Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий
Российской академии наук
(ФГБУН СФНЦА РАН)
Сибирский научно–исследовательский институт кормов
(СибНИИ кормов СФНЦА РАН)

На правах рукописи

Бакшаев Дмитрий Юрьевич

АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ В СИСТЕМЕ АДАПТИВНОГО КОРМОПРОИЗВОДСТВА В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Специальность 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство

Диссертация
на соискание ученой степени
доктора сельскохозяйственных наук

Научный консультант:
Кашеваров Николай Иванович,
доктор сельскохозяйственных
наук, профессор, заслуженный деятель
науки РФ, академик РАН

Краснообск 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

ВВЕДЕНИЕ …… 10

ГЛАВА 1. ВОЗДЕЛЫВАНИЕ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ В СИСТЕМЕ АДАПТИВНОГО КОРМОПРОИЗВОДСТВА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ) … 18

1.1. Роль покровных культур и сроков посева при создании высокопродуктивных травостоев многолетних трав …… 19

1.2. Значение азотных удобрений и способов их заделки при возделывании многолетних трав в системе адаптивного кормопроизводства…… 36

1.3. Продуктивность многолетних трав и качество корма в зависимости от сроков скашивания ....…… 43

1.4. Интродукция новой кормовой культуры фестулолиум в систему адаптивного кормопроизводства ……..…… 51

1.5. Агротехнологические приемы обработки дернины старовозрастных посевов многолетних трав в системе адаптивного кормопроизводства ..….. 61

ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ ..…… 71

2.1. Агроклиматические условия лесостепной зоны Западной Сибири … 71

2.2. Агрометеорологические условия в годы исследований …… 72

2.3. Объект и предмет исследований …..…… 81

2.4. Агротехника и схема опытов……...…… 87

2.5. Методика проведения исследований…….…… 92

ГЛАВА 3. РОЛЬ НЕТРАДИЦИОННЫХ ПОКРОВНЫХ КУЛЬТУР И СРОКОВ ПОСЕВА В ФОРМИРОВАНИИ ВЫСОКОПРОДУКТИВНОГО ТРАВОСТОЯ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ В СИСТЕМЕ АДАПТИВНОГО КОРМОПРОИЗВОДСТВА В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ …… 98

3.1. Рост и развитие растений покровных культур и многолетних трав ... 98

3.2. Урожайность сухой массы многолетних трав в зависимости от покровных культур и сроков посева ……..…….. 109

3.3. Зоотехнический состав и питательность сухой массы многолетних трав в зависимости от покровных культур и сроков посева …… 114

3.4. Биоэнергетическая и экономическая оценка возделывания многолетних трав в зависимости от покровных культур и сроков посева … 119

ГЛАВА 4. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕСЕНИЯ АЗОТНОГО УДОБРЕНИЯ И БОРОНОВАНИЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ В СИСТЕМЕ АДАПТИВНОГО КОРМОПРОИЗВОДСТВА В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ …… 123

4.1. Влияние азотного удобрения и способов его заделки на рост, развитие растений, урожайность и питательность сухой массы костреца безостого……. 123

4.2. Влияние сроков внесения «стартовой» дозы азотного удобрения на рост, развитие растений, урожайность и питательность сухой массы люцерны изменчивой ……..…… 131

4.3. Биоэнергетическая и экономическая оценка сроков внесения азотного удобрения на костреце безостом и люцерне изменчивой …..…… 137

ГЛАВА 5. АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПЕРИОДОВ УБОРКИ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА КОРМ В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ …… 141

5.1. Агротехнологические особенности уборки многолетних трав на корм в условиях лесостепной зоны Западной Сибири…… 141

5.2. Особенности роста и развития многолетних трав при разных сроках скашивания ……. 143

5.3. Формирование урожайности сухой массы многолетних трав в зависимости от сроков скашивания ……..…… 151

5.4. Питательность сухой массы многолетних трав в зависимости от сроков скашивания …… 158

5.5. Биоэнергетическая и экономическая оценка сроков скашивания многолетних трав ……..……. …….. 166

ГЛАВА 6. ИНТРОДУКЦИЯ НОВОЙ КОРМОВОЙ КУЛЬТУРЫ ФЕСТУЛОЛИУМ В СИСТЕМУ АДАПТИВНОГО

КОРМОПРОИЗВОДСТВА В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ …… 171

6.1. Агротехнологическое обоснование введения фестулолиума в кормопроизводство лесостепной зоны Западной Сибири …… 171

6.2. Особенности роста, развития и формирования травостоя фестулолиума в одновидовом посеве и смесях с многолетними бобовыми травами …… 174

6.3. Урожайность фестулолиума в одновидовом посеве и травосмесях с многолетними бобовыми травами ……. 183

6.4. Зоотехнический состав и питательность зеленой массы фестулолиума в одновидовом посеве и травосмесях с многолетними бобовыми травами……. 195

6.5. Биоэнергетическая и экономическая оценка возделывания травостоев фестулолиума с многолетними бобовыми травами …… 201

ГЛАВА 7. ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ОБРАБОТКИ СТАРОВОЗРАСТНОЙ ДЕРНИНЫ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ В СИСТЕМЕ АДАПТИВНОГО КОРМОПРОИЗВОДСТВА В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ..... 205

7.1. Рост и развитие, густота стояния и сохранность растений пластовой культуры в зависимости от агротехнологических приемов обработки старовозрастной дернины многолетних трав …… 206

7.2. Влияние агротехнологических приемов обработки старовозрастной дернины многолетних трав на влажность почвы, засоренность посевов и урожайность пластовой культуры……..….. 208

7.3. Биоэнергетическая и экономическая оценка агротехнологических приемов обработки дернины старовозрастных травостоев многолетних трав…….. 216

ВЫСОКОПРОДУКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ В СИСТЕМЕ АДАПТИВНОГО КОРМОПРОИЗВОДСТВА В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ…… 219

ЗАКЛЮЧЕНИЕ …… 222
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ…… 225
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ ……..... 226
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ …… 227
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ…… 228
СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА …… 279
ПРИЛОЖЕНИЯ…… 282
Приложение 1 – Среднемесячная и годовая температура воздуха в годы исследований, ˚С (АМС «Огурцово») …… 283
Приложение 2 – Среднемесячная и годовая сумма осадков в годы исследований, мм (АМС «Огурцово») …… 284
Приложение 3 – Густота стояния и сохранность растений покровных культур в зависимости от сроков посева ……..…… 285
Приложение 4 – Засоренность посевов и конкурентоспособность (CR) сорняков и покровных культур в зависимости от сроков посева …… 286
Приложение 5 – Густота стояния и зимостойкость растений многолетних трав в первый год жизни в зависимости от покровной культуры и срока посева в 2006/2007 г. Посев 2006 г. ……..…….. 287
Приложение 6 – Густота стояния и зимостойкость растений многолетних трав в первый год жизни в зависимости от покровной культуры и срока посева в 2007/2008 г. Посев 2007 г. …..……. 288
Приложение 7 – Густота стояния и зимостойкость растений многолетних трав в первый год жизни в зависимости от покровной культуры и срока посева в 2008/2009 г. Посев 2008 г. …… 289
Приложение 8 – Биометрические показатели растений многолетних трав в год посева перед уходом в зиму в зависимости от покровной культуры и сроков посева (среднее за 2006–2008 гг.) ……. 290
Приложение 9 – Запасы продуктивной влаги в почве весной и перед укосами, мм …… 291
Приложение 10 – Высота растений многолетних трав в зависимости от покровной культуры и сроков посева, см. …… 292
Приложение 11 – Масса побега многолетних трав в зависимости от покровной культуры и срока посева, г. …… 293
Приложение 12 – Коэффициент корреляции между урожайностью сухой массы многолетних трав и показателями продуктивности растений по годам пользования. 2007–2010 гг. …..…….. 294
Приложение 13 – Урожайность сухой массы костреца безостого по годам пользования в зависимости от покровной культуры и сроков посева, т/га 295

Приложение 14 – Урожайность сухой массы люцерны изменчивой в зависимости от покровной культуры и сроков посева по годам пользования, т/га (2007–2010 гг.) ……..…… 296
Приложение 15 – Урожайность сухой массы клевера лугового по годам пользования в зависимости от покровной культуры и сроков посева по годам пользования, т/га (2007–2010 гг) ……...… 297
Приложение 16 – Урожайность сухой массы эспарцета песчаного в зависимости от покровной культуры и сроков посева по годам пользования, т/га (2007–2010 гг.) ……..…… 298
Приложение 17 – Урожайность сухой массы галеги восточной в зависимости от покровной культуры и сроков посева, т/га. Посев 2006 г. .. 299
Приложение 18 – Продуктивность многолетних трав в зависимости от покровной культуры и сроков посева. Посев 2006 г. (среднее за 2007–2010 гг.) …….. 300
Приложение 19 – Продуктивность многолетних трав в зависимости от покровной культуры и сроков посева. Посев 2007 г. (среднее за 2008–2010 гг.) …… 301
Приложение 20 – Продуктивность многолетних трав в зависимости от покровной культуры и сроков посева. Посев 2008 г. (среднее за 2009, 2010 г.) ……. 302
Приложение 21 – Энергетическая оценка технологии возделывания многолетних трав на корм в зависимости от покровных культур, МДж/га… 303
Приложение 22 – Биохимический состав и питательность зеленой массы костреца безостого в зависимости от сроков внесения и способа заделки азотных удобрений (среднее за 2001, 2002 г.) …… 304
Приложение 23 – Влияние срока внесения «стартовой» дозы минерального азота (N_{30}) на травостой люцерны изменчивой. Посев 1998 г…… 305
Приложение 24 – Энергозатраты при возделывании костреца безостого на корм в зависимости от азотных удобрений и боронования, МДж/га (1999–2002 гг.) ……..…… 306
Приложение 25 – Экономическая оценка возделывания костреца безостого на корм в зависимости от азотных удобрений и боронования. Посев 1998 г. …….. 307
Приложение 26 – Плотность травостоя многолетних трав в зависимости от сроков скашивания, шт./м^2. Посев 2003 г. …… 308
Приложение 27 – Изменчивость хозяйственно ценных признаков многолетних трав при различных сроках скашивания. 2004–2006 гг. …… 310
Приложение 28 – Высота растений многолетних трав в зависимости от сроков скашивания и года пользования, см. Посев 2003 г. ……. 311
Приложение 29 – Масса побега многолетних трав в зависимости от сроков скашивания и года пользования, г. Посев 2003 г. …..…… 313

Приложение 30 – Влияние сроков скашивания на урожайность многолетних трав по укосам. Посев 2003 г. (данные за 2004 г.). …… 315
Приложение 31 – Влияние сроков скашивания на урожайность многолетних трав. Посев 2003 г. (данные за 2005 г.). …… 317
Приложение 32 – Влияние сроков скашивания на урожайность многолетних трав. Посев 2003 г. (данные за 2006 г.). ……..…… 319
Приложение 33 – Коэффициент корреляции урожайности сухой массы многолетних трав и осадков в зависимости от сроков скашивания……. 321
Приложение 34 – Регрессионная зависимость и тренды изменения урожайности многолетних трав (*y*) в зависимости от хозяйственноценных признаков (*x*) (2004–2006 гг.) …… 322
Приложение 35 – Влияние сроков скашивания многолетних трав на содержание сухого вещества, % (среднее за 2004–2006 гг.) ……..……. 323
Приложение 36 – Коэффициенты переваримости зеленой массы многолетних трав (Томмэ М.Ф., 1964) ……. 324
Приложение 37 – Густота стояния растений многолетних трав в год посева и после перезимовки в зависимости от способа посева, шт./м^2 …… 325
Приложение 38 – Продолжительность межфазных периодов роста и развития растений многолетних трав, сут. (посев 2019, 2020 г.) …… 326
Приложение 39 – Показатели продуктивности многолетних трав в зависимости от способа посева и внесения минерального азота. Посев 2019, 2020 г. (среднее за 2020–2023 гг.). …… 327
Приложение 40 – Урожайность зеленой массы одновидовых и смешанных посевов многолетних трав в зависимости от способов посева и доз азота, т/га (посев 2019 г.) ……. 328
Приложение 41 – Плотность травостоя одновидовых и смешанных посевов многолетних трав в зависимости от способов посева и доз азота, шт./м^2 Посев 2019 г ……..…….. 329
Приложение 42 – Масса побега многолетних трав в одновидовых и смешанных посевах в зависимости от способов посева и доз азота, г. Посев 2019 г…… 330
Приложение 43 – Высота растений многолетних трав в одновидовых и смешанных посевах в зависимости от способов посева и доз азота, см. Посев 2019 г…… 331
Приложение 44 – Содержание злакового компонента в смешанных посевах бобовых трав с фестулолиумом в зависимости от доз азота, %. Посев 2019 г. …….. 332
Приложение 45 – Коэффициент корреляции между агрометеорологическими условиями вегетационного периода и урожайностью многолетних трав в зависимости от доз азота (2020–2023 гг.) …… 333

Приложение 46 – Урожайность зеленой массы одновидовых и смешанных посевов многолетних трав в зависимости от способов посева и доз азота, т/га. Посев 2020 г. (2021-2023 гг.) …… 334
Приложение 47 – Высота растений многолетних трав в зависимости от способов посева и доз азота, см. Посев 2020 г. …… 335
Приложение 48 – Масса побега многолетних трав в зависимости от способов посева и доз азота, г. Посев 2020 г. ..…… 336
Приложение 49 – Плотность травостоя многолетних трав в зависимости от способов посева и доз азота, шт./м^2. Посев 2020 г. …..…… 337
Приложение 50 – Регрессионная зависимость урожайности многолетних трав в одновидовом посеве от элементов ее структуры при различных дозах азотного удобрения. Посев 2019, 2020 г. (2020–2023 гг.) …… 338
Приложение 51 – Регрессионная зависимость урожайности многолетних трав в травосмеси от элементов ее структуры при различных дозах азотного удобрения. Посев 2019, 2020 г. (2020–2023 гг.) …… 340
Приложение 52 – Конкурентоспособность (CR) многолетних трав в зависимости от способов посева и доз азота, посев 2019 г. …… 342
Приложение 53 – Коэффициент использования пашни (LER) многолетними травами в зависимости от способов посева и доз азота, посев 2019 г. …….. 343
Приложение 54 – Коэффициент использования пашни (LER) многолетними травами в зависимости от способов посева и доз азота, посев 2020 г. ……..... 344
Приложение 55 – Конкурентоспособность (CR) многолетних трав в зависимости от способов посева и доз азота. Посев 2020 г. ……..…… 345
Приложение 56 – Коэффициент использования пашни (LER) многолетними травами в зависимости от способов посева и доз азота (среднее по посевам 2019 и 2020 г. и годам пользования) ..…… 346
Приложение 57 – Содержание питательных веществ в сухой массе одновидовых и смешанных посевов многолетних бобовых трав с фестулолиумом в зависимости от способов посева и доз азота, %. Посев 2019 г. (среднее за 2020–2022 гг.) ...……. 347
Приложение 58 – Содержание питательных веществ в сухой массе одновидовых и смешанных посевов многолетних бобовых трав с фестулолиумом в зависимости от способов посева и доз азота, %. Посев 2020 г. (среднее за 2021, 2022 г.) ……..…….. 348
Приложение 59 – Календарные даты наступления фенологических фаз и продолжительность межфазных периодов развития растений овса в зависимости от года посева …..... 349

Приложение 60 – Водопотребление посевов овса в зависимости от способа предпосевной обработки дернины многолетних трав. 2014–2016 гг. ..…… 349
Приложение 61 – Структура технологических затрат при возделывании овса в зависимости от предпосевной обработки почвы, 2024 г. ...…… 350
Приложение 62 – Акты внедрения и производственной проверки ……... 351

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Одной из главных проблем сельскохозяйственных предприятий Сибири являются высокие затраты при производстве кормов, что приводит к значительному повышению себестоимости животноводческой продукции. Решение этой важной народнохозяйственной задачи возможно за счет повышения продуктивности и сокращения затрат при возделывании кормовых культур (Жученко А.А., 2011; Косолапов В.М., 2012; Кашеваров Н.И., 2016).

В Западной Сибири многолетние травы являются одним из основных источников производства высококачественных кормов – сена, сенажа, силоса. Максимальный коэффициент энергетической эффективности их возделывания составляет 4–5, что в 2–2,5 раза выше зерновых культур и кукурузы. В действительности, он значительно ниже и равен в среднем по стране при современном уровне урожайности многолетних трав 1,8, в Западной Сибири 1,3 (Концепция развития кормопроизводства в РФ, 1999). В некоторых регионах Сибири за последние 25 лет урожайность зеленой массы многолетних трав не повышается. Все это свидетельствует о недостаточной эффективности агротехнологий возделывания многолетних трав и необходимости их совершенствования.

В системе адаптивного кормопроизводства важное значение приобретает разработка комплекса технологических приемов возделывания, обеспечивающих высокую продуктивность агроценозов многолетних трав, ресурсосбережение и интродукцию новых культур, более эффективно использующих природные ресурсы территории (Васин А.В., 2006; Шпаков А.С., 2012; Кутузова А.А., 2012). В условиях меняющегося климата Западной Сибири обозначенные направления становятся еще более актуальными. В лесостепной зоне юга Западной Сибири за последние 50 лет среднегодовая температура воздуха возросла на 2,1 °С, продолжительность вегетационного периода на 16 суток, а сумма среднемесячных температур выше 10 °С увеличилась на 141 °С (Садохина Т.А., 2025). Таким образом, современные условия диктуют необходимость изучения, разработки и

внедрения в производство комплекса основных агротехнологических приемов, повышающих уровень продуктивности агроценозов многолетних трав, а также введение в систему кормопроизводства новых культур.

Степень разработанности темы исследований. В системе адаптивного кормопроизводства большое значение имеет срок посева многолетних трав под покров яровых однолетних культур, снижающих засоренность травостоя в первый год жизни трав. До настоящего времени при посеве многолетних трав выбор покровной культуры ограничивался в основном яровыми зерновыми и их смесями с зернобобовыми культурами (Гончаров П.Л., 1992; Бенц В.А., 2001; Коновалова Н.Ю., 2008 и др.). Достижения селекционеров, меняющиеся климатические условия и требования производства к кормовой базе вызывают необходимость расширения набора покровных культур. В Западной Сибири не изученными в этом отношении остаются такие культуры как суданская трава, яровой рапс, просо, озимая рожь и их смеси при посеве многолетних трав в весенние, летние и позднелетние сроки. Практическое их внедрение позволит повысить эффективность использования природных ресурсов.

Важным фактором получения стабильных и высоких урожаев качественного корма является уровень азотного питания многолетних трав. Оптимизация пищевого режима за счет дробного и локального применения удобрений в периоды активного потребления растениями, а также способов заделки в почву, сокращает их потери до 70–90%, повышает уровень интенсификации кормопроизводства (Жученко А.А., 1990). Исследования по изучению влияния «стартовой» дозы азота на посевах многолетних трав показали, что ранние и поздние сроки его внесения приводят к значительным потерям азота (Демарчук Г.А., 1996; Коломейченко В.В., 2015; Бойко В.С., 2019 и др.). Для лесостепной зоны Западной Сибири необходимо установление оптимальных сроков внесения азотного удобрения по видам трав и режимам использования травостоев.

В системе кормопроизводства срок уборки многолетних трав имеет важное значение. В научной литературе все рекомендации сводятся к следующему: слишком ранние сроки уборки приводят к недобору зеленой массы, запаздывание

с ними – к ухудшению ее качества (Волошин В.А., 2004; Трухачев В.И., 2016; Донских Н.А., 2020 и др.). Недостаточная оснащенность кормоуборочной техникой хозяйств Западной Сибири и обильные осадки не дают возможность провести уборку многолетних трав в рекомендуемые оптимальные сроки. В связи с этим большое значение имеет изучение и обоснование периода, в течение которого возможно получение высокой продуктивности травостоев без существенного снижения качества корма.

Интродукция новых видов кормовых культур, обладающих высокой потенциальной продуктивностью и экологической устойчивостью на уровне агроценоза и агроэкосистемы, занимает особое место в адаптивном кормопроизводстве, насыщая и обогащая структуру севооборотов (Жученко А.А., 2009; Косолапов В.М., 2012 и др.). Одной из таких культур является фестулолиум (*Festulolium L.*) – гибрид овсяницы луговой (*Festuca pratensis L.*) и райграса пастбищного (*Lolium multiflorum L.*). Исследования по его изучению проведены в основном в Европейской части России. В условиях Сибири изучение этой культуры впервые начато нами в СибНИИ кормов СФНЦА РАН (Бакшаев Д.Ю., Кашеваров Н.И., Жданова И.Л., 2023). Внедрение фестулолиума в производство на территории Западной Сибири расширит видовой состав кормовых агроценозов, улучшит кормовую базу в регионе за счет введения его в состав травосмесей.

Оптимальный период использования травостоев многолетних трав на корм составляет от 3 до 5 лет. Более длительная их эксплуатация приводит к значительному ухудшению водно–физических свойств почвы, снижению продуктивности трав и повышению себестоимости продукции (Бенц В.А., 1996; Малозатратные технологии…, 2010 и др.). Для возвращения таких земель в эффективное хозяйственное пользование необходимо в каждой почвенно–климатической зоне проведение комплексных исследований и выявление приемов, обеспечивающих разрушение дернины, уничтожение сорной растительности, существенное повышение урожайности последующих культур.

Цель исследований – создание высокопродуктивных кормовых агроценозов многолетних трав на основе совершенствования комплекса технологических приемов возделывания в лесостепной зоне Западной Сибири.

Задачи исследований:

1) изучить влияние нетрадиционных для региона покровных культур – суданской травы, ярового рапса, проса, озимой ржи и их смесей, а также сроков посева на рост, развитие и продуктивность многолетних трав;

2) определить эффективность сроков внесения доз азотного удобрения и боронования на травостоях люцерны изменчивой и костреца безостого;

3) установить влияние сроков скашивания на урожайность и питательность зеленой массы многолетних трав;

4) изучить продуктивность одновидовых и смешанных с многолетними бобовыми травами (люцерной изменчивой, клевером луговым, эспарцетом песчаным) посевов фестулолиума для его интродукции в кормопроизводство Западной Сибири;

5) выявить эффективные агротехнологические приемы трансформации старовозрастных посевов многолетних трав в продуктивную пашню;

6) провести биоэнергетическую и экономическую оценку комплекса агротехнологических приемов возделывания многолетних трав в системе адаптивного кормопроизводства.

Научная новизна работы заключается в том, что в условиях лесостепной зоны Западной Сибири в системе адаптивного кормопроизводства проведены комплексные исследования по разработке интенсивных (эффективных) агротехнологических приемов и совершенствованию технологий возделывания злаковых и бобовых многолетних трав, в том числе новой кормовой культуры фестулолиум, обеспечивающих устойчивую продуктивность агроценозов и высокое качество готового корма.

В качестве важнейшего фактора технологического процесса возделывания многолетних трав изучены и определены лучшие нетрадиционные для условий региона покровные культуры – суданская трава, яровой рапс, просо, озимая рожь и

их смеси. Определено их влияние на рост, развитие и урожайность многолетних трав при посеве в весенние, летние и позднелетние сроки.

Установлены закономерности формирования высокопродуктивных агроценозов многолетних трав в зависимости от сроков внесения доз азотного удобрения и способов его заделки в почву, повышающие уровень интенсификации возделывания многолетних трав в системе кормопроизводства в Западной Сибири.

Обоснована и определена эффективность более продолжительного периода уборки основных многолетних трав на кормовые цели с учетом климатических особенностей и оптимального баланса урожайности и питательности зеленой массы.

Изучено влияние комплекса агротехнологических приемов обработки дернины старовозрастных посевов многолетних трав, позволяющих трансформировать их в продуктивную пашню.

В условиях лесостепной зоны Западной Сибири подобных исследований по системности, объему экспериментов, широкому набору изучаемых культур по вопросам повышения эффективности кормопроизводства не проводилось.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическая значимость исследований заключается в изучении и обосновании агробиологических основ формирования высокопродуктивных агроценозов многолетних злаковых и бобовых трав, в результате чего получены новые научные знания в системе «многолетние травы – адаптивное кормопроизводство – продуктивность», позволяющие существенно повысить эффективность кормопроизводства в лесостепной зоне Западной Сибири.

Многолетние травы являются важнейшей базовой основой адаптивного кормопроизводства. Результаты многолетних исследований, современные требования животноводческой отрасли, производственная проверка и внедрение позволили выявить существенный потенциал возможностей по совершенствованию и интенсификации приемов (технологии) возделывания многолетних трав, являющимися важной базовой основой адаптивного кормопроизводства в лесостепной зоне Западной Сибири.

В результате исследований пересмотрены и уточнены основные параметры возделывания многолетних трав в лесостепной зоне Западной Сибири (сроки и способы посева, виды покровных культур, сроки и дозы внесения азотных удобрений, приемы ухода за посевами и сроки уборки). Изучены и предложены варианты трансформации старовозрастных посевов многолетних трав в пашню. В целях расширения видового набора многолетних злаковых трав для повышения устойчивости агроценозов предлагается введение в сельскохозяйственное производство новой кормовой злаковой культуры фестулолиум.

Разработанные агротехнологические приемы формирования устойчивых, высокопродуктивных кормовых агроценозов многолетних трав сортов сибирской селекции применяются в сельскохозяйственных организациях и фермерских хозяйствах для повышения качества кормов и рентабельности кормопроизводства в условиях лесостепной зоны Западной Сибири. Основные теоретические и практические положения диссертационной работы используются в учебно-образовательном процессе при подготовке студентов и аспирантов агрономического профиля.

Положения, выносимые на защиту:

1. Система агротехнологических мероприятий, включающая нетрадиционные покровные культуры (суданскую траву, яровой рапс, просо, озимую рожь и их смеси), оптимальные сроки посева, дозы азотного удобрения и способы его заделки, а также более длительные, чем рекомендуемые сроки уборки с учетом баланса урожайности и питательности растительной массы, обеспечивают устойчивый выход высокопитательных кормов.

2. Возделывание новой кормовой культуры фестулолиум в смешанных посевах с многолетними бобовыми травами значительно повышает потенциал продуктивности агроценозов и качество корма в сравнении с одновидовым посевом злаковой культуры.

3. Предложены альтернативные приемы трансформации старовозрастных посевов многолетних трав в продуктивную пашню, обеспечивающие снижение

засоренности посевов последующей культуры, повышение урожайности и рентабельности ее возделывания.

4. Разработанные высокопродуктивные агротехнологические приемы интенсификации возделывания многолетних трав существенно повышают их продуктивность, устойчивость и экономическую эффективность системы кормопроизводства в условиях лесостепной зоны Западной Сибири.

Степень достоверности полученных результатов подтверждена проведением многолетних полевых, лабораторных и производственных опытов с использованием общепринятых методик, методов оценки и анализа, а также статистической обработкой экспериментальных данных и результатами внедрения в производство. Диссертационная работа выполнена в соответствии с тематиками НИР 03.02.02; 03.02.05 Н.1; 02.04.03. Н.1; 04.30.01; 0778-2019-0030.

Апробация результатов исследований. Основные материалы исследований доложены на международных (п. Краснообск, 2008, 2010, 2018, 2022, 2025; г. Барнаул, 2010, 2011; г. Екатеринбург, 2011; г. Новосибирск, 2011; с. Бобровка, 2019; г. Горно-Алтайск, 2019; г. Уфа, 2007, 2020; г. Лобня, 2022), региональных (г. Омск, 2007; г. Новосибирск, 2010, 2011; г. Барнаул, 2012; г. Ставрополь, 2024) и районных (с. Журавка, 2010; п. Ордынское, 2009; с. Яблоневка, 2011, 2012, 2013; с. Шилово-Курья, 2014; с. Палецкое, 2012; с. Ярки, 2012;, г. Прокопьевск, 2011; с. Зарубино, 2010; г. Искитим, 2012) научно–практических конференциях, а также представлены методической комиссии и ученому совету СибНИИ кормов в период с 2000 по 2024 г.

Результаты исследований внедрены в ведущих хозяйствах Новосибирской области: ООО «Большой Изырак» Маслянинского района (2009, 2010 г.), СПК «Красное» Чановского района (2010 г.), ЗАО «Бобровское» Сузунского района (2018–2022 гг.), ЗАО «Завьяловское» Тогучинского района (2019, 2020 г.), ЗАО «им. Кирова» Сузунского района (2018 г.), ООО «Семена Приобья» Новосибирского района (2023, 2024 г.).

Личное участие соискателя в получении результатов исследований, изложенных в диссертации. Автор диссертации непосредственно участвовал во

всех этапах исследовательской работы: разработке программы исследований и схем опытов, выборе методики, планировании и проведении экспериментов, закладке опытов, анализе, обобщении и статистической обработке полученных результатов, формулировании выводов, подготовке публикаций по теме исследований, написании и оформлении диссертационной работы, автореферата и публикаций. Личный вклад автора составил 85%.

Публикации. По результатам исследований опубликовано 40 печатных работ, из них 11 статей в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ, 1 статья в журнале, индексируемом в международной наукометрической базе данных Scopus, 2 практических пособия, 5 рекомендаций.

Объем и структура. Диссертационная работа изложена на 360 страницах компьютерного текста, состоит из введения, 7 глав, заключения и предложений производству, содержит 75 таблиц, 29 рисунков, 62 приложения и список литературы из 465 наименований, в том числе 71 на иностранном языке.

Автор искренне признателен первому научному руководителю Демарчуку Геннадию Аксеновичу, кандидату сельскохозяйственных наук, заслуженному работнику сельского хозяйства РФ, научному консультанту Кашеварову Николаю Ивановичу, доктору сельскохозяйственных наук, профессору, заслуженному деятелю науки РФ, академику РАН, а также сотрудникам Сибирского научно–исследовательского института кормов СФНЦА РАН за помощь и консультации при проведении исследований, подготовке и оформлении диссертации.

ГЛАВА 1. ВОЗДЕЛЫВАНИЕ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ В СИСТЕМЕ АДАПТИВНОГО КОРМОПРОИЗВОДСТВА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

В общей системе сельского хозяйства отрасль кормопроизводства является одной из основополагающей. Практически вся деятельность человека, связанная с возделыванием сельскохозяйственных культур, прямо или опосредованно относится к производству, переработке и хранению кормов (Кашеваров Н.И., 2016). Являясь основой для развития животноводства, кормопроизводство также определяет и уровень обеспечения населения продуктами питания. Поэтому его оптимизация за счет увеличения объемов производства и повышения качества кормов с учетом потребностей животных и наличия материальных ресурсов на современном этапе становится актуальной задачей (Шпаков А.С., 2008; Горлов И.Ф., 2014; Косолапов В.М., 2014).

Продуктивность многих возделываемых в интенсивных условиях культур практически приблизилась к границе максимального для вида, что обуславливает необходимость более полной реализации адаптивного потенциала высших растений на основе современных методов селекции, введение в культуру новых видов растений, конструирования высокопродуктивных и экологически устойчивых агроценозов и агроэкосистем (Жученко А.А., 1990).

В Западной Сибири многолетние травы в структуре посева кормовых культур на пашне занимают более 30%. Значительные площади обусловлены тем, что многолетние травы являются универсальным источником дешевого и качественного сырья для приготовления кормов. Они также позволяют решать проблему расширенного воспроизводства плодородия почв (Бенц В.А., 2001).

В Сибирских регионах в общей структуре посева трав бобовые вместе со старовозрастными травосмесями занимают от 14 до 27%, остальная доля приходится на злаковые (Нагибин А.Е., 2018). По программе «Белок», разработанной для Сибирского региона с участием СибНИИ кормов, доля бобовых трав должна составлять 35–40%, бобово–злаковых смесей – 80–85% (Бенц В.А., 1999). Это позволит существенно сократить потребность в дорогостоящих

азотных удобрениях, поскольку бобовые культуры основную потребность в азоте удовлетворяют за счет симбиотической азотфиксации. При этом стабилизируется и повышается урожайность многолетних трав, так как бобовые в основных земледельческих районах Сибири продуктивнее злаковых в 2–3 раза. В лесостепи Западной Сибири люцерна при своевременном скашивании формирует отаву укосной спелости в 80–90% лет, а кострец безостый только 50–60%. К тому же бобовые не так быстро грубеют и позволяют получать качественные корма в более широком временном интервале. Возделывание бобовых трав позволяет

уменьшить в зимних рационах сельскохозяйственных животных дефицит растительного белка, который в настоящее время составляет 15–30%, а также

улучшить плодородие почв при минерализации корневой массы, при разложении которой в почве остается в два с лишним раза больше азота, по сравнению со злаковыми, что соответствует 200–370 кг аммиачной селитры.

Несмотря на кажущуюся изученность приемов возделывания многолетних трав в исследованиях большого количества ученых, отдельные элементы системы адаптивного кормопроизводства требуют дальнейшего изучения с учетом меняющихся условий – экологической и климатической обстановки, экономической ситуации, появления новых сортов и культур, изменения структуры севооборотов. Разработка высокопродуктивных агротехнологических приемов и совершенствование технологии возделывания многолетних трав в условиях лесостепи Западной Сибири будет способствовать решению этих проблем.

1.1. Роль покровных культур и сроков посева при создании высокопродуктивных травостоев многолетних трав

Конструирование смешанных посевов играет важную роль в улучшении микроклимата агроценозов и рассматривается как наиболее рациональное использование естественных и антропогенных ресурсов окружающей среды в адаптивном кормопроизводстве. Одним из подходов к решению этой задачи

является использование покровных культур (в том числе нетрадиционных) однолетних трав и их смесей, при посеве многолетних трав.

Основными кормовыми многолетними травами в Западной Сибири являются кострец безостый (*Bromus inermis* Less.), люцерна изменчивая (*Medicago sativa* L.), клевер луговой (*Trifolium pretense* L.), эспарцет песчаный (*Onobrychis arenaria* Kit.), небольшие площади заняты галегой восточной (*Galega orientalis* Lam.). Общая площадь возделывания многолетних трав на сенокосах и пастбищах в Западной Сибири составляет более 13,5 млн.га.

Вопросы возделывания многолетних трав для производства кормов в различных регионах России изучали З.Ш. Шамсудинов (2011), А.А. Зотов (2012), А.С. Шпаков (2012), В.В. Коломейченко (2015), В.М. Косолапов (2021) и др. На территории Западной Сибири большой объем исследований по многолетним травам провели Г.И. Макарова (1965), В.И. Копырин (1972), П.Л. Гончаров (1992), Г.Н. Калюк (1994), Г.А. Демарчук (1996), А.Ф. Степанов (1996), В.А. Бенц (2001), В.П. Казанцев (2002), А.Г. Тюрюков (2002), В.А. Петрук (2011), В.Ю. Листков (2007), Л.П. Байкалова (2017), В.С. Бойко (2019), А.В. Банданова (2019) и др.

Вопросы посева многолетних трав под покров кормовых и зерновых культур достаточно хорошо изучены (Шевченко П.Д., 1990; Гончаров П.Л., 1992; Бенц В.А., 2001 и др.). Однако, большинство исследований проводились либо на традиционных зерновых культурах и их смесях с зернобобовыми, либо на сортах более ранней селекции. Достижения селекционеров, меняющиеся климатические условия и требования производства к кормовой базе вносят корректировки в этом вопросе.

Благодаря совместному выращиванию двух и более культур, подпокровные посевы значительно увеличивают продуктивность пашни, повышают урожайность последующих культур, улучшают баланс органического вещества в почве. При совместном возделывании разных видов кормовых культур снижается конкуренция за факторы роста. Между растениями, поглощающими питательные вещества и влагу из разных слоев почвы и различно облучаемыми солнцем, а также использующими жизненные факторы в разные сроки, конкуренция значительно

меньше. Поэтому в растительных сообществах появляются виды, корневые системы которых, и надземная часть занимает разные ярусы. Происходит уплотнение травостоя по вертикали и горизонтали (Панников В.Д., 1987).

Некоторые виды многолетних трав на начальных этапах развития медленно растут и активно угнетаются сорняками. Для снижения активного роста сорняков используют покровные культуры, которые занимают свободное место в ценозе а их возможный угнетающий эффект будет меньшим, чем у сорняков.

Относительно весенних беспокровных посевов многолетних трав существуют различные мнения. Х.М. Сафин (2009) и Е.Ю. Бадамшина (2011) отмечают, что смеси эспарцета песчаного с кострецом безостым сильно засоряются однолетними сорняками (щирица, марь белая, лебеда и др.), которые опережают в своем росте всходы многолетних трав. Доля сорных растений в составе травостоя составила в первый год жизни трав 37% от сухой массы, за шесть лет жизни – 11%. Тем не менее, такой корм, по мнению авторов, является вполне пригодным.

В.Н. Мешетич (2012) установил, что в условиях лесостепной зоны Северного Казахстана засоренность беспокровных посевов костреца безостого майского срока посева в 1–й год жизни варьировала от 147 до 198 шт./м^2, тогда как в смесях с бобовыми снижалась на 24–40%.

В опытах Э.Д. Акманаева (2013) на дерново–подзолистой почве, максимальный сбор питательных веществ обеспечил посев люцерны изменчивой под покров овса, посеянного рядовым способом. У клевера лугового выделился вариант беспокровного посева. Во второй и третий годы жизни многолетние травы, выращенные без покрова, формировали равную урожайность с подпокровными посевами.

Н.Ю. Коновалова (2008) в условиях Европейского севера России на беспокровных посевах отмечает увеличение густоты стояния растений многолетних трав в 1,2–1,5 раза и их биомассы в 3–6 раз по сравнению с подпокровным посевом.

В условиях Сибири наиболее распространены посевы многолетних трав весной под покров однолетних трав – овса, ячменя, пшеницы. Как правило,

календарно это соответствует началу мая в период посева яровых зерновых культур.

Академик В.Р. Вильямс (1949) при обсуждении преимуществ весенних покровных посевов указывал, что они более существенны, чем при летнем и осеннем посевах.

В сельскохозяйственном производстве наибольшее распространение получил весенний посев многолетних трав под покров яровых зерновых. Традиционными покровными культурами считаются овес, ячмень, пшеница и их смеси с зернобобовыми – горохом и викой (Коломейченко В.В., 2000; Захаренко А.В., 2002; Золотарев В.Н., 2008; Старкова Д.Л., 2008; Васин В.Г., 2009; Агротехнологии производства кормов в Сибири, 2013; Переправо Н.И., 2013; Иванова Е.П., 2015; Куликов З.А., 2016 и др.). Вместе с тем, влияние этих покровных культур на дальнейшую продуктивность многолетних трав изучено недостаточно полно, зачастую данные, полученные на одном виде, автоматически переносятся на другие. Комплексных исследований по этому вопросу проведено недостаточно.

Н.М. Шагеева (2007) рекомендует конкурентоспособность многолетних трав первого года жизни усиливать повышением их густоты стояния с применением видоспецифичных регуляторов роста: крезацина для костреца и донника, гумата–80 для свербиги восточной, силостима для козлятника восточного и девясила высокого, терпенсила для люцерны. После перезимовки густой травостой культуры имеет преимущество перед сорняками.

Важным критерием выбора для включения в состав смеси злаковых трав является интенсивный рост, мощность растений, высокая адаптивная способность и отзывчивость на удобрения. Для бобового компонента критерием включения в состав смеси является конкурентоспособность в агрофитоценозе, высокая урожайность, способность быстро восстанавливаться после укосов, продуктивное долголетие (Агротехнологии производства кормов в Сибири, 2013).

Использование покровных культур на многолетних травах предлагается как эффективное средство борьбы с сорняками. Обладая большей энергией

первоначального роста, они подавляют развитие сорняков, не дают им полноценно развиваться и завязать семена. В результате на следующий год на таких посевах количество сорняков и содержание их семян в почве сокращается в 2–3 раза (Сафин Х.М., 2009; Егорова Г.С., 2010). В.А. Фигурин (2013) напротив, указывают на преимущество медленно растущих покровных культур перед быстрорастущими зерновыми из–за меньшего угнетения роста и развития трав.

Чрезмерное развитие сорняков создает опасность периодической почвенной засухи из–за повышенного водопотребления. Они также оказывают физическое давление на вегетативные органы культурных растений, вызывая полегание посевов, снижают освещенность посевов бобовой культуры, особенно в начале вегетации, снижают ее урожайность (Платунов А.А., 2011). Соглашаясь с этим утверждением, В.П. Олешко (2005) признает зеленую массу сорняков дополнительным компонентом в урожае основной культуры, балансирующим корм по протеину.

В использовании покровной культуры для борьбы с сорной растительностью есть свои особенности. Она не должна угнетать всходы многолетних трав, при этом обладать высокой динамикой накопления надземной фитомассы, опережая развитие сорняков и подавляя их. Срок наступления хозяйственной спелости (времени уборки на корм) должен быть ранним и совпадать с периодом медленного роста трав с таким расчетом, чтобы после уборки покрова они начали активно расти.

В качестве отрицательного действия покрова многие ученые указывают на снижение полевой всхожести подпокровной культуры вследствие более раннего (на 5–7 дней) появления всходов покрова. Это иссушает верхний слой почвы и действует угнетающе на травы уже на этапе всходов, полевая всхожесть может колебаться от 28 до 87% (Борисевич В.К., 1997; Хусаинов С.В., 2000; Шульга Д.В., 2001; Ивасюк Е.В., 2005). Для снижения отрицательного действия этого фактора рекомендуется проводить посев беспокровно или под покров раноубираемых культур.

Опыты Л.Т. Монгуш (2019), проведенные в Тувинской АССР на темно-каштановых среднесуглинистых почвах, показали наименьшую полевую всхожесть семян люцерны, эспарцета и костреца под покровом ячменя. Наибольшее количество всходов многолетних трав получено под покровом суданской травы, что объясняется медленным развитием этой культуры в начальные фазы.

При сопоставлении влияния на люцерну двух покровных культур – суданской травы и ячменя установлено, что первая стимулировала симбиоз с бактериями и повышала эффективность нитрагина, вторая – снижала эти показатели (Биологические основы плодородия почв, 1984).

По данным Е.Н. Бронь (1976), в исследованиях, проведенных в подтаежной зоне предгорий Салаира, присутствие покровной культуры негативно сказывается на люцерне и костреце безостом, их изреживание при этом было в 1,5–2 раза больше чем при беспокровном посеве. Полевая всхожесть семян бобовых компонентов при весеннем посеве была на 10,6–11,2% выше, чем при летнем, у костреца безостого, наоборот, на 19,2% выше при летнем посеве. Следует также отметить, что при весеннем посеве выпало 9,1% растений, при летнем – в 3,5 раза меньше. По данным Киричковой И.В. (2018), при сильном изреживании костреца увеличивается кустистость, при этом побеги в основном формируются на материнском растении (корневища еще не развиты). Плотность травостоя достаточно высокая и достигает 820–895 шт./м^2 побегов.

А.А. Платунов (2011) считает, что чем выше урожайность покрова, тем сложнее соблюдать равновесие между ним и подпокровной культурой. По данным А.А. Корчагина (2018), при подсеве многолетних трав под покров озимых и яровых культур на зерно травы угнетаются и сильно изреживаются. Для избежания этого в качестве покрова используют викоовсяную смесь на корм или озимые культуры и однолетние травы, убираемые на зеленый корм.

По данным Л.А. Трузиной (2010), увеличение урожайности зерновых в связи с интенсификацией сельского хозяйства и использование их в качестве покровных культур также приводит к сильному угнетению многолетних трав. Угнетение

может проявляться в последующем и со стороны сорной растительности. Поэтому изучение и расширение набора покровных культур в различных почвенно–климатических зонах имеет актуальное значение.

По данным В.Н. Баринова (2019), покровные культуры не оказывают существенного влияния на густоту растений многолетних трав в период всходов, перед уходом в зиму и после зимовки. Однако, отмечено, что в период всходов было достоверное снижение густоты травостоя под покровом вики с овсом и люпина с тритикале.

Б.Х. Жеруков (2005) отмечает, что чем дольше люцерна находится под покровом, тем более необходимо внесение под нее рядкового припосевного удобрения. Во втором укосе различия между вариантами становятся несущественными.

В.П. Олешко (2005) указывает на целесообразность включения в технологический процесс производства кормов культур, эволюционно–устойчивых к абиотическим и биотическим стрессовым факторам. Ю.К. Новоселов (2002) также предлагает расширение видового и сортового разнообразия кормовых культур за счет их компенсационных возможностей. Однако, при всей очевидной необходимости расширения видового состава возделываемых в кормопроизводстве Западной Сибири однолетних культур, их перечень до сих пор незначителен (Гончаров П.Л., 1992).

Е.Р. Шукис (2001) приходит к выводу, что реализация агроресурсного потенциала территорий должна осуществляться не только за счет активного включения в технологический процесс производства кормов широкого спектра высокоурожайных, с повышенной экологической устойчивостью, технологичных, энергонасыщенных традиционных адаптированных культур, но и нетрадиционных видов.

В кормопроизводстве, наряду с традиционными покровными культурами, успешно интродуцированны и эффективно используются суданская трава и просо, обладающие высокой засухоустойчивостью и отавностью, хорошей побегообразовательной способностью, обильной кустистостью и быстротой

отрастания. Они в одинаковой степени пригодны для приготовления сена, сенажа, травяной муки и силоса, использования зеленой массы на подкормку и выпас, а также для получения семян (Кашеваров Н.И., 2004).

Исследованиями, проведенными в северо–западных районах Волгоградской области, установлено, что урожайность зеленой массы эспарцета, люцерны и костреца безостого в годы с обильными осадками во второй половине лета уже в первый год после выхода из–под покрова суданки достигает 7–10 т/га (Гаврилов А.М., 1984).

По данным ВНИИ орошаемого земледелия (Медведев Г.А., 1989), при затенении люцерны ранними покровными культурами (пшеница, ячмень, овес) она изреживалась на 23–27% больше, чем при затенении поздними (просо, суданка). Длительное нахождение клевера под покровом полегших злаков в фазе 1–2–го листа в течение 30 дней приводило к изреживанию на 90%, в фазе 3–4–го листа – только на 15%. А.Н. Кшникаткина (2019) отмечает важность времени наступления максимального затенения покровной культурой. Значительно раньше оно наступает под покровом овса, затем ячменя, яровой тритикале, позднее под льном масличным.

В.А. Фигурин (2013) в условиях Кировской области (Северо–Восточный регион), напротив, считает клевер луговой теневыносливой культурой, лучше переносящий подпокровные посевы, чем люцерна. Такого же мнения относительно люцерны придерживается А.А. Кутузова (1985), отмечая сильное изреживание ее при полегании покровных культур сплошного сева. В.П. Олешко (2010) на опытном поле Алтайского НИИСХ пришел к выводу, что освещенность в период бутонизации нижнего яруса растений в рядовом посеве составила 32%, в широкорядном – 59%. Исследования ВНИИ кормов показали, что при полегании озимой ржи освещенность посевов в полуденные часы снижается в 3 раза (Разин Н.С., 1973).

Х.М. Сафин (2008) в условиях Зауралья связывает значительную способность к отавности у овса на зеленый корм и суданской травы с сильным угнетением ими многолетних трав. По его данным, овес снижал урожайность сена

многолетних трав в среднем за три года на 1,29 т/га сухого вещества, что объясняется энергичным кущением и ростом его в условиях разреженного посева.

С.С. Шаин (1959) в Европейской части России отмечал, что при летнем посеве эспарцета и люцерны под покровом проса наблюдался хороший рост бобового компонента за счет медленного кущения проса в начальный период, поэтому в первые 3–4 недели люцерна почти не затеняется. Благодаря этому, она получает нужное ей солнечное освещение, быстро проходит стадийное развитие. Несмотря на то, что просо в дальнейшем обгоняет люцерну в росте и затеняет ее, все же под его покровом люцерна образует высокие побеги и активно цветет.

А.Г. Рожанский, Л.В. Донова, Г.А. Демарчук (1986) в условиях Западной Сибири установили, что лучшие условия для развития донника в подпокровных посевах складывались в смеси с просом. Благодаря продолжительному кущению просо, донник успевал хорошо укорениться и окрепнуть. Удельный вес донника в урожае смеси с просом составил в среднем 38,3%, с ячменем и овсом – 2,0–5,7%.

В Западной Сибири устойчиво расширяются посевные площади под рапсом яровым. Активно внедряются и распространяются смешанные посевы рапса с суданкой, просом или овсом для заготовки силоса. В литературе нет данных по использованию этих смесей при посеве многолетних трав в регионе, этот вопрос не изучен.

Преимущества смесей, состоящих из культур, относящихся к различным видам, очевидны. За счет расположения корневых систем таких посевов в разных почвенных горизонтах, будут полнее использоваться почвенные ресурсы (влага, элементы питания) и сводиться к минимуму отрицательное воздействие органических выделений одного вида растений на другой. Более того, при удачном выборе компонентов может иметь место взаимообмен питательными веществами (Гаврилов А.М., 1984). При неудачном подборе компонентов возможен переход их в острые конкурентные взаимоотношения, которые проявляются в паразитизме и механическом воздействии, во влиянии через индуцируемые в окружающую среду физиологически активные вещества, через изменение эдафических условий жизни

(свет, тепло, вода и т.п.). В результате одни виды погибают или угнетаются, другие – доминируют в сообществе (Воробьев С.А., 1977).

В совместных посевах замедляется рост и развитие подсевных культур, увеличивается их затенение. Однако, если учесть, что в одновидовых посевах эти растения нередко оказываются под покровом сорняков, то условия их развития ухудшаются незначительно.

Л.А. Трузина (2010), сравнивая в условиях Нечерноземной зоны в качестве покрова однолетний райграс и викоовсяную смесь, отдает предпочтение райграсу, отмечая в качестве решающего фактора благоприятный световой режим: под райграсом травы получали 16–23 тыс. люкс, что на 9–15 тыс. люкс больше, чем под покровом викоовсяной смеси. Это связано с различием площади листовой поверхности культур на единице площади, поэтому под райграсом число всходов многолетних трав было на 19–32% больше, чем под покровом викоовсяной смеси.

По данным В.Ю. Листкова (2019), в загущенных травостоях в период цветения клевера наблюдается более высокая влажность воздуха и меньшая освещенность, чем в разреженных. Разница достигала 12–16%. Кроме того, в таких посевах температура воздуха была на 3…4 ˚С ниже, чем в разреженных.

По данным А.И. Тютюнникова (1973), большое влияние на рост растений оказывает их густота стояния и способ размещения на площади. У большинства злаковых и бобовых культур увеличение густоты стояния растений до определенного предела ускоряло темп их роста. Через месяц после высева сплошным рядовым способом высота растений суданской травы при густоте 62 растения на 1 м^2 составила 16 см, при 169 растений – 18 см, при густоте 383 растения – 21 см, через три месяца соответственно 60 см, 76 и 104 см.

По мнению В.А. Петрука (2011), плотность трав под ячменем на большинстве вариантов была выше, чем под травосмесью, что является следствием меньшей их угнетенности растениями ячменя. Густота стеблестоя ячменя была в 1,2–1,5 раза ниже по сравнению с бобово–злаковой смесью. Связано это со строением надземной части ячменя за счет невысокого стебля и узкого колоса (Коломейченко В.В., 1999; Надежкин С.Н., 2007).

Использование пшеницы в качестве покрова люцерны снижало ее густоту стояния по сравнению с беспокровными посевами, в смесях с кострецом густота зависела от сорта люцерны (Петрук В.А., 2023). Кострец безостый максимальную густоту растений формировал при беспокровном посеве.

По данным В.Д. Панникова (1987), в совместных посевах высокорослые растения затеняют низкорослые от выгорания при повышенных температурах. Кроме того, растения с глубоко проникающей корневой системой переносят фосфор, кальций и другие питательные элементы из низших почвенных горизонтов в верхние и улучшают питание тех видов, у которых корневая система размещается в основном в верхнем слое. Чем разнообразнее видовой состав растительного сообщества, тем легче оно противостоит болезням и вредителям, создает более благоприятные условия для агрофитоценоза и развития большего числа взаимно дополняющих видов.

В.Н. Бариновым (2019) на дерново–подзолистых супесчаных почвах Нечерноземной зоны установлена возможность использования многолетними травами азота однолетних бобовых растений покровных культур (люпин узколистный, бобы кормовые, вика). За счет минерализации корнепожнивных остатков увеличивается содержание в почве усвояемых форм азота и других элементов питания, что оказывает положительное влияние на минеральное питание многолетних трав поздней осенью и в ранневесенний период, способствуя тем самым лучшей перезимовке и оптимизации развития трав весной. Срок действия покровных культур прослеживался в течение трех лет пользования многолетними травами. Под их влиянием увеличилась суммарная урожайность многолетних трав (на 28%), накопление корнепожнивных остатков в почве под травами 2–го года пользования (38%), содержание в них элементов питания (на 40%).

Таким образом, наблюдаемая в фитоценозе взаимозависимость растений при совместном выращивании может выражаться не только в борьбе за произрастание, но и в благоприятном влиянии одних видов растений на другие. Введение в севооборот большего количества кормовых культур (особенно однолетних и

многолетних бобовых), позволит не только стабилизировать их урожайность, но и улучшить физические, агрохимические и фитосанитарные свойства почв.

В летние сроки посева бобовые травы, за исключением галеги восточной, высевают беспокровно до середины июля; мятликовые – до начала августа (Бенц В.А., 2001; Агротехнологии производства кормов в Сибири, 2013). Почва до посева обрабатывается по типу пара, что позволяет значительно снизить количество сорняков и накопить запасы влаги в верхнем слое (Мишук Е.М., 2008; Leliuniene, J., 2013).

Благоприятность того или иного покрова и его влияние на подпокровную культуру зависит и от срока посева. Решающим в выборе срока посева являются такие факторы как содержание влаги в почве и сумма активных температур, необходимых растению для прохождения фаз развития и формирования урожая.

Использование летних подпокровных посевов многолетних трав в научной литературе практически не обсуждается. Обосновывается это снижение пиковых показателей развития сорняков и отсутствием необходимости для их сдерживания использовать культурные растения. Засоренность также снижается за счет 1–2–х культивации до посева.

В условиях Западной Сибири комплексные исследования посева трав под покров ячменя в весенний (15 мая), летний (15 июля) и подзимний (15 октября) сроки впервые проведены В.А. Петруком (2020). Лучшими оказались весенние и летние сроки посева многолетних трав под покров ячменя. Подзимний срок посева обеспечивал хозяйственно–значимую урожайность трав только к третьему году жизни.

В.Н. Мешетич (2012) отмечает существенное снижение засоренности при летнем посеве в одновидовых посевах с 92 до 31 шт./м^2, в смешанных – от 29 до 18 шт./м^2. Среди общей массы сорняков 77–96% приходилось на однолетние виды (щирица, гречиха татарская, просо куриное), 4–22% – на многолетние.

Е.Н. Бронь (1976) отмечает наибольшую засоренность в год посева на летних беспокровных посевах. От общей массы сена доля сорняков составляла 22–45%, на покровных посевах – 12–14%. На следующий год сорняков во всех вариантах стало

меньше, но закономерность сохранилась. По данным А.С. Чемаровой (2009), на дерново–подзолистой почве в условиях Предуралья засоренность летних беспокровных посевов люцерны составляла 52%, клевера 73%.

Л.В. Петрунина (2009) установила, что изреживаемость посевов многолетних трав на летнем беспокровном посеве у люцерны составила 16,3–19,2%, эспарцета – 21,6–26,4%, при посеве под покров ячменя соответственно 25,8–31,7% и 31,6–40,5%.

Таким образом, использование одновидовых и смешанных посевов однолетних культур (суданской травы, проса, рапса) в качестве покровных для многолетних трав при посеве в весенний и летний сроки изучено недостаточно.

Подпокровный посев многолетних трав в позднелетние сроки (10–20 июля) имеет практическое значение для обеспечения животных зелеными кормами в осенний период, однако не дает гарантий благоприятного развития трав. В условиях Западной Сибири рекомендовано завершить посев многолетних злаков до конца второй половины лета, бобовых – до конца июля (Бенц В.А., 2001; Олешко В.П., 2005; Шашкова Г.Г., 2015; Полюдина Р.И., 2017; Зезин Н.Н., 2019; Бойко В.С., 2019 и др.). Вероятность получения дружных всходов в этом случае весьма высока, поскольку посев проводится фактически по пару. Для успешной перезимовки трав определяющим является продолжительность периода всходы – окончание вегетации растений. Чем он продолжительнее, тем лучше травы подготовятся к зимовке.

При выборе покровной культуры необходимо учитывать ее способность расти и развиваться в период с недостаточно высокими температурами и низкой продолжительностью светового дня. Поэтому, использование рапса ярового при посеве в позднелетние сроки перспективно, так как он формирует кормовую массу, используемую после заморозков в качестве зеленой подкормки. Сотрудниками ВНИИ кормов установлено, что яровому рапсу и овсу при посеве в позднелетние сроки для формирования кормовой массы необходимо 40–60 дней вегетации, 600–800 ˚С суммы активных температур для продолжения вегетации и формирования кормовой массы (Полевое кормопроизводство, 2023). Зеленая масса смешанных

посевов рапса с однолетними травами будет лучше поедаться в первые сроки подкормки и продлит период использования зеленых кормов. В качестве злакового компонента предпочтительнее овес, поскольку он наиболее холодостойкая культура из мятликовых трав и сможет сформировать массу укосной спелости при посеве в середине июля.

Позднелетние посевы многолетних трав под покров озимой ржи – мало изучены. По данным А.А. Жученко (2009), рожь, образуя большую биомассу, хорошо подавляет однолетние сорняки и резко ослабляет их семенную продуктивность. Существует опасность негативного влияния ее как покровной культуры на многолетние травы. В условиях Западной Сибири эти исследования не проводились.

Благодаря самой высокой среди озимых зерновых культур морозо- и засухоустойчивости, рожь является наиболее надежной страховой культурой. В годы с критически низкими температурами во время зимовки она превосходила по урожайности озимую пшеницу на 33%, а по степени устойчивости к неблагоприятным факторам среды опережала тритикале и пшеницу (Жученко А.А., 2009). В годы с засушливой весной и первой половиной лета озимая рожь, используя осадки осеннего и зимнего периодов, стабильно формирует полноценный урожай кормовой массы и зерна, что позволяет рекомендовать ее как устойчивую страховую культуру.

В исследованиях Т.А. Волошиной (2018), проведенных в степной зоне Приморского края, рожь при посеве с клевером и овсяницей активно подавляла сорняки, а более ранняя ее уборка способствовала лучшему развитию многолетних трав и снижению пораженностью болезнями. При этом зимостойкость трав и урожайность зеленой массы клевера на второй год жизни изменялись несущественно.

В опытах, проведенных в Институте льна и ВНИИ кормов в Центральном регионе Нечерноземья, в годы с достаточной влагообеспеченностью даже при густом стеблестое покровной культуры – озимой ржи, выпадение клевера почти не наблюдалось. При недостатке весеннее–летних осадков гибель всходов клевера под

покровом озимой ржи в некоторые годы доходила до 50–70%, а после уборки покровной культуры до ухода в зиму гибель составляла не больше 4–7% (Разин Н.С., 1973). Г.Д. Харьков и Р.Д. Азимов (1981), напротив, рекомендуют весенний посев трав, если намечается недостаток осадков в осенний период.

Для снижения негативного влияния озимой ржи на многолетние травы Г.А. Медведев (1989) указывает на возможность подсева клевера ранней весной в травостой ржи до ее боронования, как только появится возможность выехать в поле. В этом случае появление всходов гарантированно даже в условиях засухи. Однако, И.П. Проскура (Пути интенсификации кормопроизводства, 1986) указывает, что при таком способе посева рожь интенсивно кустилась и сильно угнетала всходы трав.

В исследованиях С.В. Ставер (2001), проведенных на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве Минского района республики Беларусь, клевер луговой подсевали в озимую рожь осенью. Клевер хорошо перезимовал, максимальная урожайность в среднем за два года составила в первом укосе 32,1–32,9 т/га, во втором укосе при внесении весной в начале вегетации $P_{30}K_{60}$ – 18,2–19,0 т/га. Внесение N_{90} под озимую рожь достоверно снижало урожай зеленой массы клевера в первом укосе первого года жизни, в последующем последействие изучаемых доз азота на урожай зеленой массы влияло незначительно.

По данным В.Г Гребенникова (2019), подсев бобово–злаковых травосмесей многолетних трав в третьей декаде марта в травостой озимой тритикале в сухостепной зоне Ставрополья обеспечил получение 3,9 т/га сухого вещества высококачественного корма. Кроме того, многолетние травы снижали дефляционные процессы на эрозионных участках склоновых земель, способствовали накоплению влаги в осенне-зимний период.

Относительно срока посева озимых культур существуют следующие мнения. Так, по данным Сибирского института зернового хозяйства (г. Омск), преждевременные посевы озимой ржи осенью буйно разрастаются, плохо перезимовывают, страдают от снежной плесени и склероций, а при выпадении до морозов снежного покрова выпревают (Гребенников С.Д., 1949).

В Западной Сибири завершение посева озимой ржи до сентября обеспечивает в 60–70% случаев хорошую кустистость, что благоприятно сказывается на прохождении двух этапов закалки растений и накоплению ими защитных веществ – глюкозы и сахарозы, а также жиров, белков, крахмала и других веществ, обеспечивающих успешную зимовку (Иваненко А.С., 1983). Запаздывание с посевом на 10 дней по сравнению с оптимальным сроком снижает урожай на 25–60%, на 15–20 дней – практически губит весь урожай. При посеве озимой ржи в Сибири следует учитывать, что растениям до конца вегетации необходима сумма эффективных температур от 350 до 450 ^{0}С и 40–50 дней от посева до конца осенней вегетации (Технология возделывания озимых зерновых культур в Западной Сибири, 2013).

Если поздние сроки посева озимых культур достаточно широко освещены в научной литературе, то более ранние летние и даже весенние сроки мало изучены. Большинство исследований основано на наблюдении за ростом и развитием растений и анализом метеорологических факторов. При этом не всегда результаты опытов завершались учетом урожайности. Недостаточно изучено влияние условий перезимовки, увлажненности почвы, освещенности посевов.

Исследованиями, проведенными в СибНИИ кормов, отмечен положительный результат при использовании озимой ржи в качестве покровной культуры для злаковых и бобово–злаковых смесей многолетних трав. При посеве по всходам трав в третьей декаде августа с уменьшенной на 20–25% нормой высева. На следующий год озимую рожь и подпокровные травы можно использовать в зеленом конвейере для производства травяной муки и других кормов (Возделывание многолетних и однолетних трав, 1976; Технология и организация производства кормов в Сибири, 1979).

В связи с тем, что набор многолетних бобовых трав в Сибири все еще ограничен люцерной, эспарцетом песчаным, клевером луговым и гибридным, большой интерес представляет козлятник или галега восточная – ценное кормовое растение. Сдерживает расширение ее площадей возделывания, крайне ограниченные сроки посева, медленный рост и слабая конкуренция с сорняками в

год посева, формирование полноценных урожаев начиная со второго–третьего годов жизни (Возделывание козлятника восточного…, 2000). В связи с этим возделывание галеги под покров других сельскохозяйственных культур не рекомендовано, предпочтителен беспокровный весенний посев (Технология возделывания и использования козлятника восточного на корм и семена, 2001).

При подсеве козлятника восточного под покров ячменя сниженной на 30% нормой высева, в первый год бобовая культура практически не формировала урожай зеленой массы, а во второй год жизни сбор сухого вещества был в два раза меньше по сравнению с беспокровным посевом (Возделывание козлятника восточного …, 1989).

По данным исследований З.Н. Хасанова (2008), проведенных на черноземе Республики Татарстан, при посеве галеги восточной весной под покров яровых зерновых культур (пшеница, ячмень, овес и однолетних трав на зеленый корм) интенсивность роста, развития, формирования листовой поверхности и чистой продуктивности фотосинтеза, накопления клубеньковых бактерий у культуры существенно снижалось. При посеве под покров ярового рапса и раноубираемых кормовых культур (кормовое просо, яровой рапс на зеленый корм) все показатели были на 15–20% выше беспокровного посева, а прибавка урожая семян достигала 36 кг/га.

По данным Эстонского НИИЗМ, сохранность растений галеги после зимовки без покрова составила 98–100%, под покров ячменя, убранного в фазе выхода в трубку 70–80%, в фазе полной спелости – 48–71%. В опытах ТСХА, снижение нормы высева ячменя до 2–3 млн/га всхожих семян, увеличение ширины междурядий до 30 см, перекрестное размещение рядков ячменя и козлятника существенно улучшили условия роста и развития козлятника (Возделывание козлятника восточного …, 1989).

Зимостойкость и перезимовка многолетних трав, особенно бобовых посеяных в поздние сроки под покров, зависит от вида и сорта, климатических и погодных условий, агротехники и высоты снежного покрова в зимний период (Коммодов В.В., 1975).

Таким образом, обзор литературы выявил всестороннюю изученность весенних сроков посева многолетних трав под покров яровых зерновых культур и их смесей в условиях Западной Сибири. Исследований по изучению в качестве покрова для многолетних трав таких кормовых культур как рапс, суданская трава, просо и их смесей, а также озимой ржи в летние и позднелетние сроки в регионе не проводилось.

1.2. Значение азотных удобрений и способов их заделки при возделывании многолетних трав в системе адаптивного кормопроизводства

Важным приемом повышения продуктивности травостоев многолетних трав является использование минеральных удобрений, особенно азотных. Сроки и способы внесения удобрений должны обеспечивать нормальное питание растений в течение всей их жизни, а их трансформация в почве должна быть приближена к периоду активного потребления растениями элементов питания (Юркин С.Н., 1979). Внесение азота во время его активного потребления растениями повышает эффективность удобрений и сокращает его потери до 70–90%, при существующих методах внесения до 50–80% их теряется в результате денитрификации и связывании питательных элементов в труднодоступные формы (Минеев В.Г., 1990; Жученко А.А., 1990). При этом биологизация интенсификационных процессов предусматривает наиболее рациональное использование антропогенных ресурсов за счет повышения их эффективности.

Весной азотные удобрения на многолетних травах рекомендуется вносить «по черепку» – сразу после схода снега, что может привести к их вымыванию и денитрификации. В среднем из почвы теряется 10–20% азота в результате улетучивания и столько же в результате вымывания, что приводит к загрязнению грунтовых вод, пищевых источников нитратами, атмосферы – закисью азота (Корогодова Н.С., 1975).

В условиях Западной Сибири начало интенсивного роста многолетних трав наступает через 15–20 дней после схода снега (Демарчук Г.А., 1996). Внесение

азота (90 кг д.в./га) через 10–15 дней после начала отрастания повышает урожайность костреца безостого по сравнению с традиционным ранневесенним сроком в среднем на 4,5–5,0 ц/га сухой массы (Бенц В.А., 2001). По мнению А.Ф. Степанова (1996), подкармливать мятликовые травостои на черноземах степи и лесостепи лучше ежегодно разовой дозой не более 60 кг д.в./га.

Внесение азотных удобрений в ранние фазы вегетации растений стимулирует образование новых побегов, в более позднее время – рост и мощность имеющихся побегов, что не очень эффективно (Тютюнников А.И., 1973).

Бобовые травы основную потребность в азоте удовлетворяют за счет симбиотической азотфиксации, поэтому они, как правило, не нуждаются в удобрениях. При этом небольшие дозы азота в начальный период вегетации растений положительно сказывается на их развитии.

В исследованиях Г.А. Демарчука, Л.В. Доновой, В.П. Данилова (1992) выявлена положительная реакция растений люцерны синегибридной инокулированной клубеньковыми бактериями, на весеннее внесение небольших, так называемых «стартовых», доз азота ($N_{20\text{-}30}$). Установлен эффект от нормы N_{120} по сравнению с N_{90} и N_{150}. Нормы азота более 90 кг/га вносились в два приема: N_{90} весной, остальная часть после первого укоса. Полученные результаты дают основание говорить о проявлении эффекта небольшой дозы азота, внесенной после первого укоса. Такого же мнения придерживается П.Г. Найдин (1963), Н.И. Белозер (1965), J.E. Rahn (1976), В.Д. Панников (1987).

Г.А. Медведев (1989) в условиях орошаемого земледелия на юге страны отмечает важность подкормки азотом и калием старовозрастных посевов люцерны после каждого укоса из расчета $N_{25\text{-}30}K_{20\text{-}25}$ кг д.в./га с одновременным боронованием. Даже в благоприятной для деятельности клубеньковых бактерий зоне подкормки азотом на фосфорном фоне ускоряют отрастание люцерны и увеличивают урожай.

Г.Г. Шашкова (2015) отмечает необходимость подкормки азотом люцерны первого года жизни в дозе 20–30 кг д.в./га, что улучшает рост растений и повышает

урожай первых укосов (Агротехнологии производства и качество кормов в Забайкальском крае, 2015).

По наблюдениям И.В Киричковой (2008), внесение N_{30} в период начального отрастания стимулирует формирование и образование активных клубеньков у люцерны и эспарцета. При этом значительное влияние на их количество оказывает обеспеченность почвы фосфором.

Положительное влияние «стартовой» дозы азота обнаружено на галеге восточной в условиях лесостепной зоны Западной Сибири Г.А. Демарчуком (1997). В экспериментах с люцерной установлено существенное влияние весенних сроков внесения азотных удобрений на ее урожайность, с кострецом – весенних и после первого укоса. Оптимальные весенние сроки для злаковых и бобовых трав – спустя 10–15 дней после начала вегетации, а после первого укоса костреца – через две недели после скашивания (Демарчук Г.А., 1996; Кашеваров Н.И., 1997).

Исследованиями, проведенными на люцерне в Предгорной зоне РСО–Алания на черноземе выщелоченном с внесением стартовых доз азота N_{30} и штаммов ризоторфина и азотфиксирующих бактерий, показали, что стартовые дозы азотных удобрений в чистом виде были не эффективными. При дополнительной инокуляции семян активными штаммами ризобий на их фоне прибавка составила 2,49 т/га (18,6%) (Козырева М.Ю., 2020). Это явление получило название – второй функцией симбиоза (Яковлева З.М., 1985).

Наиболее активно азотфиксация идет на почвах бедных, с небольшим количеством азота. С увеличением доз азота она снижается или прекращается совсем. Однако, на начальных этапах роста растений необходимо вносить небольшое количество азотных удобрений (Станков Н.З., 1964).

В методических рекомендациях СибНИИ кормов указывается на необходимость весеннего внесения на бобовых травах 30 кг/га д.в. азота и 40–45 фосфорно–калийных удобрений (Организация и технология производства кормов в Колыванском районе, 1981). Обосновывается это медленным оттаиванием почвы и более поздним началом работы симбиотического аппарата

В условиях дерново–подзолистых почв Республики Марий Эл исследованиями В.М. Изместьева (2015) определена оптимальная доза минеральных удобрений для многолетних трав в кормовых севооборотах – $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Таким образом, если по срокам и нормам внесения азота на многолетних травах имеется определенная ясность, то о способах внесения азота удобрений существуют различные мнения.

С.Н. Юркин (1979) утверждает, что доступность удобрений растениям тесно связана со способом их заделки в почву – при разбросном внесении и запашке плугом 67% удобрений размещается на глубине 12–20 см и только 33% – в слое почвы до 12 см. При внесении под легкую борону 98% удобрений остается в слое почвы 3 см, под тяжелую борону 75% удобрений размещаются в слое до 3 см, 22% – от 3 до 6 см, 3% – на глубине 6–9 см. При использовании тяжелого культиватора распределение удобрений составляет соответственно 55%, 21 и 23%.

В.Д. Панников (1987) отмечает, что удобрения, внесенные разбросным способом с последующей заделкой плугом или культиватором, распределяются в почве неравномерно и большей частью в верхних слоях. Растение вынуждено формировать сильно разветвленную корневую систему в удобренном слое, вследствие чего уменьшается количество корней в более влажных подпочвенных горизонтах, что сокращает их продуктивность.

Чтобы повысить действие удобрений после их внесения рекомендуется проводить боронование до начала отрастания растений. В противном случае произойдет повреждение растений и эффект от удобрений будет меньше (Гаврилов М.К., 1949; Леонтьев В.М., 1963; Демарчук Г.А., 1996). Н.Г. Андреев (1984) рекомендуют этот прием проводить и после первого укоса костреца. Однако, как показали 5–летние опыты Н.С. Конюшкова (1954) на пойменных лугах реки Оки, боронование после внесения удобрений оказалось не эффективным.

На травостоях люцерны третьего года жизни И.В. Черкашина (1983) рекомендует весенние и летние обработки игольчатой бороной БИГ–3, что

повышает урожайность сухой массы на 1,8 т/га за счет снижения плотности и повышения водопроницаемости почвы. М.М. Хисматуллин (2009) получил положительный эффект повышения урожайности пойменных лугов в Республике Татарстан на 0,8 т/га при весеннем бороновании БИГ–3 в сравнении с БЗТС–1.

Исследованиями В.А. Вязовского (1997) проведенными на орошаемом сенокосе костреца безостого со второго по четвертый годы жизни выявлено снижение урожайности сухой массы на 22% при использовании БИГ–3 в активном режиме. При внесении комплексного удобрения на люцерно–кострецовом травостое седьмого года жизни получена прибавка от боронования 0,6 т/га.

С.К. Луковин (1984) рекомендует на молодом травостое люцерны заделывать внесенные удобрения легкими и средними боронами, в более позднем возрасте – тяжелыми. И.М. Каращук (1978) после внесения удобрений на эспарцете выявил эффективность их заделки игольчатой бороной при регулировке угла атаки таким образом, чтобы не повреждать растений.

Относительно влияния доз азотных удобрений на компоненты и продуктивность смешанных агрофитоценозов существуют также разные мнения. Создание высокопродуктивного смешанного травостоя является сложной задачей. Бобовые виды в травосмесях в заданных пропорциях сохраняются лишь первые два–три года, а затем вытесняются из травостоя мятликовыми. Причина этого в том, что мятликовые, используя биологический азот, накопленный в почве бобовыми, продолжают активно расти, развиваться и накапливать продуктивность (Козырев А.М., 1976; Бойко В.С., 2019). Вытеснение бобовых часто проявляется при одностороннем и многократном применении таких сильных и быстродействующих удобрений как азот, навозная жижа, жидкий аммиак (Мовсисянц А.П., 1969).

В.В. Коммодов (1975) при анализе влияния удобрений на ботанический состав травостоя обращает внимание на следующее. Если в травостое преобладают бобовые травы, то средние нормы удобрений в сочетании с азотом не оказывают

заметного влияния на ботанический состав. Если же в травостое преобладают злаки, то внесение удобрений вызывает заметное улучшение их роста и преобладание в травостое. Поэтому в зависимости от того, на какой травостой вносят удобрения, и результаты могут быть различными: удобрения могут резко изменить ботанический состав или не повлиять на него. Именно этим объясняется существование различных точек зрения по этому вопросу.

В.В. Коломейченко (2015) в Центрально Черноземной зоне рекомендует на травостоях, состоящими на 40–50% из клевера или люцерны, азотные удобрения не вносить. Для сохранения и формирования позднего типа травостоев следует вносить только фосфорные и калийные удобрения с учетом их содержания в почве.

Исследования Е.Ю. Бадамшина (2011), проведенные в Республике Башкортостан на типичном осушенном массиве, показали, что внесение азота в дозе 90 и 120 кг/га на фоне $P_{60}K_{30}$ увеличило в первый и второй годы пользования содержание злакового компонента с 4 до 31% и с 8 до 35% соответственно. Содержание эспарцета песчаного уменьшилось до 79% в первый и до 73% – на второй год пользования. С возрастом наблюдалось дальнейшее выпадение бобового компонента из травостоя, что объясняется более мощным развитием злакового компонента.

Б.Х. Жеруков (2005) в условиях степной зоны Кабардино–Балкарской Республики на черноземе выщелоченном показал, что ежегодное ранневесеннее внесение азотных удобрений на фоне P_{60} привело к распространению сорного компонента в люцерновом травостое, вытеснению из него люцерны, снижению активного симбиотического потенциала и размера симбиотической азотфиксации, что особенно проявилось в первых укосах без проведения послепосевной прополки. При неблагоприятных погодных условиях высокие дозы азотных удобрений на злаковом пастбище способствовали накоплению в травостое нитратов, концентрация которых в сухом веществе может достигать 6–7% и быть токсичной для жвачных животных (Liebenow H., 1971; Hojjattis S., 1972; George I.R. etal, 1972). Повышенное их содержание в корме вызывает снижение

продуктивности, воспроизводительной функции и даже гибель животных (Murdock F.K., 1972; Воробьев Е.С., 1974).

Н.Г. Рыжков, З.П. Кузовлева, С.П. Христолюбов (1976) приводят данные резкого повышения в травостое доли злаковых трав (до 70%) при внесении азота за счет уменьшения малоценного и сорного разнотравья, что повышает содержание протеина в корме до 3,7%.

И.В. Беркаль (2015) рекомендует бобово–злаковые травостои при доле бобовых менее 40% удобрять по типу злаковых – азотом, фосфором и калием из расчета половинной нормы для злакового травостоя, при доле 40–60% – обратно пропорционально доле бобовых. Оперативное проведение весенней подкормки дает возможность значительно раньше начать эксплуатацию многолетних трав в севообороте и повысить урожайность.

Приведенный обзор источников показывает, что при внесении азотных удобрений на злаково–бобовых агрофитоценозах следует учитывать возраст травостоев, долю компонентов и режим использования травостоев. При игнорировании этих факторов вероятность вытеснения бобового компонента возрастает, травостой может превратиться из злаково–бобового в злаковый, или разнотравно–злаковый.

Помимо положительно действия малых доз азотных удобрений на бобовые травы существуют и прямо противоположные мнения. Так, в справочной книге «Промышленное производство кормов» (1981) не рекомендуется вносить азотные удобрения под люцерну и ее смесь со злаками при их доле менее 40%.

В «Рекомендациях по повышению симбиотической фиксации азота воздуха и белковой продуктивности многолетних бобовых трав в Нечерноземной зоне» (1986) также не рекомендуется применять азотные удобрения в течение вегетации на одновидовых посевах бобовых, так как они снижают количество фиксированного азота воздуха на величину усвоенного азота удобрений и практически не повышают урожайность трав.

Исследования ВНИИ кормов показали, что при выращивании люцерны на корм на произвесткованных дерново–подзолистых почвах она практически не

нуждается в дополнительном внесении азотных удобрений. Азотные подкормки снижают азотфиксирующую активность клубеньковых бактерий, а растения переходят на автотрофный тип питания. При внесении под первый и второй укосы азота по 45 и 90 кг д.в./га урожайность сухого вещества люцерны с 9,6 т/га повышалась соответственно до 10,5 и 10,6 т/га, содержание протеина снижалось на 1–2% (Кутузова А.А., 1985). По данным Е.П. Трепачева (1999), при содержании в 1 кг пахотного слоя 40–50 мг минерального азота происходит задержка появления розовых клубеньков у клевера на 10–15 дней после появления всходов.

По данным А.И. Тютюнникова (1973), проведенный анализ семян бобовых культур, погибших при внесении больших доз азотных удобрений во время посева, показал, что часть семян прорастает, но образует уродливые корешки и проростки, которые не пробившись на поверхность почвы, погибают. Часть семян дает нормальные всходы, но корни их вскоре отмирают при контакте с удобрением и растение также погибает.

Таким образом, обзор литературы по эффективности сроков, способов и норм внесения азотных удобрений на многолетних травах выявил проявление различного эффекта. При этом, если на злаковых травах удобрения повышают урожайность, то на злаково–бобовых агрофитоценозах способствуют трансформации травостоев в злаковые, реакция бобовых трав на внесение доз азота зависит от способа внесения, года жизни, вида трав. В условиях Западной Сибири сроки внесения азотного удобрения после первого укоса бобовых трав и их влияние на дальнейшую продуктивность не изучены.

1.3. Продуктивность многолетних трав и качество корма в зависимости от сроков скашивания

Существенное влияние на качество получаемых кормов оказывают сроки скашивания многолетних трав. При уборке в ранние сроки можно получить полноценные второй и третий укосы. При двухукосном использовании на долю первого укоса приходится 60–70% всего урожая (у клевера до 85%), при

трехукосном – 40–50%, на долю второго – 35–40%. Во втором укосе в зеленой массе снижается содержание клетчатки и повышается количество белка. Поэтому бобовые травы лучше убирать в начале и во время массового цветения, злаковые в период колошения и начала цветения (Нагибин А.Е., 2018). В зависимости от вида заготавливаемого корма меняется срок отчуждения травостоя: для производства обезвоженных кормов (сена) предпочтительнее раннее скашивание трав, в более поздние сроки уборки заготавливают сенаж и силос.

В научной литературе имеется достаточно много данных по срокам уборки многолетних трав. Все рекомендации сводятся к следующему: слишком ранние сроки уборки приводят к недобору зеленой массы, запаздывание с ними – ухудшает качество продукции (Григорьева М.С., 1980; Надежкин С.Н., 1984; Воложенин О.А., 1991; Концепция развития кормопроизводства…, 1999; Волошин В.А., 2004; Трухачев В.И., 2016; Донских Н.А., 2020 и др.).

И.Ю. Кузнецов (2017) приводит данные Л.И. Лисенковой, В.С. Снеговой и В.М. Важова, которые не рекомендуют скашивать бобовые травы раньше фазы ветвления, поскольку это отрицательно повлияет на скорость отрастания запасных почек на корневой шейке и в пазухах листьев.

Г.Д. Харьков (1972), N. Jonson (1981), Х.Г. Губайдуллин (1982), М.Ф. Лупашку (1988) и другие рекомендуют начинать скашивание люцерны и клевера в фазе ветвления или бутонизации, учитывая, что именно в этот период в них содержится максимальное количество питательных веществ.

Ряд исследователей предлагают убирать на сено люцерну и клевер в фазу бутонизации. По их мнению, запаздывание с уборкой уменьшает содержание белка и жира в основном укосе, а также ухудшает развитие отавы и снижает сбор сена (Кислов А.В., 1980; Смурыгин М.А., 1981; Епифанов В.С., 1985; Новоселов Ю.К., 1986; Аношин Е.Н., 1990; Hauzer O., 1998; Надежкин С.Н., 2007). Уборка в фазе начала цветения формирует максимальный сбор сухого вещества и общий сбор питательных веществ (Шаин С.С., 1959; Roder W., 1961; Ларин И.В., 1969; Мухина Н.А., 1971; Константинова А.М., 1974; Milutin, 1988; Downs H., 1989).

В практике кормопроизводства, однако, редко придерживаются этих рекомендаций из–за желания провести уборку в период накопления травами максимальной биомассы, который наступает через одну–две недели после окончания цветения. Сдерживает темп заготовки кормов дефицит кормоуборочной техники, который на примере хозяйств Западной Сибири составляет 37%, а также выпадающие в этот период осадки, вероятность которых за последние 25 лет составляет 46%. Зеленая масса при этом грубеет, в ней повышается содержание клетчатки, снижается питательность за счет потери части листьев. Сено, заготовленное в этот период по питательности соответствует соломе зерновых. Определенный интерес вызывает заготовка из полученной массы сочных кормов (сенажа, силоса), качество которых не будет отвечать высоким показателям, но при скармливании они обеспечивают достаточно высокую продуктивность коров.

В литературе приведено много сведений о возможности заготовки сенажа из многолетних трав, в том числе убранных в более поздние сроки (Волошин В.А., 2019; Жезмер Н.В., 2021; Чернышев А.Д., 2023; Штучкина О.И., 2023; Клименко В.П., 2024 и др.). Скармливание его в составе основного рациона кормления бычков на откорме способствовало повышению переваримости сухого вещества на 2,6–5,9%, сырого протеина на 5,0–7,1, сырого жира на 1,6–4,0, сырой клетчатки на 1,5–4,0% по сравнению с контролем (Татаркина, Н.Н., 2007; Ишмуратов Х.Г., 2020). По теории силосования, с учетом сахарного минимума растений, разработанной А.А. Зубрилиным, силосуемость растительных кормов зависит от соотношения в них фактического наличия сахара и необходимого минимума. Растения, в которых сахара содержится значительно больше сахарного минимума, силосуются хорошо – это кукуруза и другие злаковые травы, подсолнечник, корнеплоды. Хуже силосуются корма, где сахарный минимум близок к фактическому содержанию сахара – осоки, камыш, донник, клевер, вика до цветения. Практически не силосуются люцерна, соя, крапива, ботва картофеля (Технология приготовления кормов, 1975).

Оптимальным сроком уборки бобовых трав является фаза бутонизации, но не позднее начала цветения, мятликовых – конец фазы выхода в трубку – начало

выметывания (ГОСТ 23638–90 «Силос из зеленых растений», 1990). При скашивании трав в эти сроки растительное сырье содержит 16–18% сухого вещества и не засилосуется. Поэтому силос закладывают из провяленных трав при влажности 45-50% (Дарчиев Г.П., 2023; Укроженко Д.С, 2024). Повышение содержания сухого вещества путем подвяливания скошенной массы является наиболее эффективным приемом силосования. Однако в поле этот прием не всегда подходит, поскольку зависит от погодных условий. Уйти от него можно смещением сроков уборки трав на более поздние, когда содержание сухого вещества в травах повышается физиологически.

Впервые такой способ заготовки кормов из предварительно провяленных растений применил в 1924 г. итальянский ученый Самарани (Samarani F., 1924). Он указывал, что в силосе с влажностью растений 30–35% уменьшаются потери питательных веществ и накопление органических веществ.

Увеличение урожая и сбора сухого вещества идет до полного цветения растений. Однако, в этой фазе содержание переваримого протеина и других питательных веществ значительно уменьшается, повышается содержание сырой клетчатки (Павловский В.К., 2010; Киселева Л.В., 2017; Донских Н.А., 2020).

С точки зрения физиологии развития люцерны и получения максимального урожая целесообразно проводить два укоса без запаздывания с уборкой. При этом растения успевают накопить в корнях достаточное количество сахаров для успешной зимовки (Lutke Entrup, N., 2000).

В.И. Копырин (1972) отмечает положительное действие раннего срока скашивания на рост и развитие растений за счет активного камбия междоузлий стебля. При наступлении фазы цветения деятельность его затухает, растительная ткань полностью дифференцируется в элементы ксилемы и флоэмы. Через них поступает пища и вода к клеткам, в поздних фазах развития растений ксилема и флоэма имеют меньшее число сосудов, часть клеток сплющена. При скашивании растений в ранние фазы оставшиеся на стерне почки хорошо снабжаются пищей и водой, а побеги, от которых зависит урожай, образуются гораздо быстрее.

На качество и питательность корма значительное влияние оказывает удельная масса листьев в общем урожае, так как в них содержится значительная часть питательных веществ, особенно легкоусвояемых.

Наблюдения показывают, что облиственность растения изменяется в зависимости от фазы вегетации и условий выращивания. По данным А.И. Тютюнникова (1973), у злаковых трав в фазу кущения в массе урожая доля стеблей была ничтожной, в период кущения до выхода растений в трубку интенсивное развитие листового аппарата дополнялось быстрым ростом растений в высоту, поэтому удельный вес листьев в общей массе растения снижался. Ко времени цветения облиственность еще больше уменьшалась и у большинства культур составляет 31–37%. В этот период начинается абсолютное снижение облиственности за счет подсыхания части листьев, особенно у злаков. У бобовых культур это явление выражено в меньшей степени.

По данным ВНИИ кормов, лучшие кормовые качества клевер и люцерна формируют при скашивании в период бутонизация–цветение. При более позднем скашивании ухудшается химический состав растений. Убранное в период бутонизации сено содержит на каждую тонну 144 кормовых единиц, в начале цветения – 166, в период массового цветения – 107, в период образования семян – 64 (Гулинова Н.В., 1982).

По обобщенным данным А.А. Кутузова (1985), в сухом веществе клевера лугового в фазе стеблевания содержится 21–23% сырого протеина, в фазе бутонизации – 16–18%, в начале цветения – 14–17%, в период полного цветения – 12–14%. Однако при определении оптимальных сроков уборки многолетних трав необходимо учитывать не только содержание питательных веществ в получаемых кормах, но и общий сбор с единицы площади за вегетацию. Следует также учитывать тот факт, что практически все многолетние травы созревают одновременно, а энерговооруженность хозяйств, как правило, недостаточная для одновременной их уборки (Бенц В.А., 1986). Выход из этой ситуации находится в правильном сочетании культур и использования широкого видового спектра многолетних трав, укосная спелость которых смещена во времени.

По данным А.Д. Капсамун (2018), люцерна изменчивая значительную часть урожая (36%) накапливает до фазы стеблевания, 17% – от стеблевания до бутонизаци и 47% – от бутонизации до цветения. Следовательно, скашивание ее до периода бутонизации приводит к существенному недобору урожая. Клевер луговой большую часть урожая накапливает к фазе стеблевания – 43–58%, от стеблевания до бутонизации – 22–38% и от бутонизации до цветения – 19–21%. Поэтому недобор урожайности при раннем укосе клевера в 2 раза меньше, чем у люцерны. Однако, в связи с тем, что основной урожай клевер луговой и гибридный формирует в первом укосе, убирать его слишком рано невыгодно (Современное кормопроизводство Урала, 2019).

Изменение величины и качества урожая костреца безостого по фазам развития в лесостепи Бурятии отмечают А.В. Банданова (2019) и А.Б. Бутуханов (2019). Определено, что соотношение стеблей, листьев и метелки меняется с возрастом трав. В фазу плодоношения доля стеблей нарастает более чем в 2 раза, во столько же раз снижается доля протеина в зеленой массе.

В условиях производства важным вопросом является поедаемость растительного сырья, убранного в поздние фазы развития. Растения в это время формируют репродуктивные органы, их масса заметно грубеет и неохотно поедается животными.

В исследованиях А.Т. Аветисяна (2016), в период цветения–начала плодообразования эспарцета, козлятника и донника желтого поедаемость сенажа составила 65–100% для КРС, 42–100% – для коз и овец, 75–100% – для кроликов. Рекомендуется скармливать зеленую массу после подвяливания до 50–55%-й влажности, при которой растения формируют высокую энергетическую продуктивность и питательность (80–139 ГДж/га) и обеспеченность переваримым протеином (119–186 г/к.ед).

Однако, следует учитывать, что при провяливании зеленой массы клевера в фазе цветения теряется до 10% питательных веществ, снижается энергетическая и протеиновая ценности кормового сырья. У люцерны и галеги размер потерь больше зависит от переноса укоса к более поздним срокам (Кучин Н.Н., 2017).

Повысить поедаемость грубого сырья можно за счет его консервации при заготовке сенажа или силоса. Технология заготовки сенажа более затратная чем силоса, что связано с ворошением и подбором массы из валков, более усиленной трамбовкой в траншеях, к тому же она сильно зависит от погодных условий.

Исследования Н.Н. Кучина (2012), проведенные на базе Нижегородского НИПТИ АПК, показали, что, как и традиционные многолетние бобовые травы, галега восточная снижает свою энергетическую и протеиновую ценность не только от ранних сроков онтогенеза к поздним, но даже в течение суток. Так, в фазе стеблевания максимальное количество обменной энергии и сырого протеина в сухом веществе галеги содержится в утренние и вечерние часы. В фазы бутонизации и цветения наиболее энергонасыщенная зеленая масса формируется в полуденные часы, высокопротеиновая – в утренние и вечерние.

Беларусские ученые В.К. Павловский, В.В. Гракун и В.М. Бурдыко (2010) указывают, что молодые травы содержат не только полноценный белок и витамины, но и в наибольших количествах более приемлемую для животных клетчатку, в которой мало лигнина, благодаря чему она хорошо переваривается. По мере старения растения грубеют, в них увеличивается содержание клетчатки, лигнина, а также резко снижается количество белка и других питательных веществ и витаминов. Это приводит к заметному снижению переваримости всех питательных веществ и уменьшению питательности сухого вещества заготовленных кормов. Установлено, что основным признаком для начала скашивания трав является содержание сырой клетчатки в сухой массе на уровне от 21 до 23%. В этом интервале энергонасыщенность корма обеспечивает получение животноводческой продукции (молока) с наименьшей себестоимостью.

Н.Н. Зезин и др. отмечали снижение содержания клетчатки и повышения белка во втором укосе трав, в связи с чем скашивание можно проводить в более поздние сроки: бобовые – в начале и во время массового цветения, злаки – в фазу колошения – начало цветения. В этот период в растениях содержание влаги снижается до 70–75%, поэтому они быстрее провяливаются и сохнут (Современное кормопроизводство Урала, 2019).

Заготовка силоса из бобовых трав, убранных в поздние сроки, по всей видимости, не будет по концентрации обменной энергии соответствовать самым высоким показателям. К тому же, поскольку силос занимает только часть зимнего рациона крупного рогатого скота, то питательность рациона в целом снизится незначительно.

Люцерна, эспарцет песчаный, клевер луговой в условиях лесостепной зоны Западной Сибири устойчиво формируют отаву укосной спелости, которая в производстве практически не используется для приготовления сена или сенажа из–за обычных в августе дождей и начала уборки зерновых (Бакшаев Д.Ю., 2005).

Сроки проведения первого укоса самым существенным образом влияют на урожайность отавы и на последующую продуктивность многолетних трав и тесно связаны с продолжительностью вегетационного периода. В исследованиях В.И. Копырина (1972), после первого укоса каждое последующеее скашивание люцерны начиналось в фазе начала бутонизации. Наибольший общий урожай сена получен при первом скашивании растений в фазе кущения при высоте 19–23 см, при более поздних сроках (до начала бутонизации) – он снижался. При первом скашивании в фазе бутонизации и последующих общий сбор сена резко снижался. Изучение влияния сроков укоса на рост и развития клевера дали аналогичные результаты: в первый год жизни при беспокровном и ранневесеннем посеве первый раз клевер лучше скашивать во второй половине июля (фаза ветвления), последний – перед наступлением заморозков (10–25 сентября).

А.А. Кутузова и др. (1985) отмечали, что при скашивании клевера в первом укосе в фазе массового цветения урожайность снижается за счет прекращения прироста сухого вещества из–за засухи и отмирания нижних листьев. Непроизводительный расход влаги из почвы вегетирующими растениями отрицательно отразился на отрастании клевера и тимофеевки после проведения первого укоса и на формировании урожая во втором укосе. При этом снижалось содержание сырого протеина и увеличивалось содержание сырой клетчатки в зеленой массе первого укоса, во втором укосе существенных различий не отмечалось.

Различные сроки скашивания, частота укосов и уменьшение межукосного периода могут снижать урожайность многолетних трав в следующий год. Как правило, это актуально для трехукосного использования. В наших исследованиях показано снижение урожайности отавы при поздних сроках скашивания и негативное их влияние на продуктивность травостоя в следующем году (Бакшаев Д.Ю., 2006, 2008, 2010).

Таким образом, обзор литературы показал, что определены оптимальные сроки первого укоса многолетних трав для получения высококачественного кормового сырья, но не установлена его продолжительность. При общем недостатке кормоуборочной техники и неблагоприятных погодных условиях в период уборки невозможно провести заготовку в оптимальные сроки, что снижает качество кормовой массы и получаемого из нее корма. Требует уточнения вопрос влияния поздних сроков уборки многолетних трав на их урожайность в первом и последующих укосах, перезимовку и продуктивное долголетие. Такие исследования в условиях Западной Сибири не проводились.

1.4. Интродукция новой кормовой культуры фестулолиум в систему адаптивного кормопроизводства

При переходе к адаптивной стратегии интенсификации кормопроизводства, вопросам глобального и регионального изменения климата, следует учитывать оптимизацию состава возделываемых видов и сортов растений, создание многовидовых агроценозов при формировании адаптивных севооборотов и агроландшафтов, обладающих большими возможностями противостоять различным климатическим аномалиям (Жученко А.А., 2009).

Традиционно возделываемые в сельскохозяйственном производстве виды злаковых трав, такие как овсяница луговая, райграс, кострец безостый, тимофеевка луговая, ежа сборная имеют общие недостатки, главные из которых – относительно низкое содержание сахаров в сухом веществе корма, медленные темпы отрастания

после проведения очередных циклов скашивания или стравливания с явно выраженной летней депрессией, неравномерное распределение урожая зеленой массы по укосам (Образцов В.Н., 2018).

Между тем, в странах Западной Европы и Средиземноморья виды рода *Lolium* L. широко используются для получения высокопитательных кормов на пастбищах и сенокосах, а также для заготовки консервированных кормов. Культурные виды райграса (пастбищный, многоукосный, однолетний) – это высокоурожайные и энергонасыщенные кормовые культуры, в сухом веществе которых содержится 16–22% водорастворимых углеводов. Корм, полученный из них, отличается высокой (70–75%) переваримостью (Золотарев В.Н., 2008; Лукиных Г.Л., 2010; Костенко С.И., 2016). Основные недостатки райграсов – невысокая зимостойкость, короткий период хозяйственного использования, полегаемость.

За рубежом работа по межродовым гибридам овсяницы луговой (*Festuca pratensis* L.) и райграса многоукосного (*Lolium multiflorum* L.) ведется с конца XIX века (Wacker G., 1980; Breese E.L., 1984; Nekrošas, S.,1995; Кулешов Г.Ф., 2005; Kopecky D., 2006; Золотарев В.Н., 2008; Мееровский А.С., 2008; Akiyama Y., 2012; Васько П.П., 2016;). В СССР впервые индуцированные полиплоиды райграса были получены И.Н. Шалыгиным в 1941 г. (Пилипчук Б.З., 1986).

Во Всероссйском научно–исследовательском институте кормов имени В.Р. Вильямса (ныне – Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса) под руководством Н.С. Бехтина и Г.Ф. Кулешова была разработана и успешно реализована программа по созданию сортов фестулолиума, которые сочетают высокую продуктивность, отличные питательные достоинства и высокую побегообразовательную способность райграсов с высокой зимостойкостью овсяниц (Кулешов Г.Ф., 2002).

В 2025 году в Государственном реестре селекционных достижений РФ включены 23 сорта фестулолиума (Сайт ФГБУ «Госсорткомиссия» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://reestr.gossort.com/reestr/culture/592 (дата обращения: 27.08.2025).

Фестулолиум сочетает в себе хорошую зимостойкость овсяницы луговой и повышенное содержание сахаров, которое присуще райграсу многоукосному. Межродовой гибрид фестулолиум является одной из лучшей кормовой культурой, обладающей высокой энергетической и протеиновой питательностью, которую можно использовать на зеленый корм при создании культурных сенокосов и пастбищ (Ковалец Г.И., 2006; Лукиных ГЛ, 2007; Akgun, I., 2008; Косолапов В.М., 2012; Фокин И.В., 2012; Мееровский А.С., 2014; Platace R., 2014; Тяпугин Е.А., 2015; Безгодов А.В., 2016; Wilson R.L., 2020; Kamau S., 2020; Muhandiram NPK, 2023).

По данным В.Н. Образцова (2018), в 1 кг сухого вещества фестулолиума содержится 0,82–0,93 кормовые единицы, 16–21% сырого протеина с переваримостью 60%. Наиболее продуктивные сорта обеспечивают сбор сырого протеина в пределах 1,27–1,86 т/га, что соответствует уровню клевера.

В исследованиях, проведенных в ФГБНУ «Ивановский НИИСХ» на дерново–подзолистых почвах, установлено, что фестулолиум в одновидовых посевах за два укоса обеспечивал на контроле сбор зеленой массы 24,8 т/га, в смешанных посевах с клевером – 68,1, с люцерной – 60,3 т/га. На фоне минерального питания продуктивность клеверо–фестулолиумных смесей составила 71,6 т/га зеленой массы, с высокой питательностью и сбалансированностью по белку и углеводам, содержанием переваримого протеина и сахара в пределах физиологической нормы (Эседуллаев С. Т., 2018).

По содержанию сахаров в сухом веществе (11–19%) фестулолиум превосходит традиционные виды злаковых трав в 1,5–2,7 раза. При этом содержание клетчатки по фазам составляет 23,5–30,4%, сырого жира – 2,7–3,8%, энергетическая ценность корма – 10,4–10,7 МДж/кг сухого вещества (Pozdisek, J., 2003; Сорокин А.В., 2006; Зотов А.А., 2007; Косолапов В.М., 2012; Фокин И.В., 2012; Platace, R., 2014).

При выращивании на относительно невысоком фоне азотных удобрений (50 кг д.в./га) растения фестулолиума первого укоса, даже убранные в фазе выхода в трубку, могут быть успешно засилосованы при содержании сухого вещества около

25%. Это позволяет устранять потери питательных веществ с вытекающим силосным соком (Переправо Н.И., 2012).

Фестулолиум, как в одновидовом посеве так и в составе смесей, отличается лучшей поедаемостью и переваримостью корма по сравнению с другими видами злаковых трав за счет высокой кустистости и способности образовывать большое количество высокооблиственных побегов. Сено, приготовленное с таких травостоев, имеет зеленый цвет и приятный запах, что благоприятно сказывается на их поедании животными. Равномерное поступление зеленой массы в течение сезона позволяет заготавливать различные виды кормов, проводить выпас животных (Kryszak, J., 1999; Dierking, R. M., 2008; Kulik, M., 2009; Skladanka, J., 2010; Машьянов М.А., 2012; Nerusil, P., 2012; Saroka, A.V., 2012; Ostrem, L., 2015; Sanderson, M.A., 2016; Образцов В.Н., 2018).

Уборку травостоев фестулолиума в первом укосе целесообразно проводить в фазу выхода в трубку. При этом обеспечивается получение массы с максимальной концентрацией обменной энергии в сухом веществе, достигающей 11 МДж/кг. При скашивании растений в фазе выметывания переваримость органического вещества и энергетическая питательность корма снижаются. Во втором и последующих укосах энергетическая питательность сухого вещества фестулолиума, убранного в фазы выхода в трубку и колошения, фактически одинакова, что позволяет заготавливать из него высококачественный корм уже в менее напряженные сроки. При более поздних сроках уборки (начало и массовое цветение) энергетическая питательность сухого вещества фестулолиума второго и последующих укосов снижается на 20–30% (Возделывание и использование новой кормовой культуры – фестулолиума, 2012).

Совместный посев фестулолиума с бобовыми многолетними травами представляет большой интерес. Важно правильно подобрать бобовый компонент и оптимальное соотношение видов в ценозе, при которых совпадут темпы роста культур и наступление укосной спелости. При этом необходима разработка оптимального способа посева и нормы высева, обеспечивающих максимальную эффективность смесей.

Преимущества смесей очевидны. Помимо улучшения характеристик кормовой массы и увеличения урожайности под бобово-злаковыми травосмесями в почве уменьшается количество вредных грибов, бактерий и насекомых. Сама смесь меньше поражается болезнями и вредителями. До фазы колошения животные лучше поедают злаки, чем бобовые травы, а затем наоборот (Медведев Г.А., 1989).

Введение в рационы скота силоса из фестулолиума взамен силоса из тимофеевки и костреца, повышало мясную и молочную продуктивность животных (Косолапов В.М., 2012; Фокин И.В., 2012; Образцов В.Н., 2018).

Изучению продуктивности травостоев с участием фестулолиума посвящены работы многих ученых, в основном в Европейской части страны (Переправо Н.И., 2001; Кулешов Г.Ф., 2005; Сорокин А.В., 2006; Зотов А.А., 2007; Лукиных Г.Л., 2007; Бекузарова С.А., 2010; Косолапов В.М., 2012; Фокин И.В., 2012; Степанова Т.В., 2014; Шайкова Т.В., 2014; Дедов А.В., 2015; Евсеева Г.В., 2015; Тяпугин Е.А., 2015; Буянкин Н.И., 2016; Васько П.П., 2016; Образцов В.Н., 2016; Привалова К.Н., 2016; Золотарев В.Н., 2016; Коновалова Н.Ю., 2016; Лукашов В.Н., 2016; Безгодов А.В., 2016).

По данным В.В. Кравцова (2013), в условиях Ставропольского края на фестулолиуме сорта Викнель за два–три укоса получено 50–55 т/га зеленой массы и до 0,9 т/га семян. Травостой отличался быстрым отрастанием после укосов, его масса отлично поедалась животными. В фазе колошения содержание протеина составляло 16,2%, жира – 3,1%, клетчатки – 26,2%, сахара – 13,3%. В 1 кг зеленой массы содержалось 0,85 кормовых единиц, 10,3 МДж обменной энергии, 98,5 г протеина.

В условиях Республики Беларусь сорта фестулолиума дают 4 укоса при сенокосном использовании и до 7 – при пастбищном. Урожайность зеленой массы составила при пастбищном использовании в сумме 43–70 т/га, содержание сырого протеина – 22–24%, клетчатки – 16–18%, обменной энергии – 11,0–11,8 МДж/га; при сенокосном использовании – 18–19% белка, обменной энергии – 10,5–10,8 МДж/га (Васько П.П., 2016).

I. Akgun (2008) в условиях Эрзурума (Турция) установил, что фестулолиум превышал овсяницу и райграс по высоте растений, урожайности зеленой массы и семян, содержанию белка.

По данным двухлетних наблюдений А.С. Мееровский (2014) показал, что выход кормовых единиц у фестулолиума от начала колошения до цветения составил – 4,33–5,04 т/га. Аналогичные показатели продуктивности (4,34 т/га) получены только у костреца в период конец выхода в трубку–начало колошения.

В климатических условиях Литвы Lemeziene N. (2004) изучил урожайность широкого набора многолетних злаковых трав: у ежи сборной она составила 7,3 т/га сухой массы, фестулолиума – 5,85, овсяницы луговой – 4,94, мятлика лугового – 4,57, райграса пастбищного – 4,48, тимофеевки луговой – 3,92 т/га.

В современном полевом и луговом кормопроизводстве лидерство среди посевов должно принадлежать бобово–злаковым смесям. Основная задача при составлении таких травосмесей заключается в подборе видов и сортов трав с лучшими качественными и количественными характеристиками, с учетом конкуренции и возможности проявления комплементарных и стимулирующих взаимодействий между растениями (Schipanski M.E., 2012; Образцов В.Н., 2018).

На примере классических травосмесей люцерна+кострец, эспарцет+кострец и люцерна+эспарцет+кострец установлено, что с возрастом травостоя снижается доля эспарцета на четвертый год вплоть до полного выпадения, люцерны – до 20–21% (Киричкова И.В., 2008; Мешетич В.Н., 2012). Это указывает на высокое конкурентное преимущество злакового компонента в сравнении с бобовым.

По данным исследований, проведенных в Европейской части России и Республике Беларусь, травостой с преобладанием фестулолиума гарантированно дает 2–3 укоса за сезон, причем укосная спелость наступает на 5–7 дней раньше традиционных видов многолетних трав – тимофеевки, ежи сборной, костреца безостого. При этом периоды наступления укосной спелости фестулолиума и бобовых трав совпадают, что говорит о возможности совместного их возделывания (Привалова К.Н., 2012; Кравцова В.В., 2013; Коновалова Н.Ю., 2014; Васько П.П., 2016).

Н.А. Донских (2016) в условиях Ленинградской области пришел к выводу о несовместимости возделывания в совместном посеве люцерны и фестулолиума из–за снижения ее доли в первом укосе до 5–8%, во втором до 28–54%.

Н.Ю. Коновалова (2017) на дерново–подзолистых почвах также установила высокую устойчивость фестулолиума в смеси с клевером и ледвянцем рогатым, однако, его содержание в смеси с люцерной снижалось до 9–12%.

И.А. Черепок (2019) в условиях Беларуси (Смолевичский район) показала, что урожайность зеленой массы в одновидовом посеве эспарцета составила 43,1 т/га, в смеси с фестулолиумом 48,9 т/га, в смеси люцерны+фестулолиума – 56,1 т/га. В двухкомпонентной смеси доля эспарцета составляла 55,5%, фестулолиума – 35,4–39,6%; в трехкомпонентной смеси эспарцета было 34,5%, люцерны 20,4%, фестулолиума 39,6%. Эти данные позволяют говорить о благоприятности включения в состав смеси эспарцета с фестулолиумом второго бобового компонента – люцерны. Н.Ф. Надточаев (2023) напротив, не рекомендует высевать фестулолиум в смеси с люцерной, так как он подавляет развитие бобовой культуры и не подходит для совместного посева.

С.Т. Эседуллаев (2018, 2022), изучая смеси фестулолиума с клевером и люцерной, установил, что удобрения повышают долю злакового компонента в смеси. Наибольшая урожайность зеленой массы (68,1 т/га) получена у травосмеси фестулолиума+клевер, в смеси фестулолиум+люцерна она была на 30% ниже. При внесении удобрений урожайность травостоя смесей увеличивалась на 20%.

Большинство исследователей считают оптимальное количество компонентов в смеси фестулолиума с многолетними травами 3–4 (Кутузова А.А., 2008; Касумов Н.Э., 2009; Проворная Е.Е., 2010; Коновалова Н.Ю., 2016, Вахрушева В.В., 2021, Темкин И.А., 2022, Рябова Т.Н., 2024)

Т.В. Шайкова (2016) отдает предпочтение двухкомпонентной травосмеси фестулолиума с ледвянцем рогатым и люцерной синегибридной. Урожайность зеленой массы травостоя смеси с ледвянцем в сумме за 2 укоса составила 40,8 т/га, с люцерной – 46,0 т/га.

J. Borowiecki (1997) в условиях Польши установил, что урожайность зеленой массы смеси фестулолиума и люцерны превышала на 22–32% одновидовой посев люцерны, смесь овсяницы с люцерной – на 10–17%.

В исследованиях Б.В. Шелюто (2016) урожайность смеси фестулолиума с тимофеевкой луговой и клевером была на 0,99 и 2,52 т/га больше, чем одновидового посева фестулолиума.

Т.В. Степанова (2014) в условиях Ленинградской области установила, что максимальная урожайность зеленой массы (46,4 т/га) получена в травостое фестулолиума с клевером ползучим, минимальная (34,2 т/га) – с тимофеевкой луговой.

Исследованиями Н.Ю. Коновалова (2016) и Е.А. Тяпугина (2015) установлено благоприятное воздействие на фестулолиум клевера и ледвянца, угнетающее – люцерны. Урожайность в бобово–злаковых травосмесях превысила одновидовой посев фестулолиума на 33–60%.

По мнению Н.Н. Ивановой (2016), на осушаемых землях Нечерноземной зоны для создания пастбищ наиболее оптимальной является смесь фестулолиума с райграсом пастбищным, клевером ползучим, люцерной изменчивой и лядвенцем рогатым. Такое пастбище отличается долголетием, дополнительным поступлением биологического азота и урожайностью зеленой массы на уровне 23,9–32,1 т/га. Е.Н. Прядильщикова (2022) отмечает, что урожайность данных травосмесей в условиях Вологодской области в среднем за 4 года достоверно отличалась от контроля и составляла 8,4 и 8,2 т/га соответственно.

Некоторые исследователи отмечают небольшое продуктивное долголетие (3–4 года) фестулолиума в составе смесей, связанное со среднелетним рыхлокустовым строением куста и его изреживании при интенсивном хозяйственном использовании (Зотов А.А., 2006; Кутузова А.А., 2008; Евсеева Г.В., 2010; Панкова И.М., 2016).

Избежать этого можно путем включения в состав пастбищной травосмеси более сильных видов (кострец безостый, мятлик луговой, овсяница красная и т.д.), которые за счет быстрого уплотнения травостоя и интенсивного отрастания будут

активно вытеснять сорное разнотравье, что продлит продуктивное долголетие травостоя до 12 и более лет (Евсеева Г.В., 2015; Привалова К.Н., 2010; Котова З.П., 2014). По мнению R. Vaiciulyte (2008) и А.П. Кислициной (2016), в бинарных смесях с фестулолиумом следует активнее использовать как раннеспелые, так и позднеспелые сорта клевера лугового. При этом фестулолиум нейтрализует уплотнение почвы пастбищ за счет различий в архитектуре корневой системы в сравнении с райграсом и овсяницей, что повышает устойчивость пастбищ, в том числе при длительном затоплении (Macleod C.K., 2013; Jing J., 2017; Muhandiram NPK, 2020).

По многочисленным исследованиям К.Н. Приваловой (2009, 2010, 2016), наиболее стабильный по годам и полноценный ценоз формируется при посеве трехкомпонентной смеси – фестулолиум+ежа сборная+мятлик луговой, который в среднем за 6 лет показал продуктивность 6300–6700 к.ед./га.

Относительно нормы высева и ширины междурядий посева фестулолиума в смесях с бобовыми травами, имеются различные мнения. Так, Н.И. Переправо (2012) и В.В. Кравцов (2013) рекомендуют высевать фестулолиум на кормовые цели с междурядьем 15 см и нормой высева соответственно 19–21 и 8–10 кг/га, R. Schuppenies (1988) рекомендует увеличить эту норму до 20–40 кг/га.

М.В. Серегиным (2019, 2024) показано, что при рядовом посеве норма высева фестулолиума к норме высева клевера и люцерны должна составлять 75% от полной, при которой урожайность повышалась на 0,79–1,78 т/га.

L.C. Deleuran (2010), отмечает получение хороших результатов при рядовом (15 см) и черезрядном (30 см) посеве фестулолиума с низкими нормами высева (8–16 кг/га). Число генеративных побегов в первый год жизни составило от 800 до 2200 шт./м^2, а норма высева семян не влияла на их урожайность. Другие исследователи подтверждают эффективность данных способов посева с низкими нормами высева. При этом получаемая густота стояния растений 250–450 шт./м^2 избыточная и ведет к загущению травостоя, полеганию и снижению семенной продуктивности фестулолиума до 0,51–0,74 т/га (Нормы и рационы кормления, 2003; Золотарев В.Н., 2007).

По данным В.Н. Образцова (2018), посев злаковых трав с междурядьем 15 и 30 см позволяет сэкономить до 30–50% семян и сформировать разреженные слабополегающие травостои с оптимальной густотой стояния растений.

В.Н. Лукашов (2020) в условиях Калужской области установил, что способ посева в двойных травосмесях фестулолиума с клевером луговым, люцерной и козлятником не оказал существенного влияния на урожайность зеленой массы и сухого вещества. В среднем за 3 года наибольшая урожайность зеленой массы получена при посеве смеси фестулолиума с люцерной – 43,9 т/га. Травостой с козлятником в связи с медленным развитие на начальных этапах уступал другим смесям по урожайности. Его доля в смеси увеличивалась с годами с 30 до 59%. Клевер луговой имел наибольшую долю участия в травостое с фестулолиумом – 55–57% при черезрядном посеве и 56–58 – при смешанном. Однако, начиная со второго года, его доля начала падать. Люцерна, напротив, с возрастом активно внедрялась в травостой и доминировала в нем во второй и третий годы пользования.

Ряд авторов считают, что варьирование нормами высева при обычном рядовом посеве не дает эффекта, либо он кратковременный. Условия роста и развития бобовых в ценозе с мятликовыми улучшаются только при их выделении в самостоятельные рядки либо при полосном посеве (Макарова Г.И., 1965; Мартыко Ю.И., 1980; Матвеев Г.В., 1982; Калюк Г.Н., 1994).

При возделывании фестулолиума на кормовые цели хороший результат получен при использовании азотных удобрений. Дозы их внесения зависят от климатических условий зоны возделывания, режима использования травостоя, уровня планируемой продуктивности. При возделывании его в смеси с бобовыми травами, значение удобрений снижается, так как основную часть азота злаковый компонент смеси получает в результате симбиотической фиксации бобовыми. Основной упор необходимо делать на внесение так называемых «стартовых», или небольших доз внесения азота.

По мнению В.Н. Образцова (2018), наличие азота важно при начальном росте растений фестулолиума на первом году жизни для лучшего укоренения и развития.

При этом достаточно внести в первой половине лета или после уборки покровной культуры 45–60 кг/га азота. При помощи удобрений можно положительно влиять на формирование листового аппарата растений и усиливать их фотосинтетическую деятельность (Рогов М.С., 1989). Однако, избыток азота отрицательно влияет на рост и развитие растений фестулолиума, особенно при избыточном увлажнении. При этом травостои полегают, снижается кормовая и семенная продуктивность, затрудняется их механизированная уборка (Schuppenies R, 1988, Переправо Н.И., 2003). В первый год использования травостоя фестулолиума (второй год жизни растений) эффективно внесение азота весной в дозе 60 кг/га. Дальнейшее увеличение дозы на некоторых сортах (ВИК–90) приводит к полеганию травостоя, затрудняет уборку (Переправо Н.И., 2003; Куликов З.А., 2016).

Применение азотных удобрений на одновидовом посеве фестулолиума а также включение в состав смеси люцерны изменчивой и ледвянца рогатого достоверно повышает урожайность сухой массы на 20–24% (Степанова Т.В., 2022).

Исследования авторов, как в Европейской части России, так и за ее пределами, указывают на экономически обоснованную дозу азота при внесении на фестулолиуме – 60 кг/га. Данных о внесении азота в совместных посевах с бобовыми недостаточно, а опыта использования минерального азота в посевах фестулолиума на территории Западной Сибири нет. Необходима разработка мер по изучению способов посева, норм высева и подбору бобового компонента в посевах с фестулолиумом и определение оптимальных норм внесения азота.

Анализ обзора литературы, проведенный Н.И. Кашеваровым (2018) показал, что технология возделывания фестулолиума – новой перспективной культуры в условиях Западной Сибири не изучена. Поэтому назрела необходимость научной разработки приемов возделывания, направленных на полную реализацию биологического потенциала и получение устойчивых урожаев этой культуры в регионе.

1.5. Агротехнологических приемов обработки дернины старовозрастных посевов многолетних трав в системе адаптивного кормопроизводства

Корма из многолетних трав, заготовленные на сенокосах и пастбищах, имеют самую низкую себестоимость. Увеличение их доли в рационах животных приведет к снижению затрат на единицу животноводческой продукции. Замена старовозрастного травостоя на высокопродуктивный агроценоз повышает их продуктивность в 2–3 раза (Баранов А.И., 2008; Колесников В.А., 2009; Дринча В.М., 2011; Шамсутдинов З.Ш., 2011; Синицына С.М., 2017).

В лесостепной зоне Западной и Восточной Сибири более 33 тыс.га естественных кормовых угодий выведены из оборота по причине низкой продуктивности. Поэтому их возврат в хозяйственное пользование имеет большое практическое значение (Бенц В.А., 1996; Малозатратные технологии реконструкции..., 2010).

Основной способ обработки почвы под кормовые травы – зяблевая и безотвальная (плоскорезная) обработка. Посев по весновспашке недопустим, поскольку приводит к большим потерям влаги (Зезин Н.Н., 2019).

Традиционно многолетние травы размещают на менее плодородных, эродированных, засоленных, переувлажненных почва, склоновых землях с более низким естественным плодородием и бонитетом. Положительное свойство многолетних трав давать урожай там, где остальные сельскохозяйственные культуры убыточны, часто служит единственно приемлемым методом повышения продуктивности сельскохозяйственных угодий (Силаева Л.П., 2017). В связи в этим, при обработке таких угодий часто встает вопрос о замене вспашки менее энергоемкими обработками, такими как дискование и фрезерование, обеспечивающими качественное крошение дернины и мелкокомковытую структуру почвы для лучшего роста пластовой культуры. При крошении дернины перемешивается верхний слой почвы, растительность гибнет. Для гарантированного ее отмирания применяют гербициды сплошного действия (глифосаты).

М.Ф. Щербаков (1986) рекомендует совмещать фрезерование в 1–2 следа с дискованием в два следа тяжелыми дисковыми боронами в перекрестном

направлении. Оптимальный угол атаки дисков при разделке пласта на минеральных почвах 13–14°, на торфяно–болотных – 8–11°. При этом дернина хорошо измельчается, улучшаются условия проникновения корней в низлежащие горизонты, устанавливается капиллярный подток влаги из нижних слоев почвы.

При освоении сенокосов и пастбищ ускоренным способом особое значение уделяется фрезерованию на глубину до 20 см. При этом осуществляется сразу несколько операций: корчевка, срезка, уборка, первичная обработка почвы, что снижает трудоемкость в 5–12 раз, а металлоемкость в 2–5 раз по сравнению с многооперационными технологиями (Коломейченко В.В., 2015).

В.А. Петрук (2022) после проведенного двукратного дискования естественного травостоя отмечает преобладание в нем злаков, что характерно для южной лесостепи Новосибирской области. Идет яркое проявление первой стадии сукцессии травостоя на фоне дискования естественного луга без посева. Наблюдалась вспышка сорняков из «банка семян», который всегда имеется в почве. По мнению А.Д. Самбуу (2013), вспышка провоцируется улучшением аэрации почвы и переходом части аммонийного азота в нитратный в результате проветривания почвы после обработки плугом или дисковой бороной. Сорняки при этом на первом году жизни обгоняют в развитии сеяные травы и обычно преобладают в травостое.

При увеличении интенсивности рыхления верхнего слоя почвы возрастает ее биологическая активность, что хорошо видно на примере разложения льняного полотна. На светло–серой лесной почве в условиях Московской области максимальные показатели интенсивности разложения (42–47%) наблюдались при вспашке плугом. Это объясняется лучшей заделкой растительных остатков на дно борозды, где более стабильные условия увлажнения, чем при поверхностных обработках верхнего слоя почвы (Лазарев Н.Н., 2014). По данным В.П. Казанцева (2002), при вспашке большая часть дернины (54–65%) заделывалась в почву на глубину 10–20 см, при фрезеровании – только 20%.

Л.В. Ильина (1992) приводит данные, где скорость разложения дернины клеверного пласта августовского и сентябрьского сроков отличается на 10-11%. По

данным Л.В. Потаповой (1993) разница в ходе разложения пожнивных остатков дернины к моменту сева ячменя по осенней вспашке и поверхносному весеннему дискованию составила 24–30 и 16–20%.

По данным Н.Н. Лазарева (2014), фрезерная обработка, дискование и применение комбинированного агрегата повышали биологическую активность почвы в 1,9–2,1 раза в сравнении с контролем. При залужении с применением различных способов обработки почвы продуктивность травостоев возросла до 3,72–4,32 т/га сухой массы. Уничтожение старого травостоя гербицидом ураган форте в сочетании с отвальной вспашкой обеспечило существенные (0,53–0,85 т/га) прибавки урожайности. При прямом посеве урожайность была в 1,3–1,6 раза ниже, чем при посеве травосмесей в обработанную почву.

В исследованиях А.Б. Михайличенко (1992) в центральном районе Нечерноземной зоны, урожайность сухой массы пластовой культуры при базовой обработке дернины составила 7,7 т/га (измельчение, вспашка на глубину 20–22 см и разделка пласта, предпосевное и послепосевное прикатывание), при фрезеровании в 1 и 2 прохода – 7,8 т/га. При комбинированной обработке урожайность в среднем за 4 года была на 17% ниже базового варианта.

В условиях Зауралья (Республика Башкортостан) урожайность травостоя многолетних трав напрямую зависит от способа первичной обработки дернины (Ягофаров М.М., 2005). Наибольшая урожайность (6,08 т/га) получена при комбинированной обработке дернины (рыхление + безотвальная обработка на 22–25 см с кротованием + внесение извести и удобрений + дискование). Урожайность трав на участке со вспашкой составила 5,5 т/га. Эффективность рыхления плоскорезом с последующим дискованием оказалось значительно ниже по сравнению с безотвальной обработкой и вспашкой. Самая низкая урожайность первой культуры получена при многократном дисковании.

В США практикуется обработка эрозионноопасных склонов посевом без вспашки. Сущность этого способа заключается в том, что естественная растительность уничтожается гербицидами, а подготовка почвы для посева

предусматривает лишь минимальную поверхностную обработку (Коммодов В.В., 1975).

Эффективный способ обработки почв со средней и мощной дерниной – комбинированный, включающий предварительное крошение дернины, запашку ее и разделку пласта на глубину гумусого горизонта. Технология должна обеспечивать хорошую разделку дернины, ускорять ее минерализацию, снижать засоренность верхнего слоя почвы и улучшать условия формирования сеянного травостоя. Такая технология, по данным ВНИИ кормов, позволяет снизить затраты энергии, топлива и труда на 25–28% (Шпаков А.С., 2020).

В опытах на Мордовской сельскохозяйственной опытной станции в посевах однолетних трав по осенней вспашке сорняки составляли 9% массы, по безотвальному рыхлению – 18% и дискованию – 15%. Вспашка способствует большему накоплению влаги в почве к посеву и начальный период их роста (Коммодов В.В., 1975). Схожие данные по запасам почвенной влаги получены Н.А. Зуевым (1966) на серых лесных почвах в Брянской области и Ф.М. Ситдиковым (2012) в степной зоне Республики Башкортостан.

И.В. Киричкова (2008) в условиях Нижнего Поволжья и Х.Х. Сюндюков (1996) в черноземной зоне Северного Казахстана приводят обратные данные, где при безотвальной и поверхносной обработках количество доступной влаги в слое почвы 0–20 см было на 6–11% выше чем при вспашке.

В опытах В.А. Кшнякина (1973) на комплексном луговостепном солонце Барабинской низменности наибольшее количество сухой массы (2,8 т/га) получено с обработкой старовозрастной дернины послойным способом за счет улучшения водно–физических свойств солонцов и создания благоприятных условий для глубокого просачивания и распределения влаги в почвенном профиле. Исследования в Шарлыкском районе Оренбургской области на засоленных пойменных лугах показали, что урожай сена из однолетних трав (2,1 т/га) формировался при проведении безотвального рыхления на глубину 27–30 см в сочетании с предварительным фрезерованием или дискованием.

Похожие результаты получены на лугово–солончаковых почвах, но при этом значительно менялся видовой состав: люцерна и клевер красный полностью выпадали из травостоя, костер безостый развивался удовлетворительно (Загребаев И.И., 1977).

В лесостепи Западной Сибири разработку пласта многолетних трав на маломощных почвах, ведут тяжелыми дисковыми боронами или болотными фрезами по глубину пахотного слоя. На более мощных почвах дернину предварительно разделывают многократным дискованием, затем пашут плугом летом, после скашивания трав. В дальнейшем поле паруется, а посев трав проводится весной следующего года (Тютюнников А.И., 1974).

На луговых и лугово–степных солонцах, а также пойменных солонцово–солончаковых лугах с мощной дерниной, рекомендуется сочетать предварительную обработку тяжелой дисковой бороной в 1–2 следа с последующим фрезерованием в 1 след. На менее задерненных солонцах обработку проводят БДН–3,0 или БДТ–7,0 в 3–4 следа с последующим боронованием БИГ–3А. Хорошие результаты показывает глубокое безотвальное рыхление на глубину 30–35 см стойками СибИМЭ (Кормопроизводство на солонцовых землях Западной Сибири, 2010; Константинов М.Д., 2011; Кашеваров Н.И., 2014).

На черноземе выщелоченном в лесостепи Северо–Казахстанской области В.Н. Мешетич (1993) установил, что двукратное дискование не обеспечило достаточного измельчения дернины в сравнении с фрезерованием. Исследование биологической активности почвы выявило более интенсивное разложение дернины (53–59%) при комбинированной обработке с применением фрезерования и дискования, несколько ниже (52%) этот показатель был при двукратном дисковании. При обработке дернины фрезой достигается более высокая степень крошения (72%) и снижение глыбистости до 55%, что положительно сказывается на скорости разложения дерна (Казанцев В.П., 2002). Однако, А.В. Смирнова (2021) утверждает, что дискование и фрезерование способствуют размножению корневищных злаков за счет деления их корневищ.

Н.Н. Лазарев (2018) при проведении опытов на дерново–слабоподзолистой почве установил, что люцерна изменчивая по вспашке формировала наиболее чистые травостои с долей участия 74,7–96,6%. При посеве по фрезерной обработке она сильно засорялась дикорастущими травами. При этом урожайность сухой массы в среднем за пять лет составила по дискованию 7,36 т/га, фрезерованию – 7,07, по вспашке+дискованию – 7,76 т/га сухой массы.

При необходимости обработки дернины сильно засоренной малоценными травами на маломощных почвах с повышенной влажностью, подверженных водной эрозии, там где проведение механической обработки нецелесообразно или невозможно, применяют гербициды. На участках засоренных корнеотпрысковыми и корневищными видами сорняков (бодяк полевой и щетинистый, молочай, толокан татарский и др.) в систему основной обработки почвы рекомендуется применение гербицидов сплошного действия и препаратов класса глифосат весной либо осенью при высоте растений 20–25 см (Ускоренное освоение залежных земель, 2015).

Ряд авторов рекомендуют использовать гербициды также на бедных почвах и на пойменных лугах при наличии древесных пород (ива, ольха, береза, осина). Комплекс химических и механических способов обработки в 3–4 раза снижает затраты труда (Практическое руководство по технологиям улучшения.., 1987; Саратовский Л.И., 2008; Коломейченко В.В., 2015).

М.Ф. Щербаков (1986) считает, что гербицидную обработку старовозрастных посевов многолетних трав целесообразнее проводить весной в период кущения злаков или в середине лета после скашивания или стравливания травостоя. Для обработки применяют гербицид сплошного действия, после которого травостой полностью отмирает, значительно снижается механическая прочность дернины, что обеспечивает в сочетании с механическими приемами более качественную ее разделку.

Г.Н. Черкасов (2017) при освоении залежных земель в условиях Центрального Черноземья предлагает посев трав по вспашке с применением гербицидов перед обработкой почвы и внесением удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Наибольшая урожайность сена (6,1 т/га) формируется при выращивании травосмеси кострец безостый+эспарцет. Обработка почвы дисковой бороной БДТ–3 в сравнении со вспашкой приводит к увеличению засоренности, изреживанию посевов, их слабому развитию и в конечном итоге к снижению урожайности.

Н.Н. Лазарев (2014) освоение пырейной залежи на светло–серой лесной почве рекомендует проводить путем посева бобово–злаковой травосмеси после гербицидной обработки, вспашки в сочетании с фрезерованием и культивацией. Урожайность травосмеси составила 4,85–4,97 т/га сухой массы.

По мнению М.Ф. Щербакова (1986), в Северной и Северо–Западной подзонах Нечерноземья, в Прибалтике, Западной Сибири и на Дальнем Востоке первичную обработку дернины следует проводить не позднее июля. Для Восточной и Центральной подзон лучший срок – июль–август. В Южной подзоне обработку можно проводить до первой половины сентября.

В.В. Коломейченко (2015) считает лучшим сроком обработки дернины осенний с последующей весенней предпосевной подготовкой. При этом за счет осенней обработки лучше разлагается измельченная дернина и более полно отмирает старая растительность. Весной рекомендуется провести гербицидную обработку либо дискование.

По результатам опытов в Предуральской степной зоне Республики Башкортостан максимальную урожайность сухой массы кострецово–эспарцетовой травосмеси (4,06 т/га) обеспечивает весеннее глубокое безотвальное рыхление дернины после применения гербицида сплошного действия. При вспашке с последующим дискованием урожайность составила 3,51 т/га сухой массы (Ситдиков Ф.М., 2012).

Е.И. Костыренко (2017) отмечает, что при различных способах обработки почвы запасы продуктивной влаги в метровом слое распределяются неравномерно и сильно варьируют. Наибольший влагозапас формируется при обработке почвы комбинированным способом. Также от способа обработки почвы и количества

доступной влаги в корнеобитаемом слое зависит и активность почвенной микробиоты.

Для лучшего разложения дернины после обработок предлагается метод «предварительных культур», заключающийся в посеве в первые 2–3 года однолетних кормовых культур – пайзы, проса, суданки, овса, подсолнечника, что способствует более быстрой окупаемости затрат на проведение обработки (Кормопроизводство на солонцовых землях, 2010; Константинов М.Д., 2011).

Е.Я. Чебочаковым и В.Н. Муртаевым (2020) установлено, что вспашка залежных земель повышает урожайность зеленой массы овса на следующий год по сравнению с поверхностными обработками: на каштановой почве – на 2,5 т/га (25%), черноземе южном – на 0,5 т/га (8%).

В.Н. Золотарев (2021) отмечает, что дернина овсяницы красной по сравнению с другими видами злаковых трав характеризуется наибольшей степенью сцепления и при механизированной разделке поля после вспашки на поверхности остается большое количество комков дернины, которые препятствуют качественной подготовке почвы и посеву последующих в севообороте культур. Продолжительность полного разложения дернины овсяницы красной в дерново-подзолистых почвах достигает четырех лет.

По данным А.Ю. Лисиной (2024), посев зерновых культур в Нижегородской области по обработанной залежи значительно снижал урожайность – наиболее сильно у озимой пшеницы (на 19–41%), у ржи и яровой пшеницы эти показатели составляли 13–25 и 17–34%.

В качестве альтернативы вспашке и предпосевной культивации Д.А. Салатова (2018) в условиях Дагестана предлагает заменять их двукратным боронованием БЗТС–1 перед посевом люцерны, что обеспечивает увеличение полевой всхожести ее семян на 51%. В совокупности с послепосевным прикатыванием это приводит к увеличению урожайности сена люцерны на 1,6 т/га (13%) (Салатова Д.А., 2018а).

Приведенные в обзоре литературы исследования в разных зонах и на различных типах почв по вопросам разделки дернины старовозрастных травостоев

многолетних трав в большинстве случаев проведены на лугах с естественным травостоем. Повышение урожайности последующей «пластовой» культуры, в условиях лесостепной зоны Западной Сибири изучено недостаточно и требует поиска оптимальных и малозатратных решений. Необходимо установить оптимальные сроки, способы и параметры разделки пласта многолетних трав и влияния этих факторов на засоренность посевов и урожайность пластовой культуры.

Решение указанных выше вопросов позволит разработать научно–обоснованную технологию возделывания этой культуры в условиях лесостепи Западной Сибири, а ее внедрение в сельскохозяйственное производство будет способствовать увеличению урожая и качества кормов.

Таким образом, литературный анализ по рассматриваемой тематике свидетельствует о широких и многоплановых исследованиях, проведенных в различных почвенно–климатических условиях. Очевидно специфика территориальных условий наложила отпечаток на полученные разноречивые результаты. Все это подтверждает необходимость и актуальность оптимизации приемов возделывания многолетних трав в условиях лесостепи Западной Сибири для решения одной из главных задач кормопроизводства – устойчивого высококачественного и экономически целесообразного производства кормов.

ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Агроклиматические условия лесостепной зоны Западной Сибири

Исследования проводились в период с 2000 по 2023 г. в лаборатории технологий возделывания кормовых культур на полевом стационаре СибНИИ кормов СФНЦА РАН с геолокацией 54°55′12″ с.ш. 82°59′28″ в.д. Опытное поле расположенно в лесостепи Приобья, относящейся к Западно–Сибирскому региону лесостепной зоны (Почвенно-климатический атлас Новосибирской области, 1978).

Климат зоны резко континентальный с относительно коротким летом и продолжительной холодной зимой. Среднегодовая сумма осадков составляет 420 мм, из них 200–250 мм выпадает в теплый период (апрель–сентябрь). Вероятность влажных лет (гидротермический коэффициент Селянинова ГТК > 1,4) – 10–25%, засушливых (ГТК < 0,6) – 40–65% (Агроклиматические ресурсы Новосибирской области, 1971).

Самый холодный месяц – январь со среднемесячной температурой воздуха –19,6 °С, наиболее теплый – июль (+18 °С). Абсолютный минимум температур составляет минус 50 °С, абсолютный максимум плюс 37 °С. Средняя продолжительность периода с температурами воздуха выше +5 °С составляет 158 дней (с 28 апреля по 4 октября) с суммой положительных температур 2980 °С. За период активной вегетации (с 10 мая по 22 сентября) сумма температур выше 10 °С составляет 1780 °С с колебаниями по годам от 1560 до 2100 °С. Продолжительность безморозного периода равна в среднем 120 дней. Среднемноголетняя дата последних весенних заморозков в воздухе – 20 мая, на поверхности почвы – 30 мая. Гидротермический коэффициент с температурами воздуха выше 10 °С равен 1,2.

Снежный покров формируется постепенно и после двух–трехкратного стаивания в октябре устанавливается в начале ноября. Его высота бывает

наибольшей в марте и достигает 20–40 см. Продолжительность периода с устойчивым снежным покровом составляет 157–162 дня.

По данным аналитической лаборатории СибНИИ кормов, почва опытного участка зональная – чернозем выщелоченный среднемощный среднегумусный среднесуглинистый. Почва в слое 0–20 см характеризуется высокой обеспеченностью подвижным фосфором – 22–27 мг/100 г и обменным калием – 21–32 мг/100 г по Чирикову. Реакция почвенного раствора слабощелочная – 6,4. Сумма поглощенных оснований 32,6 ммоль(экв)/100 г почвы, плотность почвы в слоях 0–20 и 20–40 см равна соответственно 1,16 и 1,22 г/см^3.

2.2. Агрометеорологические условия в годы исследований

Агрометеорологические условия в годы проведения исследований отличались большой контрастностью и разнообразием, но в целом были типичными для климата лесостепной зоны Западной Сибири (приложения 1, 2). Это дало возможность оценить изучаемые агротехнологические приемы возделывания многолетних трав в различных метеорологических условиях роста и развития растений.

Вегетационные периоды 2004, 2005, 2008, 2011, 2021, 2023 г. характеризовались недостаточными условиями увлажнения (ГТК = 0,84–1,10) (таблица 1). Засушливыми были 2000, 2003, 2010, 2012, 2016, 2022 г. (ГТК = 0,35–0,67). Оптимальное увлажнение периода вегетации растений отмечено в 2002, 2006, 2007, 2009, 2014, 2015, 2017, 2019, 2020 г. (ГТК = 1,11–1,38). Повышенное и избыточное увлажнение наблюдались 2001, 2013, 2018 г. (ГТК = 1,42–1,74).

Вегетационный период 2000 г. отличался засушливостью и высокими температурами воздуха и почвы (ГТК = 0,35). Переход температур через 0 °С отмечен 9 апреля, через 5 °С 13 апреля. За май–сентябрь выпало 123,6 мм осадков, что составило 49% нормы. Среднесуточная температура воздуха была выше среднемноголетней на 2 °С. Запасы продуктивной влаги в метровом слое

Таблица 1 – Значения гидротермического коэффициента вегетационного периода (АМС «Огурцово»)

Год	Май	Июнь	Июль	Август	Май-август
2000	0,04	1,15	0,39	0,19	0,35
2001	0,51	1,65	3,40	1,41	1,63
2002	0,38	2,28	1,26	0,50	1,25
2003	1,00	0,43	1,00	0,09	0,55
2004	1,11	1,06	1,82	1,16	1,17
2005	2,01	1,46	1,60	0,30	1,20
2006	0,31	1,03	0,86	2,78	1,41
2007	2,50	1,35	1,22	0,68	1,19
2008	1,02	1,02	0,53	1,01	0,84
2009	0,85	1,68	1,65	0,83	1,33
2010	1,12	0,32	0,87	0,32	0,55
2011	1,31	0,49	0,88	0,93	0,81
2012	0,36	0,29	0,05	1,26	0,45
2013	2,31	0,85	0,12	3,03	1,78
2014	4,03	0,33	1,22	0,56	0,89
2015	4,40	0,55	2,01	1,19	1,42
2016	0,85	0,63	1,16	0,37	0,77
2017	0,46	1,24	0,74	1,26	1,47
2018	2,37	1,23	1,15	0,64	0,93
2019	1,29	0,52	1,60	0,38	1,02
2020	2,01	0,49	1,48	1,43	1,22
2021	0,57	1,50	0,38	1,20	0,96
2022	0,05	1,13	0,83	0,44	0,72
2023	0,15	0,04	0,91	2,02	0,98

почвы на начало вегетации многолетних трав были хорошими (166 мм), но в течение вегетации они снизились в несколько раз. В таких условиях только люцерна изменчивая и эспарцет песчаный сформировали отаву укосной спелости. Температуры ноября и декабря на 2,8–4,0 °С выше многолетнего значения в сумме с большим количеством осадков – на 20%. Переход температур через 5 °С 23 сентября, через отметку 0 °С 6 октября, продолжительность периода 163 дня.

Январь и февраль 2001 г. характеризовались пониженными температурами – среднемесячная температура января на 3,2 °С ниже нормы с обильными осадками. Переход через 0 °С – 25 апреля, через 5 °С – 2 мая. Характерной особенностью года были благоприятные условия увлажнения и теплообеспеченности для роста и развития растений (ГТК = 1,63). В период с мая по сентябрь выпало 297,1 мм осадков (117% нормы). Среднесуточная

температура мая была на 5,8 °С выше среднемноголетней, количество осадков составило 45% нормы. Отмечены заморозки в первой декаде июня. Среднесуточная температура июня превышала на 1 °С среднемноголетнее значение, осадков выпало 87,5 мм (150% нормы). Наибольшее количество осадков было в июле – 115,6 мм (160% нормы). Избыточное увлажнение отмечено в октябре – осадков выпало на 25% выше нормы (72,9 мм) в сумме с пониженными температурами. Дата перехода через 5 °С отмечена 10 октября, через 0 °С – 1 ноября, продолжительность безморозного периода 160 дней.

Зима 2002 г. характеризовалась температурами в 2 раза выше нормы с недостаточным количеством осадков. Дата перехода через 0 °С – 14 апреля, через 5°С – 23 апреля, весна ранняя. Год был резко контрастным по погодным условиям. Вегетационный период характеризовался полуторной нормой осадков и средними показателями по теплу в летние месяцы (ГТК = 1,25). В период с мая по сентябрь сумма осадков составила 286 мм, но распределение их было неравномерным: в мае, июле и сентябре выпало в пределах нормы, в июне – 202%, в августе – 40%. Среднесуточная температура мая и сентября была выше среднемноголетней на 3,2 и 2,5 °С соответственно. На поверхности почвы отмечались заморозки интенсивностью – 1 °С вплоть до 8 июня. Количество осадков зимних месяцев близко к среднемноголетним значениям, температуры декабря на 5,2 °С ниже нормальных значений. Переход через 5 °С отмечен 9 октября, через 0 °С – 14 октября, с продолжительностью периода 169 дней.

Метеоусловия зимних месяцев 2003 г. близки к норме, с переходом через 0 °С – 5 марта, через 5 °С – 2 мая. Вегетационный период оказался экстремальным по недостатку влаги (ГТК = 0,5). В период с мая по сентябрь выпало 144,6 мм осадков, что составило 58% от нормы. При этом среднесуточные температуры мая и июня были на 3,4 °С выше среднемноголетних. Осадков за май выпало 23,6 мм (66%), а среднемесячная температура составила 13,7°С (на 1,0 °С выше нормы). В июне средняя температура воздуха составила +20,2 °С, или на 3,5 °С выше среднемноголетних значений. Среднемесячная температура июля (18,3 °С) была на 0,7 °С меньше

среднемноголетней, за месяц выпало 56,9 мм осадков (79% нормы), в августе выпало 4,8 мм осадков (7% нормы). Недостаточное количество осадков отмечено в осенние и зимние месяцы, на 12–52% ниже нормы. Продолжительность безморозного периода 166 дней.

Январь 2004 г. малоснежный и холодный, осадков в феврале выпало в 2 раза выше нормы. Переход температур через 0 °С отмечен 11 апреля, через 5 °С – 19 апреля. Агрометеорологические условия вегетационного периода в целом были благоприятными для роста и развития многолетних трав (ГТК = 1,1). Май и июнь были с недостатком осадков (70 и 52% нормы) с превышением среднемноголетней температуры на 5,5 и 2,3 °С соответственно (ГТК = 0,51). Июль и август по температурному режиму были на уровне многолетних показателей, а по увлажнению – с превышением их (ГТК = 1,52). Октябрь теплый – переход через 5 °С зафиксирован 22 октября, через 0 °С – 30 октября, безморозный период 192 дня. Ноябрь теплее нормы на 4,0 °С.

В феврале 2005 г. отмечены температуры на 4,8 °С ниже многолетних значений. Дата перехода через 0 °С – 15 апреля, через 5 °С – 8 мая. Вегетационный период отличался превышением среднемноголетних показателей температуры воздуха в течение всего вегетационного периода (ГТК = 1,2). В мае, августе и сентябре осадков выпало 72%, 27 и 78% соответственно нормы. В июне и июле отмечено превышение нормы на 36 и 35%. ГТК с мая по июнь 1,29, с июля по август 0,98. Осень теплая с недостаточным увлажнением. Переход через 5 °С – 5 октября, через 0 °С – 15 ноября, продолжительность периода 150 дней. Температура ноября на 1,5 °С выше нормы.

Январь 2006 г. холодный, с температурами на 9,4 °С ниже среднемноголетних значений. Переход через 0 °С произошел 3 апреля. Отмечена повышенная влагообеспеченность вегетационного периода (ГТК = 1,41). При этом в период формирования первого укоса многолетних трав (май–июнь) ГТК соответствовал 0,76, второго (июль–август) 1,84. Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы составляли не менее 128 мм в течение всей вегетации растений. Переход через 0 °С зафиксирован 23 октября, безморозный период 171

день. Ноябрь и декабрь теплые с температурами – 6,4 °С и избыточными осадками в декабре.

Зимние месяцы 2007 г. теплые, с избыточным количеством осадков (в 2 раза выше нормы). Переход температур через 5 °С отмечен 15 апреля. Вегетационный период был оптимальным для роста и развития многолетних трав (ГТК = 1,19), при этом май был дождливый (176% нормы) и теплый (выше на +1,6 °С среднемноголетнего значения), в июне и июле осадков выпало в пределах нормы, температура воздуха в июне была на 1,6 °С ниже нормы, в июле – на 2,3 °С выше. В августе и сентябре наблюдался недостаток осадков (54 и 73% нормы) при повышенных температурах (ГТК = 1,1). Осень и зима мягкие с недостаточным количеством осадков – на 22–31% ниже нормы. Переход через 0 °С произошел 23 октября, продолжительность периода 171 день.

Температура января 2008 г. на 4,9 °С ниже нормы, в феврале осадков на 25% выше нормы. Весна ранняя – переход через 5 °С 21 апреля. Вегетационный период характеризовался как засушливый и жаркий (ГТК = 0,8) с превышением среднемноголетних показателей температуры воздуха (ГТК с мая по июнь = 0,84, с июля по август = 0,75). Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы составляли весной не менее 129 мм и опустились ко второму укосу 67 до мм. Температуры октября и ноября на 1,9–5,8 °С выше нормы. Продолжительность безморозного периода 180 дней.

Метеоусловия зимних месяцев в 2009 г. в пределах нормы. Переход через 0 °С – 21 марта, через 5 °С – 21 апреля. Вегетационный период был оптимальным для роста и развития многолетних трав (ГТК = 1,33). В июне и июле температура воздуха была ниже среднемноголетней на 3,1 и 0,8 °С соответственно, осадков выпало 152 и 157% нормы. В августе стояла сухая погода, температура воздуха была в пределах нормы (ГТК = 1,2). Запасы продуктивной влаги не опускались ниже 97 мм. Продолжительность безморозного периода 171 день, зимние месяцы без отличительных особенностей.

Зимние месяцы 2010 г. с температурами на 8,9– 10,1 °С ниже нормы, осадков выпало в 2–2,5 раза ниже нормы. Весна ранняя, переход температур через 5 °С

отмечен 20 апреля. Наблюдались высокие летние температуры при недостатке осадков в период вегетации растений (ГТК = 0,55), что характеризует условия как средне засушливые. ГТК при формировании первого укоса многолетних трав составил 0,47, второго – 0,60. Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы соответственно 88 и 68 мм. Температуры октября и ноября выше нормы на 1,7–3,1°С, с избытком осадков в ноябре – на 23,8 мм выше нормы. Переход через 5 °С – 19 октября, безморозный период составил 182 дня. Декабрь холодный, снежный.

Январь 2011 г. холодный и малоснежный, осадков выпало в 9 раз меньше нормы, показателя февраля в пределах нормы. Весна ранняя, переход температур через 5 °С 10 апреля. Вегетационный период был неблагоприятным по показателям тепло- и влагообеспеченности растений (ГТК = 0,81). В мае и июне осадков выпало 79 и 65% нормы, температура была выше среднемноголетних значений на 1,0 и 3,2 °С (ГТК = 0,57). В июле и августе выпало 63,7 и 125,4% нормы, температура была на уровне многолетних показателей (ГТК = 1,25). Запасы продуктивной влаги были 112 мм на начало вегетации и 89 мм по окончании. Октябрь теплый и сухой, переход через 0 °С зафиксирован 29 октября. Отмечен самый продолжительный безморозный период – 192 дня. Декабрь малоснежный с температурами в пределах нормы.

Зима 2012 г. суровая, средние температуры до 20,5 °С, что на 3,5–6,2 °С ниже нормы, февраль без осадков. Переход через 5 °С 10 апреля. Условия вегетации растений были еще более экстремальными, чем в 2011 г. (ГТК = 0,45). В период с апреля по август наблюдалось превышение температуры воздуха на 3,0 °С. При этом осадков в мае выпало 40% нормы, июне – 45, июле – 7, августе – 107% нормы. Запасы продуктивной влаги весной составили 125 мм и опустились к окончанию вегетационного периода до 69 мм. Метеоусловия октября и ноября в пределах многолетней нормы, переход через 0 °С – 24 октября, безморозный период 184 дня. Декабрь холодный и малоснежный.

Погодные условия зимних месяцев 2013 г. в границах нормы. Вегетационный период характеризовался избыточным увлажнением и недостатком тепла (ГТК =

1,78). В мае сложились неблагоприятные условия для посева всех полевых культур: выпало 76,8 мм осадков (208% среднемноголетней нормы). Условия июня и июля также не способствовали быстрому росту и развитию многолетних трав – температура была ниже нормы на 2,2 °С. Август оказался очень влажным – выпало 165 мм осадков (250% нормы), а температура была выше нормы на 1,4 °С. Переход через 0 °С отмечен 7 ноября, безморозный период 165 дней. Ноябрь и декабрь с температурами выше нормы на 6,6–6,9 °С и осадками в пределах среднемноголетних значений.

Зимние месяцы 2014 г. снежные с температурами в среднемноголетних границах. Переход через 5 °С отмечен 16 апреля. Вегетационный период был с недостаточной влагообеспеченностью (ГТК = 0,89). За летний период выпало 306 мм, в том числе с мая по июль 191 мм, что составило около двух месячных норм. Холодная третья декада мая и первая декада июня (на 2,9 и 6,7 °С ниже среднемноголетней нормы) сдерживали формирование урожая зеленой массы в первом укосе, во втором условия были более оптимальными (ГТК = 1,30). Октябрь и ноябрь холодные, октябрь с температурами в 3 раза ниже нормы. Переход через 0 °С – 17 октября. Декабрь типичный.

Метеоусловия зимних месяцев 2015 г. на уровне среднемноголетних значений. Условия вегетации были благоприятными для роста и развития растений (ГТК = 1,42). В мае стояла теплая и влажная погода с выпадением осадков во второй и третьей декаде соответственно 153 и 256% среднемноголетней нормы. Июнь был теплым, осадков выпало 31,9 мм (75% нормы) (ГТК с мая по июнь 1,06). В июле и августе температура была в пределах нормы, осадков в июле выпало 159% нормы, в августе – 98% (ГТК = 1,54). Ноябрь холодный, температура декабря в два раза выше нормы. Безморозный период 170 дней.

Январь 2016 г. холодный, с температурами на 2,5 °С ниже нормы, малоснежный. Весна ранняя, переход через 5 °С отмечен 15 апреля. Вегетационный период характеризовался недостаточной влагообеспеченностью (ГТК = 0,77), теплой погодой с температурой воздуха выше среднемноголетних показателей на 2,8…3,0 °С в июне и сентябре, на 0,8–1,5 °С в июле и августе. Сумма температур

выше 10 °С за май–сентябрь составила 2288 °С, количество осадков – 175 мм, значительная их часть (74 мм) выпала в июле, в том числе 42 мм – в первой декаде месяца. Высокая температура воздуха (на 0,8…1,5 °С выше среднемноголетних значений) с выпадением осадков в июле около двух норм способствовали высокому формированию урожая трав. Октябрь переувлажненный, осадков выпало на 22% выше нормы. Ноябрь холодный, снежный. Безморозный период 168 дней.

Зимние месяцы 2017 г. без особенностей. Вегетационный период характеризовался оптимальным увлажнением (ГТК = 1,47). Осадков выпало 123% нормы с превышением ее в июне и июле на 55 и 64% соответственно. Температурный режим в мае и июне отличался превышением среднемноголетних показателей на 2,0 и 2,5 °С (ГТК = 1,04). Август и сентябрь были в пределах нормы. Октябрь холодный, осадков в 2 раза ниже нормы. Безморозный период 157 дней. Зима мягкая, снежная.

Январь 2018 г. холодный, температуры на 3,9 °С ниже нормы, снежный. Осадков в феврале в 3 раза ниже нормы – 5,3 мм. Весна без особенностей. По температурному режиму в апреле, июне, августе и сентябре было теплее многолетней нормы на 1,8 °С, 2,2, 0,7 и 0,6 °С соответственно, в мае и июле – на 3,6 и 0,8 °С прохладнее, что характеризует его как период с недостаточной влагообеспеченностью (ГТК = 0,93). Наиболее влажным месяцем был май – осадков выпало 82 мм (214% нормы), самым засушливым – август (34 мм или 50% нормы). Октябрь теплый, умеренно увлажненный, переход через 0 °С отмечен 30 октября. Безморозный период 176 дней. Декабрь холодный, малоснежный.

Зимние месяцы 2019 г. с температурами выше нормы и малоснежные, осадков в 2,0–2,5 раза ниже нормы. По влагообеспеченности вегетационный период характеризовался недостаточной влагообеспеченностью (ГТК = 1,02) с небольшим превышением количества выпавших осадков в мае и июле и дефицитом в июне и августе. Температура в июне и июле была на 0,5 и 0,2 °С ниже, чем среднемноголетняя норма, в августе и сентябре – на 2,2 и 1,0 °С выше. Октябрь и декабрь теплее нормы на 2,5–4,1°С.

Температура зимних месяцев 2020 г. на 4,8–6,5 °С выше нормы в сумме с избыточным выпадением осадков – в 2 раза. Весна ранняя, типичная для зоны проведения исследований. Вегетационный период был благоприятным по увлажнению (ГТК = 1,22), с недостатком влаги в июне (ГТК = 0,49) и превышением в июле (ГТК = 1,48). Температура воздуха вегетационного периода превышала среднемноголетнее значение в мае, июле, августе и сентябре соответственно на 4,6 °С, 0,3, 2,4 и 2,1 °С. Безморозный период 175 дней, зима типичная.

Январь 2021 г. холодный, с температурами на 4,7 °С ниже нормы, февраль снежный. Переход через 0 °С отмечен 14 апреля. Вегетационный период отмечался неравномерным распределением осадков. Недостаточное увлажнение в мае (ГТК = 0,56) и июне (ГТК = 0,36), с температурами в мае на 3,5 °С выше нормы. Избыточное увлажнение в июне (ГТК = 1,49) и сентябре (ГТК = 1,44). Температура воздуха в августе была выше нормы на 1,7 °С. Осень в пределах нормы, безморозный период 167 дней. Декабрь теплый, температура на 4,4 °С выше среднемноголетних значений.

Зима 2022 г. теплая, снежная. Весна без особенностей. За вегетационный период сумма выпавших осадков составила 130 мм (ГТК = 0,96), что соответствует недостаточному увлажнению. Осадки распределялись неравномерно: в мае выпало 2,5 мм (7% нормы), в июне 59 мм (107%), в июле 29 мм (47%), в августе 23 мм (34%). Сумма температур выше +10 °С за период с мая по август составила 2090 ^{0}С. Температура воздуха в мае была выше на 4,3 °С, в летние месяцы на уровне среднемноголетнего значения. Безморозный период 171 день. Температура ноября и декабря на 2,2–3,1 °С ниже среднемноголетних значений.

Осадков в январе 2023 г. выпало в 2 раза выше нормы – 51 мм, февраль типичный. Весна ранняя – переход через 5 °С отмечен 14 апреля. Вегетационный период характеризовался неравномерным распределением осадков. За май–сентябрь сумма осадков составила 250,5 мм (ГТК = 0,98), сумма температур выше +10 °С – 2502 °С. В мае выпало 5,5 мм (15% нормы), при этом среднесуточная температура воздуха была выше нормы на 2,3 °С. Сумма осадков в июне составила 47% нормы, или 26,1 мм при температуре на 1,9 °С выше среднемноголетних

значений. В июле выпало 62,3 мм осадков (102% нормы). Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы весной составляли 96 мм и снизились ко времени первого укоса до 10,2 мм (очень плохие). Октябрь теплый, переувлажненный – осадков выпало в 2 раза выше нормы. Безморозный период 182 дня. Зимние месяцы типичные для зоны.

Таким образом, агрометеорологические условия лесостепной зоны Западной Сибири в годы исследований характеризовались повышенной нестабильностью из–за неравномерности выпадения осадков и резкого колебания температурного режима в течение вегетационного периода.

2.3. Объект и предмет исследований

Объектом исследований были травостои одновидовых и смешанных агроценозов районированных сортов многолетних злаковых и бобовых трав: костреца безостого (*Bromus inermis Leyss.*) СибНИИСХоз 189, тимофеевки луговой (*Phleum pretense* L.) Нарымская, овсяницы луговой (*Festuca pratensis Huds.*) Мечта, райграса пастбищного (*Lolium perenne L.*) ВИК 66, фестулолиума (*Festulolium L.*) Изумрудный, люцерны изменчивой *(Medicago sativa L.)* Тулунская и Вега 87, клевера лугового *(Trifolium pretense L.)* СибНИИК 10, эспарцета песчаного *(Onobrychis arenaria (Kit.) DC)* СибНИИК 30, галеги восточной *(Galega orientalis Lam.)* Горноалтайская 87, а также однолетних покровных культур: суданской травы (*Sorghum xdrummondii* (*Steud.*) *Millsp. & Chase*) Новосибирская 84, рапса ярового (*Brassica napus var. Napus L.*) СибНИИК 21, проса (*Panicum miliaceum L.*) Баганское 88, овса (*Avena sativa L.*) Краснообский, озимой ржи (*Secale cereale L.*) Бухтарминская.

Тимофеевка луговая, сорт Нарымская. Оригинатор – СибНИИСХиТ – филиал СФНЦА РАН. Включен в Госреестр в 1955 г. по Западно–Сибирскому, Северному, Северо–Западному, Центральному, Восточно–Сибирскому и Дальневосточному регионам. Зимостойкий, засухоустойчивый, двуукосный,

быстро отрастает весной и после скашивания. Устойчив к полеганию, грибным болезням, кислым почвам. Урожайность зеленой массы достигает 25,6, сена 7,2 т/га, семян – 200–500 кг/га. Хорошо зарекомендовал себя в полевом кормопроизводстве при одновидовом посеве и в смеси с клевером луговым, а также в луговодстве в качестве одного из компонентов при создании культурных и улучшении естественных сенокосов и пастбищ (Сорта сельскохозяйственных культур селекции СФНЦА РАН и НГАУ, 2021).

Овсяница луговая, сорт Мечта. Оригинатор – СибНИИСХиТ – филиал СФНЦА РАН. Включен в Госреестр в 2000 г. по Западно–Сибирскому и Дальневосточному регионам. Зимостойкий, засухоустойчивый, быстро отрастает весной и после скашивания, отличается высокой отавностью. Среднеустойчив к полеганию, грибным болезням. Урожайность зеленой массы достигает 33,0, сена 8,0 т/га, семян – 400 кг/га. В травостое сохраняется до 6–8 лет, в благоприятных условиях – до 10–12 лет. Хорошо зарекомендовал себя в полевом кормопроизводстве, луговодстве. (Сорта сельскохозяйственных культур селекции СФНЦА РАН и НГАУ, 2021).

Райграс пастбищный, сорт ВИК 66. Оригинатор – ФНЦ «ВИК им. В.Р. ВИЛЬЯМСА». Включен в Госреестр в 1990 г. по Северо-Западному, Центральному, Волго-Вятскому регионам. Зимостойкий, засухоустойчивый, пригоден для трехукосного сенокосного использования. Отличается высокой отавностью, быстро отрастает после стравливания. Слабо поражается ржавчиной, мучнистой росой, снежной плесенью. Урожайность сена достигает 11,0 т/га, семян – 600–800 кг/га. В травостое сохраняется до 6–8 лет, в благоприятных условиях – до 10–12 лет. Хорошо зарекомендовал себя в полевом кормопроизводстве, луговодстве. (Сорта кормовых культур…, 2019).

Кострец безостый, сорт СибНИИСХоз 189. Оригинатор – Сибирский НИИСХ. Включен в Госреестр в 1957 г. по Уральскому, Западно–Сибирскому, Восточно–Сибирскому регионам. Зимостойкий, засухоустойчивый и пластичный сорт, урожайный во всех зонах Сибири. Травостой плотный, равномерно развитый, высокий, корневища короткие. Наличие большого количества удлиненных, хорошо

облиственных стеблей повышает качество зеленого корма и сенажа. Быстро отрастает весной и после скашивания. Урожайность сена колеблется от 2,5 до 8,6 т/га (при орошении) за первый и от 0,9 до 4,6 т/га за второй укос, семян – до 250–750 кг/га. В травостое держится 7–8 лет, на поймах – до 12 лет. Хорошо растет на солонцах и торфяно–болотных почвах после осушения (Казанцев В.П., 2002; Агротехнологии производства кормов в Сибири, 2013).

Люцерна изменчивая пестрогибридного сортотипа, сорт Тулунская. Оригинатор – Тулунская ГСС, СибНИИРС. Включен в Госреестр в 1979 г. по Западно–Сибирскому региону. Вегетационный период от начала весенней вегетации до первого укоса составляет 65–79 дней. Быстро отрастает весной и после укосов, за лето дает два укоса. Средняя урожайность зеленой массы за 4 цикла составляет 36 т/га, сена – 7,3 т/га. Зимостойкий, устойчив к весенним и осенним заморозкам, засухоустойчив, содержание сырого протеина в зеленой массе в отдельные годы достигает 17,5% (Сайт СибНИИРС – филиал ИЦиГ СО РАН [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://sibniirs.ru/tulunskaya-gibrid/?ysclid=lq0987pjpw634124520 (дата обращения: 11.12.2023).

Люцерна изменчивая пестрогибридного сортотипа, сорт Вега 87. Оригинатор – ФНЦ «ВИК им. В.Р. ВИЛЬЯМСА». Включен в Госреестр в 1988 г. по Северному, Северо–Западному, Центральному, Волго–Вятскому, ЦЧО, Северо–Кавказскому, Средневолжскому, Нижневолжскому, Уральскому, Западно–Сибирскому, Восточно–Сибирскому и Дальневосточному регионам. Зимостойкость высокая, засухоустойчивость выше средней, быстро отрастает после укосов. Устойчив к полеганию и корневым гнилям. Урожайность сухой массы 10–11 т/га, семян в Нечерноземной зоне 250–300 кг/га, в лесостепной и степной зонах – до 800 кг/га. В 1 кг сухого вещества в фазе бутонизации содержится 0,85–0,88 к. ед., 11,8–12,1 МДж, 167–180 г переваримого протеина (Сайт ФНЦ «ВИК им. В.Р.Вильямса» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.vniikormov.ru/sorta/katalog-sortov-kormovykh-kultur-3.php?ysclid =lq4l4g6p1i383412497 (дата обращения: 14.12.2023).

Клевер луговой, сорт СибНИИК 10. Оригинатор – СибНИИ кормов СФНЦА РАН. Включен в Госреестр в 1993 г. по Западно–Сибирскому и Дальневосточному регионам. Сорт одноукосного типа, имеет многостебельный (45–65 стеблей) полупрямостоячей формы куст высотой до 83 см. Облиственность стебля до 67%. Продолжительность вегетационного периода от весеннего отрастания до укосной спелости (начало цветения) 72 дня, до созревания – 120 дней. Цветение дружное. Зимостойкость 94% (у стандарта 84%). Устойчивость к вредителям и болезням высокая. Средняя урожайность зеленой массы 33,4 т/га, семян 310 кг/га (Сорта селекции СибНИИК, 2010; Агротехнологии производства кормов в Сибири, 2013; Полюдина Р.И., 2017).

Эспарцет песчаный, сорт СибНИИК 30. Оригинатор – СибНИИ кормов СФНЦА РАН. Включен в Госреестр в 1991 г. по Западно–Сибирскому и Восточно–Сибирскому регионам. Зимостойкий, засухоустойчивый, пригодный для сенокосного и пастбищного использования. Высота стебля до 100 см, облиственность до 69%, равномерная. Куст прямостоячий с 10–15 стеблями. Средняя урожайность за годы испытания: зеленой массы – 26,4 т/га, сена – 6,4, семян 810 кг/га. Содержание протеина в сухом веществе 16,1, клетчатки – 34,6%. Период от начала весенней вегетации до 1-го укоса 48–58 дней, до созревания семян – 103–110 дней. (Сорта селекции СибНИИК, 2010; Агротехнологии производства кормов в Сибири, 2013).

Галега восточная, сорт Горноалтайский 87. Оригинатор – Алтайский НИИЗиС. Включен в Госреестр в 1992 году по Северному, Северо–Западному, Центральному, Волго–Вятскому, ЦЧО, Северо–Кавказскому, Средневолжскому, Нижневолжскому, Уральскому, Западно–Сибирскому, Восточно–Сибирскому и Дальневосточному регионах. Корневая система мощная корнеотпрыскового типа, проникающую на глубину 60–70 см. Куст состоит из прямостоячих стеблей высотой 100–140 см и выше, которые имеют 8–14 междоузлий. Хорошо произрастает на черноземах, серых лесных и дерново-подзолистых почвах со слабокислой и нейтральной реакцией. Сорт выдерживает 10–20–дневное затопление полыми водами и отличается очень высокой зимостойкостью,

переносит зимние морозы до –45 °С (Возделывание козлятника восточного…, 2000, Казанцев В.П., 2002). За два укоса формирует урожай зеленой массы 27,0–32,0 т/га, семян – 500–707 кг/га (Агротехнологии производства кормов в Сибири, 2013, Нагибин А.Е., 2018). В 100 кг зеленой массы содержится 24 к. ед., 3,3 кг. переваримого протеина; в сене – 56,3 к. ед. и 16,8 кг; в силосе – 24,0 к. ед. и 4,2 кг соответственно. Высокое качество кормов из этой культуры обусловлено хорошей облиственностью стеблей (60–80%) (Коломейченко В.В., 2015). В одновидовом травостое продуктивное долголетие сохраняется 10–15 лет, в травосмесях со злаковыми травами – 5–7 лет (Казанцев В.П., 2002).

Фестулолиум, сорт Изумрудный. Оригинатор – ГНУ Уральский НИСХ Россельхозакадемии. Включен в Госреестр в 2000 г. по всем регионам РФ. Гексаплоидный сорт. Морфологически близок к овсянице тростниковой. Куст слегка раскидистый, высокий, узлы темно–зеленые, облиственность высокая. При трехукосном использовании урожайность зеленой массы составляет 30,6–45,0 т/га, сухого вещества 6,6–9,0, семян 500–700 кг/га. Содержание протеина в зеленой массе 15%, клетчатки – 27 %, что позволяет использовать сорт для получения сена, сенажа и силоса. Не полегает, семена не осыпаются (Переправо Н.И., 2012).

Суданская трава, сорт Новосибирская 84. Оригинатор – СибНИИ кормов СФНЦА РАН. Включен в Госреестр в 1996 г. по Уральскому и Западно–Сибирскому регионам. Куст прямостоячий. Стебель цилиндрический, гладкий, высотой 240–260 см. Кустистость средняя (2–4 стебля). Облиственность до 40%. Средняя урожайность зеленой массы первого укоса составляет 199, семян – 22,6 ц/га. В благоприятные годы урожайность зеленой массы за два укоса достигает 475 ц/га, семян – 32 ц/га. Вегетационный период 100–110 дней. Не полегает. Пригоден к механизированной уборке. Устойчив к засухе, засолению почвы (Сорта сельскохозяйственных культур селекции СФНЦА РАН и НГАУ, 2021).

Рапс яровой, сорт СибНИИК 21. Оригинатор – СибНИИ кормов СФНЦА РАН. Включен в Госреестр в 1999 г. по Западно–Сибирскому региону. Растение полусомкнутое, высотой 115 см. Высота прикрепления нижних ветвей 19 см, нижних стручков 45 см. Вегетационный период от полных всходов до созревания

93 дня, относится к среднеспелой группе. Число дней от полных всходов до полного цветения – 33, продолжительность цветения – 22 дня. Средняя урожайность зеленой массы составляет 283 ц/га, семян 18,2 ц/га. Засухоустойчивость и полегаемость на уровне стандарта. Пригоден к механизированной уборке (Сорта сельскохозяйственных культур селекции СФНЦА РАН и НГАУ, 2021).

Просо посевное, сорт Баганское 88. Оригинатор – СибНИИРС – филиал ИЦиГ СО РАН, Северо–Кулундинский отдел СибНИИ кормов СФНЦА РАН. Включен в Госреестр в 1994 г. по Западно–Сибирскому региону. Имеет сжатую метелку, стебель толстый, прочный, полый. Средняя урожайность зерна составляет 45,7 ц/га. Вегетационный период 87 дней. Содержание белка 10,5%. Отличается устойчивостью к засухе, пыльной головне, полеганию (Сорта сельскохозяйственных культур селекции СФНЦА РАН и НГАУ, 2021).

Овес яровой, сорт Краснообский. Оригинатор – СибНИИ кормов СФНЦА РАН. Включен в Госреестр в 1991 г. по Западно–Сибирскому региону. Имеет полусжатую светло–желтую метелку, прочную соломину. Средняя урожайность зерна составляет 42,5 ц/га. Устойчив к полеганию, скороспелый, вегетационный период 76–80 дней. Не поражается пыльной и твердой головней, поражение корончатой ржавчиной составляет 1–3% (Сорта сельскохозяйственных культур селекции СФНЦА РАН и НГАУ, 2021).

Озимая рожь, сорт Бухтарминская. Оригинатор – СибНИИ кормов СФНЦА РАН. Включен в Госреестр в 19921 г. по Западно–Сибирскому региону. Куст прямостоячий, стебель высокий (120–150 см), темно–зеленый, неопушенный, облиственность высокая (44%). Листья ланцетовидные, длиний 20–40 см и шириной 0,4–1,0 см. Колос белый, призматический, длиной 5–7 см, рыхлый, остистый. Масса 1000 зерен 23,5 г. Вегетационный период 327 дней, от начала весенней вегетации до укосной спелости – 45 дней. Урожайность зеленой массы достигает 318 ц/га. Сорт зимостойкий, пригоден к механизированной уборке (Сорта сельскохозяйственных культур селекции СФНЦА РАН и НГАУ, 2021).

2.4. Агротехника и схема опытов

При закладке опытов с многолетними травами основную обработку почвы осуществляли плугом ПН-3-35 на глубину 20–22 см. Ранневесеннее закрытие влаги проводили зубовыми боронами БЗТС-1,0 в два следа, выравнивание поля – боронованием по диагонали к основной обработке. Предпосевная обработка осуществлялась культиватором КПС-4,2 с боронованием и прикатыванием кольчатыми катками ЗККШ-6 до и после посева.

Посев покровных кормовых культур проводили сеялкой СН-16 на глубину 4–6 см, многолетних трав на глубину 2–6 см. Для посева использовались семена репродукции не ниже элиты. Повторность опытов 4-х кратная. Расположение вариантов систематическое. Посевная площадь делянок 32–40 м^2 в зависимости от опыта.

Учет урожайности зеленой массы проводили комбайном Е-281, оборудованным приемным бункером с весовым устройством в сроки, согласно схеме опытов.

Полевые исследования проводили в шести опытах, развернутых во времени на типичной для зоны почве.

Опыт 1. Эффективность минерального азотного удобрения и боронования при возделывании костреца безостого на кормовые цели.

1. Без боронования.
2. Боронование тяжелыми зубовыми боронами поперек посева весной в начале вегетации со второго года жизни (далее – БЗТС-1).
3. Боронование игольчатыми боронами, работающими поперек посева в пассивном варианте при угле атаки рабочих органов близком к максимальному – 12 ° весной в начале вегетации со второго года жизни (далее – БИГ-3 (П)).
4. Боронование трав игольчатыми боронами БИГ-3, работающими поперек посева в активном варианте при среднем угле атаки рабочих органов 8 ° весной, в начале вегетации с третьего года жизни. На второй год жизни боронование зубовыми боронами (далее – БИГ-3 (А)).

Опыт заложен на двух фонах – без внесения азотных удобрений и при внесении азотного удобрения (N_{90}) со второго года жизни весной в начале отрастания (далее – внесение N_{90}). Скашивание костреца безостого на зеленый корм проводили в начале цветения.

Посевная и учетная площадь делянки 32 м^2. Размещение вариантов систематическое в четыре яруса. Повторность опыта в пространстве – 4-кратная. Предшественник – овес, вторая культура после пара. Исследования проводились в 2000–2002 гг. на посеве 1998 года.

Опыт 2. Влияние срока внесения «стартовых» доз азотного удобрения на продуктивность люцерны изменчивой.

1. Без внесения азотного удобрения (Контроль) (далее – Без внесения).
2. Внесение N_{30} весной в начале отрастания (далее – Весной).
3. Внесение N_{30} через 1 день после первого укоса (далее – После первого укоса через 1 день).
4. Внесение N_{30} через 7 дней после первого укоса (далее – Через 7 дней).
5. Внесение N_{30} через 14 дней после первого укоса (далее – Через 14 дней).
6. Внесение N_{30} через 21 день после первого укоса (далее – Через 21 день).
7. Внесение N_{30} весной + N_{30} через 14 дней после первого укоса (далее – Весной + через 14 дней после первого укоса).
8. Внесение N_{30} после второго укоса (далее – Осенью).

Удобрение (аммиачная селитра) вносили вразброс с последующей заделкой зубовой бороной БЗТС-1. Посевная и учетная площадь делянки 32 м^2. Размещение вариантов систематическое в четыре яруса. Повторность в пространстве – 4-кратная. Предшественник – овес, вторая культура после пара. Исследования проводились в 2000, 2001 г. на посеве 1998 года.

Опыт 3. Продуктивность многолетних трав и качество корма в зависимости от срока скашивания.

Сроки скашивания в I укосе:

1. Стеблевание (у злаковых – выход в трубку).
2. Бутонизация (у злаковых – выметывание).

3. Начало цветения.
4. Полное цветение.
5. Через 5 дней после полного цветения.
6. Через 10 дней после полного цветения.
7. Через 15ней после полного цветения.
8. Через 20 дней после полного цветения.

Сроки скашивания во II укосе: 25 августа или 25 сентября; второй укос убирали в период бутонизация – начало цветения. Если отава достигла фазы начало цветения раньше 25 августа, то ее скашивали в фактическую дату; если отава не достигла фазы бутонизация до 25 августа, то ее скашивали 25 сентября; если отава не достигла фазы бутонизация до 25 сентября, то ее не скашивали.

Внесение минерального азотного удобрения: люцерна изменчивая, эспарцет песчаный, клевер луговой – N_0, кострец безостый – N_0 и N_{60+30}.

Травы высевались 18 мая рядовым способом сеялкой СЗТ-3,6 под покров овса Краснообский. Норма высева люцерны изменчивой, эспарцета песчаного, клевера лугового и костреца безостого составляла – 8 млн./га, овса – 3 млн./га всхожих семян.

Покровная культура в фазу выметывания убрана на зеленый корм. После уборки покровной культуры поперек рядков трав нарезали делянки длиной 5, шириной 2 м. Учетная площадь делянки 10 м^2, зеленую массу убирали вручную после скашивания косой. Размещение вариантов опыта систематическое в один ярус (кострец безостый в два яруса). Повторность опыта – 4-кратная. Предшественник – овес, вторая культура после пара. Исследования проводились на посеве 2003 и 2004 года в 2003–2006 гг.

Опыт 4. Влияние нетрадиционных покровных культур и срока посева на рост, развитие растений и продуктивность травостоя многолетних трав.

Изучались три срока посева многолетних трав: весенний (с 15 по 25 мая) под покров суданской травы, летний (с 10 по 20 июня) под покров смеси суданской травы с рапсом яровым и проса с рапсом яровым, позднелетний (с 10 по 20 июля) под покров рапса ярового, смеси овса с рапсом яровым и озимой ржи. При весеннем

сроке посева скашивание суданской травы на зеленый корм или сено проводили в фазе выметывание, при летнем сроке посева скашивание рапса ярового на сенаж или силос – в начале плодообразования, при позднелетнем – в начале цветения, озимой ржи на зеленый корм – весной следующего года в фазе колошения.

Норма высева люцерны изменчивой Тулунская – 8 млн./га, клевера лугового СибНИИК 10 – 8 млн./га, эспарцета песчанного СибНИИК 30 – 8 млн./га, галеги восточной Горноалтайская 87 – 2 млн./га, костреца безостого СибНИИСХоз 189 – 8 млн./га всхожих семян. Семена галеги восточной перед посевом инокулировали Ризоторфином (микробный симбионт *Rhizobium galegae*). Нормы высева покровных культур уменьшены на 30% от рекомендуемых для зоны возделывания. Покровные смеси однолетних трав подобраны таким образом, что в случае засухи или обилия осадков один из компонентов с большой вероятностью сформировал высокий урожай: при недостатке влаги – засухоустойчивые суданская трава и просо, при избытке влаги – рапс яровой.

Посевная и учетная площадь делянки составляла 40 м^2. Размещение вариантов систематическое в четыре яруса. Повторность опыта в пространстве – 4-кратная, во времени – 3-кратная (2006, 2007, 2008 г.). Предшественник – овес, вторая кульура после пара. Исследования проводились в 2006–2010 гг.

Опыт 5. Влияние агротехнологических приемов обработки дернины старовозрастных травостоев многолетних трав на рост, развитие и продуктивность пластовой культуры.

1. Вспашка плугом ПЛН-3-35 (далее – Вспашка (контроль)).

2. Обработка дернины БДТ-3 в два следа осенью (далее – БДТ-3 осенью).

3. Обработка дернины фрезой ФБН в 2 следа осенью (далее – ФБН осенью).

4. Обработка дернины гербицидом сплошного действия (глифосата кислота 4,5 л/га) осенью с последующей обработкой БДТ-3 весной в два следа (далее – Гербицид осенью + БДТ-3 весной).

5. Обработка дернины БДТ-3 весной в два следа (далее – БДТ-3 весной).

Опыт представлен тремя закладками во времени: в 2014 году – на старовозрастном посеве костреца безостого 7–го года хозяйственного

использования (90% костреца, 4% виды клевера, 6% многолетние сорняки), в 2015 году – на травостое костреца безостого 12–го года жизни (80% кострец и мятлик, 1% люцерна и клевер, 19% многолетние сорняки), в 2016 году – на злаково–бобовом травостое костреца безостого с люцерной 7–го года жизни (79% кострец, 15% люцерна, 6% многолетние сорняки). Общая площадь делянки 288 м^2, учетная – 25 м^2. Повторность опыта – 3-кратная. Пластовую культуру (овес Краснообский) в 2014 г. высевали 30 мая, в 2015 г. 13 мая, в 2016 г. 6 мая. Исследования проводились в 2014–2016 гг. Учет урожая зеленой массы овса проходили в начале выметывания: в 2015 г. – 21 июля, в 2016 г. – 3 августа, в 2014 г. – 6 августа. На зерно в фазе полной спелости: в 2014 г. – 10 августа, в 2015 г. – 5 августа, в 2016 г. – 7 августа.

Опыт 6. Сравнительная урожайность основных многолетних злаковых трав.

1. Фестулолиум.
2. Овсяница луговая.
3. Райграс пастбищный.
4. Кострец безостый.
5. Тимофеевка луговая.

Повторность опыта 4-кратная. Расположение вариантов систематическое. Посевная площадь делянок 40 м^2, учетная 3 м^2 вручную. Посев производился во второй декаде июля. Предшественник – пар.

Норма высева фестулолиума – 8 млн./га, овсяницы луговой – 10, райграса пастбищного – 10, костреца безостого – 6, тимофеевки луговой – 18 млн./га. Ширина междурядий – 15 см. Исследования проводились на посеве 2019 года в 2020–2021 гг.

Опыт 7. Возделывание многолетних бобовых трав в смешанных посевах с фестулолиумом на корм.

1. Люцерна изменчивая (одновидовой посев) (далее – Л).
2. Клевер луговой (одновидовой посев) (далее – К).
3. Эспарцет песчаный (одновидовой посев) (далее – Э).

4. Фестулолиум (одновидовой посев) (далее – Ф).

5. Люцерна изменчивая 3 ряда + фестулолиум 1 ряд (совместный посев) (далее – Л + Ф (совместный)).

6. Люцерна изменчивая + фестулолиум (смешанный посев) (далее – Л + Ф (смешанный)).

7. Клевер луговой 3 ряда + фестулолиум 1 ряд (совместный посев) (далее – К + Ф (совместный)).

8. Клевер луговой + фестулолиум (смешанный посев) (далее – К + Ф (смешанный)).

9. Эспарцет песчаный 3 ряда + фестулолиум 1 ряд (совместный посев) (далее – Э + Ф (совместный)).

10. Эспарцет песчаный + фестулолиум (смешанный посев) (далее – Э + Ф (смешанный)).

Повторность опыта 4-кратная. Расположение вариантов систематическое с двукратным повторением во времени. Посевная площадь делянок 36 м^2, учетная 3 м^2 вручную. Посев производился во второй декаде июля. Предшественник – овес, вторая культура после пара.

Норма высева фестулолиума в одновидовом посеве 8 млн./га, в совместном посеве – 2 млн./га, в смешанном посеве – 4 млн./га. Норма высева люцерны, клевера и эспарцета 6 млн./га в одновидовом посеве; в совместном посеве – 4,5 млн./га; в смешанном посеве – 3 млн./га. Ширина междурядий – 15 см. Аммиачную селитру марки Б вносили в дозе 30 и 60 кг. д.в./га весной перед началом отрастания трав вразброс с последующей заделкой зубовой бороной БЗТС-1,0. Исследования проводились на посевах 2019 и 2020 года в 2019–2023 гг.

2.5. Методика проведения исследований

В опытах проводили следующие учеты и наблюдения.

Фенологические наблюдения (во всех опытах) проводились в четырех местах делянки по 10 типичным растениям. Отмечались основные фазы развития

растений: всходы, возобновление и окончание вегетации, ветвление, кущение, выход в трубку, стеблевание, бутонизация, выметывание, цветение (Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами, 1997).

В качестве показателя условий увлажнения применяли гидротермический коэффициент (ГТК) Г.Т. Селянинова (1937). Оценку уровня влагообеспеченности растений проводили по значениям ГТК по шкале, предложенной Ю.П. Переведенцевым (2012), где:

> 1,5 Избыточная

1,5 – 1,41 Повышенная

1,40 – 1,11 Оптимальная

1,10 – 0,76 Недостаточная

0,75 – 0,61 Слабая засуха (низкая)

0,60 – 0,41 Средняя засуха

0,40 – 0,21 Сильная засуха

< 0,21 Очень сильная засуха

Учет урожайности зеленой массы (опыты 1–4) проводили комбайном Е-281 с весовым устройством сплошным методом со всей площади делянки (Доспехов Б.А., 2014). В опыте 5–7 урожайность определяли вручную на каждой делянке по методике полевых опытов с кормовыми культурами ВНИИ кормов имени В.Р. Вильямса (1971).

Определение содержания сухого вещества (во всех опытах) осуществляли по средней пробе, которая отбиралась в полиэтиленовый мешок с двух несмежных повторностей каждого варианта массой не менее 500 г. Для анализа навеску не менее 50 г в трех повторностях высушивали в термостате при +105 °С в течение 6–8 часов до постоянной массы и взвешивали с точностью до 0,01 г. (Доспехов Б.А., 2014).

Концентрацию сахара в корнях (опыт 7) определяли в первый год жизни растений по окончании вегетационного периода. Корни отбирали методом прикопки с двух несмежных повторностей на глубину 0–30 см, затем отмывали на сите диаметром 1 мм, высушивали до воздушно–сухого состояния,

размалывали и передавали на анализ в лабораторию биохимии СибНИПТИЖ СФНЦА РАН (ГОСТ 26176–91, 1993).

Для определения зоотехнического состава кормов (опыты 1–4, 6, 7) пробы измельчали на отрезки длиной 1–2 см, высушивали до постоянной массы и размалывали на мельнице до образования травяной муки. Определение содержания в растительных образцах азота, фосфора, сырого протеина, жира, клетчатки, БЭВ, фосфор проведены в лаборатории биохимии СибНИПТИЖ СФНЦА РАН по соответствующим ГОСТам.

Содержание нитратного азота в 0–40 см в слое почвы (опыты 1, 2) определяли весной в начале вегетации, после внесения удобрений и проведения укосов – усовершенствованным дисульфеноллоовым методом (Иодко С.Л., Шарков И.Н., 1994) в лаборатории плодородия почв СибНИИЗиХ СФНЦА РАН.

Измерение высоты растений проводили перед укосами I и III повторений опытов по диагонали делянок на 25 растениях. Высота измерялась от поверхности почвы до наиболее длинного из верхних листьев. В год посева высота растений измерялась в конце вегетации перед уходом травостоя в зиму (Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами, 1997).

Определение массы побега проводили во время укоса. На двух несмежных повторениях каждого варианта срезали растения на высоте 8–10 см (не менее 500 г). Из пробы брали 50 растений бобовых трав, 100 – злаковых, взвешивали и делили на количество растений (Доспехов Б.А., 2014).

Влажность почвы определяли термостатно – весовым методом. Пробы отбирали в середине междурядья послойно через каждые 10 см на глубину 1 м в 3-кратной повторности перед посевом и уходом в зиму, в начале, конце вегетационного периода и перед укосами (Доспехов Б.А., 2014).

Учет густоты всходов проводили на двух повторностях по диагонали делянки 3-кратно на постоянных площадках по два рядка длиной 83 см при появлении полных всходов, перед уходом травостоев в первую зиму и весной в год пользования для определения их приживаемости и сохранности (Методика

государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур Госкомиссия по сортоиспытанию с.–х. культур, 1971).

Учет густоты травостоя на всех повторностях по диагонали делянки в 3-кратной повторности на площадках по два рядка длиной 83 см (0,25 м^2). В год посева перед уходом в зиму учитывали количество побегов, в годы пользования – количество побегов на 1 м^2 путем наложения по диагонали делянки рамки (100х100 см) в трехкратной повторности (Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами, 1997).

Учет засоренности (во всех опытах) проводили перед укосом. Определяли их видовой состав и массовую долю в урожае. Отбор образцов проводили по диагонали варианта в трехкратной повторности с площади 1 м^2 (Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур Госкомиссия по сортоиспытанию с.–х. культур, 1971).

Определение освещенности посевов проводили прибором Люксметр LuxLiner LME–30 (Metron X, Russia).

Оценку биологической эффективности (опыт 4, 7) смешанных посевов проводили с помощью критеря «отношение земельных эквивалентов» (LER), «коэффициента конкурентоспособности» (CR) и «коэффициента агрессивности» (CA) (Ламан Н.А., 1996). Эти показатели рассчитывали по следующим формулам:

$$LER = (Y_{AB}/ Y_{AA}) + (Y_{BA}/ Y_{BB}), \quad (1)$$

где LER – отношение земельных эквивалентов;

Y_{AB} – урожайность культуры A в смешанном посеве с культурой B, т/га;

Y_{BA} – урожайность культуры B в смешанном посеве с культурой A, т/га;

Y_{AA} и Y_{BB} – урожайность соответственно культур A и B в чистом посеве, т/га.

$$CR_{AB} = (LER_A : LER_B)\times(Z_{BA} : Z_{AB}),\ CR_{BA} = (LER_B : LER_A)\times(Z_{AB} : Z_{BA}), \quad (2)$$

где CR_{AB}– коэффициент конкурентоспособности культуры A в смеси с культурой B;

CR_{BA} – коэффициент конкурентоспособности культуры В в смеси с культурой A;

Z_{AB} и Z_{BA}– соотношение культур A и B в смеси, %.

$$СА_{АВ} = Y_{AB} : (Y_{AA} \times Z_{AB}) - Y_{BA} : (Y_{BB} \times Z_{BA}), \quad (3)$$

где СА – коэффициент агрессивности культуры *A* в смешанном посеве с культурой *B*;

Y_{AB} – урожайность на единицу площади культуры А в смешанном посеве с культурой *B*;

Y_{AA} – урожай на единицу площади культуры *A* в чистом посеве; Z_{AB} и Z_{BA} – соотношение культур *A* и *B* в смеси, %.

Определение ярусности бобовых культур (опыт 7) проводили перед укосами. Для этого с каждого варианта опыта отбирали по 10 типичных растений, с которых снимали листья через каждые 10 см и взвешивали на весах с точностью до 0,01 г.

Определение кормопротеиновых единиц (КПЕ) рассчитывали по формуле (Кормопроизводство, 2006):

$$КПЕ = У (Ке + 10 \times Пп) / 2, \quad (4)$$

где КПЕ – выход кормопротеиновых единиц с 1 га, ц;

У – урожайность кормовой культуры, ц/га;

Ке – содержание кормовых единиц в 1 ц корма;

Пп – содержание переваримого протеина в 1 ц корма, ц;

10 и 2 – коэффициенты.

Биоэнергетическая оценка проводилась путем подсчета энергии, накопленной урожаем, и затрат совокупной энергии на возделывание сельскохозяйственных культур. Коэффициент энергетической эффективности (КЭЭ) – отношение накопленной в урожае энергии к затраченной на его производство. При значении показателя менее 1,0 – эффективность отсутствует, от 1 до 3 – низкая, от 3 до 5 – средняя, от 5 до 10 – высокая, более 10 – очень высокая (Методическое пособие по агроэнергетической и экономической … 2000).

Экономическая оценка эффективности агротехнологических приемов возделывания многолетних трав и их смесей рассчитывалась в соответствии с общепринятыми методиками (Пронин В.М., 2008). При подсчете экономической эффективности возделывания трав за основу брались цены 2023 г.: стоимость зеленой массы покровных культур 500 руб./тонна, стоимость горючего 45 руб./кг,

стоимость семян суданской травы 35 руб./кг, ярового рапса и проса – 35, овса и озимой ржи – 14, костреца безостого и люцерны изменчивой – 200, эспарцета песчанного – 35, клевера лугового – 250, галеги восточной – 130 руб./кг. Рассчеты затрат на проведение технологических операций и подсчет условно чистого дохода от продажи полученной продукции осуществляли через перевод кормовых единиц в денежное выражение. Стоимость 1 т кормовой единицы соответствовала стоимости 1 т зерна овса – 10000 рублей.

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., 2009) и «Microsoft Office Excel 2007» и «Statistica-8».

ГЛАВА 3. РОЛЬ НЕТРАДИЦИОННЫХ ПОКРОВНЫХ КУЛЬТУР И СРОКОВ ПОСЕВА В ФОРМИРОВАНИИ ВЫСОКОПРОДУКТИВНОГО ТРАВОСТОЯ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ В СИСТЕМЕ АДАПТИВНОГО КОРМОПРОИЗВОДСТВА В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

3.1. Рост и развитие растений покровных культур и многолетних трав

Создание смешанных посевов играет важную роль в улучшении микроклимата агроценозов и рассматривается как более рациональное использование естественных и антропогенных ресурсов окружающей среды в адаптивном кормопроизводстве. Одним из подходов к решению этой задачи при возделывании многолетних трав является использование новых (нетрадиционных) покровных культур и их смесей при посеве в различные сроки.

Посев многолетних трав под покров считается эффективным средством борьбы с сорняками. Одни авторы (Сафин Х.М., 2009; Егорова Г.С., 2010) отмечают, что за счет большей энергии первоначального роста, покровные культуры подавляют сорняки, не дают им полноценно развиваться и завязать семена, другие (Фигурин В.А., 2013), наоборот, указывает на преимущество медленно растущих покровных культур из–за меньшего угнетения роста и развития трав.

Наши исследования показали, что наименьшая засоренность в опыте (56–95 шт./м^2 или 150–182 г/м^2) отмечена при позднелетнем сроке посева под покров озимой ржи, рапса ярового и его смеси с овсом, наибольшая (332–382 шт./м^2 и 1235–1314 г/м^2 соответственно) – при летнем сроке посева под покров смесей суданской травы или проса с рапсом яровым (таблица 2). При позднелетнем сроке посева в среднем за годы исследований выявлена максимальная (85–97%) сохранность покровных культур к уборке (приложение 3). Между густотой стояния растений рапса ярового и засоренностью выявлена отрицательная связь (r = –0,99). Регрессионный анализ показал, что увеличение густоты рапса ярового (y)

Таблица 2 – Засоренность посевов в зависимости от покровной культуры и срока посева

Покровная культура (срок посева)	2006 г.	2007 г.	2008 г.	Среднее
Количество сорняков, шт./м^2				
Суданская трава (весенний)	142	160	110	138
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	450	398	298	382
Просо с рапсом яровым (летний)	473	312	212	332
Рапс яровой (позднелетний)	112	92	82	95
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	63	51	55	56
Озимая рожь (позднелетний)	77	54	51	61
$НСР_{05}$	55	70	21	
Масса сорняков, г/м^2				
Суданская трава (весенний)	312	340	1840	831
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	1125	795	1785	1235
Просо с рапсом яровым (летний)	1182	930	1830	1314
Рапс яровой (позднелетний)	235	170	140	182
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	182	80	189	150
Озимая рожь (позднелетний)	200	170	170	180
$НСР_{05}$	75	115	122	

при позднелетнем сроке посева на 10 шт./м^2 снижало засоренность (x) на 20 шт./м^2 (уравнение 5):

$$y = –1{,}9429\,x + 328{,}89,\ R^2 = 0{,}996. \qquad (5)$$

Одним из показателей, определяющим состояние компонентов в травостое, является коэффициент конкурентоспособности (CR), показывающий насколько культурам благоприятно развиваться в агрофитоценозе. В среднем за годы исследований, при весеннем и позднелетнем сроках посева преимущественная конкурентоспособность CR сорняков (2,6–75,5) была значительно выше, чем у покровных культур (1,1–6,8), что связано с понижением температуры воздуха и низким приростом их биомассы. При летнем посеве показатели конкурентоспособности (соответственно 2,23 и 2,16) имели близкие значения (приложение 4).

Урожайность зеленой массы покровных культур при весеннем сроке посева изменялась по годам от 18,72 до 29,96 т/га и составила в среднем 23,17 т/га, при летнем – повысилась на 13–14% до 26,10–26,35 т/га, при позднелетнем сроке –

снизилась на 27–47% до 12,27–16,81 т/га (таблица 3). Озимая рожь убрана на следующий год в фазе колошения с урожайностью 27,86 т/га, что было максимальным показателем из всех покровных культур.

Таблица 3 – Урожайность зеленой массы покровных культур в зависимости от срока посева, т/га

Покровная культура (срок посева)	2006 г.	2007 г.	2008 г.	Среднее
Суданская трава (весенний)	18,72	20,82	29,96	23,17
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	24,96	20,39	32,96	26,10
Просо с рапсом яровым (летний)	27,92	20,41	30,72	26,35
Рапс яровой (позднелетний)	16,15	6,12	14,54	12,27
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	22,23	6,52	21,67	16,81
Озимая рожь (позднелетний)	30,80	26,91	25,86	27,86
$НСР_{05}$	2,70	2,52	1,75	2,56
Доля влияния факторов и их взаимодействия (%): покров 14, год 37, покров × год 44.				

Выявлена сильная положительная связь урожайности зеленой массы суданской травы весеннего срока посева с ГТК вегетации (r = 0,80), отрицательная – с суммой температур (r = –0,81) (таблица 4). При летнем посеве положительное влияние на урожайность смеси проса с рапсом яровым оказывали условия увлажнения (r = 0,80), отрицательное – сумма температур (r = –0,99), при позднелетнем – сумма температур и осадков за вегетационный период (r = 0,82…0,84).

Таблица 4 – Корреляция (r) урожайности зеленой массы покровных культур с метеорологическими показателями вегетационного периода (2006–2008 гг.)

Покровная культура (срок посева)	Осадки	Сумма температур	Гидротермический коэффициент
Суданская трава (весенний)	0,51*	–0,81**	0,80**
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	–0,38	–0,13	–0,34
Просо с рапсом яровым (летний)	0,80**	–0,99**	0,83**
Рапс яровой (позднелетний)	–0,59**	0,83**	0,80**
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	–0,56*	0,82**	0,79**
Озимая рожь (позднелетний)	0,84**	–0,55*	0,83**
*,**– связь существенна на 5%-м, 1%-м уровне значимости, n=18			

При посеве под покров культур отмечено значительное снижение освещенности многолетних трав, что оказывало существенное влияние на их рост,

развитие и дальнейшую продуктивность. Контрольное измерение показателя вне посева выявило максимальное значение в опыте (97700 люкс), которое в подпокровном посеве понизилось в 90 раз до минимального (1084 люкс) в травостое с суданской травой, максимального (4070 люкс) – под покровом смеси овса с рапсом яровым (таблица 5, рисунок 1). Аналогичные показатели получены в исследованиях Е.Е. Борисовой (2020).

Таблица 5 – Освещенность растений многолетних трав при посеве под покров различных культур, люкс (2008 г.)

Вариант	Высота измерения, см от уровня почвы			
	0	20	40	60
Контроль (фоновое измерение)	–	97700	–	–
Суданская трава	866	1084	1750	3828
Рапс яровой с суданской травой (просом)	1097	1143	1474	1884
Овес с рапсом яровым	2691	4070	8783	14913



Рисунок 1 – Растения эспарцета песчаного (слева) и костреца безостого (справа) под покровом суданской травы. 20 июня 2006 г.

Проведенный анализ густоты стояния покровных культур позволил оценить их влияние на густоту всходов многолетних трав и сохранность растений осенью (таблица 6, приложения 5–7). В среднем по срокам посева наименьшее количество

Таблица 6 – Густота стояния и сохранность растений многолетних трав в первый год жизни в зависимости от покровной культуры и срока посева (среднее за 2006–2008 гг.)

Покровная культура	Подпокровная культура	Густота всходов, шт./м^2	Густота стояния растений, шт./м^2	Сохранность, %
Весенний срок посева				
Суданская трава	Кострец безостый	155	112	72
	Люцерна изменчивая	252	204	81
	Эспарцет песчаный	242	235	97
	Клевер луговой	247	205	83
	Галега восточная	42	26	63
	В среднем	188	156	79
$НСР_{05}$		30	22	7
Летний срок посева				
Суданская трава с рапсом яровым	Кострец безостый	111	102	92
	Люцерна изменчивая	160	133	91
	Эспарцет песчаный	167	143	86
	Клевер луговой	220	193	88
	Галега восточная	43	31	73
	В среднем	140	120	86
$НСР_{05}$		22	16	9
Просо с рапсом яровым	Кострец безостый	96	70	73
	Люцерна изменчивая	195	178	91
	Эспарцет песчаный	183	159	87
	Клевер луговой	184	159	86
	Галега восточная	53	40	77
	В среднем	142	121	83
$НСР_{05}$		36	22	7
Позднелетний срок посева				
Рапс яровой	Кострец безостый	440	336	76
	Люцерна изменчивая	317	275	87
	Эспарцет песчаный	405	335	83
	Клевер луговой	350	327	93
	В среднем	378	318	85
$НСР_{05}$		34	19	6
Овес с рапсом яровым	Кострец безостый	420	338	80
	Люцерна изменчивая	323	291	90
	Эспарцет песчаный	473	379	80
	Клевер луговой	343	315	92
	В среднем	390	331	86
$НСР_{05}$		48	34	7
Озимая рожь	Кострец безостый	387	302	78
	Люцерна изменчивая	208	176	85
	Эспарцет песчаный	264	234	88
	Клевер луговой	347	289	83
	В среднем	302	250	84
$НСР_{05}$		41	31	4

(140–142 шт./м^2) всходов многолетних трав отмечено при летнем посеве, наибольшее (302–390 шт./м^2) – при позднелетнем.

Снижение густоты стояния растений многолетних трав к осени на весеннем сроке посева под покров суданской травы составило 3–38% и было минимальным (7 шт./м^2) у эспарцета песчаного, максимальным (16 шт./м^2) – у галеги восточной, сохранность растений к осени изменялась в опыте от 63 до 97%. При летнем сроке посева под покров суданской травы или проса с рапсом яровым отмечена наименьшая густота стояния растений многолетних трав (120–121 шт./м^2) и сохранность растений (73–92%). Максимальная густота растений (318–331 шт./м^2) многолетних трав получена при позднелетнем посеве под покров рапса ярового или его смеси с овсом. Отмечено, что посев многолетних бобовых трав под покров озимой ржи снижал их густоту стояния к осени на 7–54% из–за сильного кущения озимой ржи и заполнении межрядкового пространства ее листовыми пластинами, что спровоцировало увеличение влажности, загнивание и гибель молодых проростков трав (r = 0,84…0,97) (приложения 5–7).

В условиях недостатка влаги лесостепи Северного Казахстана В.Н. Мешетич (2012) получены противоположные данные, где более высокая плотность травостоев многолетних трав летнего посева объясняется слабой их засоренностью и большей влагообеспеченностью периода посев–всходы.

Корреляционный анализ выявил существенную обратную зависимость густоты стояния растений костреца безостого, люцерны изменчивой, эспарцета песчаного, клевера лугового первого года жизни от суммы температур и осадков (r = –0,49…–0,92), галеги восточной – прямую зависимость (r = 0,92) (таблица 7).

Таблица 7 – Зависимость (r) густоты стояния растений многолетних трав в первый год жизни от агрометеорологических условий (2006–2008 гг.)

Показатель	Кострец безостый	Люцерна изменчивая	Эспарцет песчаный	Клевер луговой	Галега восточная
Густота стояния весной					
Влажность почвы при посеве в слое 0–20 см	0,09	0,57	0,32	0,37	0,99
Густота стояния осенью					
Осадки за вегетацию	–0,88	–0,49	–0,58	–0,68	0,92
Сумма температур	–0,92	–0,53	–0,61	–0,67	0,92

Наблюдения за ростом и развитием растений многолетних трав в год посева перед уходом в зиму показали, что покровные культуры и сроки посева оказывали значительное влияние на формирование травостоя (таблица 8, приложение 8).

Таблица 8 – Биометрические показатели растений многолетних трав в год посева перед уходом в зиму (среднее за 2006–2008 гг.)

Покровная культура (срок посева)	Плотность травостоя, шт./м^2	Высота растений, см	Длина корня, см
Кострец безостый			
Суданская трава (весенний)	224	17	9
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	102	11	7
Просо с рапсом яровым (летний)	70	15	10
Рапс яровой (позднелетний)	672	21	9
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	676	23	12
Озимая рожь (позднелетний)	604	20	11
$НСР_{05}$	55	1	1
Люцерна изменчивая			
Суданская трава (весенний)	612	17	14
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	399	15	13
Просо с рапсом яровым (летний)	356	14	13
Рапс яровой (позднелетний)	550	14	9
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	582	14	12
Озимая рожь (позднелетний)	176	8	9
$НСР_{05}$	59	1	1
Эспарцет песчаный			
Суданская трава (весенний)	705	13	12
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	286	16	13
Просо с рапсом яровым (летний)	477	17	11
Рапс яровой (позднелетний)	670	18	12
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	379	17	11
Озимая рожь (позднелетний)	234	13	10
$НСР_{05}$	33	2	1
Клевер луговой			
Суданская трава (весенний)	410	13	11
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	386	12	9
Просо с рапсом яровым (летний)	318	16	12
Рапс яровой (позднелетний)	654	19	10
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	630	13	10
Озимая рожь (позднелетний)	578	10	10
$НСР_{05}$	30	1	1
Галега восточная			
Суданская трава (весенний)	52	18	12
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	33	12	9
Просо с рапсом яровым (летний)	116	14	12
$НСР_{05}$	19	1	1

У костреца безостого наибольшая кустистость растений (до 4 побегов), плотность травостоя (604–676 шт./м^2), высота растений (20–23 см) и длина корня

(9–12 см) отмечены при позднелетнем сроке посева, что было больше чем в весенний срок посева в 1,2–2,9 раза, в летний срок – в 1,3–7,6 раза.

Показатели развития растений многолетних бобовых трав значительно варьировали. Так, количество побегов на растение составляло от 1 до 4 шт., высота растений от 5 до 32 см, длина корня от 4 до 20 см (V = 24–53%). Наибольшие их значения у люцерны изменчивой отмечены при посеве весной под покров суданской травы, клевера лугового – в позднелетний срок под покров рапса ярового или его смеси с овсом.

Выявлена положительная связь между высотой растений и длиной корня у костреца безостого, люцерны изменчивой и галеги восточной (r = 0,74–0,79). Регрессионный анализ показал, что при увеличении длины корня на 2 см высота растений костреца безостого повышалась на 1,6 см (R^2 = 0,51, рисунок 2).

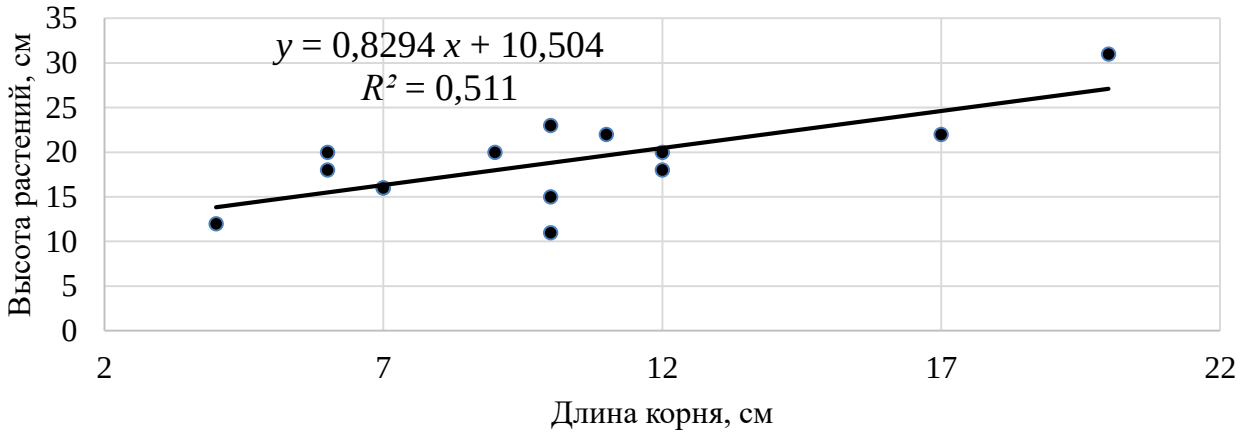


Рисунок 2 – Регрессионная зависимость между высотой растений (y) и длиной корня (x) костреца безостого

Согласно классификации, предложенной А.В. Колосовой (http://agro-portal24.ru/iugovedenie/4366-...), в лесостепной зоне критическая температура для многолетних трав при которой начинается их гибель, является –16…–20 °С на глубине узла кущения в течение 2–3-х суток при отсутствии снежного покрова. При высоте снежного покрова 10 см разность температур составляет 9 °С, при 20 см – 13 °С, а при высоте 30 см – 15 °С.

В опыте критические условия для перезимовки многолетних трав складывались в двух посевах из трех: на посеве 2008 г. с 4 по 5 января при

температуре окружающего воздуха –39,8…–40,1 °С и высоте снежного покрова 23 см; на посеве 2009 г. со 2 по 4 декабря при температуре –20,8…–28,5 °С и высоте снежного покрова 10–11 см (по данным АМС «Огурцово»).

В годы исследований зимостойкость многолетних трав была различной. Так, у костреца безостого густота стояния растений весной составляла 40–327 шт./м^2, люцерны изменчивой – 103–298, эспарцета песчаного – 34–227, клевера лугового – 67–184 и галеги восточной – 24–43 шт./м^2 (приложения 5–7). Минимальная зимостойкость растений отмечена на посеве 2006 г. из-за раннего таяния снега весной 2007 г., образования ледяной корки на поверхности травостоя и частичного вымокания многолетних трав (таблица 9). В среднем по трем посевам во времени зимостойкость костреца безостого была выше при летнем (в 4,6 раза) и позднелетнем посеве (в 5,8 раза) в сравнении с весенним. Преимущество имел посев под покров рапса ярового и его смеси с овсом – 83–84%.

Зимостойкость люцерны изменчивой, клевера лугвого и галеги восточной летнего посева была на 12, 40 и 5% выше, чем при весеннем. Наибольшая зимостойкость эспарцета песчаного отмечена при весеннем посеве – 76% и снижалась на 18% (до 63%) при летнем и позднелетнем сроках.

Наблюдения за влажностью почвы показали, что после возобновления вегетации растений запасы продуктивной влаги в почве по годам исследований составляли в пахотном слое (0–20 см) 17,8–33,0 мм, в слое 0–100 см – 127,2–158,3 мм и не зависели от вида трав. Перед проведением первого укоса ее содержание снижалось на 11–30%, второго укоса – на 9–43% (приложение 9).

Высота растений костреца безостого позднелетнего срока посева в среднем за годы исследований была на 10–15% выше, чем при весеннем и летнем сроках и варьровала в первом укосе от 81 до 132 см, во втором – от 40 до 69 см (V = 16–17%) (таблица 10, приложение 10). Снижение высоты растений второго укоса в сравнении с первым составило 58%.

Таблица 9 – Зимостойкость многолетних трав после первой зимовки в зависимости от покровной культуры и срока посева, %

Покровная культура (срок посева)	Посев			Среднее
	2006 г.	2007 г.	2008 г.	
Кострец безостый				
Суданская трава (весенний)	41	0	0	14
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	0	96	100	65
Просо с рапсом яровым (летний)	0	100	96	65
Рапс яровой (позднелетний)	60	92	100	84
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	58	93	100	83
Озимая рожь (позднелетний)	59	69	99	75
$НСР_{05}$	3	6	3	
Люцерна изменчивая				
Суданская трава (весенний)	80	89	75	81
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	75	92	95	87
Просо с рапсом яровым (летний)	94	105	88	95
Рапс яровой (позднелетний)	53	65	77	65
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	64	89	43	65
Озимая рожь (позднелетний)	71	89	89	83
$НСР_{05}$	4	2	5	
Эспарцет песчаный				
Суданская трава (весенний)	40	100	88	76
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	45	60	87	64
Просо с рапсом яровым (летний)	24	72	87	61
Рапс яровой (позднелетний)	30	76	71	59
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	22	83	51	52
Озимая рожь (позднелетний)	71	79	83	77
$НСР_{05}$	4	6	8	
Клевер луговой				
Суданская трава (весенний)	56	25	69	50
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	48	73	96	72
Просо с рапсом яровым (летний)	53	91	91	68
Рапс яровой (позднелетний)	25	88	65	59
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	24	69	58	50
Озимая рожь (позднелетний)	34	81	58	57
$НСР_{05}$	6	6	5	
Галега восточная				
Суданка (весенний)	0	93	96	63
Суданка с рапсом (летний)	0	97	100	66
Просо с рапсом (летний)	0	98	100	66
$НСР_{05}$	-	3	3	

Таблица 10 – Биометрические показатели растений многолетних трав в зависимости от покровной культуры и срока посева (среднее за 2007–2010 гг.)

Покровная культура (срок посева)	Высота растений, см		Масса побега, г	
	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос
Кострец безостый				
Суданская трава (весенний)	100	42	2,4	1,2
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	102	41	2,3	1,8
Просо с рапсом яровым (летний)	105	41	2,1	1,9
Рапс яровой (позднелетний)	112	51	2,5	2,0
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	112	49	2,5	2,1
Озимая рожь (позднелетний)	105	45	2,1	1,8
$НСР_{05}$	7	2	0,1	0,2
Люцерна изменчивая				
Суданская трава (весенний)	83	66	6,1	3,9
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	85	64	5,8	3,5
Просо с рапсом яровым (летний)	89	66	6,4	3,6
Рапс яровой (позднелетний)	86	65	5,2	3,0
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	84	65	5,9	3,3
Озимая рожь (позднелетний)	78	57	5,0	3,2
$НСР_{05}$	2	2	0,4	0,2
Клевер луговой				
Суданская трава (весенний)	87	49	10,8	6,5
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	85	75	10,7	10,9
Просо с рапсом яровым (летний)	89	63	11,0	8,8
Рапс яровой (позднелетний)	85	49	9,9	8,7
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	85	60	9,5	11,5
Озимая рожь (позднелетний)	87	46	10,1	12,7
$НСР_{05}$	2	3	1,0	0,5
Эспарцет песчаный				
Суданская трава (весенний)	107	87	11,5	10,4
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	105	88	11,5	10,8
Просо с рапсом яровым (летний)	104	82	10,6	9,5
Рапс яровой (позднелетний)	107	81	10,0	10,1
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	106	81	10,5	9,1
Озимая рожь (позднелетний)	110	82	10,3	9,4
$НСР_{05}$	7	5	0,6	0,5
Галега восточная				
Суданская трава (весенний)	96	92	15,0	10,8
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	84	82	15,2	10,3
Просо с рапсом яровым (летний)	93	87	15,0	8,1
$НСР_{05}$	7	5	1,0	1,2

Высота растений многолетних бобовых трав в среднем за годы пользования изменялась незначительно и составляла у люцерны изменчивой в первом укосе 72–100 см при снижении во втором укосе на 24%, клевера лугового – соответственно 58–108 см и на 34%, эспарцета песчаного – 79–133 см и на 20%.

Масса побега костреца безостого варьировала по годам исследования в первом укосе от 1,9 до 2,8 г, во втором от 1,0 до 2,2 г (V = 11–20%) и коррелировала с высотой растений (r = 0,47…0,55) (приложение 11, 12). Масса побега многолетних бобовых трав по годам и укосам варьровала более значительно – соответственно с 1,9 до 15,3 и 1,0 до 12,8 г (V = 45–48%). Выявлена отрицательная связь массы побега с ГТК вегетации в первом укосе (r = –0,50…–0,69), положительная – во втором (r = 0,45…0,91).

Таким образом, исследования показали, что наиболее благоприятные условия для всходов многолетних трав и их развития в первый год жизни в лесостепной зоне Западной Сибири обеспечивает посев в позднелетний срок. Для бобовых трав (за исключением галеги восточной) предпочтителен посев под покров рапса ярового или его смеси с овсом, для костреца безостого – под покров смеси рапса ярового с овсом.

3.2. Урожайность сухой массы многолетних трав в зависимости от покровных культур и сроков посева

Исследования показали, что покровная культура и срок посева оказывали разное влияние на урожайность многолетних трав. У костреца безостого в среднем по трем посевам во времени наибольшая достоверная прибавка сухой массы (38–77% или 1,43–2,88 т/га) получена при позднелетнем посеве под покров смеси овса с рапсом яровым (таблица 11). Увеличение урожайности трав от раннего срока посева к позднему проявлялось не во все годы. Так, в 2006 г. при летнем сроке посева отмечена гибель костреца безостого под покровом смесей суданской травы или проса с рапсом яровым из-за повышенной влажности в травостое и загнивания растений (приложение 13).

Максимальная урожайность сухой массы люцерны изменчивой (9,25 т/га) и клевера лугового (5,42 т/га) получена при летнем сроке посева под покров проса с рапсом яровым, что было достоверно выше весеннего срока посева на 31 и 18% (приложение 14, 15). При позднелетнем сроке посева изменения урожайности по

Таблица 11 – Влияние покровных культур и срока посева на урожайность сухой массы многолетних трав, т/га (среднее за 2007–2010 гг.)

Покровная культура (срок посева)	Посев			Среднее	± к контролю	
	2006 г.	2007 г.	2008 г.		т/га	%
Кострец безостый						
Суданская трава (весенний)	4,40	2,86	3,93	3,73	0	0
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	0	5,82	3,95	3,25	–0,48	–13
Просо с рапсом яровым (летний)	0	5,57	4,87	3,48	–0,25	–7
Рапс яровой (позднелетний)	5,58	5,50	4,45	5,17	1,44	39
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	5,58	7,53	6,72	6,61	2,88	77
Озимая рожь (позднелетний)	5,11	5,07	5,31	5,16	1,43	38
$НСР_{05}$	2,53	1,43	0,94			
Люцерна изменчивая						
Суданская трава (весенний)	8,07	6,88	6,25	7,06	0	0
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	7,94	9,76	9,33	9,01	1,95	27
Просо с рапсом яровым (летний)	7,02	11,33	9,42	9,25	2,19	31
Рапс яровой (позднелетний)	8,32	6,89	5,45	6,88	–0,18	–3
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	7,52	7,72	6,81	7,35	0,29	4
Озимая рожь (позднелетний)	7,42	9,03	5,57	7,34	0,28	4
$НСР_{05}$	0,83	1,54	0,75			
Эспарцет песчаный						
Суданская трава (весенний)	7,46	8,96	7,82	8,08	0	0
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	4,04	7,63	9,34	7,00	–1,08	–13
Просо с рапсом яровым (летний)	5,46	7,35	9,61	7,47	–0,61	–8
Рапс яровой (позднелетний)	8,00	7,85	6,61	7,48	–0,60	–7
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	7,30	8,11	7,14	7,51	–0,57	–7
Озимая рожь (позднелетний)	7,66	7,25	7,01	7,30	–0,78	–10
$НСР_{05}$	1,25	1,45	1,06			
Клевер луговой						
Суданская трава (весенний)	5,55	5,03	3,25	4,61	0	0
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	4,93	6,07	4,06	5,02	0,41	9
Просо с рапсом яровым (летний)	4,72	6,17	5,38	5,42	0,81	18
Рапс яровой (позднелетний)	4,87	3,40	4,96	4,41	–0,20	–4
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	5,23	5,12	5,56	5,30	0,69	15
Озимая рожь (позднелетний)	4,79	3,13	5,65	4,52	–0,09	–2
$НСР_{05}$	0,93	1,10	0,87			
Галега восточная						
Суданская трава (весенний)	6,40	-	-	6,40	0	0
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	4,88	-	-	4,88	–1,52	–24
Просо с рапсом яровым (летний)	3,72	-	-	3,72	–2,68	–42
$НСР_{05}$	0,25					

вариантам были не существенными. Посев эспарцета песчаного и галеги восточной в весенний срок под покров суданской травы превосходил другие сроки по урожайности сухой массы на 10–33% (приложения 16, 17). Однако, при выборе оптимального срока посева эспарцета песчаного необходимо учитывать условия его вегетации. Так, в 2006 г. урожайность сухой массы эспарцета песчаного

позднелетнего срока посева под покров рапса ярового составила 8,00 т/га, что было на 7% выше, чем при весеннем сроке. В 2007 г. урожайность по срокам посева изменялась незначительно, а в 2008 г. наибольшей она была при летнем сроке посева под покров проса с рапсом яровым – 9,61 т/га сухой массы.

В сумме двух укосов костреца безостого основной вклад в урожайность (77–82%) обеспечивал первый укос (таблица 12). При позднелетнем сроке посева доля второго укоса в урожае возрастала до 19–25%, где максимальный показатель отмечен под покровом смеси овса с рапсом яровым, у люцерны изменчивой первый укос составил 63–71% от общего сбора, эспарцета 65–75, клевера 79–93, галеги 62–70%.

Выявлена корреляция урожайности сухой массы костреца безостого с массой побега (r = 0,57) и высотой растений (r = 0,77) (таблица 13). В первый год пользования и начале формирования устойчивого травостоя урожайность в первом укосе была слабо связана с высотой и массой побега (r = 0,22), в последующем связь усилилась и была от средней до высокой (r = 0,53…0,98) (см. приложение 12).

У люцерны изменчивой выявлена средняя положительная связь урожайности с высотой растений (r = 0,38) и массой побега (r = 0,49), отрицательная – с густотой травостоя (r = –0,45). У клевера лугового выявлена сильная положительная связь урожайности с высотой растений (r = 0,75), слабая – с массой побега (r = 0,21). У эспарцета песчаного наблюдалось отрицательное влияние летних сроков посева на урожайность за счет снижения плотности стеблестоя после зимовки (r = 0,20), у галеги восточной – с массой побега (r = 0,87) и плотностью травостоя (r = –0,96).

Таблица 12 – Урожайность сухой массы многолетних трав по укосам, т/га (среднее за 2007–2010 гг.)

Покровная культура (срок посева)	Посев 2006 г. (данные за 4 года)		Посев 2007 г. (данные за 3 года)		Посев 2008 г. (данные за 2 года)	
	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос
Кострец безостый						
Суданская трава (весенний)	3,75	0,65	2,55	0,31	2,38	1,55
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	0	0	4,86	0,96	2,78	1,17
Просо с рапсом яровым (летний)	0	0	4,95	0,62	3,70	1,17
Рапс яровой (позднелетний)	4,63	0,95	4,59	0,91	2,75	1,70
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	4,62	0,96	6,09	1,44	4,08	2,64
Озимая рожь (позднелетний)	4,45	0,66	6,15	0,97	3,65	1,66
$НСР_{05}$	1,50	1,03	0,61	1,14	0,72	0,55
Люцерна изменчивая						
Суданская трава (весенний)	5,12	2,94	4,35	2,53	3,97	2,28
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	4,49	3,45	7,08	2,68	5,68	3,65
Просо с рапсом яровым (летний)	4,72	2,30	8,39	2,94	6,51	2,91
Рапс яровой (позднелетний)	5,52	2,80	4,77	2,12	3,59	1,86
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	5,04	2,48	5,69	2,03	4,97	1,84
Озимая рожь (позднелетний)	5,10	2,32	6,59	2,44	3,49	2,08
$НСР_{05}$	0,43	0,57	0,62	1,08	1,08	0,77
Эспарцет песчаный						
Суданская трава (весенний)	5,27	2,19	6,86	2,10	5,97	1,85
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	3,01	1,03	5,32	2,31	6,44	2,90
Просо с рапсом яровым (летний)	3,97	1,49	5,38	1,97	6,68	2,93
Рапс яровой (позднелетний)	5,48	2,52	6,44	1,41	4,52	2,09
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	4,90	2,40	5,73	2,38	4,44	2,70
Озимая рожь (позднелетний)	5,34	2,32	5,27	1,98	3,66	3,35
$НСР_{05}$	1,10	0,53	1,06	0,83	0,93	0,60
Клевер луговой						
Суданская трава (весенний)	4,39	1,16	5,03	0	3,25	0
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	3,75	1,18	6,07	0	4,06	0
Просо с рапсом яровым (летний)	3,53	1,19	6,17	0	5,38	0
Рапс яровой (позднелетний)	3,92	0,95	3,40	0	2,97	1,99
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	4,22	1,01	5,12	0	3,20	2,36
Озимая рожь (позднелетний)	3,92	0,87	3,13	0	3,33	2,32
$НСР_{05}$	0,55	$F_ф<F_{05}$	0,87	0	0,86	0
Галега восточная						
Суданская трава (весенний)	3,94	2,46	0	0	0	0
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	3,24	1,64	0	0	0	0
Просо с рапсом яровым (летний)	2,60	1,12	0	0	0	0
$НСР_{05}$	0,25	0,30	0	0	0	0

Таблица 13 – Коэффициент корреляции между урожайностью и показателями продуктивности растений (2007–2010 гг.)

Признак	Кострец безостый	Люцерна изменчивая	Клевер луговой	Эспарцет песчаный	Галега восточная
Высота растений	0,77	0,38	0,75	0,09	0,43
Масса побега	0,57	0,49	0,21	0,04	0,87
Плотность травостоя	0,28	–0,45	–0,31	0,20	–0,96

Регрессионный анализ показал, что при увеличении массы побега костреца безостого (x_1) на 0,1 г а высоты растений (x_2) на 10 см урожайность (y) сухой массы повышалась соответственно на 0,41 и 0,8 т/га (уравнение 6, 7, рисунок 3):

$$y = 4{,}1044\, x_1 - 3{,}8709,\ R^2 = 0{,}3272, \quad (6)$$

$$y = 0{,}0751\, x_2 - 3{,}6858,\ R^2 = 0{,}5126. \quad (7)$$

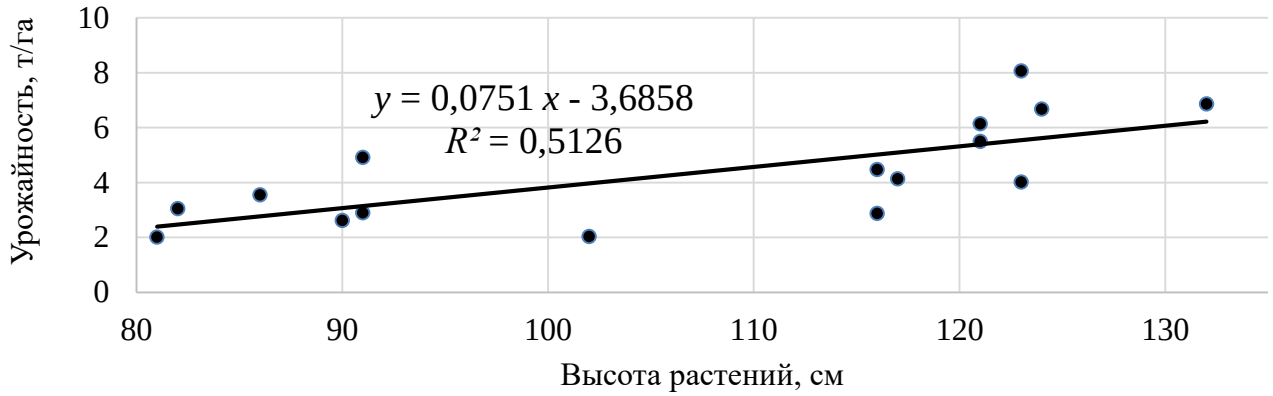


Рисунок 3 – Регрессионная зависимость между урожайностью сухой массы (y) и высотой растений (x) костреца безостого

Увеличение высоты растений (y) клевера лугового на 10 см повышало урожайность сухой массы на 0,6 т/га (уравнение 8):

$$y = 0{,}059\, x + 0{,}6513, \quad R^2 = 0{,}5765. \quad (8)$$

При увеличении массы побега (x) галеги восточной на 1 г урожайность сухой массы (y) повышалась на 1,59 т/га (уравнение 9), густоты стеблестоя на 10 шт./м^2 – снижалась на 1,06 т/га (уравнение 10):

$$y = 1{,}5945\, x - 14{,}772,\ R^2 = 0{,}7706, \quad (9)$$

$$y = -0{,}1061\, x + 9{,}1014,\ R^2 = 0{,}9301. \quad (10)$$

Таким образом, в условиях лесостепной зоны Западной Сибири наибольшую урожайность сухой массы костреца безостого (6,61 т/га) обеспечивал позднелетний срок посева под покров смеси овса с рапсом яровым, который превышал на 77% традиционный весенний подпокровный посев. Для клевера лугового и люцерны изменчивой более предпочтителен посев в третьей декаде июня под покров смесей суданской травы или проса с рапсом яровым, при котором урожайность повышалась соответственно от 9–18 до 27–32% в сравнении с весенним сроком посева. Эспарцет песчаный можно высевать как в летний, так и позднелетний срок. Для галеги восточной предпочтителен весенний срок посева под покров суданской травы, который по урожайности сухой массы превышал летний посев на 24–42%.

3.3. Зоотехнический состав и питательность сухой массы многолетних трав в зависимости от покровных культур и сроков посева

Результаты зоотехнического анализа показали, что многолетние бобовые травы характеризовались в целом хорошими показателями качества корма, при этом растительная масса второго укоса была более питательна, чем первого за счет меньшего содержания клетчатки (таблица 14).

Содержание протеина в сене соответствовало зоотехнической норме, за исключением корма из костреца безостого – 6,8–9,9% (III класс) в первом укосе и 9,1–10,7 (II класс) во втором. У бобовых трав оно составляло 12,0–15,6 (I–II класс) в первом укосе, и 14,8–22,4% (I–II класс) во втором. Наибольшей питательностью выделялись эспарцет песчаный и галега восточная.

По наличию клетчатки судят о переваримости корма, чем больше ее в массе, тем меньше питательность и переваримость. В опыте содержание клетчатки костреца безостого изменялось от 26,8 до 33,5%, бобовых трав от 27,5 до 37,8%.

Содержание жира в сухом веществе костреца безостого составило 1,8–2,0%, многолетних бобовых трав – 1,6–2,7% и характеризовалось как среднее значение. Содержание БЭВ у костреца безостого было в среднем за годы исследований 49,5–

Таблица 14 – Содержание питательных веществ в сухой массе многолетних трав в зависимости от покровной культуры и срока посева по укосам, % на сухое вещество (среднее за 2009–2010 гг.)

Покровная культура (срок посева)	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка	БЭВ	Сырая зола
Кострец безостый					
Суданская трава (весенний)	9,9/10,1	1,8/2,3	31,4/27,7	50,7/52,3	6,2/7,6
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	7,2/9,1	2,0/2,2	32,2/26,8	52,5/53,9	6,1/8,0
Просо с рапсом яровым (летний)	7,3/9,6	2,0/2,3	32,9/28,5	51,5/51,0	6,3/8,6
Рапс яровой (позднелетний)	6,8/10,7	1,9/2,3	32,7/28,2	52,4/49,5	6,2/9,3
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	8,2/9,1	1,8/2,2	33,5/27,7	50,5/52,4	6,0/8,6
Озимая рожь (позднелетний)	7,3/11,3	1,8/2,6	32,6/26,9	52,4/49,6	5,9/9,6
Люцерна изменчивая					
Суданская трава (весенний)	15,6/16,3	1,9/2,2	35,2/31,4	38,9/40,3	8,4/9,8
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	14,4/15,7	1,8/2,2	36,1/32,3	38,9/40,4	8,8/9,4
Просо с рапсом яровым (летний)	14,5/16,9	1,8/1,7	37,8/34,4	37,2/37,7	8,7/9,3
Рапс яровой (позднелетний)	14,0/18,0	1,9/1,9	36,8/31,0	38,8/39,7	8,5/9,4
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	14,2/16,7	1,7/1,8	37,3/32,2	38,3/39,6	8,5/9,7
Озимая рожь (позднелетний)	12,0/18,0	1,9/2,1	36,8/30,8	40,4/39,8	8,9/9,3
Эспарцет песчаный					
Суданская трава (весенний)	13,9/16,1	1,6/1,9	36,3/29,3	42,2/45,7	6,0/7,0
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	13,4/16,8	1,6/2,0	37,2/28,4	42,0/45,7	5,8/7,1
Просо с рапсом яровым (летний)	15,2/17,1	1,8/1,9	37,1/27,6	39,8/45,8	6,1/7,6
Рапс яровой (позднелетний)	13,7/19,1	1,8/1,9	36,7/26,0	41,9/45,6	5,9/7,4
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	14,6/16,8	1,8/1,8	35,1/27,9	42,2/46,2	6,3/7,3
Озимая рожь (позднелетний)	13,5/16,8	1,7/1,8	36,2/29,2	42,4/44,5	6,2/7,7
Клевер луговой					
Суданская трава (весенний)	13,4	1,9	28,3	48,6	7,8
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	12,8	1,8	28,0	49,6	7,8
Просо с рапсом яровым (летний)	13,8	2,0	28,5	47,8	7,9
Рапс яровой (позднелетний)	13,3	1,9	28,9	47,9	8,0
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	13,9	2,0	29,5	46,1	8,5
Озимая рожь (позднелетний)	12,4	1,7	32,2	46,3	7,4
Галега восточная					
Суданская трава (весенний)	14,5/14,8	1,9/1,3	33,6/33,3	42,1/43,8	7,9/6,8
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	15,3/22,4	2,5/1,8	33,0/32,0	41,3/36,3	7,9/7,5
Просо с рапсом яровым (летний)	14,4/20,8	2,7/1,1	31,9/31,1	42,0/39,9	9,0/7,1
Числитель – 1-й укос, знаменатель – 2-й укос					

53,9%, у многолетних бобовых трав – 36,3–49,6%, зольность соответственно 5,9–9,6 и 5,8–9,8%.

Расчеты протеиновой и энергетической питательности корма представлены в таблице 15. У костреца безостого содержание кормовых единиц понижалось от раннего срока посева к позднему в первом укосе на 19% (с 0,62 до 0,50), во втором на 17% (с 0,60 до 0,50).

Таблица 15 – Биоэнергетическая питательность сухой массы многолетних трав в зависимости от покровной культуры, срока посева и укоса (среднее за 2007–2010 гг.)

Покровная культура (срок посева)	На 1 кг сухого вещества				Переваримый протеин, г/к.ед.	
	кормовых единиц		обменной энергии, МДж			
	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос
Кострец безостый						
Суданская трава (весенний)	0,62	0,60	8,7	8,6	65	84
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	0,53	0,61	7,8	8,6	47	86
Просо с рапсом яровым (летний)	0,55	0,61	8,0	8,7	55	81
Рапс яровой (позднелетний)	0,55	0,61	8,0	8,6	52	85
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	0,55	0,50	8,0	7,5	47	78
Озимая рожь (позднелетний)	0,50	0,50	7,6	7,6	45	81
Люцерна изменчивая						
Суданская трава (весенний)	0,71	0,76	10,1	10,5	155	170
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	0,71	0,72	10,0	8,6	151	151
Просо с рапсом яровым (летний)	0,69	0,72	9,7	10,1	142	156
Рапс яровой (позднелетний)	0,67	0,75	9,5	10,4	136	166
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	0,66	0,74	9,4	10,3	131	161
Озимая рожь (позднелетний)	0,66	0,76	9,3	10,5	141	168
Эспарцет песчаный						
Суданская трава (весенний)	0,71	0,72	9,8	10,0	149	156
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	0,65	0,75	9,2	8,6	122	165
Просо с рапсом яровым (летний)	0,69	0,76	9,6	10,5	139	166
Рапс яровой (позднелетний)	0,66	0,80	9,3	11,0	129	182
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	0,67	0,76	9,5	10,5	136	169
Озимая рожь (позднелетний)	0,64	0,71	9,1	9,9	122	151
Клевер луговой						
Суданская трава (весенний)	0,76	0,78	9,3	9,7	126	144
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	0,76	0,80	9,3	8,6	126	153
Просо с рапсом яровым (летний)	0,77	0,77	9,5	9,7	131	141
Рапс яровой (позднелетний)	0,75	0,81	9,2	10,2	122	156
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	0,75	0,78	9,3	9,8	124	146
Озимая рожь (позднелетний)	0,74	0,84	9,1	10,6	118	167
Галега восточная						
Суданская трава (весенний)	0,81	0,82	9,3	9,4	125	128
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	0,84	0,97	9,7	8,6	138	177
Просо с рапсом яровым (летний)	0,84	0,94	9,7	10,8	136	168

Аналогичная ситуация наблюдалась и по обменной энергии. По обеспеченности кормовой единицы переваримым протеином в первом укосе выделялись варианты ранних сроков посева, во втором укосе содержание составляло от 78 до 86 г/к.ед.

Сухая масса многолетних бобовых трав ранних сроков посева была более питательной. По содержанию кормовых единиц она превышала более поздние сроки посева на всех вариантах на 3–10%, по их обеспеченности переваримым протеином на 6–18%, по энергонасыщенности – на 2–8%. Питательность биомассы второго укоса была выше, чем первого укоса по всем показателям.

У галеги восточной наблюдалось небольшое увеличение питательности массы укосов при летнем сроке посева под покров смеси суданской травы с рапсом яровым, при котором содержание кормовых единиц повышалось в сравнении с весенним сроком посева на 4–18%, обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином – на 10–38%.

Расчеты валового сбора питательных веществ показали, что позднелетний срок посева костреца безостого под покров смеси овса с рапсом яровым обеспечивал по сравнению с весенним сроком дополнительный сбор 1,1 т/га (30%) кормовых единиц, переваримого протеина 58 кг (26%), КПЕ – 0,5 т (29%), обменной энергии – 19,1 ГДж (59%) (таблица 16, приложения 18–20).

На посевах люцерны по валовому сбору с гектара преимущество имели варианты летнего срока посева: превышение сбора кормовых единиц в сравнении с весенним сроком составило 1,3 т/га (25%), переваримого протеина – 160 кг/га (20%), КПЕ – 1,3 т (15%), обменной энергии – 19,0 ГДж/га (26%). При позднелетнем сроке посева валовой сбор питательных веществ в среднем находился на уровне весеннего срока посева.

Посев эспарцета песчаного в весенний срок по валовому сбору питательных веществ с гектара был более продуктивен, чем летний и позднелетний в 1,1–1,2 раза. В целом выход кормовых единиц с 1 га составил 4,9–5,8 т, переваримого протеина – 728–828 кг, КПЕ – 6,7–8,8 т, обменной энергии – 62,3–79,8 ГДж.

Аналогичная ситуация отмечена и по галеге восточной, посев которой в весенний срок был в 1,3–1,4 раза продуктивней, чем летний.

Наибольший валовой выход показателей питательности кормовой массы клевера лугового обеспечивал летний срок посева, который превышал весенний и позднелетний сроки по их содержанию от 3–9 до 21–25%.

Таблица 16 – Продуктивность многолетних трав в зависимости от покровной культуры и срока посева в сумме за два укоса (среднее по посевам 2006–2008 гг.)

Покровная культура (срок посева)	Валовый сбор с 1 га			
	кормовых единиц, т	переваримого протеина, кг	КПЕ, т	обменной энергии, ГДж
Кострец безостый				
Суданская трава (весенний)	2,3	219	1,7	32,2
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	1,8	102	1,2	26,6
Просо с рапсом яровым (летний)	2,0	109	1,4	29,0
Рапс яровой (позднелетний)	3,0	145	2,0	43,1
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	3,4	277	2,2	51,3
Озимая рожь (позднелетний)	2,9	193	1,8	44,2
Люцерна изменчивая				
Суданская трава (весенний)	5,2	806	8,4	72,6
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	6,4	934	9,7	83,5
Просо с рапсом яровым (летний)	6,5	966	9,7	91,6
Рапс яровой (позднелетний)	4,9	692	7,4	68,6
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	5,2	748	7,5	72,3
Озимая рожь (позднелетний)	5,2	604	8,0	72,7
Эспарцет песчаный				
Суданская трава (весенний)	5,8	810	8,8	79,8
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	4,9	663	7,0	62,3
Просо с рапсом яровым (летний)	5,4	828	8,2	75,1
Рапс яровой (позднелетний)	5,5	728	8,5	76,1
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	5,4	791	8,2	75,3
Озимая рожь (позднелетний)	4,9	696	6,7	69,3
Клевер луговой				
Суданская трава (весенний)	3,5	427	4,8	41,8
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	3,9	439	5,5	45,6
Просо с рапсом яровым (летний)	4,4	519	5,5	50,7
Рапс яровой (позднелетний)	3,6	405	4,4	41,0
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	4,2	512	5,1	48,9
Озимая рожь (позднелетний)	3,6	377	4,2	41,2
Галега восточная				
Суданская трава (весенний)	5,2	656	6,6	59,8
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	4,4	534	6,9	44,6
Просо с рапсом яровым (летний)	3,3	377	5,0	38,1

Таким образом, по валовому сбору питательных веществ, подтвердилось преимущество позднелетнего срока посева костреца под покров смеси овса с рапсом яровым в сравнении с традиционным весенним сроком. Для люцерны изменчивой и клевера лугового более предпочтительным был летний срок посева под покров смесей суданской травы и проса с рапсом яровым. Для эспарцета песчаного и галеги восточной предпочтителен весенний посев.

3.4. Биоэнергетическая и экономическая оценка возделывания многолетних трав в зависимости от покровных культур и сроков посева

Анализ биоэнергетической эффективности возделывания многолетних трав позволяет определить приемы рационального использования ресурсов. Наши исследования показали, что технологические затраты энергии для получения кормового сырья из многолетних трав в среднем за годы исследований составили от 16,9 до 21,8 ГДж/га (таблица 17, приложение 21). Максимальный выход обменной энергии получен при посеве люцерны изменчивой в летний срок – 92,4–93,4 ГДж/га при высоком уровне энергетической эффективности (КЭЭ = 5,38–5,44), минимальный – у костреца безостого того же срока (соответственно 27,1–29,4 ГДж и 1,56–1,69).

Коэффициент энергетической эффективности возделывания эспарцета песчаного соответствовал среднему уровню эффективности (2,9–4,37), клевера лугового – как низкому (2,19–2,97). Посевы галеги восточной летнего срока имели низкую энергетическую эффективность (2,17–2,92), при посеве в весенний срок она повышалась до средней (3,49). Все культуры (за исключением люцерны изменчивой) позднелетнего срока посева под покров озимой ржи имели низкое значение энергетической эффективности возделывания.

При однотипной технологии возделывания трав дополнительные затраты обусловлены за счет разницы стоимости семян многолетних трав и покровных культур, затратах на культивацию поля при поздних сроках посева, уборке и транспортировке дополнительного урожая зеленой массы.

Экономическая оценка показала, что в условиях лесостепной зоны Западной Сибири посев люцерны изменчивой и клевера лугового на кормовые цели в летний срок под покров смесей суданской травы или проса с рапсом яровым обеспечивал наибольший доход (соответственно 11,1–11,9 и 3,5–6,1 тыс. руб./га) и окупаемость дополнительных затрат (в 8,2–8,6 и 14,6–15,4 раза) (таблица 18). Посев костреца безостого летом под покров смесей проса или суданской травы с рапсом яровым

Таблица 17 – Биоэнергетическая эффективность возделывания многолетних трав на корм в зависимости от покровной культуры и срока посева за 4 года жизни травостоя (среднее на посевах 2006–2008 гг.)

Покровная культура (срок посева)	Урожайность сухой массы, т/га	Затраты энергии, ГДж/га	Выход обменной энергии, ГДж/га	КЭЭ
Кострец безостый				
Суданская трава (весенний)	3,73	17,1	33,4	1,95
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	3,25	17,3	27,1	1,56
Просо с рапсом яровым (летний)	3,48	17,3	29,4	1,69
Рапс яровой (позднелетний)	5,17	17,3	46,0	2,65
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	6,61	20,2	45,6	2,25
Озимая рожь (позднелетний)	5,84	20,3	39,4	1,94
Люцерна изменчивая				
Суданская трава (весенний)	7,06	16,9	72,4	4,27
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	9,01	17,1	92,3	5,38
Просо с рапсом яровым (летний)	9,25	17,1	93,4	5,44
Рапс яровой (позднелетний)	6,88	17,1	66,7	3,89
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	7,35	20,0	74,2	3,71
Озимая рожь (позднелетний)	7,34	20,1	73,0	3,63
Эспарцет песчаный				
Суданская трава (весенний)	8,08	18,6	81,6	4,37
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	7,00	18,8	71,4	3,78
Просо с рапсом яровым (летний)	7,47	18,8	76,9	4,07
Рапс яровой (позднелетний)	7,48	18,8	77,8	4,12
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	7,51	21,7	77,4	3,56
Озимая рожь (позднелетний)	7,30	21,8	63,5	2,90
Клевер луговой				
Суданская трава (весенний)	4,61	16,9	43,1	2,55
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	5,02	17,1	47,4	2,77
Просо с рапсом яровым (летний)	5,42	17,1	50,9	2,97
Рапс яровой (позднелетний)	4,41	17,1	41,7	2,43
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	5,30	20,0	50,4	2,52
Озимая рожь (позднелетний)	4,52	20,1	44,1	2,19
Галега восточная				
Суданская трава (весенний)	6,40	17,0	59,5	3,49
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	4,88	17,2	50,5	2,92
Просо с рапсом яровым (летний)	3,72	17,2	37,6	2,17

обеспечил доход 6,8–8,4 тыс. руб./га при окупаемости дополнительных затрат в 2,6–20,0 раз.

Таким образом, проведенные исследования показали, что для лесостепной зоны Западной Сибири оптимальным сроком посева на кормовые цели костреца безостого является позднелетний с 10 по 20 июля под покров смеси овса с рапсом

Таблица 18 – Окупаемость затрат при возделывания многолетних трав в зависимости от покровных культур и срока посева за 4 года пользования (среднее за 2006–2011 гг.)

Покровная кульутра (срок посева)	Прибавка кормовых единиц	Стоимость прибавки урожая, руб./га	Дополни-тельные затраты, руб./га	Условно чистый доход (убыток), руб./га	Окупаемость
Кострец безостый					
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	–430	–4300	410	–3890	–9,49
Просо с рапсом яровым (летний)	–250	–2500	366	–2134	–5,83
Рапс яровой (позднелетний)	710	7100	338	6762	20,01
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	1170	11700	3264	8436	2,58
Озимая рожь (позднелетний)	632	6320	3291	3029	0,92
Люцерна изменчивая					
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	1240	12400	1348	11052	8,20
Просо с рапсом яровым (летний)	1330	13300	1392	11908	8,55
Рапс яровой (позднелетний)	–300	–3000	1502	–1498	–1,00
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	–40	–400	1401	–1001	–0,71
Озимая рожь (позднелетний)	–20	–200	1974	–1774	–0,90
Эспарцет песчаный					
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	–880	–8800	698	–8102	–11,61
Просо с рапсом яровым (летний)	–390	–3900	492	–3408	–6,93
Рапс яровой (позднелетний)	–300	–3000	1670	–1330	–0,80
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	–380	–3800	915	–2885	–3,15
Озимая рожь (позднелетний)	–870	–8700	1347	–7353	–5,46
Клевер луговой					
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	370	3700	238	3462	14,55
Просо с рапсом яровым (летний)	650	6500	396	6104	15,41
Рапс яровой (позднелетний)	–100	–1000	1517	–517	–0,34
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	520	5200	1689	3511	2,08
Озимая рожь (позднелетний)	30	300	1707	–1407	–0,82
Галега восточная					
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	–800	–8000	1151	–6849	–5,95
Просо с рапсом яровым (летний)	–1910	–19100	2118	–16982	–8,02

яровым, люцерны изменчивой и клевера лугового – летний с 10 по 20 июня под покров смеси суданской травы или проса с рапсом яровым, эспарцета песчаного и галеги восточной – весенний с 15 по 25 мая под покров суданской травы, которые

обеспечивают получение стабильных урожаев высококачественного корма с высокой экономической эффективностью.

ГЛАВА 4. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕСЕНИЯ АЗОТНОГО УДОБРЕНИЯ И БОРОНОВАНИЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ В СИСТЕМЕ АДАПТИВНОГО КОРМОПРОИЗВОДСТВА В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

4.1. Влияние азотного удобрения и способов его заделки на рост, развитие растений, урожайность и питательность сухой массы костреца безостого

Важным приемом повышения продуктивности травостоев многолетних трав является использование минеральных удобрений, особенно азотных. Оптимальные сроки их внесения обеспечивают достаточное питание растений в течение всей вегетации (Юркин С.Н., 1979; Панников В.Д., 1987). Внесение азотного удобрения во время его активного потребления растениями повышает эффективность азота и сокращает его потери до 70–90%. При существующих методах внесения до 50–80% азота теряется в результате денитрификации и связывания питательных элементов в труднодоступные формы (Минеев В.Г., 1990; Жученко А.А., 1990). Биологизация приводит к повышению нтенсификационных процессов за счет более рационального использования ресурсов территории.

Результаты наших исследований показали, что применение зубовой бороны на неудобреном фоне уменьшало плотность травостоя костреца безостого в среднем на 7%, игольчатой бороны – на 10–23% (рисунок 4). Это связано с повреждением узла кущения растений и их частичной гибелью, однако, на третий год пользования травостоем количество продуктивных побегов было больше на 18–61% в вариантах с боронованием посевов.

Внесение азотного удобрения достоверно повысило количество побегов в травостое костреца безостого на 38–57% за счет усиления кущения растений. Доля влияния удобрений составила 37%, боронования 13, погодных условий 30%. В исследованиях Н.Н. Рудавской (2015), проведенных в условиях Северного

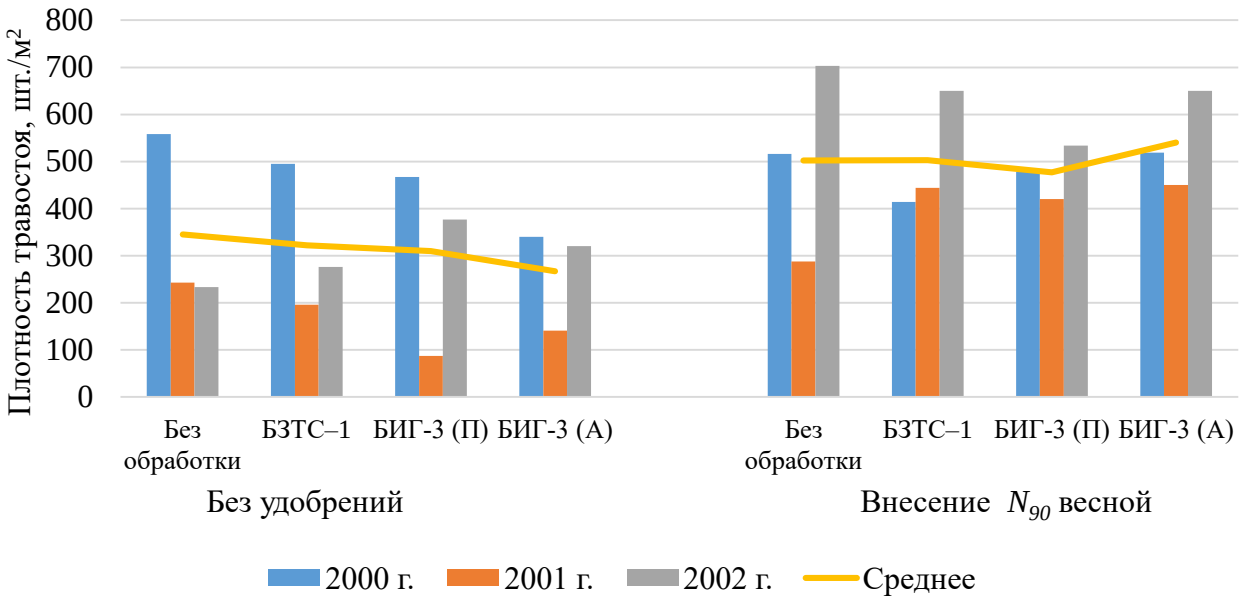


Рисунок 4 – Плотность травостоя костреца безостого в зависимости от внесения азотного удобрения и способа его заделки. Посев 1999 г.

Зауралья, внесение азотного удобрения также увеличило количество побегов костреца безостого в 1,5 раза. Возможное негативное влияние боронования компенсировалось положительным эффектом от удобрений. При заделке удобрений зубовой бороной отмечено незначительное (на 3%) снижение количества побегов, связанное с повреждением растений. Воздействие на дернину игольчатой бороны в пассивном режиме работы снижало плотность травостоя на 5–10%, в активном – повышало на 8%.

На третий год пользования в вариантах с внесением азотных удобрений отмечено существенное (до 534–703 шт./м^2) увеличение количества побегов, что было связано с возвратными заморозками в июне, после которых было активное повторное отрастание при благоприятных условиях тепло- и влагообеспеченности. В вариантах без внесения азотного удобрения этого не наблюдалось.

Установлено, что при бороновании посевов масса побега костреца безостого повышалась в сравнении с вариантом без боронования на 5–24% (до 2,2–2,6 г) на неудобренном фоне и на 81% (до 3,8 г) при внесении азотного удобрения (рисунок 5).

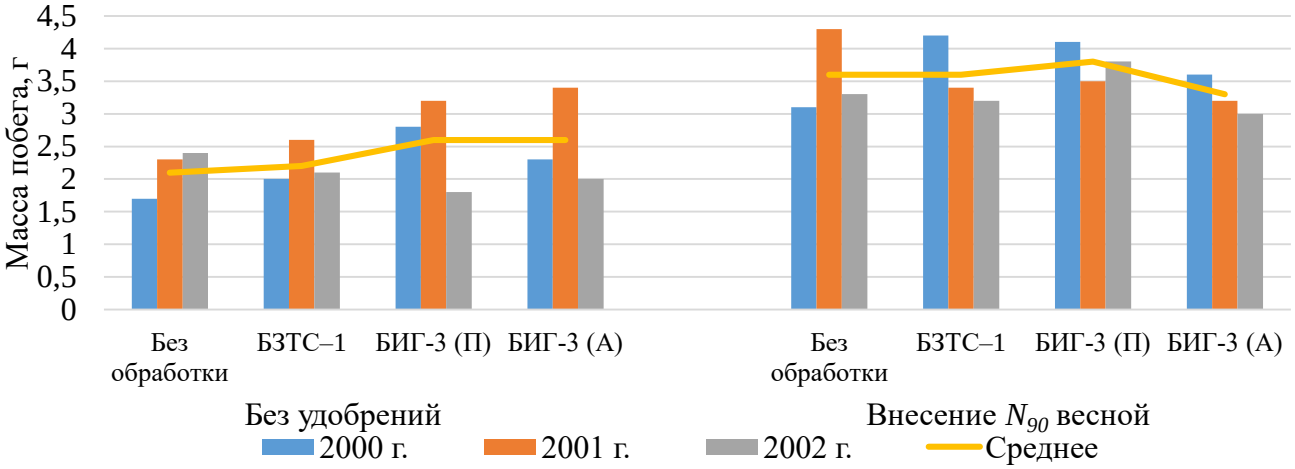


Рисунок 5 – Масса побега костреца безостого в зависимости от внесения азотного удобрения и способа его заделки. Посев 1999 г.

При бороновании травостоя костреца безостого высота растений также повышалась: в варианте без внесения удобрений в зависимости от типа борон на 6–11 см (до 117–122 см), при внесении N_{90} – на 25–29 см (до 136–140 см) (рисунок 6). Выявлена отрицательная связь между высотой растений и плотностью травостоя (r = –0,91), положительная – с массой побегов (r = 0,56…0,91). Доля влияния внесения азотного удобрения на высоту и массу побегов костреца безостого составила 42–62%, боронования 1–3%, условий года 15–27%.

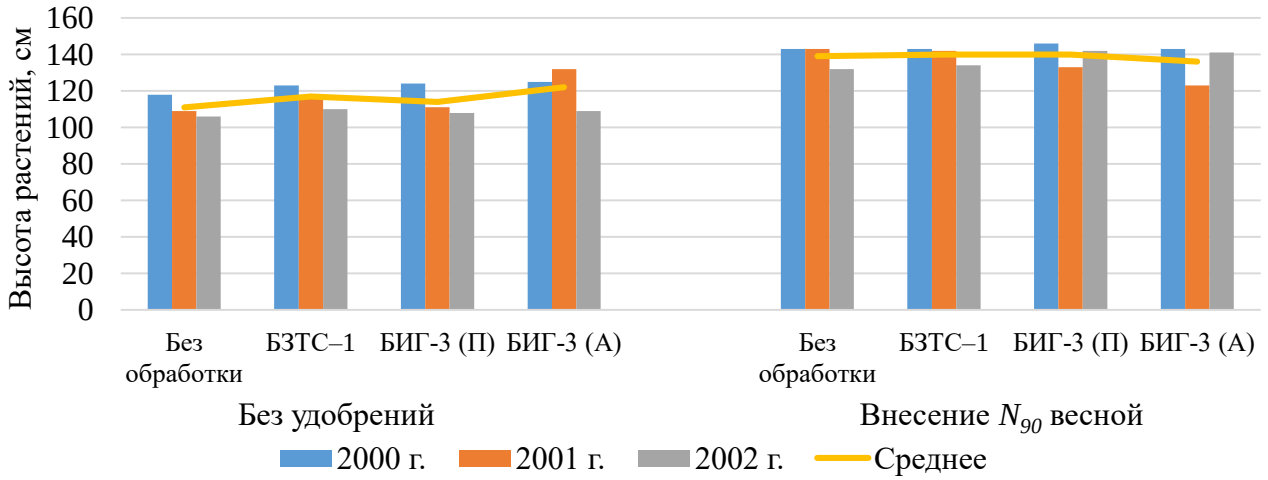


Рисунок 6 – Высота растений костреца безостого в зависимости от внесения азотного удобрения и способа его заделки. Посев 1999 г.

Регрессионный анализ показал, что уменьшение количества побегов на 100 шт./м^2 приводило к увеличению массы побега на 0,3 грамма (R^2 = 0,44–0,48, рисунок 7).

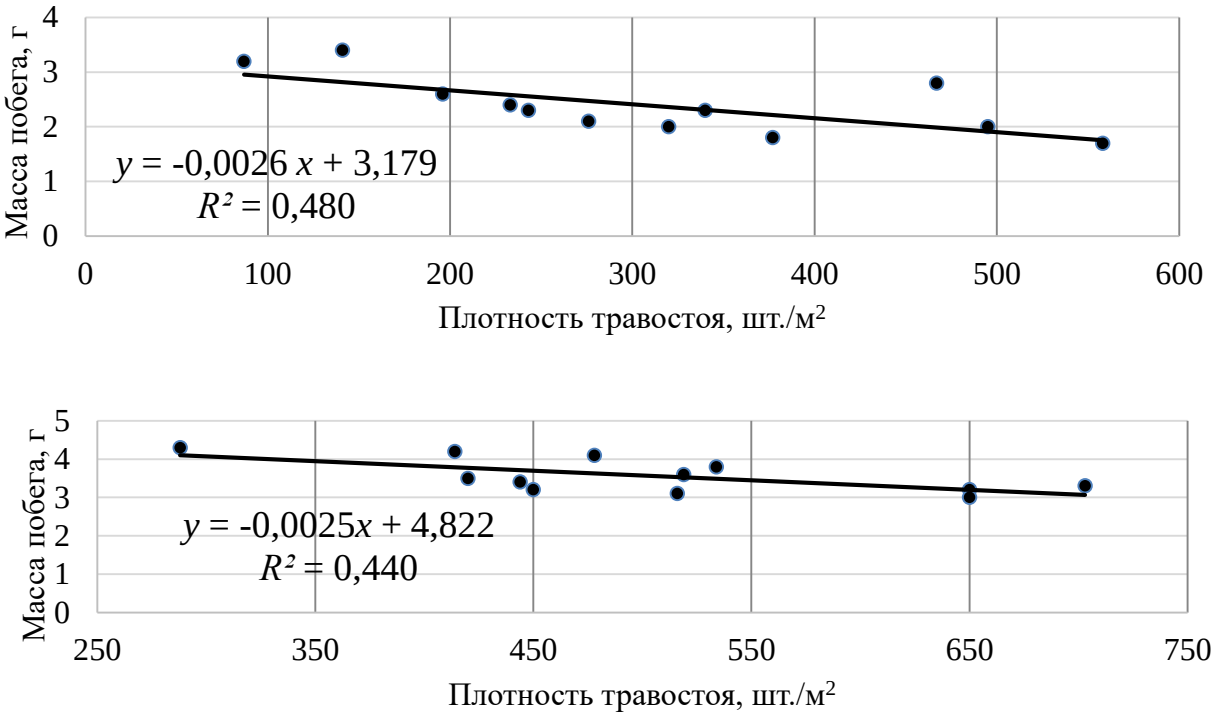


Рисунок 7 – Регрессионная зависимость между массой побега (y) и плотностью травостоя (x) костреца безостого
(верхний график – без удобрений, нижний – внесение N_{90})

При анализе почвенных образцов установлено, что на неудобренном фоне содержание нитратного азота в слое почвы 0–40 см весной повышалось после обработки дернины игольчатыми боронами (таблица 19). При рыхлении верхнего слоя почвы, в результате минерализации органического вещества, содержание нитратного азота, согласно шкале Г.П. Гамзикова (1981), увеличивалось с очень низкого (4 мг/кг) в контроле (без обработки боронами) до низкого уровня (6–7 мг/кг) обеспеченности нитратным азотом в варианте с обработками БИГ-3. К фазе выметывания эти различия в вариантах опыта сглаживались – содержание нитратного азота в почве варьировало в пределах 6–8 мг/кг.

Таблица 19 – Содержание нитратного азота в слое почвы 0–40 см в посеве костреца безостого в зависимости от азотного удобрения и боронования, мг/кг. Посев 1999 г.

Доза внесения	Вариант	2000 г.	2001 г.	2002 г.	Среднее
Весной в начале отрастания					
Без удобрений	Без обработки	0	8	3	4
	БЗТС-1	4	8	3	5
	БИГ-3 (П)	8	9	0	6
	БИГ-3 (А)	6	8	6	7
N_{90} весной	Без обработки	16	19	18	17
	БЗТС-1	14	20	18	17
	БИГ-3 (П)	9	18	18	15
	БИГ-3 (А)	11	21	18	17
Фаза выметывания					
Без удобрений	Без обработки	0	14	10	8
	БЗТС-1	0	12	7	6
	БИГ-3 (П)	0	14	9	8
	БИГ-3 (А)	3	11	9	8
N_{90} весной	Без обработки	10	15	11	12
	БЗТС-1	10	15	12	12
	БИГ-3 (П)	10	18	13	14
	БИГ-3 (А)	11	16	11	12
$НСР_{05}$ для частных средних		4	6	9	6

Исследования показали, что при внесении азотного удобрения содержание нитратного азота в 0–40 см слое почвы во всех вариантах опыта повышалось в 3 раза в начале отрастания растений, и в 2 раза в фазе выметывания, что соответствовало среднему уровню обеспеченности (12–14 мг/кг).

В среднем за годы исследований наибольшая урожайность сухой массы костреца безостого получена в варианте без боронования (2,24 т/га). При весеннем бороновании дернины тяжелой скоростной зубовой бороной урожайность изменялась несущественно, при обработке игольчатой бороной достоверно снижалась на 0,53–0,92 т/га (рисунок 8).

Внесение весной аммиачной селитры (N_{90}) повышало урожайность сухой массы костреца безостого в варианте без боронования в среднем в 2,3 раза (до 5,14 т/га), с боронованием зубовой бороной – в 2,8 раза (до 5,7 т/га), игольчатой бороной в пассивном режиме – в 4,1 раза (до 5,40 т/га), в активном режиме – в 3,1 раза (до 5,28 т/га).

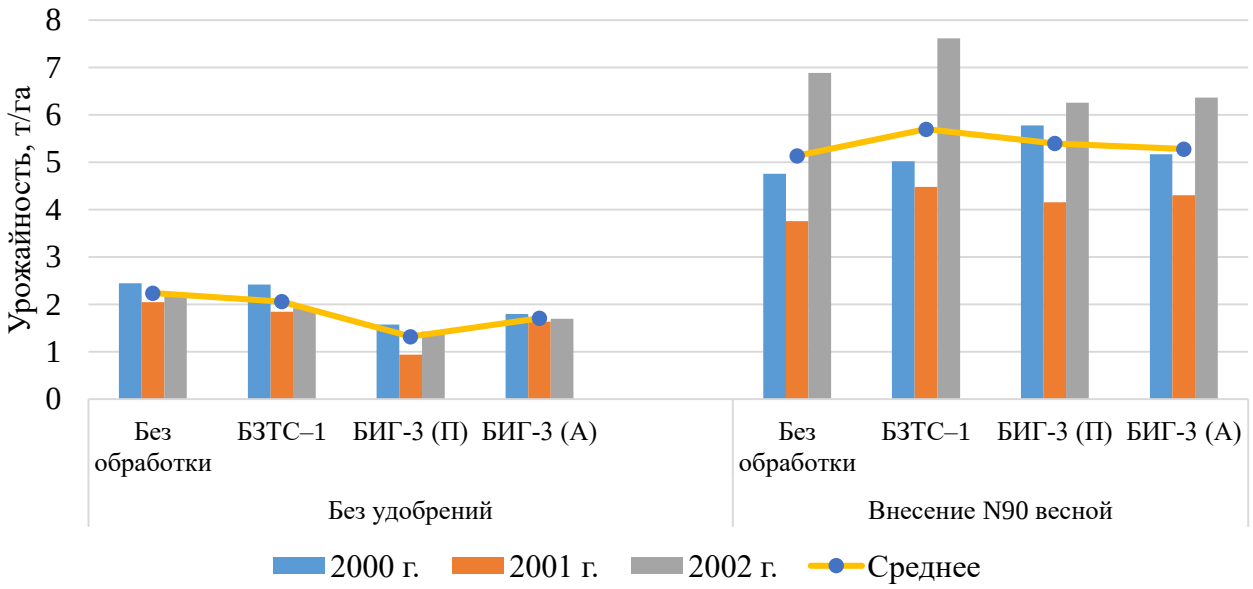


Рисунок 8 – Влияние азотного удобрения и способов его заделки в почву на урожайность сухой массы костреца безостого

Результаты дисперсионного анализа показывали, что существенное (p<0,05) и наиболее значительное (78–96%) влияние на общую изменчивость урожайности сухой массы костреца безостого оказывало внесение азотного удобрения (таблица 20). Доля влияния боронования составила 1–2%, однако эффективность этого агротехнологического приема была различной и зависела от возраста травостоя. Дифференцированный подход к боронованию посевов костреца безостого с учетом типа борон и режима их работы по годам пользования повышал урожайность на 11–21%.

Таблица 20 – Оценка существенности главных эффектов азотного удобрения, боронования и доли их влияния на урожайность сухой массы костреца безостого

Год	Урожайность, т/га						$НСР_{05}$, т/га		Доля влияния, %	
	Удобрение		Боронование				удобрения	боронования	удобрения	боронования
	N_0	N_{90}	Контроль	БЗТС-1	БИГ-3 (П)	БИГ-3 (А)				
2000	2,06	5,18	3,61	3,72	3,68	3,49	0,33	$F_ф$<F_{05}	88	1
2001	1,62	4,18	2,91	3,17	2,55	2,98	0,48	$F_ф$<F_{05}	78	2
2002	1,82	6,79	4,56	4,77	3,85	4,04	0,43	0,30	96	2

Установлено, что на неудобренном фоне наибольшую урожайность сухой массы костреца безостого формировали посевы без весеннего боронования, при внесении азотного удобрения – посевы с боронованием тяжелой зубовой бороной. Доля влияния погодных условий в общей изменчивости урожайности составила 7%.

Корреляционный анализ выявил сильную положительную связь урожайности сухой массы костреца безостого с высотой растений, массой побега, плотностью травостоя (r = 0,91…0,97) и условиями влагообеспеченности (суммой осадков, значением ГТК) за июнь–июль (r = 0,99). Влияние суммы температур было отрицательным и менее значимым (R^2 = 0,17). Коэффициент множественной детерминации свидетельствует, что 77% изменений в урожайности сухой массы костреца безостого было обусловлено изменениями температуры (x_1) и суммы осадков (x_2) за июнь–июль. Зависимость урожайности от осадков была криволинейной логарифмического типа, от температуры – прямолинейной (уравнение 11, рисунок 9):

$$y = -7{,}316 - 0{,}0109\ _{X1} + 5{,}5071\ Ln\ _{X2},\ (R^2 = 0{,}77). \qquad (11)$$

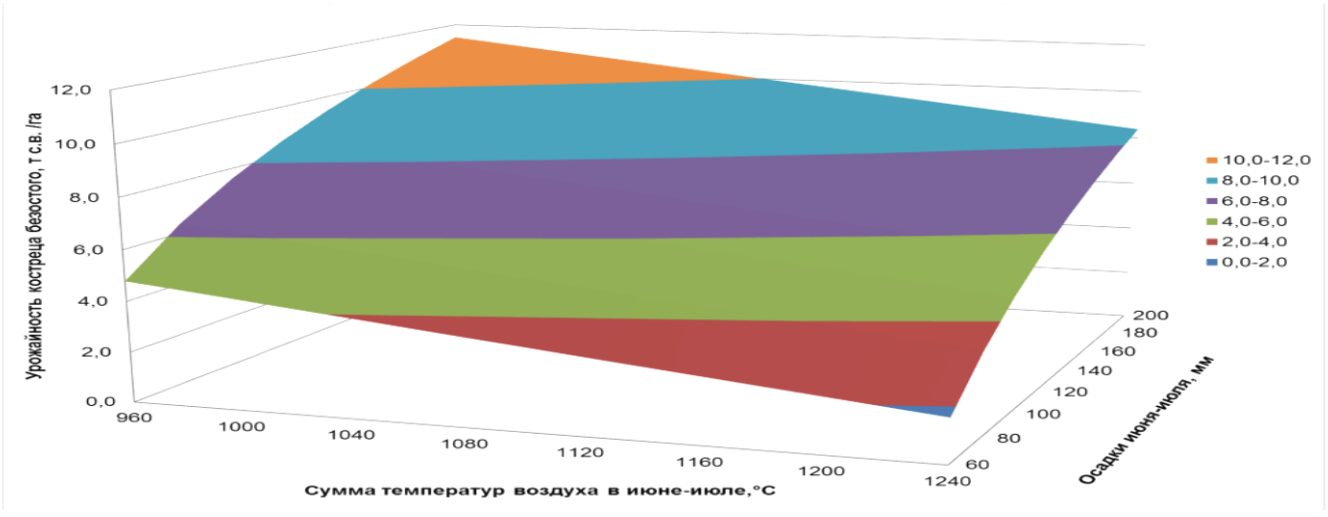


Рисунок 9 – Влияние суммы температур воздуха и осадков за период июнь–июль на урожайность сухой массы костреца безостого (2000–2002 гг.)

Определение биохимического состава растений костреца безостого показало, что в вариантах с применением азотного удобрения повысилась питательность

кормовой массы: содержание кормовых единиц в 1 кг сухого вещества с 0,53 до 0,59 (на 11%), переваримого протеина на кормовую единицу увеличилось с 81 до 95 г (на 17%), выход обменной энергии с 7,9 до 8,4 МДж/га (на 6%) (приложение 22). Влияние боронования в качестве агроприема для заделки удобрений на питательности корма было незначительным.

По общему сбору питательных веществ наблюдалось значительное снижение на неудобренном фоне за счет более низкой урожайности. При внесении азотного удобрения сбор кормовых единиц увеличился в среднем в 1,4 раза (на 1,68 т/га), обменной энергии в 1,3 раза (на 23,1 ГДж/га), переваримого протеина в 3 раза (на 0,18 т/га) (таблица 21). Использование для заделки удобрений зубовой бороны увеличивало валовой сбор кормовых единиц на 0,2 т/га, обменной энергии на 3,9 ГДж/га.

Таблица 21 – Выход питательных веществ с гектара на посевах костреца безостого в зависимости от азотного удобрения и боронования (среднее за 2001, 2002 г.)

Вариант	Кормовых единиц, т	Обменной энергии, ГДж	КПЕ, т	Переваримого протеина, кг
Без удобрений				
Без обработки	1,18	17,6	0,6	60
БЗТС-1	1,08	16,0	0,6	60
БИГ-3 (П)	0,76	11,4	0,4	40
БИГ-3 (А)	0,94	14,2	0,5	50
Внесение N_{90} весной				
Без обработки	2,86	40,7	2,3	240
БЗТС-1	3,06	44,6	2,3	220
БИГ-3 (П)	2,88	41,7	2,2	220
БИГ-3 (А)	2,95	42,3	2,6	260

Таким образом, проведенные исследования показали целесообразность внесения весной в начале отрастания костреца безостого азотных удобрений в дозе N_{90} и использования для их заделки тяжелых зубовых борон БЗТС–1, что повышало урожайность на 3,46 т/га сухой массы (155%). Эффект от совместного внесения удобрений и использования бороны составил 0,56 т/га или 11%.

4.2. Влияние сроков внесения «стартовой» дозы азотного удобрения на рост, развитие растений, урожайность и питательность сухой массы люцерны изменчивой

Бобовые травы основную потребность в азоте обеспечивают за счет симбиотической азотфиксации, однако, небольшие дозы азотного удобрения в начальный период жизни положительно сказываются на их развитии. Увеличение доз азота оказывает отрицательное влияние на развитие клубеньков (Кутузова А.А., 1985; Демачук Г.А., 1992). При этом большое значение имеют сроки их внесения. Ранние сроки (сразу после схода снега) могут привести к существенным (до 10–20%) потерям азота из–за вымывания и денитрификации (Корогодова Н.С., 1975).

В наших исследованиях плотность травостоя люцерны изменчивой в зависимости от срока внесения азотного удобрения изменялась в первом укосе от 216 до 370 шт./м^2, во втором укосе со 155 до 409 шт./м^2 и повышалась при комбинированном внесении азота весной и через 14 дней после укоса на 21–29% в сравнении с весенним внесением и через день после укоса (приложение 23). Масса побега люцерны изменчивой в первом укосе изменялась менее значительно (с 4,7 до 7,9 г, V = 13%), чем во втором (с 2,3 до 7, V = 34%) и снижалась в первом укосе на 9–12% при поздних сроках внесения азотного удобрения, с незначительным повышением (на 1%) во втором укосе. Высота растений в первом укосе изменялась от 76 до 93 см, во втором – с 67 до 95 см и повышалась на 2% в первом укосе при внесении азота.

Агрохимический анализ почвы показал, что максимальное количество нитратного азота содержалось в вариантах с внесением удобрения на следующий день (22 мг/кг) и через три недели после скашивания (24 мг/кг) (таблица 22).

Таблица 22 – Содержание нитратного азота в слое почвы 0–20 см в посеве люцерны изменчивой на 10–й день в зависимости от срока внесения азотного удобрения, мг/кг (среднее за 2000, 2001 г.)

Вариант	Значение	Контроль	Разница, ±	
			мг/кг	%
Весной	13	10	3	25
После первого укоса: через 1 день	22	12	10	47
через 7 дней	20	15	5	27
через 14 дней	18	12	6	33
через 21 день	24	11	13	54
$НСР_{05}$	3	1		

Внесение аммиачной селитры при повышенной температуре воздуха и дефиците влаги в условиях 2000 года было нецелесообразным (таблица 23). При весеннем сроке происходило уменьшение содержания нитратного азота за счет более интенсивного использования его растениями, что повышало урожайность. В летние сроки внесения между урожайностью и содержанием нитратного азота в слое почвы 0–20 см выявлена слабая связь (r = 0,30).

Таблица 23 – Динамика нитратного азота в слое почвы 0–20 см в посевах люцерны изменчивой в зависимости от срока внесения азотного удобрения, мг/кг почвы (2000 г.)

Вариант	Весной	День после первого укоса				Второй укос	Осень
		3-й	10-й	17-й	24-й		
Без внесения	9	10	12	11	9	11	10
Весной	12	12	12	11	11	14	12
После первого укоса: через 1 день	10	12	16	25	14	15	13
через 7 дней	10	11	15	25	9	18	19
через 14 дней	9	13	11	25	11	24	16
через 21 день	8	12	10	17	7	24	17
Весной + через 14 дней после первого укоса	12	13	14	17	16	14	14
Осенью	9	11	10	11	10	13	10
$НСР_{05}$	2	0	1	0	1	1	1

Эффективность внесения азотного удобрения в условиях острозасушливого и жаркого вегетационного периода 2000 г. (ГТК = 0,35) отмечена только в варианте комбинированного внесения весной и после первого укоса (таблица 24). Полученные нами данные подтверждают выводы А.А. Завалина (2015) о

Таблица 24 – Влияние срока внесения «стартовой» дозы азота (N_{30}) на урожайность сухой массы люцерны изменчивой, т/га (сумма двух укосов)

Вариант	2000 г.	2001 г.	2002 г.	Среднее	± к контролю	
					т/га	%
Без внесения	6,65	6,01	6,37	6,34	0	0
Весной	6,83	6,51	6,59	6,64	0,30	5
После первогоукоса: через 1 день	6,53	5,77	6,25	6,18	–0,16	–3
через 7 дней	6,61	6,61	7,07	6,76	0,42	7
через 14 дней	6,61	6,49	6,73	6,61	0,27	4
через 21 день	6,59	6,22	6,37	6,39	0,05	1
Весной + через 14 дней после первого укоса	7,03	6,36	7,89	7,09	0,75	12
Осенью	6,54	5,86	7,38	6,59	0,25	4
$НСР_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	0,55			

неэффективности азотных удобрений на посевах люцерны в засушливых условиях.

В 2001 г. в сумме за два укоса наблюдалось увеличение урожайности люцерны изменчивой при внесении азотного удобрения весной в начале отрастания (на 0,50 т/га) и в вариантах с внесением N_{30} через 7 и 14 дней после первого укоса (соответственно на 0,60 и 0,48 т/га), что обусловлено увеличением густоты травостоя на 4–26% (r = 0,45).

В 2002 г. получена достоверная прибавка урожайности сухой массы люцерны изменчивой в варианте с внесением «стартовой» дозы азота через неделю после первого укоса и при комбинированном внесении – весной и через 14 дней после первого укоса (соответственно 0,7 и 1,51 т/га). Также положительный эффект был получен при осеннем сроке внесения – 1,01 т/га. Выявлена обратная слабая связь урожайности с суммой положительных температур за вегетацию и осадков в засушливые годы (r = –0,21…–0,22), прямая средняя – в годы с повышенным увлажнением (r = 0,46–0,56).

Внесение аммиачной селитры на следующий день или через три недели после скашивания надземной массы не давало положительного эффекта. В первом случае растения люцерны изменчивой еще находились в стрессовом состоянии после скашивания, во втором случае симбиотическая система уже начала продуктивно работать и потребность растений в азоте снизилась.

Через неделю после скашивания, у люцерны изменчивой появляется потребность в азоте, который является основным строительным материалом. Но симбиотическая система, которая в нормальных условиях на две трети удовлетворяет потребность люцерны в азоте, не может поставлять его в необходимом количестве, поскольку она функционирует по схеме «растения снабжают углеводами клубеньковые бактерии, а они их азотом». В данном случае углеводов явно недостаточно, поскольку отсутствует полноценный фотосинтетический аппарат и люцерна начинает использовать азот удобрений.

В среднем за три года исследований максимальная урожайность (7,09 т/га) получена при комбинированном сроке внесения «стартовой» дозы азотного удобрения в варианте весной и через 14 дней после укоса, что было на 0,75 т/га (11%) больше контрольного варианта и на 0,45 т/га (6%) весеннего срока внесения. Прибавка была обусловлена увеличением на 11% плотности травостоя (r = 0,81). Регрессионный анализ показал, что при увеличени количества побегов на 100 шт./м^2 урожайность повышалась на 0,5 т/га (R^2 = 0,55) (рисунок 10).

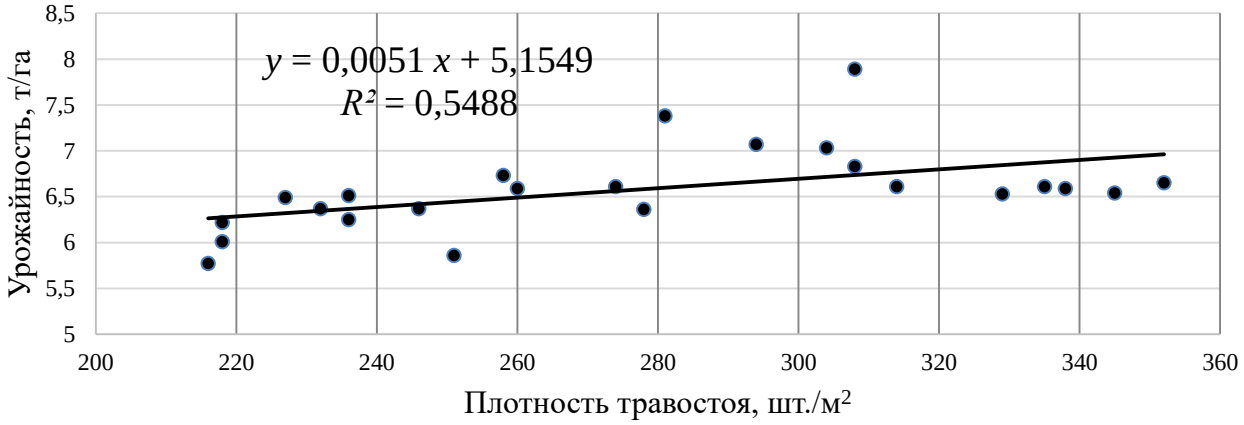


Рисунок 10 – Регрессионная зависимость между урожайностью сухой массы (y) и плотностью травостоя (x) люцерны изменчивой

По данным НИИСХ Северо-Востока (Фигурин В.А., 2013), использование азотных удобрений на люцерне изменчивой как в первом, так и во втором укосе было не эффективным.

Внесение «стартовой» дозы азотного удобрения способствовало увеличению содержания общего азота в сухой массе люцерны, улучшая ее питательность. Так,

внесение азотного удобрения в 2000 г. весной повышало его содержание в сухой массе люцерны второго укоса на 0,17% по сравнению с контролем (таблица 25). При внесении азотного удобрения в дозе N_{30} после проведения основного укоса и при комбинированном способе внесения его содержание возросло и было максимальным (3,25%) в варианте через 7 дней после первого укоса, что подтверждает активное его потребление растениями.

Таблица 25 – Содержание общего азота в сухой массе люцерны изменчивой в зависимости от срока внесения «стартовой» дозы азотного удобрения, %

Вариант	Первый укос			Второй укос			Среднее за вегетацию
	2000 г.	2001 г.	Среднее	2000 г.	2001 г.	Среднее	
Без внесения	2,47	2,59	2,53	2,58	2,78	2,68	2,65
Весной	2,46	2,68	2,57	2,81	3,08	2,94	2,82
После первого укоса: через 1 день	2,56	2,59	2,57	2,93	2,93	2,93	2,82
через 7 дней	2,81	2,72	2,76	3,25	3,30	3,27	3,01
через 14 дней	2,69	2,69	2,69	3,15	2,79	2,97	2,83
через 21 день	2,95	2,80	2,87	3,10	2,53	2,81	2,84
Весной + через 14 дней после первого укоса	2,58	2,56	2,57	3,10	3,11	3,10	2,84
Осенью	2,49	2,51	2,50	2,94	3,01	2,97	2,73
$НСР_{05}$	0,12	0,17		0,35	0,50		

Внесение азотного удобрения в более влажном 2001 году (ГТК = 1,71) снизило содержание азота в люцерне изменчивой второго укоса до 2,53–3,01%, за исключением варианта с внесением через 7 дней после укоса и комбинированном внесении, в котором оно увеличилось до 3,11–3,30%. Снижение обусловлено уменьшением процесса нитрификации вследствие выпадения осадков и повышения увлажнения почвы. В исследованиях Г.А. Демарчука и др. (1992), при внесении весной 20–60 кг д.в./га азота его содержание в сухой массе люцерны изменчивой составило 2,9–3,0%.

Установлена средняя отрицательная связь между количеством общего азота в массе люцерны изменчивой первого укоса с содержанием нитратного азота в почве после внесения (r = –0,38), положительная – в зеленой массе второго укоса (r = 0,67).

Зоотехнический анализ зеленой массы люцерны изменчивой показал, что ее питательность изменялась в зависимости от срока внесения азота (таблица 26). Так, содержание сухого вещества уменьшалось с 24,7 до 22,8% (на 1,9%), сырой клетчатки – с 38,6 до 30,1% (на 8,5%), а содержание протеина в сухом веществе повышалось с 14,7 до 17,8%, жира – с 1,6 до 1,9, сырой золы – с 7,2 до 8,3, БЭВ – с 37,7 до 42,4%.

Таблица 26 – Зоотехнический состав зеленой массы люцерны изменчивой первого укоса в зависимости от срока внесения азотного удобрения (среднее за 2000–2002 гг.)

Вариант	Сухое вещество %	Содержание в сухом веществе, %				
		сырого протеина	сырого жира	сырой клетчатки	БЭВ	сырой золы
Без внесения	26,6	14,9	1,6	34,0	41,9	7,6
Весной	26,7	14,7	1,5	37,7	39,1	7,0
После первого укоса: через 1 день	24,7	14,9	1,6	38,6	37,7	7,2
через 7 дней	24,3	15,4	1,4	37,3	38,7	7,2
через 14 дней	21,7	15,5	1,8	33,9	40,2	8,6
через 21 день	22,2	17,3	1,9	30,1	42,4	8,3
Весной + через 14 дней после первого укоса	21,7	17,8	2,0	32,3	38,2	9,7
Осенью	22,9	16,0	1,9	33,4	40,6	8,1
$НСР_{05}$		0,20	0,18	0,20	0,45	0,38

В растениях люцерны изменчивой при поздних сроках внесения азотного удобрения содержание кормовых единиц в 1 кг сухого вещества повышалось с 0,71 до 0,77 (на 8%), переваримого протеина на кормовую единицу со 159 до 166 г (4%), обменной энергии с 10,0 до 10,7 МДж/га (на 7%) (таблица 27). Показатели качества корма соответствовали требованиям ГОСТ.

Таким образом, проведенные исследования выявили эффективность комбинированного внесения стартовой дозы азота (N_{30}) (весной и через 14 дней после первого укоса) на посевах люцерны изменчивой, обеспечивающего дополнительно 0,75 т/га сухой массы (12%) и высокое качества корма.

Таблица 27 – Питательность зеленой массы люцерны изменчивой первого укоса в зависимости от срока внесения «стартовой» дозы азота (среднее за 2000–2002 гг.)

Вариант	В 1 кг сухого вещества		Переваримый протеин	
	кормовых единиц	обменной энергии, МДж	%	г/к. ед.
Без внесения	0,71	10,0	10,8	159
Весной	0,70	9,9	10,6	157
После первого укоса: через 1 день	0,71	10,0	10,8	159
через 7 дней	0,72	10,0	11,3	165
через 14 дней	0,72	10,1	11,4	166
через 21 день	0,76	10,5	13,0	162
Весной + через 14 дней после первого укоса	0,77	10,7	13,4	166
Осенью	0,73	10,2	11,8	171

4.3. Биоэнергетическая и экономическая оценка сроков внесения азотного удобрения на костреце безостом и люцерне изменчивой

Анализ биоэнергетической эффективности сроков внесения азотного удобрения при возделывании костреца безостого на корм показал, что минимальные затраты техногенной энергии были в вариантах без внесения азотного удобрения – 15,0 ГДж/га, его внесение увеличило их до 70,3 ГДж/га за счет большей энергонасыщенности удобрений (таблица 28, приложение 24). Выход обменной энергии зависел от урожайности культуры и питательной ценности кормовой массы. Минимальные значения энергии получены в варианте без внесения азотного удобрения при использовании БИГ-3 в пассивном режиме работы – 45,7 ГДж/га, в активном режиме выход энергии увеличился до 57,4 ГДж/га. При внесении азотного удобрения выход энергии повысился в 2,5–3,6 раза до 163,2–178,5 ГДж/га.

На неудобренном фоне содержание обменной энергии в корме из массы костреца безостого составило 7,9–8,0 МДж/кг. Внесение азотного удобрения повысило ее до 8,3–8,6 при максимальной обеспеченности в вариантах использования БИГ-3.

Таблица 28 – Энергетическая эффективность возделывания костреца безостого на корм в зависимости от азотного удобрения и боронования (в сумме за 2000–2002 гг.)

Вид обработки	Сбор сухой массы, т/га	Затраты энергии, ГДж/га	Выход обменной энергии	
			ГДж/га	МДж/кг
Без внесения				
Без обработки	8,94	15,0	70,6	7,9
БЗТС-1	8,01	15,0	64,1	8,0
БИГ-3 (П)	5,71	15,0	45,7	8,0
БИГ-3 (А)	7,36	15,0	57,4	8,0
Внесение N_{90} весной				
Без обработки	19,43	70,3	163,2	8,4
БЗТС-1	21,50	70,3	178,5	8,3
БИГ-3 (П)	19,88	70,3	170,0	8,6
БИГ-3 (А)	19,87	70,3	170,9	8,6

На люцерне изменчивой затраты энергии на неудобренном фоне составили 13,6 ГДж/га и повысились в 2,8 раза при внесении азотного удобрения в дозе N_{30} (до 38,6 ГДж/га). При дробном внесении весной и после основного укоса затраты были максимальными – 46,4 ГДж/га (таблица 29). Разница энергозатрат связана с энергообеспеченностью азотного удобрения и затратами на его внесение.

Таблица 29 – Энергетическая эффективность возделывания люцерны изменчивой при внесении стартовых доз азотного удобрения в различные сроки (в сумме за 2000–2002 гг.)

Вариант	Сбор сухой массы, т/га	Затраты энергии, ГДж/га	Выход обменной энергии	
			ГДж/га	МДж/кг
Без внесения	19,03	13,6	190,3	10,0
Весной	19,93	38,6	197,3	9,9
После первого укоса: через 1 день	18,55	38,6	185,5	10,0
через 7 дней	20,29	38,6	202,9	10,0
через 14 дней	19,83	38,6	200,3	10,1
через 21 день	19,18	38,6	201,4	10,5
Весной + через 14 дней	21,28	46,4	227,7	10,7
Осенью	19,78	38,6	201,8	10,2

Выход обменной энергии с урожаем был наименьшим в контрольном варианте, при внесении удобрений весной и через 1 день после первого укоса (185,5–197,3 ГДж/га). Внесение удобрений через 7 дней после первого укоса и до 21–го дня после его проведения увеличивало выход энергии до 201,4–202,9 ГДж/га

(на 3–9%), максимальное значение (227,7 ГДж/га) при дробном внесении азотного удобрения весной и через 14 дней после основного укоса.

Содержание обменной энергии в корме составило на неудобренном фоне 10,0 МДж/кг и повышалось до 10,1–10,5 МДж/кг при внесения азотного удобрения через 14–21 день после первого укоса, а максимальная обеспеченность отмечена при комбинированном внесении (10,7 МДж/кг).

Экономический анализ показал, что боронование костреца безостого на неудобренном фоне не целесообразно, оно было убыточным (таблица 30, приложение 25). Внесение азотного удобрения весной в начале отрастания растений костреца безостого обеспечивало наибольший чистый доход (44,9 тыс. руб./га) и окупаемость затрат в 2,0 раза. Использование борон для заделки азотного удобрения повысило доход на 10,0–15,2 тыс. руб./га, окупаемость до 2,3–2,5 раза.

Таблица 30 – Окупаемость затрат при возделывании костреца безостого на корм в зависимости от азотного удобрения и боронования (в сумме за 2000–2002 гг.)

Вид обработки	Прибавка кормовых единиц	Стоимость прибавки урожая, руб./га	Дополни-тельные затраты, руб./га	Условно чистый доход (убыток), руб./га	Окупаемость
Без внесения					
БЗТС-1	–410	–4100	2049	–2051	–1,0
БИГ-3 (П)	–1660	–16600	2049	–14551	–7,1
БИГ-3 (А)	–910	–9100	2049	–7051	–3,4
Внесение N_{90} весной					
Без обработки	6720	67200	22337	44863	2,01
БЗТС-1	7930	79300	24386	54914	2,25
БИГ-3 (П)	8450	84500	24386	60114	2,47
БИГ-3 (А)	8090	80900	24386	56514	2,32

В опыте по срокам внесения стартовой дозы азотного удобрения на люцерне изменчивой наибольшая прибыль (24,2 тыс. руб./га) и окупаемость дополнительных затрат (в 5,4 раза) получены при дробном внесении азотного удобрения весной и через две недели после укоса (таблица 31). При этом суммарное влияние сроков отдельного внесения азотного удобрения весной и через 14 дней после укоса по условно чистому доходу было меньше в 3,5 раза, по окупаемости затрат – в 2 раза.

Таблица 31 – Окупаемость затрат при внесении стартовой дозы азотного удобрения (N_{30}) на люцерне изменчивой в различные сроки (в сумме за 2000–2002 гг.)

Срок внесения	Прибавка кормовых единиц	Стоимость прибавки урожая, руб./га	Дополни-тельные затраты, руб./га	Условно чистый доход, руб./га	Окупаемость
Весной	440	4400	2552	1848	0,72
После первого укоса через 1 день	–339	–3390	2552	–838	–0,33
через 7 дней	1090	10900	2552	8348	3,27
через 14 дней	760	7600	2552	5048	1,98
через 21 день	1060	10600	2552	8048	3,15
Весной + через 14 дней	2870	28700	4505	24195	5,37
Осенью	920	9200	2552	6648	2,61

Таким образом, биоэнергетическая оценка изучаемых приемов подтвердила высокую эффективность внесения азотного удобрения на костреце безостом в дозе 90 кг д.в./га с последующим боронованием зубовой бороной БЗТС-1, что обеспечивало наибольший выход обменной энергии (179,0 ГДж/га и 10,7 МДж/кг), доход (54,9 тыс. руб./га) и окупаемость дополнительных затрат в 2,3 раза. На люцерне изменчивой наибольшую прибыль (24,2 тыс. руб./га) и окупаемость затрат (в 5,4 раза) обеспечивает комбинированное внесение (по N_{30}) стартовой дозы азотного удобрения весной и через 14 дней после первого укоса.

ГЛАВА 5. АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПЕРИОДОВ УБОРКИ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА КОРМ В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

5.1. Агротехнологические особенности уборки многолетних трав на корм в условиях лесостепной зоны Западной Сибири

Оптимальной фазой скашивания многолетних бобовых трав считается бутонизация–начало цветения, злаковых – выметывание. Слишком ранние сроки уборки приводят к недобору зеленой массы, запаздывание с ним ухудшает качество продукции (Концепция развития кормопроизводства…, 1999; Трухачев В.И., 2016; Нагибин А.Е., 2018; Банданова А.В., 2019; Донских Н.А., 2020). Продолжительность оптимальной фазы для уборки трав в зависимости от вида трав составляет 5–7 дней. Однако, на практике во многих случаях, по разным причинам эти рекомендации не выполняются и уборка затягивается.

Одним из факторов, влияющих на начало и продолжительность уборки многолетних трав, являются неблагоприятные погодные условия. Наши исследования показали, что в условиях лесостепной зоны Западной Сибири отрастание многолетних трав в зависимости от погодных условий наступало в период с 20 апреля по 3 мая, укосная спелость костреца безостого отмечалась с 7 по 13 июня, бобовых трав – с 11 по 30 июня. По многолетним данным вероятность осадков интенсивного типа в этот период составляет 54–58% (таблица 32, рисунок 11), что в большинстве случаев не позволяет провести уборку многолетних трав в рекомендуемые оптимальные сроки. При уборке трав в июле вероятность осадков ливневого характера повышается до 62–83%, что также может удлинить сроки уборки еще более значительно.

На затягивание сроков уборки негативное влияние также оказывает дефицит кормоуборочных комбайнов, обеспеченность которыми в хозяйствах Западной Сибири разных форм собственности составляет около 60%. Нормативная нагрузка на один агрегат с 2000 по 2019 г. возросла в 4,7 раза

Таблица 32 – Вероятность выпадения осадков выше среднемноголетнего значения в различные периоды уборки многолетних трав в лесостепной зоне Западной Сибири, 2000–2023 гг.

Период	Число лет с осадками, %			
	меньше нормы	больше нормы	превышающих норму	
			< 50%	> 50%
II декада июня	50	50	42	58
III декада июня	46	54	46	54
I декада июля	42	58	25	75
II декада июля	63	37	17	83
III декада июля	50	50	38	62

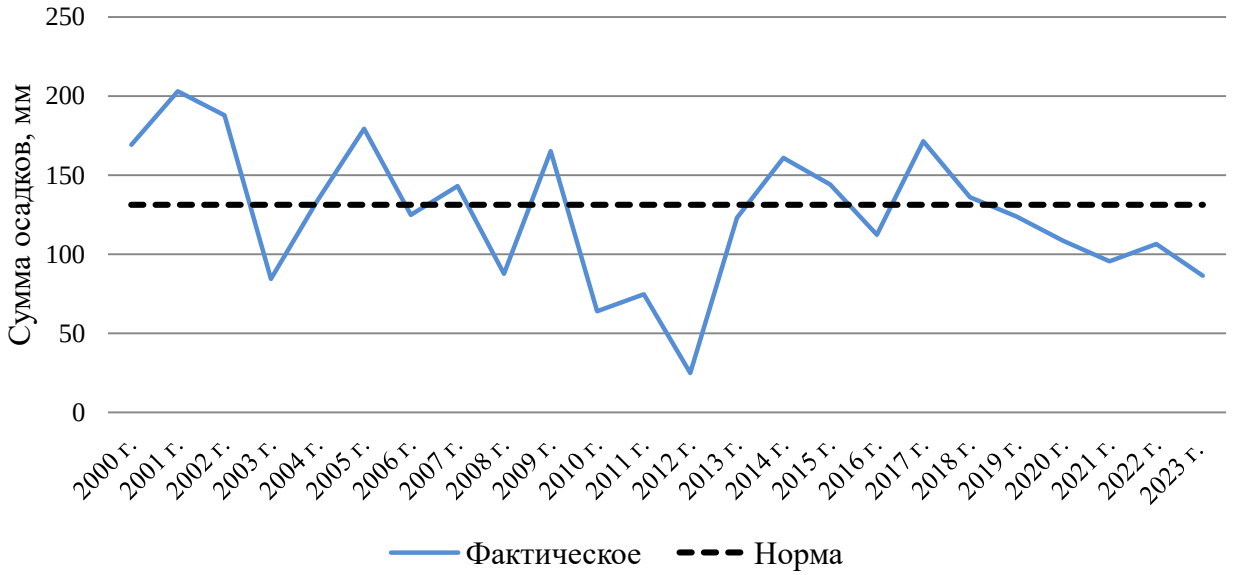


Рисунок 11 – Динамика осадков в период уборки (июнь–июль) многолетних трав в лесостепной зоне Западной Сибири за период с 2000 по 2024 г.

(Брезгин А.И., 2019; Волкова Е.А., 2021). По данным Мониторинга реализации ресурсного потенциала эффективности сельскохозяйственного производства, проведенного сотрудниками СибИМЭ СФНЦА РАН, обеспеченность кормоуборочной техникой хозяйств Новосибирской области за последние 6 лет снизилась на 17%, а темпы обновления парка обеспечивают ее прирост лишь на 13% от потребности. Несмотря на значительное (28%) снижение площадей под кормовыми культурами в последние годы, нагрузка на один агрегат остается очень высокой – более 900 га (таблица 33). При максимальной выработке одного кормоуборочного комбайна за смену (33 га), с учетом их наличия (500 шт.) и

Таблица 33 – Наличие кормоуборочной техники в хозяйствах Новосибирской области (по данным СибИМЭ СФНЦА РАН)

Показатель	Год					
	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Кормоуборочных комбайнов, шт.: фактическое необходимо	601 1593	603 1499	595 1357	597 1232	545 1202	500 1152
Площадь под кормовыми, тыс. га	624,7	587,7	532,3	483,0	471,2	451,6
Фактическая нагрузка на комбайн, га	1039	975	895	809	866	903
Продолжительность уборки, смен	30	30	27	25	26	27

площади под многолетними травами на корм (451,6 тыс. га), для уборки потребуется 27 смен или 9 суток непрерывной работы.

Тормозит уборку значительный износ кормоуборочной техники старше 10 лет, парк которой в хозяйствах на 2025 год составил более 45%. При ее выходе из строя средний срок сервисного ремонта первой группы сложности составляет 68–72 часа, более сложная поломка приводит к простою на 7–10 суток.

Таким образом, проведенные рассчеты показывают невозможность на данном этапе при реальной обеспеченности хозяйств кормоуборочной техникой проведение уборочной кампании многолетних трав в оптимальную фазу развития растений. В связи с этим возникает необходимость уточнения максимально возможного периода уборки многолетних трав, при котором будет соблюден баланс урожайности и качества полученной зеленой массы.

5.2. Особенности роста и развития многолетних трав при разных сроках скашивания

Сроки и частота проведения укосов, а также продолжительность межукосного периода оказывают значительное влияние на урожайность отавы и последующую продуктивность многолетних трав и тесно связаны с продолжительностью межукосного периода, что важно учитывать при разработке схем сырьевого конвейера (Бакшаев Д.Ю., 2006, 2008, 2010; Лазарев Н.Н., 2017; Бутуханов А.Б., 2021).

По мнению В.М. Косолапова (2008), Н.М. Носова (2017), энергетическая питательность объемистых кормов должна составлять не менее 10 МДж обменной энергии в 1 кг сухого вещества при содержании не менее 0,80 кормовых единиц и 14–15% сырого протеина. Эти показатели достигаются при соблюдении оптимальных сроков уборки.

По данным Р.Ш. Фахрутдинова (2012), недостатком многолетних трав является то, что они быстро теряют питательную ценность, имеют короткий период накопления химических веществ. В результате зеленая масса значительно грубеет, повышается содержание клетчатки, снижается питательность за счет потери части листьев, что по данным В.М. Кузнецова (2017) приводит к снижению энергетической питательности на 1% ежедневно. При этом средние потери протеина за день составляют 0,25%, а содержание клетчатки увеличивается на 0,33%. В резко континентальном климате Западной Сибири такие исследования позволят определить возможный период уборки многолетних трав, позволяющий заготовить высококачественый корм без значительного снижения урожая.

Наши исследования показали, что плотность травостоя костреца безостого от ранних к поздним срокам уборки снижалась на 64% из-за частичной гибели и усыхания, а высота растений и масса побега были максимальными при скашивании травостоя через 5 дней после цветения (таблица 34, приложения 26–29). Внесение азотного удобрения в дозе N_{90} повышало плотность травостоя костреца безостого в среднем в 1,3 раза (до 342–423 шт./м^2), высоту растений на 5–7 см, массу побега в 1,2 раза, и снижало вариабельность показателей в 1,4 раза.

Наблюдения за ростом и развитием многолетних бобовых трав в зависимости от срока скашивания показали, что плотность их травостоя повышалась на 8–25% в более поздние сроки уборки при значительном ее снижении во втором укосе (таблица 35). Аналогичные данные получены Н.И. Касаткиной (2019) в Удмуртском НИИСХ в опытах с многолетними бобовыми и злаковыми травами.

Таблица 34 – Биометрические показатели растений костреца безостого по укосам в зависимости от срока скашивания и азотных удобрений (среднее за 2004–2006 гг.)

Срок скашивания	Плотность травостоя, шт./м^2			Высота растений, см			Масса побега, г		
	1-й укос	2-й укос	Сред-нее	1-й укос	2-й укос	Сред-нее	1-й укос	2-й укос	Сред-нее
Без удобрений									
Выход в трубку	369	338	353	56	54	55	1,4	2,7	2,0
Выметывание	354	275	315	71	59	65	2,0	2,5	2,2
Начало цветения	414	264	339	92	55	74	2,2	2,8	2,5
Полное цветение	424	230	327	104	56	80	2,4	2,8	2,6
Через 5 дней	432	211	321	112	54	83	2,3	2,7	2,5
Через 10 дней	424	183	303	110	52	81	2,0	2,5	2,3
Через 15 дней	383	89	236	112	29	71	2,3	4,2	3,3
Через 20 дней	367	62	215	113	20	67	2,3	2,0	2,2
$НСР_{05}$	34	22	36	5	4	5	0,8	1,2	1,4
Внесение N_{90}									
Выход в трубку	441	406	423	61	93	77	1,7	3,3	2,5
Выметывание	411	420	415	76	90	83	2,0	2,9	2,4
Начало цветения	448	381	415	98	92	95	2,3	2,8	2,6
Полное цветение	459	245	352	113	71	92	2,8	3,5	3,1
Через 5 дней	475	277	376	117	69	93	2,9	3,3	3,1
Через 10 дней	485	240	362	115	63	89	2,5	3,2	2,9
Через 15 дней	494	252	373	119	63	91	2,9	2,7	2,8
Через 20 дней	468	216	342	118	88	103	2,8	2,6	2,7
$НСР_{05}$	62	55	67	11	11	32	0,6	0,7	1,2

Высота растений в первом укосе достигала максимального значения (91–105 см) через 5–20 дней после цветения. Масса побега бобовых трав первого укоса увеличивалась в 1,5–3,1 раза при позднем скашивании, во втором укосе понижалась у галеги восточной и люцерны изменчивой в 2,5–4,3 раза, у эспарцета песчаного и клевера лугового она повышалась в 1,4–2 раза до 5-го дня после цветения с последующим ее снижением.

Корреляционный анализ выявил сильную взаимосвязь между показателями продуктивности изучаемых многолетних трав (r = 0,78…0,88) (таблица 36), о чем также свидетельствуют высокие коэффициенты детерминации (R^2 = 0,61–0,78).

Поздние сроки скашивания первого укоса влияли на наступление укосной спелости во втором укосе. Максимальный межукосный период был у

Таблица 35 – Биометрические показатели растений многолетних бобовых трав по укосам в зависимости от сроков скашивания первого укоса (среднее за 2004–2006 гг.)

Срок скашивания	Плотность травостоя, шт./м^2			Высота растений, см			Масса побега, г		
	1-й укос	2-й укос	Сред-нее	1-й укос	2-й укос	Сред-нее	1-й укос	2-й укос	Сред-нее
Люцерна изменчивая									
Стеблевание	446	350	398	48	77	63	3,0	5,1	4,1
Бутонизация	472	304	388	54	78	66	3,4	4,4	3,9
Начало цветения	462	299	380	62	75	69	3,8	4,9	4,4
Полное цветение	465	306	386	72	69	70	4,6	3,5	4,1
Через 5 дней	476	220	348	75	72	74	4,9	2,5	3,7
Через 10 дней	462	239	351	79	69	74	5,5	2,3	3,9
Через 15 дней	483	203	343	91	66	79	6,5	1,2	3,9
Через 20 дней	427	168	298	90	57	74	5,9	1,2	3,6
$НСР_{05}$	41	22	21	3	5	5	0,3	0,3	0,3
Эспарцет песчаный									
Стеблевание	165	228	197	50	85	68	4,5	5,7	5,1
Бутонизация	190	205	197	62	87	75	5,5	6,5	6,0
Начало цветения	193	186	190	73	90	81	6,4	7,3	6,9
Полное цветение	185	156	170	86	89	88	6,9	7,5	7,2
Через 5 дней	198	152	175	96	95	96	7,0	8,2	7,6
Через 10 дней	206	155	181	98	86	92	7,7	7,8	7,8
Через 15 дней	173	140	157	96	77	87	9,8	7,7	8,8
Через 20 дней	167	116	142	101	74	88	8,7	7,6	8,2
$НСР_{05}$	12	13	13	6	7	7	0,5	0,7	0,6
Клевер луговой									
Стеблевание	390	221	305	42	64	53	3,4	7,9	5,6
Бутонизация	392	186	289	53	68	61	4,1	8,5	6,3
Начало цветения	374	93	233	65	69	67	5,3	10,8	8,1
Полное цветение	317	43	180	74	65	70	6,4	15,5	11,0
Через 5 дней	315	38	177	80	56	68	7,5	11,8	9,7
Через 10 дней	300	28	164	87	52	70	9,1	14,8	12,0
Через 15 дней	256	15	136	89	53	71	9,1	10,0	9,6
Через 20 дней	247	0	123	90	0	90	10,4	0,0	10,4
$НСР_{05}$	36	66	35	8	6	6	0,6	1,0	0,8
Галега восточная									
Стеблевание	165	73	119	62	88	75	10,2	8,4	9,3
Бутонизация	154	72	113	71	78	74	11,4	6,6	9,0
Начало цветения	160	50	105	84	74	79	11,9	6,9	9,4
Полное цветение	171	0	86	100	74	87	12,7	2,7	7,7
Через 5 дней	192	0	96	105	72	89	13,0	3,2	8,1
Через 10 дней	179	0	90	104	70	87	14,8	3,4	9,1
Через 15 дней	182	0	91	101	70	86	12,9	3,3	8,1
Через 20 дней	170	0	85	101	0	101	12,9	0	6,4
$НСР_{05}$	15	7	9	9	5	6	0,5	0,4	0,6

Таблица 36 – Регрессионная зависимость между показателями продуктивности растений многолетних трав (среднее за 2004–2006 гг.)

Признак	Уравнение регрессии	Коэффициент регрессии	Коэффициент корреляции (r)	Коэффициент детерминации (R^2)
Кострец безостый. Без внесения азота				
Плотности травостоя и высоты растений	$y = 0{,}1797\,x + 17{,}806$	0,1797	0,83	0,6922
Плотности травостоя и массы побега	$y = 0{,}005\,x + 0{,}4374$	0,0050	0,64	0,4140
Высоты растений и массы побега	$y = 0{,}0302\,x - 0{,}2419$	0,0302	0,84	0,7161
Кострец безостый. Внесение N_{90}				
Плотности травостоя и высоты растений	$y = 0{,}1727\,x + 22{,}662$	0,1727	0,81	0,6675
Плотности травостоя и массы побега	$y = 0{,}0052\,x + 0{,}4766$	0,0052	0,66	0,4386
Высоты растений и массы побега	$y = 0{,}0327\,x - 0{,}4409$	0,0327	0,88	0,7799
Люцерна изменчивая				
Плотности травостоя и высоты растений	$y = 0{,}1887\,x - 2{,}9748$	0,1887	0,82	0,6783
Плотности травостоя и массы побега	$y = 0{,}0112\,x - 0{,}1378$	0,0112	0,78	0,6087
Высоты растений и массы побега	$y = 0{,}0505\,x + 0{,}6284$	0,0505	0,80	0,6459
Эспарцет песчаный				
Плотности травостоя и высоты растений	$y = 0{,}0221\,x + 80{,}138$	0,0221	0,13	0,0174
Плотности травостоя и массы побега	$y = -0{,}0025\,x + 7{,}603$	–0,0025	–0,12	0,0145
Высоты растений и массы побега	$y = 0{,}096\,x - 0{,}8979$	0,0960	0,78	0,6128
Клевер луговой				
Плотности травостоя и высоты растений	y = 0,0137 x + 60,537	0,0137	0,05	0,0031
Плотности травостоя и массы побега	$y = 0{,}013\,x + 3{,}203$	0,013	0,48	0,2369
Высоты растений и массы побега	$y = 0{,}0431\,x + 3{,}1012$	0,0431	0,39	0,1561
Галега восточная				
Плотности травостоя и высоты растений	$y = -0{,}0825\,x + 96{,}47$	–0,0825	–0,12	0,0150
Плотности травостоя и массы побега	$y = 0{,}0493\,x + 3{,}2576$	0,0493	0,57	0,3306
Высоты растений и массы побега	$y = 0{,}0844\,x + 0{,}9776$	0,0844	0,66	0,4403

неудобренного азотом костреца безостого – 48–86 дней с высокой вариацией (*V* = 21%) (таблица 37, приложения 30–32). В среднем за годы исследований уборка травостоя костреца безостого начиналась 2–8 июня при достижении растениями фазы выхода в трубку, через 4–7 дней отмечена фаза выметывание, а еще через 11–16 дней – полное цветение. Дата наступления второго укоса в 2004 и 2005 г. совпадала по вариантам с выметыванием растений вплоть до самых поздних сроков скашивания первого укоса и отмечена 25 августа в 2004 г., 25 сентября – в 2005 г.

Таблица 37 – Влияние срока скашивания многолетних трав первого укоса на продолжительность межукосного периода, сут. (среднее за 2004–2006 гг.)

Срок скашивания	Кострец безостый		Люцерна изменчивая	Эспарцет песчаный	Клевер луговой	Галега восточная
	без удобрений	внесение N_{90}				
Выход в трубку (стеблевание)	79*	73	60	55	48	43
Выметывание (бутонизация)	76*	75	63	56	50*	49
Начало цветения	86*	68	63	58	57*	68
Полное цветение	80*	64*	53	58	54**	90
Через 5 дней	74*	58*	48*	65	49**	84
Через 10 дней	68*	52*	45*	60	44**	80
Через 15 дней	48**	64*	70*	59	73**	74
Через 20 дней	76**	75*	63*	63	–	–
*– данные за 2004, 2005 г., **– данные за 2004 г.						

При внесении азотных удобрений межукосный период костреца безостого сократился и составил 52–75 дней (вариация по годам от 48 до 83 дней) за счет более быстрого прохождения растениями фаз развития и наступления укосной спелости (*V* = 15%). Максимальная продолжительность периода (16–18 дней) отмечена с фазы начало цветения и через 10 дней после полного цветения.

В зависимости от года пользования травостоем наступление начала цветения люцерны изменчивой отмечено 17–27 июня, через 45–70 дней (2–18 августа) растения формировали укосную массу отавы.

У эспарцета песчаного период цветения был самым продолжительным в сравнении сдругими бобовыми травами за счет особенности строения соцветия, в котором сначала зацветает нижний ярус, затем цветение смещается в средний и верхний яруса. В зависимости от года пользования, его цветение начиналось с 11–

22 июня и продолжалось вплоть до 7–19 июля в течение 26–28 дней. При этом продолжительность межукосного периода в среднем за годы исследований имела минимальные отклонения – 55–65 дней (V = 16%).

Скашивание клевера лугового в поздние сроки (полное цветение) уже в первый год пользования не приводило к получению второго укоса. По–видимому, тот запас питательных веществ, что клевер тратит на формирование репродуктивных органов, критически важен для него и при сенокосном использовании идет на формирование отавы. В наших исследованиях межукосный период клевера лугового составил 44–73 дня. А.Е. Нагибин (2018), напротив, рекомендует позднее скашивание клевера в связи с тем, что основной урожай он формирует в первом укосе.

Галега восточная является одной из самых ранних культур в системе конвейерного использования. Фаза начала цветения галеги восточной наступала 14–22 июня, зеленая масса с этого времени может быть использована для кормления животных. На третьем году жизни травостой галеги восточной еще не был достаточно развит в вариантах позднего скашивания, на четвертом году растения активно кустились. При раннем скашивании межукосный период составил в среднем 34–53 дня, что минимально из всех анализируемых нами культур. При позднем скашивании она не успевает формировать укосную массу до 25 августа, поэтому срок укоса был перенесен на 25 сентября, что продлило межукосный период до 74–90 дней.

Корреляционный анализ выявил сильную положительную связь между продолжительностью межукосного периода костреца безостого с суммой среднесуточных температур (r = 0,88…0,94). Регрессионный анализ показал, что увеличение суммы температур межукосного периода на каждые 20 °С сопровождается увеличением межукосного периода на 1 сутки (R^2 = 0,90, рисунок 12).

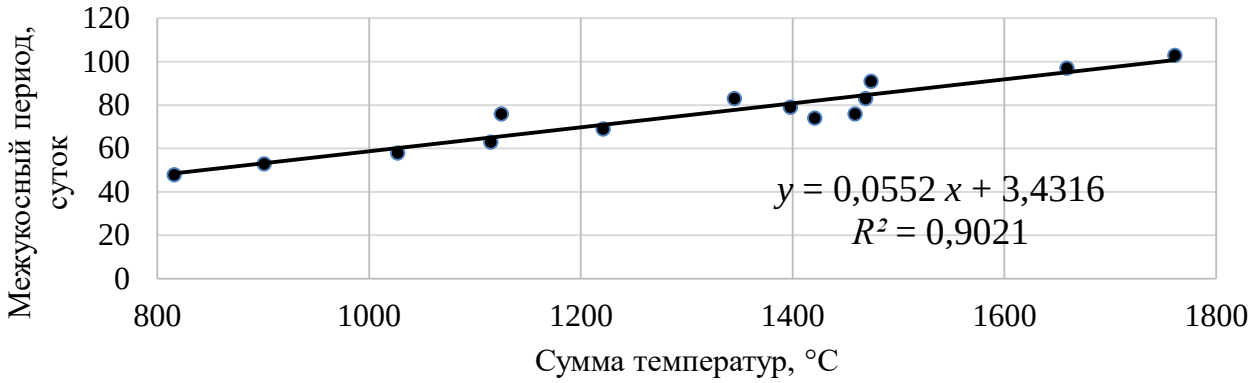


Рисунок 12 – Регрессионная зависимость между продолжительностью межукосного периода (*y*) и суммой среднесуточных температур (*x*) костреца безостого

Повышение суммы температур за вегетацию на 100 °С сопровождалось увеличением межукосного периода на 5–7 суток и было минимально у люцерны изменчивой и клевера лугового (5 суток), максимально у эспарцета песчаного и галеги восточной (7 суток) (R^2 = 0,61–0,94, уравнение 12–15):

$$y \text{ (люцерна)} = 0{,}0467\,x + 10{,}478,\ R^2 = 0{,}7178, \quad (12)$$

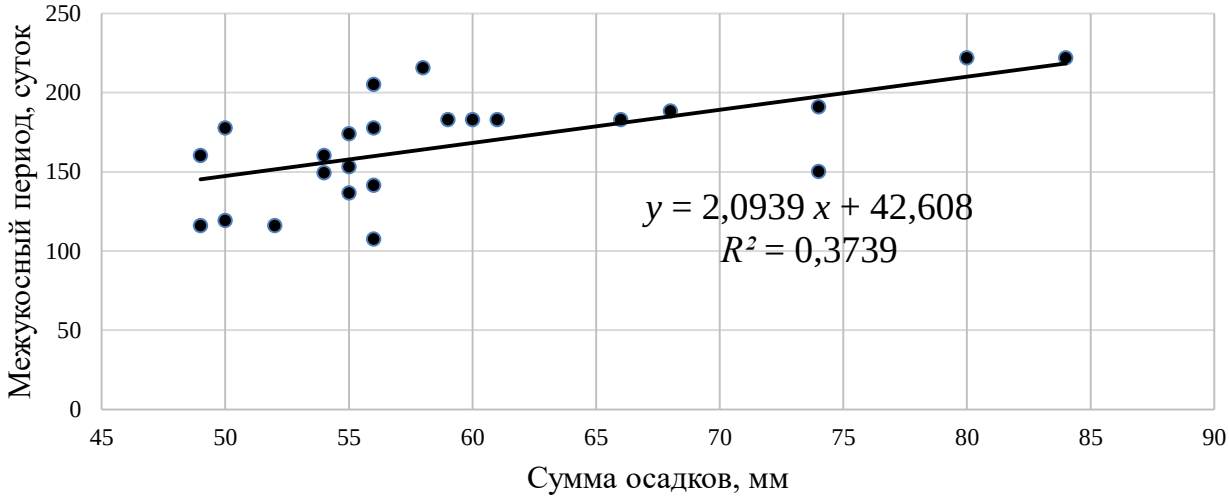
$$y \text{ (эспарцет)} = 0{,}0698\,x - 14{,}967{,}34,\ R^2 = 0{,}7041, \quad (13)$$

$$y \text{ (клевер)} = 0{,}0541\,x + 1{,}0116,\ R^2 = 0{,}6095, \quad (14)$$

$$y \text{ (галега)} = 0{,}0685\,x - 14{,}452,\ R^2 = 0{,}9411. \quad (15)$$

Отмечена высокая связь продолжительности межукосного периода с влагообеспеченностью вегетационного периода у эспарцета песчаного (r = 0,61) и галеги восточной (r = 0,91): увеличение суммы осадков на 1 мм удлиняет продолжительность вегетации растений на 2 дня (R^2 соответственно 0,37 и 0,84) (рисунок 13).

Таким образом, результаты исследований показали, что элементы продуктивности растений (плотность травостоя, высота растений, масса побега) повышались у костреца безостого вплоть до 5–го дня после полного цветения (r = 0,64…0,84), у многолетних бобовых трав – до 10–15–го дня после полного цветения. Отмечена высокая связь между данными показателями у люцерны изменчивой и эспарцета песчаного (r = 0,78…0,82).



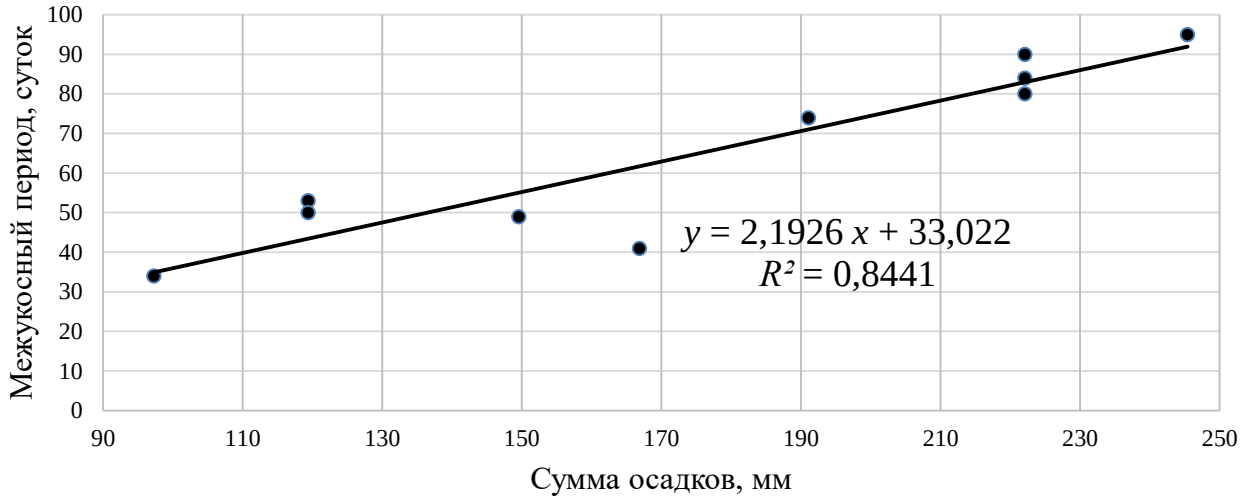


Рисунок 13 – Регрессионная зависимость между продолжительностью межукосного периода (*y*) и суммой осадков (*x*)
(верхний график – эспарцет песчаный, нижний – галега восточная)

5.3. Формирование урожайности сухой массы многолетних трав в зависимости от сроков скашивания

Урожайность многолетних трав определяется рядом факторов, основными из которых являются метеорологические условия, сроки проведения первого укоса и использование минеральных удобрений. По данным Д.А. Иванова (2019), в Нечерноземной зоне погодные условия формируют около 29–35% вариабельности урожайности многолетних трав и зависят от года их пользования. В условиях резко континентального климата Западной Сибири урожайность многолетних трав, с

одной стороны, в 45% лет обусловлена частыми засухами, что ведет к значительной потере продуктивности травостоя, особенно в оптимальные сроки уборки многолетних трав, с другой, в 40% лет зависит от избыточного увлажнения в период уборки, затрудняющими возможность заготовки высококачественных кормов (Кудряшова Н.И., 2023). Поэтому изучение особенностей формирования урожайности многолетних бобовых и злаковых трав на кормовые цели в зависимости от сроков скашивания весьма актуально.

По данным наших исследований наименьшая урожайность костреца безостого (3,95–3,96 т/га) получена при уборке в период выход в трубку–выметывание (5,57 т/га), максимальная – при скашивании до 5-го дня после цветения (таблица 38).

Таблица 38 – Урожайность сухой массы костреца безостого в зависимости от сроков скашивания в первом укосе и азотных удобрений, т/га

Срок скашивания	2004 г.	2005 г.	2006 г.	Среднее	± к контролю	
					т	%
Без удобрений						
Выход в трубку	6,78	4,44	0,66*	3,95	–0,01	0
Выметывание	6,85	4,27	0,72*	3,96	0	0
Начало цветения	7,27	5,13	1,82*	4,74	0,78	20
Полное цветение	7,59	6,36	1,82*	5,26	1,30	33
Через 5 дней	8,10	6,68	1,92*	5,57	1,61	41
Через 10 дней	8,15	5,63	2,06*	5,28	1,32	33
Через 15 дней	8,01	4,62	2,10*	4,91	0,95	24
Через 20 дней	6,29	5,14	2,81*	4,75	0,79	20
$НСР_{05}$	1,92	1,33	1,10	2,2		
Внесение N_{90}						
Выход в трубку	6,90	6,96	4,42	6,09	2,15	55
Выметывание	7,18	8,72	4,02	6,64	2,70	68
Начало цветения	8,32	9,75	4,77	7,61	3,67	93
Полное цветение	8,65	10,98	2,41*	7,34	3,40	86
Через 5 дней	9,19	10,74	2,57*	7,50	3,56	90
Через 10 дней	9,18	10,96	2,23*	7,46	3,52	89
Через 15 дней	9,38	11,50	3,28*	8,05	4,11	104
Через 20 дней	8,74	10,43	4,64*	7,93	3,99	101
$НСР_{05}$	1,48	1,64	0,70	1,56		
*– данные по 1 укосу						

В более поздние сроки уборки урожайность сухой массы костреца безостого снижалась за счет физиологического старения растений, усыхания и осыпания листьев, снижения массы побега (приложение 28). Отмечена сильная

положительная корреляция урожайности сухой массы костреца безостого с плотностью травостоя (r = 0,78), массой побега (r = 0,92) и высотой растений (r = 0,95) (приложение 33).

Внесение азотного удобрения на костреце безостом весной в начале отрастания с последующим боронованием зубовой бороной уже в фазе выход в трубку увеличило прирост биомассы на 2,15 т/га (55%) по сравнению с неудобренным вариантом. При этом масса побега увеличилась на 25%, высота растений на 13%, плотность травостоя на 22%. В 2004 и 2005 г. отмечен максимально продолжительный период прироста биомассы, который продолжался в течение 15 дней после полного цветения, в сравнении со скашиванием в фазе выметывания, урожайность сухой массы повысилась на 21% до 8,05 т/га за счет увеличения массы побега на 8% и высоты растений на 17%.

Регрессионный анализ показал, что увеличение высоты растений на каждые 10 см повышало урожайность сухой массы на 0,8 т/га в вариантах без внесения азотного удобрения и на 1,16 т/га – при внесении N_{90} (рисунок 14, R^2 = 0,91).

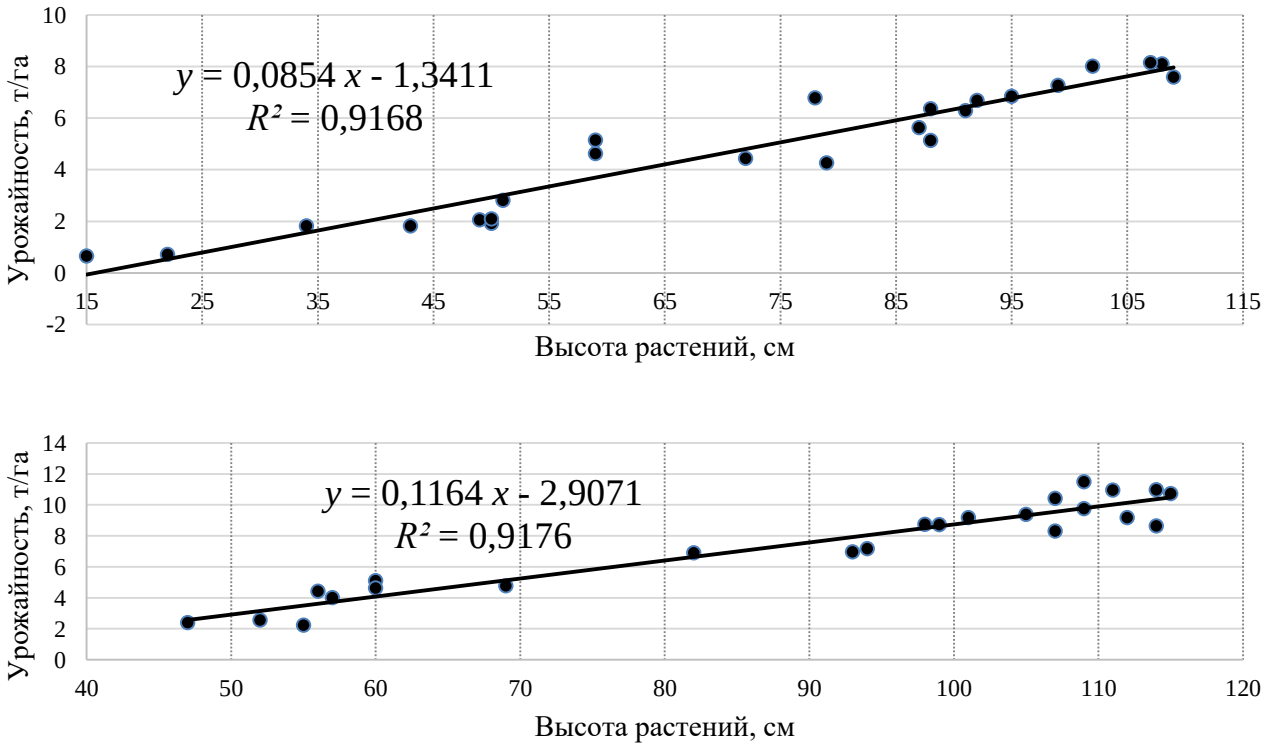


Рисунок 14 – Регрессионная зависимость между урожайностью сухой массы костреца безостого (y) и высотой растений в травостое (x)
(верхний график – без удобрений, нижний график – внесение N_{90})

На основании трехлетних исследований установлено, что накопление сухой массы люцерны изменчивой продолжалось в течение 10 дней после полного цветения и составляло в среднем за годы исследований 8,50 т/га, что было на 0,98 т/га (13%) выше, чем в фазе начало цветения (таблица 39). В исследованиях В.А. Фигурина (2013), проведенных в Нечерноземном регионе, нарастание сухой массы люцерны наблюдалось до фазы полного цветения.

Таблица 39 – Урожайность сухой массы люцерны изменчивой в зависимости от сроков скашивания первого укоса, т/га (в сумме за два укоса на посеве 2003 г.)

Срок скашивания	2004 г.	2005 г.	2006 г.	Среднее	± к контролю	
					т	%
Стеблевание	8,99	6,26	5,44	6,90	–1,06	–3
Бутонизация	8,20	9,49	5,24	7,64	0,12	2
Начало цветения	7,14	9,93	5,48	7,52	0	0
Полное цветение	9,55	9,42	6,11	8,36	0,84	11
Через 5 дней	10,87	10,04	4,37*	8,43	0,91	12
Через 10 дней	11,49	10,64	4,38*	8,50	0,98	13
Через 15 дней	7,97	8,52	6,00*	7,50	–0,02	0
Через 20 дней	9,36	9,32	7,07*	8,58	1,06	14
$НСР_{05}$	0,84	0,93	0,73	0,88		
*–данные за первый укос						

Прибавка урожайности люцерны изменчивой обусловлена увеличением в первом укосе высоты растений с 63 до 79 см (на 25%) и массы побега с 3,0 до 6,5 г (в 2,1 раза) (r = 0,77…0,79). Согласно коэффициентам детерминации, изменение урожайности на 59–62% была обусловлена изменением данных показателей.

У эспарцета песчаного отмечена схожая с люцерной динамика накопления надземной биомассы. В первый год пользования травостоем отмечена тенденция увеличения урожайности сухой массы от раннего срока уборки к позднему, со второго года пользования (2005 г.) достоверная прибавка урожайности получена при скашивании в более поздние сроки. В среднем за годы исследований при уборке в фазе бутонизация урожайность сухой массы эспарцета песчаного составила 4,82 т/га, максимальный сбор сухой массы получен при скашивании через 10 дней после полного цветения – 6,93 т/га, что на 1,45 т/га (26%) превышало урожайность при уборке в фазе начало цветения (таблица 40).

Таблица 40 – Урожайность сухой массы эспарцета песчаного в зависимости от срока скашивания первого укоса, т/га (в сумме за два укоса на посеве 2003 г.)

Срок скашивания	2004 г.	2005 г.	2006 г.	Среднее	± к контролю	
					т	%
Стеблевание	2,38	5,95	4,59	4,31	–1,17	–21
Бутонизация	2,37	7,26	4,84	4,82	–0,66	–12
Начало цветения	2,34	8,13	5,98	5,48	0	0
Полное цветение	2,67	8,20	5,37	5,41	–0,07	–1
Через 5 дней	2,97	9,51	6,51	6,33	0,85	15
Через 10 дней	3,28	11,09	6,43	6,93	1,45	26
Через 15 дней	2,59	10,84	6,73	6,72	1,24	23
Через 20 дней	2,39	9,54	8,08	6,67	1,19	22
$НСР_{05}$	$F_ф<F_{05}$	1,12	0,98			

При уборке на 20-й день от полного цветения за счет физиологического старения растений сбор сухой массы снижался на 0,26 т/га, однако общий его уровень по-прежнему оставался высоким (6,67 т/га). При этом масса побега эспарцета песчаного не снижалась даже в самые поздние сроки уборки за счет не осыпаемости листьев и достигала 9,8 г, что было на 53% больше, чем при уборке в начале цветения. Отмечено, что у растений эспарцета песчаного, в сравнении с другими многолетними бобовыми травами, наименьшим образом проявлялись признаки старения растений при поздних сроках отчуждения.

Корреляционный анализ выявил среднюю связь урожайности эспарцета песчаного с высотой растений и массой побега (r = 0,30…0,56), сильную – с плотностью травостоя (r = 0,79). Регрессионный анализ показал, что при увеличении количества побегов на 10 шт./м^2 урожайность сухой массы повышалась на 0,3 т/га (R^2 = 0,63) (рисунок 15, приложение 34).

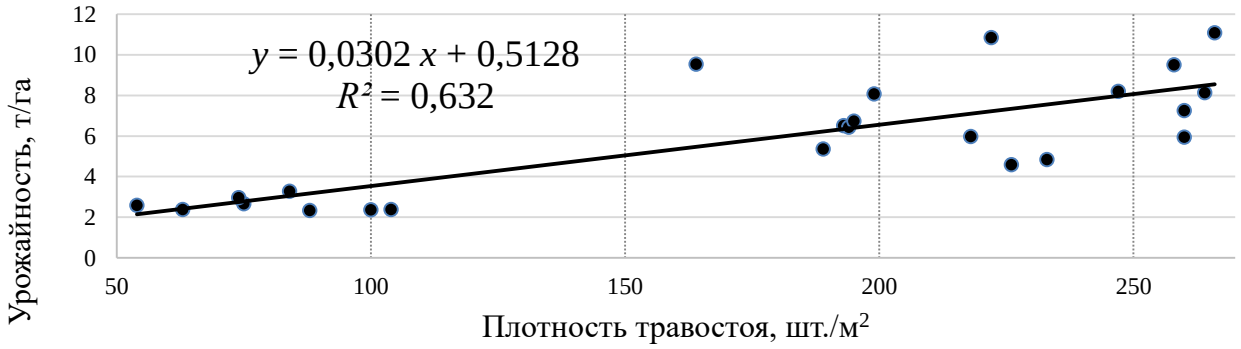


Рисунок 15 – Регрессионная зависимость между урожайностью сухой массы (y) и плотностью травостоя (x) эспарцета песчаного

Исследования с клевером луговым показали, что во всех вариантах в первый год пользования (2004 г.) он формировал основной укос и отаву, на второй год (2005 г.) – основной укос и отаву только в вариантах с уборкой первого укоса не позднее начала цветения, на третий год пользования (2006 г.) – основной укос и отаву только в варианте скашивания первого укоса в фазе стеблевания (таблица 41, приложение 30–32).

Таблица 41 – Урожайность сухой массы клевера лугового в зависимости от сроков скашивания первого укоса, т/га (в сумме за два укоса на посеве 2003 г.)

Срок скашивания	2004 г.	2005 г.	2006 г.	Среднее	± к контролю	
					т	%
Стеблевание	6,66	5,30	2,82	4,93	–1,33	–21
Бутонизация	7,21	6,25	1,49*	4,98	–1,28	–20
Начало цветения	8,41	8,61	1,75*	6,26	0	0
Полное цветение	8,71	5,96*	2,43*	5,70	–0,56	–9
Через 5 дней	8,69	6,50*	3,12*	6,10	–0,16	–3
Через 10 дней	8,75	8,47*	3,49*	6,90	0,64	10
Через 15 дней	8,76	7,31*	4,90*	6,99	0,73	12
Через 20 дней	8,75	9,93*	4,75*	7,81	1,55	25
$НСР_{05}$	0,89	0,97	0,60	0,60		
*– данные за первый укос						

В среднем за годы исследований минимальная урожайность сухой массы клевера лугового в сумме за два укоса (4,93–4,98 т/га) получена при отчуждении в период стеблевание–бутонизация. При скашивании в более поздние сроки урожайность повышалась от 6,26 т/га в фазе начала цветения, до 7,81 т/га на 20-й день после полного цветения. Полученные данные согласуются с выводами А.Е. Нагибина (2018) о снижении урожайности клевера лугового одноукосного и гибридного при уборке в слишком ранние сроки, так как основной урожай формируется за счет первого укоса. Однако, наши исследования показали, что при выборе срока уборки клевера лугового следует учитывать возраст травостоя. Так, в первый год пользования его скашивание можно начинать в фазе начало цветения и проводить в течение 20-и дней без снижения урожайности, на третий год жизни – убирать до фазы начало цветения. Дальнейшее его использование нецелесообразно ввиду значительного снижения урожайность.

Повышение урожайности клевера лугового обусловлено увеличением массы побега в 3 раза (с 3,4 до 10,4 г) и высоты растения в 2,2 раза (с 42 до 90 см) (r = 0,74…0,77). Аналогичные данные получены в исследованиях И.Ю. Кузнецова (2017) в условиях Республики Башкортостан.

Галега восточная отличается медленным ростом и развитием в первые два года жизни. В наших исследованиях при посеве в 2003 г. первый ее хозяйственно значимый урожай получен в 2005 г. на третий год жизни. Уже на ранних сроках уборки первого укоса (стеблевание–бутонизация) характерен высокий сбор сухой массы (6,41–6,65 т/га), который повышался в более поздние сроки на 36% (до 9,09 т/га) (таблица 42).

Таблица 42 – Урожайность сухой массы галеги восточной в зависимости от сроков скашивания первого укоса, т/га (в сумме за два укоса на посеве 2003 г.)

Срок скашивания	2005 г. (3-й год жизни)	2006 г. (4-й год жизни)	Среднее	± к контролю	
				т	%
Стеблевание	7,77	5,52	6,65	–1,31	–16
Бутонизация	8,09	4,72	6,41	–1,55	–20
Начало цветения	9,64	6,27	7,96	0	0
Полное цветение	6,12*	8,10	7,11	–0,85	–11
Через 5 дней	7,06*	8,24	7,65	–0,31	–4
Через 10 дней	8,01*	8,23	8,12	0,16	2
Через 15 дней	8,33*	9,86	9,09	1,13	14
Через 20 дней	7,76*	4,46*	6,11	–1,85	–23
$НСР_{05}$	2,40	1,71	1,40		
*– данные за первый укос					

Отличительной особенностью галеги является корнеотпрысковая корневая система, способная со временем разрастаясь формировать плотный высокопродуктивный травостой. В связи с этим, в 2006 г. на 4-й год жизни урожайность сухой массы галеги при уборке через 15 дней после полного цветения была наибольшей и составила 9,86 т/га. При этом масса побега и высота растений первого укоса составляли максимальные значения при уборке в поздние сроки, вплоть до 10–20-го дня после полного цветения – 9,9 г и 101 см соответственно.

Корреляционный анализ выявил сильную положительную связь (r = 0,71…0,97) урожайности сухой массы многолетних трав с осадками осеннего (сентябрь–октябрь) и весеннего (май–июнь) переодов вегетации.

Таким образом, по сбору сухой массы костреца безостого возможно продление хозяйственного использования травостоя при завершении скашивания в более поздние, чем рекомендуемый (начало выметывания) сроки. На неудобренном фоне его уборку целесообразнее проводить до 5-го дня после полного цветения, когда урожайность сухой массы имела максимальное значение – 5,57 т/га. При внесении азотного удобрения в дозе N_{90} этот период продляется вплоть до 15-го дня после полного цветения, что обеспечивает наибольший сбор сухой массы (8,05 т/га). Накопление сухой массы люцерны изменчивой и эспарцета песчаного продолжалось до 10-го дня после полного цветения за счет массы побега и высоты растений. Уборка клевера лугового в первый год пользования в течение 20-и дней после цветения повышает урожайность на 25% сбора сухой массы (до 7,81 т/га), на второй год пользования только до фазы начало цветения. Использование травостоев галеги восточной целесообразно с третьего года жизни, наиболее позднее время завершения ее скашивания первого укоса до 15-го дня после полного цветения. Повышение урожайности многолетних трав при поздних сроках укосов достигается за счет увеличения массы побега в 1,1–3,0 раза и высоты растений в 1,2–2,2 раза.

5.4. Питательность сухой массы многолетних трав в зависимости от сроков скашивания

Количество сухого вещества в исходном растительном сырье имеет важное значение в успешной реализации технологических схем заготовки различных видов кормов высокого качества (Феоктистова Н.А., 2021; Кучин Н.Н., 2022).

В наших исследованиях, содержание сухого вещества в зеленой массе первого укоса у всех изучаемых многолетних трав возрастало по мере прохождения фаз вегетации и в среднем за три года составило: у неудобренного костреца безостого от 23,7 до 39,8% (V = 18%), удобренного N_{90} – от 22,8 до 38,2% (V = 20%), люцерны изменчивой – от 20,4 до 27,8%, эспарцета песчаного – от 18,0 до 28,0%, клевера лугового – от 16,3 до 26,5%, галеги восточной – от 14,6 до 29,1% (V = 14–

26%) (приложение 35, рисунок 16). Полученные данные подтверждают результаты исследований, проведенных в лесостепной зоне Забайкалья Г.Т. Шашковой (2015).

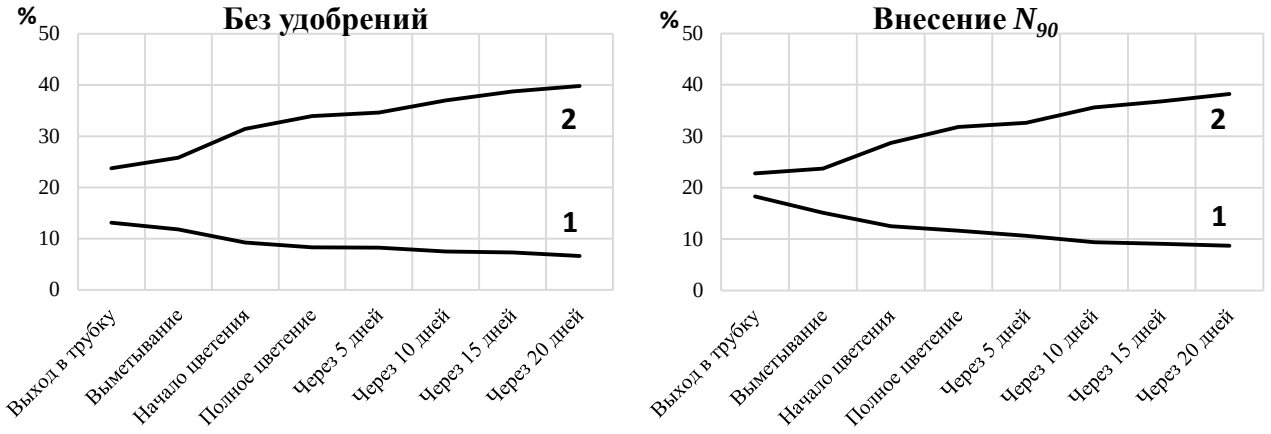


Рисунок 16 – Динамика переваримого протеина (1) и сухого вещества (2) в растениях костреца безостого в зависимости от срока скашивания первого укоса (среднее за 2004–2006 гг. на посеве 2003 г.)

Зоотехнический анализ сухой массы костреца безостого на неудобренном фоне показал, что питательность растений первого укоса значительно снижалась от ранних к более поздним срокам уборки: содержание сырого протеина с 13,1 до 6,6%, сырого жира с 2,9 до 2,0%, сырой золы с 8,1 до 6,1%, содержание сырой клетчатки и БЭВ, наоборот, повышалось соответственно с 26,8 до 34,6% и с 49,4 до 54,3% (таблица 43). В сухой массе второго укоса содержание сырого протеина в зависимости от срока скашивания первого укоса изменялось не значительно – с 9,5 до 7,9%, сырого жира до 5 дней после цветения с 2,7 до 1,8%, сырой золы с 9,3 до 8,5%, сырой клетчатки с 29,7 до 33,3% и БЭВ с 48,8 до 52,9%.

При внесении азотного удобрения в дозе N_{90} содержание сырого протеина повышалось во все сроки уборки в среднем по первому укосу на 2,9% (до 8,7–18,3%), во втором на 1,6% (до 9,2–10,8%) и было на 2,7% меньше в ранние сроки уборки и больше на 0,8% в более поздние сроки. Содержание сырого жира снизилось в первом укосе на 0,11% и составило 2,2–3,1%, во втором на 0,31% (с 1,6 до 2,4%), БЭВ соответственно на 3,0 (42,9–51,4%) и 0,1% (48,7–54,0%), сырой золы – на 0,1 (6,0–8,9%) и 1,2% (7,3–8,4%).

Таблица 43 – Зоотехнический состав сухой массы костреца безостого в зависимости от сроков скашивания первого укоса, % на сухое вещество (среднее за 2004–2006 гг. на посеве 2003 г.)

Срок скашивания	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка	БЭВ	Сырая зола
Без удобрений					
Выход в трубку	13,1 / 9,5	2,9 / 2,7	26,8 / 29,7	49,1 / 48,8	8,1 / 9,3
Выметывание	11,8 / 8,9	2,3 / 2,5	30,8 / 30,5	47,4 / 49,7	7,7 / 8,4
Начало цветения	9,2 / 7,8	2,0 / 2,2	33,8 / 31,2	48,3 / 50,1	6,7 / 8,7
Полное цветение	8,3 / 9,2	2,0 / 2,4	35,1 / 30,2	47,4 / 49,6	7,2 / 8,6
Через 5 дней	8,2 / 8,4	2,5 / 1,8	31,4 / 33,3	51,2 / 47,8	6,7 / 8,7
Через 10 дней	7,5 / 8,4	2,3 / 2,1	30,8 / 32,3	52,8 / 48,7	6,6 / 8,5
Через 15 дней	7,3 / 8,2	1,9 / 2,4	34,6 / 29,4	50,1 / 50,7	6,1 / 9,3
Через 20 дней	6,6 / 7,9	2,0 / 2,6	31,0 / 26,5	54,3 / 52,9	6,1 / 10,1
Внесение N_{90}					
Выход в трубку	18,3 / 10,0	3,1 / 2,3	26,8 / 30,7	42,9 / 49,1	8,9 / 7,9
Выметывание	15,1 / 9,3	2,5 / 1,9	30,0 / 30,2	45,0 / 51,3	7,4 / 7,3
Начало цветения	12,5 / 10,1	2,5 / 2,2	34,3 / 30,3	43,8 / 49,7	6,9 / 7,7
Полное цветение	11,6 / 9,2	2,3 / 1,6	35,9 / 32,6	44,1 / 49,1	6,1 / 7,5
Через 5 дней	10,6 / 10,5	2,3 / 1,9	33,3 / 29,6	47,5 / 50,3	6,3 / 7,7
Через 10 дней	9,4 / 10,5	2,2 / 1,6	30,9 / 34,3	51,2 / 45,2	6,3 / 8,4
Через 15 дней	9,1 / 10,2	2,2 / 2,4	30,9 / 25,6	51,4 / 54,0	6,4 / 7,8
Через 20 дней	8,7 / 10,8	2,3 / 2,3	32,1 / 29,9	50,9 / 48,7	6,0 / 8,3
Числитель – 1-й укос, знаменатель – 2-й укос					

Корреляционный анализ выявил сильную обратную связь между содержанием сырого протеина в сухой массе костреца безостого и сроком скашивания (r = –0,95…–0,98), прямую – с содержанием сухого вещества (r = 0,98…0,99). Регрессионный анализ показал, что при задержке уборки костреца безостого на 1 день (x) от фазы выход в трубку содержание переваримого протеина (y_1) уменьшалось на 0,2%, сухого вещества (y_2) – увеличивалось на 0,4% (уравнения 16–19). Рассчитанные уравнения позволяют с высокой точностью прогнозировать значение этого показателя в зависимости от срока скашивания (R^2 = 0,90–0,98):

$$y_1 (N_0) = –0{,}1531\, x + 12{,}349,\ R^2 = 0{,}9055, \quad (16)$$

$$y_1 (N_{90}) = –0{,}2238\, x + 16{,}807,\ R^2 = 0{,}9147, \quad (17)$$

$$y_2 (N_0) = 0{,}4038\, x + 24{,}278,\ R^2 = 0{,}9687, \quad (18)$$

$$y_2 (N_{90}) = 0{,}403\, x + 22{,}458,\ R^2 = 0{,}9806. \quad (19)$$

Показатели питательности сухой массы многолетних бобовых трав также снижались от ранних сроков уборки к поздним: содержание сырого протеина с

28,6–18,0 до 12,4–11,5%, жира с 2,5–2,1 до 1,8–1,5, золы с 10,0–6,8 до 7,0–5,2, клетчатки возрастало с 20,1 до 42,7% (таблица 44).

Таблица 44 – Зоотехнический состав сухой массы многолетних бобовых трав в зависимости от сроков скашивания первого укоса, % на сухое вещество (среднее за 2004–2006 гг. на посеве 2003 г.)

Срок скашивания	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка	БЭВ	Сырая зола
Люцерна изменчивая					
Стеблевание	18,0 / 16,1	1,8 / 2,0	28,2 / 38,3	42,0 / 35,3	10,0 / 8,3
Бутонизация	16,5 / 16,0	2,2 / 1,9	31,1 / 37,8	40,4 / 36,4	9,8 / 7,9
Начало цветения	15,7 / 16,3	2,2 / 2,0	31,5 / 35,4	42,2 / 38,3	8,4 / 8,0
Полное цветение	14,0 / 16,3	2,3 / 1,9	36,8 / 35,6	38,6 / 37,8	8,3 / 8,4
Через 5 дней	13,5 / 16,2	2,5 / 2,8	37,2 / 35,5	38,7 / 37,5	8,1 / 8,0
Через 10 дней	13,8 / 16,4	2,1 / 2,6	38,5 / 34,3	37,4 / 38,4	8,2 / 8,3
Через 15 дней	13,8 / 14,2	1,9 / 1,9	39,8 / 33,6	37,2 / 41,7	7,3 / 8,6
Через 20 дней	12,4 / 14,4	1,8 / 2,0	42,7 / 30,6	36,2 / 44,3	6,9 / 8,7
Эспарцет песчаный					
Стеблевание	18,5 / 14,1	2,1 / 2,3	26,2 / 33,8	46,4 / 43,3	6,8 / 6,5
Бутонизация	16,6 / 14,7	1,9 / 2,2	26,8 / 35,5	48,5 / 41,1	6,2 / 6,5
Начало цветения	16,9 / 14,1	2,1 / 2,1	28,0 / 34,4	46,7 / 43,2	6,3 / 6,2
Полное цветение	13,8 / 15,3	1,7 / 2,1	32,1 / 33,5	46,4 / 42,3	6,0 / 6,8
Через 5 дней	13,0 / 14,9	1,5 / 1,9	32,5 / 33,2	47,2 / 43,5	5,8 / 6,5
Через 10 дней	12,0 / 15,9	1,5 / 1,8	37,5 / 30,6	43,4 / 44,5	5,6 / 7,2
Через 15 дней	11,5 / 15,7	1,6 / 1,6	37,6 / 31,5	44,1 / 44,5	5,2 / 6,7
Через 20 дней	11,5 / 16,5	2,0 / 2,1	40,1 / 29,3	40,8 / 45,3	5,6 / 6,8
Клевер луговой					
Стеблевание	19,8 / 16,3	2,5 / 2,7	20,1 / 28,0	47,7 / 44,2	9,9 / 8,8
Бутонизация	15,7 / 15,8	2,3 / 2,6	26,8 / 25,3	46,5 / 47,1	8,7 / 9,2
Начало цветения	13,1 / 15,1	2,0 / 2,6	27,1 / 26,0	49,9 / 46,6	7,9 / 9,7
Полное цветение	12,1 / 16,9	1,6 / 2,5	31,5 / 23,4	48,4 / 47,8	6,4 / 9,4
Через 5 дней	12,6 / 16,8	2,1 / 2,8	31,1 / 23,8	46,9 / 46,8	7,3 /9,8
Через 10 дней	12,0 / 17,8	2,0 / 3,1	33,4 / 22,8	45,2 / 45,9	7,4 / 10,4
Через 15 дней	12,0 / 15,0	2,2 / 2,8	33,4 / 22,3	45,4 / 48,8	7,0 / 11,1
Через 20 дней	11,6 / -	2,0 / -	36,4 / -	42,8 / -	7,2 / -
Галега восточная (среднее за 2005–2006 гг.)					
Стеблевание	28,6 / 13,7	2,5 / 1,9	24,6 / 37,9	35,3 / 39,6	9,0 / 6,9
Бутонизация	21,6 / 15,7	1,9 / 1,8	32,3 / 34,2	36,7 / 40,5	7,5 / 7,8
Начало цветения	18,5 / 15,2	1,8 / 1,9	36,0 / 35,1	36,5 / 39,8	7,2 / 8,0
Полное цветение	16,3 / 16,1	2,1 / 2,3	35,4 / 31,0	38,7 / 42,2	7,5 / 8,4
Через 5 дней	15,3 / 16,4	1,9 / 2,0	37,3 / 34,3	38,3 / 39,1	7,2 / 8,2
Через 10 дней	14,7 / 17,4	1,9 / 1,9	33,6 / 30,9	42,8 / 42,1	7,0 / 7,7
Через 15 дней	13,9 / 19,9	1,9 / 1,9	32,2 / 29,1	45,0 / 41,7	7,0 / 7,4
Через 20 дней	12,4 / 20,6	1,7 / 2,1	38,4 / 27,5	41,3 / 41,2	6,2 / 8,6
Числитель – 1-й укос, знаменатель – 2-й укос					

Следует отметить, что наибольшее снижение содержания переваримого протеина при задержке уборки наблюдалось у галеги восточной (с 28,6 до 12,4%), наименьшее – у люцерны изменчивой (с 18,0 до 12,4%). Содержание сухого вещества повышалось в растениях люцерны с 20,4 до 27,8% (V = 14%), эспарцета с 18,0 до 28,0% (V = 19%), клевера с 16,3 до 26,5% (V = 21%), галеги с 14,6 до 29,1% (V = 26%) (рисунок 17).

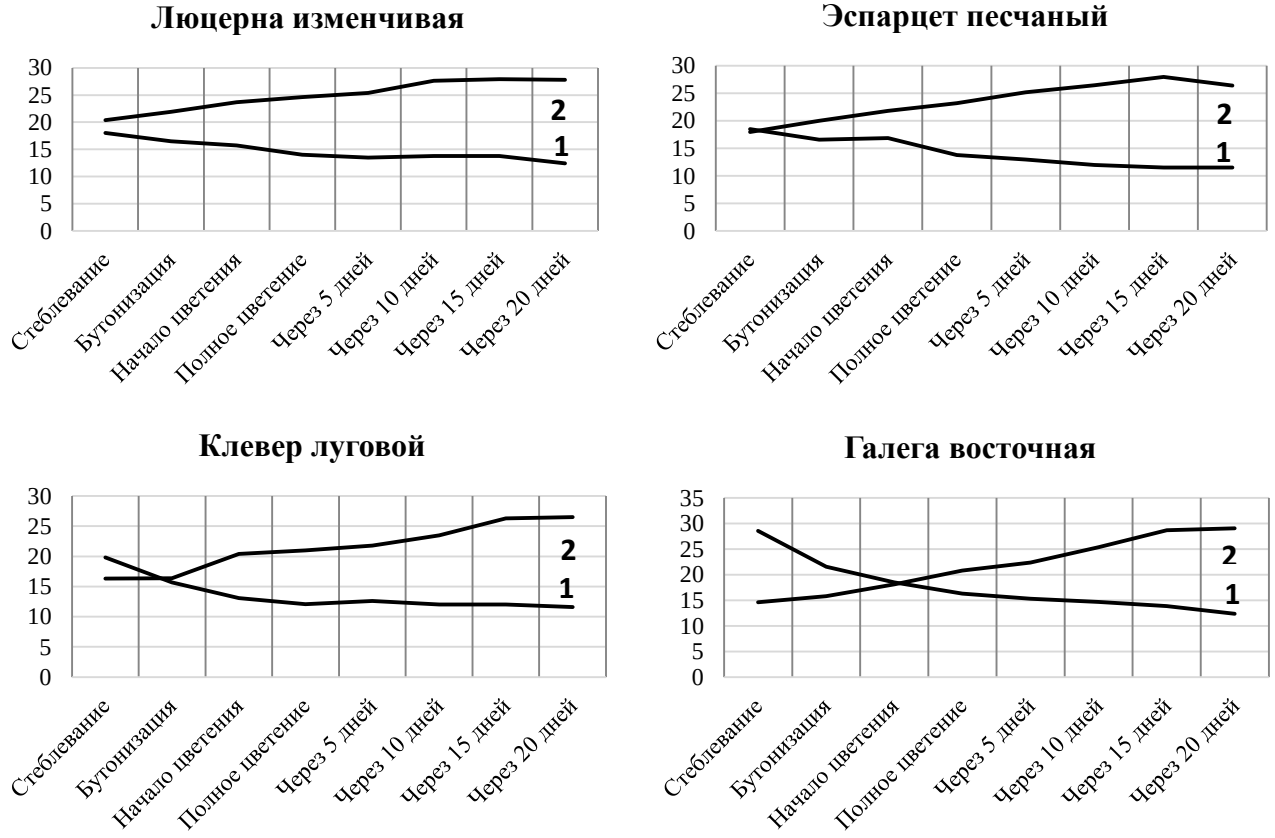


Рисунок 17 – Динамика переваримого протеина (1) и сухого вещества (2) в растениях многолетних бобовых травах в зависимости от срока скашивания первого укоса

Корреляционный анализ выявил сильную обратную связь между содержанием сырого протеина в сухой массе многолетних трав и сроком первого укоса (r = –0,87…–0,98), прямую – с содержанием сухого вещества (r = 0,94…0,99). Регрессионный анализ показал, что при задержке уборки бобовых трав на 1 сутки (x) содержание переваримого протеина в сухой массе (y_1) снижалось на 0,2%, сухого вещества (y_2) – повышалось на 0,3% (R^2 = 0,56–0,69, уравнения 20, 21):

$$y_1 = –0{,}2063\,x + 17{,}319,\ R^2 = 0{,}5692, \qquad (20)$$

$$y_2 = 0{,}2610\ x + 17{,}553,\ R^2 = 0{,}6995. \qquad (21)$$

Лабораторные анализы силоса из клевера лугового, эспарцета песчаного и галеги восточной показали, что количество сухого вещества, необходимое для силосования (24–26%), накапливается через 5–10 дней после полного цветения. В связи с этим, вероятность заготовки качественного корма повышается при уборке трав в более поздние фазы развития: в силосе масляная кислота либо отсутствовала, либо ее содержание не превышало допустимых значений (за исключением силоса из люцерны), количество молочной кислоты в сумме кислот было более 55%, что свидетельствует о получении качественного корма (таблица 45). Силос из люцерны, скошенной через 5–10 дней после полного цветения, относился ко II классу.

Таблица 45 – Биохимические показатели силоса из многолетних трав в зависимости от сроков скашивания, % на сырое вещество (2006 г.)

Срок скашивания	Влажность, %	pH	Кислота			Сумма кислот	Соотношение		Класс
			молочная	уксусная	масляная		молочная	уксусная	
Люцерна изменчивая									
Бутонизация	84	5,3	0,67	0,54	0	1,21	55	45	I
Полное цветение	78	4,8	3,07	0,65	0	3,72	83	17	I
Через 5 дней	74	4,5	1,33	0,39	0,18	1,90	70	30	II
Через 10 дней	73	4,5	1,29	0,46	0,13	1,88	69	31	II
Через 20 дней	77	4,8	2,43	0,48	0	2,91	84	16	I
Эспарцет песчаный									
Стеблевание	84	4,7	2,37	0,25	0	2,69	88	12	I
Бутонизация	80	4,6	3,01	0,37	0	3,38	89	11	I
Начало цветения	77	4,4	3,02	0,25	0	3,27	92	8	I
Полное цветение	79	4,3	2,18	0,23	0	2,41	90	10	I
Через 10 дней	75	4,5	2,58	0,26	0	2,84	91	9	I
Через 20 дней	74	4,8	1,54	0,30	0,11	1,99	77	23	I
Клевер луговой									
Стеблевание	85	4,5	3,65	0,25	0	3,90	94	6	I
Бутонизация	82	4,4	3,27	0,25	0	3,52	93	7	I
Полное цветение	79	4,8	2,91	0,35	0	3,26	89	11	I
Через 5 дней	78	4,8	2,58	0,31	0	2,89	89	11	I
Через 10 дней	79	4,4	3,17	0,60	0	3,77	84	16	I
Через 20 дней	80	4,4	2,51	0,37	0	2,88	87	13	I
Галега восточная									
Начало цветения	85	4,9	2,26	0,17	0	2,43	93	7	I
Полное цветение	81	5,1	2,30	0,28	0,08	2,66	87	13	I
Через 10 дней	76	4,9	2,65	0,26	0,02	2,93	92	9	I
Через 15 дней	73	4,7	2,90	0,22	0,06	3,18	91	9	I
Через 20 дней	73	4,7	0,70	0,45	0,02	1,17	60	40	I

Следует отметить, что при силосовании галеги восточной, в отличие от других многолетних бобовых трав, содержание масляной кислоты в силосе повышается. Вероятно, это связано с интенсивным побегообразованием и после цветения галеги восточной.

В таблице 46 представлена переваримость силоса, определенная на аппарате «искусственный рубец». Согласно коэффициентам переваримости, разработанным М.Ф. Томме (1964) (приложение 36), полученные в опыте данные значительно ниже, что связано с особенностью аппарата, где расщепление имитирует работу только рубца животного, в то время как в организме коровы корм переваривается и в других отделах.

Таблица 46 – Переваримость питательных веществ силоса из многолетних трав на аппарате «искусственный рубец», % (2006 г.)

Культура	Протеин	Жир	Клетчатка	БЭВ
Люцерна изменчивая	41,4	39,1	5,6	25,3
Клевер луговой	44,7	35,9	4,4	26,3
Галега восточная	27,0	36,8	11,8	24,4
Эспарцет песчаный	25,1	32,3	4,3	18,6

В 2009 г. для проведения производственной проверки результатов исследований в хозяйствах Новосибирской области был заложен силос из многолетних бобовых трав, убранных в более поздние сроки, чем рекомендованные – через 10–15 дней после полного цветения растений. В СПК «Красное» Чановского района силос заложен из люцерны изменчивой, в ОАО племзавод «Медведский» Черепановского района – из люцерны изменчивой и эспарцета песчаного, в ООО «Большой Изырак» Маслянинского района – из клевера лугового. В 2010 г. в лаборатории массовых анализов СибНИИ кормов проведено определение биохимического состава силоса, заложенного в хозяйствах (таблица 47). Полученные образцы, за исключением люцернового и из галеги, можно отнести по содержанию и соотношению кислот к первому классу качества, так как молочная кислота от суммы кислот составляла более 70%.

Результаты производственной проверки силоса, приготовленного в ОАО «Медведский», подтвердили, что силос из эспарцета песчаного по содержанию

Таблица 47 – Биохимические показатели силоса из многолетних трав, заложенного в хозяйствах Новосибирской области, % на сырое вещество. 2009 г.

Культура	Влажность, %	pH	Кислота			Сумма кислот	Соотношение		Класс
			молочная	уксусная	масляная		молочная	уксусная	
Лабораторные условия (СибНИИ кормов)									
Галега восточная	76	4,6	1,22	0,27	0,16	1,65	82	18	II
Люцерна изменчивая	73	4,3	0,98	0,48	0	1,46	67	33	II
Эспарцет песчаный	74	4,5	1,34	0,20	0,02	1,56	87	13	I
Клевер луговой	79	4,8	0,59	0,08	0	0,67	88	12	I
ОАО «Медведский» Черепановского района									
Эспарцет песчаный	62	4,2	1,77	0,60	0	2,37	75	25	I
Люцерна изменчивая	78	4,5	1,02	1,06	0	2,08	49	51	II
СПК «Красное» Чановского района									
Люцерна изменчивая	74	4,4	1,25	1,20	0	2,45	51	49	II
ООО «Большой Изырак» Маслянинского района									
Клевер луговой	77	4,7	1,08	0,42	0	1,50	72	28	I

масляной кислоты соответствовал I классу, люцерны II классу. Заложенный силос из люцерны изменчивой в СПК «Красное» относился ко II классу – соотношение молочной кислоты 49%. В ООО «Большой Изырак» Маслянинскогорайона силос из клевера лугового соответствовал I классу. Соответствующий класс силоса подтвержден актами производственной проверки и внедрения. Прибавка молока от скармливания корма из люцерны изменчивой в СПК «Красное» составила 138 т за год.

Таким образом, проведенные исследования показали целесообразность использования для заготовки силоса зеленую массу многолетних бобовых трав, убранную в более поздние сроки – до 10–15-го дня после полного цветения (за исключением люцерны). Кислотность корма 4,4–5,3, молочной кислоты в сумме кислот более 50%, масляная кислота отсутствовала либо содержалась в незначительном количестве, что свидетельствует о получении качественного силоса I класса

5.5. Биоэнергетическая и экономическая оценка сроков скашивания многолетних трав

По мнению Л.М. Козловой (2022), энергетические методы наиболее объективны при оценке эффективности кормопроизводства. Исследования показали, что при возделывании костреца безостого на неудобренном фоне максимальный выход обменной энергии (155,6 ГДж/га) получен при уборке травостоя через 5 дней после полного цветения, что было на 33% больше в сравнении с уборкой в фазе выметывания (таблица 48).

Таблица 48– Биоэнергетическая эффективность возделывания костреца безостого при различных сроках скашивания первого укоса (в сумме за два укоса в 2004–2006 гг. на посеве 2003 г.)

Срок скашивания	Сбор сухой массы, т/га	Затраты энергии, ГДж/га	Выход обменной энергии	
			ГДж/га	МДж/кг
Без удобрений				
Выход в трубку	11,88	13,6	116,8	9,8
Выметывание	11,84	13,6	116,9	9,9
Начало цветения	14,22	13,6	117,1	8,2
Полное цветение	15,77	13,6	146,2	9,3
Через 5 дней	16,70	13,6	155,6	9,3
Через 10 дней	15,84	13,6	148,3	9,4
Через 15 дней	14,73	13,6	124,0	8,4
Через 20 дней	14,24	13,6	119,3	8,4
Внесение N_{90}				
Выход в трубку	18,28	56,5	178,3	9,8
Выметывание	19,92	56,5	197,2	9,9
Начало цветения	22,84	56,5	212,4	9,3
Полное цветение	22,04	56,5	206,0	9,4
Через 5 дней	22,50	56,5	211,5	9,4
Через 10 дней	22,37	56,5	208,5	9,3
Через 15 дней	25,98	56,5	226,0	8,7
Через 20 дней	23,81	56,5	203,3	8,5

При внесении азотного удобрения в дозе N_{90} затраты энергии на возделывание костреца безостого возрастали в 4,2 раза за счет высокой энергонасыщенности удобрений и составили 56,5–59,3 ГДж/га, что способствовало повышению сбора сухой массы на 35–40% и максимальном выходе энергии до

226,0 ГДж/га, что в 1,5 раза выше неудобренного фона. Обеспеченность корма обменной энергией повысилась на 0,2 МДж/кг.

У многолетних бобовых трав разница в энергетических затратах на возделывание определялась нормой высева и энергоемкостью семян. Минимальные энергозатраты отмечены у клевера лугового и галеги восточной (13,3–13,6 ГДж/га), максимальные у люцерны изменчивой (26,0 ГДж/га) которые были в 2 раза выше остальных бобовых культур (таблица 49).

Из всех изучаемых многолетних бобовых трав максимальный выход энергии отмечен у люцерны изменчивой. Минимальное значение при уборке в фазу стеблевания (184,1 ГДж/га), с увеличением на 26% при отчуждении через 10 дней после полного цветения. Коэффициент энергетической эффективности имеет максимальное значение – 8,9 при концентрации обменной энергии в корме 8,7 МДж/кг.

При уборке эспарцета песчаного в фазе стеблевания выход энергии составил 116,9 ГДж/га с дальнейшим увеличением данного показателя на 49% через 10 дней после полного цветения. В данный срок уборки коэффициент энергетической эффективности максимален – 10,6. Энергонасыщенность корма составила 8,4 МДж/кг.

У клевера лугового минимальный выход энергии в сумме за три года при уборке в фазу стеблевания – 136,0 ГДж/га с дальнейшим увеличением на 33% при уборке через 20 дней после полного цветения с высоким КЭЭ (10,1–13,4) во все сроки отчуждения. Аналогичная закономерность по выходу энергии отмечена у галеги восточной с максимальным значением при отчуждении в период до 15 дней после полного цветения с высокими показателями КЭЭ (до 11,7).

Экономическая оценка показала, что на неудобренном костреце безостом максимальный доход (12,1 тыс. руб./га) и окупаемость затрат (в 1,8 раза) получены при завершении уборки в течение 5 дней после цветения, внесение азотного удобрения увеличивало продолжительность уборки на 10 дней с получением максимального дохода (49,7 тыс. руб./га) и наибольшей

Таблица 49 – Биоэнергетическая эффективность возделывания многолетних бобовых трав при различных сроках скашивания (в сумме двух укосов за 2004–2006 гг. на посеве 2003 г.)

Срок скашивания	Сбор сухой массы, т/га	Затраты энергии, ГДж/га	Выход обменной энергии,		КЭЭ
			ГДж/га	МДж/кг	
Люцерна изменчивая					
Стеблевание	20,69	26,0	184,1	8,9	7,1
Бутонизация	24,05	26,0	211,5	8,8	8,1
Начало цветения	22,55	26,0	199,2	8,8	7,6
Полное цветение	25,08	26,0	218,3	8,7	8,4
Через 5 дней	25,10	26,0	219,2	8,7	8,4
Через 10 дней	26,52	26,0	321,8	8,7	8,9
Через 15 дней	22,49	26,0	180,0	8,0	6,9
Через 20 дней	26,80	26,0	217,2	8,1	8,3
Эспарцет песчаный					
Стеблевание	12,92	15,2	116,9	9,1	7,7
Бутонизация	14,47	15,2	129,8	9,0	8,6
Начало цветения	16,45	15,2	141,6	8,6	9,3
Полное цветение	16,24	15,2	137,6	8,5	9,1
Через 5 дней	18,99	15,2	160,4	8,1	10,6
Через 10 дней	20,80	15,2	173,8	8,4	11,5
Через 15 дней	20,16	15,2	170,0	8,4	11,2
Через 20 дней	20,01	15,2	168,0	8,4	11,1
Клевер луговой					
Стеблевание	14,78	13,3	136,0	9,2	10,1
Бутонизация	16,90	13,3	149,1	8,8	11,1
Начало цветения	18,77	13,3	158,3	8,4	11,8
Полное цветение	17,10	13,3	150,0	8,8	11,2
Через 5 дней	18,31	13,3	160,1	8,7	11,9
Через 10 дней	20,71	13,3	180,0	8,7	13,4
Через 15 дней	20,97	13,3	166,2	7,9	12,4
Через 20 дней	23,43	13,3	180,4	7,7	13,4
Галега восточная					
Стеблевание	13,29	13,6	122,5	9,2	9,0
Бутонизация	12,81	13,6	120,4	9,4	8,9
Начало цветения	15,91	13,6	147,7	9,3	10,9
Полное цветение	14,22	13,6	134,3	9,4	9,9
Через 5 дней	15,30	13,6	142,4	9,3	10,5
Через 10 дней	16,24	13,6	150,4	9,3	11,1
Через 15 дней	17,19	13,6	158,4	9,2	11,7
Через 20 дней	12,22	13,6	114,0	9,3	8,4

окупаемостью дополнительных затрат (в 2,0 раза) (таблица 50). Уборка люцерны изменчивой, эспарцета песчаного и галеги восточной в течение 10 дней после цветения обеспечивала максимальную прибыль (6,4–18,0 тыс.

Таблица 50 – Окупаемость затрат при возделывании костреца безостого на корм при различных сроках скашивания первого укоса (в сумме за два укоса за 2004–2006 гг. Посев 2003 г.)

Срок скашивания	Прибавка кормовых единиц	Стоимость прибавки, руб./га	Дополни-тельные затраты, руб./га	Условно чистый доход (убыток), руб./га	Окупаемость
1	2	3	4	5	6
Кострец безостый. Без внесения азотного удобрения					
Выход в трубку	388	3880	6735	–2855	–0,42
Выметывание	0	0	0	0	0
Начало цветения	756	7560	6735	825	0,12
Полное цветение	1773	17730	6735	10995	1,63
Через 5 дней	1887	18870	6735	12135	1,80
Через 10 дней	1602	16020	6735	9285	1,38
Через 15 дней	1124	11240	6735	4505	0,67
Через 20 дней	422	4220	6735	–2515	–0,37
Кострец безостый. Внесение азотного удобрения (N_{90})					
Выход в трубку	5831	58310	25024	33286	1,33
Выметывание	6314	63140	25024	38116	1,52
Начало цветения	6952	69520	25024	44496	1,78
Полное цветение	4990	49900	25024	24876	0,99
Через 5 дней	5088	50880	25024	25856	1,03
Через 10 дней	4780	47800	25024	22776	0,91
Через 15 дней	7473	74730	25024	49706	1,99
Через 20 дней	6850	68500	25024	43476	1,74
Люцерна изменчивая					
Стеблевание	–903	–9030	6735	–2295	–0,34
Бутонизация	1241	12410	6735	5675	0,84
Начало цветения	0	0	0	0	0
Полное цветение	1429	14290	6735	7555	1,12
Через 5 дней	1281	12810	6735	6075	0,90
Через 10 дней	2438	24380	6735	17645	2,62
Через 15 дней	–1318	–13180	6735	–6445	–0,96
Через 20 дней	2047	20470	6735	13735	2,04
Клевер луговой					
Стеблевание	–2022	–20220	6735	–13485	–2,0
Бутонизация	-941	–9410	6735	–2675	–0,40
Начало цветения	0	0	0	0	0
Полное цветение	–1194	–11940	6735	–5205	–0,77
Через 5 дней	–152	–1520	6735	–5215	–0,77
Через 10 дней	1890	18900	6735	12165	1,81
Через 15 дней	1522	15220	6735	8485	1,26
Через 20 дней	3140	31400	6735	24665	3,66
Эспарцет песчаный					
Стеблевание	–2766	–27660	6735	–20925	–3,11
Бутонизация	–1392	–13920	6735	–7185	–1,07
Начало цветения	0	0	0	0	0

Продолжение таблицы 50

1	2	3	4	5	6
Полное цветение	–478	–4780	6735	–1955	–0,29
Через 5 дней	1217	12170	6735	5435	0,81
Через 10 дней	2470	24700	6735	17965	2,67
Через 15 дней	1871	18710	6735	11975	1,78
Через 20 дней	1937	19370	6735	12635	1,88
Галега восточная					
Стеблевание	–1094	–10940	6735	–4205	–0,62
Бутонизация	–2188	–21880	6735	–15145	–2,25
Начало цветения	0	0	0	0	0
Полное цветение	–1780	–17800	6735	–11065	–1,64
Через 5 дней	–678	–6780	6735	–45	–0,01
Через 10 дней	34	340	6735	6395	0,95
Через 15 дней	864	8640	6735	1905	0,28
Через 20 дней	–3060	–30600	6735	–23865	–3,54

руб./га) и окупаемость дополнительных затрат (в 1,0–2,7 раза), клевера лугового – уборка в течение 20 дней (соответственно 24,7 тыс. руб./га и в 3,7 раза).

Таким образом, исследования показали, что прирост сухой массы первого укоса костреца безостого на неудобренном фоне заканчивался на 5-й день после цветения, при внесении азотного удобрения – на 15-й день. У люцерны изменчивой и эспарцета песчаного урожайность возрастала до 10-го дня после цветения, галеги восточной – до 15-го, клевера лугового – до 20-го дня. При задержке уборки содержание переваримого протеина в растениях многолетних трав уменьшалось ежедневно на 0,2%, сухого вещества – увеличивалось на 0,3–0,4%, энергонасыщенность корма составляла 8,4–9,3 МДж/кг. Максимальный доход и окупаемость затрат получены при завершении уборки костреца безостого в течение 5 дней после цветения, при внесении азота – 15 дней. Уборка люцерны изменчивой, эспарцета песчаного и галеги восточной в течение 10 дней после цветения обеспечивала максимальную прибыль и окупаемость дополнительных затрат, клевера лугового – в течение 20 дней. Приготовленный силос из зеленой массы трав соответствовал требованиям ГОСТ.

ГЛАВА 6. ИНТРОДУКЦИЯ НОВОЙ КОРМОВОЙ КУЛЬТУРЫ ФЕСТУЛОЛИУМ В СИСТЕМУ АДАПТИВНОГО КОРМОПРОИЗВОДСТВА В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

6.1. Агротехнологическое обоснование введения фестулолиума в кормопроизводство лесостепной зоны Западной Сибири

В рамках адаптивной стратегии развития кормопроизводства особое значение придается вопросам экологизации и биологизации за счет повышения доли бобово–злаковых ценозов и интродукции новых культур, обладающих высоким потенциалом устойчивости и продуктивности. Одной из таких культур является фестулолиум, особенности роста и развития которого в условиях Западной Сибири не изучены, а технология возделывания, в том числе в смеси с многолетними бобовыми травами, не разработана. Необходимость решения этой задачи обусловлена еще и тем, что урожайность возделываемых многолетних трав в регионе существенно не повышается. Так, по данным Территориальных органов Федеральной службы государственной статистики, за последние 25 лет урожайность многолетних трав в Новосибирской области варьировала по годам от 4,6 до 9,6 т/га (V = 17%) и имела незначительный отрицательный тренд (рисунок 18).

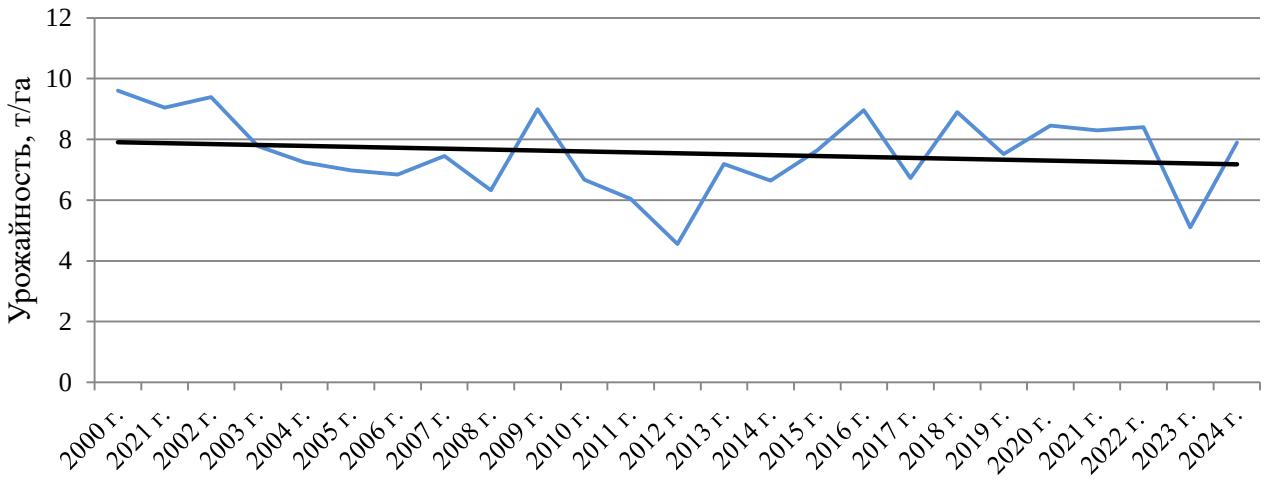


Рисунок 18 – Динамика урожайности зеленой массы многолетних трав в Новосибирской области в период с 2000 по 2024 г.

В настоящее время в лесостепной зоне Западной Сибири в структуре посева кормовых культур на пашне многолетние травы занимают около 40%, из которых на долю мятликовых приходится более 50%. Кормовые травостои многолетних злаковых трав в регионе представлены в основном кострецом безостым, а также овсяницей луговой, тимофеевкой луговой, райграсом пастбищным. Все эти многолетние злаковые травы при очевидных своих достоинствах (долговечность, высокая зимостойкость, устойчивость к болезням) имеют ряд недостатков (низкая продуктивность, недостаточная питательность, позднеспелось, полегаемость).

Кострец безостый – широко возделываемая в условиях лесостепной зоны Западной Сибири многолетняя злаковая культура. Основными положительными качествами его является высокая зимостойкость, долговечность, способность продуктивно использовать осенне–зимние осадки при отсутствии влаги в летний период (Ишакаев М.К., 2024). Основным недостатком данной культуры является значительное снижение продуктивности на 2–3-й годы пользования. Исследования Н.А. Феоктистовой (2019), проведенные в Северном Зауралье свидетельствуют, что к четвертому году пользования урожайность травостоя костреца безостого снизилась с 25,6 до 11,4 т/га (на 55%). Наибольшее продуктивное его долголетие (до 20 лет) обеспечивается только при одноукосном использовании (Тормозин М.А., 2018).

Райграс пастбищный – распространенная в кормопроизводстве Северо–Запада России культура, в сравнении с другими видами многолетних злаковых трав характеризуется относительно низкой зимостойкостью в северных регионах, недолговечностью, сильной полегаемостью (Привалова К.Н., 2018).

Овсяница луговая при возделывании в условиях лесостепной зоны Западной Сибири отличается долголетием и выносливостью к многократному скашиванию, хорошей зимостойкостью, но у нее невысокая урожайность (Косолапов В.М., 2012).

Для стабилизации и улучшения ситуации в кормопроизводстве региона необходимо расширять видовой состав многолетних трав за счет интродукции новых высокопродуктивных кормовых.

В 2018–2020 гг. нами впервые в условиях лесостепи Западной Сибири проведены исследования по сравнительному изучению продуктивности новой кормовой многолетней злаковой культуры фестулолиум с традиционно возделываемыми многолетними злаковыми травами.

Агрометеорологические условия вегетационного периода (июнь–август) 2019 г. характеризовались как недостаточные (ГТК = 1,02), 2020 г. – оптимальные (ГТК = 1,22). В оба года исследований в июне наблюдалась засуха (ГТК = 0,49–0,52), в июле – избыточное увлажнение (ГТК = 1,48–1,60).

Наши исследования показали, что урожайность зеленой массы фестулолиума изменялась в опыте от 25,3 до 32,0 т/га и в среднем составила 28,6 т/га, что было больше на 18% костреца безостого, на 14 – овсяницы луговой, на 10 – райграса пастбищного, на 6% – тимофеевки луговой (таблица 51).

Таблица 51 – Урожайность и питательность многолетних злаковых трав в лесостепной зоне Западной Сибири, т/га (посев 2018 г.)

Культура	Урожайность зеленой массы			В 1 кг корма	
	2019 г.	2020 г.	Среднее	кормовых единиц	переваримого протеина, г
Фестулолиум	25,3	32,0	28,6	0,61	53
Кострец безостый	26,6	22,0	24,3	0,49	45
Овсяница луговая	27,3	23,0	25,2	0,48	68
Райграс пастбищный	24,0	28,0	26,0	0,33	39
Тимофеевка луговая	30,2	24,0	27,1	0,47	47
$НСР_{05}$	1,0	2,1		0,12	6

Урожайность зеленой массы фестулолиума в наших исследованиях незначительно отличалась от анализируемого показателя в более теплых регионах РФ. Так, в исследованиях В.Н. Образцова (2021), на полях Воронежского государственного аграрного университета, расположенных в Западном лесостепном районе Воронежской области, урожайность фестулолиума в сумме за четыре укоса составила 34,2 т/га. На стационаре Пензенского государственного аграрного университет в исследованиях Е.А. Калиничева (2023) сбор зеленой и сухой массы посевов второго года жизни сорта Изумрудный и сорта ВИК 90 составил 35,8 т/га и 37,6 т/га, сухой массы – 6,3 т/га и 6,5 т/га соответственно.

Зоотехнический анализ показал, что в 1 кг сухого вещества фестулолиума содержалось 0,61 кормовых единиц, что превышало другие многолетние злаковые травы на 0,12–0,28 к.ед. (24–85%). По содержанию переваримого протеина (53 г/к.ед.) фестулолиум уступал только овсянице луговой (68 г/к.ед.), однако, с учетом урожайности разница по валовому его сбору между этими культурами была не значительной. У костреца безостого, райграса пастбищного и тимофеевки луговой этот показатель был существенно ниже и составил 39–47 г/к.ед. По валовому выходу кормовых единиц с 1 га посев фестулолиума (17446 к.ед.) превышал эти многолетние злаковые травы в 1,4–2 раза. Полученные результаты свидетельствуют о более высоком потенциале продуктивности новой кормовой культуры фестулолиум в сравнении с другими многолетними злаковыми травами, традиционно возделываемыми в данном регионе.

6.2. Особенности роста, развития и формирования травостоя фестулолиума в одновидовом посеве и смесях с многолетними бобовыми травами

Исследования в опыте проводились совместно с младшим научным сотрудником Ждановой Ириной Леонидовной.

В первый год жизни в одновидовом посеве фестулолиума и в смесях с многолетними бобовыми травами продолжительность периода от всходов до завершения вегетации изменялось от 80 до 85 дней, сумма среднесуточных температур от 1283 до 1329 °С, значение ГТК от 1,23 до 1,27, что было достаточно для оптимального роста и развития растений фестулолиума.

Плотность травостоя – важный показатель при формировании высокопродуктивных посевов многолетних трав. В опыте начало всходов многолетних трав отмечено на 8–10–е сутки, массовых – на 15–е. В среднем за два года закладки (2019 и 2020 г.) густота всходов бобовых трав в одновидовом посеве составила 90–139 шт./м^2 (V = 59%), фестулолиума – 537 шт./м^2 (V = 43%), в смесях соответственно 51–211 шт./м^2 (V = 73%) и 168–338 шт./м^2 (V = 37%) (приложение 37).

Максимальная густота всходов фестулолиума (702 шт./м^2) получена в 2020 г., когда за период посев–всходы выпало 84,8 мм осадков (139% нормы) при среднемесячной температуре воздуха + 19,7 °С. Минимальная густота всходов (151–372 шт./м^2) отмечена на посеве 2019 г., что было обусловлено частичной гибелью растений из–за установившейся засухи в период посев–всходы, за который осадков выпало 32% нормы при температуре воздуха на 2,2 °С выше среднемноголетнего значения. Для появления всходов клевера лугового и люцерны изменчивой более благоприятным был 2019 г., в условиях которого количество всходов составило соответственно 166–300 и 156–204 шт./м^2.

В годы посева растения многолетних бобовых трав заканчивали вегетацию 28 сентября – 4 октября в фазе ветвления, фестулолиум – в фазе кущения. Перед уходом в зиму в первый год жизни сохранность растений бобовых трав в одновидовых и смешанных посевах изменялась в опыте от 55 до 99% (V = 76%) и в среднем составила 84%, фестулолиума – от 95 до 98% (V = 52%) при среднем значии 96% и не зависела от способа посева (таблица 52).

На степень зимостойкости многолетних трав большое влияние оказывают сахара, образующиеся в растениях в осенний период. Они предохраняют от замерзания внутриклеточной воды, уменьшают количество образующегося льда (Душечкин В.И., 1952; Туманов И.И., 1979). Наши исследования показали, что минимальное содержание водорастворимых сахаров в корнях многолетних трав осенью перед уходом в зиму было в смесях с фестулолиумом: клевера лугового 2,5%, люцерны изменчивой 3,8%, что в 2–3 раза ниже, чем у фестулолиума (таблица 53). В сравнении со смесями в одновидовом посеве фестулолиума содержание сахаров незначительно снижалось, у бобовых трав – повышалось в 1,3–1,9 раза. Наибольшее накопление сахаров отмечено в 2020 г. при оптимальной влагообеспеченности (ГТК = 1,16–1,22) летнего и осеннего периодов (сентябрь–октябрь). В 2019 г. условия были менее благоприятными: ГТК составил соответственно 1,02 и 0,85. В годы посева трав среднемесячная температура воздуха во время окончания вегетационного периода превышала среднемноголетние значения сентября на 0,8…1,9 °С, октября на 0,6…1,3 °С.

Таблица 52 – Сохранность, зимостойкость и выживаемость растений фестулолиума в смесях с многолетними бобовыхми травами, %

Культура (способ посева)	Сохранность		Зимостойкость		Выживаемость	
	бобовых	злака	бобовых	злака	бобовых	злака
Посев 2019 г.						
Люцерна изменчивая (Л)	94	–	64	–	60	–
Клевер луговой (К)	88	–	49	–	43	–
Эспарцет песчаный (Э)	68	–	48	–	32	–
Фестулолиум (Ф)	–	95	–	88	–	83
Л + Ф (совместный)	95	96	64	85	61	81
Л + Ф (смешанный)	90	96	48	85	44	82
К + Ф (совместный)	97	96	78	87	76	84
К + Ф (смешанный)	97	97	77	88	75	86
Э + Ф (совместный)	71	95	86	87	61	83
Э + Ф (смешанный)	55	95	75	88	41	83
Посев 2020 г.						
Люцерна изменчивая (Л)	68	–	90	–	61	–
Клевер луговой (К)	89	–	84	–	75	–
Эспарцет песчаный (Э)	93	–	93	–	87	–
Фестулолиум (Ф)	–	99	–	85	–	84
Л + Ф (совместный)	74	98	91	85	68	83
Л + Ф (смешанный)	57	95	83	87	48	83
К + Ф (совместный)	86	97	89	89	76	84
К + Ф (смешанный)	86	97	86	86	74	83
Э + Ф (совместный)	95	95	74	85	70	81
Э + Ф (смешанный)	99	97	64	87	63	84
Среднее за 2019, 2020 г.						
Люцерна изменчивая (Л)	81	–	77	–	61	–
Клевер луговой (К)	89	–	67	–	59	–
Эспарцет песчаный (Э)	81	–	71	–	60	–
Фестулолиум (Ф)	–	97	–	87	–	84
Л + Ф (совместный)	85	97	78	85	65	82
Л + Ф (смешанный)	74	96	66	86	46	83
К + Ф (совместный)	92	97	84	88	76	84
К + Ф (смешанный)	92	97	82	87	75	85
Э + Ф (совместный)	83	95	80	86	66	82
Э + Ф (смешанный)	77	96	70	88	52	84

Таблица 53 – Содержание водорастворимых сахаров в корнях многолетних трав перед уходом в зиму на посеве 2019 и 2020 г., % в сухом веществе

Культура (способ посева)	Бобовые травы			Фестулолиум		
	2019 г.	2020 г.	Среднее	2019 г.	2020 г.	Среднее
Фестулолиум (одновидовой)	–	–	–	6,3	7,9	7,1
Люцерна изменчивая (одновидовой)	4,9	5,3	5,1	–	–	–
Клевер луговой (одновидовой)	4,8	4,8	4,8	–	–	–
Люцерна + Фестулолиум (смешанный)	3,5	4,1	3,8	6,5	9,3	7,9
Клевер + Фестулолиум (смешанный)	2,3	2,7	2,5	6,5	9,3	7,6

Зимостойкость фестулолиума первого года жизни в одновидовых, смешанных и совместных посевах изменялась в опыте от 85 до 89% и в среднем составила 87%, многолетних бобовых трав – от 49 до 93% при среднем значении 78%. Высокая и стабильная зимостойкость фестулолиума свидетельствует о возможности эффективного его возделывания в суровых агроклиматических условиях Западной Сибири. Выживаемость растений многолетних бобовых трав первого года жизни составила в опыте в среднем 62% и изменялась под влиянием условий и способов посева более значительно (от 52 до 76%, V = 24%) в сравнении с фестулолиумом (соответственно от 81 до 86%, V = 2%). Схожие данные по выживаемости фестулолиума (84–91%) получены В.Н. Образцовым (2018) в условиях лесостепи Центрального Черноземья.

Возобновление вегетации многолетних трав начинается при переходе среднесуточной температуры воздуха через +5 °С, что по среднемноголетним наблюдениям в условиях лесостепной зоны Западной Сибири приходится на 25–28 апреля. Проведение первого укоса трав в опыте (начало фазы цветения бобовых трав и выметывания фестулолиума) наступало в интервале с 22 июня (2020 г.) по 18 июля (2021 г.) при накоплении суммы активных температур от 614 до 782 °С.

Начиная со второго года жизни, отмечено незначительное сокращение межфазных и вегетационного периодов многолетних бобовых трав за счет более интенсивного роста и развития растений: люцерны – на 3–7 дней, клевера – 1–6, эспарцета – на 3 дня (таблица 54, приложение 38). У фестулолиума, наоборот, отмечено незначительное увеличение межфазных периодов. Отличий по срокам наступления фаз развития в совместных и смешанных посевах трав в сравнении с одновидовыми его посевами не выявлено.

Оптимальный период скашивания бобово–злаковой травосмеси считается фаза бутонизации–начало цветения бобового компонента (Нагибин А.Е., 2018; Укроженко Д.С., 2024). В нашем опыте растения многолетних бобовых трав находились в это время в фазе цветения, фестулолиум – выметывания, которая

Таблица 54 – Продолжительность межфазных периодов роста и развития растений многолетних трав, сут. (среднее по посевам 2019, 2020 г.)

Год жизни травостоя	Посев (отрастание) – кущение (ветвление)	Отрастание – выход в трубку	Отрастание – выметывание (бутониза-ция)	Отрастание – цветение	Отрастание – созревание
Люцерна изменчивая					
Первый	33	-	47	53	-
Второй	28	-	46	52	-
Третий	26	-	46	52	-
Четвертый	26	-	45	50	-
Клевер луговой					
Первый	28	-	53	63	-
Второй	25	-	53	63	-
Третий	22	-	52	62	-
Четвертый	22	-	51	62	-
Эспарцет песчаный					
Первый	28	-	46	51	-
Второй	28	-	46	50	-
Третий	27	-	45	48	-
Четвертый	25	-	43	48	-
Фестулолиум					
Первый	32	-	-	-	-
Второй	22	32	45	63	89
Третий	23	33	47	65	92
Четвертый	23	33	47	65	92

наступала на 45–47-й день после весеннего отрастания, что было оптимальным для заготовки высококачественного корма.

Выявлено, что в среднем за три года пользования, независимо от внесения азотного удобрения, масса побега люцерны изменчивой в смеси с фестулолиумом была меньше одновидового посева на 19–52% (6,4–10,8 г), клевера лугового – 56–65% (5,2–6,6 г), эспарцета песчаного – на 11% (11,7–13,8 г) (таблица 55). Облиственность побегов многолетних бобовых трав изменялась в опыте от 47 до 53% (V = 4%).

Установлено, что внесение азотного удобрения в дозе N_{30} повышало массу побегов люцерны изменчивой в смеси с фестулолиумом в среднем на 21%, клевера лугового – на 15%, эспарцета песчаного – снизило на 13% (до 11,6–12,0 г). При увеличении дозы азота до N_{60} масса побега в травосмесях с фестулолиумом люцерны изменчивой уменьшилась на 18%, эспарцета песчаного и клевера

Таблица 55 – Масса и облиственность побегов многолетних бобовых трав в зависимости от способа посева и дозы азотного удобрения (среднее по посевам 2019, 2020 г.)

Культура (способ посева)	Доза азота, кг д.в./га					
	N_0		N_{30}		N_{60}	
	Масса, г	Облиственность, %	Масса, г	Облиственность, %	Масса, г	Облиственность, %
Первый год пользования (2020, 2021 г.)						
Люцерна изменчивая (Л)	17,7	48	17,5	49	17,6	50
Клевер луговой (К)	26,1	50	25,7	50	26,1	50
Эспарцет песчаный (Э)	9,7	51	9,8	51	9,6	51
Л + Ф (совместный)	9,0	53	9,2	51	9,3	51
Л + Ф (смешанный)	4,2	56	4,3	54	4,4	54
К + Ф (совместный)	6,7	56	6,6	54	6,9	56
К + Ф (смешанный)	7,7	51	8,3	51	8,6	50
Э + Ф (совместный)	10,6	51	10,4	50	10,6	50
Э + Ф (смешанный)	7,3	52	8,3	49	7,7	49
Второй год пользования (2021, 2022 г.)						
Люцерна изменчивая (Л)	12,6	42	15,2	41	12,2	40
Клевер луговой (К)	13,5	46	12,6	41	16,6	45
Эспарцет песчаный (Э)	19,9	52	13,5	42	17,0	44
Л + Ф (совместный)	13,0	47	17,5	43	11,5	51
Л + Ф (смешанный)	9,3	52	12,1	46	9,8	54
К + Ф (совместный)	8,9	56	9,9	34	8,5	43
К + Ф (смешанный)	4,5	45	7,3	42	6,7	38
Э + Ф (совместный)	13,5	49	10,9	47	14,5	38
Э + Ф (смешанный)	19,6	49	17,6	40	14,4	42
Третий год пользования (2022, 2023 г.)						
Люцерна изменчивая (Л)	9,7	50	8,7	51	6,7	45
Клевер луговой (К)	5,3	55	5,1	56	8,1	47
Эспарцет песчаный (Э)	9,8	47	12,4	47	15,6	49
Л + Ф (совместный)	10,6	49	11,4	48	7,6	48
Л + Ф (смешанный)	5,7	51	10,9	45	10,8	46
К + Ф (совместный)	4,3	46	4,0	47	6,1	51
К + Ф (смешанный)	3,3	51	4,4	50	5,7	48
Э + Ф (совместный)	11,0	48	13,6	47	11,0	50
Э + Ф (смешанный)	14,5	49	10,2	50	14,8	51
Среднее за три года пользования						
Люцерна изменчивая (Л)	13,4	47	13,8	47	12,2	46
Клевер луговой (К)	15,0	49	14,5	48	16,9	48
Эспарцет песчаный (Э)	13,1	51	11,9	46	14,0	48
Л + Ф (совместный)	10,8	49	12,7	46	9,4	50
Л + Ф (смешанный)	6,4	53	9,1	46	8,3	51
К + Ф (совместный)	6,6	54	6,8	43	7,2	49
К + Ф (смешанный)	5,2	49	6,6	48	7,0	46
Э + Ф (совместный)	11,7	49	11,6	48	12,0	45
Э + Ф (смешанный)	13,8	49	12,0	45	12,3	47

лугового – повысилась соответственно на 3 и 6% в сравнении с дозой N_{30}.

Из рисунка 19, показывающего вертикальное распределение биомассы люцерны изменчивой при различных дозах внесения азота, видно, что на неудобренном фоне и с внесением N_{30} высота побегов растений люцерны меньше, чем при дозе N_{60}, а их биомасса имела более выраженый вертикальный профиль. Внесение азота в дозе N_{60} способствовало формированию более компактных и устойчивых к полеганию растений.

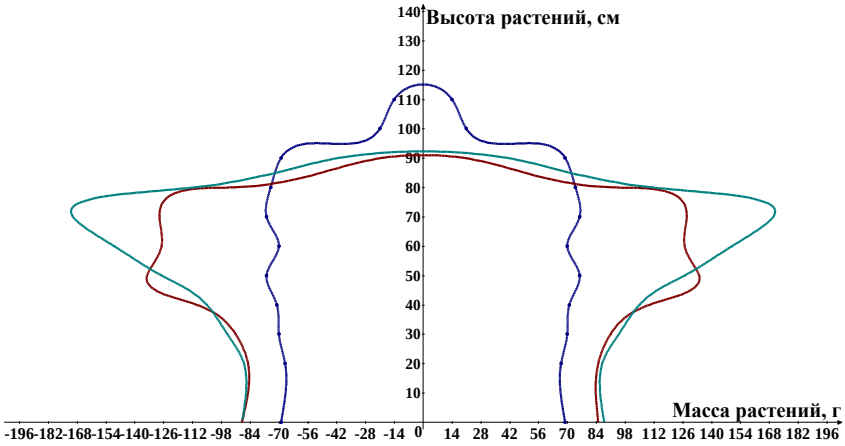
Высота побегов клевера в смесях с фестулолиумом повышалась на 7 см (с 51 до 58 см) и была больше в совместном посеве. При внесении азотных удобрений биомасса травостоев на высоте от 35 до 60 см увеличивалась в 2 раза, что свидетельствует о положительной реакции многолетней бобовой культуры на внесение удобрений (приложение 39).

Выявлено положительное влияние доз азота на вертикальное распределение биомассы эспарцета: при внесении N_{30} высота побегов растений эспарцета увеличилась на 11 см, их биомасса на высоте от 10 до 70 см – в 1,3 раза, при внесении N_{60} масса побега увеличилась в 1,2 раза.

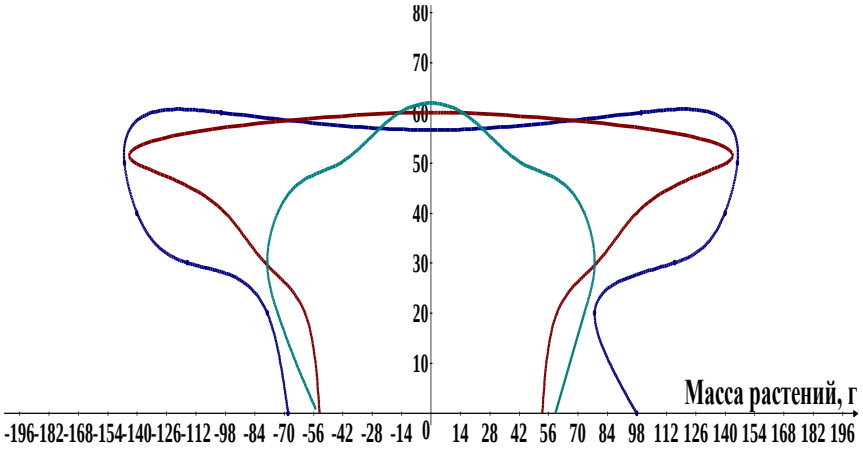
В травостоях люцерны с фестулолиумом на неудобренном фоне вегетативная масса побегов совместного посева была в 1,9 раза больше, чем смешанного посева. При внесении азотного удобрения в дозе N_{30} распределение биомассы по вертикальному профилю в зависимости от способа посева изменялось незначительно. При увеличении дозы азота до N_{60} основная биомасса смешанного посева распределялась до высоты 80 см или на 20 см ниже совместного посева, что увеличивало биомассу в 1,4 раза и повышало устойчивость травостоя к полеганию (рисунок 20).

Внесение азотного удобрения в травостоях клевера с фестулолиумом увеличило массу побегов в 1,4–1,7 раза. Наибольшая их масса (6,14 г) была в совместном посеве на фоне азотного удобрения в дозе N_{60}, что превышало смешанный посев на 7%.

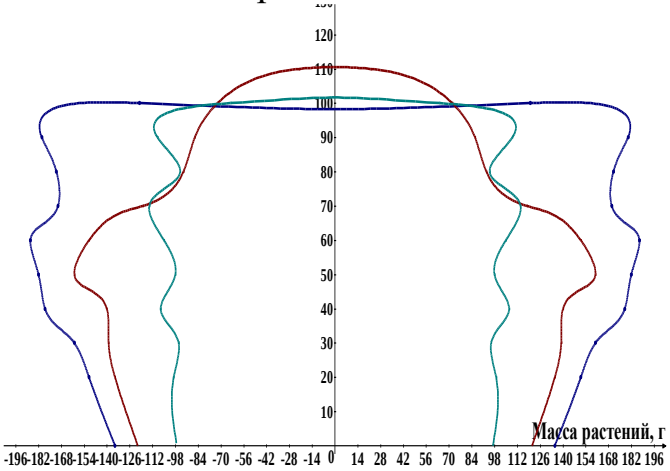
Люцерна изменчивая



Клевер луговой



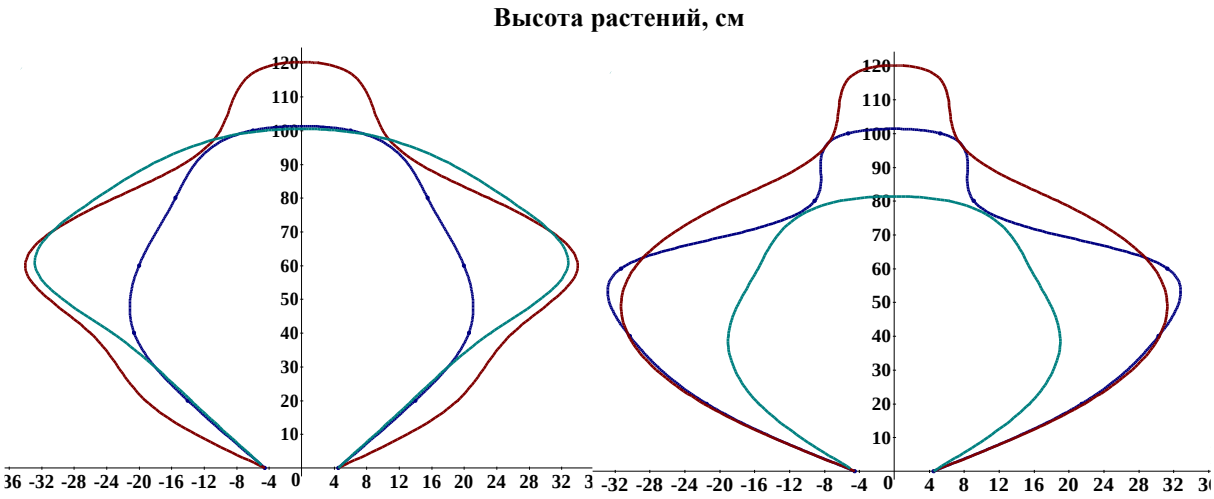
Эспарцет песчаный



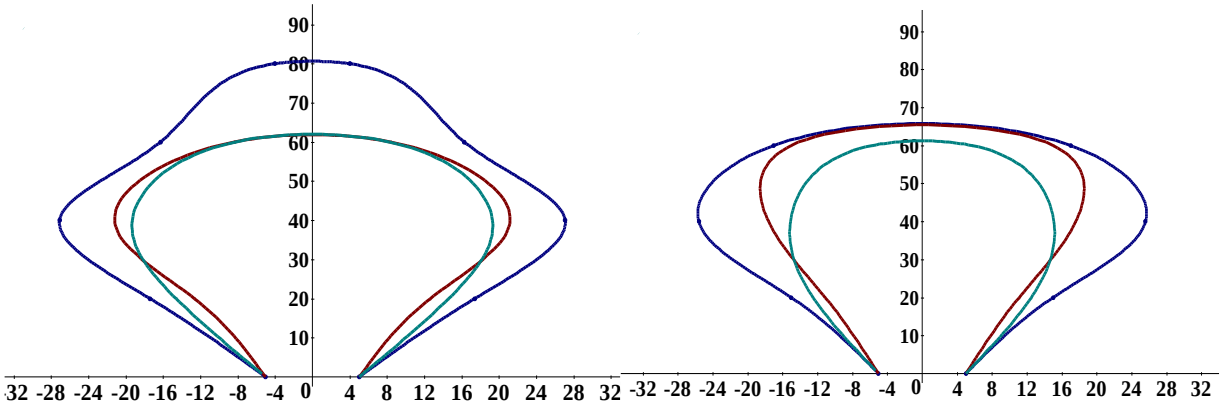
–N_0; –N_{30}; –N_{60}

Рисунок 19 – Вертикальное распределение биомассы многолетних бобовых трав в одновидовом посеве в зависимости от дозы азота (среднее за 2020–2023 гг.)

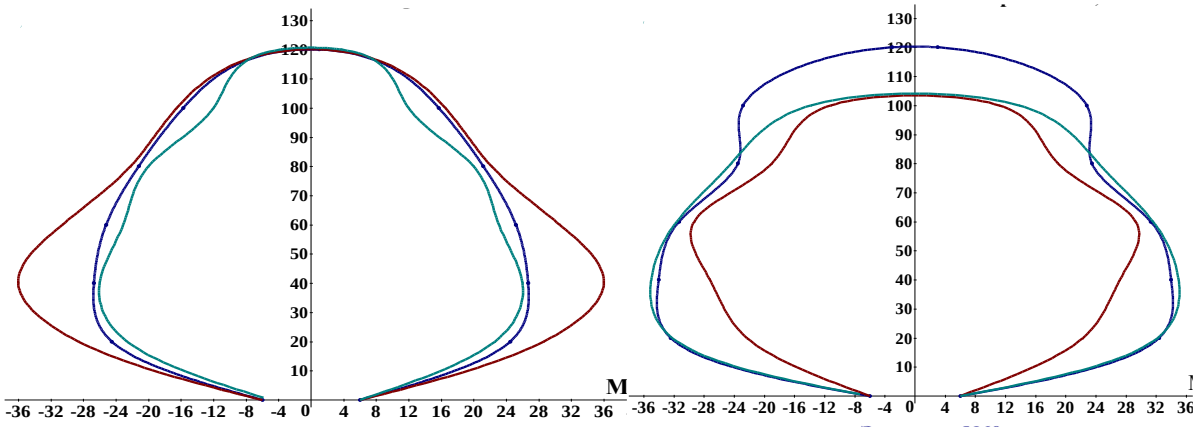
Люцерна изменчивая



Клевер луговой



Эспарцет песчаный



Масса растения, г

–N_0; –N_{30}; –N_{60}

Рисунок 20 – Вертикальное распределение биомассы многолетних бобовых трав в смесях с фестулолиумом в зависимости от дозы азота. Среднее за 2020–2023 гг. (слева – совместный посев, справа – смешанный)

В травосмесях эспарцета с фестулолиумом наблюдалось увеличение средней массы побега эспарцета на 10% в смешанном посеве за счет более оптимального вертикального распределения биомассы в вариантах на неудобренном фоне и при внесении N_{60}, где растения были более компактными и устойчивыми к полеганию. Масса побегов на отмеченных вариантах превышала показатели совместного посева в 1,3–1,4 раза.

Корреляционный анализ выявил среднюю отрицательную связь массы побегов люцерны изменчивой и эспарцета песчаного с их облиственностью (r = –0,36…–0,55) в травосмесях с фестулолиумом.

Таким образом, максимальная зимостойкость (85–88%) и выживаемость (82–85%) растений в опыте отмечена у фестулолиума. Более сблансированное распределение листьев по вертикальному профилю отмечено у люцерны изменчивой и клевера лугового в совместном посеве с фестулолиумом, эспарцета песчаного – в смешанном посеве. Установлена отрицательная связь массы побега бобовых трав с облиственностью.

6.3. Урожайность фестулолиума в одновидовом посеве и травосмесях с многолетними бобовыми травами

Основным критерием оценки эффективности возделывания многолетних трав является урожайность. На посеве 2019 г. в среднем за три года отмечен различный положительный эффект от внесения доз азота. В одновидовых посевах – минимальной прибавка была у люцерны изменчивой – 1,0–5,5 т/га зеленой массы (2–12%), максимальной – у эспарцета песчаного – 9,0–18,6 т/га (31–64%). У фестулолиума прибавка урожайности составила 2,7–10,0 т/га зеленой массы (8–29%) (таблица 56, приложение 40).

В травостоях люцерны изменчивой с фестулолиумом достоверная прибавка урожайности зеленой массы в сравнении с одновидовым посевом бобового компонента на неудобренном фоне получена при внесении N_{60} – 0,9–2,1 т/га (7–

Таблица 56 – Урожайность одновидовых и смешанных посевов многолетних трав в зависимости от способа посева и дозы азота, т/га (среднее за 2020–2023 гг.)

Культура (способ посева)	Урожайность при дозе азота, кг д.в./га					
	зеленой массы			сухой массы		
	N_0	N_{30}	N_{60}	N_0	N_{30}	N_{60}
Посев 2019 г.						
Люцерна изменчивая (Л)	46,5	47,5	52,0	12,8	13,0	13,6
Клевер луговой (К)	24,8	28,1	35,2	5,4	6,2	7,3
Эспарцет песчаный (Э)	29,0	38,0	47,6	8,1	10,2	12,5
Фестулолиум (Ф)	33,7	36,4	43,7	10,1	11,0	12,8
Л + Ф (совместный)	44,2	46,5	47,4	12,1	12,6	12,9
Л + Ф (смешанный)	39,2	44,6	48,6	11,0	11,9	13,0
К + Ф (совместный)	31,2	35,8	43,1	8,5	9,3	10,6
К + Ф (смешанный)	31,7	39,5	44,4	8,8	11,3	11,6
Э + Ф (совместный)	28,6	39,5	44,0	8,3	10,9	11,8
Э + Ф (смешанный)	25,3	31,9	52,6	7,3	9,2	14,5
$НСР_{05}$	смесь – 1,6; удобрение – 0,9; смесь × удобрение – 2,7			смесь – 0,6; удобрение – 0,3; смесь × удобрение – 1,0		
Посев 2020 г.						
Люцерна изменчивая (Л)	31,6	35,2	29,3	9,3	9,9	8,0
Клевер луговой (К)	21,2	23,5	22,8	4,6	5,1	5,1
Эспарцет песчаный (Э)	40,4	35,1	40,8	10,7	9,5	10,9
Фестулолиум (Ф)	15,9	18,8	19,7	6,1	6,1	6,2
Л + Ф (совместный)	32,1	28,4	28,5	10,2	8,7	8,1
Л + Ф (смешанный)	21,1	22,1	20,9	6,9	7,3	6,8
К + Ф (совместный)	20,7	24,4	20,9	6,0	6,6	6,0
К + Ф (смешанный)	20,6	19,3	19,5	6,4	4,5	5,7
Э + Ф (совместный)	32,1	31,8	34,2	9,2	8,8	9,1
Э + Ф (смешанный)	28,2	29,6	31,1	8,0	8,4	8,7
$НСР_{05}$	смесь – 1,7; удобрение – 1,0; смесь × удобрение – 2,9			смесь – 0,5; удобрение – 0,2; смесь × удобрение – 0,9		
Среднее на посевах 2019, 2020 г.						
Люцерна изменчивая (Л)	39,0	41,3	40,6	11,0	11,4	10,8
Клевер луговой (К)	23,0	25,8	29,0	5,0	5,7	6,2
Эспарцет песчаный (Э)	34,7	36,5	44,2	9,4	9,8	11,7
Фестулолиум (Ф)	24,8	27,6	31,7	8,1	8,2	9,5
Л + Ф (совместный)	38,1	37,4	37,9	11,1	10,7	10,5
Л + Ф (смешанный)	30,1	33,3	34,7	9,0	9,3	9,9
К + Ф (совместный)	25,9	30,1	32,0	7,2	7,9	8,3
К + Ф (смешанный)	26,1	29,4	31,9	7,6	8,5	8,6
Э + Ф (совместный)	30,4	35,7	39,1	8,7	9,8	10,4
Э + Ф (смешанный)	26,7	30,7	41,8	7,6	8,8	11,6
$НСР_{05}$	смесь – 1,2; удобрение – 0,7; смесь × удобрение – 2,1			смесь – 0,3; удобрение – 0,2; смесь х удобрение – 0,5		
Примечание – Доля влияния факторов и их взаимодействия (%) по посеву 2019 г.: смесь 26, удобрение 10, год 14, год × смесь × удобрение 8; по посеву 2020 г: смесь 16, удобрение 6, год 66, год × смесь × удобрение 2.						

24%) (V = 21%) и была больше при смешанном посеве культур за счет повышения плотности травостоя люцерны на 61% (r = 0,45), массы побега на 27% (r = 0,42) и высоты растений люцерны на 9% (r = 0,41), фестулолиума на 13% (r = 0,65) (приложения 41–43). Внесение азота повышало долю фестулолиума в урожае смесей с 48 до 61% в первом укосе и с 58 до 61% – во втором (V = 36%) (приложение 44).

На посеве 2020 г. несмотря на то, что в отдельные годы (2022 и 2023 г.) под влиянием высоких среднесуточных температур отмечено снижение эффективности азотного удобрения (r = –0,85…–0,94) (приложение 45), в среднем за три года пользования выявлена прибавка от внесения 30 кг д.в./га азота на люцерне изменчивой (11% или 3,6 т/га зеленой массы), клевере луговом – при дозе 30 и 60 кг/га (7–11% или 1,6–2,3 т/га зеленой массы) и на фестулолиуме (18–24% или 2,9–3,9 т/га зеленой массы) (таблица 86, приложение 46). В травосмесях наблюдалось повышение сбора зеленой массы на 15% (3,7 т/га) в совместном посеве клевера с фестулолиумом на фоне N_{30} и на 6–9% (2,1–2,9 т/га) – в смешанном посеве эспарцета с фестулолиумом при внесении N_{60} за счет увеличения плотности травостоя и высоты растений злакового компонента (приложения 47–49).

В среднем по двум посевам многолетних трав во времени выявлена положительная реакция одновидовых посевов клевера лугового и эспарцета песчаного на внесение азотных удобрений: у клевера лугового урожайность зеленой массы увеличилась на 12% (2,8 т/га) при внесении N_{30} и на 26% (6,0 т/га) – при внесении N_{60}, у эспарцета песчаного – на 5% (1,8 т/га) и 27% (9,5 т/га) соответственно. У люцерны изменчивой при внесении N_{60} отмечено снижение урожайности зеленой массы на 2% (0,7 т/га) по сравнению с дозой N_{30}. У фестулолиума в одновидовом посеве урожайность повышалась на 11% (2,8 т/га) на фоне N_{30} и на 28% (6,9 т/га) – при внесении N_{60}.

Результаты исследований показали, что многолетние бобовые травы различно реагировали на способы посева с фестулолиумом. При совместном посеве люцерны с фестулолиумом урожайность зеленой массы достоверно повышалась на 8,0 т/га (21%) в сравнении со смешанным посевом и на 13,3 т/га (54%) – с

одновидовым посевом фестулолиума и существенно не отличалась от урожайности одновидового посева люцерны.

Для посевов клевера лугового с фестулолиумом характерен равный уровень урожайности при совместном и смешанном способе посеве – 25,9 и 26,1 т/га на неудобренном фоне, который был на 13% выше одновидовых посевов клевера и на 5% – фестулолиума. Смешанные посевы клевера с фестулолиумом при внесении N_{30} повышали урожайность на 13% (3,3 т/га), при внесении N_{60} – на 22% (5,8 т/га) в сравнении с неудобренным фоном.

Урожайность зеленой массы эспарцета песчаного в травосмесях с фестулолиумом в среднем за годы исследований на неудобренном фоне составила 26,7–30,4 т/га с преимуществом совместного посева на 14% (3,7 т/га). Внесение удобрений в дозе N_{30} не зависимо от способа посева увеличивало урожайность на 15–17% (4,0–5,3 т/га). Максимальная урожайность травостоев эспарцета с фестулолиумом (41,8–39,1 т/га) получена на посевах с внесением N_{60}, что на 29–57% выше, чем на неудобренном фоне. Смешанные травостои эспарцета были в среднем на 21% урожайнее одновидовых посевов фестулолиума и на 11% уступали посевам эспарцета.

В одновидовом посеве установлена сильная положительная связь урожайности фестулолиума с высотой растений (r = 0,77), массой побега (r = 0,91) и плотностью травостоя (r = 0,86) (R^2 = 0,60–0,84) (приложение 50). У люцерны изменчивой повышение урожайности обусловлено увеличением массы побега (r = 0,81) и плотности травостоя (r = 0,78) (R^2 = 0,60–0,66), у эспарцета – плотности травостоя (r = 0,81) (R^2 = 0,65).

При внесении азотного удобрения в дозе N_{30} и N_{60} отмечена существенная положительная связь урожайности клевера лугового со всеми элементами ее структуры (r = 0,62–0,87) (R^2 = 0,39–0,76). У люцерны изменчивой связь существенна только при внесении N_{30} с массой побега (r = 0,76), у эспарцета песчаного – с плотностью травостоя (r = 0,68). При увеличении дозы азота до 60 кг. д.в./га урожайность эспарцета повышалась за счет увеличения высоты побега и плотности травостоя (r = 0,70–0,73) (R^2 = 0,49–0,53).

Регрессионный анализ показал, что при увеличении плотности травостоя (x) фестулолиума на 10 шт./м^2 урожайность зеленой массы (y) повышалась на 0,21 т/га (уравнение 22, рисунок 21), люцерны 2,2, эспарцета 1,5 т/га (R^2 = 0,60–0,74) (уравнение 23–24).

$$y \text{ (фестулолиум)} = 0{,}0211\ x - 2{,}7496,\ R^2 = 0{,}7456, \quad (22)$$

$$y \text{ (люцерна)} = 0{,}219\ x - 45{,}873,\ R^2 = 0{,}6097, \quad (23)$$

$$y \text{ (эспарцет)} = 0{,}1553\ x - 8{,}3954,\ R^2 = 0{,}6599. \quad (24)$$

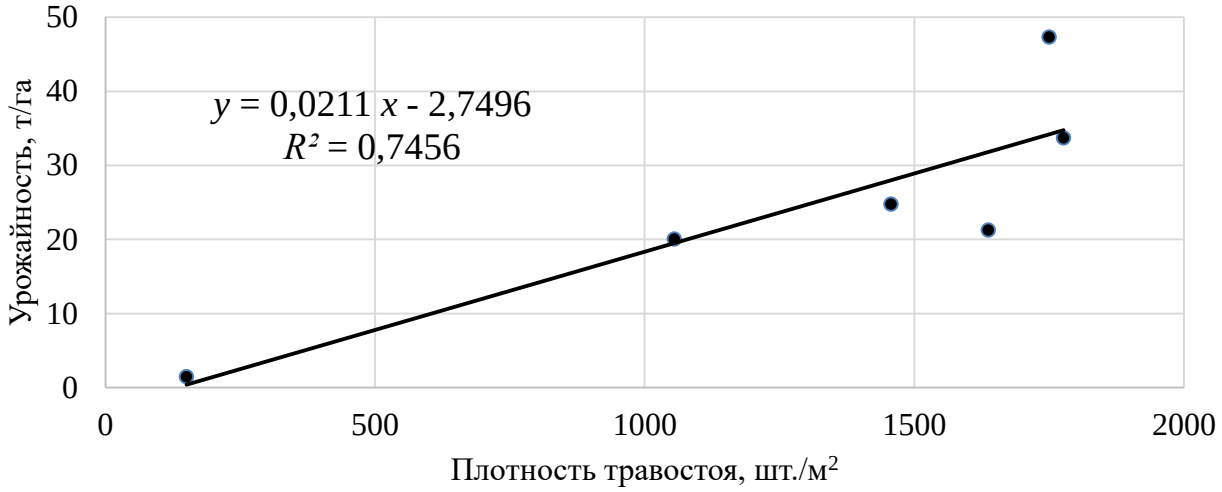


Рисунок 21 – Регрессионная зависимость между плотностью травостоя (x) и урожайностью зеленой массы (y) фестулолиума

В травосмесях без внесения азотного удобрения и при внесении в дозе N_{30} урожайность повышалась, главным образом, за счет увеличения плотности травостоя многолетних трав (r = 0,43–0,92) (R^2 = 0,19–0,86) (приложение 51). Увеличение дозы азота до N_{60} повышало долю влияния массы побега фестулолиума на урожайность смесей (r = 0,63–0,94) (R^2 = 0,39–0,88).

Пересчет урожайности зеленой массы на абсолютно сухое вещество также подтвердил преимущество отмеченных выше вариантов. В среднем по двум посевам урожайность сухой массы фестулолиума при внесении удобрений в дозе N_{60} в сравнении с неудобренным фоном увеличилась на 17% (1,4 т/га), клевера лугового и эспарцета песчаного – на 24% (соответственно на 1,2 и 2,3 т/га). Наибольшая урожайность люцерны изменчивой (11,4 т/га) получена при внесении

N_{30}, с увеличением дозы азота до N_{60} она снизилась на 2% (0,2 т/га) (см. таблицу 56).

Максимальная урожайность сухой массы в травосмесях (11,6 т/га) получена в смешанном посеве эспарцета песчаного с фестулолиумом при внесении азота N_{60}. В сравнении с неудобренным фоном она достоверно повысилась на 20–52%.

При совместном посеве люцерны изменчивой и фестулолиума сбор сухой массы достоверно снижался при внесении азота на 5% (0,6 т/га), при посеве смесью семян – повышался на 10% (0,9 т/га).

Минимальный сбор сухой массы получен в травосмесях клевера лугового с фестулолиумом – 7,2–7,6 т/га. Внесение азота повысило урожайность на 15% (1,1 т/га).

В одновидовом посеве клевера и фестулолиума выявлено достоверное влияние на урожайность всех элементов продуктивности (r = 0,59…0,77), у люцерны – массы побега (r = 0,64), эспарцета – плотности травостоя (r = 0,64) (таблица 57). Во всех травосмесях урожайность формировалась за счет плотности травостоя (r = 0,45…0,56), в смесях люцерны или клевера с фестулолиумом за счет высоты растений фестулолиума (r = 0,37…0,51), массы побега фестулолиума (r = 0,48…0,67) и люцерны (r = 0,52).

Таблица 57 – Коэффициент корреляции урожайности зеленой массы многолетних трав с элементами структуры в одновидовом посеве и в травосмесях. Посев 2019, 2020 г. (2020–2023 гг.)

Признак	Люцерна	Клевер	Эспарцет	Фестулолиум
Одновидовой посев				
Плотность травостоя	0,36	0,63**	0,64**	0,59**
Высота растений	–0,06	0,61**	0,43	0,77**
Масса побега	0,64**	0,70**	0,21	0,61**
*– связь существенна на 1%-м уровне значимости, n = 18				
Травосмесь				
Плотность травостоя	0,53**	0,56**	0,45**	–
Высота растений	0,17 / 0,51**	–0,07 / 0,37*	–0,26 / 0,16	–
Масса побега	0,31 / 0,67**	0,52* / 0,48**	–0,13 / 0,21	–
*, **– связь существенна на 5%-м, 1%-м уровне значимости, n = 36				
Примечание: в знаменателе данные по фестулолиуму				

Регрессионный анализ показал, что при увеличении высоты растений фестулолиума на 10 см урожайность зеленой массы повышалась на 4,6 т/га (R^2 = 0,59) (рисунок 22).

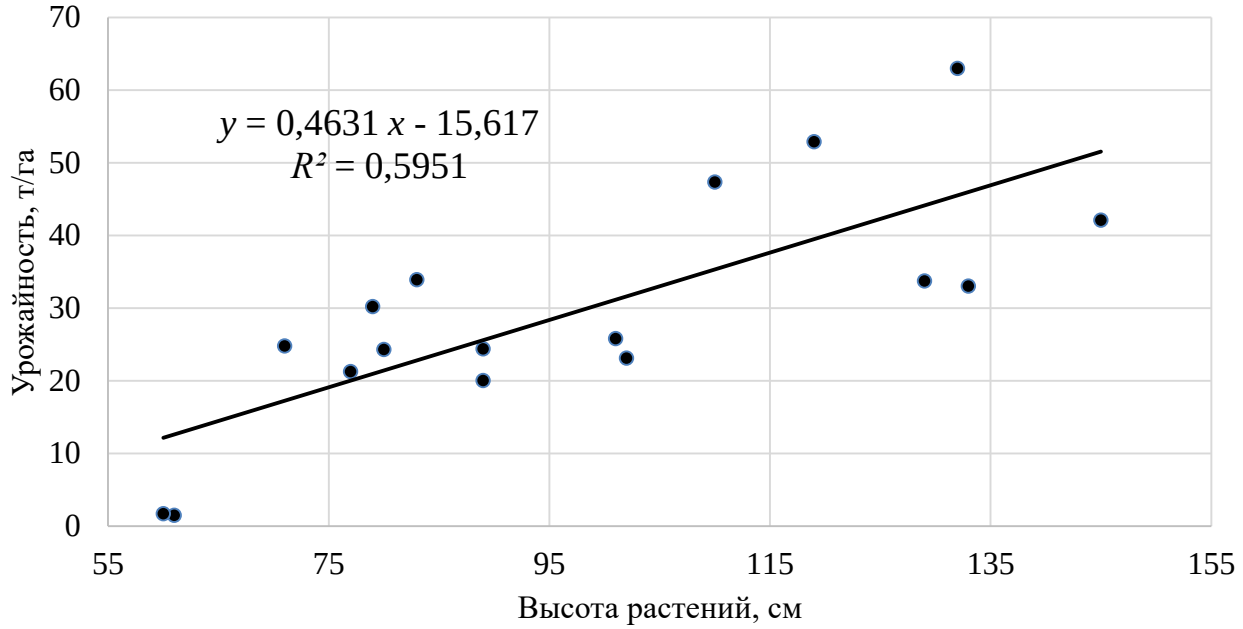


Рисунок 22 – Регрессионная зависимость между урожайностью зеленой массы (y) и высотой растений фестулолиума (x) на неудобренном фоне

Выявлено значительное влияние удобрений на формирование урожайности травосмесей. Так, в травосмесях с люцерной урожайность формировалась за счет плотности травостоя компонентов при дозе N_{30} (r = 0,60…0,81), высоты и массы побега фестулолиума на неудобренном фоне и при внесении N_{60} (соответственно r = 0,62…0,64 и 0,61…0,85) (таблица 58). В травосмесях клевера с фестулолиумом урожайность повышалась за счет плотности травостоя клевера (r = 0,79) и массы побега фестулолиума (r = 0,61). Внесение азотного удобрения повышало высоту растений клевера (r = 0,65…0,73), плотность травостоя и массу побега фестулолиума (r = 0,74…0,94). В травосмесях эспарцета с фестулолиумом урожайность зависела от плотности травостоя (r = 0,59…0,92) и массы побега фестулолиума при внесении N_{90} (r = 0,63).

Таблица 58 – Коэффициент корреляции урожайности зеленой массы многолетних трав с элементами структуры в смесях с фестулолиумом при различных дозах внесения азота. Посев 2019, 2020 г. (2020–2022 гг.)

Признак	Без внесения азота		Внесение N_{30}		Внесение N_{60}	
	Бобовые	Фестулолиум	Бобовые	Фестулолиум	Бобовые	Фестулолиум
Травосмеси с люцерной изменчивой						
Плотность травостоя	0,81**	0,74**	0,60*	0,63*	0,28	–0,41
Высота растений	0,12	0,62*	0,10	0,35	0,27	0,61*
Масса побега	0,29	0,64*	0,01	0,40	0,13	0,85**
Травосмеси с клевером луговым						
Плотность травостоя	0,79**	0,43	0,20	0,74**	0,01	0,50
Высота растений	0,54	0,11	0,65*	0,34	0,73**	0,54
Масса побега	0,55	0,61*	0,32	0,07	0,87**	0,94**
Травосмеси с эспарцетом песчаным						
Плотность травостоя	0,59*	0,92**	0,87**	0,72*	0,13	0,03
Высота растений	–0,38	0,18	–0,31	0,08	–0,44	0,31
Масса побега	0,01	0,07	–0,33	–0,40	–0,09	0,63*
*, **– связь существенна на 5%-м, 1%-м уровне значимости, n = 12						

Повышение эффективности использования пашни является важным показателем устойчивости кормопроизводства. Производство растениеводческой продукции, в том числе кормов, зависит от комплекса факторов, среди которых значительное влияние оказывают природные условия. Поэтому одной из основных задач является формирование травосмесей, наиболее полно и рационально использующих агроклиматические ресурсы территории, обеспечивающих повышение количества и качества продукции.

От состава травосмеси зависит развитие компонентов, отсутствие или проявление конкурентных взаимоотношений, повышение или снижение урожайности. Регулировать этот процесс можно нормой высева компонентов, внесением удобрений.

На посеве 2019 г. коэффициент конкурентоспособности (CR) люцерны изменчивой (0,73–1,21) в смешанном посеве при внесении N_{60} был выше, чем у фестулолума (0,41–0,92) во все годы пользования травостоем (приложение 52). С

возрастом преимущество совместного посева возрастало, о чем свидетельствует увеличение показателя LER от первого года пользования травостоем (0,81–1,11) к третьему году (1,17–1,25) (приложение 53).

Коэффициент использования пашни при посеве люцерны изменчивой с фестулолиумом увеличивался с возрастом травостоя и имел максимальное значение (1,23–1,57) на третьем году пользования при внесении N_{30} с высоким участием как злакового (0,57…0,93), так и бобового (0,63…0,66) компонентов. При внесении N_{60} он составил 1,17–1,25 с долей злака – 0,83–0,86, бобовых – 0,34–0,38.

Травосмеси клевера лугового с фестулолиумом, в особенности смешанные посевы, в сравнении с одновидовым посевом клевера были на 6,4–6,8 т/га (26–28%) продуктивнее, внесение удобрений увеличило урожайность зеленой массы до 18,3–19,6 т/га (74–79%).

В смесях эспарцета песчаного с фестулолиумом прибавка урожайности при внесении азота в дозе N_{30} составила 2,9–10,5 т/га зеленой массы (10–36%), в дозе N_{60} – 15,0–23,6 т/га (52–81%). Она была обеспечена за счет увеличения высоты растений фестулолиума на 15 см (со 120 до 135 см), массы побега на 79% (с 2,4 до 4,3 г), плотности стеблестоя фестулолиума на 27–31% (с 1041 до 1586 шт./м^2) и эспарцета на 40–48% (с 206 до 346 шт./м^2).

На посеве 2020 г. оценка использования пашни (LER) показала высокую эффективность возделывания многолетних трав в смесях без использования азотных удобрений в 83% случаев (приложение 54). В первый год пользования максимальное значение LER (1,15–1,34) получено при совместном посеве люцерны изменчивой с фестулолиумом и смешанном посеве эспарцета песчаного с фестулолиумом. Основная часть урожая формировалась за счет злаковой культуры, ее вклад составил от 1,12 до 1,15 единиц. Внесение азота в дозе N_{30} снижало эффективность использования пашни на 13%, при дозе N_{60} – на 16%. Суммарная доля фестулолиума была выше, чем бобового компонента смеси.

Коэффициент использования пашни во второй год пользования травостоем показал высокую эффективность смесей (LER = 1,14–1,88) в зависимости от состава смеси и дозы внесенного азота. Это объясняется более интенсивным

развитием трав третьего года жизни и проявлением максимального биологического потенциала (Бенц В.А., 2001; Агротехнологии производства кормов, 2013; Нагибин А.Е., 2018; Бойко В.С., 2019). При этом доля бобового компонента травосмеси составила минимальное значение (LER = 0,02–0,58), а коэффициент конкурентоспособности (CR) в среднем за 2021 и 2022 г. у бобового компонента (CR = 1,30) был в 2,2 раза выше, чем у фестулолиума (CR = 0,59) (приложение 55).

В 2023 г. на третьем году пользования наблюдалась засушливые условия в мае и июле (ГТК = 0,57) при выпадении осадков соответственно 15 и 47% нормы и превышении температуры воздуха на +2,3 и +1,9 ˚С среднемноголетнего значения. Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0–100 см на начало июля составили 10,2 мм, что характеризуется как очень плохие. В таких условиях фестулолиум сохранился только на одновидовом посеве, при этом урожайность его была минимальной из всех лет пользования – 1,0–1,7 т/га зеленой массы. В совместных посевах с бобовыми его доля в урожае значительно снизилась и составила на неудобренном фоне 6,1–74,5%, при внесении N_{30} – 6,1–13,8%, а при внесении N_{60} фестулолиума в урожае травосмеси не обнаружено (таблица 59). В среднем за 2021–2023 гг. его доля в урожае первого укоса после внесения азота снижалась на 16% (с 61,2 до 51,5%), второго укоса – на 4% (с 51,8 до 49,8%).

Гибель растений фестулолиума в посевах можно объяснить тем, что в предыдущий год его доля в урожае как основного укоса, так и отавы, преобладала. Внесение азота стимулировало растения наращивать надземную массу, конкурировать с бобовым компонентом травосмеси, на что указывает снижение доли фестулолиума в смесях при внесении доз минерального азотного удобрения. Это происходило за счет внутренних запасов питательных веществ растений, которые не восполнялись в засушливых условиях 2022 г. Последующее окончание вегетационного периода и наступление заморозков без устойчивого снежного покрова отрицательно сказалось на перезимовке фестулолиума и растения погибли.

Таблица 59 – Содержание злакового компонента в урожае травосмесей бобовых трав с фестулолиумом в зависимости от способа посева и дозы азота, % (посев 2020 г.)

Культура (способ посева)	Доля злака при дозе азота, кг д.в./га					
	N_0		N_{30}		N_{60}	
	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос
Первый год пользования (2021 г.)						
Л + Ф (совместный)	93,8	100	93,6	88,0	95,5	86,0
Л + Ф (смешанный)	99,6	100	99,4	100	99,7	100
К + Ф (совместный)	85,5	78,8	90,6	49,4	92,9	89,5
К + Ф (смешанный)	99,4	100	97,9	78,2	98,6	83,9
Э + Ф (совместный)	52,9	59,1	43,6	50,6	59,6	40,6
Э + Ф (смешанный)	93,6	61,4	85,9	81,1	81,3	66,6
Второй год пользования (2022 г.)						
Л + Ф (совместный)	53,0	79,7	51,2	63,9	52,6	73,1
Л + Ф (смешанный)	91,8	100	92,3	91,6	78,4	93,8
К + Ф (совместный)	91,8	71,7	69,2	59,0	89,1	46,7
К + Ф (смешанный)	69,0	97,3	95,9	91,4	89,3	99,4
Э + Ф (совместный)	43,0	31,2	50,8	44,4	41,1	57,0
Э + Ф (смешанный)	57,5	54,5	44,1	73,7	50,6	60,5
Третий год пользования (2023 г.)						
Л + Ф (совместный)	6,1	0	0	0	0	0
Л + Ф (смешанный)	9,0	0	0	0	0	0
К + Ф (совместный)	50,0	0	13,8	0	0	0
К + Ф (смешанный)	74,2	0	6,1	0	0	0
Э + Ф (совместный)	11,0	0	0	0	0	0
Э + Ф (смешанный)	20,8	0	10,2	0	0	0
Среднее за 2021–2023 гг.						
Л + Ф (совместный)	50,9	59,9	48,2	50,6	49,3	53,0
Л + Ф (смешанный)	66,8	66,6	63,9	63,8	59,3	64,6
К + Ф (совместный)	75,7	50,1	57,8	36,1	60,6	45,4
К + Ф (смешанный)	80,8	65,7	66,6	56,5	62,6	61,1
Э + Ф (совместный)	35,6	30,1	31,4	31,6	33,5	32,5
Э + Ф (смешанный)	57,3	38,6	46,7	51,6	43,9	42,3

Исследования В.Н. Образцова (2018) показали, что долговечность травостоя фестулолиума зависит от развития его надземной массы, продуктивность – от условий для роста растений. M.Hanna (2018) отмечает его повышенный адаптационный потенциал к погодным условиям, но при этом высокую чувствительность фестулолиума к недостатку осадков в осенний период. S.Reynaert (2024) выявил снижение урожайности фестулолиума с возрастом травостоя при возникновении почвенных засух.

В исследованиях Е.А. Дзюбенко (2023) приводятся результаты оценки фестулолиума сорта Изумрудный, где его устойчивость к корончатой ржавчине оценивается как средняя и составляет 3 балла, что делает его восприимчивым к воздействию патогенов в неблагоприятных условиях среды.

В опыте клевер луговой при значительном ослаблении растений в результате засухи 2022 г. поразился фузариозной корневой гнилью на уровне 4 баллов. Различий по вариантам посева не выявлено. В зимний период пораженные растения погибли. На следующий год (2023 г.) оставшиеся в травостое растения вышли из зимовки ослабленными, что также отрицательно сказалось на формирование плотности травостоя. Поражение клевера фузариозом при повышенной температуре и недостатке влаги отмечено в исследованиях СибНИИ кормов (Ашмарина Л.Ф., 2007; Вредные организмы кормовых культур, 2017).

В среднем по закладкам и годам пользования максимальный коэффициент использования пашни во всех травосмесях получен без внесения азота (LER в среднем 1,03), при внесении в дозе N_{30} – 0,99 и N_{90} – 0,92 (приложение 56).

Таким образом, возделывание многолетних бобовых трав в смеси с фестулолиумом выявило высокую эффективность травосмесей, продуктивность которых зависит от вида трав, способа посева, дозы азота. Травостои клевера лугового с фестулолиумом положительно реагировали на внесение азота, достоверно повысив урожайность на 5,8–6,1 т/га (22–23%). Совместный посев эспарцета песчаного и фестулолиума при внесении N_{30} повысил урожайность в сравнении с неудобренным фоном на 4,0–5,3 т/га (17%), при внесении N_{60} – на 8,7 т/га (29%) при черезрядном посеве и на 15,1 т/га (57%) – при посеве смесью семян. Внесение азотного удобрения в смешанных травостоях люцерны изменчивой с фестулолиумом повышало урожайность на 15% (4,6 т/га). Без внесения удобрений предпочтителен совместный посев люцерны с фестулолиумом, где сбор зеленой массы составил 38,1 т/га. Внесение азотного удобрения неэффективно и на 2% снизило урожайность. При смешанном посеве культур урожайность на 8 т/га (21%) ниже, отзывчивость на удобрения положительная – 3,2–4,6 т/га (11–15%).

6.4. Зоотехнический состав и питательность зеленой массы фестулолиума в одновидовом посеве и травосмесях с многолетними бобовыми травами

При обосновании целесообразности введения в структуру посевов новой кормовой культуры необходимо учитывать не только ее урожайность, но и такие показатели как питательность и энергетическая насыщенность корма. Для определения питательности сена из зеленой массы многолетних бобовых трав и фестулолиума, был проведен биохимический анализ, результаты которого представлены в таблице 60 и приложениях 57, 58.

Таблица 60 – Содержание питательных веществ в зеленой массе многолетних трав в зависимости от способа посева и дозы азота, % (среднее за 2020–2023 гг. на посевах 2019, 2020 г.)

Культура (способ посева)	Сырой протеин			Сырой жир			Сырая клетчатка			БЭВ			Сырая зола		
	N_0	N_{30}	N_{60}	N_0	N_{30}	N_{60}	N_0	N_{30}	N_{60}	N_0	N_{30}	N_{60}	N_0	N_{30}	N_{60}
Люцерна (Л)	15,4	15,5	16,3	1,3	1,3	1,2	34,0	31,3	32,8	34,2	36,6	33,9	8,9	9,3	9,1
Клевер (К)	15,5	18,1	18,7	2,0	1,5	1,5	24,7	21,0	15,8	43,0	43,4	46,8	9,2	10,1	10,4
Эспарцет (Э)	14,1	15,9	15,0	1,2	1,3	1,4	32,4	28,9	27,3	39,9	40,8	42,8	6,0	7,4	7,8
Фестулолиум (Ф)	8,5	10,6	12,3	2,3	1,7	2,1	31,9	31,0	28,8	43,1	43,4	40,2	8,7	8,5	8,9
Л + Ф (совместный)	13,7	14,9	14,6	1,6	1,5	1,8	32,6	31,9	31,5	37,3	36,1	37,5	8,4	9,2	8,5
Л + Ф (смешанный)	13,4	14,9	14,5	1,4	1,8	1,6	31,4	29,6	29,9	38,7	39,5	38,9	8,3	8,8	8,5
К + Ф (совместный)	10,7	14,4	14,9	1,7	2,0	1,3	25,0	28,2	27,7	47,7	41,2	41,6	8,7	8,5	8,5
К + Ф (смешанный)	10,8	12,7	13,0	1,7	1,9	1,4	28,6	30,4	30,7	44,6	39,6	39,8	8,2	8,6	8,0
Э + Ф (совместный)	11,9	13,0	13,7	1,7	1,2	1,1	30,0	30,9	31,8	42,9	41,1	39,9	7,4	8,0	7,8
Э + Ф (смешанный)	11,7	12,1	14,4	1,2	1,2	1,3	31,1	29,7	28,7	42,3	43,1	41,4	7,7	7,7	7,0

Одним из важных показателей качества корма является содержание сырого протеина, который в питании животных занимает особое место, так как не может быть заменен ни жиром, ни углеводами. В зеленой массе одновидового посева фестулолиума минимальное содержание сырого протеина (8,5%) было на неудобренном фоне, при внесении азота в дозе N_{30} и N_{60} оно повышалось до 10,6 и 12,3% соответственно. Максимальное количество сырого протеина в зеленой массе

одновидовых посевов люцерны (16,3%) и клевера (18,7%) получено при внесении азота в дозе N_{60}, что больше на 0,9–3,2% в сравнении с неудобренным фоном. Одновидовые посевы эспарцета наибольшее содержание сырого протеина в зеленой массе (15,9%) формировали при внесении азота в дозе N_{30}. В контроле и варианте с внесением N_{60} количество белка было меньше на 0,9%.

В годы исследований зеленая масса смесей многолетних бобовых трав с фестулолиумом характеризовалась хорошим качеством. В сравнении с одновидовым посевом фестулолиума содержание сырого протеина в зеленой массе травосмесей с многолетними бобовыми травами повышалось в среднем на фоне без удобрений на 2,5–5,2%, при внесении азота в дозе N_{30} – на 1,5–4,3, в дозе N_{60} – на 0,7–2,3%. В большинстве случаев наибольшее содержание сырого протеина отмечено при совместном (черезрядном) посеве многолетних бобовых трав с фестулолиумом, что определялось значительной долей бобового компонента в составе кормовой массы (r = 0,44…0,51).

Содержание клетчатки в зеленой массе изменялось от 15,8 до 34,0%, что соответствует требуемым нормативам для одновидовых и смешанных посевов многолетних злаковых и бобовых трав. Максимальное ее значение (25–34%) отмечено на посевах без внесения удобрений, внесение N_{30} способствовало снижению содержания клетчатки в зеленой массе в среднем на 2,7–3,7%, при внесении N_{60} – до 9%. Существенных изменений в содержании в зеленой массе сырого жира и золы при возделывании смешанных и совместных посевов многолетних бобовых трав с фестулолиумом за годы проведения исследований не выявлено. Содержание сырого жира было на уровне 1,2–2,3%, золы – 6,0–10,4, БЭВ – 37,3–47,7%.

Биоэнергетическая насыщенность кормов – один из важных показателей, определяющих их питательность и продуктивность животных. Анализ показал, что содержание кормовых единиц в зеленой массе фестулолиума составило 0,61–0,64 и увеличивалось на 5% при внесении азотных удобрений. Содержание переваримого протеина составило 53–82 г на кормовую единицу, уровень обменной энергии в абсолютно сухом веществе – 8,2–8,4 МДж/кг (таблица 61).

Таблица 61 – Биоэнергетическая питательность зеленого корма из многолетних трав в зависимости от способа посева и дозы азота (на абсолютно сухое вещество, среднее за 2020–2023 гг.)

Культура (способ посева)	Кормовые единицы, г/кг			Переваримый протеин, г/к.ед.			Обменная энергия, МДж/кг		
	N_0	N_{30}	N_{60}	N_0	N_{30}	N_{60}	N_0	N_{30}	N_{60}
Люцерна изменчивая (Л)	0,64	0,68	0,65	114	115	124	8,0	8,0	7,9
Клевер луговой (К)	0,67	0,76	0,82	92	130	135	8,9	8,9	9,0
Эспарцет песчаный (Э)	0,67	0,65	0,69	100	102	103	8,0	8,5	8,5
Фестулолиум (Ф)	0,61	0,63	0,64	53	76	82	8,2	8,2	8,4
Л + Ф (совместный)	0,64	0,64	0,67	87	94	93	7,8	7,8	7,9
Л + Ф (смешанный)	0,63	0,64	0,69	85	94	91	7,9	8,0	7,9
К + Ф (совместный)	0,61	0,63	0,66	84	91	94	8,0	8,1	8,0
К + Ф (смешанный)	0,62	0,66	0,67	68	81	83	8,0	7,8	7,8
Э + Ф (совместный)	0,60	0,65	0,64	76	83	87	8,0	8,0	8,0
Э + Ф (смешанный)	0,62	0,65	0,64	75	85	93	7,9	7,9	7,9

Необходимо отметить увеличение содержания переваримого протеина в кормовой единице на 30–34% (до 23–28 граммов) при внесении азотного удобрения.

Содержание кормовых единиц в зеленой массе одновидовых посевов многолетних бобовых трав как на неудобренном фоне, так и при внесении азотного удобрения, была выше, чем фестулолиума на 0,02–0,18 г, содержание переваримого протеина в кормовой единице – на 21–61 г. Отмечено повышение содержания кормовых единиц в зеленой массе одновидовых посевов многолетних трав и травосмесей при внесении азота в среднем на 0,03–0,05 г. Обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином была минимальной у фестулолиума (53–82 г) и повышалась в травосмесях до 68–94 г (на 15–21%). Наибольшее содержание переваримого протеина отмечено у многолетних бобовых трав (92–135 г). Максимальная энергетическая насыщенность корма в одновидовых посевах (за исключением люцерны) получена в вариантах с внесением азотного удобрения (прибавка 0,1–0,5 МДж/кг), в смесях преимущество было за неудобренными вариантами.

Валовой сбор питательных веществ с гектара – интегрированный показатель, объединяющий урожайность культур и питательность полученного корма с единицы площади. При одновидовом посеве фестулолиума выход кормовых

единиц на неудобренном фоне составил 5,2 тыс./га, внесение N_{60} повышало этот показатель на 20%. Валовой сбор переваримого протеина с гектара при внесении N_{60} увеличился в 2 раза (до 780 кг/га) в сравнении с неудобренным фоном. Аналогичная закономерность отмечена и по выходу обменной энергии с урожаем зеленой массы, который составил 67,8 ГДж/га без внесения удобрений, при внесении N_{60} повышался на 14% (до 79,2 ГДж/га) (таблица 62). Минимальный валовой сбор питательных веществ получен в одновидовом посеве клевера лугового: кормовых единиц 4,1 тыс./га, переваримого протеина 437 кг/га, обменной энергии 45,2 ГДж/га.

Таблица 62 – Валовый выход питательных веществ с гектара посевов многолетних трав в зависимости от способа посева и дозы азота (среднее за 2021–2023 гг.)

Культура (способ посева)	Кормовые единицы, тыс./га			Переваримый протеин, кг/га			КПЕ, т/га			Обменная энергия, ГДж/га		
	N_0	N_{30}	N_{60}	N_0	N_{30}	N_{60}	N_0	N_{30}	N_{60}	N_0	N_{30}	N_{60}
Люцерна изменчивая (Л)	7,2	7,4	7,0	1238	1293	1304	8,9	9,2	8,7	87,1	90,3	85,4
Клевер луговой (К)	4,1	4,7	5,1	437	759	869	5,5	6,3	6,9	45,2	51,2	56,2
Эспарцет песчаный (Э)	6,5	6,8	8,1	938	1024	1235	6,7	7,0	8,3	80,1	83,9	99,5
Фестулолиум (Ф)	5,2	5,2	6,1	360	536	780	4,2	4,3	4,9	67,8	68,1	79,2
Л + Ф (совместный)	7,5	7,2	7,1	1112	1112	1114	7,0	6,7	6,6	88,1	84,6	83,4
Л + Ф (смешанный)	6,2	6,4	6,8	839	998	1027	5,7	5,8	6,2	71,2	73,3	78,4
К + Ф (совместный)	4,8	5,2	5,5	666	810	900	4,5	4,9	5,2	58,2	63,3	67,1
К + Ф (смешанный)	5,1	5,7	5,8	507	725	770	4,2	4,7	4,8	59,3	66,4	67,7
Э + Ф (совместный)	5,6	6,3	6,7	683	878	996	4,9	5,5	5,8	69,3	78,3	82,9
Э + Ф (смешанный)	4,9	5,6	7,4	583	822	1207	4,5	5,3	6,9	60,1	69,5	91,1

В травосмесях более высокие показатели валового сбора питательных веществ отмечены при совместном посеве люцерны изменчивой с фестулолиумом. Общий сбор кормовых единиц был выше чем при посеве смесью семян на 1,3 т/га (17%), переваримого протеина на 273 кг (25%), обменной энергии на 16,9 ГДж (19%), кормопротеиновых единиц на 1,3 т (19%). В сравнении с другими бобовыми культурами смеси с люцерной продуктивнее в среднем на 23–37%.

Внесение минерального азотного удобрения, в сравнении с неудобренным фоном, повышало валовый сбор питательных веществ в травосмесях люцерны изменчивой с фестулолиумом в среднем на 10%, с клевером луговым и эспарцетом песчаным – на 42%. Значительное увеличение выхода питательных веществ с

гектара (в 1,5–2,1 раза) обеспечивали смешанные травосмеси эспарцета песчаного с фестулолиумом.

В кормопроизводстве важно заготавливать не только грубые корма (сено), но и сочные, такие как силос. Выращивание многолетних бобовых трав в травосмесях с фестулолиумом для приготовления силоса является актуальным и перспективным направлением кормопроизводства Западной Сибири. Органолептическая оценка силоса из бобово–злаковой травосмеси фестулолиума показала, что все образцы соответствовали требованиям ГОСТ Р 55986-2022 «Силос и сенаж»: имели приятный запах – слабо–фруктовый, фруктовый и запах квашеных овощей, зеленовато–оливковый и светло–оливковый цвет, не мажущуюся и без ослизлости консистенцию, однородную, рассыпчатую структуру, без плесени, с полным сохранением структуры корма (рисунок 23).



Рисунок 23 – Силос из фестулолиума в лабораторных условиях, 2021г.

После вскрытия емкостей с силосом был проведен биохимический анализ и установлены качественные показатели корма (таблица 63). По ГОСТу силос из многолетних трав I класса должен иметь влажность 65–75%, кислотность (pH) 3,9–4,3, не содержать масляную кислоту, молочной кислоты от суммы кислот должно содержаться не менее 60%. В нашем опыте силос, полученный из многолетних трав без внесения азотного удобрения, содержал 26–33% сухого вещества, кислотность

Таблица 63 – Биохимические показатели силоса из многолетних трав в зависимости от внесения азотного удобрения (среднее за 2021, 2022 г.)

Культура (способ посева)	Влажность, %	pH	Кислота			Сумма кислот	Соотношение		Класс
			молочная	уксусная	масляная		молочная	уксусная	
Без внесения азота									
Фестулолиум (Ф)	66,6	4,3	1,21	0,82	0	2,03	60	40	I
Л + Ф (совместный)	72,7	4,0	1,19	0,76	0	1,95	61	39	I
Л + Ф (смешанный)	67,5	4,1	1,01	0,54	0	1,55	65	35	I
К + Ф (совместный)	73,9	3,9	1,02	0,61	0	1,63	63	37	I
К + Ф (смешанный)	74,0	3,9	0,96	0,62	0	1,58	61	39	I
Э + Ф (совместный)	68,7	3,9	0,84	0,52	0	1,36	62	38	I
Э + Ф (смешанный)	69,2	4,3	1,15	0,76	0	1,91	60	40	I
Внесение N_{60}									
Фестулолиум (Ф)	67,0	3,9	0,99	0,70	0	1,68	59	41	II
Л + Ф (совместный)	66,4	4,2	0,92	0,86	0	1,78	52	48	II
Л + Ф (смешанный)	63,2	4,1	0,99	0,93	0	1,92	55	45	II
К + Ф (совместный)	68,3	4,1	0,96	0,63	0	1,59	60	40	I
К + Ф (смешанный)	73,8	3,7	0,89	0,65	0	1,54	57	43	II
Э + Ф (совместный)	71,8	3,5	0,85	0,62	0	1,47	58	42	II
Э + Ф (смешанный)	67,2	3,5	0,83	0,65	0	1,48	56	44	II

изменялась от 3,9 до 4,3, доля молочной кислоты составила 60–65% при полном отсутствии масляной кислоты, что свидетельствует о получении высококачественного корма I класса.

Внесение азотного удобрения в среднем по вариантам снизило биохимические показатели силоса: влажность готового корма в среднем на 6%, содержание молочной кислоты – с 1,05 до 0,94. Соотношение молочной и уксусной кислот составило 58:42% за счет снижения содержания молочной и повышения уксусной. В большинстве случаев качество силоса соответствовало II классу, что свидетельствуют о целесообразности его заготовки из зеленой массы одновидовых посевов фестулолиума и его смесей с многолетними бобовыми травами.

Таким образом, оценка приемов возделывания многолетних бобовых трав в смеси с фестулолиумом показала, что все варианты смесей характеризуются высокой кормовой продуктивностью и могут быть использованы в кормопроизводстве как при использовании в свежем виде, так и для заготовки сена, приготовления сенажа и силоса. Наибольшей продуктивностью выделялись совместные посевы люцерны с фестулолиумом, при внесении N_{60} преимущество

имела травосмесь эспарцета с фестулолиумом посева смесью семян. Установлено, что в условиях лесостепной зоны Западной Сибири травосмеси многолетних бобовых трав с фестулолиумом обеспечивают получение качественного силоса соответствующего требованиям ГОСТ.

6.5. Биоэнергетическая и экономическая оценка возделывания травостоев фестулолиума с многолетними бобовыми травами

Биоэнергетическая оценка приемов возделывания сельскохозяйственных культур позволяет определить эффективность технологических приемов и подобрать критерии рационального использования ресурсов. При выращивании на зеленую массу одновидовых и смешанных посевов многолетних бобовых трав с фестулолиумом затраты энергии за четыре года жизни трав на неудобренном фоне составили 25,1–26,9 ГДж/га (таблица 64). Основным фактором, повышающим энергетические затраты, были азотные удобрения. Внесение азотного удобрения в дозе 30 и 60 кг д.в./га увеличивало затраты энергии в 2–2,3 раза.

Таблица 64 – Биоэнергетическая оценка возделывания одновидовых и смешанных посевов многолетних бобовых трав с фестулолиумом в сумме за четыре года жизни (посев 2019 и 2020 г.)

Культура (способ посева)	Сбор сухой массы, т/га			Затраты энергии, ГДж/га			Выход обменной энергии, ГДж/га			КЭЭ		
	N_0	N_{30}	N_{60}	N_0	N_{30}	N_{60}	N_0	N_{30}	N_{60}	N_0	N_{30}	N_{60}
Люцерна изменчивая (Л)	33,1	34,2	32,4	25,3	51,2	59,0	308	319	302	12,1	6,2	5,1
Клевер луговой (К)	15,1	17,0	18,8	25,1	51,0	58,8	138	156	173	5,4	3,0	2,9
Эспарцет песчаный (Э)	27,8	29,1	35,0	28,5	54,4	62,2	258	271	326	9,0	4,9	5,2
Фестулолиум (Ф)	24,9	24,5	28,5	25,3	51,2	59,0	219	217	252	8,6	4,2	4,2
Л + Ф (совместный)	33,1	32,0	31,6	25,3	51,2	59,0	298	288	292	11,7	5,6	4,9
Л + Ф (смешанный)	27,4	28,1	29,2	25,3	51,2	59,0	249	256	266	9,8	4,9	4,5
К + Ф (совместный)	21,7	24,0	25,1	25,2	51,1	58,9	189	209	219	7,4	4,0	3,7
К + Ф (смешанный)	22,7	25,8	26,2	25,2	51,1	58,9	194	220	224	7,6	4,3	3,7
Э + Ф (совместный)	26,1	29,6	31,3	26,9	52,8	60,6	243	275	288	9,0	5,2	4,7
Э + Ф (смешанный)	23,1	26,3	34,7	26,9	52,8	60,6	207	235	301	7,7	4,4	4,9

Максимальный выход обменной энергии за цикл использования многолетних трав на неудобренном фоне (308 ГДж/га) получен в одновидовом посеве люцерны изменчивой за счет более высокой урожайности сухой массы. При посеве люцерны в смеси с фестулолиумом выход энергии снижается на 3–19%, эспарцета – на 6–20%. В травосмеси клевера с фестулолиумом выход энергии увеличился в 1,4 раза за счет повышения урожайности сухой массы в сравнении с одновидовым посевом.

Внесение азотного удобрения увеличивало выход обменной энергии в одновидовых посевах и смесях в среднем на 4–15% за счет увеличения урожайности сухой массы многолетних трав. Следует отметить, что при увеличении дозы азота с N_{30} до N_{60} на одновидовых посевах люцерны выход обменной энергии уменьшился на 6%.

Наиболее высокий коэффициент энергетической эффективности возделывания многолетних трав обеспечивали одновидовые посевы без внесения азотного удобрения – от 5,4 (у клевера) до 12,1 (у люцерны), в смесях его значение изменялось менее значительно – от 7,4 до 11,7. Внесение азота снизило КЭЭ возделывания многолетних трав в одновидовых посевах и травосмесях в 1,9–2 раза за счет дополнительных затрат энергии при внесении азота. В целом КЭЭ смесей имел более стабильное значение, чем в одновидовом посеве, его эффективность характеризовалась от средней до высокой.

По данным академика А.А. Жученко (2009) в условиях техногенно–интенсивного растениеводства по сравнению с экстенсивным коэффициент энергетической эффективности возделывания клеверо–злаковой смеси приближается к 4,7, что подтверждает наши данные.

Экономический анализ показал, что на неудобренном фоне наибольший доход получен при одновидовом посеве люцерны изменчивой (56,7 тыс. руб./га) и незначительно повысился в совместном ее посеве с фестулолиумом (57,1 тыс. руб./га) с максимальной окупаемостью дополнительных затрат в 17,7 и 20,4 раза (таблица 65). Внесение азотного удобрения на одновидовые посевы исследуемых культур обеспечило получение дохода от 3,9 до 42,6 тыс. руб./га и окупаемости

Таблица 65 – Окупаемость затрат при возделывании одновидовых и смешанных посевов многолетних бобовых трав с фестулолиумом в сумме за 4 года жизни

Срок внесения	Прибавка кормовых единиц	Стоимость прибавки урожая, руб./га	Дополнительные затраты, руб./га	Условно чистый доход (убыток), руб./га	Окупаемость
Без удобрений					
Люцерна изменчивая (Л)	5990	59900	3200	56700	17,72
Клевер луговой (К)	–5070	–50700	2400	–48300	–20,13
Эспарцет песчаный (Э)	3440	34400	2400	32000	13,33
Фестулолиум (Ф)	0	0	0	0	0
Л + Ф (совместный)	5990	59900	2800	57100	20,39
Л + Ф (смешанный)	2070	20700	2800	17900	6,39
К + Ф (совместный)	–1950	–19500	2800	–16700	–5,96
К + Ф (смешанный)	–1120	–11200	2800	–8400	–3,00
Э + Ф (совместный)	470	4700	3700	1000	0,27
Э + Ф (смешанный)	–870	–8700	3700	–5000	–1,35
Внесение N_{30}					
Люцерна изменчивая (Л)	7820	78200	6757	71443	10,57
Клевер луговой (К)	–2520	–25200	6757	–18443	–2,73
Эспарцет песчаный (Э)	3480	34800	6757	28043	4,15
Фестулолиум (Ф)	0	0	0	0	0
Л + Ф (совместный)	5040	50400	6757	43643	6,46
Л + Ф (смешанный)	2540	25400	6757	18643	2,76
К + Ф (совместный)	–320	–3200	6757	–3557	–0,53
К + Ф (смешанный)	1590	15900	6757	9143	1,35
Э + Ф (совместный)	3800	38000	6757	31243	4,62
Э + Ф (смешанный)	1650	16500	6757	9743	1,44
Внесение N_{60}					
Люцерна изменчивая (Л)	2820	28200	12877	15323	1,19
Клевер луговой (К)	–2820	–28200	12877	–15323	–1,19
Эспарцет песчаный (Э)	5910	59100	12877	46223	3,59
Фестулолиум (Ф)	0	0	0	0	0
Л + Ф (совместный)	2930	29300	12877	16423	1,28
Л + Ф (смешанный)	1910	19100	12877	6223	0,48
К + Ф (совместный)	–1670	–16700	12877	–3823	–0,30
К + Ф (смешанный)	–690	–6900	12877	–5977	–0,46
Э + Ф (совместный)	1790	17900	12877	5023	0,39
Э + Ф (смешанный)	3970	39700	12877	26823	2,08

дополнительных затрат в 0,6–3,3 раза, на травосмесях соответственно от 12,0 до 66,0 тыс. руб./га и в 1,6–5,1 раза.

Таким образом, исследования показали, что возделывание фестулолиума на кормовые цели в смесях с многолетними бобовыми травами, в сравнении с одновидовыми его посевами, достоверно повышало урожайность зеленой массы на

18%, снижало уровень ее вариабельности, улучшало качество корма и значительно повышало окупаемость дополнительных затрат. На неудобренном фоне наибольшую урожайность зеленой массы (38,1 т/га), условный доход (57,1 тыс. руб./га) и окупаемость дополнительных затрат (20,4 раза) формировали совместные посевы фестулолиума с люцерной изменчивой. При внесении азота в дозе N_{60} преимущество имели смешанные посевы фестулолиума с эспарцетом песчаным, урожайность которых составила 41,8 т/га, окупаемость дополнительных затрат в 5,1 раза.

ГЛАВА 7. ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ОБРАБОТКИ СТАРОВОЗРАСТНОЙ ДЕРНИНЫ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ В СИСТЕМЕ АДАПТИВНОГО КОРМОПРОИЗВОДСТВА В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Концепция стратегии адаптивной интенсификации агропромышленного комплекса предусматривает создание высокопродуктивных и экологически устойчивых агроландшафтов, эффективно использующих возобновляемые ресурсы. Разработка агротехнологических приемов вовлечения в структуру севооборота низкопродуктивных старовозрастных ценозов многолетних трав является важным фактором интенсификации системы адаптивного кормопроизводства в лесостепной зоне Западной Сибири.

Многолетние бобовые травы, накапливая в первые три года пользования до 8,0–10,0 т/га сухой массы корней, что равноценно 100–120 кг/га азота, обеспечивают бездифицитный баланс гумуса для 3–5 последующих культур севооборота (Бенц В.А., 2001; Шашкова Г.Г., 2015). По мере старения многолетних травостоев их продуктивность резко снижается. В связи с этим, целесообразно использовать многолетние травы 3–5 лет, а затем распахивать травостой и вводить поля в севооборот.

В производстве в качестве основной обработки дернины многолетних травостоев наиболее распространена осенняя вспашка, которой предшествует одно– двухкратное дискование сразу после уборки урожая. В последнее время применяются другие виды обработки, заменяющие вспашку – дискование и фрезерование, а для борьбы с сорной растительностью используют гербициды.

Многообразие способов разделки пласта старовозрастных посевов многолетних трав вызывает необходимость комплексных исследований по выявлению приемов, обеспечивающих разрушение дернины, уничтожение сорной растительности, существенное повышение урожайности последующих культур для возвращения таких земель в эффективное хозяйственное пользование в условиях

лесостепной зоны Западной Сибири, в том числе через оценку урожайности пластовой культуры.

7.1. Рост и развитие, густота стояния и сохранность растений пластовой культуры в зависимости от агротехнологических приемов обработки старовозрастной дернины многолетних трав

Начало всходов пластовой культуры (овса) в 2014 г. отмечено на 10–й день после посева (полные всходы – на 14 день), в 2015 и 2016 г. соответственно на 6 и 14–й день (приложение 59). Продолжительность вегетационного периода при уборке на зеленую массу в фазе колошение составила 40–41 день, на зерно – 79–80 дней. На продолжительность периода большее влияние оказывали сумма температур (r = 0,69…0,94), чем сумма осадков (r = –0,02…–0,30).

Результаты исследований по изучению эффективности приемов обработки старовозрастной дернины многолетних трав показали, что наибольшая полевая всхожесть семян (86%) и густота всходов (430 шт./м^2) пластовой культуры (овса) получена в варианте со вспашкой и на делянках с обработкой дернины гербицидом сплошного действия Торнадо осенью с последующим весенним дискованием (соответственно 77% и 398 шт./м^2) (таблица 66). Дискование БДТ–3 и фрезерование дернины ФБН осенью в два следа снижало полевую всхожесть на 18–21%, густоту всходов овса на 81–87 шт./м^2, обработка дернины тяжелой дисковой бороной весной перед посевом – соответственно на 30% и 148 шт./м^2.

Таблица 66 – Влияние способа обработки дернины старовозрастного злаково–бобового травостоя на густоту всходов и полевую всхожесть семян овса

Вариант	Густота всходов, шт./м^2				Полевая всхожесть, %			
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Сред-нее	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Сред-нее
Вспашка (контроль)	440	381	471	430	88	76	94	86
БДТ–3 осенью	376	286	369	343	75	57	78	68
ФБН осенью	350	307	391	349	65	61	69	65
Гербицид осенью + БДТ–3 весной	421	345	428	398	84	69	79	77
БДТ–3 весной	280	276	291	282	56	55	56	56
$НСР_{05}$	6	11	24	–	3	6	13	–

К уборке урожая наблюдалось снижение густоты стеблестоя овса во всех вариантах опыта. В контроле густота стояния растений варьировала от 356 до 433 и в среднем составляла 405 шт./м^2 при сохранности 94% (таблица 67). Осенние обработки дернины снизили плотность стеблестоя на 22–25% до 302–318 шт./м^2, сохранность растений составила 88–91%. Минимальная сохранность овса отмечена при весенних сроках обработки дернины – 81–82% (228–325 шт./м^2).

Таблица 67 – Влияние способов обработки дернины старовозрастного злаково–бобового травостоя на густоту стеблестоя и сохранность растений овса при уборке на зерно

Вариант	Густота стеблестоя, шт./м^2				Сохранность, %
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Среднее	
Вспашка (контроль)	433	356	425	405	94
БДТ–3 осенью	325	245	336	302	88
ФБН осенью	318	288	349	318	91
Гербицид осенью + БДТ–3 весной	354	280	340	325	82
БДТ–3 весной	240	231	212	228	81
$НСР_{05}$	4	3	6	5	2

Наиболее интенсивный рост растений овса отмечен на контрольном варианте (вспашка) – 97 см с вариацией по годам от 90 до 105 см (V = 8%) (таблица 68). Выявлена положительная корреляция высоты растений с запасами влаги в слое почвы 0–100 см (r = 0,48) и суммой положительных температур за вегетацию (r = 0,99), отрицательная – с суммой осадков (r = –0,97).

Таблица 68 – Влияние способа обработки дернины старовозрастного злаково–бобового травостоя на высоту растений овса в фазе выметывания, см

Вариант	2014 г. (6 августа)	2015 г. (21 июля)	2016 г. (3 августа)	Среднее
Вспашка (контроль)	97	90	105	97
БДТ–3 осенью	92	86	89	89
ФБН осенью	92	88	98	93
Гербицид осенью + БДТ–3 весной	81	85	105	90
БДТ–3 весной	73	76	77	75
$НСР_{05}$	5	5	5	–

Регрессионный анализ показал, что увеличение суммы осадков за вегетацию на 10 мм (x_1) снижало высоту растений (y) овса на 3,9 см, а повышение суммы

среднесуточных температур на 100 °С (x_2) – увеличивало ее на 3,5 см (уравнение 25, 26):

$$y = –0{,}392\ x_1 + 150{,}47,\ R^2 = 0{,}958, \quad (25)$$

$$y = 0{,}035\ x_2 + 41{,}016,\ R^2 = 0{,}989. \quad (26)$$

Достоверное снижение высоты растений овса в среднем за годы исследований на 23% (до 75 см) отмечено при разделке дернины тяжелой дисковой бороной весной перед посевом. При внесении гербицида в осенний период и разделке дернины весной дисковой бороной, а также в вариантах при двукратной обработке осенью дернины дисковой бороной и фрезой, высота растений овса снижалась в сравнении с контролем в среднем на 7 см (до 90 см).

Таким образом, наибольшая полевая всхожесть семян овса получена при осенней вспашке и при обработке дернины гербицидом сплошного действия осенью с последующим дискованием весной. Фрезерование и дискование дернины в весенние и осенние сроки снижает полевую всхожесть овса на 18–30%, густоту всходов на 12–34%, сохранность растений овса на 3–13%.

7.2. Влияние агротехнологических приемов обработки старовозрастной дернины многолетних трав на влажность почвы, засоренность посевов и урожайность пластовой культуры

Наблюдения за влажностью почвы показали, что максимальные запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы (0–20 см) были в варианте со вспашкой (от 16,3 до 25,4 мм) при среднем значении от 21,6 мм (5 мая) до 17,6 мм (25 мая) (таблица 69, рисунок 24). Осеннее дискование и фрезерование дернины достоверно снижало запасы влаги 5 мая на 15–23%, 25 мая – на 11–16%. При весеннем дисковании дернины запасы продуктивной влаги в слое почвы 0–20 см были наименьшими – 8,7–12,4 мм, которые несколько повысились к концу месяца при выпадении осадков в мае в 2014–2015 гг. Доля влияния способов обработки на изменение содержания продуктивной влаги в слое почвы 0–20 см составляла 66–81%, в слое 0–100 см – 44–59%, условий года – соответственно 10–29 и 2–18%.

Таблица 69 – Весенние запасы продуктивной влаги в слое почвы 0–20 и 0–100 см в зависимости от агротехнологических приемов обработки старовозрастной дернины, мм

Вариант	Год	5 мая		25 мая	
		0–20	0–100	0–20	0–100
Вспашка (контроль)	2014	25,4	134,3	16,4	131,2
	2015	19,7	139,2	20,1	130,3
	2016	19,7	122,4	16,3	112,5
БДТ–3 осенью	2014	19,3	124,4	16,4	125,6
	2015	18,5	129,3	17,3	120,3
	2016	17,2	121,2	13,3	116,1
ФБН осенью	2014	19,2	132,6	14,9	128,4
	2015	13,3	125,6	16,5	126,7
	2016	17,4	123,1	13,1	117,5
Гербицид осенью + БДТ–3 весной	2014	12,4	108,4	12,0	112,8
	2015	8,8	115,3	13,1	115,7
	2016	12,6	122,1	10,4	117,5
БДТ–3 весной	2014	10,7	107,7	11,8	110,4
	2015	8,7	114,2	14,2	116,9
	2016	12,4	124,3	10,7	114,9
$НСР_{05}$ (обработка)		0,1	1,1	0,2	1,1
(год)		0,2	0,8	0,2	0,8

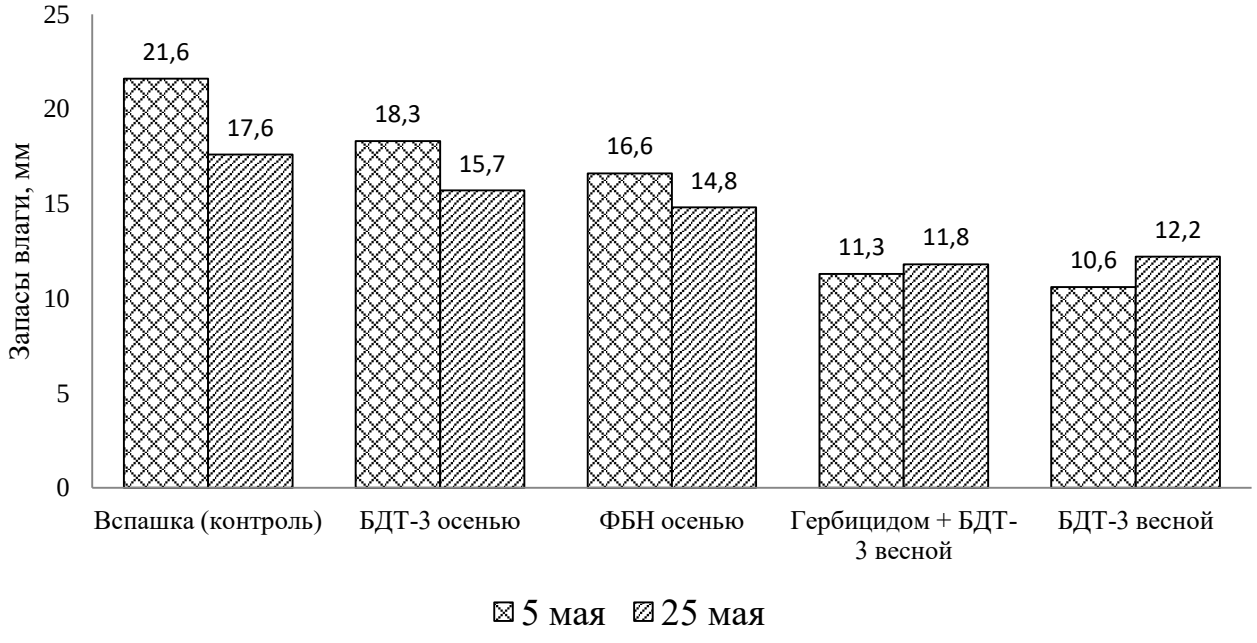


Рисунок 24 – Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0–20 см при различных способах обработки старовозрастной дернины многолетних трав (среднее за 2014–2016 гг.)

В метровом слое почвы тенденция по ее содержанию в целом сохранилась. Наибольшее количество отмечено при осенней вспашке (113–139 мм), в вариантах с фрезерованием и дискованием дернины осенью запасы влаги в слое почвы 0–100 см снижались незначительно – в среднем на 2–5 мм. Дискование дернины весной существенно (на 13 мм или 10 %) уменьшало содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы (рисунок 25).

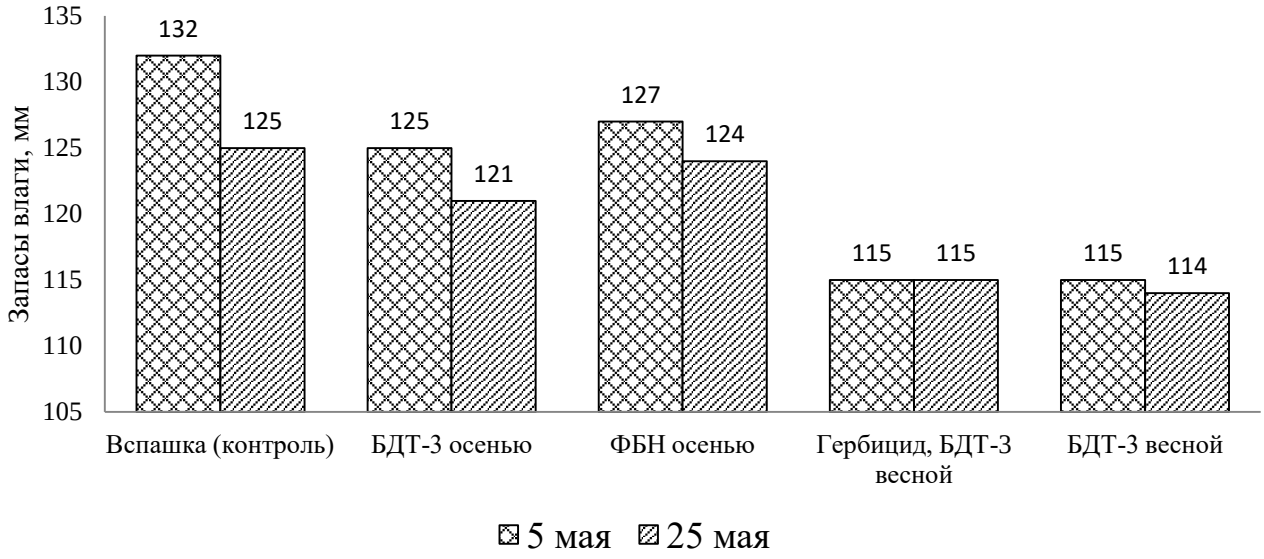


Рисунок 25 – Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0–100 см при различных способах обработки старовозрастной дернины многолетних трав (среднее за 2014–2016 гг.)

Наши данные подтверждают результаты исследований Н.А. Зуева (1966) на серых лесных почвах Брянской области о более значительной потере влаги при поверхносном дисковании через испарение в связи с сильным уплотнением верхней части пласта и меньшим накоплением влаги. В опытах Ф.М. Ситдикова (2012), проведенных в степной зоне республики Башкортостан, запасы влаги в почве были больше при химической обработке и вспашке с глубокорыхлителем, чем при вспашке и дисковании.

Наименьшая засоренность посевов овса (от 2 до 10 шт./м^2) отмечена в контроле, где проведена вспашка осенью, а также в варианте с обработкой дернины осенью дисковой бороной в два следа (таблица 70). Наибольшая засоренность посевов овса перед уборкой зеленой массы (14–24 шт./м^2 или 18% от массы

Таблица 70 – Влияние способа обработки дернины старовозрастного злаково–бобового травостоя на засоренность посевов овса

Вариант	Количество сорняков, шт.м^2				Масса сорняков, %			
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Сред-нее	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Сред-нее
Вспашка (контроль)	10	4	2	5	0,9	1,0	0,5	1,1
БДТ–3 осенью	4	2	6	4	0,6	0,5	1,5	1,1
ФБН осенью	6	5	10	7	2,2	1,6	2,1	2,0
Гербицид осенью + БДТ–3 весной	14	11	2	8	3,6	4,0	0,5	2,0
БДТ–3 весной	24	14	15	17	5,3	5,0	4,1	5,6
$НСР_{05}$	3	1	2	2	-	-	-	-

урожая) наблюдалось в варианте с разделкой дернины весной БДТ-3 перед посевом пластовой культуры.

Наши исследования подтверждают данные Х.Х. Сюндюкова (1996), полученные в условиях черноземной зоны Северного Казахстана.

Корреляционный анализ выявил обратную связь засоренности посевов от высоты растений овса и влажности почвы при посеве (r = –0,74). Регрессионный анализ показал, что при увеличении высоты растений овса на 10 см количество сорняков снижается на 5 шт./м^2 (рисунок 26). Увеличение влажности почвы при посеве на 10 мм снижает засоренность на 4 шт./м^2 (рисунок 27). Коэффициент детерминации при этом показывает 55 и 40%-ую точность.

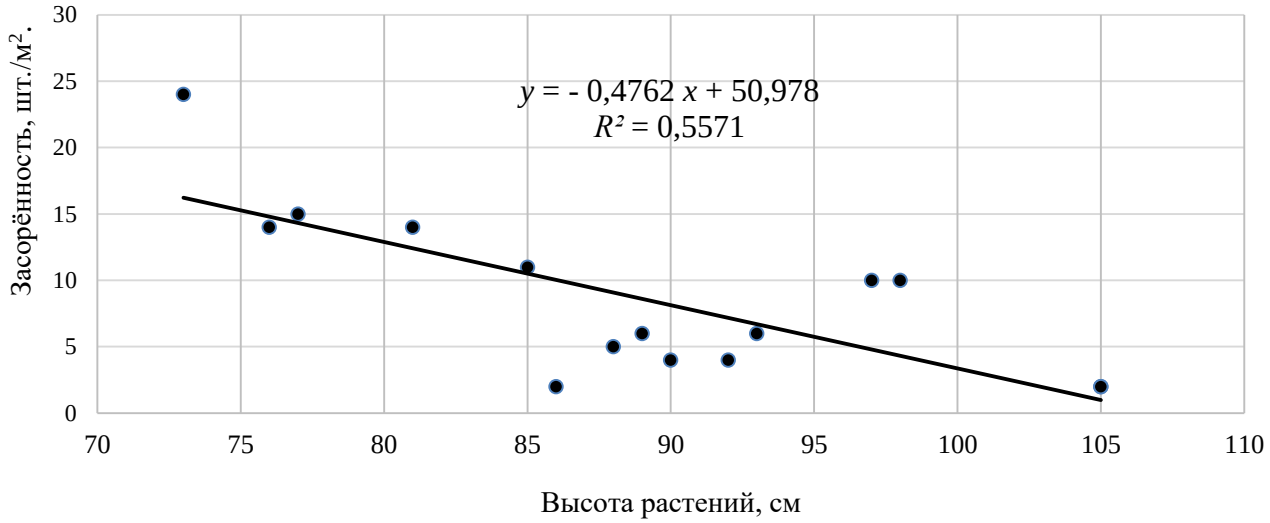


Рисунок 26 – Регрессионная зависимость между высотой растений в фазе цветения (x) и засоренностью посевов (y) овса

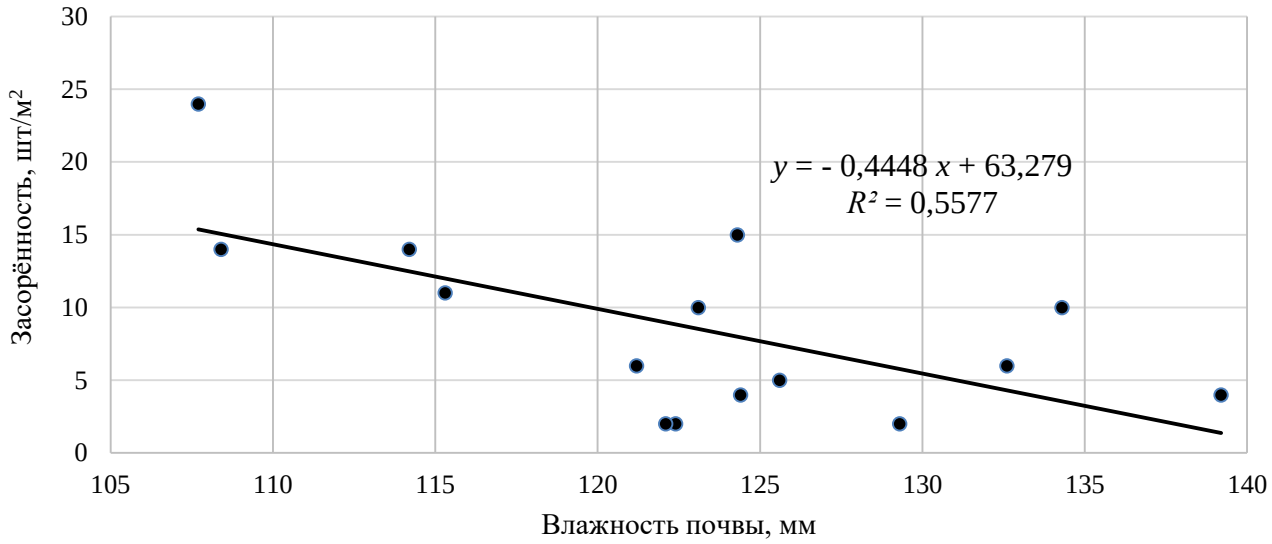


Рисунок 27 – Регрессионная зависимость между влажностью почвы в слое 0–100 см перед посевом (x) и засоренностью (y) посевов овса

При обработке дернины осенью создаются более благоприятные условия для роста и развития последующих культур, что положительно сказывается на их урожайности. В среднем за годы исследований максимальная урожайность зеленой массы (17,3 т/га) и зерна (2,27 т/га) овса получена в контрольном варианте со вспашкой (V = 21 и 9%), что было обусловлено повышенной густотой стояния (r = 0,55…0,75) и высотой растений (r = 0,54…0,66) (таблица 71).

Таблица 71 – Влияние способа обработки дернины старовозрастного травостоя на урожайность зеленой массы и зерна овса, т/га

Вариант	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Среднее	Прибавка	
					т/га	%
Урожайность зеленой массы						
Вспашка (контроль)	13,4	20,8	17,5	17,3	0	0
БДТ-3 осенью	9,7	11,5	10,0	10,5	–6,8	–39
ФБН осенью	12,9	16,6	14,0	14,5	–2,8	–16
Гербицид осенью + БДТ-3 весной	12,7	15,5	16,5	14,4	–2,9	–17
БДТ-3 весной	10,2	10,5	9,5	10,1	–7,2	–42
$НСР_{05}$	1,8	1,6	0,8			
Примечание – Доля влияния факторов (%): обработка 73, год 11, обработка × год 4						
Урожайность зерна						
Вспашка (контроль)	2,02	2,32	2,46	2,27	0	0
БДТ-3 осенью	1,77	1,59	1,46	1,60	–0,67	–29
ФБН осенью	1,79	1,67	1,67	1,71	–0,56	–25
Гербицид осенью + БДТ-3 весной	2,14	1,89	2,21	2,08	–0,19	–8
БДТ-3 весной	1,61	0,92	1,00	1,18	–1,09	–48
$НСР_{05}$	$F_ф<F_{05}$	0,41	0,16			
Примечание – Доля влияния факторов (%): обработка 66, год 28, обработка × год 3						

При обработке дернины гербицидом сплошного действия осенью с последующим весенним дискованием получено 14,4 т/га зеленой массы и 2,08 т/га зерна (*V* = 13 и 7%), что соответственно ниже на 17% и 8% урожайности в контроле. На рисунке 28 видно, что после проведения обработки гербицидом осенью была уничтожена вся растительность, произошло ее усыхание. Последующая обработка БДТ–3 разрушила дернину, подготовив поле к посеву пластовой культуры.



Рисунок 28 – Поверхность поля после обработки гербицидом осенью (1 сентября) и весеннего дискования (2 мая 2015 г.)

В сравнении со вспашкой, наиболее значительно снижала урожайность зеленой массы (на 71%) и зерна (в 1,9 раза) пластовой культуры разделка дернины дисковой бороной весной перед посевом овса. Визуально после прохождения рабочих органов борон на поверхности поля оставались зеленые части растений многолетних трав и сорняков, которые к моменту посева пластовой культуры продолжали вегетировать (рисунок 29).



Рисунок 29 – Поверхность поля после весеннего дискования (2 мая 2015 г.)

В данном варианте урожайность в среднем не превышала 10,09 т/га зеленой массы и 1,18 т/га зерна, что было соответственно на 58% и 43% меньше, чем в контроле. По мнению Ф.М. Ситдикова (2012), это объясняется тем, что корневая система малоценных для кормления видов расположена глубже 10–12 см и после поверхностных обработок сохраняет жизнеспособность. Такие растения возобновляют развитие уже в год посева, в результате чего пластовая культура сильно угнетается. По данным М.Ф. Щербакова (1986), обработка дернины раствором далапона (20 кг д.в./га) и бутилового эфира 2,4 Д (2 кг д.в./га) с последующим дискованием приводила к полному отмиранию растительности, снизила механическую прочность дернины на 23–25% и обеспечила более качественную ее разделку.

Осеннее дискование и фрезерование дернины многолетних трав снизило урожайность зеленой массы овса в сравнении с контролем на 16–39% (до 10,5–14,5 т/га), зерна – на 25–29% (до 1,60–1,72 т/га).

Суммарное водопотребление в контроле составило 2073 т/га и снижалось незначительно (на 1%) при весенней поверхностной обработке до 2044 т/га (приложение 60). При этом коэффициент водопотребления растений был

минимальный в варианте с осенней вспашкой – 933. При осенних поверхностных обработках он повысился на 32–36% и составлял 1230–1272, что свидетельствует об их неэффективности. Комбинированная обработка дернины гербицидом осенью и дисковой бороной весной повышало коэффициент водопотребления по сравнению с контролем всего на 8%, что указывает на его альтернативность осенней вспашке при производственной необходимости. Наибольший коэффициент водопотребления растений овса получен при весеннем дисковании – 1853, что было в 2 раза больше, чем при осенней вспашке.

Установлено, что доля влияния на урожайность зеленой массы овса способа обработки дернины составила 73%, условий года 11%. Это указывает на то, что для формирования урожая зеленой массы овса, период которого длился 40–41 дней, достаточно зимних запасов влаги в почве. При формировании урожая зерна доля влияния способа обработки дернины снижалась до 66%, осадков – увеличивалась до 28%.

Корреляционный анализ показал, что на величину урожайности зеленой массы (y_1) и зерна (y_2) существенное влияние оказывали густота стеблестоя (x_1) (r = 0,55 и 0,75) и высота растений (x_2) (r = 0,54 и 0,66). Увеличение густоты стеблестоя на 100 шт./м^2 урожайность зеленой массы повышало на 2,9 т/га (уравнение 27), увеличение высоты растений на 10 см – на 1,9 т/га (уравнение 28), урожайность зерна – соответственно на 0,51 и 0,3 т/га (уравнение 29, 30):

$$y_1 = 0{,}029\ x_1 + 3{,}9982,\ R^2 = 0{,}3082, \quad (27)$$

$$y_1 = 0{,}1865\ x_2 - 3{,}1796,\ R^2 = 0{,}2924, \quad (28)$$

$$y_2 = 0{,}0051\ x_1 + 0{,}1076,\ R^2 = 0{,}5711, \quad (29)$$

$$y_2 = 0{,}0297\ x_2 - 0{,}8755,\ R^2 = 0{,}4424. \quad (30)$$

Наибольшая масса 1000 семян овса получена при осенней вспашке – 40,2 г (V = 4%), их лабораторная всхожесть составила 97–98% (таблица 72). При весеннем дисковании дернины всхожесть семян овса была наименьшей и понизилась до 95%.

Таблица 72 – Влияние способа обработки дернины многолетнего травостоя на посевные качества семян овса

Вариант	Масса 1000 семян, г				Всхожесть, %			
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Сред-нее	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Сред-нее
Вспашка (контроль)	38,4	41,9	40,0	40,2	97	98	98	98
БДТ-3 осенью	36,8	37,4	39,2	37,8	95	96	99	97
ФБН осенью	34,8	37,9	39,0	37,2	98	95	96	96
Гербицид осенью + БДТ-3 весной	38,9	41,2	40,6	40,2	96	98	96	97
БДТ-3 весной	35,8	38,7	36,3	37,0	92	98	95	95
$НСР_{05}$	1,3	2,0	0,7		0,5	0,5	0,6	

Таким образом, в условиях лесостепной зоны Западной Сибири для введения в продуктивную пашню старовозрастного злаково–бобового травостоя дернину следует распахивать осенью плугом или обрабатывать травостой гербицидом осенью с последующим весенним дискованием.

7.3. Биоэнергетическая и экономическая оценка агротехнологических приемов обработки старовозрастной дернины многолетних трав

Минимальные затраты энергии в опыте были при разделке дернины дисковой бороной весной – 9,8 ГДж/га, что связано с исключением из технологических операций по подготовке поля к посеву весеннего боронования и предпосевной культивации (таблица 73). Максимальные энергозатраты получены в контрольном варианте (вспашка) – 11,0 ГДж/га за счет больших затрат энергии на механизмы и орудия, а также при использовании гербицида – 11,2 ГДж/га из-за высокого энергетического эквивалента 1 кг д.в. гербицида (приложение 61).

Выход обменной энергии связан с урожайностью пластовой культуры и производственными затратами на его выращивание. Максимальным он был в контрольном варианте – 76,7 ГДж/га. При совместном использовании для обработки дернины гербицида осенью и дисковой бороны весной выход энергии

Таблица 73 – Энергетическая эффективность агротехнологических приемов обработки дернины старовозрастного злаково–бобового травостоя при посеве пластовой культуры

Вариант	Затраты энергии, ГДж/га	Выход обменной энергии, ГДж/га	КЭЭ
2014 г.			
Вспашка (контроль)	11,0	68,3	6,2
БДТ-3 осенью	10,1	59,8	5,9
ФБН осенью	10,6	60,5	5,7
Гербицид осенью + БДТ-3 весной	11,2	72,3	6,5
БДТ-3 весной	9,8	54,4	5,6
2015 г.			
Вспашка (контроль)	11,0	78,4	7,1
БДТ-3 осенью	10,1	53,7	5,3
ФБН осенью	10,6	56,4	5,3
Гербицид осенью + БДТ-3 весной	11,2	63,9	5,7
БДТ-3 весной	9,8	31,1	3,2
2016 г.			
Вспашка (контроль)	11,0	83,1	7,6
БДТ-3 осенью	10,1	49,3	4,9
ФБН осенью	10,6	56,4	5,3
Гербицид осенью + БДТ-3 весной	11,2	74,7	6,7
БДТ-3 весной	9,8	33,8	3,5
Среднее за 2014–2016 гг.			
Вспашка (контроль)	11,0	76,7	6,9
БДТ-3 осенью	10,1	54,1	5,3
ФБН осенью	10,6	56,5	5,3
Гербицид осенью + БДТ-3 весной	11,2	70,3	6,3
БДТ-3 весной	9,8	39,9	4,1

был также высоким и составил 70,3 ГДж/га, а минимальное значение получено при разделке дернины БДТ-3 весной перед посевом – 39,9 ГДж/га.

Наиболее высокий уровень энергетической эффективности (КЭЭ = 6,3–6,9) получен также в вариантах со вспашкой дернины и комбинированном применении гербицида осенью и весеннего дискования в 2 следа. Наименьший (средний) уровень энергетической эффективности (КЭЭ = 4,1) был при весеннем дисковании дернины перед посевом пластовой культуры.

Экономическая оценка приемов обработки дернины при разделке пласта многолетних трав показала, что более эффективным из них является вспашка, несмотря на более высокие затраты в сравнении с поверхностными способами

(таблица 74, приложение 38). В среднем за годы исследований прибыль, полученная в контроле, составила 16,3 тыс. руб./га, рентабельность – 253%, что было больше на 5,9 тыс. руб./га (36%), чем при обработке дисковой бороной осенью, на 5,5 тыс. руб./га (34%) при фрезеровании осенью, на 4,3 тыс. руб./га (27%) при обработке гербицидом осенью и последующем дисковании весной и на 9,2 тыс. руб./га (57%), чем при дисковании весной.

Таблица 74 – Экономическая оценка способов обработки дернины старовозрастных посевов многолетних трав (среднее за 2015–2017 гг.)

Вариант	Кормо-вых единиц с 1 га	Сумма затрат, тыс.руб./га	Стоимость продукции, тыс.руб./га	Условно чистый доход, тыс.руб./га	Себесто–имость к.ед., руб.	Рента–бель–ность, %
Вспашка (контроль)	2269	6,4	22,7	16,3	2,8	253
БДТ-3 осенью	1605	5,7	16,0	10,4	3,5	182
ФБН осенью	1669	6,0	16,7	10,7	3,6	179
Гербицид осенью + БДТ-3 весной	2081	8,9	20,8	12,0	4,3	135
БДТ-3 весной	1178	4,7	11,8	7,1	4,0	151

Таким образом, осенняя вспашка дернины старовозрастного злаково–бобового травостоя обеспечивает более благоприятные условия для роста, развития растения, формирования более рентабельных урожаев зеленой массы и зерна последующих культур. Альтернативным приемом введения малопродуктивных многолетних травостоев в продуктивную пашню является гербицидная осенняя обработка с последующим весенним дискованием.

ВЫСОКОПРОДУКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ В СИСТЕМЕ АДАПТИВНОГО КОРМОПРОИЗВОДСТВА В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Технологиия возделывания многолетних трав – это набор технологических операций, производимых с почвой, семенами и растениями в установленные сроки и осуществляемых определенным комплексом машин с целью создания благоприятных условий для произрастания культурных растений (Товма Н.С., 2022). Усовершенствование и оптимизация этого процесса является одной из основных задач сельскохозяйственной науки.

На основании проведенных исследований нами усовершенствована высокопродуктивная технологическая схема возделывания основных многолетних трав на корм для лесостепной зоны Западной Сибири (таблица 75). За основу взята общепринятая технология возделывания многолетних трав с учетом климатических условий региона, которая была доработана после проведенных нами исследований и полученных результатов.

В агроклиматических условиях лесостепной зоны Западной Сибири нами не рекомендуется заменять классическую осеннюю вспашку старовозрастной дернины многолетних трав на поверхностное дискование или фрезерование весной перед посевом. Возможно использовать для разделки пласта многолетних трав гербицид сплошного действия в июле–августе с последующим дискованием в два следа БДТ-3 весной следующего года.

При создании высокопродуктивных кормовых агрофитоценозов целесообразно использовать посев многолетних бобовых трав в смеси с фестулолиумом: люцерны или клевера – смесью семян, эспарцета – как смесью семян, так и черезрядно.

Установлена эффективность нетрадиционных покровных культур при посеве многолетних трав в весенние (под покров суданской травы), летние (под покров рапса с суданкой или просом) и позднелетние сроки (под покров овса с рапсом), повышающие кормовую продуктивность растений.

Таблица 75 – Высокопродуктивная технологическая схема возделывания многолетних трав на корм в лесостепной зоне Западной Сибири

Технологическая операция	Технологическое требование	Тип сельхоз-машины	Срок проведения	Примечание
1	2	3	4	5
Основная обработка почвы	*Вспашка дернины или обработка гербицидом сплошного действия в текущем году и дискованием в два следа БДТ–3 весной следующего года*	ПН-8-35 или БДТ-3	Июль–август	Глубина 25–27 см
Ранневесеннее боро-нование	Глубина 3–4 см	БЗТС-1	При физической спелости почвы	По диагонали к вспашке
Внесение минеральных удобрений	Основное удобрение вносят с учетом плодородия почвы.	РУМ-8	До культивации	Если не внесены – осенью
Предпосевная культивация	Глубина 6–8 см	КПС-4	Перед посевом	По диагонали к вспашке
Прикатывание до посева	Без огрехов	ЗККШ-6	Перед посевом	Скорость 5-7 км/ч.
Посев: – безпокровный одновидовой	Рядовой, нормой высева костреца 6 млн./га, люцерны и клевера 7, эспарцета 5,5, галеги 3,5 млн./га.	СЗТ-3,6	Злаковые – вторая половина лета, бобовые – до 25 июля	Ширина междурядий 15 см
– подпокровный одновидовой	*Кострец 6 млн./га под покров смеси овса с рапсом*		*10–20 июля*	Поперек посева покрова рядовым способом через 15 см. Норма высева покровной культуры уменьшена на 30%
	Люцерна и клевер 7 млн./га под покров смеси рапса с суданкой или просом		*10–20 июня*	
	Эспарцет 5,5 млн./га, галега восточная 3,5 млн./га под покров суданской травы		*15–25 мая*	
– травосмесью с фестулолиумом	*Люцерна и клевер – смесью семян нормой высева бобового компонента 3 млн./га, фестулолиума 4 млн. Эспарцет – смесью семян нормой высева 4 млн./га фестулолиума и 3 эспарцета, в совместном посеве – 2 фестулолиума и 4,5 млн./га эспарцета*			Рядовой посев с междурядьями 15 см

1	2	3	4	5
Прикатывание после посева	Без огрехов	ЗККШ-6	Одновременно с посевом или сразу после него	Скорость 5-7 км/ч.
Уборка покровных культур (суданка, озимая рожь, смеси суданки, проса и овса с рапсом)	Высота скашивания 10–12 см	НИВА, КСК-100, Е-280	Суданка – выметывание, смеси – начало плодообразования рапса, озимая рожь – колошение	Не допускается хранение массы в валках в поле более 2 суток
Уход за травами в годы использования				
Поверхностное внесение минерального азота	*На костреце безостом N_{90}, фестулолиуме N_{60}, люцерне N_{30}*	РУМ-8	*Весной в начале отрастания и через 14 дней после первого укоса*	*С последующим боронованием зубовой бороной*
Боронование	Поперек рядков	*БЗТС-1*	*После внесения удобрений*	Скорость 5–7 км/ч.
Уборка на сено: I укос	Высота скашивания не ниже 10 см	КДП-4; КС-2,1; ГВК-6; ПК-6; КУН-10; ПФ-0,5	Кострец – начало выметывания	*В течение 20 дней после начала выметывания, при внесении азота – в течение 30 дней*
			Бобовые – начало цветения	*В течение 20–25 дней после начала цветения*
II укос	Высота скашивания не ниже 15 см.		Третья декада августа – третья декада сентября	Не допускается хранение массы в валках в поле более 2 суток

Примечание: *курсивом выделены рекомендуемые высокопродуктивные агротехнологические приемы.*

При разбросном внесении минерального азотного удобрения для его заделки необходимо применять тяжелые зубовые бороны БЗТС-1, использование для этих целей игольчатых борон БИГ-3 приводит к снижению продуктивности посевов.

Уборку костреца безостого на сено завершать не позднее 20 дней после начала выметывания, внесение минерального азотного удобрения увеличивает этот период на 5–10 дней. Скашивание люцерны, эспарцета и галеги целесообразно заканчивать не позднее 20 дней после начала цветения, клевера лугового – 25 дней.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании исследований, проведенных в лесостепной зоне Западной Сибири в 2000–2023 гг. на черноземе выщелоченном среднесуглинистом по совершенствованию технологических приемов возделывания многолетних трав в системе адаптивного кормопроизводства, сформулированы следующие выводы.

1. Научно обосновано и экспериментально доказано, что лучшей покровной культурой для эспарцета песчаного и галеги восточной является суданская трава при посеве с 15 по 25 мая, для люцерны изменчивой и клевера лугового – смесь суданской травы или проса с рапсом яровым с 10 по 20 июня, для костреца безостого – смесь овса с рапсом яровым при посеве с 10 по 20 июля. Урожайность зеленой массы многолетних трав определяется высотой растений и массой побегов (r = 0,57…0,87).

2. Установлено, что внесение весной азотного удобрения в дозе N_{60} в сравнении с неудобренным фоном повышает урожайность сухой массы костреца безостого и окупаемость затрат в 2,3 раза. Доля влияния удобрений в общей изменчивости урожайности составляет 37–62%, погодных условий 15–30%.

Доказана различная эффективность боронования костреца безостого для заделки азотного удобрения в зависимости от возраста травостоя. Дифференцированный подход к боронованию посевов с учетом типа борон и режима их работы по годам пользования повышает урожайность на 11–21%. Весеннее боронование посевов костреца безостого без внесения азотных удобрений любыми типами борон экономически не целесообразно.

3. Теоретически обоснован и экспериментально подтвержден более поздний, чем считалось ранее, срок внесения азотных удобрений в подкормку после первого укоса люцерны, что объясняется замедлением физиолого-морфологических процессов в растениях. Дробное внесение азотных удобрений по N_{30} весной в начале отрастания растений и через две недели после первого укоса достоверно повышает урожайность сухой массы люцерны изменчивой в годы пользования на

7–12% в сравнении с неудобренным фоном и весенним сроком внесения за счет увеличения плотности травостоя (r = 0,81).

4. Рассчитан и предложен новый подход к определению продолжительности уборки многолетних трав на корм, учитывающий оптимальный баланс урожайности и питательности зеленой массы в сумме за два укоса. На неудобренном фоне у костреца безостого она составляет 20 дней, при внесении азота в дозе N_{90} – до 30 дней после выметывания растений; у люцерны изменчивой, эспарцета песчаного, клевера лугового и галеги восточной – 20–25 дней после начала цветения. Повышение урожайности сухого вещества на 13–26% происходит за счет увеличения массы побегов и высоты растений (r = 0,79…0,95)

5. Доказана целесообразность интродукции фестулолиума сорта Изумрудный в кормопроизводство лесостепной зоны Западной Сибири за счет более высокой его зимостойкости (85–88%), урожайности зеленой массы (до 31,7 т/га) и ее питательности (0,61 кормовых единиц в 1 кг корма) в сравнении с другими многолетними злаковыми травами. При возделывании в совместных с фестулолиумом посевах многолетние бобовые травы повышают зимостойкость на 5%.

6. При возделывании фестулолиума в травосмесях с многолетними бобовыми травами наибольшую урожайность зеленой массы (38,1 т/га) и доход (57,1 тыс. руб./га) на неудобренном фоне формирует совместный его посев с люцерной изменчивой при соотношении рядов 1:3. Внесение азотного удобрения в дозе N_{60} повышает урожайность зеленой массы травосмеси на 15%, но доход снижает до 16,0 тыс. руб./га при окупаемости затрат в 1,2 раза. При посеве фестулолиума в смеси с эспарцетом песчаным и клевером луговым наибольшую урожайность (соответственно 41,8 и 31,9 т/га) и доход (66,0 и 21,9 тыс. руб./га) обеспечивают смешанные посевы при внесении азотного удобрения в дозе N_{60} весной в начале отрастания трав.

7. Для трансформации старовозрастных посевов многолетних трав в продуктивную пашню следует проводить осеннюю вспашку дернины или обработку травостоя гербицидом сплошного действия осенью с последующим

весенним дискованием, обеспечивающие повышение урожайности зеленой массы и зерна пластовой культуры на 16–48% в сравнении с весенними и осенними поверхностными обработками.

8. Разработанные высокопродуктивные агротехнологические приемы и усовершенствованная технологическая схема возделывания многолетних злаковых и бобовых трав, в том числе новой кормовой культуры фестулолиум, обеспечивают рентабельное получение высококачественных кормов – сена, сенажа, силоса в системе кормопроизводства лесостепной зоны Западной Сибири.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. В условиях лесостепной зоны Западной Сибири для создания высокопродуктивных кормовых одновидовых травостоев многолетних трав проводить посев эспарцета песчаного и галеги восточной под покров суданской травы с 15 по 25 мая, люцерны изменчивой и клевера лугового под покров смесей суданской травы или проса с рапсом яровым с 10 по 20 июня, костреца безостого под покров смеси овса с рапсом яровым с 10 по 20 июля.

Для создания высокопродуктивных кормовых агроценозов фестулолиум высевать с эспарцетом песчаным и клевером луговым смесью семян и нормой высева соответственно 4 и 3 млн./га с ежегодным внесением азотных удобрений в дозе N_{60} весной в начале отрастания, с люцерной изменчивой – совместно при чередовании рядов (1:3) с нормой высева 2 и 4,5 млн./га соответственно и дозой азота N30.

2. Для получения стабильной урожайности и высококачественного корма вносить на травостой люцерны изменчивой азотные удобрения дробно по N_{30} весной и через 14 дней после первого укоса, клевера лугового, эспарцета песчаного, фестулолиума – весной в дозе N_{60}, на травостой костреца безостого – в дозе N_{90} весной в начале отрастания с последующей заделкой зубовой бороной.

3. Для получения гарантированных урожаев качественной кормовой массы уборку костреца безостого на сено завершать в течение 20 дней после начала выметывания, при внесении азотного удобрения в дозе N_{90} – 30 дней, уборку многолетних бобовых трав завершать в течение 20–25 дней после начала цветения.

4. Для вовлечения старовозрастных посевов многолетних трав в продуктивную пашню обрабатывать дернину осенью плугом или гербицидом сплошного действия осенью с последующим весенним дискованием в два следа.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

1. Определить эффективность комплексного применения рекомендованных агротехнологических приемов возделывания на кормовую и семенную продуктивность многолетних трав.

2. Выявить влияние приемов обработки старовозрастной дернины многолетних трав и способов посева на продуктивность последующих культур кормового севооборота.

3. Установить особенности формирования урожая кормовой массы и качества семян фестулолиума в зависимости от агрометеорологических условий.

4. Изучить влияние сроков посева на рост, развитие растений, продуктивность травостоя и качество семян новых сортов фестулолиума различных экотипов.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ГТК – гидротермический коэффициент

БЭВ – безазотистые экстрааактивные вещества

КПЕ – кормопротеиновые единицы

ПП – переваримый протеин

К.ед. – кормовая единица

ОЭ – обменная энергия

МДж – мега джоуль

Д.в. – действующее вещество удобрений

А.с.в. – абсолютно сухое вещество

СВ – сухое вещество

НСР – наименьшая существенная разница

КЭЭ – коэффициент энергетической эффективности

$N_{30–90}$ – доза внесения минерального азотного удобрения в кг д.в. на 1 га

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аветисян, А.Т. Поедаемость кормовых культур чистых и смешанных посевов в зависимости от видового состава растений / А.Т. Аветисян, Е.В. Федосеев // Вестник КрасГАУ. – 2016. – № 3 (114). – С. 100–114.

2. Агроклиматические ресурсы Новосибирской области. – Гидрометеоиздат, – 1971. – 155с.

3. Агротехнологии производства кормов в Сибири: практическое пособие / Рос. Акад. с.-х. наук. Сиб. регион. отд-ние. СибНИИ кормов. – Новосибирск, 2013. – 248 с.

4. Акманаев, Э.Д. Продуктивность травяного звена кормового севооборота при покровном и беспокровном посевах озимых и яровых многолетних трав в среднем Предуралье / Э.Д. Акманаев, А.С. Богатырева, С.Л. Елисеев // Пермский аграрный вестник. – 2013. – № 2 (2). – С. 4–12.

5. Андреев, Н.Г. Луговое и полевое кормопроизводство / Н. Г. Андреев. – 2–ое изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1984. – 495 с.

6. Аношин, Е.Н. Увеличение срока использования многолетних трав при орошении / Е.Н. Аношин, А.И. Иванов // Информ. листок, ЦНТИ. – Саратов, 1990. – № 583 – 90. – 3 с.

7. Ашмарина, Л.Ф. Микоплазменные заболевания кормовых культур в Западной Сибири / Л.Ф. Ашмарина, З.В. Агаркова, Н.М. Коняева // Вестн. РАСХН. – 2007. – № 3. – С.49–51.

8. Бадамшина, Е.Ю. Оптимизация технологий создания и ухода за многолетними агрофитоценозами на осушенных почвах Зауралья Республики Башкортостан: автореф. дис. … канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Евгения Юрьевна Бадамшина. – Уфа, 2011. – 22 с.

9. Байкалова, Л.П. Перспективные бобово-злаковые травосмеси многолетних трав для кормопроизводства Красноярского края / Л.П. Байкалова, Д.В. Кривоногова, Ю.Ф. Едимеичев // Вестн. КрасГАУ. – 2017. – № 11. – С. 20–26.

10. Бакшаев, Д.Ю. Оптимизация приемов ухода и использования многолетних трав в лесостепи Западной Сибири: дисс. канд. с.–х. наук: 06.01.12 / Бакшаев Дмитрий Юрьевич. – Новосибирск, 2005. – 133 с.

11. Бакшаев, Д.Ю. Влияние сроков скашивания отавы люцерны на ее продуктивность / Д.Ю. Бакшаев, Г.А. Демарчук // Новейшие направления развития аграрной науки в работах молодых ученых: Междунар. науч.-практ. конф. мол. ученых (20–21 апреля 2006 г., пос. Краснообск) / РАСХН. Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 2006. – 656 с.

12. Бакшаев, Д.Ю. Оптимизация сроков уборки многолетних бобовых трав для использования их в системе сырьевых конвейеров // Новейшие направления развития аграрной науки в работах молодых ученых: Междунар. науч. – практ. конф. молодых ученых (17–18 апреля 2008 г., пос. Краснообск). – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2008. – С. 74–76.

13. Бакшаев, Д.Ю. Влияние сроков скашивания отавы люцерны и галеги восточной на их продуктивность / Д.Ю. Бакшаев, Г.А. Демарчук // Сиб. вестн. с.–х. науки. – Новосибирск, – 2010. – № 6. – С. 37–41.

14. Бакшаев, Д.Ю. Эффективность и конкурентная способность фестулолиума в смеси с люцерной при выращивании на корм / Д.Ю. Бакшаев // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2023. – Т. 53. – № 1. – С. 36–44. – DOI 10.26898/0370-8799-2023-1-5.

15. Бакшаев, Д.Ю. 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.

16. Банданова, А.В. Изменение величины и качества урожая костреца безостого по фазам развития / А.В. Банданова, А.Б. Бутуханов // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 9. – С. 19 –25.

17. Баранов, А.И. Рост, развитие и урожайность многолетних трав при коренном улучшении природных пастбищ при коренном улучшении природных пастбищ на

солонцовых почвах Юга России / А.И. Баранов, В.П. Данилевский // Кормопроизводство – 2008. – № 7. – С. 12 – 15.

18. Баринов, В.Н. Оптимизация развития многолетних трав за счет биологического азота покровных культур / В.Н. Баринов, М.Н. Новиков // Фундаментальные проблемы управления циклом азота в современном земледелии: Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Владимир, ВНИИОУ – филиал ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ», 17–20 сентября 2019 г. / Иваново: ПресСто. –2019. – С.311–318.

19. Безгодов, А.В. Новые виды и сорта многолетних злаковых трав на Среднем Урале для сенокосного и пастбищного использования / А.В. Безгодов, А.В. Беляев, А.Б. Пономарев // Инновационные технологии в науке и образовании. – 2016. – № 4 (8). – С. 199–207.

20. Бекузарова, С.А. Влияние удобрений на урожай фестулолиума / С.А. Бекузарова, В.И. Гасиев // Ландшафтно-экологические основы развития систем земледелия в агропромышленном комплексе горных и предгорных районов Центрального Кавказа. сб. науч. тр. – Владикавказ: Северо-Кавказский НИИ горного и предгорного сельского хозяйства, 2010. – С. 127–129.

21. Белозер, Н.И. Влияние удобрений на хозяйственые травяные урожайность люцерны / Н.И. Белозер // Земледелие. – 1965. – № 12. – С. 13–18.

22. Бенц, В.А. Полевое кормопроизводство в Сибири / В.А. Бенц, Н.И. Кашеваров, Г.А. Демарчук; РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИ кормов. – Новосибирск, 2001. – 240 с.

23. Бенц, В.А. Проблемы полевого кормопроизводства // Интенсификация полевого кормопроизводства в Сибири: Сб. науч. тр. – Новосибирск, 1986. – С. 7.

24. Бенц, В.А. Смешанные посевы в полевом кормопроизводстве Западной Сибири / РАСХН. Сиб. отд–ние. СибНИИ кормов. – Новосибирск, 1999. – 72 с.

25. Беркаль, И.В. Сеяные многолетние травы в южной зоне Амурской области. / И.В. Беркаль // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 11 (110). – С. 177–182.

26. Биологические основы плодородия почвы / О.А. Берестецкий, Ю.М. Возняковская, Л.М. Доросинский и др.; Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В.И. Ленина, М.: Колос, 1984. – С. 151–152.

27. Бойко, В.С. Полевое кормопроизводство на орошаемых черноземах в лесостепи Западной Сибири: монография; ФГБНУ «Омский АНЦ» / В.С. Бойко // Омск: Изд-во ИП Макшеевой Е.А., 2019. – 312 с.

28. Борисова, Е.Е. Влияние покровных культур на урожайность клевера / Е.Е. Борисова, Ю.В. Сизова, М.В. Шуварин // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2020. – № 2 (61). – С. 56–60.

29. Борисевич, В.К. Симбиотическая активность и урожайность люцерны северного экотипа в зависимости от РН почвы и обеспеченности элементами минерального питания: автореф. дис. канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Борисевич Виктор Константинович. – М., 1997. – 15 с.

30. Бронь, Е.Н. Сроки и способы посева бобово-злаковых травосмесей в подтаежной зоне // Кормопроизводство Сибири и Дальнего Востока. Сб. научн. труд. – Т. 3. 1976. – С. 14–18.

31. Брезгин, А.И. Формирование системы технического обслуживания и ремонта в современных условиях / А. И. Брезгин // Молодежь и наука. – 2019. – № 3. – С. 53.

32. Бутуханов, А.Б. Интенсификация лугового кормопроизводства на орошаемых сенокосах Бурятии: автореф. дис. докт. с.-х. наук / А.Б. Бутуханов. – Новосибирск, 2006. – 38 с.

33. Бутуханов, А.Б. О влиянии минеральных удобрений на отрастание растительности после скашивания / А.Б. Бутуханов, Д.Н. Раднаев, Э.Р. Будажанаев, В.А. Цыренов // Кормопроизводство. – 2021. – № 10. – С. 10–15.

34. Буянкин, Н.И. Фестулолиум в Калининградской области / Н.И. Буянкин, А.Г. Красноперов // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: сб. науч. тр. – М.: Угрешская типография, – 2016. – Вып. 10 (58). – С. 81–87.

35. Васин, А.В. Формирование высокопродуктивных поливидовых агрофитоценозов кормовых культур в Среднем Поволжье: дисс. д – ра с.-х. наук / А.В. Васин. – Кинель, – 2006. – 482 с.

36. Васин, В.Г. Продуктивность эспарцето-кострецовой травосмеси / В.Г. Васин, В.С. Рогов, А.Ю. Полешко // Кормопроизводство. – 2009. – № 2. – С. 22–27.

37. Васин, В.Г. Многолетние травы в чистом и смешанном посеве в системе зеленого конвейера / В.Г. Васин, А.В. Васин, Л.В. Киселева, А.А. Брагин // Кормопроизводство. – 2009. – № 2. – С. 14–16.

38. Васько, П.П. Сорт фестулолиума райграсового морфотипа Метеор / П.П. Васько [и др.] // Земледелие и селекция Беларуси. – 2016. – № 52. – С. 213–217.

39. Васько, П.П. Система видов и сортов многолетних бобовых и злаковых трав для сенокосного и пастбищного использования в Республику Беларусь / П.П. Васько // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство. – М.: Угрешская типография, – 2012. – С. 165–173.

40. Вахрушева, В.В. Продуктивность и питательная ценность пастбищных агрофитоценозов на основе злаковых и бобовых трав / В.В. Вахрушева, Е.Н. Прядильщикова, Е.И. Столярчук // Молочнохозяйственный вестник. – 2021. – № 2 (42). – С. 31–40. – DOI 10.52231/2225-4269_2021_2_31.

41. Вильямс, В.Р. Травопольная система земледелия / В.Р. Вильямс. – М.: Госиздат сельскохозяйственной литературы, – 1949. – 495 с.

42. Возделывание козлятника восточного на корм и семена в Нечерноземной зоне / Под ред. И.И. Прохорова. – М.: Агропромиздат, – 1989. – С. 11–12.

43. Возделывание козлятника восточного на корм и семена в Западной Сибири: Рекомендации / РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИ кормов. – Новосибирск, 2000. – 32 с.

44. Возделывание многолетних и однолетних трав. Методические рекомендации. Сибирское отделение ВАСХНИЛ. Новосибирск, – 1976. – С. 9.

45. Волкова, А.Е. Анализ состояния машинно–тракторного парка Российской Федерации / Е. А. Волкова, Н. О. Смолянинова, М. О. Синеговский, А. А.

Малашонок // АПК: экономика, управление. – 2021. – № 8. – С. 52–60. – DOI 10.33305/218-52.

46. Волошина, Т.А. Озимая рожь как покровная культура для многолетних трав / Аграрная Россия, – 2018. – № 9. – С. 22–25.

47. Волошин, В.А. Агробиологические особенности и приемы выращивания многолетних и однолетних трав для конвейерной заготовки кормов в Предуралье: автореф. дис. доктора с.-х. наук / В.А. Волошин. – Пермь, – 2004. – 40 с.

48. Волошин, В.А. Сенаж из эспарцета в кормлении коров / В.А. Волошин, Н.А. Морозков // Кормопроизводство. – 2019. – № 8. – С. 28–32.

49. Воложенина, О.А. Влияние сроков скашивания на продуктивное долголетие люцерны / О.А. Воложенина, О.С. Дубнова // Вопросы тех. возд. с.-х. культур в Приморском крае. – Новосибирск, – 1991. – С. 53–61.

50. Воробьев, С.А. Земледелие / ред. С.А. Воробьева. – Изд. 3–е, перераб. и доп. М.: Колос, – 1977. – С. 164–165.

51. Воробьев, Е.С. Культурные пастбища в молочном скотоводстве. М., – 1974.

52. Вредные организмы кормовых культур в Западной Сибири и меры борьбы с ними: пособие / СибНИИ кормов СФНЦА РАН. – Новосибирск, – 2017. – 64 с, 8 илл.

53. Вязовский, В.А. Обработка дернины сеяных многолетних травостоев игольчатыми боронами БИГ–3 / В.А. Вязовский // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 1997. – Т. 12. – № 3. – С. 12–14.

54. Гаврилов, А.М. Повышение продуктивности промежуточных культур. – М.: Россельхозиздат, – 1984. – 190 с.

55. Гаврилов, М.К. Больше внимания многолетним травам / М.К. Гаврилов. – Иркутск, – 1949. – С. 15.

56. Галеев, Р.Ф. Продуктивность кормовых севооборотов и их влияние на плодородие чернозема выщелоченного / Р.Ф. Галеев, О.Н. Шашкова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2020. – Т. 50. – № 5. – С. 28–37. – DOI 10.26898/0370-8799-2020-5-3.

57. Галеев, Р.Ф. Оценка действия приемов биологизации и химизации на продуктивность кормового севооборота в лесостепи Западной Сибири / Р.Ф. Галеев, О.Н. Шашкова // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33. – № 10. – С. 22–25. – DOI 10.24411/0235-2451-2019-11005.

58. Галиуллин, А.А. Семенная продуктивность фестулолиума в зависимости от приемов возделывания в лесостепи Среднего Поволжья / А.А. Галиуллин, Е.А. Калиничев // Нива Поволжья. – 2022. – № 1 (61). – С. 1008. DOI: 10.36461/NP.2022.61.1.018.

59. Гамзиков, Г.П. Азот в земледелии Западной Сибири. М.: Наука, – 1981. – 238 с.

60. Гамзиков, Г.П. Почвенная диагностика азотного питания растений и применения азотных удобрений в севооборотах / Г.П. Гамзиков // Плодородие. – 2018. – № 1 (100). – С. 8–14.

61. Гончаров, П.Л. Кормовые культуры Сибири / Новосибирск: Изд–во Новосиб. ун–та, – 1992. – 264 с.

62. Горлов, И.Ф. Оптимизация кормопроизводства для обеспечения молочного скотоводства кормами собственного производства / И.Ф. Горлов, О.П. Шахбазова, В.В. Гобарева // Кормопроизводство, – 2014. – № 3. – С. 39–42.

63. Горынцев, А.В. Приемы формирования высокопродуктивных кормовых травостоев козлятника восточного в одновидовом и смешанных посевах с другими многолетними бобовыми и злаковыми травами в Предуралье: автореф. дис. канд.с.-х. наук: 06.01.09 / Горынцев Александр Владимирович. – Пермь, – 2000. – 23с.

64. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. – М.: ИПК Изд–во стандартов, 2004. – С. 64.

65. Гребенников, В.Г. Энергосберегающая технология выращивания многолетних трав на деградированных каштановых почвах сухостепной зоны / В.Г. Гребенников, И.А. Шипилов, О.В. Хонина // Животноводство и кормопроизводство. – 2019. – Т. 102 – № 2. – С. 163–171.

66. Гребенников, С.Д. Озимая рожь / С.Д. Гребенников. – Новосибирск, – 1949. – С. 119–121.

67. Григорьева, М.С. Продуктивность многолетних трав в зависимости от сроков скашивания и продолжительности использования / М.С. Григорьева, И.А. Цивенко // Сборник научных трудов. ВИЖ. – М., – 1980. – Вып. 52. – С. 3.

68. Григорьев, К.В. Энергетическая и экономическая оценка возделывания донника желтого под покровом яровых зерновых и кормовых культур / К.В. Григорьев, Л.Г. Шашкаров, Г.А. Мефодьев // Пермский аграрный вестник, – 2017. – № 3 – С. 56–60.

69. Губайдуллин, Х.Г. Люцерна на корм и семена / Х.Г. Губайдуллин, Р.С. Еникеев. – М.: Россельхозиздат, – 1982. – 110 с.

70. Гулинова, Н.В. Погода и урожай сеяных и луговых трав / Н.В. Гулинова. – Ленинград. Гидрометеоиздат, – 1982. – 174 с.

71. Гусейнов, А.А. Норма высева семян люцерны в чистых и бинарных весенних посевах / А.А. Гусейнов, М.А. Арсланов, М.Д. Давудов, Г.Н. Гасанов //Аграрная наука – 2017. – № 6. – С. 6–9.

72. Дедов, А.В. Бинарные посевы в ЦЧР: монография / А.В. Дедов, М.А. Несмеянова, Т.Г. Кузнецова. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, – 2015. – 139 с.

73. Демарчук, Г.А. Влияние азотных удобрений на продуктивность люцерны и ее смесей с кострецом безостым при разных способах посева / Г.А. Демарчук, Л.В. Донова, В.П. Данилов, Л.А. Игнатова, Н.А. Крюковец // Современные вопросы кормопроизводства в Сибири: Сб. науч. тр. РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИ кормов. – Новосибирск, – 1992. – С. 15–27.

74. Демарчук, Г.А. Сроки внесения азота и урожайность костреца / Г.А. Демарчук, В.П. Данилов, Л.В. Донова, Н.Т. Андрианова // Кормопроизводство, – 1996. – № 3. – С. 15–20.

75. Демарчук, Г.А. Влияние азотных удобрений на продуктивность люцерны и ее смесях с кострецом безостым при разных способах посева / Г.А. Демарчук, В.П. Данилов, Л.В. Донова // Современные вопросы кормопроизводства в Сибири: Сб.научн.тр. СибНИИ кормов. – Новосибирск, – 1992. – С. 15–27.

76. Демарчук, Г.А., Данилов В.П. Провести НИР по оптимизации внесения минеральных удобрений на многолетних травах и на их основе разработать параметры альтернативного, экологически безопасного и ресурсосберегающего применения туков на многолетних агроценозах / Г.А. Демарчук, В.П. Данилов // Отчет СибНИИ кормов за 1997 г.

77. Демарчук, Г.А. Азотные и бактериальные удобрения на многолетних травах / Г.А. Демарчук, В.П. Данилов // Кормопроизводство. – 1996. – № 3. – С. 9–13.

78. Денисов, Е.П. Фитомелиоративная роль многолетних трав в снижении засоренности посевов яровой пшеницы / Е.П. Денисов, А.П. Солодовников, А.В. Летучий, Д.С. Степанов // Аграрный научный журнал. – 2015. – № 2. – С. 3–5.

79. Дзюбенко, Е.А. Оценка образцов райграса пастбищного и фестулолиума из коллекции ВИР по продуктивности, зимостойкости и устойчивости к заболеваниям в условиях Северо-Запада РФ / Е.А. Дзюбенко // Развитие современных систем земледелия и животноводства, обеспечивающих экологическую безопасность окружающей среды: Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 110-летию Пермского НИИСХ, Пермь, 05–07 июля 2023 года / Науч. редколлегия: К.Н. Корляков [и др.]. – Пермь: Издательство "От и До", – 2023. – С. 222–228.

80. Донских, Н.А. Сравнительная оценка бобовых и бобово-злаковых травостоев с люцерной изменчивой в условиях Ленинградской области / Н.А. Донских, В.В. Владимирова // Роль молодых ученых в решении актуальных задач АПК: Сборник научных трудов международной научно–практической конференции молодых ученых и студентов, Санкт-Петербург–Пушкин, 25–27 февраля 2016 года. – Санкт-Петербург–Пушкин: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, – 2016. – С. 17–20.

81. Донских, Н.А. Урожайность многолетних злаковых травостоев и качество сырья в зависимости от срока скашивания в условиях Ленинградской области / Н.А. Донских, А.А. Лозовой // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 58. – С. 14–19. – DOI 10.24411/2078-1318-2020-11014.

82. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований / Б.А. Доспехов. – М.: Альянс, – 2014. – 386 с.

83. Дринча, В.М. Подсев семян трав на лугах и пастбищах / В.М. Дринча // Кормопроизводство. – 2011. – № 11 – С. 46–48.

84. Дронова, Т.Н. Научное обоснование и технология выращивания программированных урожаев многолетних трав на орошаемых землях в зоне сухих степей Нижнего Поволжья: автореф. дис. д–ра с.-х. наук: 06.01.09 / Дронова Тамара Николаевна. – Волгоград, – 1995. – 46 с.

85. Душечкин В.И. О биологических причинах, определяющих зимостойкость многолетних злаковых трав // Доклады Академии наук СССР. – 1952. Т. 85. – № 1. – С. 207–210.

86. Евсеева, Г.В. Фестулолиум (Festulolium) – новая кормовая культура в Карелии // Кормопроизводство. – 2015. – № 6. – С. 18–21.

87. Евсеева, Г.В. Разработка технологии создания и использования пастбищных агрофитоценозов в условиях Карелии / Г.В. Евсеева, К.Е. Яковлева, О.А. Голубева // Зерновое хозяйство России. – 2010. – № 3 (9). С. 64–67.

88. Евсеева, Г.В. Формирование злаковых пастбищных агрофитоценозов в условиях Карелии / Г.В. Евсеева, К.Е. Яковлева, О.А. Голубева // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. – 2009. – № 11. – С. 41–43.

89. Евсеева, Г.В. Формирование злаковых пастбищных агрофитоценозов в условиях Карелии / Г.В. Евсеева, К.Е. Яковлева, О.А. Голубева // Кормопроизводство. – 2010. – № 4. – С. 6–9.

90. Евтефеев, Ю.В. Основы агрономии: учебное пособие / Ю.В. Евтефеев, Г.М. Казанцев. – Барнаул: Изд–во АГАУ, – 2006. – 376 с.

91. Егорова, Г.С. Эффективность возделывания эспарцета на семена под покров ярового ячменя в Волгоградской области / Г.С. Егорова, Л.В. Лебедева // Инновационные технологии и технические средства возделывания кормовых культур в зонах сухого земледелия на основе адаптивных и перспективных систем земледелия: Сборник материалов Международной научно-практической

конференции. Волгоград, 29 сентября – 1 октября 2009 г.: ИПК «Емва», – 2010. –С. 53–55.

92. Епифанов, В.С. Интенсивная технология возделывания орошаемых многолетних трав / В.С. Епифанов // Инф. Листок. – № 202–86, ЦНТИ. – Пенза, – 1985. – 3 с.

93. Жеруков, Б.Х. Формирование и деятельность симбиотического аппарата люцерны в зависимости от вида покровной культуры, засоренности посева и внесения удобрений / Б.Х. Жеруков, Б.С. Бжеумыхов // Доклады ТСХА. Мин. сел. хоз-ва РФ, Рос. гос. аграр. ун-т – МСХА им. К.А. Тимирязева. Вып. 277 [под ред. А.В. Захаренко] Москва: ФГОУ ВПО РГАУ – МСХА им.К.А. Тимирязева, – 2005. – С. 108–110.

94. Жезмер, Н.В. Экономическая эффективность долголетнего многоукосного использования разнопоспевающих злаковых травостоев для заготовки сенажа / Н.В. Жезмер // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: Сборник научных трудов. Том Выпуск 25 (73). – Лобня: Всероссийский научно-исследовательский институт кормов им. В.Р. Вильямса, – 2021. – С. 87–93. – DOI 10.33814/МАК–2021–25–73–87–93.

95. Жученко, А.А. Адаптивное растениеводство (эколого–генетические основы). – Кишинев: Штиница, – 1990. – 431 с.

96. Жученко, А.А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства (концепция). – Пущино: ОНТИ ПНЦ РАН, – 1994. – 148 с.

97. Жученко, А.А. Рожь – стратегическая культура в обеспечении продовольственной безопасности России в условиях глобального и локального изменения погодно-климатических условий. – Киров: НИИСХ Северо-Востока, – 2009. – С. 9–10.

98. Жученко, А.А. Обеспечение продовольственной безопасности России в XXI веке на основе адаптивной стратегии устойчивого развития АПК (теория и практика). – Киров: НИИСХ Северо–Востока, – 2009. – 274 с.

99. Завалин, А.А. Оптимизация минерального питания и продуктивности растений при использовании биопрепаратов и удобрений / А.А. Завалин // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29, – № 5. – С. 26–28.

100. Загребаев, И.И. Улучшение кормовых угодий на солонцах и луговых почвах. Западно-Сибирское книжное изд-во, Новосибирск. – 1977. – С. 24.

101. Захаренко, А.В. Возделывание клевера лугового на хозяйственые семена в кормовые Предуралье / А.В. Захаренко, Ю.Н.Зубарев, И.Ш. Фатыхов, Н.И. Касаткина // Известия ТСХА. – 2002. – № 12. – С. 81–98.

102. Зезин, Н.Н. Современное кормопроизводство Урала (монография) / Н.Н. Зезин, А.Э. Панфилов, А.Е. Нагибин [и др.]; Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН, Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства. – Екатеринбург: Информационно-рекламное агентство Уральской Торговой Компании, 2019. – 265 с. – ISBN 978-5-6041218-3-2.

103. Золотарев, В.Н. Эколого-биологические и технологические основы возделывания райграса / В.Н. Золотарев [и др.]. – Астана, – 2008. – 736 с.

104. Золотарев, В.Н. Отличительные особенности сортов овсянице-райграсовых гибридов при возделывании на семена / В.Н. Золотарев, Н.И. Переправо // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. – 2016. – № 12. – С. 314–317.

105. Золотарев, В.Н. Научные принципы создания и уборки высокопродуктивных семенных агрофитоценозов кормовых культур / В.Н. Золотарев и др. // Кормопроизводство: проблемы и пути решения. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», – 2007. – С. 404–417.

106. Золотарев, В.Н. Оценка взаимодействия видов многолетних мятликовых трав (POACEAE) с клевером ползучим (TRIFOLIUM REPENS L.) в смешанных агрофитоценозах в контексте биологизации семеноводства / В.Н. Золотарев // Адаптивное кормопроизводство. – 2020. – № 4. – С. 46–66. – DOI 10.33814/AFP-2222-5366-2020-4-46-66.

107. Золотарев, В.Н. Средообразующая роль многолетних трав и эффективность использования микробиологических препаратов в качестве деструкторов их

дернины / В.Н. Золотарев, Г.В. Степанова // Адаптивное кормопроизводство. – 2021. – № 4. – С. 26–45. – DOI 10.33814/AFP-2222-5366-2021-4-26-45.

108. Зотов, А.А. Эффективность создания сеяных пастбищ на основе райграса пастбищного в Нечерноземье / А.А. Зотов // Кормопроизводство. – 2006. – № 2. – С. 9–14.

109. Зотов, А.А. Злаковые и бобово-злаковые травостои на основе райграса пастбищного и фестулолиума / А.А. Зотов, К.Н. Привалова // Кормопроизводство: проблемы и пути решения. – М.: ГНУ ВНИИ кормов. – 2007 – С. 52–60.

110. Зотов, А.А. Питательность корма сеяных сенокосов в зависимости от способа их создания в Нечерноземье / А.А. Зотов, А.В. Шевцов, Н.Н. Щукин // Кормовая база КРС–2012. Перспективы развития кормовой базы отечественного животноводства с целью повышения продуктивности крупного рогатого скота: Материалы Международной конференции, Москва, 18–20 июня 2012 года. – Москва: ООО "Пищепромиздат", – 2012. – С. 284–289.

111. Зуев, Н.А. Приемы обработки пласта многолетних трав под озимые зерновые культуры в условиях серых лесных почв Брянской области: автореф. дис. канд. с.-х. наук / Н.А. Зуев. – Минск, – 1966. – 22 с.

112. Иванов, Д.А. Мониторинг влияния факторов природной среды на урожайность травостоев / Д.А. Иванов, М.В. Рублюк, О.В. Карасева // Кормопроизводство. – 2019. – № 8. – С. 10–14.

113. Иваненко, А.С. Озимая рожь в Сибири. – М.: Колос, – 1983. – 104 с., ил.

114. Иванова, Н.Н. Особенности формирования устойчивой продуктивности пастбищных травостоев на осушаемых землях Нечерноземной зоны / Н.Н. Иванова [и др.]. // Кормопроизводство. – 2016. – № 8. – С. 16–21.

115. Иванова, Н.Н. Приемы получения устойчивой продуктивности пастбищных травостоев на осушаемых землях Нечерноземья / Н.Н. Иванова, Н.Н. Амбросимова, Е.О. Хохолева // Вестник государственного аграрного университета Северного Зауралья. – 2016. – № 3 (34). – 67–72.

116. Иванова, Е.П. Продуктивность покровных культур и подпокровных посевов люцерны в условиях Приморского края / Е.П. Иванова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 10 (132). – С. 17–20.

117. Ивасюк, Е.В. Продуктивность клевера лугового и люцерны изменчивой в одновидовых и парных травосмесях с клевером ползучим: автореф. дис. канд.с.-х. наук: 06.01.09 / Ивасюк Елена Викторовна. – М., – 2005. – 17 с.

118. Изместьев, В.М. Эффективность минеральных удобрений в кормовых севооборотах с многолетними агрофитоценозами / В.М. Изместьев, В.А. Соколова, А.К. Свечникова // Сборник докладов Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в адаптивно-ландшафтном земледелии. Суздаль, 20 – 30 июня». – 2015 г – С. 273–276.

119. Ильина, Л.В. Технология обработки клеверного пласта на юге Нечерноземья / Л.В. Ильина, Л.В. Потапова // Кормопроизводство. – 1992. – № 5. – С. 27–29.

120. Иодко, С.Л. Новая модификация дисульфофенолового метода определения нитратов в почве / С. Л. Иодко, И. Н. Шарков // Агрохимия. – 1994. – № 4. – С. 95-97.

121. Ишакаева, М.К. Морфологические и биологические особенности костреца безостого в травосмеях высеваемых в Северном Прикаспии / М.К. Ишакаева // В сборнике: Материалы Международной научной конференции молодых ученых и специалистов, посвященной 150-летию со дня рождения А.Я. Миловича. Сборник статей. – Москва, – 2024. – С. 289–293.

122. Ишмуратов, Х.Г. Содержание и переваримость питательных веществ сена и сенажа из бобово-злаковых травосмесей в рационах бычков / Х.Г. Ишмуратов, Б.Г. Шарифянов, И.Ф. Юмагузин, Ф.М. Шагалиев // Инновационные технологии в сельском хозяйстве, ветеринарии и пищевой промышленности: сборник научных статей по материалам 85–й Международной Научно–практической конференции «Аграрная наука – Северо–Кавказскому федеральному округу», Ставрополь, 15 мая 2020 года. – Ставрополь: ФГБОУ ВО Ставропольский государственный аграрный университет, – 2020. – С. 152–157.

123. Казанцев, В.П. Луговое кормопроизводство / В.П. Казанцев. – Новосибирск, – 2002. – 184 с.

124. Калиничев, Е.А. Кормовая продуктивность фестулолиума в зависимости от приемов возделывания / Е.А. Калиничев, А.А. Галиуллин // Инновационные технологии в АПК: теория и практика: Сборник статей XI Международной научно-практической конференции. Под научной редакцией А.А. Галиуллина, В.А. Кошеляева, О.А. Тимошкина. – Пенза: –2023. – С. 77–82.

125. Калюк, Г. Н. Возделывание многолетних трав на юге Западной Сибири / Г.Н. Калюк. – Новосибирск: Росса, – 1994. – 234 с.

126. Каращук, И.М. Эспарцет в Западной Сибири / И.М. Каращук – Новосибирск: Зап. Сиб. кн. изд–во, – 1978. – 78 с.

127. Капсамун, А.Д. Многолетние бобовые травы на осушаемых землях Нечерноземья / А.Д. Капсамун, Е.Н. Павлючик, Н.Н. Иванова // Монография. – Тверь: Твер. гос. ун–т, –2018. – С. 34.

128. Касаткина, Н.И. Особенности роста и развития многолетних трав на основе клевера лугового тетраплоидного / Н.И. Касаткина, Ж.С. Нелюбина // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2019. – Т. 20. – № 3. – С. 247–255. – DOI: 10.30766/2072-9081.2019.20.3.247-255.

129. Касаткина, Н.И. Кормовая продуктивность сортов тимофеевки луговой / Н.И. Касаткина, Ж.С. Нелюбина, А.А. Исаков // В сборнике: Научные инновации в развитии отраслей АПК. Материалы Международной научно-практической конференции. В 3-х томах. – 2020. – С. 38–40.

130. Касумов, Н.Э. Актуальные проблемы развития молочного скотоводства России / Н.Э. Касумов // Вестник РГАЗУ. – 2009. – № 7 (12). – С. 201–204.

131. Качанов, А.Н. Эффективность использования фестулолиума в чистом виде и в составе бинарных травосмесей / А.Н. Качанов, У.О. Захаренкова // Научный поиск молодежи XXI века: сб. науч. тр. – Горки: БГСХА, – 2015. – С. 21–23.

132. Кашеваров, Н.И. Суданка в кормопроизводстве Сибири / Н.И. Кашеваров, Р.И. Полюдина, Н.В. Балыкина, А.П. Штаус. – Новосибирск, – 2004. – 224 с.

133. Кашеваров, Н.И. Удобрения в кормопроизводстве Сибири / Н.И. Кашеваров, В.А. Бенц, Г.А. Демарчук, А.Ф. Корзухина // Кормопроизводство. – 1997. – № 11. – С. 2–5.

134. Кашеваров, Н.И. Луговое кормопроизводство в Сибири / Н.И. Кашеваров, А.М. Мустафин; Рос. Акад. с.-х. наук. Сиб. отд-ние. Сиб. научн.-исслед. ин-т кормов. – Новосибирск, – 2014. – 208 с.

135. Кашеваров, Н.И. Урожайность костреца безостого в разных природно-климатических зонах Сибири / Н.И. Кашеваров, А.Г. Тюрюков, Г.М. Осипова // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. – № 11. – С. 81–83.

136. Кашеваров, Н.И. Проблемные вопросы сельского хозяйства и кормопроизводства / Н.И. Кашеваров; – Новосибирск, – 2016. – 106 с.

137. Кашеваров, Н.И. Проблемы оптимизации кормопроизводства в Сибири / Н.И. Кашеваров, В.Ф. Резников // ФГБНУ СибНИИ кормов. – Новосибирск, – 2016. – 87 с.

138. Кашеваров, Н.И. Перспективы использования фестулолиума в кормопроизводстве Сибири / Н.И. Кашеваров, Т.А. Садохина // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2018. – Т. 48, № 6. – С. 56–62. – DOI 10.26898/0370-8799-2018-6-8.

139. Кирилкин, С.С. Продуктивность бинарных травосмесей эспарцета песчаного и люцерны изменчивой со злаковыми травами / С.С. Кирилкин, Б.В. Шелюто // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 2. – С. 135–138.

140. Киричкова, И.В. Агробиологические аспекты повышения почвенного плодородия и трансформации агрофизических свойств почвы при возделывании многолетних трав в Нижнем Поволжье / И.В. Киричкова. – Волгоград: ИПК ФГОУ ВПО ВГСХА «Нива», – 2008. – 204 с.

141. Киричкова, И.В. Продуктивность многолетних трав первого года жизни в зависимости от способа посева и удобрений / И.В. Киричкова // Мировые научно-технические тенденции социально-экономического развития АПК и сельских территорий: Международная научно-практическая конференция, посвященная 75-

летию окончания Сталинградской битвы, Волгоград, 31 января–02 февраля 2018 г. – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, – 2018. – Том 4. – С. 212–219.

142. Киселева, Л.В. Влияние сроков скашивания на продуктивность многолетних трав в лесостепи Среднего Поволжья / Л.В. Киселева, Д.Л. Вавилов, Р.В. Киселев // Актуальные вопросы растениеводства и кормопроизводства в XXI веке: Сборник научных трудов Международной научно–практической конференции, посвященной 40-летию научной школы кормовиков, Кинель, 27 октября 2017 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Самарская государственная сельскохозяйственная академия. – Кинель: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, – 2017. – С. 73–78.

143. Кислов, А.В. Биологические основы возделывания кормовых культур и интенсификация кормопроизводства при организации зеленых и сырьевых конвейеров в степной зоне Южного Урала: автореф. дис. док–ра. с.–х. наук / А.В. Кислов. – Волгоград, – 1980. – 47 с.

144. Кислицына, А.П. Продуктивность кормовой массы фестулолиума в одновидовых и смешанных посевах с клевером луговым / А.П. Кислицына, В.А. Фигурин // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Горки: БГСХА, – 2016. – С. 197–199.

145. Клименко, В.П. Технологические основы приготовления сенажа: научно-практические рекомендации / В.П. Клименко, А.С. Абрамян, В.М. Косолапов [и др.]. – Москва: Российская академия кадрового обеспечения агропромышленного комплекса, – 2024. – 40 с. – ISBN 978–5–93098–141–4. – DOI 10.33814/senazh_2024_40.

146. Ковалец, Г.И. Овсянице-райграсовый гибрид – перспективная кормовая культура / Мелиорация переувлажненных земель. – 2006. – № 1. – С. 174–177.

147. Козлова, Л.М. Биоэнергетическая эффективность фитоагроценозов при возделывании многолетних бобово-злаковых трав / Л.М. Козлова, А.К. Свечников // Земледелие. – 2022. – № 1. – С. 14–19. doi: 10.24412/0044-3913-2022-1-14-19.

148. Козырева, М.Ю. Потребление азота посевами люцерны в зависимости от режима азотного питания / М.Ю. Козырева, Л.Ж. Басиева // Нива Поволжья. –2020. – № 3 (56). – С. 50–56.

149. Козырев, А.М. Влияние минеральных удобрений на продуктивнсоть злаковых пастбищ. – В кн.: Кормопроизводство Сибири и Дальнего Востока. Сб. научн. трудов, Т. 3. – 1976. – С. 73–77.

150. Колесников, В.А. Энергосберегающая технология при омоложении старосеяного травостоя / В.А. Колесников // Кормопроизводство – 2009. – № 11 – С. 3–5.

151. Коломейченко, В.В. Луговое кормопроизводство Центрально–Черноземного региона / В.В. Коломейченко, Д.И. Щедрина, В.С. Бобылев, А.Ф. Попов // Учебное пособие. – Воронеж: ВГАУ, – 1999. – С. 322.

152. Коломейченко, В.В. Кормопроизводство: Учебник. – СПб.: Издательство «Лань», 2015. – 656 с.

153. Коломейченко, В.В. Выращивание многолетних трав на хозяйственые семена / В.В. Коломейченко // Кормопроизводство. – 2000. – № 3. – С. 21–26.

154. Коммодов, В.В. Улучшение естественных пастбищ на овражно–балочных землях / В.В. Коммодов, Г.Г. Данилов. – М.: Колос, 1975. –191 с.

155. Кондратов, В.В. Питательная ценность фестулолиума в зависимости от применения минеральных азотных удобрений в лесостепи Центрального Черноземья / В.В. Кондратов, В.Н. Образцов, Д.И. Щедрина // Агротехнологии XXI века: матер. Международной научно-практической конференции. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – С. 84–90.

156. Коновалова, Н.Ю. Создание продуктивных агрофитоценозов разных сроков созревания на основе фестулолиума в условиях европейского севера России / Н.Ю. Коновалова, И.Л. Безгодова, Е.Н. Прядильщикова, С.С. Коновалова // Владимирский земледелец. – 2017. – № 3 (81). – С. 14–17.

157. Коновалова, Н.Ю. Влияние агротехнических приемов на семенную продуктивность многолетних бобовых трав в условиях Европейского Севера РФ /

Н.Ю. Коновалова // Перспективы развития айширской породы крупного рогатого скота в России: Сборник научных трудов. – Вологда–Молочное, 2008. – С. 121–124.

158. Коновалова, Н.Ю. Эффективность бобово-злаковых травосмесей на основе фестулолиума в условиях европейского севера России / Н.Ю. Коновалова [и др.] // Кормопроизводство. – 2014. – № 2. – 33–36.

159. Коновалова, Н.Ю. Возделывание бобово-злаковых травосмесей на основе фестулолиума в условиях европейского севера России / Н.Ю. Коновалова, С.С. Коновалова // Молочнохозяйственный вестник, 2015. – № 3 (19). – С. 66–73.

160. Коновалова, Н.Ю. Возделывание фестулолиума в составе бобово-злаковых травостоев в условиях европейского севера России / Н.Ю. Коновалова, С.С. Коновалова // Совмещенные посевы полевых культур в севооборотах агроландшафта: международная научная экологическая конференция. – Краснодар: ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина. – 2016. – С. 305–309.

161. Константинова, А.М. Селекция люцерны на многоукосность / А.М.Константинова // Сб. научных трудов / ВНИИК им. В.Р. Вильямса. – М., 1974. – Вып. № 7. – С. 188–196.

162. Константинов, М.Д. Фитомелиоративные луговые севообороты на солонцовых почвах Западной Сибири / М.Д. Константинов, Т.Г. Ломова, М.А. Кухарь ; Рос. акад. с.-х. наук. Сиб. регион. отд-ие. Сиб. науч.-исслед. ин-т кормов. – Новосибирск, 2011. – 104 с.

163. Конюшков, Н.С. К вопросу боронования лугов / Н.С.Конюшков // Вопросы производства кормов: Сб. науч. тр. – Сельхозгиз, 1954. – Вып. 4.

164. Концепция развития кормопроизводства в РФ. – Москва, 1999. – 70 с.

165. Копырин, В.И. Кормопроизводство в Западной Сибири / В.И. Копырин: Западно-Сибирское книжное издательство, 1972. – С. 37–41.

166. Кормопроизводство / Н.В. Парахин, И.В. Кобозев, И.В. Горбачев и др. – М.: Колос, 2006. – 432 с.

167. Кормопроизводство на солонцовых землях Западной Сибири: рекомендации / Рос. акад. с.-х. наук. Сиб. регион. отд-ние, Сиб. науч.-исслед. инт-т кормов; отв. За вып.: М.Д. Константинов. – Новосибирск, 2010. – 48 с.

168. Коровин, А.И. Осенне-весенние условия погоды и урожай озимых / А.И. Коровин, Е.В. Мамаев, В.М. Мокиевский; – М.: Гидрометеоиздат, 1997. – 159 с.

169. Корогодова, Н.С. Минеральные удобрения / Пер. с нем. Н.С. Корогодова и Г.П. Шульцева. – М.: Колос, 1975. – 398 с.

170. Корчагин, А.А. Комплексная оценка технологии возделывания многолетних трав в условиях Верхневолжья / А.А. Корчагин, Л.И. Ильин, Т.С. Бибик [и др.]. – Аграрный вестник Верхневолжья. 2018. – № 1 (22). – С. 5–9.

171. Костенко, С.И. Селекция многолетних злаковых трав для адаптивного кормопроизводства / С.И. Костенко, В.М. Косолапов, С.В. Пилипенко, Е.С. Костенко // Кормопроизводства. – 2016. – № 8. – С. 35–38.

172. Костыренко, Е.И. Влияние способов разделки пласта многолетних трав на агрофизические и биологические свойства светло-каштановых почв / Е.И. Костыренко // Эволюция и деградация почвенного покрова: Сборник научных статей по материалам V Международной научной конференции, Ставрополь, 19–22 сентября 2017 года. – Ставрополь: Общество с ограниченной ответственностью "СЕКВОЙЯ", 2017. – С. 332–334.

173. Косолапов, В.М. Повышение качества кормов – непременное условие успешного развития животноводства / В.М. Косолапов, В.А. Бондарев, В.П. Клименко // Аграрная наука. – 2008. – № 1. – С. 27–29.

174. Косолапов, В.М. Комплексная сравнительная оценка химического состава и продуктивного действия фестулолиума ВИК–90 / В.М. Косолапов. – AFP. – 2012. – № 3 (11). – С. 26–28.

175. Косолапов, В.М. Координация исследований по кормопроизводству / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Н.А. Ларетин // Кормопроизводство. – 2012. – № 6. – С. 5–7.

176. Косолапов, В.М. Кормопроизводство в животноводстве и земледелии / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов // Инновационные технологии возделывания

сельскохозяйственных культур в Нечерноземье: Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 75-летию образования Владимирского НИИСХ Россельхозакадемии, Суздаль, 02–04 июля 2013 года / Владимирский НИИСХ. Т. 1. – Суздаль: ПресСто, 2013. – С. 13–17.

177. Косолапов, В.М. Координация и эффективность научных исследований по кормопроизводству / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Н.А. Ларетин // Кормопроизводство, – 2014. – № 2. – С. 3–8.

178. Косолапов, В.М. Объемистые корма из бобово-злаковых травосмесей в рационах кормления крупного рогатого скота / В.М. Косолапов, Б.Г. Шарифянов, Х.Г. Ишмуратов [и др.]; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации; Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса; Министерство сельского хозяйства Республики Башкортостан; Башкирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства УФИЦ РАН. – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования "Российская академия кадрового обеспечения агропромышленного комплекса", 2021. – 184 с. – ISBN 978-5-93098-108-7. – DOI 10.33814/monography-2021-184.

179. Косолапова, В.Г. Аминокислотный состав люцерны разных сортов / В.Г. Косолапова, В.М. Косолапов, Г.В. Степанова // Кормопроизводство. – 2023. – № 8. – С. 18–21.

180. Котова, З.П. Динамика формирования пастбищных травостоев в условиях Республики Карелия / З.П. Котова, Г.В. Евсеева, С.Н. Смирнов // Комопроизводство. – 2014. – № 6. – С. 9–12.

181. Кравцов, В.В. Сорт фестулолиума для сенокосов и пастбищ / В.В. Кравцов, В.А. Кравцов, Н.В. Надминов // Кормопроизводство. – 2013. – № 10. – С. 19.

182. Краткий справочник агронома. М., «Колос», 1972. 312 с.

183. Кудряшова, Н.И. Влияние различных агроприемов возделывания на химический состав бобово-мятликовых травосмесей / Н.И. Кудряшова, А.В. Кудряшов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и

высшее профессиональное образование. – 2023. – № 1 (69). – С. 208–216. DOI: 10.32786/2071-9485-2023-01-22.

184. Кузнецов, И.Ю. Формирование высокопродуктивных агроценозов кормовых культур в Республике Башкортостан: специальность 06.01.01 / дис. доктора с.–х. наук / Кузнецов Игорь Юрьевич. – Владикавказ, 2017. – 481 с.

185. Кузнецов, В.М. Особенности заготовки кормов и способы улучшения кормовых рационов для лактирующих коров Сахалинской популяции голштинской породы / В.М. Кузнецов, Р.П. Ирейкина // В сборнике: Научное обеспечение, особенности и перспективы развития сельского хозяйства Дальневосточного региона. Сборник научных статей по материалам региональной научно-практической конференции. 2017. С. 60–72.

186. Кулешов, Г.Ф. Селекция и семеноводство овсянице-райграсового гибрида (фестулолиум) в Нечерноземной зоне / Г.Ф. Кулешов [и др.] // Вопросы физиологии, селекции и технологии возделывания сельскохозяйственных культур: материалы науч.-практ. конф. – Орел: ВНИИЗбКК, 2001. – С. 172–175.

187. Кулешов, Г.Ф. Селекция основных видов многолетних злаковых трав / Г.Ф. Кулешов // Глава в книге «Селекция и семеноводство многолетних трав». – М.: ВНИИ кормов, 2005. – С. 152–209.

188. Кулешов, Г.Ф. Основные направления селекции и создания сортов многолетних злаковых трав с повышенной средообразующей функцией / Г.Ф. Кулешов [и др.] // Адаптивное кормопроизводство: проблемы и пути решения. – М.: ФГНУ «Росинформагротех». – 2002. – С. 318–350.

189. Куликов, З.А. Приемы возделывания фестулолиума на семена / З.А. Куликов, Н.И. Переправо // Современные технологии в сельскохозяйственной науке и производстве (посвящается 130–летию со дня рождения А.П. Шехурдина): материалы Междунар. науч.–практ. конф. – Саратов: ФГБНУ «НИИСХ Юго–Востока», 2016. – С. 178–181.

190. Кутузова, А.А. Увеличение производства растительного белка / А.А. Кутузова, Ю.К. Новоселов, А.В. Гарист [и др.] ; – М.: Агропромиздат, 1985. – 191 с.

191. Кутузова, А.А. Эффективность создания клеверо-райграсовых пастбищ / А.А. Кутузова, Е.Г. Седова // Земледелие. – 2008. – № 6. – С. 39–40.

192. Кутузова, А.А. Этапы травяные развития луговодства, современные достижения и кормовые рекомендаци перспективы / А.А. Кутузова, Д.М. Тебердиев, К.Н. Привалова, А.А. Зотов // Кормопроизводство. – 2012. – № 6. – С. 8–10.

193. Кутузова, А.А. Экономическая эффективность создания и использования культурных пастбищ для молочного скота в современных условиях / А.А. Кутузова, К.Н. Привалова, Д.М. Тебердиев [и др.] // Кормопроизводство. – 2020. – № 4. – С. 9–14.

194. Кучин, Н.Н. Варьирование энергетической и протеиновой ценности многолетних трав на разных стадиях онтогенеза и при провяливании / Н.Н. Кучин // Вестник НГИЭИ. 2012. – № 6 (13). – С. 28–44.

195. Кучин, Н.Н. Технологические особенности силосования многолетних бобовых трав / Н.Н. Кучин, А.П. Мансуров // Кормопроизводство. – 2017. – № 7. – С. 33–37.

196. Кучин Н.Н. Изменения содержания сухого вещества в растениях козлятника восточного в зависимости от яруса и возраста травостоя / Н.Н. Кучин // Вестник НГИЭИ. – 2022. – № 7 (134). – С. 7–21. DOI: 10.24412/2227-9407-2022-7-7-21.

197. Кшникаткина, А.Н. Продуктивность черноголовника многобрачного в зависимости от покровной культуры / А.Н. Кшникаткина, И.Ю. Юдин // Нива Поволжья. – 2019. – № 3 (52). – С. 131–138.

198. Кшникаткина, А.Н. Продуктивность клевера паннонского (Trifolium pannonicum Jacq.) в зависимости от уровня минерального питания в условиях Среднего Поволжья / А.Н. Кшникаткина, А.В. Семенчев // Нива Поволжья. – 2013. – № 2 (27). – С. 54–60.

199. Кшнякин, В.А. Улучшение засоленных пойменных лугов в условиях Оренбургской области: автореферат дисс. на соискание ученой степени канд. с.–х. наук. Волгоград. 1973 г. 24 с.

200. Лазарев, Н.Н. Способы создания сеяных лугов на залежных землях / Н.Н. Лазарев, А.А. Шибуков, Ф.В. Зубков // Известия ТСХА, вып. 1, 2014. – С. 70–81.

201. Лазарев, Н.Н. Урожайность козлятника восточного и люцерны изменчивой при долголетнем использовании / Н.Н. Лазарев, О.В. Кухаренкова, Е.М. Куренкова // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2018. – № 2 (362). – С. 56–58.

202. Лазарев, Н.Н. Эффективность различных способов обработки и гербицидов при создании сеяных лугов на зележных землях / Н.Н. Лазарев, А.А. Шибуков, Ф.В. Зубков // Кормопроизводство – 2014. – № 1. – С. 13–16.

203. Лазарев, Н.Н. Продуктивное долголетие злаковых и бобовых трав в зависимости от кратности скашивания и удобрения / Н.Н. Лазарев, Г.Е. Мерзлая, А.М. Стародубцева // Плодородие. – 2017. – № 3. – С. 13–15.

204. Ламан, Н.А. Методическое руководство по исследованию смешанных агрофитоценозов / Н.А. Ламан, В.П. Самсонов, В.Н. Прохоров // Минск: Навука і тэхніка, 1996. – 101 с.

205. Ларин, И.В. Луговодство и пастбищное хозяйство / И.В. Ларин; Л.: Колос, 1969. – С. 336–337.

206. Леонтьев, В.М. Основы земледелия и кормопроизводства / В.М. Леонтьев, И.П. Карнауков, Д.А. Иванов; – М. 1963. – С. 400–402.

207. Лешко, Н.Л. Использование некоторых многолетних злаковых трав в условиях Витебской области / Н.Л. Лешко // Молодежь и инновации – 2011: материалы Междунар. науч.–практ. конф. – Горки: БГСХА, 2011. – Ч. 1. – С. 191–193.

208. Лисина, А.Ю. Эффективность использования земель в сельскохозяйственном производстве / А.Ю. Лисина, Е.Е. Борисова, А.В. Мартьянычев [и др.]. – Княгинино: Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, 2024. – 200 с. – ISBN 978-5-91592-119-0.

209. Листков, В.Ю. Оптимизация технологических приемов создания и использования агроценозов галеги восточной в лесостепной зоне Западной Сибири: автореф. дис. … канд. с.-х. наук. – 2007. – 18 с.

210. Листков, В.Ю. Семенная продуктивность клевера красного при различных способах сева и нормах высева / В.Ю. Листков // Современные проблемы и пути их решения в науке, производстве и образовании. – 2019. – № 8. – С. 88–94.

211. Лукашов, В.Н. Продуктивность и качество корма различных сортов фестулолиума на серых лесных почвах Калужской области / В.Н. Лукашов, А.Н. Исаков // Кормопроизводство. – 2016. – № 4. – С. 39–41.

212. Лукашов, В.Н. Продуктивность, питательная и энергетическая ценность травосмесей фестулолиума с бобовыми при разных способах посева в условиях Калужской области / В.Н. Лукашов, А.Н. Исаков // Кормопроизводство. – 2020. – № 2. – С. 13–17.

213. Лукиных, Г.Л. Морфобиологическая характеристика многолетних злаковых трав, используемых для создания газонов в условиях Среднего Урала: методические указания / Г.Л. Лукиных, С.Н. Луганская. – Екатеринбург: Уральский НИИСХ, 2010. – 35 с.

214. Лукиных, Г.Л. Перспективные тетраплоидные сорта фестулолиума для условий Среднего Урала / Г.Л. Лукиных // Кормопроизводство. – 2007. – № 8. – С. 23–25.

215. Лукиных, Г.Л. Отдаленная гибридизация в селекции многолетних злаковых трав / Г.Л. Лукиных // Вестник КрасГАУ. – 2007. – № 2. – С. 86–94.

216. Луковин, С.К. Програмирование урожаев многолетних трав / С.К. Луковин, А.Н. Клюшкин, В.И. Вдовин // Рекомендации. – Фрунзе, – 1984. – С. 13.

217. Лупашку, М.Ф. Люцерна / М.Ф. Лупашку. – М.: Агропромиздат, 1988. – 256 с.

218. Макарова, Г.И. Многолетние травы Сибири / Г.И. Макарова; – Новосибирск: Зап.–Сиб. кн. изд-во, 1965. – 200 с.

219. Макарова, Г.И. Многолетние кормовые травы Сибири / Г.И. Макарова; Зап. – Сиб. кн. изд-во, 1974. – 248 с.

220. Малозатратные технологии реконструкции деградированных естественных кормовых угодий Западной Сибри: Методические рекомендации /

Россельхозакадемия: ГНУ СибНИИ кормов; ГПУ СибИМЭ; [Отв. за выпуск А.М. Мустафин]. – Новосибирск, 2010. – 33 с.

221. Мартыко, Ю.И. Влияние способов размещения компонентов травосмеси на продуктивность орошаемых пастбищ в условиях лесостепи Западной Сибири // Сиб. вест. с.–х. науки. – 1980. – № 6. – С. 113–115.

222. Матвеев, Г.В. Посевы костреца безостого и люцерны полосами / Г.В. Матвеев // Земля сиб., дальнев. – 1982. – № 1. – С. 24.

223. Машьянов, М.А. Зависимость урожая травостоев от включенных в них видов луговых растений в почвенно-климатических условиях Вологодской области / М.А. Машьянов, В.В. Ганичева // Молочнохозяйственный вестник. – 2012. – № 1 (5). – С. 21–27.

224. Медведев, Г.А. Многолетние травы при орошении / Г.А. Медведев; – М.: Росагропромиздат, 1989. – 175 с.

225. Мееровский, А.С. Оценка продуктивности и питательности корма различных видов многолетних злаковых трав при сенокосном использовании / А.С. Мееровский [и др.]. // Мелиорация. – 2014. – № 1 (71). – С. 100–104.

226. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / Рос. акад. с.-х. наук; [Подгот. Ю.К. Новоселов и др.]. – М.: РАСХН, 1997. – 156 с.

227. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [Текст]: [В 7 вып.] / Гос. комис. по сортоиспытанию с.-х. культур при Мин-ве сельск. хоз-ва СССР. – Москва: Колос, 1971. – 22 с.

228. Методическое пособие по агроэнергетической и экономической оценке технологий и систем ведения кормопроизводства / Рос. акад. с.-х. наук. Всероссийский научно-исследовательский институт кормов им. В. Р. Вильямса. Фонд им. А. Т. Болотова – М., – 2000. – 52 с.

229. Мешетич, В.Н. Перезалужение старовозрастных орошаемых сенокосов в лесостепной зоне Северного Казахстана: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. – Новосибирск. 1993 г. –19 с.

230. Мешетич, В.Н. Формирование бобовых травостоев в одновидовых посевах и агрофитоценозах с кострецом безостым / В.Н. Мешетич, В.П. Олешко // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2012. – № 5 (228). – С. 32–37.

231. Минеев, В.Г. Агрохимия, биология и экология почвы / В.Г. Минеев, Е.Х. Рempe. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 206 с.

232. Михайличенко, А.Б. Разработка приемов улучшения старосеяных злаковых пастбищ на суходолах центрального района Нечерноземной зоны: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. – М. 1992. – 16 с.

233. Мишук, Е.М. Технология возделывания овсянице-райграсового гибрида на семена / Е.М. Мишук, Г.И. Ковалец // Мелиорация. – 2008. – № 1 (59). – С. 197–205.

234. Мовсисянц, А.П. Луга – наше богатство / А.П. Мовсисянц; – Издательство «Знание». Москва, 1969. – 47 с.

235. Монгуш, Л.Т. Покровный и беспокровный посев многолетних трав в условиях республики Тыва / Л.Т. Монгуш // Вестник РГАТУ, – № 4 (44), 2019. –С. 41–45.

236. Мустафин, А.М. Улучшение естественных и старовозрастных лугов в Сибири / А.М. Мустафин, А.Г. Тюрюков, К.В. Филиппов // монография; СФНЦА РАН. – Новосибирск: СФНЦА РАН, 2017. – 116 с.

237. Мухина, Н.А. Клевер красный / Н.А. Мухина. – Л.: Колос, 1971. – 88 с.

238. Нагибин, А.Е. Травы в системе кормопроизводства Урала (монография) А.Е. Нагибин, М.А. Тормозин, А.А. Зырянцева. – Екатеринбург. Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательсикй центр Уральского отделения Российской академии наук», 2018. – 784 с.

239. Надежкин, С.Н. Сроки укоса люцерны / С.Н. Надежкин // Уральские Нивы. – 1984. – № 5. – С. 30.

240. Надежкин, С.Н. Усовершенствованная технология возделывания клевера лугового / С.Н. Надежкин, Х.М. Баймиев, И.Ю. Кузнецов // Вестник Башкирского госагроуниверситета. – Уфа: Изд. Башкирский ГАУ, 2007. – № 10. – С. 10–14.

241. Надточаев, Н.Ф. Продуктивность люцерны посевной в одновидовых и смешанных весенних посевах / Н.Ф. Надточаев, А.Н. Романович, Г.Н. Куркина // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2023. – № 59. – С. 196–203.

242. Найдин, П.Г. Удобрения зерновых культур / П.Г. Найдин. – М., 1963. – С. 23–28.

243. Новоселов, Ю.К. Состояние и пути увеличения производства кормов и повышения их качества в полевом кормопроизводстве // Адаптивное кормопроизводство: проблемы и решения (к 80-летию НИИ кормов им. Вильямса). – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2002. – С. 105–111.

244. Новоселов, Ю.К. В Нечерноземной зоне РСФСР/ Ю.К. Новоселов, Г.Д. Харьков // Кормопроизводство. – 1986. – № 8. – С. 18–19.

245. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие. – 3-е издание, переработанное и дополненное / Под ред. А.П. Калашникова, В.И. Фисинина, В. В. Щеглова, Н.И. Клейменова. – Москва, 2003. – 456 с.

246. Носов, Н.М. Энергия и протеин в кормах собственного производства. Проблемы и пути решения / Носов Н.М. // Молочное и мясное скотоводство. – 2017. – № 1. – С. 28–31.

247. Образцов, В.Н. Теоретические и практические основы возделывания фестулолиума на корм и семена в лесостепи центрального Черноземья России: дис. докт. с.-х. наук / В. Н. Образцов – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2018. – 404 с.

248. Образцов, В.Н. Защита семенных посевов фестулолиума от сорной растительности в лесостепи Центрального Черноземья / В.Н. Образцов, В.А. Федотов // Земледелие. – 2013. – № 6. – С. 18–20.

249. Образцов, В.Н. Приемы выращивания фестулолиума на семена в лесостепи Центрального Черноземья / В.Н. Образцов, Д.И. Щедрина, В.В. Кондратов // Вестник ВГАУ. – 2016. – № 3. – С. 57–64.

250. Образцов, В.Н. Особенности биологии и семенная продуктивность различных сортов фестулолиума в условиях лесостепи Центрального Черноземья / В.Н. Образцов, Д.И. Щедрина, С.В. Кадыров // Кормопроизводство. – 2018. – № 10. – С. 35–40.

251. Образцов, В.Н. Фестулолиум в травосмесях с бобовыми травами / В.Н. Образцов, Д.И. Щедрина, С.В. Кадыров // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 14. – № 3 (70). – С. 70–76. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2021_3_70.

252. Образцов, В.Н. Фотосинтетическая деятельность посевов фестулолиума в зависимости от сорта / В.Н. Образцов, С.В. Кадыров С.В. // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2023. – Т. 16. – № 4 (79). – С. 13–21. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2023_4_13.

253. Олешко, В.П. Влияние ширины междурядий и норм высева люцерны на ее семенную продуктивность / В.П. Олешко, А.А. Гаркуша // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки, – 2010. – № 9. – С. 23–29.

254. Олешко, В.П. Технологические и биологические приемы адаптивной интенсификации в кормовых севооборотах юга Западной Сибири: 06.01.01 автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Олешко Владимир Петрович. – Барнаул, 2005. – 36 с.

255. Организация и технология производства кормов в Колыванском районе. Методические рекомендации. Новосибирск. 1981. – С. 15.

256. Павлова, О.В. Устойчивость травосмесей многолетних трав к засорению сорняками на разных фонах минерального питания в условиях Приморского края / О.В. Павлова, С.В. Минвалиев // Вестник КрасГАУ, выпуск 7, – 2015. – С. 135–140.

257. Павловский, В.К. Технологии и техническое обеспечение заготовки кормов из трав и силосных культур / В.К. Павловский, В.В. Гракун, В.М. Бурдыко [и др.] // Мелиорация, 2010. – № 2 (64). – С. 192–215.

258. Панников, В.Д. Почва, климат, удобрение и урожай / В.Д. Панников, В.Г. Минеев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 512 с.

259. Панкова, И.М. Продуктивность фестулолиума в чистом виде и в составе бинарных травосмесей / И.М. Панкова, Б.В. Шелюто // Вклад молодых ученых в аграрную науку: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Кинель: РИЦ СГСХА, 2016. – С. 133–135.

260. Патент № 2282337 С1 Российская Федерация, МПК A01B 79/00. Способ разделки пласта многолетних трав под ранний пар в системе зернопаротравяных севооборотов: № 2005108847/12: заявл. 28.03.2005: опубл. 27.08.2006 / В.П. Зволинский, Е.И. Костыренко, В.И. Мухортов [и др.]; заявитель Государственное научное учреждение Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия Российской академии сельскохозяйственных наук.

261. Переведенцев, Ю.П. Агроклиматические ресурсы Ульяновской области и их влияние на урожайность зерновых культур / Ю.П. Переведенцев, Р.Б. Шарипова, Н.А. Важнова // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. – 2012. – № 2. – С. 120–126.

262. Переправо, Н.И. Возделывание различных сортов фестулолиума на семена / Н.И. Переправо [и др.] // AFP. – 2013. – № 3 (15). – С. 38–43.

263. Переправо, Н.И. Особенности семеноводства новой кормовой культуры Festulolium / Н.И. Переправо [и др.] // Селекция и семеноводство. – 2001. – № 4. – С. 28–31.

264. Переправо, Н.И. Биологические и технологические особенности семеноводства новой кормовой культуры Festulolium / Н.И. Переправо, В.Э. Рябова // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: матер. симп. – М.: изд-во РУДН, 2003. – Т. 2. – С. 120–122.

265. Переправо, Н.И. Возделывание и использование новой кормовой культуры – фестулолиума – на корм и семена: Методическое пособие / Н.И. Переправо, В.М. Косолапов, В.Э. Рябова [и др.]; М.: Изд-во РГАУ – МСХА, 2012. – 28 с.

266. Петрук, В.А. Продуктивность многолетних трав в лесостепи Западной Сибири / В.А. Петрук // Кормопроизводство, 2011. – №6. – С. 36–38.

267. Петрук, В.А. Урожайность многолетних трав и травосмесей при разных сроках посева в Западной Сибири / В.А. Петрук // Вестник НГАУ (Новосибирский

государственный аграрный университет). – 2020. – № 1 (54). – С. 24–32. – DOI 10.31677/2072-6724-2020-54-1-24-32.

268. Петрук, В.А. Растительные сукцессии естественных лугов при коренном улучшении в южной лесостепи Западной Сибири / В.А. Петрук, А.О. Вотяков // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2022. – № 1 (62). – С. 67–75. – DOI 10.31677/2072-6724-2022-62-1-67-75.

269. Петрук, В.А. Влияние покровной культуры на урожайность многолетних трав в лесостепи Приобья / В.А. Петрук, М.А. Григорьев // Актуальные тенденции в развитии агрономической науки: Сборник международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения доктора биологических наук, профессора, академика РАН, Заслуженного деятеля науки России Г.П. Гамзикова, Новосибирск, 30 января 2023 года. – Новосибирск: Издательский центр Новосибирского государственного аграрного университета "Золотой колос", 2023. – С. 185–188.

270. Петрунина, Л.В. Влияние способов посеав на продуктивность травосмеси многолетних бобовых трав на светло-каштановых почвах Волгоградской области: автореф. дис. … канд.с.-х. наук: 06.01.09 / Петрунина Людмила Валерьевна. – Волгоград, 2009. – 23 с.

271. Пилипчук, Б.З. Индуцированные полиплоиды на основе межвидовых и межродовых гибридов с участием видов райграса и овсяницы / Б.З. Пилипчук [и др.] // Проблемы селекции кормовых культур и исходный материал: сб. науч. тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Л.: Изд-во ВИР. – 1986. – Т. 103. – С. 63–67.

272. Платунов, А.А. Урожайность и кормовая ценность многолетних бобовых и бобовозлаковых трав под покровом викоовсяной смеси в условиях Кировской области / А.А. Платунов, С.Л. Коробицин, Е.В. Шабалина // Кормопроизводство – 2011. – № 1. – С. 37–39.

273. Плодородие почв Новосибирского Приобья / Под. ред. В.Р. Ковалева. – Издательство «Наука», 1971. – 187 с.

274. Победнов, Ю.А. Биологические основы силосования и сенажирования трав (обзор) / Ю.А. Победнов, В.М. Косолапов // Сельскохозяйственная биология. – 2014. – Т. 49. – № 2. – С. 31–41.

275. Полевое кормопроизводство: история, проблемы и решения (к 100-летию Федерального научного центра кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса): монография / А.С. Шпаков, Ю.К. Новоселов, В.Т. Воловик [и др.] // Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса. – Москва: ФГБОУ ДПО РАКО АПК, 2023. – 259 с.

276. Полюдина, Р.И. Клевер в Сибири: монография / Р.И. Полюдина; – СФНЦА РАН / Под общ. ред. акад. Н.И. Кашеварова. – Новосибирск: СФНЦА РАН, 2017. – 348 с.

277. Потапова, Л.В. Эффективность различных технологий обработки пласта многолетних трав под ячмень в южной части Нечерноземной зоны России: специальность 06.01.01 "Общее земледелие, растениеводство": автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Потапова Людмила Викторовна. – Москва, 1993. – 21 с.

278. Почвенно-климатический атлас Новосибирской области. – Издательство «Наука» 1978. – 121 с.

279. Практическое руководство по технологиям улучшения и использования сенокосов и пастбищ лесной зоны. Москва. ВО «Агропромиздат». 1987. – С. 9, 21.

280. Привалова, К.Н. Фестулолиум (Festulolium) – новая кормовая культура в центральных областях лесной зоны / К.Н. Привалова, Р.Р. Каримов // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. 2016. – № 12. – С. 443–446.

281. Привалова, К.Н. Повышение продуктивного долголетия фестулолиумовых травостоев / К.Н. Привалова, Р.Р. Каримов // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство. – М.: Угрешская типография, – 2012. – С. 342–349.

282. Привалова, К.Н. Перспективные райграсовые и фестулолиумовые травосмеси для культурных пастбищ / К.Н. Привалова, Р.Р. Каримов // Роль культурных пастбищ в развитии молочного скотоводства Нечерноземной зоны

России в современных условиях: сб. науч. тр. Междунар. науч.–практ. конф. – М.: ГНУ ВНИИ кормов Россельхозакадемии, 2010. – С. 160–164.

283. Привалова, К.Н. Формирование раннеспелых травостоев на основе райграса пастбищного и фестулолиума / К.Н. Привалова, Р.Р. Каримов // Кормопроизводство. – 2007. – № 6. – С. 7–10.

284. Привалова, К.Н. Конструирование долголетних пастбищных фитоценозов на основе райграса пастбищного (Lolium perenne) и фестулолиума (Festulolium) / К.Н. Привалова, Р.Р. Каримов // Кормопроизводство. – 2016. – № 10. – С. 26–29.

285. Привалова, К.Н. Продуктивность краткосрочных райграсовых и фестулолиумовых пастбищных травостоев / К.Н. Привалова, Р.Р. Каримов // Кормопроизводство. – 2009. – № 8. – С. 10–13.

286. Привалова, К.Н. Конструирование краткосрочных и долголетних фитоценозов на основе райграса пастбищного / К.Н Привалова, Р.Р. Каримов // В сборнике: Современное состояние и перспективы развития лугового кормопроизводства в XXI веке. Материалы научно-практической конференции, посвященной 80-летию доктора с.-х. наук И.П. Лепковича. – 2018. – С. 20–27.

287. Проворная, Е.Е. Перспективные травосмеси на основе отечественных сортов клевера ползучего, райграса пастбищного и фестулолиума / Е.Е. Проворная, Е.Г. Седова // Кормопроизводство. – 2010. – № 12. – С. 9–13.

288. Пронин, В.М. Технико-экономическая оценка эффективности сельскохозяйственных машин и технологий по критерию часовых эксплуатационных затрат / В.М. Пронин, В.А. Прокопенко. – М., 2008. – 162 с.

289. Промышленное производство кормов: Справочная книга / Пер. с нем. А.М. Мазурицкого; Под. ред. и с предисл. В.В. Попова. – М.: Колос. 1981. – 271 с.

290. Прядильщикова, Е.Н. Создание пастбищных агрофитоценозов для адаптивного кормопроизводства Северо-Запада РФ / Е.Н. Прядильщикова, В.В. Вахрушева, Б.Н. Старковский // Молочнохозяйственный вестник. – 2022. – № 4 (48). – С. 65–80. – DOI 10.52231/2225-4269_2021_3_65.

291. Пути интенсификации кормопроизводства и повышение качества кормов / Под ред. И.П. Проскуры. – М.: Агропромиздат, 1986. – С. 132–134.

292. Разин, Н.С. Клевер, тимофеевка, люцерна – ценные кормовые культуры / Н.С. Разин. – М.: «Моск. рабочий», 1973. – 88 с.

293. Рекомендации по повышению симбиотической фиксации азота воздуха и белковой продуктивности многолетних бобовых трав в Нечерноземной зоне. М.: Агропромиздат. 1986. – С. 15.

294. Рогов, М.С. Многолетние злаковые травы / М.С. Рогов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 45 с.

295. Рожанский, А.Г. Влияние покровных культур на развитие и урожайность донника и люцерны / А.Г. Рожанский, Л.В. Донова, Г.А. Демарчук // Интенсификация полевого кормопроизводства в Сибири. Сб. научн. труд. 1986. – С. 40–48.

296. Рудавская, Н.Н. Влияние удобрений и биопрепаратов на плотность бобово-злаковых травостоев / Н.Н. Рудавская // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. – 2015. – № 4 (31). – С. 71–75.

297. Руководство по анализам кормов – М.: Колос. 1982. – 74 с.

298. Рыжков, Н.Г. Эффективность азотных удобрений на природных кормовых угодьях Западной Сибири / Н.Г. Рыжков, З.П. Кузовлева // Кормопроизводство Сибири и Дальнего Востока. Сб. науч. тр., 1976. – Т. 3. – С. 78–79.

299. Рябова, Т.Н. Создание высокопродуктивных травостоев райграса пастбищного и фестулолиума с бобовыми культурами / Т.Н. Рябова // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 2 (78). – С. 30–35. – DOI 10.48012/1817-5457_2024_2_30-35.

300. Салатова, Д.А. Эффективность приемов обработки почвы под люцерну при пожнивном посеве / Д.А. Салатова // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2018. – № 1. – С. 34–36.

301. Салатова, Д.А. (2018а). Норма высева семян люцерны в пожнивной период при различных приемах предпосевной обработки почвы / Д.А. Салатова. М.А. Арсланов, Г.Н. Гасанов // Аграрная наука. – 2018. – № 3. – С. 54–56.

302. Саратовский, Л.И. Использование залежных земель / Л.И. Саратовский, Е.И. Хрюкина // Защита и карантин растений. – 2008. – № 10. – С. 38–40.

303. Сайт ФГБУ «Госсорткомиссия» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://reestr.gossort.com/reestr/culture/592 (дата обращения: 27.08.2023).

304. Сайт СибНИИРС – филиал ИЦиГ СО РАН [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://sibniirs.ru/tulunskaya-gibrid/?ysclid=lq0987pjpw634124520 (дата обращения: 11.12.2023).

305. Сайт ФНЦ «ВИК им. В.Р.Вильямса» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.vniikormov.ru/sorta/katalog-sortov-kormovykh-kultur-3.php?ysclid=lq4l4g6p1i383412497 (дата обращения: 14.12.2023).

306. Самбуу, А.Д. Сукцессии растительности в травяных экосистемах Тувы / А.Д. Самбуу // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10. – С. 1095 – 1099.

307. Сафин, Х.М. Способы посева многолетних трав на осушенных почвах Зауралья / Х.М. Сафин, Г.Х. Япаров, У.М. Зарипов // Земледелие – 2009. – № 3. – С. 47–48.

308. Сафин, Х.М. Оптимальные способы посева многолетних траву на осушенных почвах Зауралья / Х.М. Сафин, М.М. Ягафаров, Х.М. Нуриманов // Интеграция аграрной науки и производства: состояние, проблемы и пути решения. Материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием в рамках XVIII Международной специализированной выставки «АгроКомплекс-2008» (4-6 марта 2008 г.) Часть 2. – Уфа: ФГОУ ВПО «Башкирский ГАУ», 2008. – С. 167–170.

309. Сенаж. ГОСТ 23637-90. М.: Издательство стандартов. 1990. – С. 8.

310. Сено. Технические условия. – Взамен ГОСТ 4808-75; Введ. С 01.05.88 // Комбикорма. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – Ч.1: Комбикорма-концентраты. – С. 29–34.

311. Серегин, М.В. Оценка эффективности возделывания многолетних бобово–злаковых травосмесей / М.В. Серегин // E-Scio. – 2019. – № 11 (38). – С. 274–277.

312. Серегин, М.В. Формирование урожайности смесей с люцерной изменчивой в зависимости от соотношения компонентов / М.В. Серегин // Тенденции развития науки и образования. – 2024. – № 115–13. – С. 43–45. – DOI 10.18411/trnio-11-2024-599.

313. Семендяева, Н.В. Почвы Новосибирской области и их сельскохозяйственное использование: учеб. пособие / Н.В.Семендяева, Л.П.Галеева, А.Н. Мармулев; Новосиб. гос. аграр. ун–т. – Новосибирск, 2010. – 187 с.

314. Силаева, Л.П. Развитие и размещение производства кормов для молочного скотоводства в Российской Федерации / Л.П. Силаева, С.А. Алексеев, А.С. Дидык // Экономика сельского хозяйства России. 2017. – № 4. С. 79–86.

315. Силос из зеленых растений. ГОСТ 23638-90. М.: Издательство стандартов. 1990. – С. 9.

316. Синицына, С.М. Многолетние травы Северо-запада РФ: состояние и проблемы / С.М. Синицына // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2017. – № 92. – С. 103–111.

317. Сорокин, А.В. Питательная ценность фестулолиума сорта ВИК-90 в процессе вегетации в ЦЧР / А.В. Сорокин // Рациональное использование биоресурсов в АПК: матер. Междунар. науч.–практ. конф. – Владикавказ: ФГОУ ВПО Горский ГАУ, 2006. – С. 114–115.

318. Сорокин, О.Д. Прикладная статистика на компьютере / О.Д. Сорокин. – Краснообск: ГУП РПО СО РАСХН, 2009. – 222 с.

319. Сорта селекции Сибирского НИИ кормов: проспект / Рос. акад. с.–х. наук. Сиб. регион. отд–ние. Сиб. науч.–исслед. ин–т кормов. – Новосибирск, 2010. – 62 с.

320. Сорта сельскохозяйственных культур селекции СФНЦА РАН и НГАУ: Проспект / РАН. Сиб. отд–ние. СФНЦА РАН, НГАУ – Золотой колос, Новосибирск, 2021. – 140 с.

321. Сорта кормовых культур селекции ФГБНУ "Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса" / В.М. Косолапов, З.Ш. Шамсутдинов, С.И. Костенко [и др.]. – Москва: Угрешская типография, 2019. – 92 с.

322. Ситдиков, Ф.М. Технология освоения залежных земель под многолетние агрофитоценозы в Предуральской степной зоне республики Башкортостан / Ф.М. Ситдиков // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 7. – С. 64–67.

323. Смирнова, А.В. Эффективность поверхностного улучшения пастбищного травостоя / А.В. Смирнова // Вестник Вятской ГСХА. – 2021. – № 2 (8). – С. 5.

324. Смурыгин, М.А. Полевое кормопроизводство / М.А. Смурыгин. – М.: Колос, 1981. – 271 с.

325. Ставер, С.В. Система удобрений озимой ржи с подсевом клевера на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с высоким уровнем плодородия: автореферат канд.с.-х. наук / Ставер С.В. – Минск, 2001. – С. 10.

326. Станков, Н.З. Корневая система полевых культур / Н.З. Станков; – М.: Колос, 1964. – 280 с.

327. Старкова, Д.Л. Влияние покровных культур на рост, развитие и урожайность многолетних бобовых трав в звене севооборота в условиях Кировской области: автореф. дис. … канд. с. - х. наук / Д.Л. Старкова. – Йошкар–Ола, 2008. – 22 с.

328. Степанов, А.Ф. Создание и интенсивное использование многолетних травостоев в Западной Сибири: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора с.-х. наук / А.Ф. Степанов. – Омск, 1996.

329. Степанова, Т.В. Оценка конкурентоспособности фестулолиума в зависимости от состава травосмеси в условиях Северо-Запада России / Т.В. Степанова, Н.А. Посмитная // Развитие АПК в свете инновационных идей молодых ученых: сб. науч. тр. – Санкт-Петербург: ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургский ГАУ, 2012. – С. 146–150.

330. Степанова, Т.В. Оценка травостоев на основе фестулолиума и райграса пастбищного при сенокосном использовании в условиях Ленинградской области / Т. В. Степанова, Н. А. Посмитная // Известия Санкт-Петербургского ГАУ. – 2014. – № 36. – С. 25–27.

331. Степанова, Т.В. Побегообразовательная способность и урожайность бобовозлаковых и злаковых травостоев с участием фестулолиума в зависимости от азотного питания в условиях Ленинградской области / Т.В. Степанова, И.А.

Филиппов // Известия Санкт–Петербургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 2 (67). – С. 40–47. – DOI 10.24412/2078-1318-2022-2-40-47.

332. Сюндюков, Х.Х. Опыт освоения целинных и залежных земель и проблема повышения урожайности сельскохозяйственных культур в условиях черноземной зоны Северного Казахстана: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Х.Х. Сюндюков. – Воронеж, 1966. – 44 с.

333. Татаркина, Н. Сенаж из бобовых культур при откорме бычков / Н. Татаркина, Ф. Сафин // Молочное и мясное скотоводство. – 2007. – № 8. – С. 5–7.

334. Темкин, И.А. Динамика видового состава и продуктивность агроценозов многолетних трав / И.А. Темкин, Т.Н. Рябова, О.В. Эсенкулова [и др.] // Проблемы развития АПК региона. – 2022. – № 3 (51). – С. 113–119. – DOI 10.52671/20790996_2022_3_113.

335. Технология возделывания озимых зерновых культур в Западной Сибири: руководство / Г.В. Артемова, В.И. Пономаренко, П.И. Степочкин [и др.]; ГНУ СибНИИРС; ГНУ СибНИИЗиХ Россельхозакадемии. – Новосибирск, 2013. – 29 с.

336. Технология возделывания и использования козлятника восточного на корм и семена в условиях Северо-Восточного региона / Под общ. редакцией А.В. Фигурина – Киров, 2001, – С.11.

337. Технология приготовления кормов. Западно–Сибирское книжное издательство, Новосибирск. 1975. – С. 5–7.

338. Технология и организация производства кормов в Сибири. Методические рекомендации. – Новосибирск: ВАСХНИЛ, Сиб. отд-ние, 1979. – С. 29.

339. Товма, Н.С. Исследования влияния целостности системы на совершенствование технологии возделывания многолетних трав / Н.С. Товма, А.Н. Бурш // Студенческая наука об актуальных проблемах и перспективах инновационного развития регионального АПК: Материалы XXI научно-практической конференции обучающихся, Тара, 16 марта 2022 года. – Омск:

Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2022. – С. 193–198.

340. Тормозин, М.А. Влияние возраста травостоя на семенную продуктивность костреца безостого / М.А. Тормозин, А.В. Беляев, Е.М. Тихолаз // Аграрный вестник Урала. – 2018. –№ 6 (173). – С. 59–63.

341. Томмэ, М.Ф. Корма СССР / М.Ф. Томмэ. – М.: Колос, 1964. – 448 с.

342. Туманов И.И. Физиология закаливания и морозостойкости растений. М.: Наука, 1979. 350 с.

343. Трепачев, Е.П. Агрохимические аспекты биологического азота в современном земледелии / Е.П. Трепачев. – М.: Агроконсалт, 1999. – 532 с.

344. Трузина, Л.А. Технологические приемы использования райграса однолетнего в качестве покровной культуры для многолетних злаковых трав / Л.А. Трузина // Роль культурных пастбищ в развитии молочного скотоводства Нечерноземной зоны России в современных условиях. Сборник научных трудов на основе материалов Международной научно-практической конференции по развитию лугопастбищного хозяйства, посвященной 50-летию ОАО «Михайловское» Ярославской области (г. Ярославль, 7-9 июня 2010 г.) / под общей ред. Н.А. Ларетина, А.А. Кутузовой, В.М. Косолапова. – М.: Угрешская типография, 2010. – С. 192–199.

345. Трухачев, В.И. Кормление сельскохозяйственных животных на Северном Кавказе: монография / В.И. Трухачев, Н.З. Злыднев, А.И. Подколзин. – Изд. 5-е, перераб. и доп. – Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2016. – 332 с.

346. Тюрюков, А.Г. Агротехнические приемы возделывания костреца безостого в условиях Севера Бурятии: автореф. дис. … канд. с.-х. наук. – Новосибирск, 2002. – 16 с.

347. Тюрюков, А.Г. Приемы улучшения старовозрастных залежей лесостепной зоны Западной Сибири / А.Г. Тюрюков, К.В. Филиппов // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2017. – Т. 47, – № 6. – С. 5–10.

348. Тютюнников, А.И. Однолетние кормовые травы / А.И. Тютюнников; – М.: Россельхозиздат, 1973. – 200 с.

349. Тютюнников, А.И. Резервы кормопроизводства Сибири и Дальнего Востока / А.И. Тютюнников, К.П. Афендулов //Кормопроизводство Сибири и Дальнего Востока. Сб. науч. тр. В.1. Новосибирск, 1974. – С. 13.

350. Тяпугин, Е.А. Технология создания многолетних травостоев с участием фестулолиума в условиях европейского севера России / Е.А. Тяпугин [и др.] // Кормопроизводство. – 2015. – № 8. – С. – 23–27.

351. Укроженко, Д.С. Анализ заготовленного сенажа многолетних трав для крупного рогатого скота на молочно–товарной ферме Свердловской области / Д.С. Укроженко, В.Д. Харитонова, М.А. Лопатина // Лучшая исследовательская работа – 2024: сборник статей Международного научно–исследовательского конкурса, Петрозаводск, 08 апреля 2024 года. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2024. – С. 123 – 129.

352. Ускоренное освоение залежных земель под сенокосы и пастбища в Сибири (научно-практическое пособие) / Н.И. Кашеваров [и др.] – Новосибирск, 2015. – 58 с.

353. Фахрутдинова, Р.Ш. Качество и питательная ценность кормов в зависимости от фазы вегетации кормовых культур / Р.Ш. Фахрутдинова // Информация и образование: границы коммуникаций. – 2012. – № 4 (12). – С. 438–440.

354. Феоктистова, Н.А. Влияние возраста травостоя на урожайность зеленой массы костреца безостого (bromopsis inermis) в Тюменской области / Н.А. Феоктистова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2019. Т. 180. –№ 2. – С. 30–37. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-2-30-37

355. Феоктистова, Н.А. Влияние погодных условий Тюменской области на содержание сухого вещества в зеленой массе клевера лугового / Н.А. Феоктистова, Ю.Е. Леонидов // Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 5. – С. 73–80. - DOI: 10.36718/1819-4036-2023-5-73-80.

356. Фигурин, В.А. Выращивание многолетних трав на корм / В.А. Фигурин; Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-

Востока им. Н.В. Рудницкого РАСХН. – Киров: Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого, 2013. – 188 с. – ISBN 978-5-7352-0129-8.

357. Фокин, И.В. Изменения химического состава фестулолиума ВИК–90 в процессе вегетации на торфяниках северо-востока России / И.В. Фокин // Кормопроизводство. – 2012. – № 2. – С. 18–19.

358. Харьков, Г.Д. Многолетние травы / Г.Д. Харьков // Резервы увеличения производства растительного белка. – М.: Колос, 1972. – С. 73–118.

359. Харьков, Г.Д. Как эффективнее использовать азотные удобрения / Г.Д. Харьков, Р.Д. Азимов // Кормопроизводство. – 1981. – № 2. – С. 25–27.

360. Хасанов, З.Н. Приемы формирования высоких урожаев семян козлятника восточного в условиях Республики Татарстан / З.Н. Хасанов // Вестник казанского государственного аграрного университета. – 2008. – Т. 3. – № 4 (10). – С. 96–99.

361. Хисматуллин, М.М. Улучшение пойменных лугов в Республике Татарстан / М.М. Хисматуллин, Ф.Н. Сафиоллин, А.А. Валиев // Мелиорация и водное хозяйство. – 2009. – С. 35–36.

362. Хусаинов, С.В. Агробиологические особенности возделывания многолетних трав в одновидовых и смешанных посевах на светло–каштановых почвах Волгоградской области: автореф. дис. канд.с.-х. наук: 06.01.09 / Хусаинов Сергей Вильямович. – Волгоград, 2000. – 24 с.

363. Чебочаков, Е.Я. Противоэрозионная эффективность технологии освоения залежных земель в степной зоне / Е.Я. Чебочаков, В.Н. Муртаев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15, № 1 (57). – С. 43–47. – DOI 10.12737/2073-0462-2020-43-47.

364. Чемарова, А.С. Продуктивность травяного звена кормового севооборота при покровном и беспокровном посевах озимых и яровых многолетних трав: автореф. дис. канд.с.-х. наук: 06.01.09 / Чемарова Анастасия Сергеевна. – Пермь, 2009. – 22 с.

365. Черепок, И.А. Урожайность бобово-злаковых травосмесей на основе эспарцета песчаного / И.А. Черепок, А.А. Боровик, Е.И. Чекель [и др.] // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2019. – № 55. – С. 188–194.

366. Черкасов, Г.Н. Приемы создания высокоурожайных сенокосов на залежных землях склонов в Центральном Черноземье / Г.Н. Черкасов, Н.А. Сосов // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31. – № 5. – С. 13–15.

367. Черкашин, И.В. Рыхление повышает урожай люцерны / И.В. Черкашин, Т.Н. Кузнецова // Земледелие. – 1983. – № 3. – С. 38–41.

368. Чернышев, А.Д. Особенности формирования газовой среды при хранения сенажа в агрострейч пленке / А.Д. Чернышев, М.Ю. Костенко, Г.К. Рембалович // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 191. – С. 228-237. – DOI 10.21515/1990–4665–191–032.

369. Чирков, Ю.И. Агрометеорология / Ю.И. Чирков. – Л.: Гидрометеоиздат, 1979. – 320 с.

370. Шагеева, Н.М. Стимулирование роста всходов многолетних трав для повышения их конкурентоспособности в условиях Приангарья: автореф. дис. … канд.с.-х. наук: 06.01.09 / Шагеева Надежда Марсиловна. – Новосибирск, 2007. – 18 с.

371. Шаин, С.С. Агротехника многолетних трав / С.С. Шаин; – М., 1959. – С. 161–167.

372. Шаин, С.С. Агротехника многолетних трав. Полевое травосеяние / С.С. Шаин; – М.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1959. – 262 с.

373. Шайкова, Т.В. Микробиологические препараты и их влияние на продуктивность фестулолиума в условиях Псковской области / Т.В. Шайкова, В.С. Баева // Кормопроизводство. – 2014. – № 11. – С. 12–14.

374. Шайкова, Т.В. Бобово–злаковые травосмеси с участием фестулолиума / Т.В. Шайкова, В.С. Баева, Н.С. Рогозина // Известия Великолукской ГСХА. – 2016. – № 4. – С. 25–28.

375. Шамсутдинов, З.Ш. Экологическая реставрация аридных пастбищ / З.Ш. Шамсутдинов, Э.З. Шамсутдинова // Кормопроизводство – 2011. – № 10. – С. 6–8.

376. Шашкова, Г.Г. Агротехнологии производства и качество кормов в Забайкальском крае: Монография / Г.Г. Шашкова, О.Т. Андреева, Г.П. Цыганова; ФГБНУ научно-исследовательсикй институт ветеринарии Восточной Сибири. – Чита, 2015. – 390 с.

377. Шевченко, П.Д. Интенсивная технология возделывания многолетних трав на корм / П.Д. Шевченко; – М.: Росагропромиздат, 1990. – 256 с.

378. Шелюто, Б.В. Эффективность использования фестулолиума в чистом виде и в составе бинарных травосмесей / Б.В. Шелюто, И.М. Панкова, В.Н. Инученко // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур: Сборник статей по материалам VII Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию профессора М.Е. Николаева, Горки, 16–17 февраля 2016 года. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. – С. 241–244.

379. Шпаков, А.С. Перспективы использования пахотных угодий в кормопроизводстве РФ / А.С. Шпаков // Кормопроизводство, – 2008. – № 11. – С. 2–5.

380. Шпаков, А.С. Основные факторы продуктивности кормовых культур / А.С. Шпаков, И.Т. Воловик // Кормопроизводство – 2012. – № 6. – С. 17–19.

381. Шпаков, А.С. Кормопроизводство нечерноземной зоны: состояние и перспективы развития / А.С. Шпаков, А.А. Кутузова, Д.М. Тебердиев, В.Т. Воловик // Адаптивное кормопроизводство. – 2020. – № 4. – С. 6–20. – DOI 10.33814/AFP-2222-5366-2020-4-6-20.

382. Штучкина, О.И. Каскад. Сохраняем силос и сенаж без потерь / О.И. Штучкина // БИО. – 2023. – № 2 (257). – С. 40–42.

383. Шульга, Д.В. Влияние способа посева, обработки семян нитрагином и физиологически активными веществами на урожайность и симбиотическую азотфиксацию бобовых трав в подзоне светло–каштановых почв Волгоградской

области: автореф. дис. … канд.с.-х. наук: 06.01.09 / Шульга Дмитрий Викторович. – Волгоград, 2001.– 24 с.

384. Щербаков, М.Ф. Ускоренное залужение природных кормовых угодий / М.Ф. Щербаков; – М.: Агропромиздат, 1986. – 175 с.

385. Щукис, Е.Р. Оценка традиционных и новых кормовых культур на Алтае и особенности их селекции и семеноводства / Е.Р. Щукис; – РАСХН. Сиб. отд-ние. АНИИЗиС. – Новосибирск, 2001. – 148 с.

386. Эседуллаев, С.Т. Сравнительная продуктивность и питательная ценность одновидовых и смешанных посевов фестулолиума и традиционных многолетних трав на дерново-подзолистых почвах Верхневолжья / С.Т. Эседуллаев // Кормопроизводство. – 2018. – № 4. – С. 21–25.

387. Эседуллаев, С.Т. Создание долголетних высокопродуктивных травостоев на основе нетрадиционных кормовых культур в Верхневолжском регионе / С.Т. Эседуллаев, Н.В. Шмелева // Современные тенденции в научном обеспечении АПК Верхневолжского региона: Коллективная монография: в 2 томах / Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Верхневолжсий аграрный научный центр». – Суздаль: Издательско-полиграфический комплекс «ПресСто», 2018. – С. 213–219.

388. Эседуллаев, С.Т. Энергетическая и питательная ценность различных многолетних трав и их смесей на дерново-подзолистых почвах Верхневолжья / С.Т. Эседуллаев // Адаптивное кормопроизводство. – 2022. – № 1. – С. 49–58. – DOI 10.33814/AFP-2222-5366-2022-1-49-58.

389. Юркин, С.Н. Повышение эффективности удобрений в интенсивном земледелии / С.Н. Юркин; – М.: Россельхозиздат, 1979. – С. 16–17.

390. Ягофаров, М.М. Ресурсосберегающие технологии возделывания многолетних трав на осушенных землях Зауралья (на примере Республики Башкортостан): автореф. дисс. … канд. с.–х. наук. Уфа. 2005 г. – 22 с.

391. Яковлева, З.М. Влияние минерального азота на бобово-ризобиальный симбиоз и его утилизация посредством симбиоза / З.М. Яковлева, Г.Г. Майстренко

// Минеральный и биологический азот в земледелии СССР. – М.: Наука, 1985. – С. 190–193.

392. http://agro-portal24.ru/iugovedenie/4366-zimostoykost.html.

393. https://rp5.ru/

394. Ahlstrom, R. Satids och utsadeasmangdstorsok med hostrag pa Flahult. Svenska vall-och Mosskultur foreningens krartalsskrift, – № 4, 1939, P. 364–370.

395. Akgun, I. Comparison of agronomic characters of Festulolium, Festuca pratensis Huds. and lolium multiflorum Lam. genotypes under high elevation con-ditions in Turkey / I. Akgun, M. Tosun, S. Sengul // Bangladesh journal of botany. – 2008. – Vol. 37 (1). – P. 1–6.

396. Akiyama Y, Kimura K, Yamada-Akiyama H, Kubota A, Takahara Y, Ueyama Y. Genomic characteristics of a diploid F(4) festulolium hybrid (Lolium multiflorum × Festuca arundinacea). Genome. 2012 Aug; 55 (8): 599-603. doi: 10.1139/g2012-048.

397. Berzins, P. The evaluation of perennial grass cultivars in Latvia condi-tion / P. Berzins, B. Jansone, S. Rancane // 25th NJF Congress on Nordic View to Sustainable Rural Development: Riga, Latvia, 2015. – P. 141–147.

398. Borowiecki, J. Pryzdatność festulolium do uprawy w mieszankach z lucerną / J. Borowiecki // Pamiętnik Puławski. – 1997. – № 109. – P. 35–44.

399. Botos, L. Buzoterneszterunk helyzete es a fontosabb oszi felabatek. – «Magyar Mezogardasag», 1967, Vol. 22, – № 33, – P. 3–4.

400. Breitenbach, J. Die Bedeutung des optimalen Saottermins fur die Erreichung von Hochsertragen bei Winterweizen. «Z. Agrofarum», 1969, – Bd 3, – N 617, – S. 175–177.

401. Breese, E.L. Breeding versatile hybrid grasses / E.L. Breese, E.J. Lewis, // Span. – 1984. – Vol. 27. – N 1. – P. 21–23.

402. Cralovec, J., Frycek A., European Girassland Meeting. 5th Generae Meeting. Uppsala, 12-5 June, 1973.

403. Deleuran, L.C. Effect of seed rate and row spacing in seed production of Festulolium / L.C. Deleuran, R. Gislum, B. Boelt // Acta agriculturae scandina-vica section b-soil and plant science. – 2010. – Vol. 60 (2). – P. 152–156.

404. Dierking, R.M. Yield and Nutritive Value of 'Spring Green' Festuloli-um and 'Jesup' Endophyte-Free Tall Fescue Stockpiled for Winter Pasture / R.M. Dierking, R-L. Kallenbach, M.S. Kerley // Crop science. – 2008. – Vol. 48 (6). – P. 2463–2469.

405. Downs, H. Varying culting to produce hidh - protein, low - fiber fractions from alfalfa/ H. Downs // Trans. ASAE. – 1989. – N 3. – P. 787–790.

406. Duchon, F. Ridsi a okopaninova kultura obilovinprogressivni agrotechnika nejblizgi budovennosti. – Sb. Cs. Akad. Lened, ved. Rada Roste, Vyroba, – R. 29, – N 2, 1956.

407. Ericsson, O., Winkler, H. Redegoriese for 5-arigasortiorsok med korn, havre och hostrag vid ofters Forsoksgard 1931-1935. Meddenlande № 474. Fran Centralanstalten For Forsoksvasenden pa jordlruksomrade, Stoeholm, 1937.

408. Fageria, N.K. Growth and nutrient concentrations of alfalfa and common bean as influenced by soil acidity/ N.K. Fageria, V.C.Baligar, R.J. Wright// Plant and soil, 1989. – Vol.119. – № 2. PP. 331 – 333.

409. Foltyn, J. Agrotechnicke ehotyseti ozimye obienin. Vydala esazy vszn., 1961.

410. Fruhwirth, P. Die Gras – und Kleesamenproduktion / P. Fruhwirth // Ferde rungsdienst. – 1988. – T. 36. – № 12. – S.74–76.

411. Hauser, O. Die Luzerne / O. Hauser, P. Parey, Berlin, 1998. – P. 2–28.

412. Lanyon, L.E. Nutrition and fertilizer use. In alfalfa and alfalfa improvement / L.E. Lanyon, W.K. Griffith // Am. Soc.Agron.Pub., 1988. – № 29. – PP. 333 – 372.

413. Leliuniene, J. The influence of sowing time and fertilization on the as-similative leaf area formation of Festulolium / J. Leliuniene, E. Klimas, G. Samu-oliene // 6th International Scientific Conference on Rural Development - Innova-tions and Sustainability. Lithuania Lithuanian Acad Sci, 2013. – Vol. 6 (2). – P. 156–158.

414. Lemeziene, N. Analysis of dry matter yield structure of forage grasses / N. Lemeziene, J. Kanapeckas, P. Tarakanovas // Plant soil and environment. – 2004. – Vol. 50 (6). – P. 277–282.

415. Liebenow H., Arch. Tierernahr. 1971, 21. 8. 635-688.

416. Lutke Entrup, N., Oehmichen J. Lehrbuch des Pflanzenbaus // Bd.1: Grundlagen Verlag Th. Mann. – Gelsenkirchen, 2000, – 798 s.

417. Murdock, F.K. Hodson, A.S., Journal of Dairy Science. 1972. 55. 5. – P. 640–642.

418. Nerusil, P. Evolution of forage quality of selected grass species during the first harvest regrowth / P. Nerusil, A. Kohoutek, P. Komarek // 24th General Meeting of the European-Grassland-Federation. Lublin, Poland, Ministerstwo Rolnictwa Rozwoju Wsi. – 2012. – Vol. 17. – P. 379–381.

419. Ostrem, L. Festulolium fibre characteristics and digestibility as affected by maturity / L. Ostrem, B. Volden, H. Steinshamn // Grass and forage science. – 2015. – Vol. 70 (2). – P. 341–352.

420. George, I. R. etal. Agronomy Journal. – 1972, – Vol. 64. 1. – P. 24–36.

421. Ghesquiere, M. Festulolium: definitions et perspectives / M. Ghesquiere, C. Mousset // Fourrages. – 2003. – Vol. 176. – P. 479–492.

422. Ghesquiere, M. Festulolium Hybrids: Results, Limits and Prospects / M. Ghesquiere, M. Humphreys, Z. Zwierzykowski // Conference of the Eucarpia Fodder and Amenity Species Section. La Rochelle, FRANCE: French Assoc Forage & Turf Breeders. 2010. – P. 495–507.

423. Gutmane, I. Use of Festulolium and Lolium x boucheanum for forage and seed production / I. Gutmane, A. Adamovich // 13th International Occasional Symposium of the European-Grassland-Federation. Tartu, Estonia, European Grassland Federat. – 2005. – Vol. 10. – P. 503–506.

424. Gutmane, I. Festulolium (x Festulolium Asch & Graebn.) and hybrid ryegrass (Lolium x boucheanum Kunth.) seed yield formation at two N fertiliser rates in Latvian climatic conditions / I. Gutmane, A. Adamovics // 24th General Meeting of the European-Grassland-Federation. Lublin, Poland, Ministerstwo Rolnictwa Rozwoju Wsi. 2012. – Vol. 17. – P. 520–522.

425. Hanna M, Janne K, Perttu V, Helena K. Gaps in the capacity of modern forage crops to adapt to the changing climate in northern Europe. Mitig Adapt Strateg Glob Chang. 2018; 23 (1): P. 81-100. doi: 10.1007/s11027-016-9729-5.

426. Haynes, R.J. Yield root morphology and chemical composition of two pasture legumes as affected by lime and phosphorus application to an acid soil/ R.J. Haynes, T.E. Ludecke// Plant Soil, 1981. Vol. 62.– PP. 241–254.

427. Hojjattis, S. etal Agronomy Journal. – 1972, – Vol. 64. 5. – P. 624–627.

428. Jonsson, N. Kvalitetstorandringar hos vallvaxter Resultat franskorde tids forson med olika arter och sorter/ N. Jonsson // Rept. Dep. Plant Husb. Swed.Univ. Agr. Sci. – 1981. – N 93. – 53 c.

429. Jing J, Søegaard K, Cong WF, Eriksen J. Species Diversity Effects on Productivity, Persistence and Quality of Multispecies Swards in a Four-Year Experiment. PLoS One. 2017 Jan 3; 12 (1): e0169208. doi: 10.1371/journal.pone.0169208.

430. Kamau S, Belanche A, Davies T, Rees Stevens P, Humphreys M, Kingston-Smith AH. A route to decreasing N pollution from livestock: Use of *Festulolium* hybrids improves efficiency of N flows in rumen simulation fermenters. Food Energy Secur. 2020 Aug; 9 (3): e209. doi: 10.1002/fes3.209. Epub 2020 May 22.

431. Kleineidan, B. Red clover/ B. Kleineidan // Agriculture Canada Publication. – 1985. – T.1614/E. – P. 1–18.

432. Kopecky, D. Genomic constitution of Festulolium cultivars released in the Czech Republic / D. Kopecky, A. J. Lukaszewski, J. Dolezel // Plant breeding. – 2005. – Vol. 124 (5) 124. – P. 454–458.

433. Kopecký D, Loureiro J, Zwierzykowski Z, Ghesquière M, Dolezel J. Genome constitution and evolution in Lolium x Festuca hybrid cultivars (Festulolium). Theor Appl Genet. 2006 Aug;113(4):731-42. doi: 10.1007/s00122-006-0341-z.

434. Kryszak, J. The effect of legumes on nutrient content in grasses grow-ing in grass/legume mixtures / J. Kryszak, W. Grzebisz, H. Kruczynska // 19th Workshop on Macro Elements and Trace Elements. Jena, Germany Friedrich Schiller universitat, 1999. – P. 858–865.

435. Kulik, M. Effect of different factors on chemical composition of grass-legumes sward / M. Kulik // Journal of elementology. 2009. – Vol. 14 (1). – P. 91–99.

436. Macleod C.K., Humphreys M.W., Whalley W.R., Turner L, Binley A, Watts C.W., Skøt L., Joynes A., Hawkins S., King I.P., O'Donovan S., Haygarth P.M. A novel grass hybrid to reduce flood generation in temperate regions. Sci Rep. 2013;3:1683. doi: 10.1038/srep01683.

437. Milutin, S. Sadrzai sirovih proteina u nadremnim organima lucerke zavisno ob fare vazvaja po otkosima / S. Milutin // Poliopv. I sum. – 1988. – N 1. – C. 93–113.

438. Muhammad Imtiaz Rashid. Soil biota and nitrogen cycling in production grasslands with different fertilization histories: PhD Thesis / Muhammad Imtiaz Rashid. – Wageningen University, Wageningen, NL, 2013. – 192 p.

439. Muhandiram NPK, Humphreys MW, Fychan R, Davies JW, Sanderson R, Marley CL. Designing agricultural grasses to help mitigate proteolysis during ensiling to optimize protein feed provisions for livestock. Food Energy Secur. 2023 Jun 13;12(4):e475. doi: 10.1002/fes3.475.

440. Muhandiram N.P.K., Humphreys M.W., Fychan R., Davies J.W., Sanderson R., Marley C.L. Do agricultural grasses bred for improved root systems provide resilience to machinery-derived soil compaction? Food Energy Secur. 2020 Aug;9(3):e227. doi: 10.1002/fes3.227.

441. Paauw, F. Van der: Sonderdruck aus: Stikstof, 1967. – № 5. – S. 23–32.

442. Platace, R. Ligning and ash content correlations in grass biomass pel-lets / R. Platace, A. Adamovics // 14th International Multidisciplinary Scientific Geoconference: Albena, Bulgaria: Bulgarian Acad Sci. – 2014. – P. 331–338.

443. Pozdisek, J. Digestibility and nutrition value of grass silages / J. Pozdisek, R. Loucka, E. Machacova // Czech journal of animal science. – 2003. – Vol. 48 (9). – P. 359–364.

444. Popovic, S. Influences of liming on yields of alfalfa hay / S. Popovic, M. Tucak, T. Cupic, V. Kovacevic // Poljoprivreda (Osijek), – 2009. – Vol. 15. – № 1. – P. 229–232.

445. Posseger, K. Lohnt sich wieder: Gras – und lec – samenrer – mehrung / K. Posseger // Traktor aktuell. – 1988. – T. 3. – S. 16–17.

446. Porter, K. B., Atkins, I. M., Whitfield, C. J. Wheat production in the panhandle of Tehas. – «Tehas Agr. Exp. Sta. Bull», – N 750, – 1972.

447. Rahn, Joan Elma. Alfalfa, beans, & clover / Joan Elma Rahn; illustrated by Ginny Linville Winter. New York: Atheneum. – 1976. – 119 p.

448. Reynaert S, D'Hose T, De Boeck HJ, Laorden D, Dult L, Verbruggen E, Nijs I. Can permanent grassland soils with elevated organic carbon buffer negative effects of more

persistent precipitation regimes on forage grass performance? Sci Total Environ. 2024 Mar 25;918:170623. doi: 10.1016/j.scitotenv.2024.170623.

449. Roder, W. Die luzerne – under wichtigster Eiweisslieferant/ W. Roder. – VEB DLV. – Berlin. – 1961. – P. 216.

450. Samarani, F. Rewue internation d Intern. Landw. Inst. I Rom, 1924, 2.

451. Sanderson, M. A. Productivity, botanical composition, and nutritive value of commercial pasture mixtures / M. A. Sanderson, R. Stout, G. Brink // Agronomy journal. – 2016. – Vol. 108 (1). – P. 93–100.

452. Santiago, C. Identification of feeding systems used on dairy herds in Northern Spain: influence on milk performence / C. Santiago, A. Martinez-Fernandez, J. D. Jimenez-Carderon, F. Vicente // EGF. – 2016. – Vol. 21. – P. 43–48.

453. Schulze, B. Wurzelatlas II / B. Schulze, Paul Parey. – Berlin, 1940. – P. 22–28.

454. Skladanka, J. Can Festulolium, Dactylis glomerata and Arrhenatherum elatius be used for extension of the autumn grazing season in Central Europe? / J. Skladanka, V. Adam, P. Ryant // Plant soil and environment. – 2010. – Vol. 56 (10). – P. 488–498.

455. Saroka, A. V. Establishment and evaluation of the productivity of ryegrass-clover swards for grazing on Derno-Podzolic sandy loam soils in the Re-public of Belarus / A. V. Saroka // 24th General Meeting of the European-Grassland-Federation. Lublin, Poland, Ministerstwo Rolnictwa Rozwoju Wsi. – 2012. – Vol. 17. – P. 163–165.

456. Schuppenies, R. Einfluss von Saatzeit und Saatmenge bei Wiesen-schweidel / R. Schuppenies // Zuchtung und Anbau von Wiesenschweidel. Berlin, – 1988. – S. 131–140.

457. Schipanski, M. E., Drinkwater, L. E. Nitrogen fixation in annual and perennial legume-grass mixtures across a fertility gradient. Plant and Soil. 2012. – Vol. 357. N 1–2. Pp. 147–159. (URL: https://doi.org/10.1007/s11104-012-1137-3).

458. Terumoto, I. Frost-resistance in some marine alge from winter intertidat zone. Low temperature. Sci., – 1964, – N 22.

459. The soil invertebrate contribution to nitrogen mineralization differs between soils under organic and conventional dairy management / N. Schoon, A. Mackay, M. Hadley, M. Minor // Biology and Fertility of Soils. – 2012. – No. 48. – P. 31–42.

460. Thornthon, H / The effect of fresh straw on the growth of certain legumes. The Journal of Agricultural Science v XIX, – No 3, – P. 563, 1929.

461. Walworth, J. L. Alfalfa response to lime, phosphorus, potassium, magnesium, and molybdenum on acid ultisols / J. L. Walworth, M. E. Summer // Nutrient cicling in agroecosystems, – 1990. – P. 167–172.

462. Wacker, G. Verbesserung der Leistungseigenschaften des Welschen Weidelgrases (Lolium multuflorum Lam.) durch Kreuzung mit Wiesenschwingel (Festuca pratensis Huds.) / G. Wacker, K. Netzband // Zuchtungsforsch. – 1980. – № 5. – S. 300–313.

463. Wilson R.L., Bionaz M., MacAdam J.W., Beauchemin K.A., Naumann H.D., Ates S. Производство молока, использование азота и выбросы метана молочными коровами, пасущимися на пастбищах с травой, разнотравьем и бобовыми. J Anim Sci. 2020 1 июля; 98 (7): skaa220. doi: 10.1093/jas/skaa220.

464. Vaiciulyte, R. The productivity and feeding value of mixtures of legumes with festulolium / R. Vaiciulyte, R. Bacenas // Zemdirbyste–agriculture. – 2008. – Vol. 95 (4). – P. 153–171.

465. Van den Pol–Dessar, A. To graze or not to graze, that the guestion / A. Van den Pol–Dessar, T. V. Vellinga, A. Jonausen, E. Kennedy // Grassland Science in Europe 13. – 2008. – P. 706–716.

СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА

Рисунок 1 – Растения эспарцета песчаного (слева) и костреца безостого (справа) под покровом суданской травы, 20 июня 2006 г. – С. 101.

Рисунок 2 – Регрессионная зависимость между высотой растений (y) и длиной корня (x) костреца безостого. – С. 105.

Рисунок 3 – Регрессионная зависимость между урожайностью сухой массы (*y*) и высотой растений костреца безостого (*x*). – С. 113.

Рисунок 4 – Плотность травостоя костреца безостого в зависимости от внесения азотного удобрения и способа его заделки, шт./м^2. Посев 1999 г. – С. 124.

Рисунок 5 – Масса побега костреца безостого в зависимости от внесения азотного удобрения и способа его заделки, г. Посев 1999 г. – С. 125.

Рисунок 6 – Высота растений костреца безостого в зависимости от внесения азотного удобрения и способа его заделки, см. Посев 1999 г. – С. 125.

Рисунок 7 – Регрессионная зависимость между массой побега (*y*) и плотностью травостоя (*x*) костреца безостого (верхний график – без удобрений, нижний – внесение N_{90}). – С. 126.

Рисунок 8 – Влияние азотного удобрения и способов его заделки в почву на урожайность сухой массы костреца безостого, т/га. – С. 128.

Рисунок 9 – Влияние суммы температур воздуха и осадков за период июнь–июль на урожайность сухой массы костреца безостого, т/га (2000–2002 гг.). – С. 129.

Рисунок 10 – Регрессионная зависимость между урожайностью сухой массы (*x*) и плотностью травостоя (*y*) люцерны изменчивой. – С. 134.

Рисунок 11 – Динамика осадков в период уборки (июнь–июль) многолетних трав в лесостепной зоне Западной Сибири за период с 2000 по 2024 г. – С. 142.

Рисунок 12 – Регрессионная зависимость между продолжительностью межукосного периода (*y*) и суммой среднесуточных температур (*x*) костреца безостого. – С. 150.

Рисунок 13 – Регрессионная зависимость между продолжительностью межукосного периода (*y*) и суммой осадков (*x*) (верхний график – эспарцет песчаный, нижний – галега восточная). – С. 151.

Рисунок 14 – Регрессионная зависимость между урожайностью сухой массы костреца безостого (*y*) и высотой растений в травостое (*x*) (верхний график – без удобрений, нижний график – внесение N_{90}). – С. 153.

Рисунок 15 – Регрессионная зависимость между урожайностью сухой массы (*y*) и плотностью травостоя (*x*) эспарцета песчаного. – С. 155.

Рисунок 16 – Динамика переваримого протеина (1) и сухого вещества (2) в растениях костреца безостого в зависимости от срока скашивания первого укоса (среднее за 2004–2006 гг. на посеве 2003 г.) – С. 159.

Рисунок 17 – Динамика переваримого протеина (1) и сухого вещества (2) в растениях многолетних бобовых травах в зависимости от срока скашивания первого укоса. – С. 162.

Рисунок 18 – Динамика урожайности зеленой массы многолетних трав в Новосибирской области в период с 2000 по 2024 г. – С. 171.

Рисунок 19 – Вертикальное распределение биомассы многолетних бобовых трав в одновидовом посеве в зависимости от дозы азота (среднее за 2020–2023 гг.). – С. 181.

Рисунок 20 – Вертикальное распределение биомассы многолетних бобовых трав в смесях с фестулолиумом в зависимости от дозы азота в среднем за 2020–2023 гг. (слева – совместный посев, справа – смешанный) – С. 182.

Рисунок 21 – Регрессионная зависимость между плотностью травостоя (*x*) и урожайностью зеленой массы (*y*) фестулолиума. – С. 187.

Рисунок 22 – Регрессионная зависимость между урожайностью зеленой массы (*y*) и высотой растений фестулолиума (*x*) на неудобренном фоне. – С. 189.

Рисунок 23 – Силос из фестулолиума в лабораторных условиях, 2021г. – С. 199.

Рисунок 24 – Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0–20 см при различных способах обработки старовозрастной дернины многолетних трав (среднее за 2014–2016 гг.). – С. 209.

Рисунок 25 – Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0–100 см при различных способах обработки старовозрастной дернины многолетних трав (среднее за 2014–2016 гг.). – С. 210.

Рисунок 26 – Регрессионная зависимость между высотой растений в фазе цветения (x) и засоренностью посевов (y) овса. – С. 211.

Рисунок 27 – Регрессионная зависимость между влажностью (x) почвы в слое 0–100 см перед посевом и засоренностью (y) посевов овса. – С. 212.

Рисунок 28 – Поверхность поля после обработки гербицидом осенью (1 сентября) и весеннего дискования (2 мая 2015 г.). – С. 213.

Рисунок 29 – Поверхность поля после весеннего дискования (2 мая 2015 г.). – С. 214.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Среднемесячная и годовая температура воздуха в годы исследований, °С (АМС «Огурцово»)

Год	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	За год
2000	-19,7	-11,1	-6,4	3,9	11,5	17,9	18,0	17,6	10,4	-0,3	-1,8	-15,3	2,1
2001	-21,2	-14,6	-4,3	2,5	16,1	17,6	16,9	17,7	10,5	1,8	-2,0	-16,0	2,1
2002	-7,0	-7,8	-2,7	1,0	13,5	17,1	18,0	16,8	11,8	1,6	-4,4	-19,1	3,2
2003	-14,6	-14,4	-9,0	0,8	13,7	20,2	18,3	17,4	11,0	3,0	-9,8	-11,4	2,1
2004	-18,8	-11,1	-9,7	1,1	15,8	19,0	18,2	15,8	10,5	5,6	-2,6	-17,0	2,2
2005	-15,4	-20,2	-4,7	2,0	11,8	18,3	20,2	18,0	10,5	5,1	-5,2	-16,9	2,0
2006	-26,5	-16,2	-5,9	-1,5	10,2	20,5	19,3	14,4	11,5	2,6	-4,7	-6,4	1,5
2007	-9,2	-13,6	-9,7	6,9	11,9	15,1	21,3	15,8	12,2	2,8	-5,7	-10,9	3,1
2008	-21,8	-13,3	-3,3	6,8	12,5	17,4	20,5	16,5	8,7	4,7	-1,0	-14,3	2,5
2009	-17,1	-21,0	-7,7	4,4	12,3	13,8	18,6	16,4	10,8	3,0	-7,8	-18,8	0,6
2010	-27,1	-23,7	-8,5	2,0	8,9	17,2	17,4	17,0	10,6	5,0	-2,9	-20,4	-0,4
2011	-23,7	-15,4	-7,6	6,7	11,5	20,0	17,1	15,4	11,3	6,4	-8,0	-12,9	1,7
2012	-20,5	-20,5	-5,2	6,4	11,1	21,8	22,4	17,2	12,4	3,0	-5,3	-25,0	1,5
2013	-16,2	-14,9	-6,7	3,5	8,6	14,7	19,2	17,6	9,4	3,0	-0,3	-6,6	2,6
2014	-15,4	-19,5	-3,7	5,2	10,0	17,3	0,3	18,5	8,5	0,9	-9,2	-11,5	1,8
2015	-13,2	-12,0	-5,7	5,4	12,9	19,1	19,6	17,1	9,4	4,0	-8,2	-6,0	3,5
2016	-19,5	-9,3	-4,2	7,1	10,3	19,7	20,2	17,3	13,3	-1,3	-12,9	-12,1	2,4
2017	-14,4	-12,6	-5,8	4,7	12,4	19,3	18,4	16,8	9,2	1,9	-5,2	-12,3	2,7
2018	-20,9	-15,2	-8,3	3,3	6,8	19,0	18,5	16,6	10,8	5,8	-8,1	-19,2	0,6
2019	-14,6	-5,8	-3,1	3,8	10,8	16,3	19,1	18,4	11,0	4,9	-10,1	-9,3	2,6
2020	-10,5	-7,8	-3,5	8,0	15,5	16,6	19,7	18,6	10,9	4,0	-4,7	-16,1	3,8
2021	-21,7	-16,3	-6,6	3,3	14,2	16,2	18,8	18,1	9,4	3,3	-6,4	-9,3	1,9
2022	-14,1	-9,7	-7,1	5,2	15,3	17,3	18,5	16,6	10,9	4,3	-8,6	-17,2	2,6
2023	-12,8	-14,8	-2,7	1,1	11,7	18,9	21,5	17,8	11,8	5,6	-4,4	-13,9	3,5

Приложение 2

Среднемесячная и годовая сумма осадков в годы исследований, мм (АМС «Огурцово»)

Год	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	За год
2000	18,9	33,8	13,6	14,9	70,2	85,0	84,3	139,4	42,8	68,0	37,5	64,0	673
2001	35,2	1,6	15,3	15,2	13,3	87,5	118,1	77,7	26,8	72,9	25,9	29,9	539
2002	36,9	27,5	32,2	20,8	34,3	117,3	70,5	26,5	37,7	35,6	47,4	31,8	529
2003	26,2	16,7	18,6	28,0	23,6	26,5	56,9	4,8	31,8	25,5	39,8	22,0	321
2004	8,7	35,1	41,3	43,0	26,1	30,7	103,5	56,9	56,7	35,6	33,1	20,7	491
2005	25,3	6,7	34,6	11,4	26,5	80,5	98,9	17,3	34,3	14,9	42,9	12,6	406
2006	28,2	11,2	19,4	16,5	12,4	63,7	51,8	129,7	20,8	60,2	37,7	42,9	495
2007	22,9	32,2	20,3	16,5	62,9	61,2	81,0	33,3	30,1	50,6	37,9	22,3	468
2008	26,3	26,1	22,7	36,9	27,2	53,5	34,2	51,9	42,1	38,3	30,2	33,4	423
2009	32,1	22,8	8,2	36,8	21,0	69,7	95,6	40,8	23,5	46,4	41,7	36,5	477
2010	5,2	7,1	34,5	49,9	54,0	16,5	47,4	16,9	20,8	22,3	69,8	52,4	397
2011	3,2	17,1	12,4	33,6	29,9	29,8	46,9	50,4	14,2	26,9	28,0	18,9	311
2012	7,3	0,6	24,9	5,6	12,8	19,0	3,7	67,2	41,6	49,2	65,2	23,8	321
2013	28,7	26,3	31,7	21,8	76,8	37,9	75,3	165,4	112,0	36,6	31,6	31,5	676
2014	44,0	19,9	20,3	18,9	50,5	17,4	76,9	32,0	48,4	80,7	48,0	23,5	481
2015	32,1	28,7	31,9	10,6	71,7	31,9	112,7	63,3	64,3	64,0	35,8	47,9	595
2016	6,0	13,7	17,4	28,3	31,6	37,7	76,7	20,0	17,3	70,1	46,4	52,6	418
2017	23,5	13,9	23,8	21,8	33,9	71,9	99,5	65,6	45,0	27,4	33,1	39,4	499
2018	26,3	5,3	17,4	1,8	80,5	70,2	64,6	33,3	48,3	35,0	69,1	21,4	494
2019	10,6	8,2	13,3	12,0	43,2	25,2	97,6	22,0	74,7	39,0	35,9	55,2	437
2020	42,7	35,0	17,2	7,5	52,8	24,5	84,8	82,9	69,3	23,7	20,1	39,9	500
2021	28,0	31,5	33,5	11,2	25,1	73,1	22,4	67,3	48,5	34,2	62,5	39,7	477
2022	21,0	20,6	13,3	17,3	2,5	58,8	47,8	22,8	18,2	20,5	26,1	35,7	305
2023	51,0	13,0	36,0	7,0	5,5	26,1	62,3	112,3	44,3	26,0	31,0	49,0	463

Приложение 3

Густота стояния и сохранность растений покровных культур в зависимости от сроков посева

Покровная культура (срок посева)	Количество растений, шт./м^2		Сохранность, %
	всходы	осенью	
Посев 2006 г.			
Суданская трава (весенний)	292	218	75
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	272	178	65
Просо с рапсом яровым (летний)	300	238	79
Рапс яровой (позднелетний)	192	112	58
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	320	266	83
Озимая рожь (позднелетний)	280	264	94
$НСР_{05}$	38	35	
Посев 2007 г.			
Суданская трава (весенний)	60	60	100
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	26	26	100
Просо с рапсом яровым (летний)	56	54	96
Рапс яровой (позднелетний)	148	148	100
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	132	125	95
Озимая рожь (позднелетний)	120	141	118
$НСР_{05}$	29	20	
Посев 2008 г.			
Суданская трава (весенний)	98	96	98
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	26	25	96
Просо с рапсом яровым (летний)	74	70	95
Рапс яровой (позднелетний)	171	171	100
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	281	264	94
Озимая рожь (позднелетний)	183	160	87
$НСР_{05}$	50	30	
Среднее за 2006–2008 гг.			
Суданская трава (весенний)	150	124	83
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	107	76	71
Просо с рапсом яровым (летний)	143	120	84
Рапс яровой (позднелетний)	171	144	85
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	244	218	90
Озимая рожь (позднелетний)	194	188	97

Приложение 4
Засоренность посевов и конкурентоспособность (CR) сорняков и покровных культур в зависимости от сроков посева

Покровная культура	Год посева	Сорняков на м^2		CR	
		шт.	г	сорняков	покровной культуры
Весенний срок посева					
Суданская трава	2006	142	312	3,9	0,7
	2007	160	340	2,8	0,7
	2008	110	1840	1,2	1,9
Летний срок посева					
Суданская трава с рапсом яровым	2006	450	1125	2,0	1,7
	2007	398	795	2,3	1,4
	2008	298	1785	1,9	3,1
Просо с рапсом яровым	2006	473	1182	3,3	2,4
	2007	312	930	1,8	1,4
	2008	212	1830	2,1	3,0
Позднелетний срок посева					
Рапс яровой	2006	112	235	31,2	5,0
	2007	92	170	4,1	1,5
	2008	82	140	52,7	5,2
Овес с рапсом яровым	2006	63	182	81,7	6,9
	2007	51	80	12,6	1,7
	2008	55	189	96,6	8,3
Озимая рожь	2006	77	200	107,1	9,1
	2007	54	170	120,7	10,4
	2008	51	170	172,7	12,7

Приложение 5

Густота стояния и зимостойкость растений многолетних трав в первый год жизни в зависимости от покровной культуры и сроков посева. Посев 2006 г.

Покровная культура (срок посева)	Густота стояния, шт./м^2			Зимостойкость, %
	всходы	осень	весна	
Кострец безостый				
Суданская трава (весенний)	464	336	138	41
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	0	0	0	0
Просо с рапсом яровым (летний)	0	0	0	0
Рапс яровой (позднелетний)	576	546	327	60
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	541	532	316	59
Озимая рожь (позднелетний)	494	476	294	62
$НСР_{05}$	153	113	110	
Люцерна изменчивая				
Суданская трава (весенний)	328	238	191	80
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	164	147	124	84
Просо с рапсом яровым (летний)	284	280	268	96
Рапс яровой (позднелетний)	490	462	260	53
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	462	434	298	69
Озимая рожь (позднелетний)	231	224	160	71
$НСР_{05}$	114	103	102	
Эспарцет песчаный				
Суданская трава (весенний)	480	462	188	41
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	232	225	102	45
Просо с рапсом яровым (летний)	284	262	114	44
Рапс яровой (позднелетний)	613	602	184	31
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	689	686	156	23
Озимая рожь (позднелетний)	205	196	140	71
$НСР_{05}$	71	68	53	
Клевер луговой				
Суданская трава (весенний)	284	266	149	56
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	308	278	184	66
Просо с рапсом яровым (летний)	304	242	184	76
Рапс яровой (позднелетний)	641	630	161	26
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	701	644	156	24
Озимая рожь (позднелетний)	583	504	176	35
$НСР_{05}$	194	145	32	
Галега восточная				
Суданская трава (весенний)	64	24	0	0
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	60	28	0	0
Просо с рапсом яровым (летний)	56	21	0	0
$НСР_{05}$	3	25	0	

Приложение 6

Густота стояния и зимостойкость растений многолетних трав в первый год жизни в зависимости от покровной культуры и сроков посева. Посев 2007 г.

Покровная культура (срок посева)	Густота стояния, шт./м^2			Зимостойкость, %
	всходы	осень	весна	
Кострец безостый				
Суданская трава (весенний)	0	0	0	0
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	61	52	50	96
Просо с рапсом яровым (летний)	46	40	40	100
Рапс яровой (позднелетний)	582	304	282	93
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	552	320	300	94
Озимая рожь (позднелетний)	472	315	219	70
$НСР_{05}$	28	32	30	
Люцерна изменчивая				
Суданская трава (весенний)	172	129	116	90
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	138	120	111	93
Просо с рапсом яровым (летний)	114	112	112	100
Рапс яровой (позднелетний)	262	184	120	65
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	204	164	146	89
Озимая рожь (позднелетний)	182	115	103	90
$НСР_{05}$	17	16	15	
Эспарцет песчаный				
Суданская трава (весенний)	34	34	34	100
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	85	85	84	99
Просо с рапсом яровым (летний)	98	92	89	97
Рапс яровой (позднелетний)	304	176	134	76
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	448	173	145	84
Озимая рожь (позднелетний)	296	203	162	80
$НСР_{05}$	14	33	30	
Клевер луговой				
Суданская трава (весенний)	244	133	67	50
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	116	116	100	86
Просо с рапсом яровым (летний)	122	118	108	92
Рапс яровой (позднелетний)	230	180	160	89
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	168	144	100	69
Озимая рожь (позднелетний)	264	198	161	81
$НСР_{05}$	23	38	30	
Галега восточная				
Суданская трава (весенний)	29	27	24	89
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	36	35	28	80
Просо с рапсом яровым (летний)	52	51	27	53
$НСР_{05}$	4	3	3	

Приложение 7

Густота стояния и зимостойкость растений многолетних трав в первый год жизни в зависимости от покровной культуры и сроков посева. Посев 2008 г.

Покровная культура (срок посева)	Густота стояния, шт./м^2			Зимостойкость, %
	всходы	осень	весна	
Кострец безостый				
Суданская трава (весенний)	0	0	0	0
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	161	153	153	100
Просо с рапсом яровым (летний)	146	100	96	96
Рапс яровой (позднелетний)	161	160	160	100
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	169	164	164	100
Озимая рожь (позднелетний)	196	116	115	99
$НСР_{05}$	26	24	23	
Люцерна изменчивая				
Суданская трава (весенний)	256	246	185	75
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	178	132	126	96
Просо с рапсом яровым (летний)	186	142	125	88
Рапс яровой (позднелетний)	198	180	140	78
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	303	276	121	44
Озимая рожь (позднелетний)	210	188	169	90
$НСР_{05}$	37	35	32	
Эспарцет песчаный				
Суданская трава (весенний)	213	209	184	88
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	184	120	105	88
Просо с рапсом яровым (летний)	168	122	107	88
Рапс яровой (позднелетний)	299	228	163	72
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	283	280	144	51
Озимая рожь (позднелетний)	290	272	227	84
$НСР_{05}$	37	32	31	
Клевер луговой				
Суданская трава (весенний)	213	215	149	69
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	186	186	180	97
Просо с рапсом яровым (летний)	126	118	108	92
Рапс яровой (позднелетний)	180	172	112	65
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	161	156	115	74
Озимая рожь (позднелетний)	193	166	115	69
$НСР_{05}$	35	31	30	
Галега восточная				
Суданская трава (весенний)	32	28	24	86
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	33	31	27	87
Просо с рапсом яровым (летний)	50	49	43	88
$НСР_{05}$	13	13	13	

Приложение 8

Биометрические показатели растений многолетних трав в год посева перед уходом в зиму в зависимости от покровной культуры и сроков посева

Покровная культура (срок посева)	Количество побегов, шт./раст.			Высота растений, см			Длина корня, см		
	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.
Кострец безостый									
Суданская трава (весенний)	2	2	0	18	16	0	12	7	0
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	0	2	1	0	12	11	0	4	10
Просо с рапсом яровым (летний)	0	0	1	0	0	15	0	0	10
Рапс яровой (позднелетний)	4	1	2	20	20	22	12	6	11
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	3	2	1	31	18	20	20	6	9
Озимая рожь (позднелетний)	2	3	2	22	16	23	17	7	10
Люцерна изменчивая									
Суданская трава (весенний)	4	2	3	21	17	12	10	17	16
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	3	2	3	18	15	14	14	11	14
Просо с рапсом яровым (летний)	2	2	3	18	15	10	11	12	17
Рапс яровой (позднелетний)	3	1	2	22	7	15	10	7	10
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	1	3	3	16	11	16	12	9	16
Озимая рожь (позднелетний)	1	2	1	5	8	11	8	9	10
Эспарцет песчаный									
Суданская трава (весенний)	3	3	3	14	11	13	10	10	15
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	3	2	2	19	18	12	14	8	16
Просо с рапсом яровым (летний)	4	2	2	21	19	11	10	9	15
Рапс яровой (позднелетний)	3	1	1	25	11	19	16	9	12
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	2	1	1	16	16	19	14	9	10
Озимая рожь (позднелетний)	1	2	1	11	12	15	8	10	11
Клевер луговой									
Суданская трава (весенний)	1	3	3	15	12	12	9	11	13
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	3	2	2	9	13	13	8	9	10
Просо с рапсом яровым (летний)	3	2	2	19	13	15	15	9	13
Рапс яровой (позднелетний)	4	1	1	32	10	15	13	6	10
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	2	2	2	10	13	16	8	8	13
Озимая рожь (позднелетний)	2	1	2	11	6	14	9	8	13
Галега восточная									
Суданская трава (весенний)	2	1	1	28	15	10	13	10	12
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	1	1	1	10	12	13	8	8	12
Просо с рапсом яровым (летний)	1	1	3	22	11	10	18	8	10

Приложение 9
Запасы продуктивной влаги в почве весной и перед укосами, мм

Слой почвы, см	2007 г.			2008 г.			2009 г.			2010 г.		
	Весна	1-й укос	Отава	Весна	1-й укос	Отава	Весна	1-й укос	Отава	Весна	1-й укос	Отава
0–10	6,4	6,4	4,2	10,6	7,8	8,6	16,1	14,2	10,2	9,9	11,5	4,7
10–20	19,6	10,7	4,2	7,2	10,0	9,2	16,9	13,7	11,2	11,7	12,8	5,3
20–30	12,8	9,1	6,2	13,8	10,7	10,2	18,6	14,9	11,0	14,2	14,4	7,2
30–40	12,7	9,0	7,8	15,0	11,4	10,1	16,4	14,2	11,2	15,2	14,6	6,9
40–50	9,7	9,2	6,5	13,3	9,8	9,8	15,0	10,5	7,7	13,7	13,4	6,1
50–60	16,2	10,4	5,2	13,5	9,7	7,6	16,0	9,5	9,0	13,3	11,1	6,1
60–70	15,9	9,8	6,4	12,9	9,4	8,0	13,3	11,8	9,2	13,4	9,3	7,0
70–80	13,2	12,5	5,5	11,6	8,1	7,7	13,9	10,6	9,3	11,2	6,9	7,6
80–90	15,5	13,0	6,4	14,1	8,9	8,0	16,0	12,5	10,5	13,4	10,2	7,7
90–100	15,3	6,1	6,6	15,5	6,9	7,8	16,1	13,0	9,4	14,6	12,6	7,7
0–100	137,5	96,0	59,0	127,2	92,4	84,0	158,3	124,8	98,7	130,4	116,7	66,3

Приложение 10

Высота растений многолетних трав в зависимости от покровной культуры и сроков посева, см

Покровная культура (срок посева)	2007 г.		2008 г.		2009 г.		2010 г.	
	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос
Кострец безостый								
Суданская трава (весенний)	81	42	121	0	116	43	82	41
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	0	0	105	0	116	42	84	40
Просо с рапсом яровым (летний)	0	0	112	0	118	42	84	39
Рапс яровой (позднелетний)	116	69	123	0	123	43	86	42
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	102	58	132	0	124	46	91	43
Озимая рожь (позднелетний)	91	49	117	0	121	44	90	41
$НСР_{05}$	5	3	5	0	2	2	2	1
Люцерна изменчивая								
Суданская трава (весенний)	81	71	89	65	82	61	80	67
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	76	72	86	56	87	62	94	68
Просо с рапсом яровым (летний)	79	69	99	66	87	62	92	68
Рапс яровой (позднелетний)	79	68	100	63	78	62	89	67
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	72	68	100	69	77	63	87	59
Озимая рожь (позднелетний)	73	57	80	53	78	61	79	59
$НСР_{05}$	2	2	3	3	4	1	2	2
Эспарцет песчаный								
Суданская трава (весенний)	103	83	87	53	106	99	133	112
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	0	0	91	52	102	98	123	113
Просо с рапсом яровым (летний)	79	63	101	60	103	95	132	108
Рапс яровой (позднелетний)	98	70	101	52	100	95	128	108
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	99	75	100	48	102	93	126	107
Озимая рожь (позднелетний)	112	71	100	57	102	95	126	104
$НСР_{05}$	7	5	2	2	1	2	2	1
Клевер луговой								
Суданская трава (весенний)	85	49	73	0	102	0	88	0
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	58	75	76	0	108	0	98	0
Просо с рапсом яровым (летний)	72	63	80	0	105	0	97	0
Рапс яровой (позднелетний)	80	49	84	0	90	0	88	0
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	80	60	86	0	89	0	87	0
Озимая рожь (позднелетний)	94	46	76	0	89	0	87	0
$НСР_{05}$	4	4	3	0	5	0	2	0
Галега восточная								
Суданская трава (весенний)	0	0	81	0	94	92	113	0
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	0	0	62	0	82	8	108	0
Просо с рапсом яровым (летний)	0	0	79	0	91	87	107	0
$НСР_{05}$	0	0	3	0	2	2	2	0

Приложение 11

Масса побега многолетних трав в зависимости от покровной культуры и сроков посева, г

Покровная культура (срок посева)	2007 г.		2008 г.		2009 г.		2010 г.	
	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос
Кострец безостый								
Суданская трава (весенний)	2,8	1,0	2,4	0	2,4	1,0	2,3	1,9
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	0	0	0	0	2,3	1,8	2,3	1,8
Просо с рапсом яровым (летний)	0	0	0	0	2,1	1,9	2,2	1,9
Рапс яровой (позднелетний)	2,5	2,1	2,7	0	2,6	2,2	2,4	1,9
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	2,8	2,2	2,3	0	2,8	2,1	2,4	2,0
Озимая рожь (позднелетний)	1,9	1,5	1,9	0	2,4	2,0	2,3	1,9
$НСР_{05}$	0,2	0,2	0,3	0	0,2	0,1	0,1	0,1
Люцерна изменчивая								
Суданская трава (весенний)	6,7	5,5	5,7	3,0	6,3	4,1	5,7	3,0
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	5,2	4,0	4,9	2,8	7,2	4,5	5,9	3,0
Просо с рапсом яровым (летний)	5,0	3,1	7,6	3,9	7,1	4,7	6,1	3,0
Рапс яровой (позднелетний)	3,7	3,0	5,9	2,3	5,8	3,9	5,4	2,9
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	5,9	3,0	7,3	3,6	5,2	3,8	5,2	3,0
Озимая рожь (позднелетний)	5,6	4,3	5,5	2,5	4,9	3,3	4,2	2,7
$НСР_{05}$	0,4	0,2	0,3	0,1	0,5	0,4	0,3	0,1
Эспарцет песчаный								
Суданская трава (весенний)	9,0	8,0	7,4	9,4	12,9	11,2	16,8	13,2
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	0	0	9,4	9,4	10,5	11,2	14,6	11,8
Просо с рапсом яровым (летний)	8,2	8,6	9,1	10,0	10,6	8,3	14,6	11,2
Рапс яровой (позднелетний)	7,6	8,2	7,6	11,0	10,7	8,4	14,2	12,8
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	8,7	7,2	9,4	8,8	10,9	8,9	13,3	11,6
Озимая рожь (позднелетний)	10,4	9,8	7,6	8,7	10,1	8,1	13,3	11,2
$НСР_{05}$	0,7	0,5	0,4	0,4	0,1	0,6	0,4	0,2
Клевер луговой								
Суданская трава (весенний)	8,5	6,5	7,4	0	12,0	0	15,3	0
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	8,2	10,9	4,6	0	13,8	0	16,3	0
Просо с рапсом яровым (летний)	6,6	8,8	6,8	0	13,9	0	16,9	0
Рапс яровой (позднелетний)	6,5	8,7	6,2	0	12,0	0	15,2	0
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	6,1	11,5	6,2	0	11,2	0	14,8	0
Озимая рожь (позднелетний)	8,9	12,7	6,6	0	10,0	0	14,9	0
$НСР_{05}$	0,7	0,4	0,1	0	0,6	0	0,4	0
Галега восточная								
Суданская трава (весенний)	0	0	8,0	0	15,5	10,8	21,7	0
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	0	0	7,1	0	14,8	10,3	23,9	0
Просо с рапсом яровым (летний)	0	0	8,7	0	15,3	8,1	21,1	0
$НСР_{05}$	0	0	0,4	0	0,6	0,7	0,7	0

Приложение 12

Коэффициент корреляции между урожайностью сухой массы многолетних трав и показателями продуктивности растений по годам пользования, 2007–2010 гг.

Показатель	1-й год пользования		2-й год пользования		3-й год пользования		4-й год пользования	
	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос
Кострец безостый								
Высота побега	0,21	0,76	0,94	0,81	0,89	–	0,97	–
Масса побега	0,22	0,98	0,71	0,53	0,88	–	0,98	–
Люцерна изменчивая								
Высота побега	0,07	0,49	0,29	–0,27	–0,31	0,19	–0,22	–
Масса побега	–0,28	0,54	0,48	0,05	–0,34	0,31	–0,17	–
Эспарцет песчаный								
Высота побега	–0,38	0,32	0,30	–0,37	–0,35	0,05	0,45	–
Масса побега	–0,37	0,42	–0,85	–0,38	0,03	0,02	–0,23	–
Клевер луговой								
Высота побега	–0,58	–0,44	–0,16	–	–0,02	–	0,29	–
Масса побега	–0,27	0,59	–0,28	–	–0,11	–	0,15	–
Галега восточная								
Высота побега	–	–	0,94	–	0,44	0,18	0,67	–
Масса побега	–	–	0,62	–	0,47	0,88	0,61	–

Приложение 13

Урожайность сухой массы костреца безостого в зависимости от покровной культуры и сроков посева по годам пользования, т/га (2007–2010 гг.)

Покровная культура (срок посева)	Первый год			Второй год			Третий год			Четвертый год		
	1-й укос	2-й укос	Сумма	1-й укос	2-й укос	Сумма	1-й укос	2-й укос	Сумма	1-й укос	2-й укос	Сумма
Посев 2006 г.												
Суданская трава (весенний)	2,01	2,61	4,62	5,50	0	5,50	4,47	0	4,47	3,05	0	3,05
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Просо с рапсом яровым (летний)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Рапс яровой (позднелетний)	2,88	3,80	6,68	4,02	0	4,02	8,07	0	8,07	3,55	0	3,55
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	2,03	3,86	5,89	6,87	0	6,87	6,68	0	6,68	2,90	0	2,90
Озимая рожь (позднелетний)	4,92	2,65	7,57	4,13	0	4,13	6,14	0	6,14	2,62	0	2,62
$НСР_{05}$	0,98	0,98	1,70	1,22	0	1,22	2,32	0	2,32	0,67	0	0,67
Посев 2007 г.												
Суданская трава (весенний)	0	0	0	4,74	0,93	5,67	2,91	0	2,91	–	–	–
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	3,27	0	3,27	6,70	2,88	9,58	4,63	0	4,63	–	–	–
Просо с рапсом яровым (летний)	3,21	0	3,21	7,36	1,87	9,23	4,28	0	4,28	–	–	–
Рапс яровой (позднелетний)	2,51	0	2,51	7,21	2,73	9,94	4,06	0	4,06	–	–	–
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	4,27	0	4,27	8,24	4,34	12,58	5,76	0	5,76	–	–	–
Озимая рожь (позднелетний)	0	0	0	7,88	2,91	10,79	4,42	0	4,42	–	–	–
$НСР_{05}$	1,31	0	1,31	0,94	1,13	2,5	0,76	0	0,76	–	–	–
Посев 2008 г.												
Суданская трава (весенний)	2,12	0,96	3,08	2,64	2,14	4,78	–	–	–	–	–	–
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	3,23	0,73	3,96	2,33	1,61	3,94	–	–	–	–	–	–
Просо с рапсом яровым (летний)	3,77	0,97	4,74	3,63	1,37	5,00	–	–	–	–	–	–
Рапс яровой (позднелетний)	2,80	1,54	4,34	2,69	1,86	4,55	–	–	–	–	–	–
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	3,99	2,06	6,05	4,16	3,22	7,38	–	–	–	–	–	–
Озимая рожь (позднелетний)	5,08	2,18	7,26	2,22	1,13	3,35	–	–	–	–	–	–
$НСР_{05}$	1,35	1,13	1,91	0,74	0,55	0,91	–	–	–	–	–	–

Приложение 14

Урожайность сухой массы люцерны изменчивой в зависимости от покровной культуры и сроков посева по годам пользования, т/га (2007–2010 гг.)

Покровная культура (срок посева)	Первый год			Второй год			Третий год			Четвертый год		
	1-й укос	2-й укос	Сумма	1-й укос	2-й укос	Сумма	1-й укос	2-й укос	Сумма	1-й укос	2-й укос	Сумма
Посев 2006 г.												
Суданская трава (весенний)	4,37	5,83	10,2	5,71	3,24	8,95	7,25	2,77	10,02	3,13	0	3,13
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	2,70	4,59	7,29	6,26	4,72	10,98	6,96	4,50	11,46	2,06	0	2,06
Просо с рапсом яровым (летний)	2,97	4,42	7,39	6,25	1,52	7,77	6,42	3,26	9,68	3,27	0	3,27
Рапс яровой (позднелетний)	3,92	4,75	8,67	7,29	2,80	10,09	6,60	3,67	10,27	4,27	0	4,27
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	3,84	4,52	8,36	6,92	2,57	9,49	6,67	2,86	9,53	2,74	0	2,74
Озимая рожь (позднелетний)	3,49	3,76	7,25	6,62	2,50	9,12	7,12	3,03	10,15	3,20	0	3,20
$НСР_{05}$	1,20	1,31	2,15	1,78	1,56	1,06	0,96	0,65	1,36	0,60	0	0,60
Посев 2007 г.												
Суданская трава (весенний)	0	0	0	4,36	3,81	8,17	4,34	1,24	5,58	–	–	–
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	6,28	0	6,28	9,71	5,34	15,05	5,25	2,70	7,95	–	–	–
Просо с рапсом яровым (летний)	8,64	0	8,64	11,12	5,40	16,52	5,42	3,43	8,85	–	–	–
Рапс яровой (позднелетний)	2,66	0	2,66	6,11	3,29	9,40	5,55	3,07	8,62	–	–	–
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	3,82	0	3,82	7,73	3,93	11,66	5,52	2,17	7,69	–	–	–
Озимая рожь (позднелетний)	0	0	0	8,13	4,27	12,40	5,05	3,05	8,10	–	–	–
$НСР_{05}$	1,55	0	1,55	1,26	1,71	2,30	1,07	1,27	2,16	–	–	–
Посев 2008 г.												
Суданская трава (весенний)	4,52	2,04	6,56	3,41	2,51	5,92	–	–	–	–	–	–
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	6,92	4,09	11,01	4,44	3,21	7,65	–	–	–	–	–	–
Просо с рапсом яровым (летний)	7,58	2,88	10,46	5,44	2,93	8,37	–	–	–	–	–	–
Рапс яровой (позднелетний)	4,51	1,36	5,87	2,66	2,36	5,02	–	–	–	–	–	–
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	5,47	1,93	7,40	4,46	1,74	6,20	–	–	–	–	–	–
Озимая рожь (позднелетний)	5,03	3,01	8,04	1,95	1,15	3,10	–	–	–	–	–	–
$НСР_{05}$	1,00	1,10	1,57	0,73	0,59	0,90	–	–	–	–	–	–

Приложение 15

Урожайность сухой массы клевера лугового в зависимости от покровной культуры и сроков посева по годам пользования, т/га (2007–2010 гг.)

Покровная культура (срок посева)	Первый год			Второй год			Третий год			Четвертый год		
	1-й укос	2-й укос	Сумма	1-й укос	2-й укос	Сумма	1-й укос	2-й укос	Сумма	1-й укос	2-й укос	Сумма
Посев 2006 г.												
Суданская трава (весенний)	5,22	4,64	9,86	5,38	0	5,38	4,80	0	4,80	2,16	0	2,16
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	2,33	4,74	7,07	4,53	0	4,53	5,82	0	5,82	2,33	0	2,33
Просо с рапсом яровым (летний)	2,79	4,77	7,56	5,16	0	5,16	4,62	0	4,62	1,55	0	1,55
Рапс яровой (позднелетний)	4,62	3,83	8,45	4,68	0	4,68	5,17	0	5,17	1,23	0	1,23
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	3,97	4,07	8,04	5,33	0	5,33	5,43	0	5,43	2,16	0	2,16
Озимая рожь (позднелетний)	3,01	3,49	6,50	5,60	0	5,60	5,96	0	5,96	1,12	0	1,12
$НСР_{05}$	1,71	1,26	1,94	0,77	0	0,77	0,79	0	0,79	0,25	0	0,25
Посев 2007 г.												
Суданская трава (весенний)	4,75	0	4,75	5,86	0	5,86	4,49	0	4,49	–	–	–
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	5,40	0	5,40	7,60	0	7,60	5,20	0	5,20	–	–	–
Просо с рапсом яровым (летний)	8,43	0	8,43	5,39	0	5,39	4,70	0	4,70	–	–	–
Рапс яровой (позднелетний)	3,18	0	3,18	3,35	0	3,35	3,67	0	3,67	–	–	–
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	3,66	0	3,66	5,99	0	5,99	5,72	0	5,72	–	–	–
Озимая рожь (позднелетний)	0	0	0	5,11	0	5,11	4,30	0	4,30	–	–	–
$НСР_{05}$	0,91	0	0,91	1,18	0	1,18	1,23	0	1,23	–	–	–
Посев 2008 г.												
Суданская трава (весенний)	4,65	0	4,65	1,85	0	1,85	–	–	–	–	–	–
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	5,60	0	5,60	2,52	0	2,52	–	–	–	–	–	–
Просо с рапсом яровым (летний)	6,27	0	6,27	4,49	0	4,49	–	–	–	–	–	–
Рапс яровой (позднелетний)	3,04	3,99	7,03	2,89	0	2,89	–	–	–	–	–	–
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	3,09	4,73	7,82	3,30	0	3,30	–	–	–	–	–	–
Озимая рожь (позднелетний)	3,29	4,65	7,94	3,37	0	3,37	–	–	–	–	–	–
$НСР_{05}$	0,49	0,51	1,07	0,68	0	0,68	–	–	–	–	–	–

Приложение 16

Урожайность сухой массы эспарцета песчаного в зависимости от покровной культуры и срока посева по годам пользования, т/га (2007–2010 гг.)

Покровная культура (срок посева)	Первый год			Второй год			Третий год			Четвертый год		
	1-й укос	2-й укос	Сумма	1-й укос	2-й укос	Сумма	1-й укос	2-й укос	Сумма	1-й укос	2-й укос	Сумма
Посев 2006 г.												
Суданская трава (весенний)	5,69	4,48	10,17	5,73	1,46	7,19	7,32	2,85	10,17	2,34	0	2,34
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	2,51	2,73	5,24	4,42	0	4,42	5,14	1,39	6,53	0	0	0
Просо с рапсом яровым (летний)	2,10	2,60	4,70	4,85	0,82	5,67	6,42	2,57	8,99	2,40	0	2,40
Рапс яровой (позднелетний)	4,32	4,84	9,16	6,32	2,94	9,26	8,68	2,31	10,99	2,61	0	2,61
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	3,16	5,32	8,48	6,13	2,15	8,28	7,13	2,14	9,27	3,18	0	3,18
Озимая рожь (позднелетний)	2,75	4,13	6,88	7,34	2,37	9,71	8,64	2,79	11,43	2,64	0	2,64
$НСР_{05}$	1,84	1,13	2,81	1,35	0,83	1,01	1,91	0,42	2,04	0,57	0	0,57
Посев 2007 г.												
Суданская трава (весенний)	4,80	0	4,80	11,89	4,43	16,32	3,90	1,87	5,77	–	–	–
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	5,10	0	5,10	7,49	4,76	12,25	3,38	2,19	5,57	–	–	–
Просо с рапсом яровым (летний)	4,90	0	4,90	9,03	4,86	13,89	2,22	1,07	3,29	–	–	–
Рапс яровой (позднелетний)	3,12	0	3,12	11,00	2,91	13,91	5,21	1,32	6,53	–	–	–
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	4,04	0	4,04	8,72	4,96	13,68	4,44	2,19	6,63	–	–	–
Озимая рожь (позднелетний)	0	0	0	11,98	3,89	15,87	3,85	2,05	5,90	–	–	–
$НСР_{05}$	1,29	0	1,29	3,23	1,20	3,07	0,86	0,88	1,10	–	–	–
Посев 2008 г.												
Суданская трава (весенний)	9,18	2,28	11,46	2,75	1,42	4,17	–	–	–	–	–	–
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	8,78	3,85	12,63	4,10	1,95	6,05	–	–	–	–	–	–
Просо с рапсом яровым (летний)	9,26	3,67	12,93	4,10	2,18	6,28	–	–	–	–	–	–
Рапс яровой (позднелетний)	4,67	2,17	6,84	4,37	2,01	6,38	–	–	–	–	–	–
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	4,63	2,16	6,79	4,25	3,24	7,49	–	–	–	–	–	–
Озимая рожь (позднелетний)	4,44	4,55	8,99	2,88	2,15	5,03	–	–	–	–	–	–
$НСР_{05}$	1,38	1,04	2,49	0,93	0,37	0,79	–	–	–	–	–	–

Приложение 17

Урожайность сухой массы галеги восточной в зависимости от покровной культуры и сроков посева, т/га. Посев 2006 г.

Покровная культура (срок посева)	1-й укос	2-й укос	Сумма
2008 г.			
Суданская трава (весенний)	2,63	0	2,63
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	2,56	0	2,56
Просо с рапсом яровым (летний)	2,60	0	2,60
$НСР_{05}$	0,15	0	0,15
2009 г.			
Суданская трава (весенний)	6,45	2,46	8,91
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	4,53	1,64	6,17
Просо с рапсом яровым (летний)	3,67	1,12	4,79
$НСР_{05}$	0,40	0,32	0,24
2010 г.			
Суданская трава (весенний)	2,74	0	2,74
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	2,65	0	2,65
Просо с рапсом яровым (летний)	1,55	0	1,55
$НСР_{05}$	0,36	0	0,36

Приложение 18

Продуктивность многолетних трав в зависимости от покровной культуры и сроков посева. Посев 2006 г. (среднее за 2007–2010 гг.)

Покровная культура (срок посева)	Валовый сбор с 1 га			
	кормовых единиц, т	переваримого протеина, т	КПЕ, т	обменная энергия, ГДж
Кострец безостый				
Суданская трава (весенний)	2,9	258	2,2	40,5
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	0	0	0	0
Просо с рапсом яровым (летний)	0	0	0	0
Рапс яровой (позднелетний)	3,5	156	3,0	49,0
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	2,6	234	1,9	40,2
Озимая рожь (позднелетний)	2,2	169	1,6	35,6
Люцерна изменчивая				
Суданская трава (весенний)	6,0	921	9,9	83,3
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	5,8	823	9,2	80,8
Просо с рапсом яровым (летний)	5,1	733	7,9	70,9
Рапс яровой (позднелетний)	5,8	837	8,3	81,1
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	5,4	766	8,2	75,2
Озимая рожь (позднелетний)	5,2	611	8,6	73,3
Эспарцет песчаный				
Суданская трава (весенний)	5,4	748	8,4	74,8
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	2,9	383	4,6	41,0
Просо с рапсом яровым (летний)	4,0	605	6,5	56,0
Рапс яровой (позднелетний)	6,0	779	9,8	83,0
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	5,4	769	8,9	75,6
Озимая рожь (позднелетний)	4,8	731	6,1	69,3
Клевер луговой				
Суданская трава (весенний)	4,5	515	5,7	52,2
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	4,0	431	5,2	46,5
Просо с рапсом яровым (летний)	3,8	452	4,9	44,4
Рапс яровой (позднелетний)	4,0	448	5,1	46,0
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	4,3	506	5,7	49,9
Озимая рожь (позднелетний)	4,0	401	5,5	46,6
Галега восточная				
Суданская трава (весенний)	5,2	656	6,6	59,8
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	4,4	534	7,0	51,0
Просо с рапсом яровым (летний)	3,3	377	5,0	38,1

Приложение 19
Продуктивность многолетних трав в зависимости от покровной культуры и сроков посева. Посев 2007 г. (среднее за 2008–2010 гг.)

Покровная культура (срок посева)	Валовый сбор с 1 га			
	кормовых единиц, т	переваримого протеина, т	КПЕ, т	обменная энергия, ГДж
Кострец безостый				
Суданская трава (весенний)	1,7	168	1,4	24,2
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	3,3	183	2,1	47,4
Просо с рапсом яровым (летний)	3,3	175	2,1	46,5
Рапс яровой (позднелетний)	3,1	154	1,8	44,8
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	4,2	316	2,6	61,2
Озимая рожь (позднелетний)	3,8	235	2,4	56,6
Люцерна изменчивая				
Суданская трава (весенний)	4,9	786	7,8	70,0
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	6,4	1012	8,1	91,0
Просо с рапсом яровым (летний)	8,0	1184	12,2	113,0
Рапс яровой (позднелетний)	4,9	694	7,5	68,9
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	5,3	786	7,4	74,5
Озимая рожь (позднелетний)	6,3	744	9,3	88,9
Эспарцет песчаный				
Суданская трава (весенний)	6,4	899	9,6	87,8
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	5,4	723	8,1	75,7
Просо с рапсом яровым (летний)	5,0	815	6,9	70,2
Рапс яровой (позднелетний)	5,6	764	8,2	78,1
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	5,5	855	7,6	77,5
Озимая рожь (позднелетний)	5,2	692	8,1	73,2
Клевер луговой				
Суданская трава (весенний)	3,8	466	4,0	44,0
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	4,5	531	4,4	52,2
Просо с рапсом яровым (летний)	4,7	591	4,8	54,0
Рапс яровой (позднелетний)	2,7	313	3,2	31,1
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	3,9	495	4,2	45,3
Озимая рожь (позднелетний)	2,4	262	2,5	27,5

Приложение 20

Продуктивность многолетних трав в зависимости от покровной культуры и сроков посева. Посев 2008 г. (среднее за 2009, 2010 г.)

Покровная культура (срок посева)	Валовый сбор с 1 га			
	кормовых единиц, т	переваримого протеина, т	КПЕ, т	обменная энергия, ГДж
Кострец безостый				
Суданская трава (весенний)	2,2	231	1,5	32,4
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	2,2	124	1,4	32,2
Просо с рапсом яровым (летний)	2,8	153	1,9	40,2
Рапс яровой (позднелетний)	2,4	125	1,5	36,0
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	3,6	282	1,9	53,4
Озимая рожь (позднелетний)	2,8	176	1,5	41,4
Люцерна изменчивая				
Суданская трава (весенний)	4,7	714	7,7	64,7
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	7,0	967	11,8	97,5
Просо с рапсом яровым (летний)	6,5	984	9,1	90,9
Рапс яровой (позднелетний)	4,0	549	6,2	55,3
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	4,8	693	7,1	67,1
Озимая рожь (позднелетний)	4,0	459	6,1	55,7
Эспарцет песчаный				
Суданская трава (весенний)	5,6	784	8,4	76,6
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	6,2	885	7,6	87,3
Просо с рапсом яровым (летний)	7,2	1066	11,5	99,5
Рапс яровой (позднелетний)	4,9	644	7,6	67,4
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	5,2	752	8,2	72,8
Озимая рожь (позднелетний)	4,6	669	6,0	65,5
Клевер луговой				
Суданская трава (весенний)	2,5	301	2,8	29,3
Суданская трава с рапсом яровым (летний)	3,3	355	4,2	38,2
Просо с рапсом яровым (летний)	4,7	515	6,9	53,8
Рапс яровой (позднелетний)	4,0	456	5,0	46,1
Овес с рапсом яровым (позднелетний)	4,4	538	5,5	51,7
Озимая рожь (позднелетний)	4,3	474	4,6	49,7

Приложение 21

Энергетическая оценка технологии возделывания многолетних трав на корм в зависимости от покровных культур, МДж/га

Наименование работ (качественные показатели)	Агрегат	Энерго-емкость машин	Затраты топлива	Овеществлен-ная энергия	Энерго-затраты живого труда	Полные энергозатраты
Энергозатраты в первый год жизни						
Лущение стерни (6–8 см)	ЛДГ-15	106,5	105,6	–	6,5	218,6
Зяблевая обработка (25–27 см)	ПЛП-6-35	296,7	770,9	–	40,5	1108,1
Ранневесеннее боронование (3–4 см)	БЗТС-1	221,5	147,8	–	18,1	387,5
Погрузка удобрений (N_{60} P_{40})	ПКУ-0,8	9,1	22,2	5697,9	2,8	5732,0
Транспортировка и внесение удобрений	РУМ-5	100,4	168,9	–	25,9	295,3
Предпосевная культивация (6–8 см)	КПС-4	104,2	116,2	–	7,9	228,2
Погрузка семян	ПШП-4А	0,7	0,1	–	0,2	1,0
Загрузка и транспортировка сеялки	ЗАУ-3	138,5	59,9	–	2,1	200,6
Посев под покров однолетних культур	СЗТ-3,6	239,1	237,6	Кострец– 492; Люцерна–303; Клевер – 283; Эспарцет– 2020; Галега – 404; Овес – 3380	26,4	Кострец– 995; Люцерн–806; Клевер – 786; Эспарцет– 2526; Галега – 910; Овес – 3886
Прикатывание почвы	3ККШ-6	75,2	147,8	–	14,5	237,6
Уборка покровной культуры	Е-281	402,1	448,8	–	15,6	866,4
Транспортировка зеленой массы	2ПТС-4	21,7	89,8	–	–	111,5
Энергозатраты в годы пользования						
Погрузка удобрений (N_{60})	ПКУ-0,8	9,1	22,2	5697,9	2,8	5732,0
Транспортировка и внесение удобрений	РУМ-5	100,4	169,0	–	25,9	295,3
Весеннее боронование	БЗТС-1	221,5	147,8	–	18,1	387,5
Уборка многолетних трав на сено	Е-281	402,1	448,8	–	15,6	866,4
Уборка 2-го укоса	Е-281	402,1	448,8	–	15,6	866,4
Транспортировка зеленой массы	2ПТС-4	21,7	89,8	–	–	111,5

Приложение 22

Биохимический состав и питательность зеленой массы костреца безостого в зависимости от срока внесения и способа заделки азотных удобрений (среднее за 2001, 2002 г.)

Вариант	Сухое вещество, %	Содержание в сухом веществе, %					В 1 кг сухого вещества		Переваримый протеин	
		протеина	жира	клетчатки	БЭВ	золы	к. ед.	$ОЭ_{крс}$, МДж	% в сухом веществе	г/к.ед.
Без удобрений										
Без обработки	39,7	6,7	2,0	31,0	53,8	6,5	0,53	7,9	4,3	81
БЗТС-1	36,6	7,0	2,2	28,3	55,8	6,7	0,54	8,0	4,5	83
БИГ-3 (П)	37,9	7,0	2,3	33,2	50,7	6,8	0,54	8,0	4,5	83
БИГ-3 (А)	37,0	6,6	1,8	32,2	52,8	6,6	0,52	7,8	4,2	80
Внесение N_{90} весной										
Без обработки	36,0	8,7	1,8	34,5	49,1	5,9	0,59	8,4	5,6	95
БЗТС-1	34,8	8,3	1,5	33,8	49,9	6,5	0,57	8,3	5,3	93
БИГ-3 (П)	35,0	8,4	1,9	33,8	49,4	6,5	0,58	8,4	5,4	93
БИГ-3 (А)	35,1	9,3	1,8	32,4	50,8	5,7	0,60	8,6	5,9	98

Приложение 23

Влияние срока внесения «стартовой» дозы азотных удобрений (N_{30}) на травостой люцерны изменчивой. Посев 1998 г.

Вариант	Плотность травостоя, шт./м^2			Масса побега, г			Высота растений, см		
	1-й укос	2-й укос	Сред-нее	1-й укос	2-й укос	Сред-нее	1-й укос	2-й укос	Сред-нее
Первый год пользования (1999 г.)									
Без внесения (контроль)	295	409	352	5,6	2,3	4,0	79	70	75
Весной	272	344	308	5,9	2,7	4,3	76	67	72
После укоса: через 1 день	312	346	329	6,7	2,8	4,8	78	70	74
Через 7 дней	240	388	314	7,3	2,5	4,9	79	68	74
Через 14 дней	338	332	335	6,8	2,8	4,8	81	67	74
Через 21 день	276	400	338	6,3	2,3	4,3	82	68	75
Весной + через 14 дней первого укоса	301	307	304	5,5	3,0	4,3	82	66	74
Осенью	314	376	345	5,6	3,3	4,5	84	69	77
Второй год пользования (2000 г.)									
Без внесения (контроль)	281	155	218	5,9	6,9	6,4	89	95	92
Весной	298	174	236	6,3	6,3	6,3	90	91	91
После укоса: через 1 день	262	171	216	6,4	5,9	6,2	92	87	90
Через 7 дней	357	192	274	6,4	5,6	6,0	93	95	94
Через 14 дней	298	156	227	6,2	6,7	6,5	93	89	91
Через 21 день	287	149	218	6,3	7,0	6,7	92	94	93
Весной + через 14 дней после укоса	370	186	278	4,7	6,0	5,4	88	93	91
Осенью	303	200	251	5,3	5,3	5,3	90	92	91
Третий год пользования (2001 г.)									
Без внесения (контроль)	232	231	232	5,8	5,5	5,7	86	83	84
Весной	269	251	260	6,4	4,9	5,7	88	79	84
После укоса: через 1 день	216	256	236	7,1	4,5	5,8	88	79	84
Через 7 дней	310	277	294	7,3	4,4	5,9	88	79	84
Через 14 дней	268	247	258	7,5	4,9	6,2	89	79	84
Через 21 день	245	247	246	7,9	4,9	6,4	88	81	84
Весной + через 14 дней первого укоса	342	273	308	7,9	4,4	6,2	87	79	83
Осенью	267	295	281	7,2	4,3	5,8	87	83	85
Среднее за 1999–2001 гг.									
Без внесения (контроль)	269	265	267	6,6	4,9	5,7	85	83	84
Весной	280	256	268	6,8	4,6	5,7	88	79	84
После укоса: через 1 день	263	258	261	6,5	4,4	5,5	86	79	82
Через 7 дней	302	286	294	6,4	4,2	5,3	84	81	83
Через 14 дней	301	245	273	6,3	4,8	5,5	88	78	83
Через 21 день	269	265	267	7,0	4,7	5,9	86	81	84
Весной + через 14 дней первого укоса	338	255	297	5,6	4,5	5,0	86	79	83
Осенью	295	290	293	6,0	4,3	5,2	86	81	84

Приложение 24

Энергозатраты при возделывании костреца безостого на корм в зависимости от азотных удобрений и боронования, МДж/га (среднее за 1999–2002 гг.)

Удобрение	Вариант	До посева	Семена	Скашивание	Сумма
Затраты в первый год жизни					
N_0	Без обработки	8171	493	866	9530
	БЗТС-1	8171	493	866	9530
	БИГ-3 (П)	8171	493	866	9530
	БИГ-3 (А)	8171	493	866	9530
N_{90}	Без обработки	8171	493	866	9530
	БЗТС-1	8171	493	866	9530
	БИГ-3 (П)	8171	493	866	9530
	БИГ-3 (А)	8171	493	866	9530
Затраты по годам пользования					
Удобрение	Вариант	Удобрения	Боронование	Скашивание, транспортировка	Сумма
N_0	Без обработки	0	383	978	1361
	БЗТС-1	0	383	978	1361
	БИГ-3 (П)	0	383	978	1361
	БИГ-3 (А)	0	383	978	1361
N_{90}	Без обработки	13839	383	978	15201
	БЗТС-1	13839	383	978	15201
	БИГ-3 (П)	13839	383	978	15201
	БИГ-3 (А)	13839	383	978	15201

Приложение 25

Экономическая оценка возделывания костреца безостого на корм в зависимости от азотных удобрений и боронования. Посев 1998 г.

Удобрение	Боронование	Сбор кормовых единиц, т/га	Сумма затрат, тыс.руб./га	Стоимость валовой продукции, тыс.руб./га	Условно чистый доход, тыс.руб./га	Себестоимость к.ед., руб.	Рентабельность, %
1-й год пользования							
N_0	Контроль	1180	22,5	11,8	–10,7	19,1	–48
	БЗТС-1	980	23,0	9,8	–13,2	23,4	–57
	БИГ-3 (П)	950	23,0	9,5	–13,5	24,2	–59
	БИГ-3 (А)	1150	23,0	11,5	–11,5	19,9	–50
N_{90}	Контроль	2370	28,6	23,7	–4,9	12,0	–17
	БЗТС-1	2500	29,1	25,0	–4,1	11,7	–14
	БИГ-3 (П)	2130	29,1	21,3	–7,8	13,6	–27
	БИГ-3 (А)	2410	29,1	24,1	–5,0	12,1	–17
2-й год пользования							
N_0	Контроль	1300	6,7	13,0	6,2	5,2	93
	БЗТС-1	1310	7,3	13,1	5,8	5,6	80
	БИГ-3 (П)	850	7,3	8,5	1,3	8,5	18
	БИГ-3 (А)	940	7,3	9,4	2,1	7,7	29
N_{90}	Контроль	2810	12,8	28,1	15,2	4,6	119
	БЗТС-1	2860	13,3	28,6	15,3	4,7	114
	БИГ-3 (П)	3350	13,3	33,5	20,2	4,0	151
	БИГ-3 (А)	3100	13,3	31,0	17,7	4,3	133
3-й год пользования							
N_0	Контроль	1090	6,7	10,9	4,1	6,2	61
	БЗТС-1	1000	7,3	10,0	2,7	7,3	38
	БИГ-3 (П)	510	7,3	5,1	–2,2	14,3	–30
	БИГ-3 (А)	850	7,3	8,5	1,3	8,5	18
N_{90}	Контроль	2220	12,8	22,2	9,3	5,8	73
	БЗТС-1	2550	13,3	25,5	12,2	5,2	91
	БИГ-3 (П)	2410	13,3	24,1	10,8	5,5	81
	БИГ-3 (А)	2590	13,3	25,9	12,5	5,2	94
4-й год пользования							
N_0	Контроль	1180	6,7	11,8	5,0	5,7	75
	БЗТС-1	1040	7,3	10,4	3,1	7,0	43
	БИГ-3 (П)	770	7,3	7,7	0,5	9,4	7
	БИГ-3 (А)	880	7,3	8,8	1,6	8,2	22
N_{90}	Контроль	4070	12,8	40,7	27,8	3,2	217
	БЗТС-1	4340	13,3	43,4	30,1	3,1	226
	БИГ-3 (П)	3630	13,3	36,3	23,0	3,7	172
	БИГ-3 (А)	3820	13,3	38,2	24,9	3,5	186

Приложение 26

Плотность травостоя многолетних трав в зависимости от срока скашивания, шт./м^2. Посев 2003 г.

Срок скашивания первого укоса	1-й год пользования (2004 г.)			2-й год пользования (2005 г.)			3-й год пользования (2006 г.)		
	1-й укос	2-й укос	Среднее	1-й укос	2-й укос	Среднее	1-й укос	2-й укос	Среднее
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кострец безостый (N_0)									
Выход в трубку	478	318	398	397	696	547	231	0	116
Выметывание	485	362	424	345	464	405	232	0	116
Начало цветения	471	373	422	431	418	425	339	0	170
Полное цветение	462	368	415	455	321	388	354	0	177
Через 5 дней	465	300	383	460	332	396	370	0	185
Через 10 дней	474	262	368	490	286	388	308	0	154
Через 15 дней	450	266	358	415	0	208	285	0	143
Через 20 дней	429	186	308	401	0	201	271	0	136
Кострец безостый (N_{90})									
Выход в трубку	378	274	326	589	459	524	355	484	420
Выметывание	439	312	376	538	480	509	256	467	362
Начало цветения	503	283	393	541	474	508	300	387	344
Полное цветение	562	307	435	507	429	468	308	0	154
Через 5 дней	575	369	472	443	461	452	406	0	203
Через 10 дней	610	301	456	464	418	441	380	0	170
Через 15 дней	587	287	437	495	469	482	400	0	200
Через 20 дней	550	149	350	430	499	465	423	0	212
Люцерна изменчивая									
Стеблевание	502	322	412	486	351	419	351	377	364
Бутонизация	498	317	408	485	346	416	434	248	341
Начало цветения	491	345	418	432	289	361	463	262	362,5
Полное цветение	501	330	416	412	342	377	483	245	364
Через 5 дней	509	318	414	453	341	397	466	0	233
Через 10 дней	445	322	384	419	394	407	523	0	262
Через 15 дней	486	205	346	473	404	439	490	0	245
Через 20 дней	502	167	335	413	336	375	367	0	184
Эспарцет песчаный									
Стеблевание	62	146	104	252	268	260	182	269	226
Бутонизация	84	115	100	278	241	260	207	258	233
Начало цветения	66	109	88	283	244	264	231	204	218
Полное цветение	60	90	75	265	229	247	229	149	189
Через 5 дней	62	85	74	286	230	258	245	140	193
Через 10 дней	82	85	84	287	244	266	250	137	194
Через 15 дней	59	48	54	213	230	222	246	143	195
Через 20 дней	74	51	63	182	145	164	245	152	199
Клевер луговой									
Стеблевание	491	369	430	502	125	314	176	169	173
Бутонизация	473	410	442	558	149	354	145	0	73
Начало цветения	458	157	308	466	122	294	197	0	99
Полное цветение	417	129	273	329	0	165	206	0	103

Продолжение приложения 26

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Через 5 дней	408	115	262	297	0	149	239	0	120
Через 10 дней	366	84	225	270	0	135	263	0	132
Через 15 дней	327	45	186	229	0	115	213	0	107
Через 20 дней	312	0	156	231	0	116	197	0	99
Галега восточная									
Стеблевание	0	0	0	146	220	183	184	0	92
Бутонизация	0	0	0	147	217	182	160	0	80
Начало цветения	0	0	0	154	151	152,5	166	0	83
Полное цветение	0	0	0	151	0	76	192	0	96
Через 5 дней	0	0	0	158	0	79	225	0	113
Через 10 дней	0	0	0	149	0	75	209	0	105
Через 15 дней	0	0	0	162	0	81	202	0	101
Через 20 дней	0	0	0	144	0	72	196	0	98

Приложение 27

Изменчивость хозяйственноценных признаков многолетних трав при различных сроках скашивания. 2004–2006 гг.

Признак	Среднее	Min–max	V, %
Кострец безостый. Без внесения азота			
Плотность травостоя, шт./м^2	301	116–547	43
Высота растений, см	72	15–109	39
Масса побега, г	1,93	0,6–3,4	51
Кострец безостый. Внесение N_{90}			
Плотность травостоя, шт./м^2	382	154–524	30
Высота растений, см	89	47–115	27
Масса побега, г	2,45	1,0–3,7	36
Люцерна изменчивая			
Плотность травостоя, шт./м^2	362	184–439	19
Высота растений, см	65	34–85	23
Масса побега, г	3,93	1,8–5,5	24
Клевер луговой			
Плотность травостоя, шт./м^2	201	73–442	54
Высота растений, см	63	24–118	42
Масса побега, г	5,82	2,1–12,5	50
Эспарцет песчаный			
Плотность травостоя, шт./м^2	176	54–266	42
Высота растений, см	84	65–108	15
Масса побега, г	7,16	4,1–10,2	21
Галега восточная			
Плотность травостоя, шт./м^2	104	72–183	35
Высота растений, см	88	44–124	28
Масса побега, г	8,39	3,9–14,2	37

Приложение 28
Высота растений многолетних трав в зависимости от срока скашивания и года пользования, см. Посев 2003 г.

Срок скашивания	1-й год пользования (2004 г.)			2-й год пользования (2005 г.)			3-й год пользования (2006 г.)		
	1-й укос	2-й укос	Среднее	1-й укос	2-й укос	Среднее	1-й укос	2-й укос	Среднее
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кострец безостый (N_0)									
Выход в трубку	63	92	78	75	69	72	30	0	15
Выметывание	88	102	95	82	76	79	43	0	22
Начало цветения	99	100	99	112	64	88	67	0	34
Полное цветение	110	107	109	117	60	88	86	0	43
Через 5 дней	113	103	108	123	60	92	99	0	50
Через 10 дней	116	98	107	117	58	87	98	0	49
Через 15 дней	117	87	102	117	0	59	100	0	50
Через 20 дней	120	61	91	118	0	59	102	0	51
Кострец безостый (N_{90})									
Выход в трубку	64	100	82	81	105	93	38	75	56
Выметывание	90	98	94	92	106	99	47	67	57
Начало цветения	106	109	107	114	103	109	74	63	69
Полное цветение	125	104	114	119	108	114	94	0	47
Через 5 дней	125	99	112	120	109	115	104	0	52
Через 10 дней	114	89	101	123	99	111	110	0	55
Через 15 дней	116	93	105	121	97	109	120	0	60
Через 20 дней	114	82	98	120	95	107	119	0	60
Люцерна изменчивая									
Стеблевание	45	91	68	53	76	64	45	64	54
Бутонизация	50	93	72	62	86	74	50	56	53
Начало цветения	55	94	75	75	78	76	55	53	54
Полное цветение	66	80	73	83	81	82	66	45	55
Через 5 дней	72	71	72	84	73	78	68	0	34
Через 10 дней	77	67	72	85	71	78	75	0	38
Через 15 дней	84	66	75	104	66	85	84	0	42
Через 20 дней	84	55	69	108	60	84	78	0	39
Эспарцет песчаный									
Стеблевание	45	87	66	60	85	72	46	84	65
Бутонизация	49	88	69	86	86	86	52	86	69
Начало цветения	55	106	81	89	90	89	74	73	73
Полное цветение	62	108	85	108	93	101	89	65	77
Через 5 дней	80	111	95	113	98	105	96	75	86
Через 10 дней	79	105	92	117	98	108	96	54	75
Через 15 дней	77	91	84	118	84	101	94	54	74
Через 20 дней	77	99	88	116	76	96	111	48	80
Клевер луговой									
Стеблевание	37	73	55	57	66	61	32	52	42
Бутонизация	44	70	57	67	67	67	48	0	24
Начало цветения	56	74	65	75	65	70	63	0	32
Полное цветение	68	65	67	86	0	86	68	0	34
Через 5 дней	72	56	64	97	0	97	71	0	36
Через 10 дней	77	52	65	108	0	108	76	0	38
Через 15 дней	78	53	65	112	0	112	76	0	38
Через 20 дней	83	0	83	118	0	118	69	0	35

Продолжение приложения 28

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Галега восточная									
Стеблевание	0	0	0	86	96	91	38	81	59
Бутонизация	0	0	0	95	85	90	47	70	59
Начало цветения	0	0	0	105	81	93	64	68	66
Полное цветение	0	0	0	114	0	114	86	74	80
Через 5 дней	0	0	0	124	0	124	86	72	79
Через 10 дней	0	0	0	119	0	119	89	70	79
Через 15 дней	0	0	0	118	0	118	85	70	77
Через 20 дней	0	0	0	114	0	114	88	0	44

Приложение 29

Масса побега многолетних трав в зависимости от сроков скашивания и года пользования, г. Посев 2003 г.

Срок скашивания	1-й год пользования (2004 г.)			2-й год пользования (2005 г.)			3-й год пользования (2006 г.)		
	1-й укос	2-й укос	Среднее	1-й укос	2-й укос	Среднее	1-й укос	2-й укос	Среднее
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кострец безостый (N_0)									
Выход в трубку	1,7	4,2	2,9	1,5	1,1	1,3	1,1	0	0,6
Выметывание	1,8	3,6	2,7	2,1	1,3	1,7	1,6	0	0,8
Начало цветения	2,6	4,3	3,4	2,4	1,2	1,8	1,7	0	0,8
Полное цветение	2,9	3,9	3,4	2,6	1,7	2,1	1,7	0	0,8
Через 5 дней	2,4	4,3	3,3	2,7	1,0	1,8	1,8	0	0,9
Через 10 дней	2,1	3,3	2,7	2,6	1,7	2,1	1,3	0	0,7
Через 15 дней	2,6	3,2	3,4	2,6	0	2,6	1,7	0	0,9
Через 20 дней	3,2	2,0	2,6	2,4	0	2,4	1,4	0	0,7
Кострец безостый (N_{90})									
Выход в трубку	1,6	5,3	3,5	1,7	2,7	2,2	1,2	1,9	1,5
Выметывание	2,0	4,7	3,4	2,5	2,4	2,4	1,6	1,5	1,6
Начало цветения	2,2	5,2	3,7	3,0	1,8	2,4	1,8	1,5	1,7
Полное цветение	2,4	4,7	3,5	3,6	2,2	2,9	1,9	0	1,0
Через 5 дней	2,4	3,9	3,1	4,5	2,7	3,6	2,0	0	1,0
Через 10 дней	2,4	3,4	2,9	3,2	3,0	3,1	2,5	0	1,3
Через 15 дней	3,6	2,6	3,1	3,4	2,7	3,0	2,5	0	1,3
Через 20 дней	2,7	2,6	2,6	3,2	2,5	2,8	2,6	0	1,3
Люцерна изменчивая									
Стеблевание	2,3	6,6	4,4	3,6	5,4	4,5	3,0	3,4	3,2
Бутонизация	2,9	4,6	3,7	4,0	4,7	4,4	3,3	4,0	3,7
Начало цветения	3,6	6,2	4,9	4,3	5,5	4,9	3,5	2,9	3,2
Полное цветение	5,9	5,0	5,5	4,4	2,6	3,5	3,6	2,9	3,2
Через 5 дней	6,2	4,0	5,1	4,9	3,5	4,2	3,5	0	1,8
Через 10 дней	6,6	3,4	5,0	5,9	3,4	4,6	3,9	0	2,0
Через 15 дней	6,8	2,2	4,5	7,1	1,5	4,3	5,7	0	2,9
Через 20 дней	5,6	2,3	3,9	6,9	1,4	4,1	5,3	0	2,7
Эспарцет песчаный									
Стеблевание	3,4	5,7	4,6	6,3	7,0	6,6	3,8	4,5	4,1
Бутонизация	3,6	7,4	5,5	8,4	7,0	7,7	4,5	5,2	4,8
Начало цветения	4,8	8,7	6,8	8,6	7,3	7,9	5,8	6,0	5,9
Полное цветение	4,9	8,5	6,6	8,9	7,8	8,3	7,0	6,3	6,6
Через 5 дней	5,6	10,2	7,9	9,5	6,7	8,1	6,0	7,6	6,8
Через 10 дней	6,0	10,8	8,4	10,6	6,0	8,3	6,4	6,5	6,4
Через 15 дней	9,6	10,8	10,2	13,4	6,0	9,7	6,5	6,3	6,4
Через 20 дней	8,0	10,3	9,1	9,5	6,0	7,7	8,6	6,5	7,6
Клевер луговой									
Стеблевание	2,5	8,0	5,2	5,0	10,8	7,9	2,5	4,8	3,6
Бутонизация	3,0	7,3	5,1	5,1	9,6	7,4	4,2	0	2,1
Начало цветения	5,2	13,8	9,5	5,6	7,7	6,6	5,1	0	2,6
Полное цветение	5,4	15,5	10,4	8,6	0	4,3	5,2	0	2,6

Продолжение приложения 29

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Через 5 дней	7,8	11,8	9,8	9,6	0	4,8	5,1	0	2,6
Через 10 дней	10,3	14,8	12,5	10,7	0	5,3	6,4	0	3,2
Через 15 дней	9,5	10,0	9,7	11,9	0	6,0	5,9	0	3,0
Через 20 дней	11,8	0	5,9	12,9	0	6,5	6,6	0	3,3
Галега восточная									
Стеблевание	0	0	0	16,7	9,3	13,0	3,6	7,5	5,6
Бутонизация	0	0	0	17,0	7,6	12,3	5,8	5,6	5,7
Начало цветения	0	0	0	17,7	10,7	14,2	6,1	3,0	4,6
Полное цветение	0	0	0	18,7	0	9,4	6,6	5,4	6,0
Через 5 дней	0	0	0	19,4	0	9,7	6,6	6,4	6,5
Через 10 дней	0	0	0	22,5	0	11,3	7,1	6,7	6,9
Через 15 дней	0	0	0	18,3	0	9,2	7,5	6,5	7,0
Через 20 дней	0	0	0	18,0	0	9,0	7,7	0	3,9

Приложение 30

Влияние сроков скашивания на урожайность многолетних трав. Посев 2003 г. (данные за 2004 г.).

Срок скашивания	Дата уборки		Фаза развития		Урожайность, т/га					Сухое вещество, %		Межукосный период, дней
					зеленой массы		сухой массы					
	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	сумма	1-й укос	2-й укос	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Кострец безостый (N_0)												
Выход в трубку	03.06	25.08	Вых.в тр.	Нач.цвет.	8,13	13,37	1,86	4,92	6,78	22,9	36,8	83
Выметывание	07.06	25.08	Вымет.	Нач.цвет.	8,73	13,03	2,16	4,69	6,85	24,8	36,0	79
Начало цветения	17.06	25.08	Нач.цвет.	Вымет.	9,64	11,72	3,18	4,09	7,27	33,0	34,9	69
Полное цветение	23.06	25.08	Цветение	Вымет.	10,49	12,90	3,55	4,04	7,59	33,9	31,3	63
Через 5 дней	28.06	25.08	Цветение	Вымет.	11,15	14,36	3,73	4,35	8,10	33,5	30,3	58
Через 10 дней	03.07	25.08	Цветение	Вымет.	14,16	11,95	4,80	3,35	8,15	33,9	28,1	53
Через 15 дней	08.07	25.08	Нач.созр.	Вымет.	14,90	11,17	4,78	3,23	8,01	34,4	29,0	48
Через 20 дней	13.07	27.09	Нач.созр.	Кущен.	14,13	3,71	4,83	1,46	6,29	34,2	39,4	76
Кострец безостый (N_{90})												
Выход в трубку	03.06	25.08	Вых.в тр.	Нач.цвет.	8,31	14,54	1,80	5,10	6,90	21,7	35,1	83
Выметывание	07.06	25.08	Вымет.	Нач.цвет.	10,23	14,66	2,41	4,77	7,18	23,6	32,6	79
Начало цветения	17.06	25.08	Нач.цвет.	Вымет.	11,07	14,70	3,47	4,85	8,32	31,4	33,0	69
Полное цветение	23.06	25.08	Цветение	Вымет.	11,40	14,45	3,87	4,78	8,65	34,0	33,1	63
Через 5 дней	28.06	25.08	Цветение	Вымет.	13,48	14,41	4,54	4,65	9,19	33,7	32,3	58
Через 10 дней	03.07	25.08	Цветение	Вымет.	14,64	17,02	4,90	4,28	9,18	33,5	25,0	53
Через 15 дней	08.07	25.08	Нач.созр.	Вымет.	17,54	12,66	5,47	3,91	9,38	31,2	30,9	48
Через 20 дней	13.07	27.09	Нач.созр.	Кущен.	22,95	3,87	7,18	1,56	8,74	31,3	40,4	76
Люцерна изменчивая												
Стеблевание	09.06	18.08	Стебл.	Цветение	13,68	21,24	3,39	5,60	8,99	24,8	26,4	70
Бутонизация	11.06	20.08	Бутон.	Цветение	14,45	20,76	3,74	4,46	8,20	25,9	21,5	70
Начало цветения	17.06	25.08	Нач.цвет.	Цветение	14,80	15,42	3,87	3,29	7,14	26,2	21,4	69
Полное цветение	07.07	25.08	Цветение	Цветение	21,42	17,02	5,44	4,11	9,55	25,4	24,2	49
Через 5 дней	12.07	25.08	Цветение	Цветение	30,19	15,53	7,57	3,30	10,87	25,1	21,3	44
Через 10 дней	17.07	25.08	Цветение	Цветение	33,61	14,34	8,80	2,69	11,49	26,2	18,8	41

Продолжение приложения 30

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Через 15 дней	22.07	27.09	Цветение	Нач.созр.	33,07	4,50	8,39	1,29	7,97	25,4	28,8	67
Через 20 дней	27.07	27.09	Цветение	Нач.созр.	33,72	3,83	8,29	1,07	9,36	24,6	28,1	62
Эспарцет песчаный												
Стеблевание	07.06	06.08	Стебл.	Нач.цвет.	2,22	8,31	0,50	1,88	2,38	22,6	22,7	61
Бутонизация	09.06	06.08	Бутон.	Нач.цвет.	2,75	8,48	0,71	1,66	2,37	24,3	19,6	59
Начало цветения	11.06	16.08	Н.цвет.	Нач.цвет.	2,84	7,82	0,74	1,65	2,39	26,1	21,2	66
Полное цветение	17.06	16.08	Цвет.	Цветение	2,88	9,29	0,81	1,86	2,67	28,3	20,1	60
Через 5 дней	23.06	18.08	Цвет.	Цветение	3,71	8,63	1,12	1,85	2,97	30,2	21,5	56
Через 10 дней	29.06	18.08	Цвет.	Цветение	4,61	9,15	1,26	2,02	3,28	27,4	22,1	50
Через 15 дней	02.07	25.08	Цвет.	Цветение	5,67	5,17	1,58	1,01	2,59	27,9	19,6	54
Через 20 дней	07.07	25.08	Цвет.	Цветение	5,90	5,29	1,43	0,96	2,39	24,4	18,3	49
Клевер луговой												
Стеблевание	09.06	29.07	Стебл.	Цветение	12,28	29,53	2,41	4,25	6,66	19,7	14,4	50
Бутонизация	15.06	29.07	Бутон.	Цветение	14,18	29,95	2,90	4,31	7,21	20,5	14,4	44
Начало цветения	28.06	24.08	Нач.цвет.	Бутон.	22,54	21,63	5,00	3,41	8,41	23,4	15,8	57
Полное цветение	01.07	24.08	Цветение	Бутон.	23,82	20,03	5,57	3,14	8,71	22,2	15,7	54
Через 5 дней	06.07	24.08	Цветение	Бутон.	30,32	20,63	5,76	2,93	8,69	19,6	14,2	49
Через 10 дней	11.07	24.08	Цветение	Бутон.	33,64	12,47	6,59	2,16	8,75	19,6	17,4	44
Через 15 дней	16.07	27.09	Цветение	Бут.-н.цв.	34,77	4,45	7,44	1,32	8,76	21,4	29,7	73
Через 20 дней	21.07	-	Цветение	-	48,13	0	8,75	0	8,75	18,2	0	-

Приложение 31

Влияние сроков скашивания на урожайность многолетних трав. Посев 2003 г. (данные за 2005 г.).

Срок скашивания	Дата уборки		Фаза развития		Урожайность, т/га					Сухое вещество, %		Межукосный период, дней
					зеленой массы		сухой массы					
	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	сумма	1-й укос	2-й укос	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Кострец безостый (N_0)												
Выход в трубку	02.06	16.08	Вых.трубк.	Нач.цвет.	5,95	7,66	1,32	3,12	4,44	22,2	40,8	76
Выметывание	09.06	22.08	Вымет.	Нач.цвет.	7,25	6,03	1,89	2,38	4,27	26,1	39,5	74
Начало цветения	14.06	25.09	Нач.цвет.	Вымет.	10,34	5,02	3,08	2,05	5,13	29,8	41,0	103
Полное цветение	20.06	25.09	Цветение	Вымет.	12,62	5,45	4,15	2,21	6,36	33,0	40,7	97
Через 5 дней	27.06	25.09	Цветение	Вымет.	14,42	4,72	4,75	1,93	6,68	32,9	41,0	91
Через 10 дней	04.07	25.09	Цветение	Вымет.	10,13	4,87	3,86	1,77	5,63	38,2	36,5	83
Через 15 дней	07.07	-	Нач.созр.	-	10,79	0	4,62	0	4,62	42,9	0	-
Через 20 дней	12.07	-	Нач.созр.	-	12,03	0	5,14	0	5,14	42,8	0	-
Кострец безостый (N_{90})												
Выход в трубку	02.06	16.08	Вых.трубк.	Нач.цвет.	11,72	12,39	2,60	4,36	6,96	22,2	35,2	75
Выметывание	09.06	22.08	Вымет.	Нач.цвет.	13,44	13,91	3,06	5,66	8,72	22,8	40,7	74
Начало цветения	14.06	25.09	Нач.цвет.	Вымет.	16,23	12,14	4,38	5,37	9,75	27,0	44,3	72
Полное цветение	20.06	25.09	Цветение	Вымет.	18,25	13,84	5,49	5,49	10,98	30,1	39,7	66
Через 5 дней	27.06	25.09	Цветение	Вымет.	19,95	12,46	6,16	4,58	10,74	30,9	36,8	59
Через 10 дней	04.07	25.09	Цветение	Вымет.	18,06	12,55	6,66	4,30	10,96	36,9	34,3	52
Через 15 дней	07.07	25.09	Нач.созр.	Кущение	16,84	12,67	6,53	4,97	11,5	38,8	39,3	80
Через 20 дней	12.07	25.09	Нач.созр.	Кущение	13,75	12,47	5,67	4,76	10,43	41,3	38,2	75
Люцерна изменчивая												
Стеблевание	09.06	02.08	Стеблев.	Цветение	12,29	18,97	2,17	4,09	6,26	17,7	21,6	54
Бутонизация	14.06	18.08	Бутон.	Цветение	21,26	18,94	4,93	4,56	9,49	18,7	24,1	65
Начало цветения	20.06	22.08	Нач.цвет.	Цветение	22,19	16,68	5,68	4,25	9,93	23,2	25,5	63
Полное цветение	27.06	25.08	Цветение	Цветение	24,39	15,90	5,68	3,74	9,42	23,3	23,5	59
Через 5 дней	04.07	25.08	Цветение	Цветение	24,73	14,41	6,33	3,71	10,04	25,6	24,7	52

Продолжение приложения 31

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Через 10 дней	07.07	25.08	Цветение	Цветение	26,95	11,93	7,82	2,82	10,64	29,0	23,6	49
Через 15 дней	12.07	25.09	Цветение	Созреван.	26,50	7,26	6,01	2,51	8,52	29,7	34,6	74
Через 20 дней	21.07	25.09	Цветение	Созреван.	24,47	4,71	6,85	1,47	9,32	28,0	31,3	65
Эспарцет песчаный												
Стеблевание	09.06	02.08	Стебл.	Нач.цвет.	15,89	18,73	2,25	3,70	5,95	14,2	19,8	54
Бутонизация	14.06	08.08	Бутон.	Нач.цвет.	23,36	16,88	4,04	3,22	7,26	17,3	19,1	55
Начало цветения	17.06	11.08	Нач.цвет.	Нач.цвет.	24,33	17,78	4,38	3,75	8,13	18,0	21,1	55
Полное цветение	23.06	18.08	Цветение	Цветение	23,57	17,88	4,38	3,82	8,20	18,6	21,4	56
Через 5 дней	27.06	22.08	Цветение	Цветение	27,17	15,42	6,03	3,48	9,51	22,2	22,6	56
Через 10 дней	04.07	25.08	Цветение	Цветение	30,45	14,61	7,91	3,18	11,09	26,0	21,8	52
Через 15 дней	07.07	25.08	Цветение	Цветение	28,57	13,81	8,22	2,62	10,84	28,8	19,0	49
Через 20 дней	12.07	25.09	Цветение	Созрев.	26,80	8,72	7,31	2,23	9,54	27,3	25,6	74
Клевер луговой												
Стеблевание	14.06	02.08	Стебл.	Цветение	25,58	13,49	3,24	2,06	5,3	12,7	15,3	49
Бутонизация	20.06	16.08	Бутон.	Цветение	26,09	14,30	4,41	1,84	8,20	16,9	17,5	57
Начало цветения	29.06	25.08	Нач.цвет.	Цветение	27,89	12,76	6,11	2,50	8,61	21,9	19,6	57
Полное цветение	06.07	-	Цветение	-	28,27	0	6,19	0	6,19	21,9	0	-
Через 5 дней	11.07	-	Цветение	-	28,54	0	6,50	0	6,50	22,8	0	-
Через 10 дней	15.07	-	Цветение	-	39,58	0	8,47	0	8,47	21,4	0	-
Через 15 дней	21.07	-	Цветение	-	39,13	0	8,72	0	8,72	22,3	0	-
Через 20 дней	28.07	-	Цветение	-	42,64	0	9,93	0	9,93	23,3	0	-
Галега восточная												
Стеблевание	02.06	06.07	Стебл.	Цветение	24,80	20,47	3,29	4,48	7,77	13,3	21,9	34
Бутонизация	09.06	28.07	Бутон.	Цветение	28,62	16,50	4,20	3,89	8,09	14,7	23,6	49
Начало цветения	14.06	25.08	Нач.цвет.	Цветение	32,39	16,19	5,47	4,17	9,64	16,9	25,8	41
Полное цветение	17.06	Скос.	Цветение	-	33,86	0	6,12	0	6,12	18,1	0	-
Через 5 дней	21.06	Скос.	Цветение	-	34,62	0	7,06	0	7,06	20,4	0	-
Через 10 дней	29.06	Скос.	Цветение	-	34,54	0	8,01	0	8,01	23,2	0	-
Через 15 дней	06.07	Скос.	Цветение	-	28,20	0	8,33	0	8,33	29,5	0	-
Через 20 дней	11.06	Скос.	Цветение	-	27,94	0	7,76	0	7,76	27,8	0	-

Приложение 32

Влияние сроков скашивания на урожайность многолетних трав. Посев 2003 г. (данные за 2006 г.).

Срок скашивания	Дата уборки		Фаза развития		Урожайность, т/га					Сухое вещество, %		Межукосный период, дней
					зеленой массы		сухой массы					
	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	сумма	1-й укос	2-й укос	
1	2	3	4	5	6		8	9	10	11	12	13
Кострец безостый (N_0)												
Выход в трубку	08.06	-	Вых.трубк	Нач.цвет.	2,54	0	0,66	0	0,66	26,2	0	-
Выметывание	13.06	-	Вымет.	Нач.цвет.	2,82	0	0,72	0	0,72	26,7	0	-
Начало цветения	22.06	-	Нач.цвет.	Вымет.	4,85	0	1,82	0	1,82	31,6	0	-
Полное цветение	27.06	-	Цветение	Вымет.	4,86	0	1,82	0	1,82	35,0	0	-
Через 5 дней	03.07	-	Цветение	Вымет.	5,31	0	1,92	0	1,92	37,6	0	-
Через 10 дней	07.07	-	Цветение	Вымет.	5,77	0	2,06	0	2,06	38,9	0	-
Через 15 дней	13.07	-	Нач.созр.	-	6,01	0	2,10	0	2,10	39,7	0	-
Через 20 дней	19.07	-	Нач.созр.	-	6,60	0	2,81	0	2,81	42,6	0	-
Кострец безостый (N_{90})												
Выход в трубку	08.06	10.08	Вых.трубк.	Нач.цвет.	4,26	9,20	1,05	3,37	4,42	24,7	36,7	63
Выметывание	13.06	24.08	Вымет.	Нач.цвет.	4,87	7,00	1,21	2,81	4,02	24,8	40,2	72
Начало цветения	22.06	24.08	Нач.цвет.	Вымет.	7,60	5,80	2,77	2,00	4,77	27,9	34,6	63
Полное цветение	27.06	-	Цветение	Вымет.	7,71	0	2,41	0	2,41	31,3	0	-
Через 5 дней	03.07	-	Цветение	Вымет.	7,71	0	2,57	0	2,57	33,4	0	-
Через 10 дней	07.07	-	Цветение	Вымет.	8,00	0	2,23	0	2,23	36,5	0	-
Через 15 дней	13.07	-	Нач.созр.	Кущен.	8,11	0	3,28	0	3,28	40,5	0	-
Через 20 дней	19.07	-	Нач.созр.	Кущен.	11,01	0	4,64	0	4,64	42,2	0	-
Люцерна изменчивая												
Стеблевание	15.06	10.08	Стебл.	Цветение	12,30	12,81	2,30	3,14	5,44	18,7	24,5	56
Бутонизация	22.06	16.08	Бутон.	Цветение	14,31	9,91	3,02	2,22	5,24	21,1	22,4	55
Начало цветения	27.06	24.08	Нач.цвет.	Цветение	15,27	7,59	3,33	2,15	5,48	21,8	28,3	58
Полное цветение	03.07	24.08	Цветение	Цветение	15,68	7,11	4,36	1,75	6,11	25,2	24,6	52
Через 5 дней	07.07	-	Цветение	Цветение	17,00	0	4,37	0	4,37	25,7	0	-
Через 10 дней	13.07	-	Цветение	Цветение	17,38	0	4,38	0	4,38	27,8	0	-
Через 15 дней	19.07	-	Цветение	Созр.	20,90	0	6,00	0	6,00	28,7	0	-
Через 20 дней	25.07	-	Цветение	Созр.	22,97	0	7,07	0	7,07	30,8	0	-

Продолжение приложения 32

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Эспарцет песчаный												
Стеблевание	13.06	02.08	Стебл.	Нач.цвет.	6,90	12,11	1,18	3,41	4,59	17,2	28,2	50
Бутонизация	15.06	10.08	Бутон.	Нач.цвет.	9,30	13,40	1,71	3,13	4,84	18,4	23,4	56
Начало цветения	22.06	16.08	Нач.цвет.	Нач.цвет.	13,41	12,21	2,85	3,13	5,98	21,3	25,7	55
Полное цветение	27.06	24.08	Цветение	Цветение	14,70	9,40	3,41	1,96	5,37	22,7	20,9	58
Через 5 дней	03.07	25.09	Цветение	Цветение	16,02	10,63	3,63	2,88	6,51	23,2	27,2	84
Через 10 дней	07.07	25.09	Цветение	Цветение	16,00	8,90	4,17	2,26	6,43	26,1	25,4	80
Через 15 дней	13.07	25.09	Цветение	Цветение	16,01	9,00	4,40	2,33	6,73	27,5	25,9	74
Через 20 дней	19.07	25.09	Цветение	Созрев.	21,11	9,90	5,80	2,28	8,08	27,5	23,0	68
Клевер луговой												
Стеблевание	15.06	31.07	Стебл.	Цветение	4,40	8,09	0,70	2,12	2,82	15,9	26,2	46
Бутонизация	27.06	-	Бутон.	Цветение	7,41	0	1,49	0	1,49	20,1	0	-
Начало цветения	03.07	-	Нач.цвет.	Цветение	8,29	0	1,75	0	1,75	21,1	0	-
Полное цветение	07.07	-	Цветение	-	10,70	0	2,43	0	2,43	22,7	0	-
Через 5 дней	13.07	-	Цветение	-	12,18	0	3,12	0	3,12	25,6	0	-
Через 10 дней	19.07	-	Цветение	-	12,59	0	3,49	0	3,49	27,7	0	-
Через 15 дней	25.07	-	Цветение	-	15,50	0	4,90	0	4,90	31,6	0	-
Через 20 дней	31.07	-	Цветение	-	14,09	0	4,75	0	4,75	33,7	0	-
Галега восточная												
Стеблевание	08.06	31.07	Стебл.	Цветение	3,04	0	0,48	5,04	5,52	16,0	29,9	53
Бутонизация	13.06	02.08	Бутон.	Цветение	3,97	0	0,67	4,05	4,72	16,9	28,7	50
Начало цветения	22.06	25.09	Нач.цвет.	Цветение	10,10	0	1,96	4,31	6,27	19,4	29,3	95
Полное цветение	27.06	25.09	Цветение	-	14,76	0	3,48	4,62	8,10	23,6	28,9	90
Через 5 дней	03.07	25.09	Цветение	-	14,86	0	3,62	4,62	8,24	24,4	27,2	84
Через 10 дней	07.07	25.09	Цветение	-	14,86	0	4,10	4,13	8,23	27,6	25,8	80
Через 15 дней	13.07	25.09	Цветение	-	16,94	0	5,33	4,53	9,86	31,5	23,5	74
Через 20 дней	19.07	-	Цветение	-	14,69	0	4,46	0	4,46	30,4	0	-

Приложение 33

Коэффициент корреляции урожайности сухой массы многолетних трав и осадков в зависимости от сроков скашивания

Срок скашивания	Осадки за:				
	сентябрь+ октябрь	май	июнь	май+июнь	сентябрь+ октябрь+ май+июнь
Кострец безостый, без удобрений					
Выход в трубку	0,86	0,86	-0,86	-0,86	-0,86
Выметывание	0,62	0,80	-0,01	0,25	0,44
Начало цветения	0,60	0,79	-0,02	0,22	0,42
Полное цветение	0,84	0,71	0,37	0,60	0,74
Через 5 дней	0,78	0,77	0,23	0,48	0,65
Через 10 дней	0,47	0,83	-0,23	0,02	0,25
Через 15 дней	0,25	0,76	-0,44	-0,20	0,01
Через 20 дней	0,12	0,80	-0,65	-0,40	-0,15
Кострец безостый, внесение N_{90}					
Выход в трубку	0,76	0,76	-0,76	-0,76	-0,76
Выметывание	0,81	0,71	0,34	0,57	0,71
Начало цветения	0,92	0,58	0,62	0,80	0,89
Полное цветение	0,92	0,65	0,54	0,74	0,86
Через 5 дней	0,85	0,30	0,30	0,55	0,72
Через 10 дней	0,73	0,88	0,05	0,33	0,54
Через 15 дней	0,32	0,75	-0,35	-0,11	0,10
Через 20 дней	0,16	0,79	-0,59	-0,34	-0,11
Люцерна изменчивая					
Стеблевание	0,25	0,25	-0,39	-0,31	-0,22
Бутонизация	0,91	0,49	0,69	0,84	0,91
Начало цветения	0,87	0,38	0,74	0,87	0,90
Полное цветение	0,85	0,71	0,39	0,61	0,75
Через 5 дней	0,07	0,75	-0,67	-0,43	-0,20
Через 10 дней	0,11	0,77	-0,64	-0,39	-0,15
Через 15 дней	0,12	0,78	-0,63	-0,39	-0,15
Через 20 дней	0,90	0,83	0,33	0,59	0,77
Клевер луговой					
Стеблевание	0,96	0,78	0,45	0,70	0,86
Бутонизация	0,97	0,72	0,53	0,76	0,89
Начало цветения	0,67	0,93	-0,06	0,22	0,45
Полное цветение	0,84	0,94	0,14	0,43	0,65
Через 5 дней	0,78	0,94	0,06	0,36	0,58
Через 10 дней	0,75	0,93	0,02	0,32	0,55
Через 15 дней	0,74	0,96	-0,01	0,29	0,52
Через 20 дней	0,49	0,94	-0,31	-0,01	0,23
Эспарцет песчаный					
Стеблевание	0,93	0,53	0,66	0,84	0,91
Бутонизация	0,93	0,52	0,69	0,85	0,93
Начало цветения	0,86	0,26	0,86	0,94	0,94
Полное цветение	0,73	0,05	0,90	0,92	0,86
Через 5 дней	0,92	0,45	0,75	0,89	0,94
Через 10 дней	0,88	0,41	0,73	0,86	0,91
Через 15 дней	0,93	0,49	0,72	0,87	0,94
Через 20 дней	0,70	-0,01	0,93	0,93	0,85

Приложение 34

Регрессионная зависимость и тренды изменения урожайности многолетних трав (y) в зависимости от хозяйственноценных признаков (x) (2004–2006 гг.)

Признак	Уравнение регрессии	Коэффициент регрессии	Коэффициент корреляции (r)	Коэффициент детерминации (R^2)
Кострец безостый. Без внесения азота.				
Плотность травостоя	$y = 0{,}1510\,x + 0{,}2644$	0,151	0,78	0,6113
Высота растений	$y = 0{,}1164\,x - 2{,}9071$	0,1164	0,95	0,9176
Масса побега	$y = 2{,}3139\,x + 0{,}3273$	2,3139	0,92	0,8597
Кострец безостый. Внесение N_{90}.				
Плотность травостоя	$y = 0{,}0209\,x - 0{,}5577$	0,0209	0,81	0,6594
Высота растений	$y = 0{,}1164\,x - 2{,}9071$	0,1164	0,95	0,9176
Масса побега	$y = 2{,}6898\,x + 0{,}8045$	2,6898	0,81	0,6708
Люцерна изменчивая				
Плотность травостоя	$y = 0{,}0175\,x + 1{,}7903$	0,0175	0,53	0,2908
Высота растений	$y = 0{,}1125\,x + 0{,}7679$	0,1125	0,79	0,6328
Масса побега	$y = 1{,}7344\,x + 1{,}3012$	1,7344	0,77	0,5943
Эспарцет песчаный				
Плотность травостоя	$y = 0{,}0302\,x + 0{,}5128$	0,0302	0,79	0,632
Высота растений	$y = 0{,}1268\,x - 4{,}819$	0,1268	0,56	0,3143
Масса побега	$y = 0{,}5666\,x + 1{,}7746$	0,5666	0,30	0,0943
Клевер луговой				
Плотность травостоя	$y = 0{,}0097\,x + 4{,}2552$	0,0097	0,40	0,1654
Высота растений	$y = 0{,}0725\,x + 1{,}6174$	0,0725	0,74	0,5576
Масса побега	$y = 0{,}6884\,x + 2{,}1963$	0,6884	0,77	0,5975
Галега восточная				
Плотность травостоя	$y = 0{,}0161\,x + 5{,}6774$	0,0161	0,37	0,1405
Высота растений	$y = 0{,}0277\,x + 4{,}9206$	0,0277	0,43	0,1888
Масса побега	$y = 0{,}2755\,x + 5{,}0457$	0,2755	0,54	0,3012

Приложение 35

Влияние сроков скашивания многолетних трав на содержание сухого вещества, % (среднее за 2004–2006 гг.)

Срок скашивания первого укоса	Кострец безостый				Люцерна изменчивая		Эспарцет песчаный		Клевер луговой		Галега восточная	
	N_0		N_{90}									
	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос
Выход в трубку	23,7	38,8*	22,8	35,6	20,4	24,1	18,0	23,5	16,3	20,8	14,6***	25,9***
Выметывание	25,8	37,7*	23,7	37,8	21,9	22,6	20,0	20,7	16,4	19,0*	15,8***	26,1***
Начало цветения	31,4	37,9*	28,7	37,3*	23,7	25,0	21,8	22,6	20,4	20,8*	18,1***	27,5***
Полное цветение	33,9	36,0*	31,8	24,2*	24,6	24,1	23,2	20,8	21,0	15,7**	20,8***	28,9****
Через 5 дней	34,6	35,6*	32,6	23,0*	25,4	23,0*	25,2	23,7	21,8	14,2**	22,4***	27,2****
Через 10 дней	37,0	32,3*	35,6	29,6*	27,6	21,2*	26,5	23,1	23,5	17,4**	25,4***	25,8****
Через 15 дней	38,7	29,0**	36,8	35,1*	27,9	31,7*	28,0	21,5	26,3	29,7**	28,7***	23,5****
Через 20 дней	39,8	39,4**	38,2	39,3*	27,8	29,7*	26,4	22,3	26,5	-	29,1***	-

*-данные за 2004-2005 гг.,** данные за 2004 г., *** данные за 2005-2006 гг., **** данные за 2006 г.

Приложение 36

Коэффициенты переваримости зеленой массы многолетних трав (Томмэ М.Ф., 1964)

Фаза	Протеин	Жир	Клетчатка	БЭВ
Кострец безостый (с. 86–87)				
Колошение	64	51	78	78
Начало цветения	63	44	51	64
Полное цветение	62	40	54	64
Начало плодоношения	57	17	41	51
Осыпание плодов	57	17	41	51
Люцерна (с. 112–113)				
Стеблевание	81	39	50	73
Бутонизация	78	37	50	72
Цветение	75	46	47	73
Плодоношение	68	49	36	62
Клевер луговой (с. 110–111)				
Ветвление	76	71	66	85
Стеблевание	73	67	60	81
Бутонизация	70	61	51	76
Цветение	65	35	42	66
Плодоношение	59	45	39	71
Эспарцет песчаный (с. 120–121)				
Бутонизация	72	67	42	78
Цветение	68	55	45	68
Плодоношение	68	55	45	68
Галега восточная (с. 276, 344)				
Сено	76	44	47	81
Силос	67	55	51	65

Приложение 37

Густота стояния растений многолетних трав в год посева и после перезимовки в зависимости от способа посева, шт./м^2

Культура (способ посева)	Полные всходы		Перед уходом в зиму		После перезимовки	
	Бобовые	Злак	Бобовые	Злак	Бобовые	Злак
Посев 2019 г.						
Люцерна изменчивая (Л)	156	-	146	-	93	-
Клевер луговой (К)	166	-	146	-	71	-
Эспарцет песчаный (Э)	31	-	21	-	10	-
Фестулолиум (Ф)	-	372	-	352	-	310
Л + Ф (совместный)	203	164	193	157	124	133
Л + Ф (смешанный)	204	283	184	271	89	231
К + Ф (совместный)	300	165	290	158	227	138
К + Ф (смешанный)	292	296	282	288	218	254
Э + Ф (совместный)	31	151	22	144	19	125
Э + Ф (смешанный)	22	247	12	234	9	205
$НСР_{05}$	10	13	7	11	10	8
Посев 2020 г.						
Люцерна изменчивая (Л)	28	-	19	-	17	-
Клевер луговой (К)	112	-	100	-	84	-
Эспарцет песчаный (Э)	148	-	138	-	128	-
Фестулолиум (Ф)	-	702	-	694	-	589
Л + Ф (совместный)	74	181	55	177	50	151
Л + Ф (смешанный)	42	363	24	345	20	300
К + Ф (совместный)	122	171	105	166	93	148
К + Ф (смешанный)	98	380	84	369	72	317
Э + Ф (совместный)	124	190	118	181	87	154
Э + Ф (смешанный)	79	374	78	363	50	316
$НСР_{05}$	9	13	7	18	8	7
Среднее за 2019, 2020 г.						
Люцерна изменчивая (Л)	92	-	83	-	55	-
Клевер луговой (К)	139	-	123	-	78	-
Эспарцет песчаный (Э)	90	-	80	-	69	-
Фестулолиум (Ф)	-	537	-	523	-	450
Л + Ф (совместный)	139	173	124	167	87	143
Л + Ф (смешанный)	123	323	104	308	55	266
К + Ф (совместный)	211	168	198	162	160	143
К + Ф (смешанный)	195	338	183	329	145	286
Э + Ф (совместный)	78	171	70	163	53	140
Э + Ф (смешанный)	51	311	45	299	30	261
$НСР_{05}$	8	12	6	12	7	6

Приложение 38

Продолжительность межфазных периодов роста и развития растений многолетних трав, сут. (среднее на посеве 2019, 2020 г.)

Год жизни травостоя	Посев (отрастание) – кущения (ветвление)	Отрастание – выход в трубку	Отрастание – выметывания (бутониза-ция)	Отрастание – цветения	Отрастание – созревания
Посев 2019 г. Люцерна изменчивая					
Первый	33	-	47	53	-
Второй	29	-	46	52	-
Третий	26	-	46	52	-
Четвертый	26	-	45	50	-
Клевер луговой					
Первый	29	-	54	61	-
Второй	26	-	53	62	-
Третий	23	-	52	61	-
Четвертый	22	-	51	61	-
Эспарцет песчаный					
Первый	28	-	46	53	-
Второй	28	-	46	50	-
Третий	27	-	45	48	-
Четвертый	25	-	43	48	-
Фестулолиум					
Первый	32	-	-	-	-
Второй	23	33	45	63	89
Третий	23	33	48	65	91
Четвертый	23	33	47	65	92
Посев 2020 г. Люцерна изменчивая					
Первый	33	-	46	52	-
Второй	27	-	45	52	-
Третий	26	-	45	51	-
Четвертый	26	-	45	49	-
Клевер луговой					
Первый	27	-	52	64	-
Второй	24	-	52	63	-
Третий	22	-	51	63	-
Четвертый	22	-	50	62	-
Эспарцет песчаный					
Первый	28	-	46	52	-
Второй	28	-	45	49	-
Третий	26	-	44	47	-
Четвертый	25	-	43	47	-
Фестулолиум					
Первый	32	-	-	-	-
Второй	21	31	45	63	89
Третий	23	33	46	65	93
Четвертый	23	33	47	65	92

Приложение 39

Показатели продуктивности многолетних трав в зависимости от способа посева и внесения минерального азота. Посев 2019, 2020 г. (среднее за 2020–2023 гг.).

Культура (способ посева)	Доза азота, кг д.в./га					
	N_0		N_{30}		N_{60}	
	фестулолиум	бобовые	фестулолиум	бобовые	фестулолиум	бобовые
Высота растений, см						
Люцерна изменчивая (Л)	–	73	–	75	–	81
Клевер луговой (К)	–	59	–	60	–	60
Эспарцет песчаный (Э)	–	92	–	103	–	103
Фестулолиум (Ф)	89	–	97	–	99	–
Л + Ф (совместный)	108	77	109	74	111	80
Л + Ф (смешанный)	94	66	106	67	112	73
К + Ф (совместный)	98	58	103	59	110	60
К + Ф (смешанный)	95	51	104	55	105	59
Э + Ф (совместный)	110	95	114	99	114	92
Э + Ф (смешанный)	108	91	112	96	117	92
Плотность травостоя, шт./м^2						
Люцерна изменчивая (Л)	–	388	–	429	–	460
Клевер луговой (К)	–	335	–	330	–	283
Эспарцет песчаный (Э)	–	278	–	335	–	345
Фестулолиум (Ф)	1304	–	1379	–	1430	–
Л + Ф (совместный)	1643	381	1609	484	1384	457
Л + Ф (смешанный)	1450	354	1334	478	1442	529
К + Ф (совместный)	1258	297	1311	290	1307	310
К + Ф (смешанный)	1326	295	1252	339	1427	307
Э + Ф (совместный)	1407	248	1577	330	1581	340
Э + Ф (смешанный)	1437	228	1275	277	1502	303
Масса побега, г						
Люцерна изменчивая (Л)	–	8,2	–	9,2	–	7,8
Клевер луговой (К)	–	5,3	–	6,9	–	7,7
Эспарцет песчаный (Э)	–	9,6	–	11,6	–	11,2
Фестулолиум (Ф)	1,8	–	2,1	–	2,4	–
Л + Ф (совместный)	1,8	6,9	2,3	6,7	2,8	7,9
Л + Ф (смешанный)	1,9	6,4	2,0	6,0	2,3	6,9
К + Ф (совместный)	2,4	5,0	2,3	5,3	2,4	6,5
К + Ф (смешанный)	2,3	4,0	2,3	8,4	2,1	5,1
Э + Ф (совместный)	2,1	10,5	2,3	9,3	2,3	9,5
Э + Ф (смешанный)	1,8	8,8	2,6	11,4	2,8	7,8

Приложение 40

Урожайность зеленой массы одновидовых и смешанных посевов многолетних трав в зависимости от способа посева и дозы азота, т/га. Посев 2019 г.

Культура (способ посева)	Доза азота, кг д.в./га		
	N_0	N_{30}	N_{60}
Первый год пользования (2020 г.)			
Люцерна изменчивая (Л)	45,6	59,2	65,3
Клевер луговой (К)	39,5	48,5	67,6
Эспарцет песчаный (Э)	19,2	37,8	39,1
Фестулолиум (Ф)	47,3	52,9	63,0
Л + Ф (совместный)	43,2	58,6	52,7
Л + Ф (смешанный)	42,7	47,8	71,0
К + Ф (совместный)	47,2	51,5	61,5
К + Ф (смешанный)	45,7	54,1	68,8
Э + Ф (совместный)	30,1	45,1	70,1
Э + Ф (смешанный)	31,7	37,9	77,6
$НСР_{05}$ - А (смеси) –1,3; В (удобрения) – 0,7; А × В – 2,3			
Второй год пользования (2021 г.)			
Люцерна изменчивая (Л)	39,0	34,1	41,9
Клевер луговой (К)	17,4	17,9	14,9
Эспарцет песчаный (Э)	37,0	49,8	72,4
Фестулолиум (Ф)	33,7	33,0	42,1
Л + Ф (совместный)	43,8	35,1	48,0
Л + Ф (смешанный)	34,5	33,1	36,1
К + Ф (совместный)	21,9	27,0	41,4
К + Ф (смешанный)	28,7	36,4	39,2
Э + Ф (совместный)	29,5	45,2	27,5
Э + Ф (смешанный)	22,5	30,6	48,3
$НСР_{05}$ - А (смеси) – 0,3; В (удобрения) – 0,1; А × В – 0,4			
Третий год пользования (2022 г.)			
Люцерна изменчивая (Л)	54,7	49,1	48,8
Клевер луговой (К)	17,7	18,0	23,1
Эспарцет песчаный (Э)	30,8	26,4	31,3
Фестулолиум (Ф)	20,1	23,1	25,8
Л + Ф (совместный)	45,6	45,7	41,4
Л + Ф (смешанный)	40,3	53,0	38,6
К + Ф (совместный)	24,6	28,9	26,5
К + Ф (смешанный)	20,7	28,1	25,3
Э + Ф (совместный)	26,3	28,3	34,5
Э + Ф (смешанный)	21,7	27,1	32,0
$НСР_{05}$ - А (смеси) – 4,6; В (удобрения) – 2,5; А × В – 7,9			

Приложение 41

Плотность травостоя одновидовых и смешанных посевов многолетних трав в зависимости от способа посева и дозы азота, шт./м^2. Посев 2019 г.

Культура (способ посева)	Доза азота, кг д.в./га								
	N_0			N_{30}			N_{60}		
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Бобовые									
Люцерна изменчивая (Л)	374	434	411	455	341	540	465	419	602
Клевер луговой (К)	405	425	410	391	332	228	303	284	213
Эспарцет песчаный (Э)	243	270	280	478	304	177	445	316	275
Л + Ф (совместный)	347	422	455	586	456	571	588	500	449
Л + Ф (смешанный)	355	433	423	683	552	546	866	572	514
К + Ф (совместный)	354	377	330	368	316	275	335	260	268
К + Ф (смешанный)	348	363	328	318	306	277	255	303	281
Э + Ф (совместный)	164	167	370	402	443	260	406	348	283
Э + Ф (смешанный)	147	173	297	368	181	306	408	179	276
$НСР_{05}$ смеси – 35, удобрения – 61									
Фестулолиум									
Фестулолиум (Ф)	1750	1777	1055	1259	1065	1445	2520	1027	600
Л + Ф (совместный)	2401	1902	1380	1830	1170	2405	1317	1067	1216
Л + Ф (смешанный)	1643	1230	1918	1396	1379	1300	1543	1442	1482
К + Ф (совместный)	704	1150	1758	1837	772	780	1709	1656	1555
К + Ф (смешанный)	1087	1247	688	1690	1173	801	1969	1506	1331
Э + Ф (совместный)	1673	1230	729	2254	1328	615	1948	1374	1437
Э + Ф (смешанный)	1322	901	902	1082	478	1177	1521	846	1599
$НСР_{05}$ смеси – 103, удобрения – 124									

Приложение 42

Масса побега многолетних трав в одновидовых и смешанных посевах в зависимости от способа посева и дозы азота, г. Посев 2019 г.

Культура (способ посева)	Доза азота, кг д.в./га								
	N_0			N_{30}			N_{60}		
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Бобовые									
Люцерна изменчивая (Л)	12,2	6,5	13,3	13,0	10,0	9,1	7,5	10,0	8,1
Клевер луговой (К)	4,9	4,4	4,3	12,4	5,4	4,2	11,2	8,1	5,6
Эспарцет песчаный (Э)	7,9	13,7	11,0	7,9	16,4	14,9	8,8	17,4	11,4
Л + Ф (совместный)	7,9	7,4	8,2	6,5	7,7	8,0	10,8	9,6	9,2
Л + Ф (смешанный)	7,7	7,4	7,7	7,0	3,6	9,7	8,2	6,3	7,5
К + Ф (совместный)	10,4	5,8	1,8	11,0	4,4	2,1	11,5	9,0	3,5
К + Ф (смешанный)	10,2	2,7	2,5	6,6	6,0	3,2	10,5	7,7	1,6
Э + Ф (совместный)	11,4	17,7	7,1	7,4	10,2	10,9	11,2	7,9	12,2
Э + Ф (смешанный)	5,8	13,0	7,3	15,4	16,9	7,2	9,6	3,6	8,5
$НСР_{05}$ смеси – 0,9, удобрения – 1,3									
Фестулолиум									
Фестулолиум (Ф)	2,7	1,9	1,9	4,2	3,1	1,6	2,5	4,1	4,3
Л + Ф (совместный)	1,8	2,3	3,3	3,2	3,0	1,9	4,0	4,5	3,4
Л + Ф (смешанный)	2,6	2,8	2,1	3,4	2,4	1,6	4,6	2,5	2,6
К + Ф (совместный)	6,7	1,9	1,4	2,8	3,5	3,7	3,6	2,5	1,7
К + Ф (смешанный)	4,2	2,3	3,0	3,2	3,1	3,5	3,5	2,6	1,9
Э + Ф (совместный)	1,8	2,4	3,6	2,0	3,4	4,6	3,6	2,0	2,4
Э + Ф (смешанный)	2,4	2,5	2,4	3,5	6,4	2,3	5,1	5,7	2,0
$НСР_{05}$ смеси – 0,8, удобрения – 1,2									

Приложение 43

Высота растений многолетних трав в одновидовых и смешанных посевах в зависимости от способа посева и дозы азота, см. Посев 2019 г.

Культура (способ посева)	Доза азота, кг д.в./га								
	N_0			N_{30}			N_{60}		
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Бобовые									
Люцерна изменчивая (Л)	59	77	89	61	71	89	67	82	95
Клевер луговой (К)	74	70	47	79	60	51	82	67	47
Эспарцет песчаный (Э)	65	102	98	63	150	102	74	140	104
Л + Ф (совместный)	60	85	92	60	77	93	66	90	88
Л + Ф (смешанный)	55	75	93	65	77	94	76	80	87
К + Ф (совместный)	75	70	48	78	70	50	69	72	46
К + Ф (смешанный)	68	65	46	70	70	46	72	77	53
Э + Ф (совместный)	83	105	92	85	110	97	65	100	97
Э + Ф (смешанный)	73	110	94	95	107	93	93	107	87
$НСР_{05}$ смеси – 4, удобрения – 12									
Фестулолиум									
Фестулолиум (Ф)	110	129	89	119	133	102	132	145	101
Л + Ф (совместный)	114	142	113	123	149	110	130	152	109
Л + Ф (смешанный)	120	136	103	127	135	117	138	153	118
К + Ф (совместный)	117	127	108	122	141	108	124	145	105
К + Ф (смешанный)	117	140	104	129	147	102	125	146	107
Э + Ф (совместный)	111	144	106	115	145	109	129	155	104
Э + Ф (смешанный)	111	147	103	131	150	106	146	157	101
$НСР_{05}$ смеси – 7, удобрения – 15									

Приложение 44

Содержание злакового компонента в смешанных посевах бобовых трав с фестулолиумом в зависимости от дозы азота, %. Посев 2019 г.

Способ посева	Доза азота, кг д.в./га					
	N_0		N_{30}		N_{60}	
	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос
Первый год пользования (2020 г.)						
Л + Ф (совместный)	7,3	22,0	20,9	27,2	22,0	12,5
Л + Ф (смешанный)	44,6	59,5	42,0	47,5	73,1	72,7
К + Ф (совместный)	17,0	57,5	10,2	19,6	37,9	23,1
К + Ф (смешанный)	25,6	63,5	33,2	66,2	48,6	70,3
Э + Ф (совместный)	4,4	56,5	31,4	90,1	28,0	83,9
Э + Ф (смешанный)	86,8	97,0	40,3	95,4	16,8	93,9
Второй год пользования (2021 г.)						
Л + Ф (совместный)	22,8	6,6	60,7	28,6	49,3	43,6
Л + Ф (смешанный)	56,6	13,3	56,2	31,9	71,2	56,4
К + Ф (совместный)	13,3	71,3	38,5	92,4	20,4	88,8
К + Ф (смешанный)	79,0	90,3	70,4	99,6	94,9	99,2
Э + Ф (совместный)	44,6	24,3	71,4	34,9	68,0	35,4
Э + Ф (смешанный)	100	85,5	100	93,1	99,8	98,7
Третий год пользования (2022 г.)						
Л + Ф (совместный)	36,8	36,1	38,8	19,0	65,5	42,5
Л + Ф (смешанный)	26,0	54,4	56,5	25,6	60,9	50,5
К + Ф (совместный)	85,5	72,0	66,3	95,4	83,7	98,7
К + Ф (смешанный)	90,9	96,0	86,4	90,8	78,2	96,4
Э + Ф (совместный)	35,4	64,6	76,4	48,6	98,6	46,6
Э + Ф (смешанный)	91,4	74,5	92,9	42,0	81,4	58,1
Среднее за 2020–2022 гг.						
Л + Ф (совместный)	22,3	21,6	40,1	24,9	45,6	32,8
Л + Ф (смешанный)	42,4	42,4	51,6	35,0	68,4	59,8
К + Ф (совместный)	38,6	66,9	38,3	69,1	47,3	70,2
К + Ф (смешанный)	65,1	83,3	63,3	85,5	73,9	88,6
Э + Ф (совместный)	28,2	48,5	59,7	57,8	64,8	55,3
Э + Ф (смешанный)	92,7	85,6	77,7	76,8	66	83,6
Среднее	48,2	58,0	55,1	58,2	61,0	65,0

Приложение 45

Коэффициент корреляции между агрометеорологическими условиями вегетационного периода и урожайностью многолетних трав в зависимости от дозы азота (2020–2023 гг.)

Фактор	Посев 2019 г.			Посев 2020 г.		
	N_0	N_{30}	N_{60}	N_0	N_{30}	N_{60}
Люцерна изменчивая						
Средняя температура	–0,61	0,35	0,65	–0,94	–0,85	–0,86
Сумма температур	0,71	0,96	0,82	0,34	0,53	0,53
Сумма осадков	–0,93	–0,17	0,16	0,19	–0,02	–0,01
ГТК	–1,0	–0,51	–0,19	0,08	–0,12	–0,12
Клевер луговой						
Средняя температура	0,83	0,84	0,75	0,78	–0,56	–0,90
Сумма температур	0,63	0,62	0,73	0,58	0,84	–0,40
Сумма осадков	0,43	0,43	0,30	–0,92	–0,44	0,82
ГТК	0,08	0,09	–0,04	–0,87	–0,53	0,75
Эспарцет песчаный						
Средняя температура	–0,60	0,52	0,22	0,63	0,98	0,95
Сумма температур	–0,85	–0,78	–0,94	–0,79	0,14	0,26
Сумма осадков	–0,10	0,89	0,70	0,36	–0,63	–0,72
ГТК	0,25	0,99	0,90	0,45	–0,55	–0,65
Фестулолиум						
Средняя температура	0,99	0,97	0,99	0,40	–0,02	–0,97
Сумма температур	0,15	0,33	0,22	0,90	0,99	–0,21
Сумма осадков	0,83	0,70	0,78	–0,99	–0,85	0,68
ГТК	0,58	0,41	0,52	–1,0	–0,90	0,60

Приложение 46

Урожайность зеленой массы одновидовых и смешанных посевов многолетних трав в зависимости от способа посева и дозы азота, т/га. Посев 2020 г. (2021-2023 гг.)

Культура (способ посева)	Доза азота, кг д.в./га		
	N_0	N_{30}	N_{60}
Первый год пользования (2021 г.)			
Люцерна изменчивая (Л)	25,7	23,8	20,8
Клевер луговой (К)	22,8	23,7	28,9
Эспарцет песчаный (Э)	45,0	31,3	40,1
Фестулолиум (Ф)	24,8	30,2	33,9
Л + Ф (совместный)	28,7	32,1	29,2
Л + Ф (смешанный)	26,2	22,9	24,5
К + Ф (совместный)	27,1	26,5	31,4
К + Ф (смешанный)	25,1	24,7	25,3
Э + Ф (совместный)	29,9	32,8	44,1
Э + Ф (смешанный)	37,0	34,8	37,7
$НСР_{05}$ - А (смеси) –1,7; В (удобрения) – 0,9; А × В – 2,9			
Второй год пользования (2022 г.)			
Люцерна изменчивая (Л)	50,1	57,4	46,0
Клевер луговой (К)	32,9	38,5	35,4
Эспарцет песчаный (Э)	53,6	52,6	55,5
Фестулолиум (Ф)	21,3	24,4	24,3
Л + Ф (совместный)	49,6	41,8	41,9
Л + Ф (смешанный)	30,4	34,7	29,9
К + Ф (совместный)	31,7	43,7	31,2
К + Ф (смешанный)	35,0	31,1	33,1
Э + Ф (совместный)	49,5	45,9	44,9
Э + Ф (смешанный)	37,9	42,1	46,8
$НСР_{05}$ - А (смеси) – 4,4; В (удобрения) – 2,4; А × В – 7,5			
Третий год пользования (2023 г.)			
Люцерна изменчивая (Л)	19,2	24,4	21,1
Клевер луговой (К)	8,0	8,4	4,2
Эспарцет песчаный (Э)	22,6	21,3	26,7
Фестулолиум (Ф)	1,5	1,7	1,0
Л + Ф (совместный)	17,9	11,3	14,5
Л + Ф (смешанный)	6,7	8,6	8,4
К + Ф (совместный)	3,2	3,0	0
К + Ф (смешанный)	1,7	2,1	0
Э + Ф (совместный)	17,0	16,8	13,6
Э + Ф (смешанный)	9,6	12,0	8,7
$НСР_{05}$ - А (смеси) – 3,3; В (удобрения) – 1,8; А × В – 5,7			

Приложение 47

Высота растений многолетних трав в зависимости от способа посева и дозы азота, см. Посев 2020 г.

Культура (способ посева)	Доза азота, кг д.в./га								
	N_0			N_{30}			N_{60}		
	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Бобовые									
Люцерна изменчивая (Л)	65	67	79	74	76	77	80	82	78
Клевер луговой (К)	51	53	57	57	59	54	52	55	55
Эспарцет песчаный (Э)	90	92	108	96	98	104	99	101	97
Л + Ф (совместный)	69	71	84	62	64	87	74	76	86
Л + Ф (смешанный)	50	52	73	48	50	68	61	63	73
К + Ф (совместный)	51	53	0	50	52	0	55	58	0
К + Ф (смешанный)	42	45	0	47	49	0	50	52	0
Э + Ф (совместный)	94	96	102	95	97	109	96	99	94
Э + Ф (смешанный)	85	87	99	89	91	99	90	92	86
$НСР_{05}$ смеси – 3, удобрения – 4									
Фестулолиум									
Фестулолиум (Ф)	71	77	61	79	89	60	83	80	53
Л + Ф (совместный)	92	94	92	89	91	0	90	92	0
Л + Ф (смешанный)	66	68	67	85	87	0	86	88	0
К + Ф (совместный)	77	79	0	81	83	0	94	96	0
К + Ф (смешанный)	68	70	0	80	82	0	82	85	0
Э + Ф (совместный)	105	107	89	105	107	103	97	100	0
Э + Ф (смешанный)	99	101	82	97	99	90	97	100	0
$НСР_{05}$ смеси – 11, удобрения – 7									

Приложение 48

Масса побега многолетних трав в зависимости от способа посева и дозы азота, г.

Посев 2020 г.

Культура (способ посева)	Доза азота, кг д.в./га								
	N_0			N_{30}			N_{60}		
	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Бобовые									
Люцерна изменчивая (Л)	5,5	7,4	4,3	6,6	9,1	7,3	6,4	8,6	6,3
Клевер луговой (К)	6,2	6,0	5,9	8,4	7,1	4,1	9,0	7,2	4,9
Эспарцет песчаный (Э)	6,8	6,9	11,1	8,6	10,8	10,7	11,0	7,8	10,5
Л + Ф (совместный)	2,2	7,6	8,0	3,6	6,4	7,8	2,1	8,0	7,5
Л + Ф (смешанный)	2,4	5,8	7,3	0,8	3,6	11,2	2,4	3,8	13,0
К + Ф (совместный)	2,6	4,5	4,6	3,3	6,5	4,5	5,0	4,9	0
К + Ф (смешанный)	4,0	1,7	2,9	19,3	3,4	0	4,8	2,2	0
Э + Ф (совместный)	7,4	10,0	9,2	6,5	8,7	11,8	6,4	7,6	11,4
Э + Ф (смешанный)	5,0	12,3	9,0	4,3	10,2	14,4	4,7	10,0	10,3
$НСР_{05}$ смеси – 0,9, удобрения – 1,5									
Фестулолиум									
Фестулолиум (Ф)	1,7	1,3	1,0	1,2	1,4	0,7	1,4	1,3	0,7
Л + Ф (совместный)	1,5	1,6	1,1	2,2	1,5	0	1,4	1,6	0
Л + Ф (смешанный)	1,4	1,0	0	1,3	1,6	0	1,3	1,3	0
К + Ф (совместный)	1,9	1,4	1,3	1,6	1,3	0,64	2,3	2,0	0
К + Ф (смешанный)	1,0	1,5	1,8	1,6	1,5	0,9	1,5	1,6	0
Э + Ф (совместный)	1,7	1,7	1,2	1,2	1,3	0	1,7	2,1	0
Э + Ф (смешанный)	1,5	1,3	0,8	1,3	1,3	0,8	1,2	1,2	0
$НСР_{05}$ смеси – 0,2, удобрения – 0,4									

Приложение 49

Плотность травостоя многолетних трав в зависимости от способа посева и дозы азота, шт./м^2. Посев 2020 г.

Культура (способ посева)	Доза азота, кг д.в./га								
	N_0			N_{30}			N_{60}		
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Бобовые									
Люцерна изменчивая (Л)	366	436	305	361	431	448	325	476	475
Клевер луговой (К)	368	265	136	282	542	204	321	491	86
Эспарцет песчаный (Э)	262	407	203	364	487	199	365	412	254
Л + Ф (совместный)	383	453	224	492	653	144	485	523	193
Л + Ф (смешанный)	395	424	91	445	564	77	470	687	65
К + Ф (совместный)	346	304	70	335	375	66	328	336	0
К + Ф (смешанный)	328	344	57	384	371	0	327	341	0
Э + Ф (совместный)	204	395	185	305	427	142	389	490	119
Э + Ф (смешанный)	234	408	107	309	413	83	402	468	84
$НСР_{05}$ смеси – 15, удобрения – 43									
Фестулолиум									
Фестулолиум (Ф)	1457	1637	150	2516	1744	242	2421	1871	142
Л + Ф (совместный)	1913	2102	162	1459	2787	0	2085	2618	0
Л + Ф (смешанный)	1871	2037	0	1759	2170	0	1884	2300	0
К + Ф (совместный)	1427	2262	246	1656	2362	460	1365	1557	0
К + Ф (смешанный)	2510	2331	91	1540	2074	233	1686	2071	0
Э + Ф (совместный)	1760	2910	141	2733	2530	0	2594	2135	0
Э + Ф (смешанный)	2463	2916	120	2524	2237	149	2141	2902	0
$НСР_{05}$ смеси – 105, удобрения – 121									

Приложение 50

Регрессионная зависимость урожайности многолетних трав в одновидовом посеве от элементов ее структуры при различных дозах азотного удобрения. Посев 2019, 2020 г. (2020–2023 гг.)

Культура	Уравнение регрессии	Коэффициент регрессии	Коэффициент корреляции (r)	Коэффициент детерминации (R^2)
1	2	3	4	5
Без внесения азота Высота растений				
Фестулолиум	$y = 0{,}4633\,x - 16{,}689$	0,4633	0,77	0,6063
Люцерна изменчивая	$y = 0{,}1324\,x + 29{,}418$	0,1324	0,10	0,0107
Клевер луговой	$y = 0{,}3735\,x + 1{,}129$	0,3735	0,35	0,1264
Эспарцет песчаный	$y = 0{,}1799\,x + 18{,}049$	0,1799	0,20	0,0418
Масса побега				
Фестулолиум	$y = 23{,}962\,x - 17{,}153$	23,962	0,91	0,8449
Люцерна изменчивая	$y = 3{,}1038\,x + 13{,}587$	3,1038	0,81	0,6655
Клевер луговой	$y = 0{,}4357\,x + 20{,}738$	0,4357	0,03	0,0011
Эспарцет песчаный	$y = -1{,}7384\,x + 51{,}32$	–1,7384	–0,36	0,1356
Плотность травостоя				
Фестулолиум	$y = 0{,}0211\,x - 2{,}7496$	–0,0211	0,86	0,7456
Люцерна изменчивая	$y = 0{,}219\,x - 45{,}873$	0,2190	0,78	0,6097
Клевер луговой	$y = 0{,}0394\,x + 9{,}8464$	0,0394	0,39	0,1523
Эспарцет песчаный	$y = 0{,}1553\,x - 8{,}3954$	0,1553	0,81	0,6599
Внесение N_{30} Высота растений				
Фестулолиум	$y = 0{,}27\,x + 4{,}5439$	0,27	0,49	0,2433
Люцерна изменчивая	$y = -0{,}2728\,x + 61{,}7$	–0,2728	–0,15	0,0239
Клевер луговой	$y = 1{,}2301\,x - 47{,}994$	0,2301	0,81	0,6663
Эспарцет песчаный	$y = 0{,}1354\,x + 22{,}676$	0,1354	0,29	0,0893
Масса побега				
Фестулолиум	$y = 10{,}9\,x + 5{,}3973$	10,9	0,87	0,7670
Люцерна изменчивая	$y = 5{,}401\,x - 8{,}271$	5,401	0,76	0,5779
Клевер луговой	$y = 4{,}1295\,x - 2{,}8163$	4,1295	0,87	0,768
Эспарцет песчаный	$y = 0{,}7246\,x + 28{,}136$	0,7246	0,19	0,0383
Плотность травостоя				
Фестулолиум	$y = 0{,}0092\,x + 14{,}823$	0,0092	0,41	0,1758
Люцерна изменчивая	$y = 0{,}1113\,x - 6{,}4434$	0,1113	0,49	0,2478
Клевер луговой	$y = 0{,}0925\,x - 4{,}71$	0,0925	0,77	0,5970
Эспарцет песчаный	$y = 0{,}0645\,x + 14{,}915$	0,0645	0,68	0,4635
Внесение N_{60} Высота растений				
Фестулолиум	$y = 0{,}3889\,x - 4{,}2435$	0,3889	0,71	0,5176
Люцерна изменчивая	$y = -0{,}3615\,x + 69{,}79$	–0,3615	–0,18	0,0356
Клевер луговой	$y = 1{,}1272\,x - 38{,}25$	1,1272	0,66	0,4363
Эспарцет песчаный	$y = 0{,}5634\,x - 13{,}587$	0,5634	0,70	0,4978
Масса побега				
Фестулолиум	$y = 0{,}702\,x + 35{,}926$	0,702	0,06	0,0041

Продолжение приложения 50

1	2	3	4	5
Люцерна изменчивая	$y = 6{,}0038\ x - 6{,}2929$	6,0038	0,48	0,2400
Клевер луговой	$y = 7{,}8131\ x - 30{,}894$	7,8131	0,82	0,6837
Эспарцет песчаный	$y = 2{,}8245\ x + 12{,}671$	2,8245	0,55	0,3110
Плотность травостоя				
Фестулолиум	$y = 0{,}009\ x + 22{,}718$	0,009	0,48	0,2327
Люцерна изменчивая	$y = -0{,}0339\ x + 54{,}26$	–0,0339	–0,24	0,0615
Клевер луговой	$y = 0{,}0922\ x + 2{,}6292$	0,0922	0,62	0,3969
Эспарцет песчаный	$y = 0{,}1483\ x - 28{,}78$	0,1483	0,73	0,5381

Приложение 51

Регрессионная зависимость урожайности многолетних трав в травосмеси от элементов ее структуры при различных дозах азотного удобрения. Посев 2019, 2020 г. (2020–2023 гг.)

Культура	Уравнение регрессии	Коэффициент регрессии	Коэффициент корреляции (r)	Коэффициент детерминации (R^2)
1	2	3	4	5
Без внесения азота Высота растений				
Фестулолиум + люцерна изменчивая	y =0,3112 x + 2,8178	0,3112	0,62	0,3945
Фестулолиум + клевер луговой	y = 0,041 x + 26,635	0,041	0,11	0,0126
Фестулолиум + эспарцет песчаный	y = 0,099 x + 17,79	0,099	0,18	0,0332
Люцерна изменчивая	y = 0,1032 x + 26,74	0,1032	0,12	0,0149
Клевер луговой	y = 0,4224 x – 6,9807	0,4224	0,54	0,2958
Эспарцет песчаный	y = –0,389 x + 64,87	–0,389	–0,38	0,1472
Масса побега				
Фестулолиум + люцерна изменчивая	y = 7,9547 x +21,074	7,9547	0,59	0,3551
Фестулолиум + клевер луговой	y = 5,302 x + 13,49	5,302	0,61	0,3834
Фестулолиум + эспарцет песчаный	y = 1,0298 x + 26,561	1,0298	0,07	0,0056
Люцерна изменчивая	y = 1,7963 x + 22,208	1,7963	0,29	0,0887
Клевер луговой	y = 2,5726 x + 14,525	2,5726	0,55	0,3051
Эспарцет песчаный	y = 0,0553 x + 28,03	0,0553	0,01	0,0004
Плотность травостоя				
Фестулолиум + люцерна изменчивая	y = 0,013 x + 13,891	0,013	0,74	0,5529
Фестулолиум + клевер луговой	y = 0,0076 x + 16,235	0,0076	0,43	0,1914
Фестулолиум + эспарцет песчаный	y = 0,0101 x + 14,214	0,0101	0,92	0,8624
Люцерна изменчивая	y = 0,097 x – 1,4931	0,097	0,81	0,6711
Клевер луговой	y = 0,1001 x – 3,5794	0,1001	0,79	0,6307
Эспарцет песчаный	y = 0,0599 x + 14,336	0,0599	0,56	0,3564
Внесение N_{30} Высота растений				
Фестулолиум + люцерна изменчивая	y = 169 x + 21,664	169	0,35	0,1235
Фестулолиум + клевер луговой	y = 0,1423 x + 19,884	0,1423	0,34	0,1169
Фестулолиум + эспарцет песчаный	y = 0,033 x + 33,133	0,033	0,08	0,0074
Люцерна изменчивая	y = 0,1024 x + 28,168	0,1024	0,10	0,0104
Клевер луговой	y = 0,5782 x + 1,5345	0,5782	0,65	0,4248
Эспарцет песчаный	y = –0,4419 x + 76,18	–0,4419	–0,31	0,0999
Масса побега				
Фестулолиум + люцерна изменчивая	y = 5,8154 x + 27,619	5,8154	0,40	0,1665

Продолжение приложения 51

1	2	3	4	5
Фестулолиум + клевер луговой	$y = 7{,}6078\,x + 12{,}408$	7,6078	0,53	0,2833
Фестулолиум + эспарцет песчаный	$y = -0{,}0553\,x + 34{,}84$	–0,0553	–0,009	0,0001
Люцерна изменчивая	$y = 0{,}0948\,x + 34{,}78$	0,0948	0,01	0,0003
Клевер луговой	$y = 0{,}4509\,x + 29{,}372$	0,4509	0,15	0,0247
Эспарцет песчаный	$\mathbf{y} = -0{,}962\,x + 43{,}14$	–0,962	–0,33	0,1107
Плотность травостоя				
Фестулолиум + люцерна изменчивая	$y = 0{,}0124\,x + 16{,}758$	0,0124	0,63	0,4070
Фестулолиум + клевер луговой	$y = 0{,}0177\,x + 7{,}0738$	0,0177	0,74	0,5527
Фестулолиум + эспарцет песчаный	$y = 0{,}0082\,x + 21{,}466$	0,0082	0,72	0,5212
Люцерна изменчивая	$y = 0{,}0709\,x + 1{,}278$	0,0709	0,85	0,7382
Клевер луговой	$y = 0{,}1048\,x + 0{,}1108$	0,1048	0,71	0,5181
Эспарцет песчаный	$y = 0{,}086\,x + 7{,}3471$	0,086	0,93	0,8779
Внесение N_{60} Высота растений				
Фестулолиум + люцерна изменчивая	$y = 0{,}3126\,x + 5{,}1819$	0,3126	0,61	0,3746
Фестулолиум + клевер луговой	$y = 0{,}357\,x - 1{,}2296$	0,357	0,54	0,2956
Фестулолиум + эспарцет песчаный	$y = 0{,}2016\,x + 22{,}434$	0,2016	0,31	0,1013
Люцерна изменчивая	$y = 0{,}1903\,x + 22{,}186$	0,1903	0,11	0,0135
Клевер луговой	$y = 1{,}0085\,x - 22{,}549$	1,0085	0,73	0,5345
Эспарцет песчаный	$y = -0{,}4234\,x + 81{,}87$	–0,4234	–0,24	0,0581
Масса побега				
Фестулолиум + люцерна изменчивая	$y = 8{,}7635\,x + 17{,}483$	8,7635	0,85	0,7390
Фестулолиум + клевер луговой	$y = 19{,}236\,x - 6{,}2642$	19,236	0,94	0,8878
Фестулолиум + эспарцет песчаный	$y = 6{,}415\,x + 29{,}023$	6,415	0,63	0,3973
Люцерна изменчивая	$y = 0{,}6999\,x + 31{,}186$	0,6999	0,13	0,0185
Клевер луговой	$y = 3{,}8897\,x + 14{,}752$	3,8897	0,87	0,7705
Эспарцет песчаный	$y = -0{,}7273\,x + 46{,}74$	–0,7273	–0,09	0,0096
Плотность травостоя				
Фестулолиум + люцерна изменчивая	$y = -0{,}011\,x + 60{,}019$	–0,011	–0,41	0,1697
Фестулолиум + клевер луговой	$y = 0{,}0322\,x - 14{,}51$	0,0322	0,50	0,2516
Фестулолиум + эспарцет песчаный	$y = 0{,}001\,x + 44{,}446$	0,001	0,03	0,0015
Люцерна изменчивая	$y = 0{,}0348\,x + 23{,}667$	0,0348	0,52	0,2739
Клевер луговой	$y = -0{,}0201\,x + 46{,}838$	–0,0201	–0,09	0,0087
Эспарцет песчаный	$y = 0{,}0832\,x + 11{,}89$	0,0832	0,63	0,4040

Приложение 52

Конкурентоспособность (CR) многолетних трав в зависимости от способа посева и дозы азота. Посев 2019 г.

Способ посева	Доза азота, кг д.в./га					
	N_0		N_{30}		N_{60}	
	фесту-лолиум	бобовые	фесту-лолиум	бобовые	фесту-лолиум	бобовые
Первый год пользования (2020 г.)						
Л + Ф (совместный)	5,49	0,90	3,44	1,11	3,29	0,68
Л + Ф (смешанный)	0,77	0,84	0,92	0,74	0,45	1,21
К + Ф (совместный)	2,04	1,20	5,77	1,02	3,26	0,89
К + Ф (смешанный)	1,41	1,12	1,13	1,13	0,74	1,10
Э + Ф (совместный)	2,32	1,00	0,65	0,98	1,56	1,99
Э + Ф (смешанный)	0,09	1,07	0,33	0,71	1,97	2,42
Второй год пользования (2021 г.)						
Л + Ф (совместный)	9,29	1,53	1,34	1,09	1,46	1,30
Л + Ф (смешанный)	1,66	0,89	1,23	0,97	0,41	0,73
К + Ф (совместный)	1,12	0,81	0,66	1,22	2,22	2,73
К + Ф (смешанный)	0,24	1,40	0,39	2,18	0,07	0,21
Э + Ф (совместный)	1,27	0,68	1,09	1,22	0,22	0,24
Э + Ф (смешанный)	0,03	0,36	0,02	0,59	0,005	0,07
Третий год пользования (2022 г.)						
Л + Ф (совместный)	3,37	1,89	4,50	1,83	1,15	1,35
Л + Ф (смешанный)	2,22	1,47	3,54	2,45	0,92	1,16
К + Ф (совместный)	0,45	1,70	0,47	2,02	0,11	1,14
К + Ф (смешанный)	0,08	1,10	0,24	1,95	0,15	1,05
Э + Ф (совместный)	1,11	1,11	0,79	1,31	0,54	1,47
Э + Ф (смешанный)	0,15	0,73	0,59	1,19	0,54	1,26

Приложение 53

Коэффициент использования пашни (LER) многолетними травами в зависимости от способа посева и дозы азота. Посев 2019 г.

Способ посева	Доза азота, кг д.в./га								
	N_0			N_{30}			N_{60}		
	фестулолиум	бобовые	смесь	фестулолиум	бобовые	смесь	фестулолиум	бобовые	смесь
Первый год пользования (2020 г.)									
Л + Ф (совместный)	0,13	0,80	0,94	0,26	0,75	1,01	0,14	0,66	0,81
Л + Ф (смешанный)	0,46	0,44	0,91	0,40	0,44	0,85	0,82	0,29	1,11
К + Ф (совместный)	0,37	0,75	1,12	0,14	0,90	1,04	0,29	0,63	0,93
К + Ф (смешанный)	0,42	0,64	1,07	0,50	0,56	1,06	0,64	0,41	1,06
Э + Ф (совместный)	0,19	1,08	1,28	0,51	0,46	0,98	0,62	0,78	1,41
Э + Ф (смешанный)	0,61	0,13	0,74	0,48	0,32	0,80	0,68	0,88	1,56
Второй год пользования (2021 г.)									
Л + Ф (совместный)	0,19	0,95	1,14	0,47	0,56	1,04	0,52	0,61	1,14
Л + Ф (смешанный)	0,35	0,57	0,93	0,44	0,54	0,98	0,54	0,31	0,85
К + Ф (совместный)	0,27	0,72	0,99	0,53	0,52	1,05	0,53	1,26	1,79
К + Ф (смешанный)	0,72	0,25	0,97	0,93	0,30	1,24	0,90	0,07	0,97
Э + Ф (совместный)	0,30	0,52	0,82	0,72	0,42	1,15	0,33	0,18	0,52
Э + Ф (смешанный)	0,61	0,04	0,66	0,89	0,02	0,91	1,13	0,01	1,14
Третий год пользования (2022 г.)									
Л + Ф (совместный)	0,83	0,52	1,35	0,57	0,66	1,23	0,86	0,38	1,25
Л + Ф (смешанный)	0,81	0,44	1,24	0,93	0,63	1,57	0,83	0,34	1,17
К + Ф (совместный)	0,97	0,29	1,26	1,00	0,30	1,31	0,93	0,10	1,03
К + Ф (смешанный)	0,96	0,07	1,03	1,07	0,17	1,25	0,85	0,13	0,99
Э + Ф (совместный)	0,65	0,42	1,08	0,76	0,40	1,16	0,96	0,30	1,27
Э + Ф (смешанный)	0,89	0,11	1,01	0,79	0,33	1,12	0,86	0,30	1,17

Приложение 54

Коэффициент использования пашни (LER) многолетними травами в зависимости от способа посева и дозы азота. Посев 2020 г.

Способ посева	Доза азота, кг д.в./га								
	N_0			N_{30}			N_{60}		
	фесту-лолиум	бобо-вые	смесь	фесту-лолиум	бобо-вые	смесь	фесту-лолиум	бобо-вые	смесь
Первый год пользования (2021 г.)									
Л + Ф (совместный)	1,12	0,03	1,15	0,96	0,12	1,08	0,78	0,12	0,91
Л + Ф (смешанный)	1,05	0,01	1,06	0,75	0,01	0,76	0,72	0,01	0,73
К + Ф (совместный)	0,89	0,21	1,11	0,61	0,33	0,94	0,84	0,09	0,94
К + Ф (смешанный)	1,00	0,01	1,01	0,71	0,12	0,84	0,68	0,07	0,75
Э + Ф (совместный)	0,67	0,29	0,96	0,51	0,55	1,06	0,65	0,54	1,20
Э + Ф (смешанный)	1,15	0,18	1,34	0,96	0,18	1,14	0,82	0,24	1,07
Второй год пользования (2022 г.)									
Л + Ф (совместный)	1,54	0,33	1,88	0,98	0,30	1,29	1,08	0,33	1,41
Л + Ф (смешанный)	1,36	0,02	1,39	1,30	0,04	1,35	1,05	0,09	1,14
К + Ф (совместный)	1,21	0,17	1,39	1,14	0,40	1,55	0,86	0,28	1,15
К + Ф (смешанный)	1,36	0,17	1,54	1,19	0,05	1,24	1,28	0,05	1,33
Э + Ф (совместный)	0,86	0,58	1,44	0,89	0,45	1,35	0,90	0,41	1,31
Э + Ф (смешанный)	0,99	0,31	1,30	1,01	0,32	1,34	1,06	0,37	1,44
Третий год пользования (2023 г.)									
Л + Ф (совместный)	0,72	0,87	1,60	0	0	0	0	0	0
Л + Ф (смешанный)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
К + Ф (совместный)	1,06	0,20	1,26	0,23	0,30	0,54	0	0	0
К + Ф (смешанный)	0,81	0,05	0,86	0	0	0	0	0	0
Э + Ф (совместный)	1,24	0,67	1,91	0	0	0	0	0	0
Э + Ф (смешанный)	1,33	0,33	1,66	0,71	0,50	1,22	0	0	0

Приложение 55

Конкурентоспособность (CR) многолетних трав в зависимости от способа посева и дозы азота. Посев 2020 г.

Способ посева	Доза азота, кг д.в./га					
	N_0		N_{30}		N_{60}	
	фесту-лолиум	бобовые	фесту-лолиум	бобовые	фесту-лолиум	бобовые
Первый год пользования (2021 г.)						
Л + Ф (совместный)	0,04	1,12	0,14	1,39	0,12	1,21
Л + Ф (смешанный)	0,002	1,04	0,002	0,50	0,001	0,49
К + Ф (совместный)	0,28	1,29	0,42	0,96	0,10	0,94
К + Ф (смешанный)	0,003	0,30	0,11	0,84	0,06	0,60
Э + Ф (совместный)	0,62	0,80	1,28	1,14	1,43	1,43
Э + Ф (смешанный)	0,36	1,20	0,25	1,32	0,21	0,60
Второй год пользования (2022 г.)						
Л + Ф (совместный)	1,18	2,27	0,89	1,24	0,91	1,55
Л + Ф (смешанный)	0,03	0,69	0,07	0,81	0,12	0,75
К + Ф (совместный)	0,31	1,41	1,14	2,00	0,52	1,11
К + Ф (смешанный)	0,35	1,69	0,06	0,07	0,06	1,28
Э + Ф (совместный)	3,67	2,15	1,78	1,63	1,54	1,49
Э + Ф (смешанный)	0,99	1,25	0,96	1,36	1,27	7,16
Третий год пользования (2023 г.)						
Л + Ф (совместный)	11,31	11,44	0	0	0	0
Л + Ф (смешанный)	0	0	0	0	0	0
К + Ф (совместный)	0,85	0,85	4,14	0,67	0	0
К + Ф (смешанный)	0,07	0,21	0	0	0	0
Э + Ф (совместный)	68,62	8,54	0	0	0	0
Э + Ф (смешанный)	10,25	2,68	40,54	4,47	0	0

Приложение 56

Коэффициент использования пашни (LER) многолетними травами в зависимости от способа посева и дозы азота
(среднее по посевам 2019 и 2020 г. и годам пользования)

Способ посева	Фестулолиум	Бобовые	Смесь
Без удобрений			
Л + Ф (совместный)	0,55	0,58	1,13
Л + Ф (смешанный)	0,64	0,22	0,86
К + Ф (совместный)	0,68	0,42	1,10
К + Ф (смешанный)	0,84	0,22	1,06
Э + Ф (совместный)	0,49	0,55	1,04
Э + Ф (смешанный)	0,79	0,20	1,00
Внесение N_{30}			
Л + Ф (совместный)	0,54	0,38	0,93
Л + Ф (смешанный)	0,64	0,24	0,88
К + Ф (совместный)	0,60	0,56	1,16
К + Ф (смешанный)	0,74	0,17	0,92
Э + Ф (совместный)	0,62	0,37	1,00
Э + Ф (смешанный)	0,75	0,30	1,05
Внесение N_{60}			
Л + Ф (совместный)	0,58	0,36	0,94
Л + Ф (смешанный)	0,69	0,16	0,85
К + Ф (совместный)	0,56	0,32	0,89
К + Ф (смешанный)	0,72	0,12	0,84
Э + Ф (совместный)	0,60	0,35	0,96
Э + Ф (смешанный)	0,80	0,26	1,06

Приложение 57

Содержание питательных веществ в сухой массе одновидовых и смешанных посевов многолетних бобовых трав с фестулолиумом в зависимости от способа посева и дозы азота, %. Посев 2019 г.
(среднее за 2020–2022 гг.)

Культура (способ посева)	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка	БЭВ	Сырая зола
Без удобрений					
Люцерна изменчивая (Л)	14,8	1,0	34,7	33,7	9,4
Клевер луговой (К)	15,1	1,1	23,5	46,3	9,9
Эспарцет песчаный (Э)	14,9	1,1	35,0	36,2	6,0
Фестулолиум (Ф)	8,8	1,7	37,5	38,0	8,5
Л + Ф (совместный)	12,7	1,3	34,7	36,2	8,8
Л + Ф (смешанный)	12,6	1,2	33,1	38,7	8,8
К + Ф (совместный)	10,8	1,2	30,5	43,6	7,7
К + Ф (смешанный)	9,7	1,4	31,4	42,7	8,9
Э + Ф (совместный)	10,6	1,7	32,4	41,6	8,0
Э + Ф (смешанный)	9,7	1,4	32,8	44,3	7,5
Внесение N_{30}					
Люцерна изменчивая (Л)	14,3	1,3	34,1	35,6	8,7
Клевер луговой (К)	18,2	1,1	22,1	42,6	10,9
Эспарцет песчаный (Э)	14,5	1,3	30,2	43,8	5,9
Фестулолиум (Ф)	9,2	1,2	34,9	42,1	8,1
Л + Ф (совместный)	14,7	1,2	33,6	35,7	10,3
Л + Ф (смешанный)	15,4	1,3	32,3	36,9	9,8
К + Ф (совместный)	13,6	1,0	27,8	44,7	8,6
К + Ф (смешанный)	11,2	1,6	33,1	41,2	8,6
Э + Ф (совместный)	12,7	1,1	31,4	42,9	7,4
Э + Ф (смешанный)	9,6	1,3	32,0	42,5	9,0
Внесение N_{60}					
Люцерна изменчивая (Л)	14,7	1,0	34,9	32,8	9,5
Клевер луговой (К)	18,2	1,5	11,1	52,0	10,4
Эспарцет песчаный (Э)	13,9	1,8	32,8	38,5	9,1
Фестулолиум (Ф)	12,0	1,1	32,9	40,0	9,6
Л + Ф (совместный)	13,9	1,7	34,0	36,1	8,6
Л + Ф (смешанный)	13,7	1,1	33,2	37,4	8,7
К + Ф (совместный)	14,2	1,2	30,1	40,4	9,1
К + Ф (смешанный)	12,6	1,3	33,3	39,5	7,6
Э + Ф (совместный)	13,8	1,2	32,8	38,7	8,9
Э + Ф (смешанный)	13,4	1,0	29,8	44,4	5,5

Приложение 58

Содержание питательных веществ в сухой массе одновидовых и смешанных посевов многолетних бобовых трав с фестулолиумом в зависимости от способа посева и дозы азота, %. Посев 2020 г.
(среднее за 2021, 2022 г.)

Культура (способ посева)	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка	БЭВ	Сырая зола
Без удобрений					
Люцерна изменчивая (Л)	15,9	1,6	33,3	34,8	8,5
Клевер луговой (К)	15,8	2,8	25,8	39,7	8,4
Эспарцет песчаный (Э)	13,3	1,4	29,7	43,6	5,9
Фестулолиум (Ф)	8,2	2,9	26,4	48,2	8,9
Л + Ф (совместный)	14,6	1,9	30,4	38,4	8,0
Л + Ф (смешанный)	14,2	1,6	29,8	38,7	7,7
К + Ф (совместный)	10,5	2,1	19,4	51,8	9,7
К + Ф (смешанный)	11,9	2,0	25,7	46,5	7,4
Э + Ф (совместный)	13,2	1,7	27,5	44,2	6,8
Э + Ф (смешанный)	13,8	1,0	29,5	40,3	8,0
Внесение N_{30}					
Люцерна изменчивая (Л)	16,6	1,3	28,5	37,6	9,8
Клевер луговой (К)	18,0	1,8	19,9	44,1	9,3
Эспарцет песчаный (Э)	17,2	1,2	27,5	37,7	8,9
Фестулолиум (Ф)	12,1	2,1	27,2	44,7	8,8
Л + Ф (совместный)	15,1	1,7	30,1	36,6	8,1
Л + Ф (смешанный)	14,4	2,2	26,9	42,1	7,8
К + Ф (совместный)	15,2	3,0	28,6	37,7	8,5
К + Ф (смешанный)	14,1	2,2	27,7	38,0	8,5
Э + Ф (совместный)	13,4	1,4	30,3	39,4	8,5
Э + Ф (смешанный)	14,5	1,1	27,3	43,6	6,4
Внесение N_{60}					
Люцерна изменчивая (Л)	17,9	1,4	30,7	34,9	8,6
Клевер луговой (К)	19,2	1,6	20,4	41,5	10,5
Эспарцет песчаный (Э)	16,0	1,0	21,7	47,1	6,5
Фестулолиум (Ф)	12,6	3,2	24,7	40,3	8,1
Л + Ф (совместный)	15,3	1,9	29,1	38,8	8,4
Л + Ф (смешанный)	15,3	2,0	26,6	40,4	8,2
К + Ф (совместный)	15,6	1,4	25,3	42,8	7,9
К + Ф (смешанный)	13,4	1,5	28,2	40,1	8,5
Э + Ф (совместный)	13,5	1,1	30,8	41,1	6,7
Э + Ф (смешанный)	15,3	1,6	27,5	38,4	8,4

Приложение 59

Календарные даты наступления фенологических фаз и продолжительность межфазных периодов развития растений овса в зависимости от года посева

Год	Посев	Всходы	Выход в трубку	Начало колошения	Созревание
2014	30.V	13.VI (14)	19.VII (36)	24.VII (41)	18.VIII (80)
2015	13.V	27.V (14)	02.VII (36)	06.VII (40)	01.VIII (79)
2016	06.V	20.V (14)	25.VI (35)	30.VI (40)	23.VII (79)

Приложение 60

Водопотребление посевов овса в зависимости от способа предпосевной обработки дернины многолетних трав. 2014–2016 гг.

Вариант	Потребление почвенной влаги, мм	Выпало осадков за вегетацию, мм	Суммарное водопотребление, мм	Коэффициент водопотребления
2014 г.				
Вспашка (контроль)	76,7	150,8	227,5	1126
БДТ-3 осенью	76,7	150,8	227,5	1285
ФБН осенью	80,4	150,8	231,2	1291
Гербицид осенью + БДТ-3 весной	66,5	150,8	217,3	1015
БДТ-3 весной	65,4	150,8	216,2	1342
2015 г.				
Вспашка (контроль)	87,8	199,2	287,0	1237
БДТ-3 осенью	82,3	199,2	281,5	1770
ФБН осенью	87,3	199,2	286,5	1715
Гербицид осенью + БДТ-3 весной	83,5	199,2	282,7	1495
БДТ-3 весной	84,5	199,2	283,7	3083
2016 г.				
Вспашка (контроль)	-2,9	110,4	107,5	436
БДТ-3 осенью	1,0	110,4	111,4	763
ФБН осенью	4,1	110,4	114,5	685
Гербицид осенью + БДТ-3 весной	3,8	110,4	114,2	516
БДТ-3 весной	3,0	110,4	113,4	1134
Среднее				
Вспашка (контроль)	70,8	153,5	207,3	933
БДТ-3 осенью	67,3	153,5	206,8	1272
ФБН осенью	66,9	153,5	210,7	1230
Гербицид осенью + БДТ-3 весной	64,1	153,5	204,7	1009
БДТ-3 весной	63,1	153,5	204,4	1853

Приложение 61

Структура технологических затрат при возделывании овса в зависимости от предпосевной обработки почвы, 2024 г.

Вариант	Орудие	Гербицид	Культивация	Семена	Посев	Уборка	Вывоз
Энергозатраты, МДж/га							
Вспашка (контроль)	1369	0	369	6760	396	1730	377
БДТ-3 осенью	488	0	369	6760	396	1730	377
ФБН осенью	980	0	369	6760	396	1730	377
Гербицид + БДТ-3 весной	488	1420	0	6760	396	1730	377
БДТ-3 весной	488	0	0	6760	396	1730	377
Финансовые затраты, руб./га							
Вспашка (контроль)	1061	0	848	2000	684	1096	740
БДТ-3 осенью	534	0	848	2000	684	1096	523
ФБН осенью	800	0	848	2000	684	1096	544
Гербицид + БДТ-3 весной	534	3867	0	2000	684	1096	678
БДТ-3 весной	534	0	0	2000	684	1096	384

Приложение 62

Акт внедрения научно-технических разработок и передового опыта

А К Т

внедрения научно-технических разработок и передового опыта

«04» ноября 2010 г.

Государственное научное учреждение

1. Разработчик: Сибирский научно-исследовательский институт кормов Россельхозакадемии

2. Наименование разработки Оптимизированные параметры сроков уборки многолетних бобовых и злаковых трав для заготовки различных видов кормов

3. Наименование хозяйства ООО "Большой Изарак" Маслянинский район, Новосибирская область

4. Сроки освоения разработки 2009 - 2010 гг

5. Объёмы и результаты внедрения (основные показатели) посев клевера лугового на площади 50 га. Ур-ть 286 ц/га зеленой массы. Затраты на посев 2900 руб/га. На весь объём 145 000 руб.
(гектаров, центнеров, голов и т. д.)

6. Условия проведения проверки (зона) подтайга

7. Ответственные исполнители (Ф. И. О., должность, подпись):

от научного учреждения сб. науч. сотр. Бакшаев Д.Ю.

от хозяйства (предприятия) директор Сопин Н.П.

Руководитель хозяйства

Ф. И. О. подпись

М. П.

Директор ГНУ СибНИИ кормов Россельхозакадемии

академик Н. И. Кашеваров

М. П.

Акт производственной проверки результатов научно-технической разработки

А К Т
производственной проверки
результатов научно-технической разработки

1. Наименование разработки Оптимизированные параметры сроков уборки многолетних бобовых и злаковых трав для заготовки различных видов кормов
2. НИУ – разработчики ГНУ СибНИИ кормов Россельхозакадемии
3. Кем и когда разработка рекомендована к производственной проверке ученым советом ГНУ СибНИИ кормов Россельхозакадемии
4. Наименование и адрес хозяйства (организации), где проводилась производственная проверка ООО „Большой Израк" Маслянинский район, Новосибирская область
5. Сроки производственной проверки 2009 - 2010 гг.
6. Объём производственной проверки клевер луговой - 50 га
7. Фактические затраты труда и средств на проведение производственной проверки (на единицу и весь объём проверки) Затрата на посев - 2900 руб/га. На весь объём - 145.000 руб.
8. Экономическая эффективность (на единицу и весь объём проверки) получено зелёной массы 14300 ц на сумму 1430.000 руб.
9. Ответственные за проведение производственной проверки (Ф. И. О.):
   от хозяйства (организации) директор Сопин Н.П.
   от научного учреждения ст. науч. сотр. Бакшаев О.Ю.
10. Заключение по результатам производственной проверки В 2009 г. заложен силос из клевера, убранного спустя 10 дней после полного цветения. В силосе содержание масляной кислоты - 0,14 %, pH = 4,7. Силос соответствует II классу качества.

Руководитель хозяйства (организации)
подпись
М. П.

Директор ГНУ СибНИИ кормов Россельхозакадемии
академик Н. И. Кашеваров
подпись
М. П.

Акт производственной проверки результатов научно–технической разработки

А К Т
производственной проверки
результатов научно-технической разработки

1. Наименование разработки Оптимизированные параметры сроков уборки многолетних бобовых и злаковых трав для заготовки различных видов кормов
2. НИУ – разработчики ГНУ СибНИИ кормов Россельхозакадемии
3. Кем и когда разработка рекомендована к производственной проверке учёным советом ГНУ СибНИИ кормов Россельхозакадемии
4. Наименование и адрес хозяйства (организации), где проводилась производственная проверка ООО "Большой Изырак" Маслянинский район, Новосибирская область
5. Сроки производственной проверки 2009 - 2010 гг.
6. Объём производственной проверки клевер луговой - 50 га
7. Фактические затраты труда и средств на проведение производственной проверки (на единицу и весь объём проверки) Затрата на посев - 2900 руб/га. На весь объём - 145.000 руб.
8. Экономическая эффективность (на единицу и весь объём проверки) получено зелёной массы 14300 ц на сумму 1430.000 руб.
9. Ответственные за проведение производственной проверки (Ф. И. О.):
   от хозяйства (организации) директор Сопин И.П.
   от научного учреждения ст. науч. сотр. Бакшаев Д.Ю.
10. Заключение по результатам производственной проверки В 2009 г. заложен силос из клевера, убранного спустя 10 дней после полного цветения. В силосе содержание масляной кислоты - 0,14 %, pH = 4,7. Силос соответствует II классу качества.

Руководитель хозяйства (организации)

подпись

М. П.

Директор ГНУ СибНИИ кормов Россельхозакадемии

подпись академик Н. И. Кашеваров

М. П.

Акт внедрения научно–технических разработок и передового опыта

АКТ

внедрения научно-технических разработок и передового опыта

«___» _____ 200_ г.

Государственное научное учреждение

1. **Разработчик:** Сибирский научно-исследовательский институт кормов Россельхозакадемии

2. **Наименование разработки** - Оптимизация технологии заготовки сочных кормов из многолетних бобовых трав, убранных в разные фазы вегетации.

3. **Наименование хозяйства** – СПК «Красное», Чановского района, Новосибирской области

4. **Сроки освоения разработки** – 2010 г.

5. **Объёмы и результаты внедрения (основные показатели)** *сенос (люцерна) 46722 ун сенистомасс 1987гр. с 442 га сено (многолетние травы) сенистомасс 585 гр. 5795 ун с 556 га поголовье КРС - 550 гол.*

(гектаров, центнеров, голов и т. д.)

6. **Условия проведения проверки (зона)** - северная лесостепь

7. **Ответственные исполнители (Ф. И. О., должность, подпись):**

от научного учреждения – ст.науч.сотр. лаборатории технологий возделывания кормовых культур Бакшаев Д.Ю.

от хозяйства (предприятия) *председатель СПК „с. Красное" Токарева Оксана Анатольевна*

Руководитель хозяйства

Токарева О.А.

Ф. И. О.

М. П.

Директор ГНУ СибНИИ кормов Россельхозакадемии

академик П. И. Кашеваров

М. П.

Акт производственной проверки результатов научно–технической разработки

АКТ
производственной проверки
результатов научно-технической разработки

1. **Наименование разработки** – Оптимизация технологии заготовки сочных кормов из многолетних бобовых трав, убранных в разные фазы вегетации.
2. **НИУ – разработчики** ГНУ СибНИИ кормов Россельхозакадемии.
3. **Кем и когда разработка рекомендована к производственной проверке** – учёным советом ГНУ СибНИИ кормов Россельхозакадемии в 2008 году.
4. **Наименование и адрес хозяйства (организации)**, где проводилась производственная проверка: СПК «Красное», Чановский район, Новосибирская область
5. **Сроки производственной проверки** -2009 г.
6. **Объём производственной проверки** сено-5795 ун, силос - 46722 ун
7. **Фактические затраты труда и средств на проведение производственной проверки** (на единицу и весь объём проверки) сено - стоимость - 1ун 100,95 вся себестоимость 585 т.р.
силос - 46722 ун, себестоимость 1ун - 42,54, вся 1'987 т.р.
8. **Экономическая эффективность** (на единицу и весь объём проверки)
молоко 08г 7516 г - 09г 7324 г + 138 г
привес 08г 455 ун - 09г 408 ун - 47
9. **Ответственные за проведение производственной проверки (Ф. И. О.)**:
от хозяйства (организации) председатель СПК, с. Красное
Токарева Оксана Анатольевна Токар.
от научного учреждения - ст.науч.сотр. лаборатории технологий возделывания кормовых культур Бакшаев Д.Ю.
10. **Заключение по результатам производственной проверки**: В 2009 году в силосе из люцерны, скошенной спустя 15 дней после полного цветения, содержание масляной кислоты 0,02%, молочная кислота преобладает над уксусной, pH=4,4, полученный силос соответствует I классу качества.

Руководитель хозяйства
(организации)
подпись
"с.Красное"

Директор ГНУ СибНИИ кормов
Россельхозакадемии
академик Н. И. Кашеваров
подпись
М. П.

Акт внедрения научно–технических разработок и передового опыта

А К Т
внедрения научно-технических разработок и передового опыта

1. Разработчик: Сибирский научно-исследовательский институт кормов СФНЦА РАН

2. Наименование разработки – Оптимизация технологии возделывания многолетних трав при использовании новых, в качестве покровных культур, однолетних трав и их смесей.

3. Наименование хозяйства. ЗАО «Бобровское» Сузунского района, Новосибирской области

4. Срок освоения разработки – 2018-2021 гг.

5. Объемы и результаты внедрения: 10 июня 2018 года проведен посев *люцерны на площади 10 га под покров смеси суданской травы с рапсом и* люцерна беспокровно. 25 августа покровная культура убрана на зелёный корм (урожайность 120 ц/га зелёной массы). При эксплуатации травостоя с 2019 по 2021 гг. в среднем получено сена люцерны с подпокровного посева 64 ц/га, с беспокровного (контроль) 65 ц/га. Урожайность покровной культуры составила 120 ц/га, прибыль от дополнительной продукции 31800 руб./га.

6. Условия проведения проверки (зона) - лесостепная зона Западной Сибири

7. Ответственный исполнитель (Ф.И.О., должность, подпись):
от хозяйства (организации) Громов И. А.
от научного учреждения - вед. науч. сотр. лаборатории технологий возделывания кормовых культур СибНИИ кормов СФНЦА РАН Бакшаев Д. Ю.

Руководитель хозяйства (организации) _____ А. И. Громов
подпись
м. п.

Зам. директора СФНЦА РАН по научно-технической работе _____ Г. Н. Харенко
подпись
м. п.

Акт внедрения научно–технических разработок и передового опыта

АКТ

внедрения научно-технических разработок и передового опыта

«20» июля 2024 г.

1. Разработчик: Сибирский научно-исследовательский институт кормов СФНЦА РАН

2. Наименование разработки «Агротехнологические приемы возделывания фстулолиума в одновидовых и смешанных посевах с бобовыми травами»

3. Наименование хозяйства ООО Агрофирма «Семена Приобья» Новосибирского района Новосибирской области

4. Срок освоения разработки. 2023-2024 гг.

5. Объемы и результаты внедрения. В 2023 году проведен посев фестулолиума в одновидовом посеве на неудобренном фоне на площади 10 га и фестулолиума в смеси с люцерной на площади 10 га. Урожайность зеленой массы фестулолиума в одновидовом посеве в 2024 г. составила 23,00 т/га, фестулолиума в совместном посеве с люцерной 39,21 т/га. Прибавка урожайности составила 16,21 т/га. Прибыль от выращивания фестулолиума в смеси с люцерной по отношению к одновидовому посеву составила 42980 руб./га.

(гектаров, центнеров, голов и т.д.)

6. Условия проведения проверки (зона) лесостепная зона Западной Сибири

7. Ответственный исполнитель (Ф.И.О., должность, подпись):

от научного учреждения:

– вед. науч. сотр. лаборатории технологий возделывания кормовых культур СибНИИ кормов СФНЦА РАН Бакшаев Д. Ю.,

– мл. научн. сотр. лаборатории технологий возделывания кормовых культур СибНИИ кормов СФНЦА РАН Жданова И. Л.

от хозяйства (предприятия) Тевлюков Г. А.

Руководитель хозяйства

Г.А. Тевлюков

Ф.И.О. подпись

М.П.

Зам. директора СФНЦА РАН по научно-технической работе

А.М. Захаренко

Ф.И.О. подпись

М.П.

Акт внедрения научно–технических разработок и передового опыта

А К Т
внедрения научно-технических разработок и передового опыта

1. **Разработчик:** Сибирский научно-исследовательский институт кормов СФНЦА РАН

2. **Наименование разработки** – Влияние сроков уборки многолетних трав на их продуктивность и качество кормовой массы.

3. **Наименование хозяйства** ЗАО «Бобровское» Сузунского района, Новосибирской области

4. **Срок освоения разработки** – 2022 г.

5. **Объемы и результаты внедрения**: 18 июля 2022 года в фазе цветение проведена уборка люцерны и эспарцета на сено на площади 15 га. Урожайность сухой массы составила у люцерны 7,8 т/га, у эспарцета – 5,3 т/га. Скашивание трав спустя 10 дней повысило сбор массы до 8,6 и 6,8 т/га соответственно. Прибавка урожайности у люцерны 0,8 т/га, у эспарцета 1,5 т/га. Дополнительной продукции получено у люцерны – 28937 руб./га, эспарцета – 24560 руб./га, выход ОЭ повысился на 32 ГДж/га.

6. **Условия проведения проверки** (зона) лесостепная зона Западной Сибири

7. **Ответственный исполнитель** (Ф.И.О., должность, подпись):
от хозяйства (организации) Громов И. А.
от научного учреждения - вед. науч. сотр. лаборатории технологий возделывания кормовых культур СибНИИ кормов СФНЦА РАН Бакшаев Д. Ю.

Руководитель хозяйства (организации) _____ А. И. Громов

М. П.

Зам. директора СФНЦА РАН по научной работе _____ М. Захаренко

Акт внедрения научно–технических разработок и передового опыта

А К Т
внедрения научно-технических разработок и передового опыта

1. **Разработчик:** Сибирский научно-исследовательский институт кормов СФНЦА РАН

2. **Наименование разработки** – Влияние приёмов обработки дернины старовозрастного травостоя многолетних трав на продуктивность пластовой культуры.

3. **Наименование хозяйства**: ЗАО «Завьяловское» Тогучинского района Новосибирской области

4. **Срок освоения разработки** – 2019-2020 гг.

5. **Объемы и результаты внедрения:** Залежь многолетних трав посева 2005 г. – 40 га. Осенью 2019 г. проведена вспашка старовозрастного травостоя многолетних трав на площади 20 га и дискование БДТ-6 в два следа на площади 20 га. Весной 2020 г. проведён посев овса. Урожайность овса составила 2,8 т/га при осенней вспашке и 1,5 т/га при двукратном дисковании БДТ-6. Прибыль от выращивания по осенней вспашке составила 10400 руб./га.

6. **Условия проведения проверки** (зона) - лесостепная зона Западной Сибири

7. **Ответственный исполнитель** (Ф.И.О., должность, подпись):
от хозяйства (организации) Архипенко К.В.
от научного учреждения - вед.науч.сотр. лаборатории технологий возделывания кормовых культур СибНИИ кормов СФНЦА РАН Бакшаев Д.Ю.

Руководитель хозяйства (организации) _____ К. В. Архипенко
подпись
М. П.

Зам. директора СФНЦА РАН по научно-технической работе _____ Т. И. Захаренко

Акт внедрения научно–технических разработок и передового опыта

А К Т
внедрения научно-технических разработок и передового опыта

1. Разработчик: Сибирский научно-исследовательский институт кормов СФНЦА РАН

2. Наименование разработки – Влияние способов заделки весной азотных удобрений (N_{90}) на костреце безостом в лесостепной зоне Западной Сибири.

3. Наименование хозяйства ЗАО «им. Кирова» Сузунского района Новосибирской области.

4. Срок освоения разработки – 2018 г.

5. Объемы и результаты внедрения: 10 мая 2018 года проведено внесение вразброс аммиачной селитры в дозе 90 кг. д.в./га на травостой костреца безостого с последующим боронованием зубовой бороной БЗТС–1 на площади 10 га. 25 июля кострец был скошен на сено. Урожайность составила 4,95 т/га сухой массы при заделке удобрений боронами, без проведения боронования 4,30 т/га. Прибавка урожайности составила 0,65 т/га. Прибыль от заделки удобрений боронами составила 3250 руб./га.

6. Условия проведения проверки (зона) - лесостепная зона Западной Сибири

7. Ответственный исполнитель (Ф.И.О., должность, подпись):
от научного учреждения – вед. науч. сотр. лаборатории технологий возделывания кормовых культур СибНИИ кормов СФНЦА РАН Д.Ю. Бакшаев
от хозяйства (предприятия) – В. А. Малышев

Руководитель хозяйства
(организации)
подпись В. А. Малышев
М. П.

Зам. директора СФНЦА РАН
по научно-технической работе
подпись А.М. Захаренко
М. П.