

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

На правах рукописи

ДЬЯЧЕНКО ОЛЬГА ВИКТОРОВНА

**ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ОДНОВИДОВЫХ И СМЕШАННЫХ
ПОЛЕВЫХ АГРОЦЕНОЗОВ ЛЮЦЕРНЫ ИЗМЕНЧИВОЙ И
МНОГОЛЕТНИХ МЯТЛИКОВЫХ ТРАВ В ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ
ЦЕНТРАЛЬНОГО РЕГИОНА РФ**

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени

кандидата сельскохозяйственных наук

Специальность 06.01.01 - Общее земледелие, растениеводство

Научный руководитель:

доктор сельскохозяйственных наук,
профессор БЕЛЬЧЕНКО Сергей Александрович

Брянск-2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ	14
ГЛАВА 1. РОЛЬ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ В ИНТЕНСИФИКАЦИИ И БИОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ КАК ОСНОВЫ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГОНАСЫЩЕННЫХ КОРМОВ	14
1.1. Современное состояние и основные направления развития полевого кормопроизводства в Российской Федерации	14
1.2. Сорт как фактор повышения продуктивности полевых агрофитоце- нозов	21
1.3. Агроэкологическая роль смешанных посевов в повышении устойчи- вости агроландшафтов	24
1.4. Основные формы фитоценотических взаимосвязей между растения- ми в агрофитоценозе	27
1.5. Применение защитных мероприятий – действенный фактор умень- шения удельной активности ^{137}Cs в урожае возделываемых сельско- хозяйственных культур	31
ГЛАВА 2. МЕСТО, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	36
2.1. Место, объекты и методы проведения исследований	36
2.2. Агроклиматический потенциал зоны и метеорологические условия периодов вегетации в годы проведения исследований	41
ГЛАВА 3. УРОЖАЙНОСТЬ ОДНОВИДОВЫХ И СМЕШАННЫХ ПОЛЕВЫХ АГРОЦЕНОЗОВ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА СЕРОЙ ЛЕСНОЙ И ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВАХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФОНА МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ	49
3.1. Урожайность люцерно-мятликовых травосмесей на серой лесной почве	49
3.2. Урожайность зеленой массы одновидовых и смешанных агроцено- зов многолетних трав на дерново-подзолистой почве	60
3.2.1. Урожайность сена одновидовых и смешанных агроценозов много- летних трав на дерново-подзолистой почве	65
ГЛАВА 4. БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И КОРМОВАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ОДНОВИДОВЫХ И СМЕШАННЫХ ПОЛЕВЫХ АГРОЦЕНОЗОВ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФОНА МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА СЕРОЙ ЛЕСНОЙ И ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВАХ	70
4.1. Содержание сырого протеина в сухом веществе люцерно- мятликовых травосмесей на серой лесной почве	71
4.1.1. Химический состав сухого вещества люцерно-мятликовых травос- месей на серой лесной почве	75
4.2. Содержание сырого протеина в сене одновидовых и смешанных аг-	78

роценозов многолетних трав на дерново-подзолистой почве	
4.2.1. Химический состав сена одновидовых и смешанных агроценозов многолетних трав на дерново-подзолистой почве	81
4.2.2. Элементный состав сена одновидовых и смешанных агроценозов многолетних трав на дерново-подзолистой почве	85
4.2.3. Удельная активность ^{137}Cs в зеленой массе и сене одновидовых и смешанных агроценозов многолетних трав на дерново-подзолистой почве	90
4.2.4. Кормовая продуктивность сена одновидовых и смешанных агроценозов многолетних трав на дерново-подзолистой почве	94
4.3. Азотфиксирующая способность люцерны и вынос азота	98
ГЛАВА 5. ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОДНОВИДОВЫХ И СМЕШАННЫХ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА ЗЕЛЕНЫЙ КОРМ И СЕНО	103
5.1. Оценка экономической эффективности возделывания люцерно-мятликовых травосмесей на серой лесной почве	103
5.2. Оценка экономической эффективности возделывания одновидовых и смешанных многолетних трав на дерново-подзолистой почве	107
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	110
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	114
ПРИЛОЖЕНИЯ	133
Приложение 1. Результаты дисперсионного анализа двухфакторного эксперимента урожайности люцерно-мятликовых травосмесей III-го года жизни, т/га зелёной массы (первый укос), 2014 г.	134
Приложение 2. Результаты дисперсионного анализа двухфакторного эксперимента урожайности люцерно-мятликовых травосмесей III-го года жизни, т/га зелёной массы (второй укос), 2014 г.	135
Приложение 3. Результаты дисперсионного анализа двухфакторного эксперимента урожайности люцерно-мятликовых травосмесей III-го года жизни, т/га зелёной массы (третий укос), 2014 г.	136
Приложение 4. Результаты дисперсионного анализа двухфакторного эксперимента урожайности люцерно-мятликовых травосмесей III-го года жизни, т/га зелёной массы (в сумме за три укоса), 2014 г.	137
Приложение 5. Результаты дисперсионного анализа двухфакторного эксперимента урожайности люцерно-мятликовых травосмесей IV-го года жизни, т/га зелёной массы (первый укос), 2015 г.	138
Приложение 6. Результаты дисперсионного анализа двухфакторного эксперимента урожайности люцерно-мятликовых травосмесей IV-го года жизни, т/га зелёной массы (второй укос), 2015 г.	139
Приложение 7. Результаты дисперсионного анализа двухфакторного эксперимента урожайности люцерно-мятликовых травосмесей IV-го года жизни, т/га зелёной массы (в сумме за 2 укоса), 2015 г.	140
Приложение 8. Результаты дисперсионного анализа двухфакторного эксперимента урожайности люцерно-мятликовых травосмесей V-го	141

года жизни, т/га зелёной массы (первый укос), 2016 г.	
Приложение 9. Результаты дисперсионного анализа двухфакторного эксперимента урожайности люцерно-мятликовых травосмесей V-го года жизни, т/га зелёной массы (второй укос), 2016 г.	142
Приложение 10. Результаты дисперсионного анализа двухфакторного эксперимента урожайности люцерно-мятликовых травосмесей V-го года жизни, т/га зелёной массы (в сумме за 2 укоса), 2016 г.	143
Приложение 11. Результаты дисперсионного анализа двухфакторного эксперимента урожайности зеленой массы многолетних трав первого укоса, т/га, 2013 г.	144
Приложение 12. Результаты дисперсионного анализа двухфакторного эксперимента урожайности зеленой массы многолетних трав второго укоса, т/га, 2013 г.	145
Приложение 13. Результаты дисперсионного анализа двухфакторного эксперимента урожайности зеленой массы многолетних трав первого укоса, т/га, 2014 г.	146
Приложение 14. Результаты дисперсионного анализа двухфакторного эксперимента урожайности зеленой массы многолетних трав второго укоса, т/га, 2014 г.	147
Приложение 15. Результаты дисперсионного анализа двухфакторного эксперимента урожайности зеленой массы многолетних трав первого укоса, т/га, 2015 г.	148
Приложение 16. Результаты дисперсионного анализа двухфакторного эксперимента урожайности зеленой массы многолетних трав второго укоса, т/га, 2015 г.	149
Приложение 17. Урожайность сухого вещества люцерно-мятликовых травостоев, т/га (среднее за 2014-2016 гг.)	150
Приложение 18. Биохимический состав сена многолетних трав первого укоса на дерново-подзолистой почве, 2013 г.	151
Приложение 19. Биохимический состав сена многолетних трав второго укоса на дерново-подзолистой почве, 2013 г.	152
Приложение 20. Биохимический состав сена многолетних трав первого укоса на дерново-подзолистой почве, 2014 г.	153
Приложение 21. Биохимический состав сена многолетних трав второго укоса на дерново-подзолистой почве, 2014 г.	154
Приложение 22. Биохимический состав сена многолетних трав первого укоса на дерново-подзолистой почве, 2015 г.	155
Приложение 23. Биохимический состав сена многолетних трав второго укоса на дерново-подзолистой почве, 2015 г.	156
Приложение 24. Кормовая продуктивность урожая многолетних трав в зависимости от фона минерального питания на дерново-подзолистой почве (первый укос 2013 г.)	157
Приложение 25. Кормовая продуктивность урожая многолетних трав в зависимости от фона минерального питания на дерново-	158

подзолистой почве (второй укос 2013 г.)	
Приложение 26. Кормовая продуктивность урожая многолетних трав в зависимости от фона минерального питания на дерново-подзолистой почве (первый укос 2014 г.)	159
Приложение 27. Кормовая продуктивность урожая многолетних трав в зависимости от фона минерального питания на дерново-подзолистой почве (второй укос 2014 г.)	160
Приложение 28. Кормовая продуктивность урожая многолетних трав в зависимости от фона минерального питания на дерново-подзолистой почве (первый укос 2015 г.)	161
Приложение 29. Кормовая продуктивность урожая многолетних трав в зависимости от фона минерального питания на дерново-подзолистой почве (второй укос 2015 г.)	162
Приложение 30. Урожайность сена многолетних трав первого укоса, т/га, 2013 г	163
Приложение 31. Урожайность сена многолетних трав второго укоса, т/га, 2013 г	164
Приложение 32. Характеристика метеорологических условий в 2014 году	165
Приложение 33. Характеристика метеорологических условий в 2015 году	166
Приложение 34. Характеристика метеорологических условий в 2016 году	167

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы диссертационного исследования. Одной из важнейшей, основополагающей отраслью растениеводства является полевое кормопроизводство, которое занимается производством кормов на пахотных землях. Оно дает грубые, концентрированные и сочные корма. В Российской Федерации в среднем по данным ВНИИ кормов урожайность кормовых культур составляет 1,2 тыс. к. ед. (Белова, 2011). Успешное развитие кормовой базы и ее состояние, должно осуществляться на основе широкого использования ресурсосберегающих технологий возделывания кормовых культур (Головня, Разумейко, 2012).

По определению И. А. Трофимова (2010) полевое кормопроизводство выполняет 3 важнейшие функции:

- 1) производство кормов для животноводства;
- 2) средообразующую и природоохранную;
- 3) обеспечивающую устойчивость сельскохозяйственных земель и агроландшафтов к изменениям климата, воздействию засух, эрозии и других негативных процессов.

До настоящего времени основой травостоев многолетних трав (до 10% площади) составляют мятликовые травы, продуктивность которых не превышает 10 т/га зеленой массы (Дзыбов, Шлыкова, 2010).

Одним из основных путей развития полевого кормопроизводства России в перспективе предусматривает расширение площадей многолетних трав с увеличением доли бобовых видов в травосмесях с их участием до 50%, что существенно уменьшит белковый дефицит в объемистых кормах и повысит их агрохимическую роль в системах земледелия (Косолапов и др., 2014). При возделывании многолетних бобовых трав в одновидовых и смешанных посевах в значительной степени решается проблема производства высокобелковых энергонасыщенных кормов при довольно значительной экономии азотных удобрений (Шпаков, Бычков, 2010; Храмой и др., 2012). Достижение стабильно высоких уровней урожаев

многолетних трав возможно решить посредством тщательного подбора видового состава и оптимальной плотности его стеблестоя. Известно, что смешанные посевы многолетних бобовых и мятликовых трав по продуктивности имеют явное преимущество над одновидовыми агрофитоценозами за счет того, что они намного эффективнее используют питательные вещества из почвы, удобрения, влагу, солнечную инсоляцию за счет различного строения куста и корневой системы (Исаков, 2009).

Поскольку в структуре посевных площадей кормовых и зерновых культур бобовые травы занимают незначительный удельный вес, обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином не превышает 80-90 г. Вследствие чего расход кормов на производство животноводческой продукции превышает норматив в 1,3-1,4 раза (Шпаков, 2007).

Смешанные агрофитоценозы в отличие от одновидовых по своим биологическим особенностям в большей степени приближены к естественным фитоценозам и, исходя из этого, можно целенаправленно оптимизировать их видовой состав и условия минерального питания применительно к почвенно-климатическим условиям зоны возделывания (Кашеваров и др., 2013).

По мнению А. С. Шпакова (2008), увеличение посевов многолетних бобовых трав в одновидовых и смешанных посевах до 75-80 % от общей площади обеспечивает повышение урожайности зелёной массы до 170-180 ц/га при снижении себестоимости кормов в 1,5-1,6 раза.

Как правило, смешанные травостои рационально сочетают в себе преимущество мятликовых и бобовых видов многолетних трав, обеспечивающих высокие и стабильные урожаи без применения дорогостоящих азотных удобрений в сочетании с высокой кормовой и питательной ценностью, что в значительной мере решает проблему производства высокобелковых энергонасыщенных зелёных и грубых кормов (Косолапов и др., 2012; Дьяченко и др., 2016).

Смешанные агрофитоценозы обеспечивают увеличение сборов белка не менее чем на 70 % относительно средней суммы его сбора в одновидовых посевах, что улучшает сбалансированность полученных кормов по углеводно-протеиновому со-

ставу, при этом значительно возрастает продуктивность пашни, отпадает необходимость при приготовлении таких кормов в их смешивании (Такунов, 2005).

Кроме того, смешанные посевы являются резервом биологической интенсификации растениеводства в основном за счёт возрастающей доли элементов минеральной пищи и влаги на фоне агротехнических мероприятий, имеет практическую возможность изменять характер минерального питания растений, активно влиять на биохимический состав возделываемых растений, улучшать фитосанитарное состояние посева, что является одним из факторов увеличения продуктивности смешанного посева в конечном итоге (Такунов и др., 1995).

При радиоактивном загрязнении обширных территорий юго-запада Центрального региона России долгоживущими радионуклидами среди которых основным дозобразующим нуклидом является цезий-137, производство сельскохозяйственной продукции соответствующей санитарно-гигиеническому нормативу для сельхозпроизводителей главнейшая задача, которую по общему мнению многочисленных исследователей, можно успешно решать применением комплекса агротехнических и агрохимических приемов, основой которых являются способы обработки почвы, внесение мелиорантов (известь, фосфоритная мука) и повышенных доз калийных удобрений (Алексахин и др., 2006; Санжарова, 2010; Белоус и др., 2013; Шаповалов и др., 2012; Пашутко и др., 2018).

Отсутствие в настоящий период времени современных научно-обоснованных технологий возделывания смешанных посевов на основе включения в их состав культур, отличающихся продуктивным долголетием, позволит решить проблему, увеличения производства энергонасыщенных кормов.

В связи с этим в условиях радиоактивного загрязнения агроландшафтов становится очевидным проведение расширенных научных исследований по совершенствованию методологии исследования возделывания смешанных посевов, расширению номенклатурного ряда возделываемых культур с введением люцерно-мятликовых травостоев, обеспечивающих сравнительно равномерный выход кормов повышенного качества, обладающих повышенной зимостойкостью, устойчивостью к стрессовым условиям, способностью противостоять засорению,

поражению болезнями и вредителями и является одной из основных и актуальных задач современной науки в полевом кормопроизводстве.

Степень разработанности темы исследований.

Вопросам увеличения объемов производства энергонасыщенных кормов и устранения дефицита минерального азота в полевом кормопроизводстве важно эффективно использовать биологический азот посредством возделывания в кормовых севооборотах многолетних бобовых трав.

Многочисленные исследования по изучению данной проблемы проводились и проводятся в различных почвенно-климатических зонах страны и отражены в работах И. В. Тюрина, 1957; Е. Н. Мишустина, Жильниковой, 1973; Е. П. Трепачева, 1987, 1999; Л. Г. Матвеева, 1988; Е. К. Муковникова, 1995; Л. П. Блохина, 2000; Ю. И. Левахина и др., 2010; Н. Н. Цымбаленко, 2010; Н. Н. Лазарева и др., 2016; Е. А. Тяпугина и др., 2016; А. Д. Капсамуна и др., 2017.

Вопросам симбиотической фиксации молекулярного азота бобовыми растениями и в частности люцерной посвящены труды М. Ф. Федорова, 1952; Н. С. Веденяпина; В. А. Сухова, 1975; Л. Г. Матвеева, 1988; Н. П. Крюкова, 1997; С. В. Хусаинова, 2000 и др.

На юго-западе Центрального региона РФ и в частности в Брянской области в условиях серых лесных и дерново-подзолистых радиоактивно загрязненных почв возделывание люцерны и люцерно-мятликовых травосмесей для получения энергонасыщенных сбалансированных по белку кормов изучено недостаточно полно, что требует всеобъемлющих, разносторонних исследований по поиску путей оптимизации технологии производства зеленых и грубых кормов на основе люцерны и многолетних мятликовых трав.

Цель исследований – агроэкологическая оценка формирования продуктивности и изменения качественных показателей люцерны изменчивой и многолетних мятликовых трав в одновидовых и смешанных посевах на зеленый корм и сено в условиях серой лесной и дерново-подзолистой почв юго-западной части Центрального региона.

Поставленная цель предполагала решение следующих **задач**:

- изучить влияние минеральных удобрений на урожайность одновидовых и смешанных полевых агроценозов люцерны изменчивой и многолетних мятликовых трав на различных типах почв юго-запада Центрального региона РФ (Брянская область);

- оценить действие доз и соотношений фосфорно-калийных удобрений на продуктивность агроценозов многолетних кормовых трав в одновидовых и смешанных посевах и показатели качества получаемой продукции;

- определить оптимальный уровень и соотношение элементов питания в составе фосфорно-калийных удобрений обеспечивающих стабильно максимальную урожайность одновидовых и смешанных посевов многолетних трав;

- оценить действие фосфорно-калийных удобрений как фактора уменьшения удельной активности цезия-137 в урожае одновидовых и смешанных посевов многолетних трав;

- изучить размеры биологической фиксации азота воздуха люцерной методом сравнения с небобовой культурой;

- дать агрономическую и энергетическую оценку продуктивности и изменению качественных параметров при возделывании многолетних трав в одновидовых и смешанных посевах в зависимости от применения различных доз минеральных удобрений;

- дать оценку экономической эффективности возделывания люцерны изменчивой и люцерно-мятликовых травосмесей на зеленый корм и сено.

Новизна исследований. Впервые на различных типах почв юго-запада Центрального региона РФ (Брянская область) проведены исследования по разработке агроприёмов возделывания многолетних трав в одновидовых и смешанных посевах на зелёную массу и сено при применении фосфорно-калийных удобрений разного уровня насыщенности совместно с азотной подкормкой в условиях радиоактивного загрязнения.

Практическая значимость работы. Проведенными исследованиями в полевых опытах на серой лесной и дерново-подзолистой супесчаной радиоактивно загрязнённой почве изучены, разработаны и предложены сельскохозяйственному

производству агрономически и экономически обоснованные рекомендации по практическому применению агроприемов возделывания многолетних трав в смешанных посевах на зеленый корм и сено, обеспечивающие получение стабильно высоких урожаев зеленых и грубых кормов по качеству соответствующих санитарно-гигиеническому нормативу ВП 13.5.13/06-01.

Результаты научных исследований прошли производственную апробацию в экспериментальном хозяйстве Новозыбковской сельскохозяйственной опытной станции Всероссийского научно-исследовательского института люпина на площади 30 га, а также получили производственное внедрение в КФХ Панасовой В. В. с. Отрадное Брянского района Брянской области на площади 50 га.

Методология и методы диссертационного исследования. Методологической основой полевого эксперимента послужил принцип интенсификации и биологизации земледелия применительно к видовым и сортовым особенностям возделывания многолетних бобовых и мятликовых трав, оценка влияния различных фонов удобрений на продуктивность и качество одновидовых и смешанных полевых агроценозов. Организацию и постановку полевого эксперимента осуществляем, руководствуясь методологическими указаниями по проведению опытов с полевыми культурами (1977), методикой опытного дела (Доспехов, 1985). Диссертационному исследованию предшествовал глубокий анализ многочисленных источников, постановка цели и задач исследований, закладка и проведение полевых экспериментов, наблюдений, учетов, лабораторных и агрохимических исследований, методов статистической обработки и анализа экспериментального материала и их интерпретации.

Основные положения выносимые на защиту:

1. Люцерна изменчивая в одновидовых посевах по уровню урожайности зеленой массы превосходит многолетние мятликовые травы на дерново-подзолистой почве. Люцерно-овсяницевая травосмесь на серой лесной почве формирует наиболее высокий урожай зеленой массы и сухого вещества при внесении N_{30} на фоне последействия $P_{105}K_{120}$; на дерново-подзолистой почве на фоне применения фосфорно-калийного удобрения $P_{60}K_{105}$ наиболее высокий урожай зе-

ленной массы и сена формирует люцерно-кострецовая травосмесь.

2. Борофоска совместно с аммиачной селитрой на серой лесной почве и последовательно возрастающие дозы калийного удобрения в составе фосфорно-калийного удобрения на дерново-подзолистой радиоактивно загрязненной почве положительно влияют на показатели биохимического состава, уменьшение удельной активности цезия-137 в зеленой массе и сене люцерно-мятликовых травосмесей.

3. Возделывание люцерно-мятликовых травосмесей для получения высококачественных, энергонасыщенных, экологически безопасных кормов в почвенно-климатических условиях юго-запада Центрального региона РФ (Брянская область) энергетически и экономически оправдано.

Степень достоверности результатов исследований

Достоверность результатов диссертационной работы подтверждается статистическими критериями, полученными в результате математической обработки значительного массива экспериментальных данных методом дисперсионного анализа. Правильность закладки опытов в полевых условиях проверялась и утверждалась специальной комиссией по приемке опытов.

Апробация и внедрение результатов диссертационной работы

Результаты диссертационной работы были представлены на различных Международных и Всероссийских конференциях (VII Международная научно-практическая конференция, посвященная 80-летию профессора М. Е. Николаева, 2016; XIII Международная научная конференция ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет», 2016; Международная научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет», 2016; VIII Международная научно-практическая конференция ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет». 2017; XIV Международная научная конференция ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет», 2017; X Международная научно-практическая конференция ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет», 2019). Результаты исследований ежегодно докладывались на заседаниях кафедры луговодства, селекции, семеноводства и плодовоовощевод-

ства ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Личный вклад автора в диссертационное исследование

Все полевые работы, учеты и наблюдения, подготовка образцов и аналитические исследования были проделаны при непосредственном участии автора. Анализ и статистическая обработка экспериментальных данных, а также написание текста диссертации, формулирование выводов и предложений производству, выполнены автором лично.

Публикации по теме диссертационного исследования. Основные результаты исследований по теме диссертационной работы опубликованы в 21 научных статьях, из них 4 в изданиях перечня ВАК РФ.

Структура и объем диссертационной работы Научная работа изложена на 167 страницах печатного текста, включает введение, 5 глав, заключение, список литературы и 34 приложения. Работа содержит 37 таблиц, 6 рисунков. Библиографический список включает 177 наименований, из них 7 иностранных авторов.

Благодарности

Автор диссертационной работы выражает благодарность за методическую и консультативную помощь научному руководителю доктору сельскохозяйственных наук, профессору Бельченко С. А., за ценные научные консультации - доктору сельскохозяйственных наук, профессору Шаповалову В. Ф., доктору сельскохозяйственных наук, профессору Дронову А. В.; за методическую помощь в проведении лабораторных исследований - сотрудникам Центра коллективного пользования приборным и научным оборудованием Брянского ГАУ.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

ГЛАВА 1. РОЛЬ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ В ИНТЕНСИФИКАЦИИ И БИОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ КАК ОСНОВЫ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГОНАСЫЩЕННЫХ КОРМОВ

1.1. Современное состояние и основные направления развития полевого кормопроизводства в Российской Федерации

Основополагающим направлением дальнейшего развития животноводства и повышения его экономической эффективности вполне достижимая задача при условии функционирования устойчивой кормовой базы. Решение этой достаточно сложной задачи необходимо осуществлять по следующим направлениям: лугопастбищное и полевое кормопроизводство, заготовка и хранение кормов, использование вторичного сырья промышленного производства. Однако следует иметь в виду, что основным источником кормовых культур является полевое кормопроизводство. Увеличение производства продукции кормовых культур без привлечения дополнительных инвестиций можно успешно решить, оптимизируя и совершенствуя структуру посевных площадей. В Российской Федерации кормопроизводство является основой ведения таких отраслей как скотоводство, коневодство, свиноводство, птицеводство, рыбоводство, которое составляет более 10% внутреннего валового продукта. Прогнозируется, что объем отечественного рынка кормов к 2020 выйдет на рубеж 40 млн. т. (Косолапов и др., 2011).

В настоящее время на внутреннем Российском рынке кормов складывается следующая ситуация: комбикорма занимают 83,18 %, растительный корм 5,43 %, готовые корма для домашних животных 2,03 %, витаминно-белковые добавки 0,85 %, премиксы составляют 0,58 %, прочие корма занимают 7,94 % (Материалы Международного форума «Перспективы развития мирового кормопроизводства», 2016). Потребности отечественного птицеводства и свиноводства на 90 % обеспе-

чиваются российскими кормами.

Производство мяса всех видов к 2020 году должно достигнуть 9,7 млн. тонн в убойной массе. Из этого количества производство мяса птицы составит 4,2 млн. тонн, свинины – 3,4 млн. тонн, говядины – 1,8 млн. тонн. Реализация предусмотренных темпов развития даст реальную возможность увеличить уровень потребления мяса на душу населения превышающий 75 кг в год (Лобачева, 2017).

Основными источниками производства кормов в стране являются пахотные земли, сенокосы и пастбища. Следует отметить, что за 25 лет площадь сельскохозяйственных угодий уменьшилась на 21,1 млн. га, из них кормовых на 9,5 млн. га (табл. 1).

Таблица 1 – Распределение кормовых угодий по землепользователям РФ млн. га (по данным Росземкадастра, Роснедвижимости, Россерестра, Ростата)

Год	Все сельхозугодья	Посевная площадь кормовых культур		Кормовые угодья всех категорий		В том числе, млн. га		
		Все категории хозяйств	Сельхозорганизации	Млн. га	% от всех сельскохозяйственных угодий	Сельхозорганизации	Крестьянские хозяйства	АП Х
1990	213,8	44,5	43,0	80,1	37,5	79,8	0,04	0,3
1995	209,6	37,0	33,2	78,6	37,5	56,4	2,8	3,9
2000	197,0	29,0	26,0	72,6	36,8	53,1	3,2	1,4
2001	195,9	27,9	24,7	72,2	36,9	52,0	3,4	1,4
2002	194,6	27,1	25,4	71,6	36,8	50,5	3,7	1,7
2003	193,8	25,7	23,8	71,5	36,9	49,7	4,0	1,7
2004	192,6	24,1	22,0	70,9	36,8	47,6	4,3	1,7
2005	191,6	22,1	20,0	70,5	36,8	46,2	4,6	1,6
2006	190,6	20,9	18,7	70,1	36,8	44,4	5,0	1,6
2007	190,5	20,0	17,7	70,1	36,8	43,2	5,6	1,7
2008	190,9	18,6	16,6	70,3	36,8	42,0	6,1	1,7
2009	190,7	18,3	16,2	70,0	36,7	41,1	6,4	1,7
2010	190,8	18,1	15,8	70,1	36,7	40,8	6,7	1,8
2011	190,9	18,1	15,7	70,2	36,8	40,4	6,9	1,8
2012	191,1	17,5	14,9	70,3	36,8	40,1	7,1	1,9
2013	191,2	17,2	14,5	70,4	36,8	39,6	7,4	1,9
2014	191,3	17,1	14,1	70,5	36,9	39,1	7,7	2,0
2015	192,7	17,0	13,7	70,6	36,6	38,8	8,0	2,0

Примечание * – без земель, выделенных из муниципальных земель во временное пользование или аренду для сенокоса и выпаса скота.

По данным ВНИИ кормов (Косолапов, Трофимов, 2013) потребление зерна в животноводстве находится на уровне 40 % от его общего расхода на кормовые цели, при доле концентрированных кормов в рационах более 26 %. Первостепен-

ная роль в уменьшении затрат зерна на кормовые цели принадлежит повышению качества объемистых кормов. В рационах кормления животных расход концентратов можно уменьшить до 20 %, при увеличении обменной энергии и сырого протеина до 14-16 %. При условии достижения этих показателей по объемистым кормам в целом по стране расход концентратов можно уменьшить на 7 млн. тонн. В настоящее время повышение качества объемистых кормов даст реальную возможность сократить расход фуражного зерна не менее чем на 2-2,5 млн. тонн (Материалы Всероссийской научно-практической Конференции «Продовольственная и экологическая безопасность России: многофункциональность кормовых растений и экосистем, биологизация и экологизация земледелия, 2016»).

Полевое кормопроизводство, являясь многофункциональной, масштабной и связующей отраслью сельского хозяйства во многом определяющей состояние современного животноводства и оказывает значительное влияние на развитие отрасли растениеводства и земледелия в целом, рационально возможное природопользование, повышение устойчивости агроландшафтов и экосистем в условиях стрессового состояния климатического характера и других негативных процессов, сохранение и воспроизводство плодородия почв при постоянном контроле за экологическим состоянием используемых сельскохозяйственных угодий (Зотиков, Боровлев, 2008).

В настоящее время в разных природно-климатических зонах страны с целью производства кормов используется более 50 % из 122 млн. га пашни, около 92 млн. га естественных (природных) кормовых угодий, 325 млн. га оленьих пастбищ, что в целом составляет 3/4 всех сельскохозяйственных угодий или свыше одной четверти всей территории России (Косолапов и др., 2014).

Как следует из данных Министерства сельского хозяйства, в Российской Федерации заготавливается около 7,75 млн. тонн переваримого протеина при фактической потребности животноводства равной 9,4 млн. тонн. Имеющий место дефицит переваримого протеина (1,83 млн. тонн) может быть реализован на 25 % посредством увеличения посевов бобовых культур в системе земледелия страны (Донченко, 2015). Соблюдение принципа научно обоснованного подбора видовово-

го и сортового состава с учетом зональных особенностей формирования бобово-злаковых смесей способствует уменьшению применения минеральных азотных удобрений и усилению процесса симбиотической фиксации атмосферного азота (Кошеваров, 2013, Кошеваров и др., 2017).

Полевое кормопроизводство выполняет роль объединяющего и связывающего фактора воедино растениеводства, земледелия и животноводства, рациональное природопользование и экологию (Косолапов, Трофимов, Трофимова, 2014).

Главная и первоочередная задача полевого кормопроизводства производить в достаточном количестве объемистые корма для нужд животноводства, содержащие не менее 10,5-11,0 МДж обменной энергии и 15-18 % (злаковые), 18-23 % (бобовые) сырого протеина в сухом веществе, способные обеспечить суточные удои на уровне 20-25 кг молока. Адаптивность сельского хозяйства самым непосредственным образом связана с многолетними травами – основой растительного покрова кормовых угодий и обеспечивающих устойчивость сельскохозяйственных земель к неблагоприятным воздействиям стихийных бедствий и негативных климатических процессов (Каштанов, 2008; Кирюшин, 2012).

Являясь основным объектом для ведения полевого кормопроизводства, многолетние травы обеспечивают животноводство кормами, а в растениеводстве дают возможность вводить эффективные севообороты и гарантировать повышение урожайности зерновых и других культур; способствуют сохранению и повышению плодородия почв, что позволяет в значительной мере рассчитывать на устойчивое и стабильное производство растениеводческой продукции. Основываясь на многолетних травах полевое кормопроизводство в большей степени, чем другие отрасли сельскохозяйственного производства, использует воспроизводимые ресурсы (солнечную энергию, плодородие почв, фотосинтез, биологический азот, фиксированный клубеньковыми бактериями из воздуха (Торики, Бельченко и др., 2016).

В настоящее время самой затратной статьей в животноводстве являются корма, на долю которых в структуре затрат производства животноводческой про-

дукции приходится 50-60 %. Вполне реальная задача, это сокращение затрат на производство кормов, которая позволит значительно повысить рентабельность животноводческой продукции. На основе интенсификации адаптивных региональных агротехнологий полевого кормопроизводства, при постоянном расширении посевных площадей, обновления видового состава, внедрения новых высокопродуктивных сортов культур, совершенствование применяемых ресурсосберегающих технологий их возделывания при рациональном использовании произведенных кормов, открывает возможности увеличению производства кормов на пашне практически более чем в два раза (Шпаков, 2007; Косолапов и др., 2013).

Для поддержания устойчивости сельскохозяйственных угодий и агроландшафтов в структуре севооборотов посевные площади под многолетними травами должны составлять около 25-30 % (Трофимов и др., 2013).

Важным источником и резервом растительного белка в решении проблемы дефицита кормового белка на данный период времени являются многолетние бобовые травы (Харьков, 2001, Бельченко и др., 2016). Наиболее ценными среди многолетних бобовых трав являются виды клеверов, козлятника восточного и люцерны, для которых характерно высокое содержание сырого протеина в урожае фитомассы, что даёт возможность получать его значительно больше с единицы площади посева в сравнении с другими кормовыми культурами (Лазарев и др., 2005; Пузырева, 2008).

Известно, что общим недостатком всех растительных кормов является относительно низкое содержание в сухом веществе сырого протеина (8,5-9,0 %) и обменной энергии, не превышающей 8,6-9,5 МДж. При существующих в настоящее время объемах заготовки такие корма обеспечивают животных со средним удоем, не превышающим 3 т молока в год. Для высокопродуктивного поголовья с удоем, превышающим 4 т молока на одну условную голову, необходимо заготавливать не менее 5,5 т объемистых кормов с содержанием протеина не менее 12-13 % (Михайлова, 2010).

Среди кормовых культур многолетние травы, характеризующие относительно низкой себестоимостью производства, что естественно напрямую влияет

на качество и себестоимость продукции животноводства сельхозтоваропроизводителей различной формы собственности. При этом организация кормопроизводства на основе многолетних трав должна быть ориентирована на производство объемистых кормов, дающих не менее 55-57 % растительного белка (Косолапов и др., 2010). Возделывание травосмесей многолетних трав имеет явное преимущество в сравнении с чистыми (одновидовыми) посевами, поскольку они более высокоурожайные и уменьшается риск снижения продуктивности в экстремальных условиях вегетации (Лазарев и др., 2011).

Исследованиями, проведенными в более ранний период (Куляхтин, 1983; Демарчук и др., 1992; Прудников, Прудникова, 2001) показано, что замена злаковых травостоев на бобовые и бобово-мятликовые травосмеси способствует не только повышению урожайности, но также значительно улучшается качество таких кормов (Харьков, 2001; Голубева и др., 2011).

Непосредственное внедрение в практику полевого кормопроизводства смешанных травосмесей на основе многолетних бобовых трав позволяет:

- повысить суточные надои на одну корову в пределах 1,4-4,0 кг молока;
- значительно сократить использование комбикормов в животноводстве, снизив себестоимость производства продукции;
- значительно уменьшить расход денежных средств на приобретение минеральных удобрений, особенно азотных.

Следует также отметить, что внедрение полевых и кормовых севооборотов с многолетними травами на основе агроландшафтно-экологического районирования способствует росту их продуктивности вследствие того, что с надземной массой бобовых растений производится ее до 25 т/га, а с корневой до 10-17 т/га (Васютин, Филоненко, 2013). Это дает возможность превратить севооборот в биологическую основу устойчивости продукционного, средообразующего и экономического процессов поскольку при производстве кормов в пожнивно-корневых остатках которого содержится около одной трети фиксированного азота, поскольку после бобовых в почве остается 50-170 кг азота, а при запашке в виде сидерата – от 150 до 500 кг (Саранин, 1998). Насыщение севооборотов бобовыми культу-

рами в структуре посевных площадей от 30 до 40 % покрывает полную потребность в азоте и возмещается половинный возврат фосфора и калия в почву для последующего использования другими культурами севооборота. Это открывает возможность экономить денежные затраты на приобретение средств химизации в условиях относительно низкой платежеспособности производителей сельскохозяйственной продукции наряду с повышением экологизации производства (Васютин и др., 2014).

Являясь хронической проблемой всей сельскохозяйственной отрасли страны дефицит кормового протеина, потребность в котором в настоящее время составляет 8 млн. т. привозит к несбалансированности рационов кормления животных более чем на 2 млн. т, что ведет к снижению эффективности производства животноводческой продукции (молоко, мясо) и следует при этом иметь в виду, что в структуре фуражного зерна доля пшеницы возросла до 40 %, при оптимальной доле 1/5 части в условиях сокращения удельного веса продукции и посевов зернофуражных культур, что напрямую уменьшает сбалансированность комбикормов и сопровождается их перерасходом и повышением себестоимости животноводческой продукции (Краснощеков, 2009).

Значительное повышение продуктивности дойного стада практически достижимо при условии повышения качества кормов по энергетической и протеиновой питательности на 20 %, что позволит снизить расход кормов и себестоимость 1 т молока на 1/3 при уменьшении площадей под кормовыми культурами на 1/4 часть (Косолапов и др., 2016).

Рационы кормления, составленные из высокобелковых кормов с уровнем обменной энергии 10-11 МДж и содержащих в своем составе сырого белка в пределах 15-18 % на сухое вещество, обеспечивают суточный удой на уровне 15-20 кг без дополнительного скармливания концентрированных кормов. Высокая концентрация обменной энергии в кормах и сбалансированность по белку, оптимальная обеспеченность минеральными элементами и витаминами способствуют значительному повышению продуктивности сельскохозяйственных животных и высокую рентабельность отрасли в целом. Пастбищный корм на основе компонентов из бобовых и

мятликовых трав обладает наивысшей питательностью, поскольку он содержит практически все незаменимые аминокислоты, а содержание лизина может составлять до 7 % от общего протеина (Демарчук, 2003).

1.2. Сорт как фактор повышения продуктивности полевых агрофитоценозов

В проблеме дальнейшего повышения эффективности полевого кормопроизводства важнейшее значение приобретает система применения интенсивных сортов кормовых культур нового поколения, основной целью, которой является создание целостной системы климатически и экологически дифференцированных сортов пригодных для возделывания в условиях всех природных зон РФ (Шамсутдинов и др., 2015).

В формировании адаптивных агросистем в растениеводстве решающим фактором является сорт, функцией которого определяются особенности технологии возделывания, уровень предельности нагрузки на агроценоз. Сорт должен решать проблему долговременной экономичности и экологической безопасности производимых кормов (Шамсутдинов и др., 2014).

Прежде всего, сорт выступает в качестве решающего фактора создания адаптивных агроэкосистем. Он в значительной мере определяет характерные для него особенности технологии возделывания и возможно допустимые пределы нагрузки на агроландшафт. При внедрении в практику растениеводства максимально адаптированных высокопродуктивных сортов будет способствовать повышению устойчивой продуктивности и долговечности использования (Косолапов, Шамсутдинов, Исаков, 2011).

Кормопроизводство России базируется на возделывании 60 видов кормовых растений. Селекционная работа во Всероссийском НИИ кормов проводится более чем с 40 видами культур, результатом которой является создание 150 перспективных сортов из них широко распространены 85 дифференцированных сортов клеверов, люцерны изменчивой, хмелевидной, многолетних мятликовых трав, одно-

летних бобовых культур и других кормовых растений. Получили широкое распространение созданные сорта клевера лугового Ранний 2, ВИК-77, Ветеран, Метеор, Марс, Добрыня широко используемые в различных регионах страны. Созданы сорта люцерны с высокой продуктивностью (8-10 т/га сухого вещества) и повышенной зимостойкостью и высокой способностью к симбиотической азотфиксации. К ним можно отнести обладающие высокой конкурентоспособностью, различающихся эдафическими, фитоценоческими, симбиотическими характеристиками и устойчивостью к болезням сорта Соната, Англия, Вега 87, Селена, Пастбищная 88, Луговская 67 (Писковацкий, 2012). Методом поликросса выведен сорт люцерны Юрпис с потенциальной продуктивностью сухого вещества на уровне 9,5-12 т/га. Создан сорт полевицы гигантской Альба, характеризующийся высокой способностью к образованию корневищ, пригодный для рекультивации, способный давать от 27 до 34 т/га зеленой массы (Косолапов и др., 2015).

Большое разнообразие природно-климатических условий, почв, агроландшафтов при территориальной обширности страны служит важным стратегическим ресурсом. Использование наилучшим образом преимущества разумно и рационально управлять возобновляемыми ресурсами, научно используя природные особенности необходимо целенаправленно вести работу по созданию ландшафтно-дифференцированных сортов и агротехнологий – основные предпосылки к формированию прочного и устойчивого сельскохозяйственного производства в РФ (Косолапов и др., 2012).

Как считает В. М. Косолапов (2008), в ближайшей перспективе внедрение в сельскохозяйственное производство страны новых сортомикробных систем люцерны и клевера на площади около 1 млн. га без привлечения дополнительных капитальных вложений даст возможность увеличить производство кормов в пределах 1,5-2,0 млн. тонн (в пересчете на сухое вещество), а учитывая при этом, что накопление в почве биологического азота, будет способствовать экономии азотных удобрений (до 0,7-0,9 млн. тонн в туках). Это будет способствовать практическому решению крупнейшей насущной научно-технической задачи, в значительной степени способствующей решению проблемы увеличения производства

растительного белка, и дальнейшее развитие экологического земледелия на основе биогенетически обоснованной технологии создания сортомикробных консорционных систем многолетних бобовых трав в комплексе с азотофиксирующими микроорганизмами, способствующих надежному производству высокобелковых, энергонасыщенных кормов при условии сохранения почвенного плодородия.

В повышении устойчивости сельскохозяйственных земель, выполняя средостабилизирующую роль, полевое кормопроизводство на основе новых сортов способствует сохранению и воспроизводству плодородия почв. Исходя из того, что потери гумуса к настоящему времени достигли уровня одной тонны на один гектар в год, увеличение посевных площадей бобовых трав будет способствовать увеличению поступления в почву гумуса до 420 тыс. тонн, что позволит повысить плодородие почв и как следствие повышение урожайности последующих культур севооборота (Зарьянова и др., 2008).

Таким образом, практическая реализация мероприятий по совершенствованию и укреплению кормовой базы животноводства будут способствовать сокращению разрыва между потребностями отрасли и уровнем развития кормовой базы. Научные достижения в области кормопроизводства, заготовки и использования кормов при достаточном материально-техническом обеспечении откроют возможность производства высококачественных кормов в необходимом количестве для производства достаточных объёмов продукции животноводства для удовлетворения потребностей населения и укрепления продовольственной безопасности страны.

1.3. Агроэкологическая роль смешанных посевов в повышении устойчивости агроландшафтов

Представляя собой, совокупность фитоценозов, растительное сообщество Земли сформировалось в ходе довольно длительного эволюционного процесса и представлено целостной частью в значительной степени довольно сложных комплексов экосистем, выступающих в качестве основного показателя их адаптивности (Новиков и др., 2008).

Считается, что основополагающим фактором формирования и функционирования всех фитоценозов включая естественные и искусственные (агрофитоценозы) определяющим в своей основе характер их взаимоотношений в процессе их становления и развития, является положительное взаимовлияние растений (Гродзинский, 1991).

Установлено также, что в поликомпонентных посевах определяющий тип взаимоотношений между его составляющими является острая конкуренция за все факторы, определяющие стабильное их функционирование (влажность, свет, тепло, минеральное питание и др.) при этом вид конкурентоспособности может носить как положительный, так отрицательный характер (Образцов и др., 2018).

Как правило, поликомпонентные фитоценозы, по мнению В. П. Сукачева (1953), характеризуется наиболее гармоничными взаимосвязями между его составляющими видами. Исследованиями установлено, что использование смешанных посевов облегчает создание зеленой поверхности агрофитоценозов, которые в отличие от однокомпонентных агроэкосистем в наибольшей степени близки к естественным ценозам, где элементы минеральной пищи могут взаимно перемещаться посредством соприкосновения корневых систем. Экспериментально показано, что перемещение меченого фосфора между разными видами ценоза происходит более интенсивно в сравнении с одновидовым составом (Рахтенко, 1966).

Целесообразность использования в растениеводстве поликомпонентных травосмесей при возделывании различных кормовых культур, благодаря которым в полной мере используются различающиеся по спектральному составу и уровню

интенсивности потоки солнечной инсоляции, элементов питания и других факторов жизни растений подтверждается многочисленными опытными данными как отечественных, так и зарубежных исследований (Жученко, 2000).

Смешанные посевы были позаимствованы человеком посредством наблюдений за объектами природной среды в течение продолжительного периода (сотен лет), получив широкое распространение в мировом масштабе, при этом для поликомпонентных ценозов характерно участие культур, воспроизводящих плодородие почвенного покрова (Баринов, 2008).

В нашей стране наиболее широкое распространение в практическом плане получили смешанные посевы бобовых и злаковых культур, состоящие, как правило, из трех и более компонентов как однолетних, так и многолетних растений (Такунов, Кононов, 1995; Иванова, 2012; Храмой, Ивасюк, 2013; Ивасюк и др., 2014).

Поликомпонентные посевы более эффективны по причине проявления синергетического эффекта при использовании солнечной инсоляции, запасов почвенной влаги и элементов минеральной пищи основополагаясь на принципе взаимодополняемости видов и дифференциации экологических ниш и агрофитосанитарного состояния агрофитосистемы (Шамсутдинов и др., 2000).

По мнению академика А. А. Жученко (1990), при научно обоснованном подборе сельскохозяйственных культур и в наибольшей степени зонально адаптированных сортов, продуктивность гетерогенных агроценозов в подавляющем большинстве случаев в практике сельскохозяйственного производства значительно выше одновидовых ценозов. Приспособленность к условиям произрастания и фитоценотическая совместимость различных культур при этом должна быть главным условием создания агрофитоценоза.

По мнению И. П. Такунова (1996), гетерогенные посевы более полно используют все факторы жизни (тепло, свет, питательные вещества, технологические приемы возделывания, генотипические особенности видов и сортов растений) направленные на получение большего эффекта от комплекса применяемых средств химизации и плодородия данного типа почвы. Как правило, в гетерогенных посевах условия использования ФАР более лучшие за счёт более оптималь-

ного расположении поверхности листовых пластинок в пространстве и более эффективного усвоения энергии солнечного излучения.

Считается, что в смешанных посевах, как правило, возникает конкуренция между компонентами агроценоза за факторы жизни (вода, элементы минеральной пищи). В создаваемых человеком и агрофитосистемах (агроценозы) взаимоотношения проявляются по типу взаимодополняемости и использовании жизненно необходимых ресурсов, которые проявляются в форме обоюдного влияния друг на друга с получением определенной доли выгоды, без ущерба для другого (Прижурков, 1994).

Как правило, продуктивность поликомпонентных массивов обычно выше, поскольку такие массивы в меньшей степени склонны к полеганию, в которых опорная функция возлагается на злаковую культуру, что характерно для бобово-злаковых травосмесей (Кукреш, Дудук, 1983), и, как правило, в смешанном посеве площадь листовой поверхности обычно на 15-20 % превышает площадь листьев одновидового посева (Такунов, Кононов, 1995).

Благодаря повышению активизации физиологической взаимосвязи между надземной и подземной частями растений положительно изменялся биохимический состав возделываемых растений. Смешанные посевы, используя более лучший режим питания благодаря более оптимальному химическому составу компонентов агроценоза, дают более высококачественный экологически безопасный корм (Шемяков, 2007; Капсамун и др., 2017).

Исследованиями ряда авторов (Бондарев, 2008; Кузнецов и др., 2014; Эседуллаев, Шмелева, 2017), проведенных в различных почвенно-климатических провинциях РФ, показали значимое превосходство смешанных посевов перед одновидовыми агроценозами. Отмечено превалирование гетерогенных посевов на основе бобовых и злаковых компонентов по биохимическому и аминокислотному составу, сбалансированности белково-углеводному комплексу.

1.4. Основные формы фитоценотических взаимосвязей между растениями в агрофитоценозе

Имеющие место в фитоценозе сложные взаимосвязи на основе прямого воздействия организмов друг на друга, не исключая аллелопатического влияния, а также действия посредством использования биотических и абиотических факторов, формируют основу средообразования в фитоценозе (Слесарева, 1999).

Выступая в качестве целостной фотосинтезирующей и саморегулирующей системы, имеющий антропогенную природу фитоценоз уже представлен в роли агроценоза и способен достигать максимально возможной продуктивности, используя принцип оптимизации взаимоотношений между составляющими такой агроценоз компонентами (Образцов, 2018).

В своё время, по мнению Е. Н. Мишустина (1985), основным фактором взаимовлияния компонентов в агрофитоценозе принимался принцип, состоящий в том, что роль внешнего фактора каждый компонент агрофитоценоза выполняет по отношению к другому, что собственно и лежит в основе взаимосредообразования.

В любом растительном сообществе, по мнению Сукачева (1953) взаимоотношения между его компонентами делятся на три основные группы: 1-контактная; 2-трансабиотическая; 3-трансбиотическая. Существенного значения в луговых и полевых фитоценозах контактные взаимоотношения, основанные на срастании или без срастания, не имеют.

Особую роль во взаимоотношениях растений могут выполнять трансбиотические отношения, напрямую влияющие на процесс минерального питания растений и взаимоотношения, находящиеся в зависимости от влияния продуктов прижизненной деятельности растительных организмов (Баринов, 2008).

Академик Д. Н. Прянишников (1965) считал, что трофические взаимоотношения с учетом характера конкуренции за элементы питания могут быть представлены как односторонне положительными, так и односторонне отрицательными. Смешанные посевы бобовых и злаковых культур позволяют улучшить режим азотного питания небобового компонента за счет симбиотического азота бобовой

культуры, отмечается также улучшение фосфорного и калийного питания злаковой культуры.

В бобово-злаковых травостоях многолетних трав на клеверо-злаковых пастбищах накопление биологического азота в урожай может возрастать до 114-123 кг/га в год, на люцерно-злаковых сенокосах до 156-190 кг/га (Проворная, 2005; Кутузова, 2007).

Исследованиями В. Б. Беяка (1998) показано, что величина продуктивности и устойчивости самого фитоценоза находилась в зависимости от его компонентного состава, который определялся соотношением в нем азотонакопителей и азотопотребителей. Как правило, в поликомпонентных посевах, по мнению Е. П. Трепачева (1999), заметное улучшение в развитии злаковых культур и его составляющих обусловлено улучшением азотного питания за счет симбиотического азота бобового растения, выделяемого в почвенный раствор.

Условия увлажнения в смешанном посеве, по данным исследований А. И. Тютюнникова, А. И. Кремина (1966), могут быть в достаточной степени обеспечены влагой выделяемой корневой системой гетерогенного фитоценоза, при этом влажность прикорневого слоя почвы может в определенной мере удовлетворять потребность во влаге рядом произрастающего другого растения.

В исследованиях А. П. Исаева (1977) установлено, что характер взаимоотношений между компонентами гетерогенного посева в онтогенезе в условиях серых лесных почв лесостепи в значительной мере определялся общим расходом запасов почвенной влаги. Видовое разнообразие в смешанном посеве позволяет более экономно расходовать запасы почвенной влаги в сравнении с одновидовыми посевами бобовых растений.

Как правило, при недостатке влаги в почве в период активной вегетации растений отмечается ускорение темпов созревания компонентов гетерогенных посевов (Купцов, Такунов, 2006).

Радиационные взаимоотношения между компонентами фитоценоза во многом зависят от количества используемой световой энергии растениями для процесса фотосинтеза, поскольку известно, (Ничипорович, 1956) что коэффициент

полезного действия фотосинтеза у высших растений составляет около 2 % вопреки тому, что размеры фотосинтезирующей поверхности листьев суммарно достигают огромных величин. Фотосинтетическую деятельность можно реально усилить посредством увеличения размеров листовой поверхности и по возможности продлением срока их активного фотосинтезирующего процесса.

Достижение максимальной продуктивности растения, как считает Е. О. Одум (1968), отмечается в случае, когда суммарная освещенность поверхности листьев в 4-5 раз превышает грунтовую поверхность. В этом случае следует учитывать, что увеличение поверхности листьев при повышении этих пределов приводит к увеличению степени затененности, и как следствие, снижается коэффициент полезного действия фотосинтеза, что естественно уменьшает чистую продуктивность посева в целом.

Считается (Жученко, 2000), что уплотнение посевов и более ориентированное расположение рядов дает возможность увеличения суммарной поверхности листьев до 5-8 м² на одном метре площади, к тому же возделывание адаптированных современных сортов позволяет поддерживать высокий уровень КПД фотосинтеза в агроценозе на протяжении всего периода вегетации, что увеличивает продуктивность агрофитоценоза в целом. Многоярусное расположение листьев злакового компонента на высоте при наиболее полном поглощении солнечной инсоляции при подавлении сорного компонента в гетерогенном посеве значительно повышает КПД фотосинтеза в условиях защищенного посева кормовых культур (Новиков, Баринов, 2007).

Аллепатические взаимосвязи в фитоценозе следует рассматривать как взаимоотношение растений с помощью прижизненных выделений в почвенный раствор подразделяемых на четыре группы. Продукты жизнедеятельности микроорганизмов, подавляющие деятельность других микроорганизмов, называются антибиотиками, а химические вещества, способные подавлять метаболические процессы высших растений, носят название миазмы. Вещества, выделяемые высшими растениями, подавляющие жизнедеятельность микроорганизмов, объединены в группу фитонцидов, а продукты выделения, оказывающие положительное влияние на синтетические процессы высших растений, носят название колинов (Нови-

ков и др., 2008).

Расширение взаимосвязей растений за счет активизации метаболических процессов при широком использовании физиологически активных веществ, являющихся продуктами синтетических реакций, протекающих в высших растениях, можно представить в виде круговорота их с агрофитоценозом (Гродзинский, 1966).

Первый этап такого круговорота представлен процессом образования и выделения активных веществ во внешнюю среду, на втором этапе колины активно используются с привлечением других гетеротрофных организмов. Третий этап характеризует поглощением колинов растениями ценоза с непосредственным активным использованием их в различных физиобиохимических реакциях.

Прижизненные выделения высших растений, по мнению А. С. Образцова (2001), имеют большее значение для межвидовых взаимосвязей в форме физиологически активных веществ, являющихся продуктом разложения пожнивных корневых остатков растений, количество которых, как полагает А. М. Гродзинский (1991), составляет не менее 7-10 % сухого вещества надземной части растения возделываемой культуры.

Как свидетельствуют результаты исследования (Красильников, 1958), многие корневые выделения в своем составе вкупе с органическими кислотами, аминокислотами и другими физиологически активными веществами, способны экстрагировать в почвенный раствор и многочисленные пищеварительные ферментно-активные вещества, способствующие превращению труднорастворимых элементов минеральной пищи в легкодоступную для растений форму, а так же активизирующие почвенную биоту, способствующую улучшению питания растений минеральными элементами.

Исследованиями И. Н. Рахтенко (1966) с применением метода радиоактивных изотопов установлено, что корневые выделения активно используются растениями гетерогенного фитоценоза, принимая непосредственное участие в реакциях синтеза и обмена веществ.

Исследованиями И. П. Такунова, А. С. Кононова (1995) показано, что при усилении симбиотической азотфиксации атмосферного азота бобовыми культу-

рами поликомпонентного посева существенно возрастает поступление в почву биологического азота и соответственно повышается им обеспеченность небобового компонента фитоценоза, потребление которого им, в свою очередь, способствует активизации бобово-ризобияльного симбиоза.

Считается, что многие бобовые культуры как однолетние, так и многолетние, обладая довольно мощной корневой системой, способной проникать в подпахотные горизонты почвенного профиля, а также обладающие возможностью в условиях рассеянного освещения осуществлять процесс фотосинтеза, что в наибольшей степени согласуется с возможностью использовать их в качестве смесового компонента с культурами с относительно высокими агробиологическими показателями, наиболее приближенными по срокам к продолжительности периода вегетации. К таким культурам можно отнести многолетние мятликовые травы (Исаков и др., 2011; Хромой и др., 2013; Лукашов, Исаков, 2015).

1.5. Применение защитных мероприятий – действенный фактор уменьшения удельной активности ^{137}Cs в урожае возделываемых сельскохозяйственных культур

Важнейшей задачей сельскохозяйственных товаропроизводителей на радиоактивно загрязненной территории является производство «чистой» продукции растениеводства и животноводства, содержащей радионуклиды в концентрации соответствующей действующим санитарно-гигиеническим нормативам. Известно, что использование населением, проживающим в условиях радиоактивного загрязнения обширных территорий, экологически чистой продукции обуславливает уменьшение поступления радионуклидов в организм человека и, соответственно, уменьшение годовой дозы внутреннего облучения проживающего населения (Просьянников, Силаев, 2005; Алексахин и др., 2006; Санжарова, 2010; Белоус и др., 2012).

Проведенными многолетними исследованиями установлено, что в основе

разработки и осуществления системы защитных мероприятий при производстве сельскохозяйственной продукции в условиях радиоактивного загрязнения обширных территорий служит знание закономерностей миграции и поведения выпавших радиоактивных веществ и загрязнивших почвенный покров (Моисеев, 1994; Алексахин и др., 2006; Правила ведения ...2002).

Установлено (Lassey, 1979; Raffevty at.all., 1994), что характер взаимодействия радионуклида цезия-137 с почвой в основном является главным фактором, определяющим размеры его перехода из почвы в растения. Показано, что гранулометрический состав радиоактивно загрязненных почв определяет прочность фиксации радиоцезия твердой фазой почвы, поскольку цезий-137 закрепляется в почвенном профиле по типу необменного поглощения (Пристер и др., 1992; Бондарь и др., 1992; Прудников, Поликарпов, 2006; Smolders, 1995).

Установлено также, что плотность радиоактивного загрязнения определенной территории почвенно-климатических ландшафтных и зональных особенностей осуществления сельскохозяйственной деятельности определяет размеры поступления радионуклидов в сельскохозяйственную продукцию (Фесенко, 1997; Просянных и др., 2004; Anderson, 1994). При этом необходимо учитывать, что размеры поступления радионуклидов из почвы в растения определяется содержанием и формой их соединения в зависимости от агрофизических и агрохимических свойств данной почвы (Алексахин и др., 1994; Санжарова, 2010).

Важное значение при ведении сельскохозяйственного производства в условиях радиоактивного загрязнения агроландшафтов придается разработке и внедрению специальных защитных агроприемов, способствующих получению экологически безопасной продукции при условии, что технологии возделывания сельскохозяйственных культур должны предусматривать наравне с повышением показателей качества производимой продукции, но также возможность поддержания уровня почвенного плодородия (Прудников и др., 2006; Подоляк и др., 2006; Белоус, Шаповалов и др., 2012, 2016).

Различными исследованиями установлено, что наиболее высокая концен-

трация цезия-137 в урожае сельскохозяйственных культур наблюдается, как правило, на легких дерново-подзолистых почвах (песчаных, супесчаных) низкоплодородных (Санжарова и др., 2004; Малявко и др., 2010; Белоус и др., 2011; Белоус и др., 2017).

Одним из важнейших факторов, в значительной степени определяющим размеры поступления радионуклидов в урожай возделываемых растений, а также влияющим непосредственно на уровень почвенного плодородия являются различные формы органических удобрений (Белоус, Шаповалов, 2006; Белоус и др., 2011).

Применение органических удобрений в комплексе с известкованием почвы повышает их эффективность и значительно пролонгирует их положительное действие (Белоус, Шаповалов и др., 2007; Бельченко, 2012). Установлено, что глинистая фракция и растворимые органические вещества большое влияние оказывают на вхождение радиоцезия в кристаллическую решетку глинистых минералов, посредством связывания ионов ^{137}Cs в прочную форму радионуклидоорганического состава (Агапкина и др., 1989).

Результаты исследования В. Ю. Агейца (2001), Г. Т. Воробьева и других (2002) показывают, что поступление радиоцезия в системе «почва-растение» зависит от целого ряда отдельных факторов, включающих в себя агрофизические и агрохимические свойства почвы, режим ее увлажнения, наличие и уровень гумусированности, мощность плодородного слоя и другое. Как правило, торфяники и легкие почвы дерново-подзолистого типа определяются наиболее высоким коэффициентом перехода ($K_{\text{п}}$) радионуклидов в растения (Драганская и др., 2002).

Исследованиями П. Ф. Бондарь, Л. С. Ивашкевич (2003) установлено, что цезий-137 на высокогумусированных плодородных почв может находиться в состоянии негидролизуемого остатка в необменном состоянии. Главный механизм сорбции радиоцезия в минеральных грунтах - ионный обмен, в торфяниках это почвенно-поглощающий комплекс, где главную роль играют кислоты (Пономарева и др., 1995).

В снижении размеров поступления радиоцезия в сельскохозяйственные растения значимое влияние оказывают минеральные удобрения и различные мелиоранты. Так применение органических удобрений, по данным исследований Н. Н.

Белоуса с соавторами (1998), К. Ш. Ибрагимова с соавторами, Д. П. Шлыка (2015), способствовало снижению поступления ^{137}Cs в продукцию растениеводства на дерново-подзолистых почвах легкого гранулометрического состава. Так в опытах Б. С. Пристера с соавторами (1992), установлено, что применение навоза в норме 50 т/га в комплексе с известкованием способствовало снижению концентрации ^{137}Cs в клубнях картофеля до пяти раз.

Высокоэффективным приемом снижения поступления радиоцезия в сельскохозяйственные растения является применение минеральных удобрений, где ведущая роль принадлежит калийным (Малявко и др., 2010; Белоус и др., 2016; Сапранцова и др., 2017).

Рекомендованным приемом считается известкование кислых почв, приводящее к снижению кислотности почвенного раствора, увеличению насыщенности почв основаниями, что способствует уменьшению степени подвижности радионуклидов в почве и ограничивает их доступность растениям (Плющиков и др., 2004; Бельченко, 2011).

Применение известковых материалов дает наибольший эффект при внесении повышенных доз калийных удобрений, тем самым снижение концентрации цезия-137 в продукции растениеводства может достигать от 2 до 20 раз (Просяников и др., 1997; Белоус и др., 2015; Zhy at.all, 2000).

В исследованиях некоторых авторов (Богдевич, и др., 1997; Сушеница, 2006) установлено, что применение фосфоритной муки относительно других видов фосфорных удобрений более эффективно по снижению поступления радионуклидов в урожай товарной продукции растениеводства. При этом достижение оптимальных параметров почвенного плодородия данного типа почвы способствует получению наиболее высокого урожая возделываемых культур, что обуславливает снижение концентрации радиоцезия в урожае продукции за счет эффекта биологического разбавления (Белоус и др., 2010).

Мировой и отечественный опыт ведения сельскохозяйственного производства показывает, что организация, разработка и проведение защитных мероприятий на радиоактивно загрязненных сельскохозяйственных участках должна осу-

ществляться на основе почвенного, агрохимического и радиологического обследования и в целом носит комплексный характер с учетом особенностей конкретного агроландшафта (Воробьев, 2000; Прудников и др., 2006; Санжарова, 2010; Белоус и др., 2012).

ГЛАВА 2. МЕСТО, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Место, объекты и методы проведения исследований

Исследования проводили на опытном поле Брянского ГАУ (стационар кафедры луговодства, селекции, семеноводства и плодовоовощеводства) на серой лесной почве (далее опыт №1) и стационарном опыте Новозыбковского филиала Брянского ГАУ на дерново-среднеподзолистой супесчаной радиоактивно загрязненной почве (далее опыт №2).

Почва опытного поля Брянского ГАУ – серая лесная, легкосуглинистая, среднеокультуренная, сформированная на карбонатных лесовидных суглинках. Мощность гумусового горизонта 30-60 см, содержание гумуса 2,6-3,2 %. Реакция почвенного раствора слабокислая, рН-солевой вытяжки 5,2-5,6, содержание подвижного фосфора 250-350 мг и обменного калия 130-150 мг на 1 кг почвы (по Кирсанову). Объект исследований люцерно-мятликовые травосмеси. Опыт был заложен на травостоях третьего года использования в 2012 году.

Почва опытного участка Новозыбковского стационара дерново-подзолистая, супесчаная, подстилаемая с глубины 1,2 м мощными водноледниковыми песками. Мощность пахотного слоя 18-20 см. Содержание гумуса 1,5-1,7 %, подвижного фосфора и обменного калия (по Кирсанову) – соответственно 156-180 и 98-120 мг/кг почвы; рН– 5,5-5,8; плотность загрязнения цезием-137 в среднем составляла 237 кБк/м². Объекты исследований – люцерна изменчивая, многолетние мятликовые травы – кострец безостый, тимофеевка луговая.

Брянская область географически расположена на юго-западной окраине Центрального региона. Климат области умеренно-континентальный с количеством осадков в пределах 560-600 мм, свыше половины которых выпадает в период вегетации растений. Коэффициент увлажнения варьирует в пределах 0,9-1,3, а гидро-термический коэффициент за период вегетации в среднем составляет 1,4.

Полевой опыт по изучению травосмесей для среднесрочного использования, составленных на основе современных сортах люцерны изменчивой и многолетних мятликовых трав на опытном поле кафедрального стационара Брянского ГАУ был заложен в 2012 году. Травосмеси составляли в следующих пропорциях: 35-45 % бобовой компонент и 55-65 % - мятликовый. Посев проводили под покровом райграса однолетнего (*Lolium multiflorum* Lam.) диплоидный сорт Изорский. В качестве бобового компонента использовали люцерну изменчивую (*Medicago sativa* L.) сорт Луговая-67. Мятликовый компонент представлен тимopheевкой луговой (*Phleum pratense* L.), сорт ВИК-9, овсяницы луговой (*Festuca pratensis* Huds), сорт Краснопоймская 92, ежи сборной (*Dactylis glomerata* L.) сорт ВИК-61, костреца безостого (*Bromus inermis* Leyss.), сорт СИБНИСХ 03-99.

Посев травосмеси проводили в конце апреля с нормой высева 15-16 кг/га сеялкой СН-16. Посевная площадь деланки 30 м², повторность четырехкратная, размещение деланок систематическое. При возделывании многолетних трав использовали общепринятую агротехнику для зоны. Учет урожая зеленой массы осуществляли сплошным методом на площадках 5 м² в фазу бутонизации – начала цветения бобового компонента. Учет урожайности отавы проводили через 30-40 дней после первого укоса. Выход сухого вещества устанавливали путем высушивания навески в сушильном шкафу при температуре 60-65 °С. Опыт двухфакторный. Фактор А – фон минеральных удобрений. Фактор Б – состав травосмесей.

Изучение продуктивности смеси кормовых культур проводили на следующих фонах: без борофоски (N₃₀); борофоска 272 кг/га (фон P₃₀K₃₅+N₃₀); фон P₆₀K₇₀+N₃₀; фон P₁₀₅K₁₂₀+N₃₀. В Брянской области (на базе ЗАО «АИП-фосфаты» производится комплексное фосфорно-калийно-борное удобрение – борофоска. Борофоска представляющая собой продукт смешения и окатывания фосфоритной муки (68 %) полученной из отходов Брянского фосфоритного завода, калия хлористого (30 %) и борной кислоты (2,5 %). Удобрение содержит P₂O₅ – 10-12 %, K₂O – 13-16 %, а также СаО – 20-25 %, MgO – 2 %, В – 0,28 %.

Борофоску вносили один раз рано весной перед началом отрастания трав в следующих дозах из расчета 272 кг/га (фон P₃₀K₃₅), 545 кг/га (фон P₆₀K₇₀) и 920

кг/га (фон $P_{105}K_{120}$). В комплексе с борофоской рано весной ежегодно проводили подкормку аммиачной селитрой из расчета 89 кг/га (N_{30}).

В полевом эксперименте №2, проводимом в условиях Новозыбковского стационара повторность опыта трехкратная, размещение делянок систематическое. Общая посевная площадь опытной делянки 45 м², площадь учетной делянки 30 м². Опыт двухфакторный. Фактор А - виды трав и травосмесей: люцерна изменчивая, кострец безостый, тимофеевка луговая, люцерна+кострец, люцерна+тимофеевка. Фактор Б - виды и дозы минеральных удобрений: контроль (без удобрений; $P_{60}K_{60}$; $P_{60}K_{75}$; $P_{60}K_{90}$; $P_{60}K_{105}$). Фосфорные удобрения применяли в форме двойного гранулированного суперфосфата (48 % P_2O_5) калийные в форме хлористого калия (56 % K_2O). Высевали следующие виды и сорта многолетних трав: люцерна изменчивая сорт Сарга – 15 кг/га; тимофеевка луговая сорт Марусинская 297 – 14 кг/га; кострец безостый сорт Моршанский 760 – 24 кг/га, а также смеси люцерны с кострцом и люцерны с тимофеевкой посев беспокровный. Соотношение компонентов в травосмеси: бобовые 65 %, мятликовые 35 %. Учет урожая сплошной поделяночный. Люцерну убирали в фазе бутонизации начала цветения, мятликовые травы в начале выметывания, травосмеси в фазе бутонизации начала цветения люцерны. Урожайность сена определяли высушиванием 1 кг зеленой массы до воздушного состояния с последующим пересчетом на сено. Исследования проводили в соответствии с Методическими указаниями по проведению полевых опытов с кормовыми культурами (1997), Методическими указаниями по определению естественных радионуклидов в почвах и растениях (1985). Результаты учета урожая были обработаны статистическим методом дисперсионного анализа (Доспехов, 1985).

Лабораторно-аналитические исследования осуществляли по общепринятым в агрохимической службе методикам в Центре коллективного пользования научным оборудованием и приборами Брянского ГАУ. При проведении агрохимического анализа почвы руководствовались общепринятыми в агрохимической службе методами: содержание гумуса по Тюрину (ГОСТ 26213-91), pH-методом ЦИНАО (ГОСТ 26951-85), содержание P_2O_5 и K_2O по Кирсанову в модификации

ЦИНАО (ГОСТ 26207).

В растениях определяли: сухое вещество (ГОСТ Р52838-2007) определялось содержание общего азота фотометрическим индофенольным методом (ГОСТ-13496.4-93) при пересчете на сырой протеин пользовались коэффициентом 6,25, фосфора фотометрическим методом (ГОСТ 26657-85); калия – на пламенном фотометре (ГОСТ 26657-85); озоление проводили методом сжигания по Генебергу; сырой клетчатки - по Генебергу и Штоману в модификации ВНИИК; сырой жир – по Ружковскому. Безазотистые экстрактивные вещества расчетам по формуле $БЭВ = 100 - (влага + СП + СК + СЗ + СЖ)$, где: СП – сырой протеин, СК – сырая клетчатка, СЗ – сырая зола, СЖ – сырой жир.

Содержание кормовых единиц в корме рассчитывали, пользуясь формулой:

$$K_{ед} = 0,0081 * OЭ^2 \quad (1)$$

Содержание переваримого протеина по формуле:

$$ПП = СП * 0,885 - 30, \quad (2)$$

где СП – сырой протеин.

Расчет обменной энергии в корме осуществляли, используя регрессию, где содержание сухого вещества (СВ) и сырой клетчатки выражено в килограммах, а концентрация валовой энергии (ВЭ) в мегаджоулях (МДж).

Концентрация валовой энергии (ВЭ) рассчитываем, используя данные химического состава, содержание сырых веществ и соответствующих им энергетических коэффициентов по формуле:

$$ВЭ (МДЖ) = 23,95 ЧСП + 39,77 ЧСЖ + 20,05 ЧСК + 17,464 БЭВ \quad (3)$$

Постоянные энергетические коэффициенты взяты в расчете на один кг сыры питательных веществ (Григорьев и др., 2008).

В сухом веществе корма содержание обменной энергии (ОВ) рассчитывали, используя известную формулу Дж. Аксельсона, модифицированную Н.Г. Григорьевым и др. (1989):

$$\text{ОВ (МДЖ/кг СВ)} = 0,73 * \text{БЭ} * (1 - \text{ск} * 1,05), \quad (4)$$

где 0,73 – коэффициент обменности;

(1-ск*1,05) – коэффициент показывающий понижающее действие клетчатки на энергетическую ценность корма.

В отобранных растительных образцах определение удельной активности цезия-137 проводили, используя универсальный спектрометрический комплекс УСК «Гамма плюс» с программным обеспечением «Прогресс -2000» в геометрии «Маранелли».

Результаты экспериментальных исследований обрабатывались с использованием методов дисперсионного и корреляционного анализа на основе компьютерного обеспечения (Excel 7.0, Statistic 7.0, NCSS -2000).

Экономическую эффективность возделывания кормовых культур осуществляли, руководствуясь методикой ВНИИ кормов (Ларетин, Чирков) и методикой ВНИИСХРАЭ (Бокалова, Ульяненко и др., 2008) на основе типовых технологических карт.

2.2. Агроклиматический потенциал зоны и метеорологические условия периодов вегетации в годы проведения исследований

Брянская область географически расположена на юго-западе Центрального региона РФ. Территория области в основном это слабоволнистая равнина с небольшим склоном в юго-западном направлении и сильной расчлененностью рельефа. Относительно теплое лето и умеренно-холодная зима характерны для умеренно-континентального режима увлажнения. Континентальность климата заметно усиливается по мере продвижения в юго-восточном направлении. Юго-западная часть территории области более чем на 80 % представлена почвами дерново-подзолистого типа, легкого гранулометрического состава в основном низкоплодородными. В целом климат зоны является благоприятным для возделывания всех зерновых и пропашных культур (Белоус, Шаповалов, 2006). По данным многолетних наблюдений продолжительность периода с температурой превышающей 5°C находится в пределах 175-197 суток, при сумме активных температур за период вегетации в пределах 2200-2420 $^{\circ}\text{C}$ и сумме годового количества осадков равной порядка 530-650 мм. Характер водного режима – периодически промывной.

Начало наступления весны обычно отмечается с третьей декады марта сопровождаемое относительным ростом температуры с отрицательных $-1,5 - -2,0^{\circ}\text{C}$ до $+6,5 - +7,0^{\circ}\text{C}$ в апреле и к началу мая до $+14,5 - +15,0^{\circ}\text{C}$. Переход среднесуточной температуры воздуха через порог $+10^{\circ}\text{C}$ отмечается с первой декады мая и с четким нарастанием вплоть до третьей декады августа. Среднесуточная температура воздуха ниже $+10^{\circ}\text{C}$ обычно снижается в третьей декаде сентября.

В годы проведения экспериментальных исследований отмечены заметные различия по температурному режиму и влагообеспеченности, что дало возможность объективно оценить степень влияния погодно-климатических условий на урожайность и качество возделываемых кормовых культур.

Таблица 2 – Характеристика метеорологических условий в весенне-летний период вегетации 2013-2015 годов на дерново-подзолистой почве

Годы	Средняя температура воздуха, °С					
	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Апрель-август
2013	7,3	16,2	22,3	20,1	20,3	16,9
2014	10,9	18,5	18,9	23,1	21,0	16,5
2015	7,9	16,5	20,0	20,3	21,3	15,7
Средне-многолетнее	8,7	17,1	20,4	21,2	20,9	-
Сумма атмосферных осадков, мм						
2013	47,0	38,3	60,0	83,0	19,9	60,9
2014	17,0	80,2	54,3	66,8	41,4	47,5
2015	20,5	47,4	62,4	45,6	15,2	66,3
Средне-многолетнее	28,2	55,3	58,9	65,1	25,5	-
ГТК по месяцам вегетации						
2013	0,8	0,7	0,9	1,5	0,4	0,86
2014	-	1,3	0,9	0,9	0,7	0,76
2015	-	0,8	1,1	0,8	0,3	0,6
Средне-многолетнее	0,8	0,9	1,0	1,1	0,5	0,7

Метеорологические условия весеннего периода 2013 года на дерново-подзолистой почве (опыт №2) несколько различались относительно среднемноголетних значений. Среднесуточная температура воздуха апреля месяца превышала среднемноголетние значения особенно во второй и третьей декадах и составила соответственно +11,6 °С и +14,4 °С, при среднемноголетних показателях +7,3 °С и +10,0 °С. Сумма месячных осадков в апреле месяце составила 47,0 мм (норма 39,2 мм), которые распределялись по второй и третьей декаде месяца.

Майская среднесуточная температура воздуха оказалась выше среднемноголетнего значения на 5,7 °С, при этом наиболее теплыми были вторая и третья декады. Общее количество осадков, выпавших за май месяц, оказалось меньше среднемноголетнего значения, при этом, гидротермический коэффициент второй декады составил 0,2 (среднемесячный показатель 0,7).

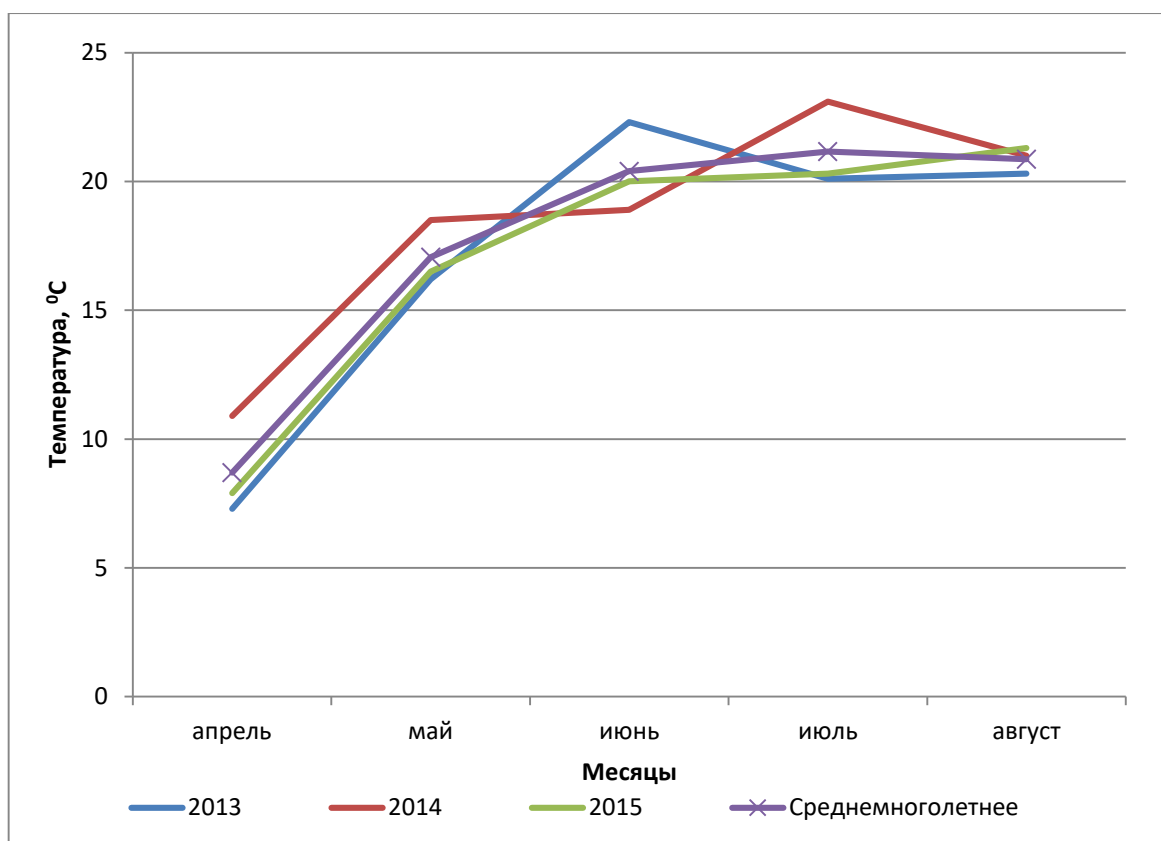


Рисунок 1- Среднемесячная температура воздуха за весенне-летний период вегетации 2013-2015 годов

Среднесуточная температура воздуха июня месяца была очень близкой к норме и составляла 18,8 °С. Основное количество осадков, носивших ливневой характер, выпало в первой (31,3 мм) и третьей (24,0 мм) декадах. Гидротермический коэффициент июня месяца был на уровне 0,9, что характерно для засухи. Первая декада июля месяца выдалась жаркой, среднесуточная температура воздуха составила 22,9 °С в отсутствии осадков. Снижение среднесуточной температуры отмечено во второй декаде месяца. Осадки, выпавшие во вторую и третью декады июля, носили ливневой характер различной интенсивности в сумме составляли 83,0 мм, при норме (80,6 мм).

Август месяц характеризовался жаркой погодой, особенно выделялись вторая и третья декады. Среднесуточная температура августа месяца в целом оказалась выше среднегодовое показателя на +1,7 °С. Выпавшие осадки в третьей декаде составили всего лишь 19,9 мм (норма 71,1 мм) что характерно для острой засухи (ГТК=0,4).

Погодно-климатические условия в апреле 2014 года на дерново-подзолистой почве имели существенное различие относительно среднемноголетних значений. Превышение среднесуточной температуры воздуха в сравнение среднемноголетней в первой декаде месяца составило 2,6 °С, во второй 2,5 °С и в третьей 5,9 °С. Количество осадков, выпавших в апреле месяце, составляло 17,0 мм, при среднемноголетнем значении 38,5 мм.

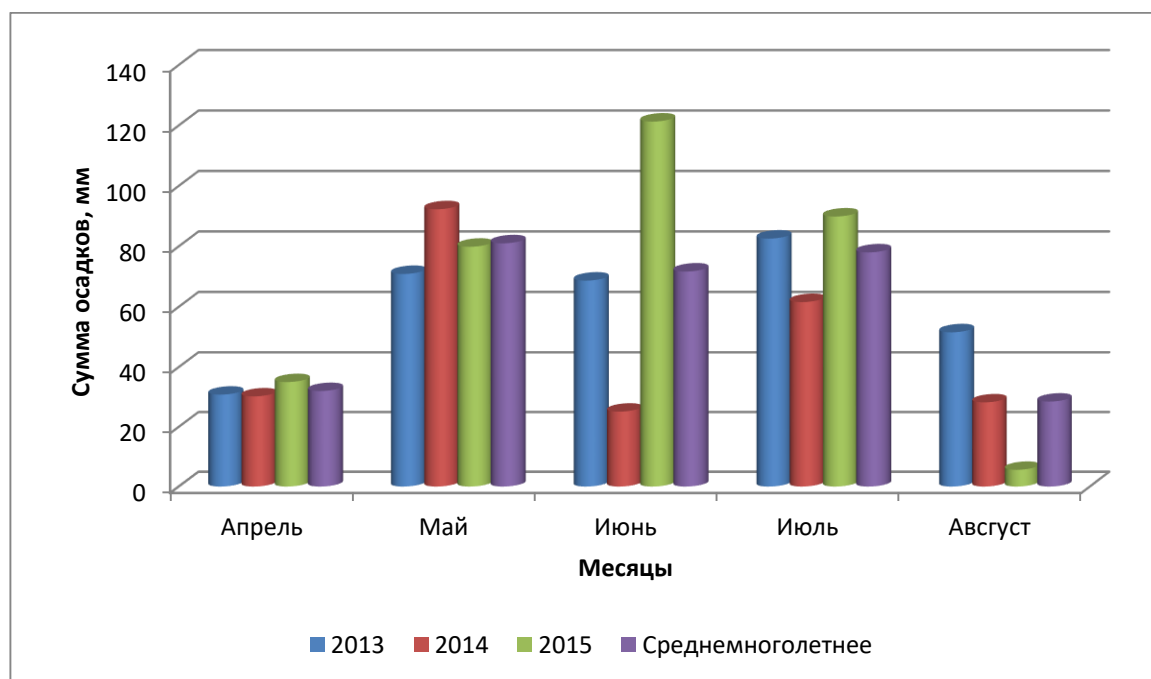


Рисунок 2 – Сумма осадков за весенне-летний период вегетации 2013-2015 годов

Среднесуточная температура в мае месяце на 3,7 °С превышала среднемноголетнюю, особенно жаркими были вторая и третья декады месяца. Выпадение обильных осадков во второй и третьей декадах мая (в сумме 38,3 мм) в сочетании с высокими температурами воздуха интенсифицировали рост и развитие растений. Среднесуточная температура воздуха в первой декаде июня месяца превысила среднемноголетнюю на 4,9 °С, а во второй и третьей наоборот характеризовались по сравнению со среднемноголетними значениями более низкими температурами. Выпавшие осадки принесли ливневый характер, были неравномерными в первую декаду месяца, превышая среднемноголетнее значение на 12,2 мм, а во второй и третьей декадах наоборот выпало на 17,7 и 12,2 меньше среднемноголетнего значения. Исходя из среднего значения месяца ГТК 0,9, июнь месяц в це-

лом характеризовался как засушливый.

Повышенными температурами воздуха характеризовался июль месяц, которые превысили среднемноголетний показатель на $3,2^{\circ}\text{C}$. Сумма осадков в первой и во второй декадах практически не уступала среднемноголетнему значению, а в третьей декаде на 8 мм их оказалось меньше нормы. Количество осадков за весь июль месяц оказалось на 14 мм меньше среднемноголетнего значения, что неблагоприятно сказалось на росте и формировании продуктивности растений.

В августе месяце особенно жаркими были первые и вторые декады при превышении среднемесячной температуры воздуха на $2,4^{\circ}\text{C}$. При среднемноголетней сумме осадков 70,7 мм, количество выпавших осадков за август месяц составило 41,4 мм.

В апреле 2015 года среднесуточная температура воздуха составила $7,9^{\circ}\text{C}$ при среднемноголетнем значении $7,3^{\circ}\text{C}$, а сумма осадков 18,4 мм (норма 38,5 мм), что позволяет характеризовать в целом апрель как засушливый. В мае в первой и второй декаде месяца среднесуточные температуры воздуха были на уровне среднемноголетнего значения, в третьей декаде среднесуточная температура была равной 20°C , что превышало норматив на $3,8^{\circ}\text{C}$. Месячная сумма осадков составляла 47,4 мм при среднемноголетнем значении 54,2 мм.

В начале июня месяца (первая и вторая декады) превышали среднемноголетние значения, третья декада характеризовалась как менее жаркая. В целом среднемесячная температура воздуха составила 20°C (норма $18,2^{\circ}\text{C}$). Основное количество осадков 56,3 мм пришлось в третьей декаде при сумме за месяц 62,4 мм при среднемноголетнем значении 72,0 мм.

По температурному режиму июль месяц был жарким, среднемесячная температура воздуха составляла $20,3^{\circ}\text{C}$ (норма 19,9). Осадки выпадали неравномерно, основное их количество на первую и вторую декаду 42,1 мм, в третьей декаде выпало 8,5 мм. Месячная сумма осадков составила 50,6 мм или 62,8 % от среднемноголетнего значения.

Среднемесячная температура в августе месяце в первой и второй декадах составляла соответственно $22,6$ и $22,4^{\circ}\text{C}$, что было выше среднемноголетних зна-

чений, в третьей декаде среднесуточная температура была близкой к среднегодовому значению. Сумма осадков за месяц составляла 31,1 мм, что более чем в 2,27 раза меньше нормы.

Зависимость условий увлажнения от температуры воздуха характеризует гидротермический коэффициент (ГТК) по Г.Т. Селянинову. Для условий средней полосы России оптимальным значением ГТК является в пределах 1,5. Для степной зоны оптимальный ГТК – 0,8, лесостепной – 1,2 и Полесья – 1,5. По гидротермическому коэффициенту периоды вегетации 2013- 2015 гг. отличались от среднегодового показателя (табл. 2, рис. 3).

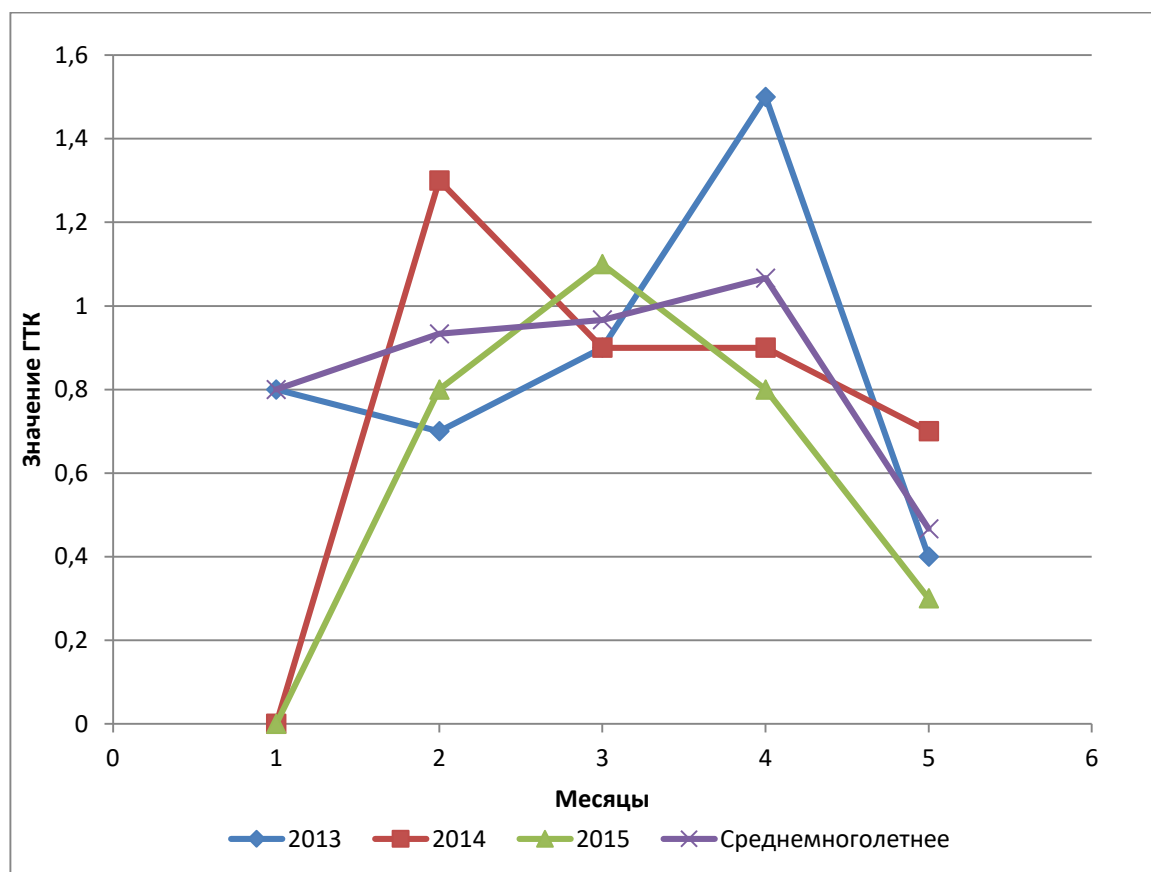


Рисунок 3 – Среднемесячное значение гидротермического коэффициента за 2013-2015 года

За годы исследований гидротермический коэффициент в течение весенне-летней вегетации многолетних трав значительно изменялся от суммы выпавших осадков и суммы положительных температур. Только в июле 2013 года ГТК приближался к норме 1,5. В 2015 году значения ГТК в августе составил 0,3 и являлся

самым сухим. 2014 год характеризовался, как оптимальный для возделывания кормовых культур, количество осадков в период вегетации было относительно достаточным, температура была в пределах среднемноголетних.

Во время проведения исследований (2014-2016 гг.) на серой лесной почве (опыт №1) погодные условия были типичными для Брянской области. Наблюдалось достаточное атмосферное увлажнение и хорошая теплообеспеченность. Продолжительность периода вегетации в среднем оставляла от 125 до 143 дней.

По данным агрометеорологической станции Брянского ГАУ (приложение 32-34) температура воздуха в апреле месяце 2014 года составила $+8,5^{\circ}\text{C}$. В мае и июне температура сохранялась в пределах $+16,4^{\circ}\text{C}$, в июле и августе температура была $+21,0^{\circ}\text{C}$. В целом в весенне-летний период вегетации за 2014 год температура превышала среднемноголетние. Максимальное количество осадков выпало в мае – 92,3 мм (норма 55,0 мм). Июнь и июль характеризовались более засушливыми погодными условиями. В августе месяце выпало 89,9 мм осадков. Средний показатель выпавших в сумме осадков за период вегетации – 299,0 мм, что ниже среднемноголетнего на 5,8 мм.

Температурный режим 2015 года в апреле находился практически на уровне среднемноголетнего, поскольку воздух прогрелся до $+7,2^{\circ}\text{C}$ (при норме в $+7,0^{\circ}\text{C}$). Сумма осадков, выпавших в этот период, также находилась практически на уровне нормы (35,0 мм при норме в 38,8 мм). Показатели температурного режима в мае составили $+14,7^{\circ}\text{C}$, при этом осадков выпало на 24,9 мм выше нормы и составило 79,9 мм. В июне воздух прогрелся до $+18,2^{\circ}\text{C}$. В июле температурный режим практически не отличался от среднемноголетнего, поскольку воздух прогрелся до $+18,9^{\circ}\text{C}$ (при норме в $+18,4^{\circ}\text{C}$). В этом году в этом месяце выпало наибольшее количество осадков за годы исследований – 89,9 мм. Температура в августе месяце составила $+19,5^{\circ}\text{C}$, при этом это был самый засушливый месяц.

Температурный режим 2016 года в апреле был выше среднемноголетнего, поскольку воздух прогрелся до $+9,5^{\circ}\text{C}$ (при норме в $+7,0^{\circ}\text{C}$). Сумма осадков, выпавших в этот период также находилась ниже уровня нормы (32,0 мм при норме в 38,8 мм). Показатели температурного режима в мае составили $+16,1^{\circ}\text{C}$, при этом

осадков практически не было и составило 9,0 мм. В июне воздух прогрелся до +18,5 °С. В июле температурный режим был выше среднемноголетнего, поскольку воздух прогрелся до +23,0 °С (при норме в +18,4 °С). В этом году в этом месяце выпало мало осадков – 34,2 мм. Температура в августе месяце составила +19,7 °С, по осадкам также сохранился низкий показатель.

ГЛАВА 3. УРОЖАЙНОСТЬ ОДНОВИДОВЫХ И СМЕШАННЫХ ПОЛЕВЫХ АГРОЦЕНОЗОВ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА СЕРОЙ ЛЕСНОЙ И ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВАХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФОНА МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

3.1. Урожайность люцерно-мятликовых травосмесей на серой лесной почве

Проведенные исследования показали, что применение борофоски в комплексе с аммиачной селитрой способствовало существенному повышению урожайности зеленой массы люцерно-мятликовых травосмесей в сравнении с азотным фоном (контроль) (табл. 3).

Применение даже сравнительно небольшой дозы борофоски (фон $P_{30}K_{35}$) совместно с азотной подкормкой обеспечивает в большинстве случаев статистически достоверное повышение урожайности зеленой массы первого укоса люцерно-мятликовых травосмесей III-го года жизни. Более высокие дозы борофоски (фоны $P_{60}K_{70}$ и $P_{105}K_{120}$) совместно с аммиачной селитрой позволяют добиться значительной прибавки урожайности зелёной массы от 1,63 до 6,57 т/га.

Таблица 3 – Урожайность люцерно-мятликовых травосмесей III-го года жизни, т/га зелёной массы (первый укос), 2014 г.

Фактор Б (травосмесь)	Фактор А (фон минеральных удобрений)			
	без борофос- ки + N_{30}	$P_{30}K_{35}$ + N_{30}	$P_{60}K_{70}$ + N_{30}	$P_{105}K_{120}$ + N_{30}
Люцерна изменчивая + тимopheевка луговая	23,80	25,31	25,43	24,20
Люцерна изменчивая + овсяница луговая	19,21	21,90	23,29	22,82
Люцерна изменчивая + ежа сборная	16,49	19,38	19,47	18,58
Люцерна изменчивая + кострец безостый	12,53	14,51	17,12	19,10
НСР ₀₅ для фактора А (фон минеральных удобрений) - 1,62				
НСР ₀₅ для фактора Б (травосмесь) - 1,62				
НСР ₀₅ для частных различий - 3,23				
Точность опыта, % - 3,10				

Наиболее высокую продуктивность в первый укос проявила травосмесь люцерны и тимopheевки луговой, урожайность которой составила от 23,8 до 25,43 т/га зелёной массы, но при этом прибавка урожая от применения борофоски и аммиачной селитры находилась в пределах ошибки опыта. Остальные травосмеси характеризовались, сравнительно меньшей урожайностью в первый укос от 12,53 до 23,29 т/га зелёной массы, однако их отзывчивость на применение борофоски была достоверной. Влияние высоких доз борофоски (фоны $P_{60}K_{70}$ и $P_{105}K_{120}$) особенно сильно проявилось на травосмеси люцерны и костреца безостого, где прибавка к контролю составила 36-52 %. Отзывчивость на применение борофоски в травосмесях люцерны с овсяницей луговой и ежой сборной была существенно ниже.

Во второй укос также проявилось положительное влияние борофоски на урожайность кормовой массы, но её значения были существенно ниже, чем в первый укос от 12 до 19 т/га в зависимости от состава травосмеси и дозы минеральных удобрений (табл. 4).

Таблица 4 – Урожайность люцерно-мятликовых травосмесей III-го года жизни, т/га зелёной массы (второй укос), 2014 г.

Фактор Б (травосмесь)	Фактор А (фон минеральных удобрений)			
	без борофос- ки + N_{30}	$P_{30}K_{35}$ + N_{30}	$P_{60}K_{70}$ + N_{30}	$P_{105}K_{120}$ + N_{30}
Люцерна изменчивая + тимopheевка луговая	11,87	14,30	16,68	15,32
Люцерна изменчивая + овсяница луговая	14,11	18,01	19,07	16,32
Люцерна изменчивая + ежа сборная	12,04	12,81	13,00	14,66
Люцерна изменчивая + костреца безостый	12,59	13,18	13,72	15,41
НСР ₀₅ для фактора А (фон минеральных удобрений) - 0,37				
НСР ₀₅ для фактора Б (травосмесь) - 0,37				
НСР ₀₅ для частных различий - 0,74				
Точность опыта, % - 2,1				

Даже применение борофоски из расчета 272 кг/га (фон $P_{30}K_{35}$) обеспечивало статистически достоверную прибавку урожайности во второй укос. Учитывая, что на второй укос (учёты проводили в конце июля) влияние аммиачной селитры было незначительным и рост урожайности травосмесей можно объяснить действием именно борофоски. Следует отметить, значительное преимущество в урожайности отавы травосмесей с овсяницей луговой, причем на всех фонах удобрений.

Пролонгированное влияние борофоски четко проявилось при формировании третьего укоса люцерно-мятликовых травосмесей (табл. 5).

Таблица 5 – Урожайность люцерно-мятликовых травосмесей III-го года жизни, т/га зелёной массы (третий укос)

Фактор Б (травосмесь)	Фактор А (фон минеральных удобрений)			
	без борофос- ки + N ₃₀	P ₃₀ K ₃₅ + N ₃₀	P ₆₀ K ₇₀ + N ₃₀	P ₁₀₅ K ₁₂₀ + N ₃₀
Люцерна изменчивая + тимopheевка луговая	5,90	7,30	8,12	9,03
Люцерна изменчивая + овсяница луговая	5,41	6,29	7,03	8,04
Люцерна изменчивая + ежа сборная	5,78	7,28	7,19	7,52
Люцерна изменчивая + кострец безостый	5,61	6,92	7,74	7,50
НСР ₀₅ для фактора А (фон минеральных удобрений) - 0,38				
НСР ₀₅ для фактора Б (травосмесь) - 0,38				
НСР ₀₅ для частных различий - 0,82				
Точность опыта, % - 2,84				

Так, при всех изучаемых дозах борофоски получена статистически достоверная прибавка урожайности зелёной массы в сравнении с неудобренным фоном от 1,31 до 3,13 т/га. Надо отметить, что даже применение борофоски в дозе 272 кг/га (фон P₃₀K₃₅) оказывает существенное влияние на урожайность зелёной массы люцерно-мятликовых травосмесей.

Таблица 6 – Урожайность люцерно-мятликовых травосмесей III-го года жизни, т/га зеленой массы (в сумме за три укоса)

Фактор Б (травосмесь)	Фактор А (фон минеральных удобрений)			
	без борофос- ки + N ₃₀	P ₃₀ K ₃₅ + N ₃₀	P ₆₀ K ₇₀ + N ₃₀	P ₁₀₅ K ₁₂₀ + N ₃₀
Люцерна изменчивая + тимopheевка луговая	41,57	46,91	50,23	48,55
Люцерна изменчивая + овсяница луговая	38,73	46,20	49,39	47,18
Люцерна изменчивая + ежа сборная	34,31	39,47	39,66	40,76
Люцерна изменчивая + кострец безостый	30,73	34,61	38,58	42,01
НСР ₀₅ для фактора А (фон минеральных удобрений) - 2,04				
НСР ₀₅ для фактора Б (травосмесь) – 2,04				
НСР ₀₅ для частных различий – 4,69				
Точность опыта, % - 2,91				

В целом в агроклиматических условиях Брянской области, люцерно-мятликовые травосмеси III-го года жизни позволяют получать достаточно высокий выход кормовой массы на серой лесной почве (табл. 6, рис. 4). Так, за вегетацию 2014 года (в сумме за три укоса) в зависимости от состава травосмеси и фона

минерального питания урожайность составила от 31 до 58 т/га зелёной массы. Комплексное применение борофоски и аммиачной селитры дает возможность уже в первый год существенно повысить урожайность люцерно-мятликовых травосмесей. Так, использование даже незначительной дозы борофоски из расчета 272 кг/га ($P_{30}K_{35}$) совместно с аммиачной селитрой (N_{30}) позволило по некоторым травосмесям повысить урожайность от 3,88 до 7,5 т/га зелёной массы. Внесение доз борофоски 545 и 920 кг/га (фоны $P_{60}K_{70}$ и $P_{105}K_{120}$) совместно с аммиачной селитрой дает еще более значительную прибавку урожайности от 8 до 11 т/га.

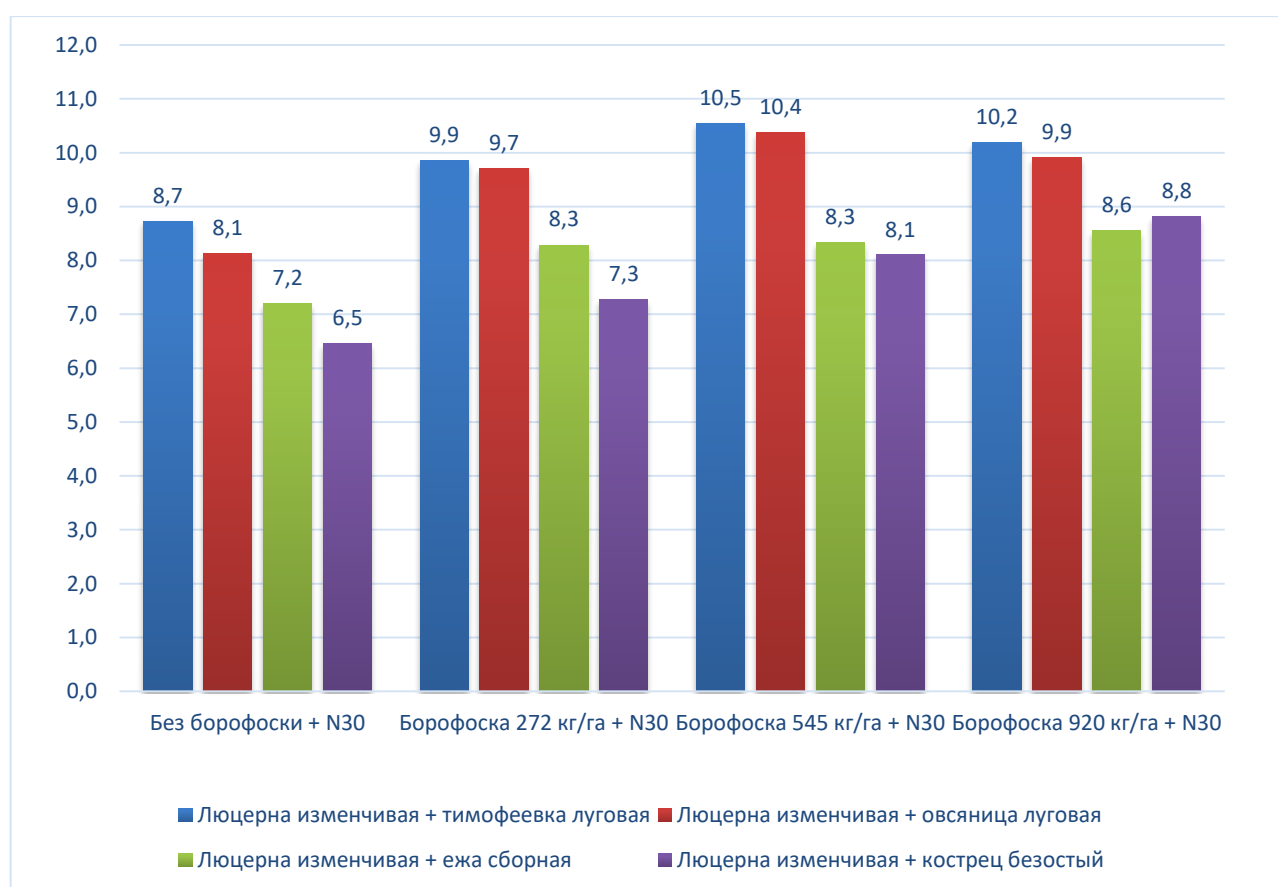


Рисунок 4 – Выход сухого вещества люцерно-мятликовых травосмесей
III-го года жизни, т/га

Применение борофоски совместно с аммиачной селитрой также позволило существенно повысить выход сухого вещества до 10 и более т/га по травосмесям люцерны с тимopheевкой луговой и овсяницей луговой, до 8 и более т/га травосмесям люцерны с ежой сборной. Выход сухого вещества более 8 т/га люцерно-кострцовая

травосмесь обеспечила лишь на фоне борофоски 545 и 920 кг/га.

Внесение борофоски привело к некоторому изменению ботанического состава травостоев третьего года жизни. Так применение удобрений способствовало увеличению доли люцерны на 3-12 п.п. с пропорциональным уменьшением доли мятликовых трав. В целом в структуре урожая травосмесей преобладает люцерна изменчивая от 74,8-81,7 % от общей массы, доля мятликового компонента составляет от 17,8 до 26,9 %, удельный вес сорного разнотравья незначителен от 0,4 до 1,2 %.

В 2015 году (IV-й год жизни), несмотря на малоснежную зиму, перезимовка люцерны и мятликовых трав прошла сравнительно нормально. Рано весной на всех вариантах опыта были проведена азотная подкормка расчетной дозой N_{30} (около 90 кг/га в физическом выражении), а также ранневесеннее боронование. Режим использования люцерно-мятликовых травосмесей IV-го года жизни был переведён на двуукосную схему, выполнен весь комплекс технологических мероприятий по заготовке сена.

Опыты показали, что последствие борофоски в комплексе с аммиачной селитрой, внесенной в год исследований, позволило существенно повысить урожайность зеленой массы люцерно-мятликовых травосмесей в сравнении с фоном без внесения борофоски (табл. 6). Так даже последствие дозы борофоски из расчета 272 кг/га на второй год применения обеспечивает статистически достоверную прибавку от 2,09 до 3,16 т/га зеленой массы.

Таблица 7 – Урожайность люцерно-мятликовых травосмесей IV-го года жизни, т/га зеленой массы (первый укос)

Фактор Б (травосмесь)	Фактор А фон удобрений			
	без борофоски + N ₃₀	последствие P ₃₀ K ₃₅ + N ₃₀	последствие P ₆₀ K ₇₀ + N ₃₀	последствие P ₁₀₅ K ₁₂₀ + N ₃₀
Люцерна изменчивая + тимофеевка луговая	18,72	20,81	23,48	25,70
Люцерна изменчивая + овсяница луговая	20,54	23,19	25,10	24,85
Люцерна изменчивая + ежа сборная	18,52	21,40	23,21	22,59
Люцерна изменчивая + кострец безостый	18,97	22,13	23,30	23,81
НСР ₀₅ для фактора А (фон минеральных удобрений) - 1,58				
НСР ₀₅ для фактора Б (травосмесь) - 1,58				
НСР ₀₅ для частных различий - 3,12				
Точность опыта, % - 2,90				

Наиболее высокий эффект от незначительной дозы последствия борофоски наблюдался на травосмеси люцерны и костреца безостого. Последствие доз борофоски 545 и 920 кг/га (фоны P₆₀K₇₀ и P₁₀₅K₁₂₀) совместно с аммиачной селитрой дает еще более значительную прибавку урожайности от 4,76 до 6,98 т/га. Необходимо отметить, что наиболее высокая прибавка урожайности первого укоса от последствия доз борофоски 545 и 920 кг/га в комплексе с аммиачной селитрой проявилась на травосмеси люцерны и тимофеевки луговой (табл. 7).

Учет урожайности второго укоса люцерно-мятликовых травосмесей IV-го года жизни наглядно показал эффективность последствия изучаемых доз борофоски (табл. 8).

Таблица 8 – Урожайность люцерно-мятликовых травосмесей IV-го года жизни, т/га зеленой массы (второй укос)

Фактор Б (травосмесь)	Фактор А фон удобрений			
	без борофоски + N ₃₀	последствие P ₃₀ K ₃₅ + N ₃₀	последствие P ₆₀ K ₇₀ + N ₃₀	последствие P ₁₀₅ K ₁₂₀ + N ₃₀
Люцерна изменчивая + тимофеевка луговая	12,81	14,20	18,02	18,87
Люцерна изменчивая + овсяница луговая	15,18	19,67	20,34	22,03
Люцерна изменчивая + ежа сборная	14,42	18,33	20,59	20,41
Люцерна изменчивая + кострец безостый	13,39	16,42	19,60	18,36
НСР ₀₅ для фактора А (фон минеральных удобрений) - 0,51				
НСР ₀₅ для фактора Б (травосмесь) - 0,51				
НСР ₀₅ для частных различий - 0,98				
Точность опыта, % - 2,7				

Так последствие дозы борофоски 272 кг/га обеспечивает статистически достоверную прибавку урожайности зеленой массы в сравнении с неудобренным фоном от 1,39 до 4,49 т/га, в зависимости от травосмеси. Последствие доз борофоски 545 и 920 кг/га (фоны $P_{60}K_{70}$ и $P_{105}K_{120}$) дает еще более значительную прибавку урожайности от 5,16 до 6,85 т/га.

В целом оценивая эффективность первого года последствия борофоски в комплексе с аммиачной селитрой (N_{30}) можно констатировать статистически достоверное положительное влияние данного агроприема на суммарную урожайность кормовой массы за вегетацию 2015 года (табл. 9). Последствие борофоски в дозе 272 кг/га позволило повысить урожайность в разрезе изучаемых травосмесей от 3,5 до 7,1 т/га. Последствие доз борофоски 545 и 920 кг/га обеспечивает еще более значительную прибавку урожайности от 10,5 до 13,0 т/га зеленой массы. Так же надо отметить, что достоверных различий по урожайности зеленой массы в сумме за два укоса от последствия фонов $P_{60}K_{70}$ и $P_{105}K_{120}$ не наблюдается по большинству изучаемых травосмесей. Исключение составляет травосмесь люцерны и тимopheевки луговой, урожайность зеленой массы которой на фоне $P_{105}K_{120}$ наиболее высокая около 45 т/га.

Таблица 9 – Урожайность люцерно-мятликовых травосмесей IV-го года жизни, т/га зеленой массы (в сумме за два укоса)

Фактор Б (травосмесь)	Фактор А (фон минеральных удобрений)			
	без борофоски + N_{30}	последствие $P_{30}K_{35}$ + N_{30}	последствие $P_{60}K_{70}$ + N_{30}	последствие $P_{105}K_{120}$ + N_{30}
Люцерна изменчивая + тимopheевка луговая	31,53	35,01	41,50	44,57
Люцерна изменчивая + овсяница луговая	35,72	42,86	45,44	46,88
Люцерна изменчивая + ежа сборная	32,94	39,73	43,80	43,00
Люцерна изменчивая + кострец безостый	32,36	38,55	42,90	42,17
НСР ₀₅ для фактора А (фон минеральных удобрений) - 1,98				
НСР ₀₅ для фактора Б (травосмесь) – 1,98				
НСР ₀₅ для частных различий – 4,57				
Точность опыта, % - 3,01				

Эффект от первого года последействия борофоски положительно отразился и на выходе сухого вещества (рис. 5). Азотная подкормка без последействия борофоски позволяет получить от 8 до 9 т/га сухого вещества, последействие борофоски в дозе 272 кг/га совместно с аммиачной селитрой обеспечивает прибавку на 11 % и более. Последействие доз борофоски 545 и 920 кг/га обеспечивает выход сухого вещества более 10,5-11,0 т/га.

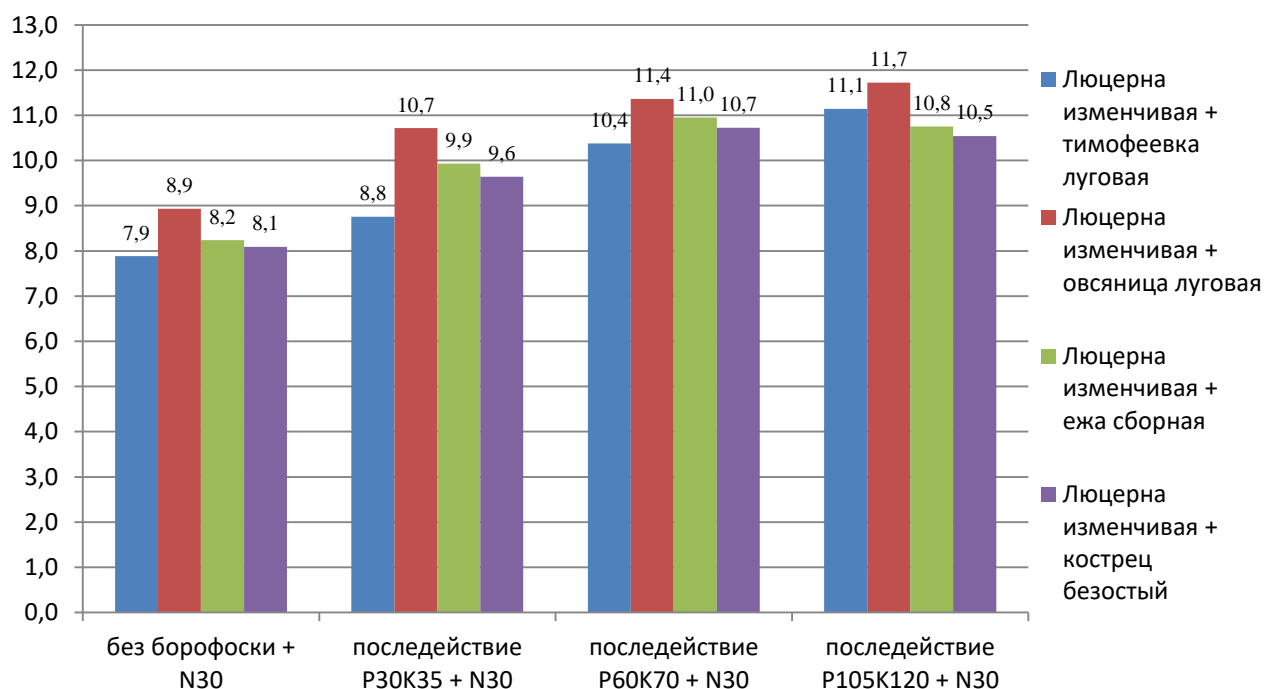


Рисунок 5 – Выход сухого вещества люцерно-мятликовых травосмесей IV-го года жизни, т/га

В 2016 году (V-й год жизни) люцерна изменчивая, кострец безостый и ежа сборная перезимовали хорошо, овсяница луговая и тимфеевка луговая из травостоя в значительной мере выпали. Рано весной на всех вариантах опыта была проведена азотная подкормка расчетной дозой N_{30} (около 90 кг/га аммиачной селитры в физическом выражении), а также ранневесеннее боронование. Люцерно-мятликовые травосмеси V-го года жизни использовались по двукосной схеме для заготовки сена.

Второй год последействия борофоски в дозах 545 и 920 кг/га в комплексе с ранневесенней азотной подкормкой, позволяет получать статистически достоверную прибавку урожая зеленой массы люцерно-мятликовых травосмесей в сравне-

нии с фоном без применения борофоски (табл. 10). Последствие дозы борофоски из расчета 272 кг/га на третий год применения как правило не обеспечивает статистически достоверную прибавку.

Таблица 10 – Урожайность люцерно-мятликовых травосмесей V-го года жизни, т/га зеленой массы (первый укос)

Фактор Б (травосмесь)	Фактор А фон удобрений			
	без борофоски + N ₃₀	2-й год после- действия P ₃₀ K ₃₅ + N ₃₀	2-й год после- действия P ₆₀ K ₇₀ + N ₃₀	2-й год после- действия P ₁₀₅ K ₁₂₀ + N ₃₀
Люцерна изменчивая + тимофеевка луговая	15,34	16,79	21,05	23,65
Люцерна изменчивая + овсяница луговая	16,02	17,14	21,61	23,94
Люцерна изменчивая + ежа сборная	18,29	19,81	22,97	24,30
Люцерна изменчивая + кострец безостый	19,15	20,23	23,12	25,07
НСР ₀₅ для фактора А (фон минеральных удобрений) - 1,49				
НСР ₀₅ для фактора Б (травосмесь) - 1,49				
НСР ₀₅ для частных различий – 2,97				
Точность опыта, % - 3,01				

Наиболее высокая прибавка урожайности от второго года последствия доз борофоски 545 и 920 кг/га наблюдалась на травосмесях люцерны с тимофеевкой луговой и овсяницей луговой от 5,59 до 8,31 т/га. Эффект от второго года последствия борофоски на травосмесях люцерны с ежой сборной и кострецом безостым был менее существенным, хотя данные травосмеси в целом на 6-10 % оказались более урожайными. Данная тенденция связана, с тем, что к пятому году жизни растения тимофеевки и овсяницы из травостоев выпали, а урожай травостоев формировался в основном за счет люцерны.

Учет урожайности отавы травосмесей V-го года жизни еще раз подтверждает эффективность пролонгированного действия высоких доз борофоски (табл. 11). При этом последствие минимальной дозы борофоски обеспечивает, хоть и незначительную, но достоверную прибавку урожайности.

Последствие доз борофоски 545 и 920 кг/га позволяет повысить урожайность отавы люцерно-мятликовых травосмесей V-го года жизни на 34-45 % в сравнении с фо-

ном без её использования. Так же надо отметить более высокую урожайность отавы около 20 т/га травосмесей люцерны с ежой сборной и кострцом безостым.

Таблица 11 – Урожайность люцерно-мятликовых травосмесей V-го года жизни, т/га зеленой массы (второй укос)

Фактор Б (травосмесь)	Фактор А фон удобрений			
	без борофоски + N ₃₀	последствие P ₃₀ K ₃₅ + N ₃₀	последствие P ₆₀ K ₇₀ + N ₃₀	последствие P ₁₀₅ K ₁₂₀ + N ₃₀
Люцерна изменчивая + тимофеевка луговая	12,05	13,12	16,20	17,44
Люцерна изменчивая + овсяница луговая	12,37	13,23	17,03	17,95
Люцерна изменчивая + ежа сборная	13,58	15,64	18,78	20,15
Люцерна изменчивая + кострец безостый	14,01	15,90	19,23	20,34
НСР ₀₅ для фактора А (фон минеральных удобрений) - 0,93				
НСР ₀₅ для фактора Б (травосмесь) - 0,93				
НСР ₀₅ для частных различий – 1,87				
Точность опыта, % - 2,83				

Оценивая эффективность второго года последствия борофоски в комплексе с аммиачной селитрой (N₃₀) можно констатировать достоверное положительное влияние данного агроприема на урожайность кормовой массы за вегетацию 2016 года (табл. 12, рис. 3).

Таблица 12 – Урожайность люцерно-мятликовых травосмесей V-го года жизни, т/га зеленой массы (в сумме за два укоса)

Фактор Б (травосмесь)	Фактор А (фон минеральных удобрений)			
	без борофоски + N ₃₀	2-й год после- действия P ₃₀ K ₃₅ + N ₃₀	2-й год после- действия P ₆₀ K ₇₀ + N ₃₀	2-й год после- действия P ₁₀₅ K ₁₂₀ + N ₃₀
Люцерна изменчивая + тимофеевка луговая	27,39	29,91	37,25	41,09
Люцерна изменчивая + овсяница луговая	28,39	30,37	38,64	41,89
Люцерна изменчивая + ежа сборная	31,87	35,45	41,75	44,45
Люцерна изменчивая + кострец безостый	33,16	36,13	42,35	45,41
НСР ₀₅ для фактора А (фон минеральных удобрений) - 1,73				
НСР ₀₅ для фактора Б (травосмесь) – 1,73				
НСР ₀₅ для частных различий – 4,40				
Точность опыта, % - 2,85				

Урожайность изучаемых травосмесей за счет второго года последействия борофоски в дозе 272 кг/га повысилась несущественно от 2,0 до 3,6 т/га, практически в пределах статистической достоверности. Последействие доз борофоски 545 и 920 кг/га обеспечивает более значительную прибавку урожайности от 9,2 до 13,7 т/га зеленой массы. Наиболее высокую урожайность 41-45 т/га зеленой массы травосмеси формировали на фоне последействия борофоски в дозе 920 кг/га.

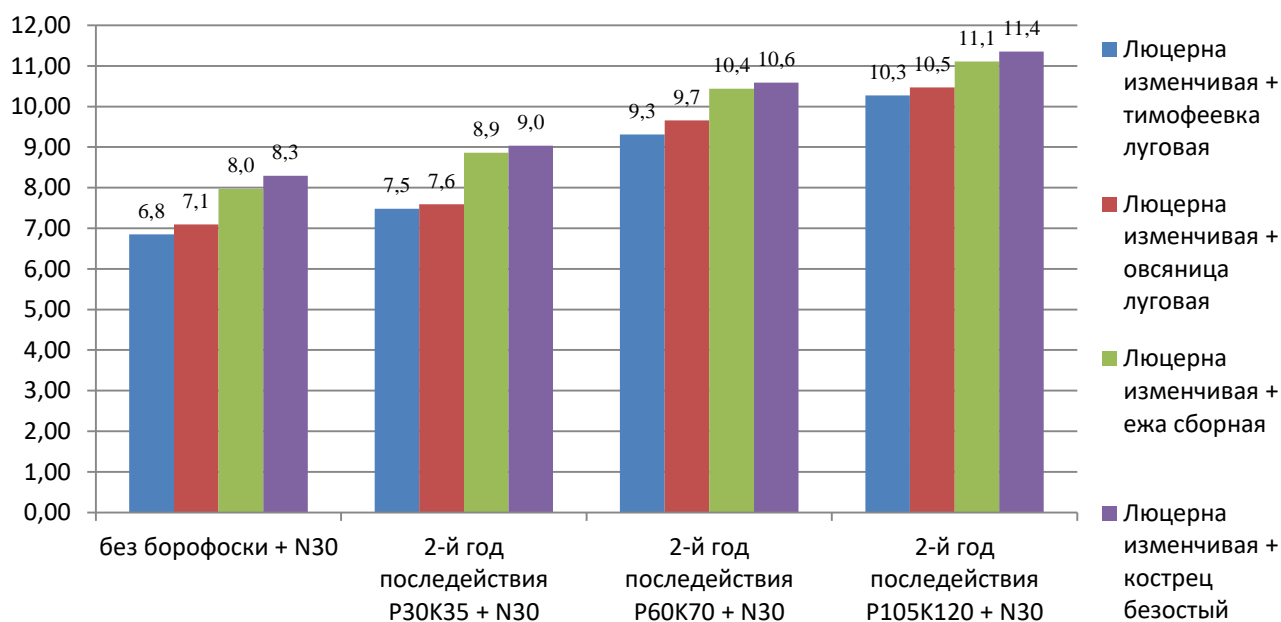


Рисунок 6 – Выход сухого вещества люцерно-мятликовых травосмесей V-го года жизни, т/га

Эффект от второго года последействия борофоски положительно отразился и на выходе сухого вещества люцерно-мятликовых травосмесей (рис. 6). Одна азотная подкормка позволяет получить от 6,9 до 8,3 т/га сухого вещества, на фоне последействия борофоски в дозе 272 кг/га выход сухого вещества составил от 7,5 до 9,0 т/га. Последействие доз борофоски 545 и 920 кг/га совместно с азотной подкормкой обеспечивает выход сухого вещества от 9,3 до 11,4 т/га.

В целом, люцерно-мятликовые травосмеси за III-V годы пользования (в среднем за 2014-2016 гг.) на серой лесной почве Центрального региона, обеспечивают выход 40-45 т/га зеленой массы и 10-11 т/га сухого вещества при разовом применении борофоски в дозах 545 и 920 кг/га совместно с ежегодной азотной подкормкой (табл. 13).

Таблица 13 – Выход кормовой массы люцерно-мятликовых травосмесей за III-V годы пользования (в среднем за 2014-2016 гг.), т/га

Фактор Б (травосмесь)	Фактор А (фон минеральных удобрений)			
	без борофоски + N ₃₀	фон P ₃₀ K ₃₅ + N ₃₀	фон P ₆₀ K ₇₀ + N ₃₀	фон P ₁₀₅ K ₁₂₀ + N ₃₀
Люцерна изменчивая + тимофеевка луговая	<u>33,50</u> 8,37	<u>37,28</u> 9,32	<u>42,99</u> 10,75	<u>44,74</u> 11,18
Люцерна изменчивая + овсяница луговая	<u>34,28</u> 8,57	<u>39,81</u> 9,95	<u>44,49</u> 11,12	<u>45,32</u> 11,33
Люцерна изменчивая + ежа сборная	<u>33,04</u> 8,26	<u>38,22</u> 9,55	<u>41,74</u> 10,43	<u>42,74</u> 10,68
Люцерна изменчивая + кострец безостый	<u>32,08</u> 8,02	<u>36,43</u> 9,11	<u>41,28</u> 10,32	<u>43,20</u> 10,80
Примечание – числитель выход зеленой массы, т/га				
знаменатель выход сухого вещества, т/га				

Следует иметь в виду, что к пятому году жизни продуктивность люцерно-мятликовых травостоев на фоне только азотной подкормки существенно снижается. Однократное применение на люцерно-мятликовых травостоях третьего года жизни борофоски в дозах 545 и 920 кг/га совместно с ежегодной азотной подкормкой N₃₀ позволяет сохранить высокое продуктивное долголетие травостоев при среднесрочном использовании.

3.2. Урожайность зеленой массы одновидовых и смешанных агроценозов многолетних трав на дерново-подзолистой почве

Проведенными исследованиями в полевом эксперименте Новозыбковского стационара установлено, что погодно-климатические условия периодов вегетации оказали заметное влияние на формирование условий урожайности кормовых культур (табл. 14).

Таблица 14 – Влияние минеральных удобрений на урожайность зеленой массы однолетних и смешанных агроценозов многолетних трав, т/га (первый укос 2013-2015 гг.)

Культура	Вариант																			
	Контроль				Р ₆₀ К ₆₀				Р ₆₀ К ₇₅				Р ₆₀ К ₉₀				Р ₆₀ К ₁₀₅			
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее
Люцерна изменчивая	16,2	11,5	15,8	14,5	18,8	12,6	18,4	16,6	20,1	13,3	19,9	17,8	21,8	14,6	21,6	19,3	24,8	15,1	24,3	21,4
Кострец безостый	12,9	11,0	12,6	12,2	14,6	11,8	13,9	13,4	16,2	12,4	15,6	14,7	17,1	13,0	16,8	15,6	17,8	13,6	17,3	16,2
Тимофеевка луговая	9,8	7,8	11,9	9,8	12,6	9,3	12,8	11,6	14,4	10,6	14,6	13,2	16,9	12,2	16,2	15,1	17,7	13,1	17,0	15,9
Люцерна + кострец	29,6	15,8	29,2	24,9	31,8	16,3	31,7	26,6	33,7	17,9	33,5	28,4	34,8	18,7	35,1	29,5	35,1	19,5	36,0	30,2
Люцерна + тимopheевка	28,3	14,4	28,9	23,9	30,8	14,9	31,2	25,6	32,9	16,5	33,4	27,6	34,6	17,9	34,5	29,0	35,0	18,8	35,0	29,6
Примечание: НСР ₀₅ т/га частн. 1,7; 0,8; 1,1																				
НСР ₀₅ т/га факт.А. 0,7; 0,3; 0,5																				
НСР ₀₅ т/га факт.В. 0,7; 0,3; 0,5																				

Среди изучаемых культур в наших опытах люцерна изменчивая по уровню урожайности зеленой массы в одновидовом посеве превосходила мятликовые травы. В контрольном варианте в среднем за 3 года опытов урожайность зеленой массы люцерны первого укоса составила 14,5 т/га. Применение фосфорно-калийного удобрения в последовательно-возрастающих дозах калия заметно повышало урожайность зеленой массы люцерны при максимальном уровне 21,4 т/га в варианте $P_{60}K_{120}$.

Мятликовые травы кострец безостый и тимopheевка луговая явно уступали люцерне изменчивой по уровню урожайности зеленой массы первого укоса. Так, урожайность зеленой массы костреца безостого по изучаемым вариантам опыта изменялось от 12,9 т/га (контроль) до 16,2 т/га (вариант $P_{60}K_{210}$), а урожайность зеленой массы тимopheевки луговой была еще ниже и по вариантам опыта в годы исследований составила порядка 9,8-15,9 т/га (табл. 15).

В смешанном посеве люцерны с кострцом безостым отмечено повышение урожайности зеленой массы в сравнении с одновидовыми посевами этих кормовых культур. В среднем за годы исследований урожайность зеленой массы люцерно-кострецовой смеси в зависимости от фона удобренности изменялось от 24,9 до 30,2 т/га. Уровень урожайности зеленой массы люцерно-тимopheеchnой травосмеси был несколько ниже и в среднем за годы варьировал от 23,9 до 29,6 т/га. Таким образом, в наших исследованиях самый высокий урожай зеленой массы первого укоса в среднем за годы исследований формировался на основе агрофитоценоза люцерны изменчивой и костреца безостого. В контрольном варианте в среднем он составил 29,9 т/га, а максимальная урожайность формировалась на фоне фосфорно-калийного удобрения $P_{60}K_{210}$ и составила 30,2 т/га. Урожайность зеленой массы многолетних трав во втором укосе в зависимости от видового состава и фона удобренности чистого посева и травосмесей на фоне различной степени удобренности была в 1,2-2,5 раза ниже урожайности многолетних трав первого укоса. Принцип формирования урожайности одновидовых посевов и травосмесей в зависимости от фона минерального питания был таким же, как при формировании урожая первого укоса.

Таблица 15 – Влияние минеральных удобрений на урожайность зеленой массы однолетних и смешанных агроценозов многолетних трав, т/га (второй укос 2013-2015 гг.)

Культура	Вариант																			
	Контроль				Р ₆₀ К ₆₀				Р ₆₀ К ₇₅				Р ₆₀ К ₉₀				Р ₆₀ К ₁₀₅			
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее	2013г	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Люцерна изменчивая	13,2	9,4	12,8	11,8	16,6	10,8	15,9	14,4	18,1	12,1	17,9	16,0	22,8	13,8	21,0	19,2	23,1	14,6	22,8	20,2
Кострец безостый	6,9	5,8	5,6	6,1	7,3	6,9	6,4	6,9	8,6	7,8	7,8	8,1	8,9	8,3	8,3	8,5	9,3	8,9	8,9	9,0
Тимофеевка луговая	6,2	5,2	5,1	5,5	6,8	6,4	6,3	6,5	7,1	6,9	7,4	7,1	7,8	7,3	8,3	7,8	8,6	7,9	8,8	8,4
Люцерна + кострец	8,2	12,6	8,0	9,6	9,4	13,1	9,2	10,6	11,0	14,5	10,9	12,1	11,8	15,1	12,6	13,2	13,2	16,2	17,3	15,6
Люцерна + тимopheевка	9,0	11,8	7,6	9,5	11,8	12,4	8,8	11,0	13,5	13,8	10,2	12,5	15,8	14,6	11,3	13,9	16,2	15,9	14,6	15,6
Примечание: НСР ₀₅ т/га частн. 1,4; 0,7; 0,9																				
НСР ₀₅ т/га факт.А. 0,6; 0,3; 0,4																				
НСР ₀₅ т/га факт.В. 0,6; 0,3; 0,4																				

Таблица 16 – Влияние минеральных удобрений на урожайность зеленой массы однолетних и смешанных агроценозов многолетних трав, т/га (в сумме за 2 укоса 2013-2015 гг.)

Культура	Вариант																			
	Контроль				Р ₆₀ K ₁₂₀				Р ₆₀ K ₁₅₀				Р ₆₀ K ₁₈₀				Р ₆₀ K ₂₁₀			
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее
Люцерна изменчивая	29,4	20,9	28,6	26,2	35,4	23,4	34,3	31,0	38,2	25,4	37,8	33,8	44,6	28,4	42,6	38,5	47,9	29,7	47,1	41,6
Кострец безостый	19,8	16,8	18,2	18,3	21,9	18,7	20,3	20,3	24,8	20,2	23,4	22,8	26,0	21,3	25,1	24,1	27,1	22,5	26,2	25,3
Тимофеевка луговая	16,0	13,0	17,0	15,3	19,4	15,7	19,1	18,1	21,5	17,5	22,0	20,3	24,7	19,5	25,4	23,2	26,3	21,0	25,8	24,4
Люцерна + кострец	37,8	28,4	37,2	34,8	41,2	29,4	40,9	37,2	44,7	32,4	44,4	40,5	49,6	33,8	47,7	43,7	52,6	35,7	53,3	47,2
Люцерна + тимopheевка	37,3	26,2	36,5	33,3	42,6	27,3	40,0	36,6	46,4	30,3	43,6	40,1	46,4	32,5	45,8	41,6	48,2	34,7	49,6	44,2
Примечание: НСР ₀₅ т/га частн. 3,1; 1,5; 2,0																				
НСР ₀₅ т/га факт.А. 1,3; 0,6; 0,9																				
НСР ₀₅ т/га факт.В. 1,3; 0,6; 0,9																				

Самая высокая урожайность как одновидовых агроценозов многолетних трав, так и их смесей в среднем за годы проведения исследований формировалась на фоне применения фосфорно-калийного удобрения в дозе $P_{60}K_{210}$.

Урожайность зеленой массы люцерны изменчивой в сумме за два укоса за годы проведения исследований на контрольном варианте в среднем составила 26,2 т/га (табл. 16). Внесение последовательно возрастающих доз калийного удобрения на фоне дозы фосфора P_{60} приводило к повышению урожайности зеленой массы люцерны изменчивой в среднем с 26,2 до 41,6 т/га, то есть прибавка от фосфорно-калийного удобрения составили 4,6-15,4 т/га. Урожайность зеленой массы костреца безостого в среднем за годы опытов по сумме двух укосов на контрольном варианте составила 18,3 т/га, то есть в 1,4 раза ниже по отношению к урожайности люцерны изменчивой по сумме двух укосов. Применение последовательно увеличивающихся доз калия в составе фосфорно-калийного удобрения также способствовало повышению урожайности зеленой массы костреца безостого, но его эффективность была значительно ниже в сравнении с люцерной изменчивой. В среднем за годы исследований урожайность зеленой массы костреца безостого по сумме двух укосов по изучаемым вариантам опыта изменилась от 18,3 до 25,3 т/га. Максимальная прибавка от фосфорно-калийного удобрения составила 7,0 т/га зеленой массы. Анализируя урожайность зеленой массы одновидовых посевов многолетних трав нельзя не отметить того, что урожайность зеленой массы тимopheевки луговой в сумме за 2 укоса была заметно ниже, чем урожайность люцерны изменчивой и костреца безостого. В среднем за годы исследований урожайность зеленой массы тимopheевки луговой изменилась в разрезе изучаемых вариантов опыта по возрастающей от 15,3 до 24,4 т/га. Прибавка урожайности в оптимальном варианте по отношению к контролю составила 9,1 т/га.

Урожайность травостоев смешанных посевов люцерно-мятликовых трав оказалась значительно выше, чем их урожайность в чистом посеве. В среднем за годы исследований урожайность люцерно-кострецовой травосмеси в контрольном варианте была на уровне 34,8 т/га. Прибавка урожайности от возрастающих доз калия в составе фосфорно-калийного удобрения достигла максимума в варианте

$P_{60}K_{210}$ и составляла 12,4 т/га. Урожайность люцерно-тимopheеchnой травосмеси в среднем за годы исследований изменялась по изучаемым вариантам опыта по возрастающей от 33,3 т/га (контроль) до 44,2 т/га в варианте $P_{60}K_{210}$. Прибавка урожайности зеленой массы в сравнении с контролем составила 10,9 т/га, что на 1,5 т/га меньше прибавки урожая полученной в этом же варианте люцерно-кострецовой травосмеси.

Таким образом, при возделывании многолетних люцерно-мятликовых трав на зеленой корм в одновидовом и смешанном посеве на фоне фосфорно-калийного удобрения максимальную продуктивность 47,2 т/га в среднем за три года исследований обеспечивает люцерно-кострецовая травосмесь, за нею следует с урожайностью зеленой массы 44,2 т/га люцерно-тимopheеchnый агроценоз.

3.2.1. Урожайность сена одновидовых и смешанных агроценозов многолетних трав на дерново-подзолистой почве

Проведенными исследованиями установлено, что наиболее высокая урожайность сена многолетних кормовых трав в среднем за годы опыта №2, как в первом, так и во втором укосах по изучаемым вариантам получена в более благоприятных метеорологических условиях вегетации (2013 и 2015) годы (табл. 17, 18). Учет урожайности сена многолетних трав в одновидовом (чистом) посеве показал, что наибольшую продуктивность в разрезе изучаемых фонов минеральных удобрений показала люцерна изменчивая. Урожайность сена люцерны изменчивой первого укоса в среднем за годы исследования по вариантам опыта изменялась от 3,10 до 5,31 т/га (табл. 17). Урожайность мятликовых трав была заметно меньшей. Так, урожайность костреца безостого по удобренным вариантам варьировала от 2,6 т/га (контроль) до 3,61 т/га вариант $P_{90}K_{210}$, а урожайность сена тимopheевки луговой изменялась по изучаемым вариантам от 2,0 до 3,50 т/га.

Таблица 17 – Влияние минеральных удобрений на урожайность сена одновидовых и смешанных агроценозов многолетних трав, т/га (первый укос 2013-2015 гг.)

Культура	Вариант																			
	Контроль				Р ₆₀ K ₆₀				Р ₆₀ K ₇₅				Р ₆₀ K ₉₀				Р ₆₀ K ₁₀₅			
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее
Люцерна	3,51	2,30	3,48	3,10	3,96	2,56	4,05	3,52	4,23	2,79	4,58	3,87	6,14	3,07	4,97	4,74	6,87	3,32	5,59	5,31
Кострец	2,82	2,20	2,77	2,60	3,15	2,36	3,06	2,86	3,34	2,60	3,59	3,18	3,61	2,73	3,86	3,42	3,85	2,99	3,98	3,61
Тимофеевка	2,06	1,56	2,38	2,00	2,65	1,86	2,69	2,40	3,02	2,23	3,21	2,75	3,55	2,56	3,58	3,26	3,72	2,88	3,91	3,50
Люцерна + кострец	5,31	3,16	5,84	4,77	6,62	3,26	6,86	5,58	6,93	3,76	7,37	6,08	7,48	3,93	7,79	6,40	7,81	4,29	8,52	6,87
Люцерна + тимopheевка	5,52	2,88	5,78	4,72	6,12	3,02	6,55	5,24	6,60	3,47	7,35	5,81	7,26	3,76	7,59	6,20	7,66	4,14	8,05	6,62
Примечание: НСР ₀₅ т/га частн. 3,7 НСР ₀₅ т/га факт.А. 2,3 НСР ₀₅ т/га факт.В. 2,35																				

Таблица 18 – Влияние минеральных удобрений на урожайность сена одновидовых и смешанных агроценозов многолетних трав, т/га (второй укос 2013-2015 гг.)

Культура	Вариант																			
	Контроль				P ₆₀ K ₆₀				P ₆₀ K ₇₅				P ₆₀ K ₉₀				P ₆₀ K ₁₀₅			
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее
Люцерна	2,65	1,88	2,62	2,38	3,18	2,16	3,51	2,62	3,67	2,54	4,12	3,44	4,86	2,86	4,33	4,02	5,21	3,21	5,16	4,53
Кострец	1,23	1,16	1,11	1,17	1,36	1,38	1,58	1,42	1,49	1,64	1,70	1,61	1,58	1,74	1,83	1,72	1,69	1,96	1,88	1,84
Тимофеевка	1,24	1,04	1,02	1,10	1,36	1,30	1,32	1,53	1,42	1,46	1,63	1,50	1,56	1,58	1,78	1,64	1,81	1,75	2,02	1,86
Люцерна +кострец	2,10	2,53	1,27	1,99	2,34	2,58	1,93	1,95	2,53	3,05	2,27	2,62	3,07	3,07	2,77	2,97	3,37	3,58	3,98	3,64
Люцерна+тимофеевка	1,98	2,37	1,52	1,96	2,71	2,50	1,79	2,33	3,09	2,89	2,24	2,71	3,70	3,06	2,48	3,08	4,37	3,50	3,36	3,74
Примечание: НСР ₀₅ т/га частн. 2, НСР ₀₅ т/га факт.А. 1,0 НСР ₀₅ т/га факт.В. 0,9																				

Более высокую урожайность сена первого укоса обеспечили смешанные посевы люцерны изменчивой с кострцом безостым и тимофеевкой луговой. Урожайность люцерно-кострецовой травосмеси в среднем за годы опыта от последовательно возрастающих доз калия в составе фосфорно-калийного удобрения увеличивалась, достигая максимального значения 6,87 т/га в варианте $P_{60}K_{210}$, прибавка по сравнению с контролем достигала уровня 2,1 т/га. Люцерно-timoфеечная травосмесь по уровню урожайности сена уступала люцерно-кострецовой травосмеси, изменяясь по вариантам опыта в пределах 4,72-6,62 т/га.

Учет урожайности многолетних трав второго укоса, убранных на сено, показал, что во втором укосе по сравнению с первым укосом урожайность оказалась меньше в 1,3-1,9 раза (табл. 18). Урожайность сена люцерны изменчивой во втором укосе в среднем за годы исследований в контрольном варианте составляла 2,38 т/га и под влиянием действия возрастающих доз калия в составе фосфорно-калийного удобрения повышалась до 4,53 т/га на фоне применения $P_{60}K_{210}$.

В контрольном варианте в среднем за годы проведения исследований по уровню урожайности второго укоса люцерны изменчивой превосходила кострцом безостым и тимофеевкой луговую (табл. 18). Урожайность сена многолетних мятликовых трав в контрольном варианте изменилась от 1,10 до 2,38 т/га и определялась биологическими особенностью возделываемых культур. Урожайность многолетних мятликовых трав была ниже урожайности люцерны изменчивой поскольку в значительной степени лимитировалась минеральным азотом. Люцерна как бобовая культура свою потребность в минеральном азоте удовлетворяет за счет симбиотической азотфиксации. Смешанные посеы по сравнению с одновидовыми формировали более высокий урожай сена.

Таблица 19 – Влияние минеральных удобрений на урожайность сена одновидовых и смешанных агроценозов много-
летних трав, т/га (в сумме за 2 укоса 2013-2015 гг.)

Культура	Вариант																			
	Контроль				P ₆₀ K ₁₂₀				P ₆₀ K ₁₅₀				P ₆₀ K ₁₈₀				P ₆₀ K ₂₁₀			
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее
Люцерна изменчивая	6,16	4,18	6,30	5,55	7,14	4,68	7,56	6,46	7,90	5,33	8,70	7,31	11,00	5,93	9,30	8,74	12,22	6,53	10,75	9,85
Кострец безостый	4,05	3,36	3,88	3,76	4,51	3,74	4,59	8,28	4,83	4,24	5,29	4,79	5,19	4,53	5,69	5,37	5,54	4,95	5,86	5,45
Тимофеевка луговая	3,30	2,60	3,40	3,10	4,01	3,76	4,01	3,93	4,44	3,69	4,84	4,32	5,11	4,14	5,37	4,87	5,53	4,63	5,93	5,36
Люцерна + кострец	7,47	5,69	7,11	6,76	7,96	5,84	8,59	7,46	9,46	6,81	9,64	8,63	10,55	7,00	10,56	9,37	11,18	7,87	12,56	10,54
Люцерна + тимофеевка	7,48	5,25	7,30	6,68	8,85	5,52	8,34	7,57	9,69	6,27	9,59	8,52	10,96	6,82	10,07	9,28	12,03	7,64	11,41	10,36
Примечание: НСР ₀₅ т/га частн. 2,2 НСР ₀₅ т/га факт.А. 1,0 НСР ₀₅ т/га факт.В.1,0																				

Среди одновидовых агроценозов многолетних кормовых культур наиболее высокий урожай сена 5,55 т/га на контрольном варианте в сумме за два укоса формировала люцерна изменчивая (табл. 19). Последовательное увеличение доз калия в составе фосфорно-калийного удобрения способствовало повышению урожайности сена люцерны при достижении максимума 9,85 т/га в варианте $P_{60}K_{210}$.

Многолетние мятликовые травы кострец безостый и тимофеевка луговая формировали урожайность сена в контрольном варианте в сумме за два укоса в среднем на уровне 3,76 т/га и 3,10 т/га соответственно, достигая максимума 5,45 т/га и 5,36 т/га при последовательном увеличении доз калия в составе фосфорно-калийного удобрения в варианте $P_{60}K_{210}$.

Более высокую урожайность сена люцерно-мятликовых трав в сумме за два укоса формировали смешанные посевы многолетних трав. Так, урожайность сена люцерно-кострецовой травосмеси на контрольном варианте в сумме за два укоса составляла в среднем 6,76 т/га, повышаясь при последовательном увеличении доз калия в составе фосфорно-калийного удобрения до уровня 10,54 т/га в варианте $P_{60}K_{210}$.

Продуктивность люцерно-тимофеечной травосмеси в сумме за два укоса уступала продуктивности люцерно-кострецового ценоза. В контрольном варианте урожайность сена люцерно-тимофеечной травосмеси формировалась на уровне 6,68 т/га, достигая максимума 10,36 т/га при внесении фосфорно-калийного удобрения в дозе $P_{60}K_{210}$.

Можно сделать вывод, что на дерново-подзолистой почве юго-запада Центрального региона РФ одновидовый ценоз люцерны изменчивой на фоне фосфорно-калийного удобрения в дозе $P_{60}K_{210}$ в среднем за три года по уровню урожайности сена превышал одновидовые посевы костреца безостого и тимофеевки луговой соответственно на 80,7 и 83,4 %. Наибольшую продуктивность при двуукосном использовании обеспечивали смешанные посевы люцерны изменчивой с кострцом безостым и тимофеевкой луговой, при этом максимальную продуктивность при двуукосном использовании в опыте формировала травосмесь люцерны с кострцом безостым – 10,54 т/га.

ГЛАВА 4. БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И КОРМОВАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ОДНОВИДОВЫХ И СМЕШАННЫХ ПОЛЕВЫХ АГРОЦЕНОЗОВ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФОНА МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА СЕРОЙ ЛЕСНОЙ И ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВАХ

Основной целью развития полевого кормопроизводства в современных условиях является повышение качества объёмистых и концентрированных кормов, при обязательном сокращении затрат на их производство, за счёт применения ресурсосберегающих технологий, сохранения и расширения плодородия почв и экологической безопасности агроэкосистем. Крайне низкая продуктивность пашни, экстенсивный уровень ведения вследствие нерациональной структуры посевных площадей, низкая оснащённость высокопроизводительной техникой, по мнению А. С. Шпакова (2007) характеризует современное состояние отрасли.

Вместе с тем для полевого кормопроизводства важнейшую значимость приобретают такие факторы как заготовка, хранение, приготовление и использование кормов, сбалансированное кормление животных по питательным веществам, белку и энергии. Следует учитывать то, что объёмистые корма для животноводства должны иметь энергетическую питательность не менее 10 МДж ОЭ (0,80 корм. ед.) в 1 кг сухого вещества, при содержании свыше 13 % сырого протеина (Косолапов и др., 2010).

По данным ВНИИ кормов (Косолапов и др., 2009) за счёт увеличения концентрации обменной энергии в сухом веществе объёмистых кормов на 1 МДж способствует снижению потребности крупного рогатого скота в концентратах в 2 раза, а увеличение концентрации сырого протеина до 13-14 % в сухом веществе исключает использование белковых кормов при удое 4-4,5 тыс. кг молока. За счёт этого в масштабах всей страны можно сократить расход концентрированных кормов на 5,8 млн. тонн, в том числе 5 млн. тонн фуражного зерна и 0,8 млн. тонн белковых кормов с содержанием 240 тыс. тонн кормового белка. Из-за низкого

качества объемистых кормов отмечается повышенный расход концентратов. При производстве молока перерасход их составляет более 30 %, а доля прироста крупного рогатого скота – около 50 % (Косолапов, Трофимов, 2011).

Расчеты показывают, что в настоящее время дефицит протеина в кормовом зерне составляет 1,7 млн. тонн или 37 % от нормы, а в сухом веществе зеленой массы для производства объемистых кормов содержание сырого протеина не превышает 10-12 % при норме 14-15 %. Сократить дефицит протеина позволит увеличение доли зернобобовых в валовом сборе кормового зерна с 2,9 до 12 %, а увеличение доли бобового и бобово-мятликового растительного сырья до 70 % обеспечит содержание сырого протеина в сухом веществе объемистых кормов 14-15 % (Шпаков, 2007).

Одним из наиболее эффективных факторов, оказывающих значительное влияние на продуктивность и качество производимых кормов на основе многолетних трав, являются минеральные удобрения, которые способны направленно менять процессы синтеза и способствуют накоплению в растениях в большом количестве белков, витаминов, жиров, макро- и микроэлементов. Достижению наиболее высоких показателей качества благоприятствует научно-обоснованное применение минеральных удобрений (Кореньков, 1999; Бельченко, 2007; Харкевич, 2011; Чесалин, 2013; Шаповалов и др., 2015; Сердюкова, 2017).

4.1. Содержание сырого протеина в сухом веществе люцерно-мятликовых травосмесей на серой лесной почве

Проведенными лабораторно-аналитическими исследованиями установлено, что содержание сырого протеина в сухом веществе люцерно-мятликовых травосмесей, возделываемых на опытном поле Брянского ГАУ, в определённой степени зависело, как от видового состава травосмеси, так и от уровня минерального питания на серой лесной почве (табл. 20). Необходимо отметить, что содержание сырого протеина в сухом веществе возделываемых люцерно-мятликовых травосмесей

смесей возрастало под действием применяемых минеральных удобрений. Так, на варианте без применения борофоски существенного различия по содержанию сырого протеина в сухом веществе люцерно-мятликовых травосмесей не отмечено, однако с увеличением дозы борофоски в комплексе с азотным удобрением содержание сырого протеина в сухом веществе первого укоса в среднем за годы исследований повышалось более чем на 1 % независимо от вида травосмесей. Содержание сырого протеина в сухом веществе люцерно-тимофеечной травосмеси по удобренным вариантам изменялось в пределах 18,46-19,86 %. Содержание сырого протеина в сухом веществе травосмеси на основе люцерны изменчивой и овсяницы луговой изменялось по изучаемым вариантам опыта от 18,52 до 19,88 %, а величина сбора его с 1 га варьировала в пределах 0,974 – 1,258 т/га. По содержанию сырого протеина в сухом веществе травосмеси люцерны изменчивой с ежой сборной и люцерно-кострецовой травосмеси существенного различия не отмечено, однако по уровню урожайности сухого вещества с 1 га преимущество было за люцерно-тимофеечной и люцерно-овсяницей травосмесями и в связи с этим размеры сборов сырого протеина в сухом веществе этих травосмесей были несколько ниже. Сбор сырого протеина в сухом веществе травосмеси люцерны изменчивой и ежи сборной составлял 0,902 – 1,163 т/га, люцерно-кострецовой травосмеси был на уровне 0,805 – 1,165 т/га.

Таблица 20 – Содержание сырого протеина в сухом веществе люцерно-мятликовых агроценозов
(среднее за 2014-2016 гг.)

Культура	Содержание сырого протеина, %				Сбор сырого протеина, т/га			
	Без боро- фоски+N ₃₀	Фон P ₃₀ K ₃₅ +N ₃₀	Фон P ₆₀ K ₇₀ +N ₃₀	Фон P ₁₀₅ K ₁₂₀ +N ₃₀	Без боро- фоски+N ₃₀	Фон P ₃₀ K ₃₅ +N ₃₀	Фон P ₆₀ K ₇₀ +N ₃₀	Фон P ₁₀₅ K ₁₂₀ +N ₃₀
Первый укос								
Люцерна изменчивая + Тимофеевка луговая	18,46	19,32	19,65	19,86	0,956	1,137	1,254	1,321
Люцерна изменчивая + Овсяница луговая	18,52	19,48	19,73	19,88	0,974	1,255	1,296	1,258
Люцерна изменчивая + Ежа сборная	18,56	18,98	19,68	19,94	0,902	1,040	1,126	1,163
Люцерна изменчивая + Кострец безостый	18,63	19,26	19,74	19,82	0,805	1,005	1,113	1,165
Второй укос								
Люцерна изменчивая + Тимофеевка луговая	16,73	17,36	17,52	17,65	0,534	0,597	0,766	0,799
Люцерна изменчивая + Овсяница луговая	16,64	17,26	17,58	17,68	0,551	0,606	0,800	0,887
Люцерна изменчивая + Ежа сборная	16,66	17,32	17,62	17,74	0,566	0,705	0,830	0,860
Люцерна изменчивая + Кострец безостый	16,74	17,28	17,56	17,83	0,619	0,672	0,822	0,877

Таблица 21 – Содержание сырого протеина в сухом веществе люцерно-мятликовых агроценозов в сумме за два укоса (среднее за 2014-2016 гг.)

Вариант Культура	Сбор сырого протеина, т/га			
	Без борофоски +N ₃₀	Фон P ₃₀ K ₃₅ +N ₃₀	Фон P ₆₀ K ₇₀ +N ₃₀	Фон P ₁₀₅ K ₁₂₀ +N ₃₀
Люцерна изменчивая +тимофеевка луговая	1,490	1,734	2,020	2,120
Люцерна изменчивая +овсяница луговая	1,525	1,861	2,096	2,145
Люцерна изменчивая +ежа сборная	1,468	1,745	2,126	2,023
Люцерна изменчивая +кострец безостый	1,424	1,677	1,935	2,042

Во втором укосе смешанных посевов многолетних трав содержание сырого протеина в сухом веществе по изучаемым вариантам опыта было ниже по сравнению с первым укосом, но принцип действия минеральных удобрений на содержание сырого протеина в сухом веществе был таким же, как и в первом укосе. Наиболее высокие сборы сырого протеина с 1 га отмечены в варианте с максимальной дозой борофоски (в д. в. P₁₀₅K₁₂₀) в комплексе с азотным удобрением N₃₀. В зависимости от вида люцерно-мятликовой травосмеси выход сырого протеина в этом варианте составлял 0,799 – 0,877 т/га.

В сумме за два укоса в среднем за годы исследований наиболее высокий выход сырого протеина с 1 га отмечен на варианте с максимальной дозой фосфорно-калийного удобрения P₁₀₅K₁₂₀ в последствии в комплексе с дозой азота N₃₀ (табл. 21). По размерам сбора сырого протеина с 1 га выделялась травосмесь на основе люцерны изменчивой и овсяницы луговой, где сбор сырого протеина составил 2,145 т/га.

4.1.1. Химический состав сухого вещества люцерно-мятликовых травосмесей на серой лесной почве

Проведенные лабораторно-аналитические исследования свидетельствуют о том, что химический состав сухого вещества первого укоса люцерно-мятликовых травосмесей определялся как видовым составом этих агроценозов, так и действием минеральных удобрений. Минеральные удобрения оказали заметное положительное влияние на изменение химического состава сухого вещества возделываемых смешанных посевов многолетних трав (табл. 22). Следует отметить, что содержание сырой клетчатки, сырой золы, сырого жира было более высоким в сухом веществе смешанных посевов второго укоса. Наиболее низкое содержание сырой клетчатки, сырой золы, сырого жира отмечено в сухом веществе люцерно-овсяницевой травосмеси, как в первом, так и во втором укосе, а наиболее высоким содержанием этих показателей отличалась люцерно-тимофеечная травосмесь. Под влиянием минеральных удобрений содержание сырого протеина в сухом веществе люцерно-мятликовых травосмесей снижалось. Содержание сырой клетчатки в сухом веществе первого укоса люцерно-тимофеечной травосмеси по вариантам опыта изменялось от 28,18 до 29,85 %, содержание сырой золой от 8,42 до 8,92 %, сырого жира от 2,61 до 3,46 %, а содержание БЭВ уменьшалось с 32,30 до 27,91 %.

В сухом веществе второго укоса люцерно-тимофеечной травосмеси содержание сырой клетчатки повышалось с 28,52 % до 29,92 % в варианте с максимальной дозой минерального удобрения (фон $P_{105}K_{120}+N_{30}$). Содержание сырой золы по вариантам опыта повышалось с 8,53 % до 8,98 %, содержание сырого жира увеличивалось с 2,61 до 3,54 %, а содержание БЭВ снижалось с 33,54 до 29,91 %. В сухом веществе люцерно-овсяницевой травосмеси первого укоса содержание сырой клетчатки по вариантам составляло 26,38-27,48 %, сырой золы 8,24-9,12 %, сырого жира 2,42-2,86 %. Содержание БЭВ снижалось с 34,44 до 30,66 %. Во втором укосе значение этих показателей было несколько выше. Так, содержание сырой клетчатки составляло по вариантам опыта 26,42-27,54 %, содержание сырой золы изменялось от 8,24 до 9,12 % содержание сырого жира составляло 2,56-2,94 %, содержа-

ние БЭВ 36,02-32,54 %.

По химическим показателям травосмесь на основе люцерны изменчивой и ежи сборной превосходила люцерно-овсяницевую травосмесь, но уступала люцерно-тимофеечной травосмеси, как в первой, так и во втором укосе. В первом укосе содержание сырой клетчатки в сухом веществе травосмеси люцерны с ежой сборной составляло 27,56-29,38 %, содержание сырой золы по вариантам опыта варьировало в пределах 8,36-9,18 %, сырого жира изменялась в пределах 2,46-2,98 %, содержание БЭВ составило от 33,06 % до 28,52 %. Во втором укосе показатели химического состава были выше. Так, содержание сырой клетчатки по вариантам опыта составляло 27,72-29,54 %, содержание сырой золы 8,51-9,44 %, сырого жира 2,80-2,96 %. Содержание БЭВ снижалось с 34,31 % до 30,32 %. Показатели химического состава сухого вещества люцерно-кострецовой травосмеси в сравнении с химическим составом сухого вещества в травосмеси люцерны с ежой сборной были ниже. Содержание сырой клетчатки в сухом веществе первого укоса люцерно-кострецовой травосмеси варьировало в пределах 27,48-28,22 %, содержание сырой золы по вариантам опыта изменялось от 8,72 до 9,24 %, сырого жира от 2,76 до 3,25 %, БЭВ от 32,41 до 29,47 %. Во втором укосе эти показатели были выше и составляли по вариантам опыта: сырой клетчатки порядка 27,86-28,36 %, сырой золы 8,48-9,38 %, сырого жира 2,86-3,18 %, БЭВ 34,06-31,25 %.

Таким образом, в среднем за годы исследований наиболее высокие показатели химического состава сухого вещества люцерно-мятликовых травосмесей, как первого, так и второго укосов получены в варианте с внесением борофоски в дозе $P_{105}K_{120}$ совместно с азотной подкормкой в дозе N_{30} .

Таблица 22 - Химический состав сухого вещества люцерно-мятликовых травосмесей, % (среднее за 2014-2016 гг.)

Культура	Вариант															
	Без борофоски+N ₃₀				Фон P ₃₀ K ₃₅ +N ₃₀				Фон P ₆₀ K ₇₀ +N ₃₀				Фон P ₁₀₅ K ₁₂₀ +N ₃₀			
	Сырая клетчатка	Сырая зола	Сырой жир	БЭВ	Сырая клетчатка	Сырая зола	Сырой жир	БЭВ	Сырая клетчатка	Сырая зола	Сырой жир	БЭВ	Сырая клетчатка	Сырая зола	Сырой жир	БЭВ
Первый укос																
Люцерна изменчивая + Тимофеевка луговая	28,18	8,42	2,62	32,33	28,46	8,52	3,26	30,42	28,72	8,72	3,34	29,57	29,85	8,92	3,46	27,91
Люцерна изменчивая + Овсяница луговая	26,38	8,24	2,42	34,44	26,44	8,35	2,50	33,23	27,12	8,48	2,64	32,03	27,48	9,12	2,86	30,66
Люцерна изменчивая + Ежа сборная	27,56	8,36	2,46	33,06	27,84	8,38	2,54	32,26	29,18	8,52	2,86	29,76	29,38	9,18	2,98	28,52
Люцерна изменчивая + Кострец безостый	27,48	8,72	2,76	32,41	27,74	8,84	2,83	31,53	27,56	8,98	2,94	30,58	28,22	9,24	3,25	29,47
Второй укос																
Люцерна изменчивая + Тимофеевка луговая	28,52	8,53	2,68	33,54	28,64	8,66	3,54	31,86	28,88	8,84	3,56	31,20	29,92	8,98	3,54	29,91
Люцерна изменчивая + Овсяница луговая	26,42	8,36	2,56	36,02	26,52	8,44	2,58	35,20	27,36	8,56	2,68	33,82	27,54	9,30	2,94	32,54
Люцерна изменчивая + Ежа сборная	27,72	8,51	2,80	34,31	28,53	8,68	2,66	32,81	29,27	8,58	2,98	31,55	29,54	9,44	2,96	30,32
Люцерна изменчивая + Кострец безостый	27,66	8,48	2,86	34,06	27,89	8,59	2,92	33,32	27,94	8,56	2,88	33,06	28,36	9,38	3,18	31,25

4.2. Содержание сырого протеина в сене одновидовых и смешанных агроценозов многолетних трав на дерново-подзолистой почве

Проведенные многолетние исследования показали, что по содержанию сырого протеина в сене одновидовых посевов многолетних трав явное преимущество имела люцерна изменчивая (табл. 23). Следует отметить, что содержание сырого протеина (% на сухое вещество) заметно увеличивалось под влиянием возрастающих доз калия в составе фосфорно-калийного удобрения. Содержание сырого протеина в сене люцерны первого укоса в среднем по вариантам опыта изменялось от 14,26 % (контроль) до 14,90 %, а его сбор с единицы площади увеличивался с 0,442 до 0,791 т/га. Среди мятликовых трав преимущество по содержанию сырого протеина в сене имела тимopheевка луговая из-за медленного отрастания.

Содержание протеина в биомассе тимopheевки луговой варьировало по вариантам опыта в пределах 10,12-10,68 %, а его сбор с 1 га посевной площади составлял от 0,198 до 0,374 т/га. Наименьшее содержание протеина было у костреца безостого. Наиболее высоким содержанием сырого протеина в сене отличалась люцерно-тимopheечная травосмесь, где содержание сырого протеина по вариантам опыта составляло 18,61-19,38 %, но исходя из того, что уровни урожаев сена по вариантам опыта люцерно-кострецовой травосмеси несколько превышали уровни урожаев сена по аналогичным вариантам удобрений люцерно-тимopheечную травосмесь, то по сбору сырого протеина явное преимущество было за люцерно-кострецовой травосмесью.

Во втором укосе многолетних трав также, как и в первом, по содержанию сырого протеина среди кормовых культур выделялась люцерна изменчивая. На контрольном варианте содержания сырого протеина в сене люцерны изменчивой составляла 14,43 %, заметно повышаясь под влиянием возрастающих доз калийного удобрения, достигая максимального значения в варианте $P_{60}K_{105}$ – 14,70 %. На этом варианте отмечен наибольший показатель сбора сырого протеина (0,666 т/га) урожаем сена люцерны. В сене мятликовых трав второго укоса содержание сырого протеина было несколько выше, чем в первом укосе. Это связано с тем,

что во втором укосе травостой мятликовых трав состоял только из вегетативных побегов, а также в связи с повышением содержания свободного азота в почве в результате корневых выделений люцерны (Исаков и др., 2011). Так, содержание сырого протеина в сене костреца безостого по вариантам опыта в зависимости от доз минеральных удобрений изменялось в пределах 9,17-9,83 %, а в сене тимopheвки луговой варьировало от 9,97 до 10,99 %. Соответственно выше был сбор сырого протеина с единицы площади посева.

Содержание сырого протеина в сене люцерно-кострецовой травосмеси изменялось под влиянием возрастающих доз калия от 9,17 до 9,83 %. Выход сырого протеина с урожаем сена люцерно-кострецовой травосмеси в зависимости от внесенных доз минеральных удобрений составил 0,337-0,645 т/га. Содержание сырого протеина в сене люцерно-тимopheеchnой травосмеси было выше, чем в сене люцерно-кострецовой травосмеси по всем изучаемым вариантам доз удобрений. Наиболее высокий сбор сырого протеина в сене люцерно-мятликовых травосмесей обеспечило применение фосфорно-калийного удобрения в дозе $P_{60}K_{105}$. Так, величина сбора сырого протеина урожаем сена люцерно-кострецовой смеси составила на этом варианте 0,645 т/га, а сбор сырого протеина сеном люцерно-тимopheеchnой травосмеси достигал уровня 0,656 т/га.

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что в среднем наиболее высокий сбор сырого протеина среди многолетних трав обеспечивает люцерна изменчивая. Сбор сырого протеина урожаем сена первого укоса смешанных посевов в 1,6-1,7 раза больше, чем урожаем сена люцерны изменчивой и в 3,4 -3,6 раза больше в сравнении с одновидовыми травостоями мятликовых трав. Во втором укосе величина сбора сырого протеина люцерной изменчивой и смешанных посевов была практически на одном уровне, а по величине сборов сырого протеина мятликовые травы в 3,3-3,7 раза уступали люцерне изменчивой в 3,2-3,5 раза смешанным кормовым посевам.

Таблица 23 – Содержание и сбор сырого протеина урожаем сена одновидовых и смешанных агроценозов многолетних трав (сухое вещество, среднее значение за 2013-2015 гг.)

Культура	Содержание сырого протеина, %					Сбор сырого протеина, т/га				
	Контроль	P ₆₀ K ₆₀	P ₆₀ K ₇₅	P ₆₀ K ₉₀	P ₆₀ K ₁₀₅	Контроль	P ₆₀ K ₆₀	P ₆₀ K ₇₅	P ₆₀ K ₉₀	P ₆₀ K ₁₀₅
Первый укос										
Люцерна изменчивая	14,26	14,41	14,46	14,69	14,90	0,442	0,507	0,560	0,696	0,791
Кострец безостый	9,11	9,32	9,51	9,70	9,89	0,237	0,266	0,302	0,331	0,357
Тимофеевка луговая	9,93	10,03	10,31	10,58	10,68	0,198	0,241	0,283	0,345	0,374
Люцерна + Кострец	18,34	18,40	18,55	18,87	19,25	0,875	1,027	1,128	1,208	1,322
Люцерна + Тимофеевка	18,61	18,67	18,88	19,07	19,38	0,878	0,978	1,097	1,182	1,283
Второй укос										
Люцерна изменчивая	14,43	14,49	14,59	14,67	14,70	0,343	0,380	0,502	0,587	0,666
Кострец безостый	9,28	9,42	9,64	9,79	10,07	0,108	0,134	0,155	0,168	0,185
Тимофеевка луговая	10,17	10,47	10,65	10,90	10,99	0,119	0,160	0,160	0,179	0,204
Люцерна + Кострец	16,92	17,11	17,26	17,48	17,73	0,337	0,334	0,452	0,519	0,645
Люцерна + Тимофеевка	16,98	17,10	17,26	17,47	17,53	0,333	0,398	0,468	0,538	0,656

Таблица 24 – Содержание и сбор сырого протеина урожаем сена многолетних трав в одновидовых и смешанных посевах в сумме за два укоса (среднее за 2013-2015 гг.)

Культура	Содержание сырого протеина %					Сбор сырого протеина Т/га				
	Контроль	P ₆₀ K ₁₂₀	P ₆₀ K ₁₅₀	P ₆₀ K ₁₈₀	P ₆₀ K ₂₁₀	Контроль	P ₆₀ K ₁₂₀	P ₆₀ K ₁₅₀	P ₆₀ K ₁₈₀	P ₆₀ K ₂₁₀
Люцерна изменчивая	14,35	14,45	14,53	14,65	14,80	0,786	0,887	1,062	1,283	1,456
Кострец безостый	9,19	9,37	9,57	9,75	9,95	0,347	0,401	0,458	0,501	0,542
Тимофеевка луговая	10,05	10,26	10,48	10,74	10,83	0,312	0,403	0,445	0,526	0,580
Люцерна + Кострец	17,63	17,76	17,91	18,18	18,49	1,192	1,337	1,558	1,703	1,943
Люцерна+Тимофеевка	17,80	17,89	18,07	18,27	18,45	1,189	1,354	1,540	1,695	1,912

В среднем за три года проведения опытов урожаем сена люцерны изменчивой по сумме двух укосов сбор сырого протеина в оптимальном варианте ($P_{60}K_{210}$) составил 1,456 т/га (табл. 24). Сбор сырого протеина урожаем сена костреца безостого в этом варианте был на уровне 0,542 т/га, тимopheевки луговой – 0,580 т/га. Наиболее продуктивной по сбору сырого протеина оказалась люцерно-кострецовая травосмесь в варианте $P_{60}K_{210}$ – 1,943 т/га, люцерно-тимopheечная травосмесь обеспечила сбор сырого протеина на уровне 1,912 т/га. Из этого следует, что люцерно-мятликовые травосмеси имели явное преимущество перед одновидовыми посевами по выходу сырого протеина.

4.2.1. Химический состав сена одновидовых и смешанных агроценозов многолетних трав на дерново-подзолистой почве

Анализ результатов лабораторно-аналитических исследований химического состава корма одновидовых и смешанных агроценозов многолетних трав в зависимости от фона удобренности показал, что применение возрастающих доз калия от K_{120} до K_{210} в составе фосфорно-калийного удобрения способствовало повышению содержания таких показателей химического состава как сырая клетчатка, сырая зола, сырой жир и одновременного снижения содержания БЭВ. Как считает Михайлова (2010) высокое содержание клетчатки и БЭВ в кормах ухудшает их переваримость, поэтому, чем их меньше, тем более эффективнее используется корм животными.

Известно, что сырая клетчатка – это основной энергетический материал в кормах, за счет которого обеспечивается благоприятное протекание всего цикла пищеварения в организме сельскохозяйственных животных. Оптимальное содержание сырой клетчатки в корме для жвачных животных должно быть представлено на уровне 22-27 % в сухом веществе (Чесалин, 2013).

Сырой жир также является источником энергии для животных и важнейшим источником синтеза жирных кислот, содержание которого обычно не пре-

вышает в сухом веществе корма 4,0 % (Михайлова, 2010).

Установлено, что в состав сырой золы входят оксиды и соли минеральных элементов содержание которых определяется видовым составом кормовых растений и обычно составляет в пределах от 5,5 до 9,0 % (Макарцев, 1999).

Фракция БЭВ представлена органическими веществами, которые, как правило, не учитываются при определении основных выше перечисленных показателей химического состава корма (Парахин и др., 2012).

При наличии высокого содержания в сухом веществе растительных кормов сырой клетчатки и БЭВ не способствует улучшению переваримости кормов сельскохозяйственными животными и соответственно снижает получаемый эффект при поедании данного вида корма животными (Михайлова, 2010).

Результаты лабораторно-аналитических исследований показали, что содержание сырой клетчатки в сене люцерны изменчивой по удобренным вариантам опыта в первом укосе изменялось от 31,74 до 33,11 %, во втором от 32,34 до 33,10 % (табл. 25). Наиболее высокое содержание клетчатки в сене мятликовых трав было в первом укосе. Содержание клетчатки в сене костреца безостого в первом укосе составляло 29,97-30,10 %, во втором 27,76-28,82 %, у тимopheевки луговой в первом укосе содержание клетчатки по вариантам опыта изменялось от 28,36 до 29,27 %, во втором укосе от 26,18 до 27,28 %. По содержанию сырой клетчатки люцерно-кострецовая и люцерно-тимopheечная травосмеси, как в первом укосе, так и во втором незначительно различались. Содержание сырой клетчатки в сене люцерно-кострецовой травосмеси по вариантам опыта в первом укосе варьировало в пределах 27,74-28,92 %, в сене второго укоса от 27,79 до 29,41 %. В сене люцерно-тимopheечной травосмеси содержание сырой клетчатки в первом укосе по вариантам опыта составляло 28,94-29,67 %, во втором укосе содержание клетчатки изменялось по вариантам опыта в пределах 28,81-29,66 %.

Таблица 25 – Химический состав сена одновидовых и смешанных агроценозов многолетних трав, %
(среднее за 2013-2015 гг.)

Культура	Вариант																			
	Контроль				P ₆₀ K ₆₀				P ₆₀ K ₇₅				P ₆₀ K ₉₀				P ₆₀ K ₁₀₅			
	Сырая клетчатка	Сырая зола	Сырой жир	БЭВ	Сырая клетчатка	Сырая зола	Сырой жир	БЭВ	Сырая клетчатка	Сырая зола	Сырой жир	БЭВ	Сырая клетчатка	Сырая зола	Сырой жир	БЭВ	Сырая клетчатка	Сырая зола	Сырой жир	БЭВ
Первый укос																				
Люцерна изменчивая	31,74	8,29	3,53	31,25	32,58	8,38	3,58	29,95	32,74	8,42	3,61	29,39	32,95	8,76	3,63	28,50	33,11	8,80	3,65	27,87
Кострец безостый	28,97	6,93	2,53	41,73	29,10	7,00	2,59	40,90	29,30	7,13	2,61	40,22	29,73	7,42	2,64	39,31	30,10	7,53	2,68	38,36
Тимофеевка луговая	28,36	7,90	2,54	40,54	28,70	7,96	2,57	39,75	28,95	8,07	2,60	39,03	29,20	8,13	2,63	28,50	29,27	8,27	2,66	38,12
Люцерна+ кострец	27,74	8,66	2,67	31,52	28,00	8,71	2,71	30,88	28,10	8,79	2,76	30,74	28,67	8,81	2,84	29,28	28,92	8,86	2,87	28,50
Люцерна+ Тимофеевка	28,34	8,64	2,45	30,89	28,61	8,69	2,65	30,06	29,39	8,75	2,72	28,93	29,58	8,80	2,81	29,27	29,67	8,87	2,84	27,78
Второй укос																				
Люцерна изменчивая	32,34	8,30	3,22	30,98	32,47	8,37	3,25	30,46	32,64	8,40	3,27	29,80	32,79	8,43	3,30	29,41	33,10	8,69	3,31	28,75
Кострец безостый	27,76	7,09	2,55	42,63	28,04	7,16	2,60	41,80	28,44	2,22	2,65	41,13	28,63	7,38	2,73	40,45	28,82	7,64	2,80	39,78
Тимофеевка луговая	26,18	7,13	2,52	44,21	26,50	7,23	3,58	42,41	26,68	7,30	2,65	41,52	26,70	7,44	2,71	40,61	27,28	7,62	2,77	39,80
Люцерна+ кострец	27,79	8,49	3,01	32,90	29,01	8,53	3,05	31,26	29,07	8,57	3,12	30,62	29,20	8,59	3,18	30,15	29,41	8,60	3,22	29,56
Люцерна+ Тимофеевка	28,81	8,48	2,99	31,91	29,02	8,51	3,05	31,19	29,15	8,54	3,08	30,70	29,56	8,57	3,13	30,09	29,66	8,65	3,16	29,72

Содержание в сене люцерны первого укоса сырой золы, по вариантам опыта составляло 8,29-8,80 %, сырого жира – 3,53-3,65 %, БЭВ изменялось от 30,25 до 27,87 %. Во втором укосе люцерны изменчивой содержание сырой золы по вариантам опыта варьировало в пределах 8,30-8,68 %, содержание сырого жира от 3,22 до 3,31 %, БЭВ от 30,98 до 28,85 %. Наименьшее содержание сырой золы, сырого жира отмечено в сене мятликовых трав, как первого, так и второго укосов. Содержание в сене костреца безостого первого укоса сырой золы по вариантам опыта было на уровне 6,93-7,53 %, сырого жира от 2,53 до 2,68 %, БЭВ от 41,73 до 38,36 %, в сене второго укоса содержание сырой золы по вариантам опыта было выше и составляло 7,09-7,64 %, сырого жира 2,55-2,80 %, БЭВ 42,63-39,78 %.

Содержание сырой золы, сырого жира в сене тимopheевки луговой первого укоса было выше, чем в сене второго укоса. Так, в первом укосе сена тимopheевки луговой содержание сырой золы по вариантам опыта составляло 7,90-8,27 %, сырого жира - 2,54-2,66 %, в сене второго укоса содержание сырой золы по вариантам опыта изменялось от 7,19 до 7,62 %, сырого жира от 2,52 до 2,77 %. Содержание БЭВ во втором укосе в сене тимopheевки луговой было выше, чем в сене первого укоса.

В сене люцерно-мятликовых травосмесей первого укоса содержание сырой золы было выше, чем в сене второго укоса, а содержание сырого жира наоборот ниже. Под влиянием возрастающих доз калия отмечено увеличение содержания сырой золы, сырого жира и снижение содержания БЭВ в сене смешанных агроценозов многолетних трав. Так, в варианте с максимальной дозой фосфорно-калийного удобрения в дозе $P_{60}K_{210}$ в зависимости от видового состава смеси кормовых культур содержание сырой клетчатки достигало уровня 28,92-30,11 %, сырой золы 7,53-8,87 %, сырого жира 2,66-3,65 %, БЭВ 27,78-38,36 %. В сене второго укоса кормовых трав на этом варианте содержание сырой клетчатки составляло 27,28-33,10 %, содержание сырой золы 7,62-8,68 %, сырого жира 2,77-3,31 %, при содержании БЭВ в пределах 29,56-29,72 %. Необходимо так же отметить, что содержание БЭВ в сене травосмесей многолетних трав под влиянием удобрений снижалось.

4.2.2. Элементный состав сена одновидовых и смешанных агроценозов многолетних трав на дерново-подзолистой почве

По имеющимся к настоящему времени данным литературных источников современной науки известно более чем 70 элементов, входящих в состав растительных и животных организмов, из числа которых жизненно востребованными являются 15 элементов периодической системы. При этом следует ответить, что с точки зрения их функциональной важности для живых организмов наукой в достаточной мере не определены (Макарцев, 1999). По определению А. И. Тютюнникова (1971) имеет важнейшее значение этих химических элементов для нормального протекания всех синтетических процессов в живом организме, ведь они служат основой построения как клетки животных, так и являются составной частью тканей и организмов.

Для нормальной жизнедеятельности любого живого организма особенно важны и необходимы многие известные макроэлементы. Среди них на первый план выступают такие как азот, фосфор, калий, кальций, натрий, сера, хлор, при этом на долю фосфора и кальция приходится до 70% от суммы всех химических элементов живого организма (Макарцев, 1999).

Установлено, что функциональная роль кальция в организме животного определяется его активным непосредственным участием в процессах свёртывания крови, формирование костных тканей скелета, проницаемости клеточных оболочек. Известно, что в расчете на свежую ткань в организме животного приходится более 1,5 % кальция и, при остром недостатке которого в кормовом рационе животных, развивается процесс остеомалации костного скелета. В кормовом рационе животного обычно оптимальное значение соотношения Са:Р обычно находится в пределах 1,5-2:1, а при достаточном содержании в кормах рациона фосфора вполне допустимо его расширение до 3:1 и более (Парахин и др., 2012).

Установлено, что фосфор наравне с кальцием является незаменимым основным элементом, занимающим второе место в организме животного. Все синтетические процессы, направленные на формирование биомассы животного, не могут

осуществляться без участия фосфоросодержащих соединений. Содержащий в своей структуре фосфор нуклеиновые кислоты, принимает непосредственное участие в биосинтезе белков и укреплении иммунной системы животных. В растительных организмах фосфор находится в составе нуклеиновых кислот, фосфолипидов, солей фитиновой кислоты и многих органических фосфорсодержащих соединений. Содержание фосфора в кормах растительного происхождения составляет в расчёте на сухое вещество от 2,3 до 3,0 мг/кг (Левахин и др., 2010; Парахин и др., 2012).

Весьма разнообразны в животном организме функции магния, который является непосредственным участником в регуляции осмотического давления в жидкостях организма животного, а также регулирует кислотно-щелочное равновесие. Магний принимает участие в регулировании функций мышечных тканей животного. Являясь основной частью множества разнообразных ферментов, магний регулирует реакции окислительного фосфорилирования. Процессы терморегуляции в организме животного осуществляются при непосредственном участии магния. Недостаток магния в организме животного является основной причиной нарушения углеводно-фосфорного обмена. Сухое вещество растительных кормов в среднем содержит до 3,0 мг/кг магния (Чесалин, 2013).

Среди основных макроэлементов, распространённых в природной среде, является калий, являющийся составной частью множества минералов и веществ органической природы. Высокая подвижность калия обуславливает его активное участие в углеводном обмене, а также он активно контролирует нервную функцию мышечных тканей животных. Функционально калий поддерживает осмотическое давление в жидкостях животного организма и осуществляет нормализацию водного обмена в растениях и животных при избытке калия отличается заметное торможение многих процессов синтеза, и наблюдается снижение сокращений сердечной мышцы, в процессе пищеварения отличается нарушение нормального протекания процессов трансформации таких элементов как магний, натрий, кальций. Соотношение калия в сумме кальция и магния ($K:Ca+Mg$) в кормовых рационах сельскохозяйственных животных не должно превышать 2,2 и является

наиболее оптимальным (Анишина, 2011).

Проведенными лабораторными аналитическими исследованиями установлено, что элементный состав сена многолетних трав определяется видовым составом и фоном минерального питания. Более высокое содержание макроэлементов отмечено в сене люцерны изменчивой в сравнении с многолетними мятликовыми травами. Возрастающие дозы калия в составе фосфорно-калийного удобрения повышали содержание элементов питания в сене люцерны и мятликовых трав. Так, содержание азота в сене люцерны по вариантам опыта в первом укосе составляет 2,28-2,38 %, фосфора 0,30-0,32 %, калия 1,70-1,98 %, кальция 1,38-1,64 %, магния 0,28-0,24 %. В сене многолетних мятликовых трав костреца безостого и тимopheевки луговой содержание азота было более чем в 1,5 раза ниже. Следует также отметить, что по содержанию азота в сене костреца безостый уступал тимopheевке луговой. Содержание азота в сене первого укоса костреца безостого по вариантам опыта изменялось от 1,46 до 1,58 %, а в сене тимopheевки луговой содержание азота по вариантам составляло 1,59-1,73 %. Под влиянием минеральных удобрений отмечено снижение содержания магния в сене многолетних трав.

Люцерно-мятликовые травосмеси по содержанию азота в сене имели преимущество перед одновидовыми посевами многолетних трав, при этом содержание макроэлементов в сене люцерно-тимopheеchnой травосмеси было выше в сравнении с люцерно-кострецовой травосмесью. Так, содержание азота в сене люцерно-кострецовой травосмеси изменялось по вариантам опыта в пределах 2,93-3,08 %, фосфора от 0,30 до 0,42 %, калия от 1,97 до 2,24 %, кальция от 0,70 до 0,84 %, магния 0,23-0,12 %. В сене люцерно-тимopheеchnой травосмеси содержание азота по вариантам опыта составляло 2,98-3,15 %, содержание фосфора варьировало в пределах 0,36-0,44 %, калия от 1,87 до 2,18 %, содержание кальция было несколько выше и составляло 0,72-0,84 %, магния ниже - 0,32-0,24 %.

Таблица 26 – Влияние минеральных удобрений на содержание макроэлементов в сене одновидовых и смешанных агроценозов многолетних трав первого укоса (среднее за 2013-2015гг.)

Вариант		Содержание в воздушно-сухом веществе %				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Люцерна изменчивая						
1	Контроль	2,28	0,30	1,70	1,38	0,28
2	P ₆₀ K ₆₀	2,31	0,32	1,82	1,42	0,27
3	P ₆₀ K ₇₅	2,33	0,35	1,88	1,46	0,25
4	P ₆₀ K ₉₀	2,35	0,36	1,92	1,58	0,25
5	P ₆₀ K ₁₀₅	2,38	0,38	1,98	1,64	0,24
Кострец безостый						
1	Контроль	1,46	0,27	1,59	0,62	0,29
2	P ₆₀ K ₆₀	1,49	0,32	1,86	0,66	0,27
3	P ₆₀ K ₇₅	1,52	0,34	1,90	0,72	0,25
4	P ₆₀ K ₉₀	1,55	0,36	2,10	0,76	0,24
5	P ₆₀ K ₁₀₅	1,58	0,37	2,20	0,79	0,24
Тимофеевка луговая						
1	Контроль	1,59	0,28	1,73	0,64	0,32
2	P ₆₀ K ₆₀	1,61	0,32	1,82	0,66	0,30
3	P ₆₀ K ₇₅	1,65	0,33	1,86	0,70	0,28
4	P ₆₀ K ₉₀	1,69	0,36	1,96	0,72	0,26
5	P ₆₀ K ₁₀₅	1,73	0,39	2,14	0,78	0,25
Люцерна+Кострец						
1	Контроль	2,93	0,30	1,97	0,70	0,34
2	P ₆₀ K ₆₀	2,94	0,31	2,03	0,75	0,32
3	P ₆₀ K ₇₅	2,37	0,34	2,12	0,76	0,30
4	P ₆₀ K ₉₀	3,02	0,39	2,14	0,79	0,28
5	P ₆₀ K ₁₀₅	3,08	0,42	2,24	0,84	0,28
Люцерна+Тимофеевка						
1	Контроль	2,96	0,36	1,87	0,72	0,32
2	P ₆₀ K ₆₀	2,99	0,37	1,97	0,74	0,30
3	P ₆₀ K ₇₅	3,02	0,38	2,12	0,76	0,30
4	P ₆₀ K ₉₀	3,05	0,40	2,16	0,82	0,26
5	P ₆₀ K ₁₀₅	3,10	0,44	2,18	0,84	0,24

Таблица 27 – Влияние минеральных удобрений на содержание макроэлементов в сене одновидовых и смешанных агроценозов многолетних трав второго укоса (среднее за 2013-2015 гг.)

Вариант		Содержание в воздушно-сухом веществе %				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Люцерна изменчивая						
1	Контроль	2,31	0,32	1,76	1,41	0,33
2	P ₆₀ K ₆₀	2,33	0,35	1,85	1,48	0,27
3	P ₆₀ K ₇₅	2,34	0,37	1,90	1,50	0,24
4	P ₆₀ K ₉₀	2,34	0,39	1,93	1,54	0,24
5	P ₆₀ K ₁₀₅	2,35	0,41	1,98	1,61	0,22
Кострец безостый						
1	Контроль	1,48	0,30	1,62	0,66	0,32
2	P ₆₀ K ₆₀	1,51	0,33	1,88	0,71	0,27
3	P ₆₀ K ₇₅	1,54	0,37	1,93	0,73	0,26
4	P ₆₀ K ₉₀	1,57	0,40	2,18	0,78	0,23
5	P ₆₀ K ₁₀₅	1,61	0,43	2,23	0,81	0,23
Тимофеевка луговая						
1	Контроль	1,63	0,31	1,80	0,65	0,32
2	P ₆₀ K ₆₀	1,68	0,35	1,88	0,72	0,29
3	P ₆₀ K ₇₅	1,70	0,37	1,93	0,76	0,27
4	P ₆₀ K ₉₀	1,76	0,42	2,18	0,78	0,25
5	P ₆₀ K ₁₀₅	1,77	0,43	2,24	0,81	0,25
Люцерна+Кострец						
1	Контроль	2,72	0,34	1,99	0,67	0,34
2	P ₆₀ K ₆₀	2,74	0,36	2,13	0,69	0,28
3	P ₆₀ K ₇₅	2,76	0,38	2,22	0,74	0,27
4	P ₆₀ K ₉₀	2,79	0,44	2,36	0,78	0,25
5	P ₆₀ K ₁₀₅	2,84	0,46	2,38	0,86	0,25
Люцерна+Тимофеевка						
1	Контроль	2,72	0,35	1,90	0,74	0,33
2	P ₆₀ K ₆₀	2,74	0,37	1,98	0,76	0,30
3	P ₆₀ K ₇₅	2,75	0,40	2,16	0,78	0,27
4	P ₆₀ K ₉₀	2,80	0,43	2,26	0,83	0,25
5	P ₆₀ K ₁₀₅	2,81	0,47	2,32	0,86	0,23

В сене многолетних трав второго укоса, как в одновидовом посеве, так и смешанном посеве содержание микроэлементов было выше по сравнению с первым укосом, поскольку травостой был представлен в основном растениями без репродуктивных стеблей. Результаты наших исследований согласуются с данными других авторов (Лазарев и др., 2013; Эседуллаев, Шмелева, 2015).

4.2.3. Удельная активность ^{137}Cs в зеленой массе и сене одновидовых и смешанных агроценозов многолетних трав на дерново-подзолистой почве

При радиоактивном загрязнении агроландшафтов в результате глобальной катастрофы на Чернобыльской АЭС важнейшей задачей стоящей перед АПК в этих условиях является производство продукции растениеводства и животноводства, отвечающей требованиям действующих нормативов по удельной активности в ней долгоживущих радионуклидов и частности ^{137}Cs (Бельченко и др., 2016). Установлено, что наиболее действенным фактором, снижающим переход радиоцезия из почвы в сельскохозяйственные растения, являются калийные удобрения, применяемые в повышенных дозах относительно ранее рекомендованных (Алексахин и др., 2006; Белоус и др., 2015).

Мониторинг радиационной обстановки в Брянской области за 30-летний период после аварии показал, что трансформация почв из разряда загрязненных (св. 37 кБк/м^2) в условно-чистые составила лишь 17-22 %. Проведенные реабилитационные защитные агрохимические мероприятия (1991-1995 гг.) смогли лишь на 16 % покрыть потребность в калийных удобрениях, а по известкованию и фосфоритованию – 17 %. После 1995 - 2005 годов наступил период разрушения ранее накопленного потенциала плодородия, что привело к отрицательному балансу питательных веществ. В ряде районов из-за отсутствия известкования повысилась кислотность почв. Сложная ситуация в радиоактивно зараженных районах вызвала необходимость проведения срочных защитных мероприятий.

Внесение калийных удобрений при возделывании кормовых культур позволило уменьшить удельную активность ^{137}Cs в несколько раз. Доведение почвенной кислотности дерново-подзолистых почв до значений, близких к нейтральному, позволило уменьшить поступление ^{137}Cs в сено многолетних трав в 2,1 раза (Мажайский, 2010)

Нашими исследованиями установлено, что размеры удельной активности ^{137}Cs в зеленой массе и сене имели существенное различие в зависимости от видовых различий кормовых культур и доз применяемых удобрений (табл.28, 29).

Таблица 28 – Удельная активность ^{137}Cs в зеленой массе многолетних трав в зависимости от фона минеральных удобрений
(в среднем за 2013-2015 гг.)

Виды трав	Люцерна изменчивая		Кострец безостый		Тимофеевка луговая		Люцерна +кострец безостый		Люцерна+ тимофеевка луговая	
	Удельная активность Бк/кг									
	первый укос	второй укос	первый укос	второй укос	первый укос	второй укос	первый укос	второй укос	первый укос	второй Укос
Вариант										
Контроль	92	105	55	73	53	66	76	82	74	71
P ₆₀ K ₁₂₀	39	72	28	39	26	27	46	50	51	32
P ₆₀ K ₁₅₀	28	53	23	25	24	23	28	32	26	27
P ₆₀ K ₁₈₀	31	37	19	18	20	21	23	26	19	20
P ₆₀ K ₂₁₀	26	27	16	15	17	18	19	22	15	17

Бобовые культуры, как правило, отличаются от большинства сельскохозяйственных культур тем, что они накапливают в урожае радионуклиды в значительно больших размерах (Белоус и др., 2007; Малявко и др., 2013; Шаповалов и др., 2015; Бельченко, 2016)

Таблица 29 – Удельная активность ^{137}Cs в сене многолетних трав в зависимости от фона удобренности (среднее за 2013-2015 гг.)

Виды трав	Люцерна изменчивая		Кострец безостый		Тимофеевка луговая		Люцерна +кострец безостый		Люцерна+ тимофеевка луговая	
	Удельная активность Бк/кг									
	первый укос	второй укос	первый укос	второй укос	первый укос	второй укос	первый укос	второй укос	первый укос	второй Укос
Вариант										
Контроль	362	406	225	286	217	261	303	325	297	287
P ₆₀ K ₁₂₀	155	287	116	155	103	112	193	219	209	124
P ₆₀ K ₁₅₀	138	205	85	101	98	94	116	198	98	112
P ₆₀ K ₁₈₀	128	152	75	77	73	84	75	109	68	84
P ₆₀ K ₂₁₀	96	112	62	62	63	72	65	94	57	73

Наиболее высокая удельная активность ^{137}Cs среди многолетних кормовых культур за годы проведения опытов отмечена в зеленой массе и сене люцерны изменчивой. В контрольном варианте в сене первого укоса люцерны удельная активность ^{137}Cs в среднем составляла 362 Бк/кг. Под влиянием возрастающих доз калия в составе фосфорно-калийного удобрения отмечено уменьшение удельной активности ^{137}Cs в корме с 155 до 96 Бк/кг (норматив 400 Бк/кг). Удельная активность радиоцезия во втором укосе люцерны изменчивой была выше и изменялась по вариантам опыта в среднем от 406 до 112 Бк/кг. В урожае зеленой массы и сена многолетних мятликовых трав (кострец безостый, тимофеевка луговая) удельная активность ^{137}Cs в контрольном варианте в первом укосе в 1,8-1,9 раза была меньше, чем в урожае сена люцерны изменчивой. В урожае первого укоса сена костреца безостого удельная активность цезия-137 по вариантам опыта составляла 255 Бк/кг (контроль.) и 65 Бк/кг (вариант P₆₀K₁₀₅). В урожае сена первого укоса тимофеевки луговой удельная активность ^{137}Cs в зависимости от дозы фосфорно-калийного удобрения изменилась от 217 до 62 Бк/кг, что ниже норматива в 1,85-6,44 раз.

Полученный грубый корм (сено) на основе многолетних мятликовых трав по удельной активности ^{137}Cs значительно ниже зоотехнического норматива и может скармливаться сельскохозяйственным животным без ограничений во время стойлового периода. Во втором укосе в сене многолетних мятликовых трав удельная активность ^{137}Cs несколько превышала удельную активность цезия-137 в сене первого укоса, однако она соответствовала санитарно-гигиеническому нормативу (ВП 13.5.13/06-01) и изменилась по изучаемым вариантам опыта у костреца безостого в пределах от 286 до 62 Бк/кг, тимopheевки луговой от 261 до 72 Бк/кг. В смешанных люцерно-мятликовых посевах удельная активность цезия-137 в зеленой массе и в сене была выше, чем в сене одновидовых посевов мятликовых трав, но несколько меньше, чем в сене люцерны изменчивой. Так, удельная активность в сене первого укоса люцерно-кострецовой травосмеси в среднем по вариантам опыта составила 303-65 Бк/кг. Под влиянием возрастающих доз калия удельная активность ^{137}Cs в сене снижалась в 1,32-6,16 раза.

Удельная активность ^{137}Cs в сене первого укоса люцерно-тимopheеchnого агроценоза по вариантам опыта изменялась от 297 до 57 Бк/кг, уменьшаясь под влиянием применения возрастающих доз калия от 1,35 до 7,02 раз. Полученный в первом укосе люцерно-кострецовой и люцерно-тимopheеchnой травосмеси ниже санитарно-гигиенического норматива и может вскармливаться сельскохозяйственным животным без ограничений.

Удельная активность ^{137}Cs в сене второго укоса люцерно-кострецовой травосмеси была ниже санитарно-гигиенического норматива изменяясь по вариантам опыта в пределах 325-94 Бк/кг, в сене второго укоса люцерно-тимopheеchnой травосмеси удельная активность ^{137}Cs варьировала от 287 до 73 Бк/га, что ниже норматива в 1,4 – 5,48 раза. Таким образом, полученный корм пригоден для скармливания животным в стойловый период без ограничений. Внесение фосфорно-калийного удобрения в дозе $\text{P}_{60}\text{K}_{210}$ под многолетние кормовые травы, возделываемые как в одновидовом, так и в смешанном посеве гарантированно обеспечивает получение нормативно безопасных зеленых и грубых кормов в соответствии с действующим санитарно-гигиеническим нормативом ВП 13.5.13/06-01.

4.2.4. Кормовая продуктивность сена одновидовых и смешанных агроценозов многолетних трав на дерново-подзолистой почве

Принято считать, что наиболее общим показателем ценности кормов является энергическая питательность, выраженная в единицах обменной энергии (ОЭ). На практике расчёт величины обменной энергии в грубых кормах проводится на основе сведений о питательности основных кормов по химическому свойству с использованием разработанной и апробированной методики. Для этого используются эмпирические формулы косвенного определения ОЭ по содержанию в рационе сырых переваримых веществ. (Удалов и др., 2008; Богомолова и др., 2018).

В наших исследованиях абсолютные размеры сбора кормовых единиц сырого и переваримого протеина в одновидовых и смешанных посевах кормовых культур определялись фоном минерального питания, при этом наиболее низкая величина сборов отмечена в контрольном варианте, наиболее высоким уровнем характеризовался вариант с дозой калия в составе фосфорно-калийных удобрений 210 кг/га д. в.

Так, сбор сырого протеина в одновидовых посевах многолетних трав по вариантам опыта составлял 0,312-1,456 т/га, переваримого протеина (Пп) – 0,18-0,99 т/га, кормовых единиц – 2,10-4,89 т/га. Следует отметить, что самыми высокими показателями продуктивности отмечалась люцерна изменчивая. Сбор сырого протеина с 1 га в одновидовых посевах многолетних трав на варианте с максимальной дозой фосфорно-калийного удобрения ($N_{60}K_{210}$) отмечен у люцерны изменчивой – 14,56 т/га, у костреца безостого и тимopheевки луговой 0,542 и 0,580 т/га соответственно (табл. 30).

Таблица 30 – Кормовая продуктивность сена одновидовых и смешанных агроценозов многолетних трав на дерново-подзолистой почве (в среднем за 2013-2015 гг.)

Вариант	Виды трав и травосмесей	Выход с 1 га					Обеспеченность кормовыми единицами переваримым протеином, г
		Сырого протеина, т/га	Переваримого протеина, т/га	Кормовых единиц, т	Обменной энергии, ГДж/га	Валовой энергии, ГДж/га	
Контроль	Люцерна изменчивая	0,786	0,53	2,90	34,7	92,3	186,7
	Кострец безостый	0,347	0,19	2,10	31,4	61,3	93,6
	Тимофеевка луговая	0,312	0,18	1,76	26,1	50,1	103,7
	Люцерна + кострец	1,192	0,96	3,96	57,8	111,5	215,9
	Люцерна + тимофеевка	1,189	0,87	3,81	56,4	110,2	222,9
Р ₆₀ K ₁₂₀	Люцерна изменчивая	0,897	0,63	3,31	51,8	107,6	191,0
	Кострец безостый	0,401	0,22	2,34	35,2	69,0	96,3
	Тимофеевка луговая	0,403	0,24	2,21	32,9	59,1	107,9
	Люцерна + кострец	1,337	1,00	4,48	66,0	128,5	222,0
	Люцерна + тимофеевка	1,354	1,01	4,33	64,4	126,5	226,4
Р ₆₀ K ₁₅₀	Люцерна изменчивая	1,062	0,72	3,71	58,2	121,1	195,3
	Кострец безостый	0,458	0,26	2,58	39,3	78,8	101,7
	Тимофеевка луговая	0,445	0,27	2,40	35,9	69,8	112,7
	Люцерна + кострец	1,558	1,12	4,94	73,0	142,0	225,0
	Люцерна + тимофеевка	1,540	1,13	4,77	71,3	140,8	232,0
Р ₆₀ K ₁₈₀	Люцерна изменчивая	1,283	0,87	4,38	69,2	144,5	199,5
	Кострец безостый	0,501	0,29	2,78	42,2	83,6	103,8
	Тимофеевка луговая	0,526	0,31	2,69	40,6	79,1	117,7
	Люцерна + кострец	1,703	1,24	5,26	78,3	153,9	231,6
	Люцерна + тимофеевка	1,695	1,26	5,21	78,0	154,4	236,6
Р ₆₀ K ₂₁₀	Люцерна изменчивая	1,456	0,99	4,89	77,4	162,4	204,2
	Кострец безостый	0,542	0,32	2,89	42,3	88,1	109,8
	Тимофеевка луговая	0,580	0,35	2,93	44,3	86,5	120,4
	Люцерна + кострец	1,943	1,42	5,85	89,5	172,4	237,4
	Люцерна + тимофеевка	1,912	1,43	5,84	87,6	173,7	239,8

По сбору кормовых единиц с 1 га в одновидовых посевах выделялась люцерна изменчивая. Так, в среднем за годы исследований сбор кормовых единиц люцерной изменчивой по вариантам опыта изменяется в пределах 2,89-4,89 т/га. Более низкими сборами кормовых единиц в одновидовых посевах характеризовались мятликовые травы. В среднем на максимальном по удобренности варианте $P_{60}K_{210}$ сбор кормовых единиц с урожаем сена у костреца безостого составлял 2,89 т/га, у тимopheевки луговой 2,93 т/га, т. е. сбор кормовых единиц у мятликовых трав оказалось практически на одном уровне.

Наиболее высокую продуктивность формировали смешанные посевы люцерны изменчивой с кострцом безостым и тимopheевкой луговой на фоне применения фосфорно-калийного удобрения в дозе $P_{60}K_{210}$, где по уровню кормовой продуктивности они практически не различались. В среднем сбор сырого протеина с одного гектара при внесении фосфорно-калийного удобрения в дозе $P_{60}K_{210}$ в зависимости от состава травосмеси составлял 1,943-1,912 т/га, валовой энергии 172-173,7 ГДж/га, кормовых единиц – 5,85-5,84 т/га, обменной энергии – 87,4-87,6 ГДж/га, переваримого протеина – 1,42-1,43 т/га. Обеспеченность кормовой единицей переваримого протеином на варианте $P_{60}K_{210}$ в смешанных посевах многолетних трав превышала зоотехнический норматив более чем в 2 раза.

Минеральные удобрения оказали положительное влияние на выход обменной энергии с единицы площади посева многолетних трав как одновидовых, так и смешанных посевов. Самым высоким выходом обменной энергии среди одновидовых посевов многолетних трав отличалась люцерна изменчивая, среди смешанных посевов выделялась травосмесь на основе люцерны и костреца безостого. Максимальный выход обменной энергии у люцерны изменчивой 77,4 ГДж/га достигался при применении фосфорно-калийного удобрения в дозе $P_{60}K_{210}$, а с урожаем сена люцерно-кострецовой травосмеси в этом варианте выход валовой энергии (ВЭ) был на уровне 89,5 ГДж/га.

По обеспеченности кормовой единицы переваримым протеином среди многолетних трав выделялась люцерна изменчивая, которая практически в два раза по этому показателю превосходила многолетние мятликовые травы на варианте без

применения минеральных удобрений (контроль). Согласно зоотехническому нормативу (Андреев и др., 1984) обеспеченность одной кормовой единицы переваримым протеином (Пп) 105 г, контрольный вариант люцерны изменчивой обеспечил 186,7 г переваримого протеина в 1 кормовой единице. С повышением фона удобренности содержание переваримого протеина в одной кормовой единице увеличивалось, достигло максимума (204,1 г) при внесении фосфорно-калийного удобрения в дозе $P_{60}K_{210}$. В смешанных посевах многолетних трав наиболее высокое содержание переваримого протеина в одной кормовой единице 237,4-239,8 г отмечено при внесении фосфорно-калийного удобрения в дозе $P_{60}K_{210}$ кг/га д. в.

Таким образом, среди одновидовых посевов многолетних трав явное преимущество по размерам сбора сырого, переваримого протеина, кормовых единиц и обменной энергии имела люцерна изменчивая при максимуме на фоне внесения фосфорно-калийного удобрения в дозе $P_{60}K_{210}$. В смешанных посевах по этим показателям выделялась люцерно-кострецовая травосмесь с максимумом в варианте $P_{60}K_{210}$.

По обеспеченности переваримым протеином одной кормовой единицы среди многолетних трав люцерна изменчивая превосходила мятликовые травы практически в два раза, при наличии в одной кормовой единице на контрольном варианте 186,7 г переваримого протеина, с максимумом 204,1 г на фоне применения $P_{60}K_{210}$. В смешанных посевах обеспеченность одной кормовой единицы переваримым протеином максимального значения 238,4-239,8 г достигалась на варианте с внесением фосфорно-калийного удобрения в дозе $P_{60}K_{210}$.

Таким образом, при анализе кормовой продуктивности сена многолетних трав установлено, что в среднем за годы исследований при двуукосном использовании по сбору с 1 га сырого и переваримого протеина, кормовых единиц, обменной, валовой энергии, а также обеспеченности кормовой единицей переваримым протеином люцерны изменчивая превосходила мятликовые травы костреч безостый и тимopheевку луговую. По размерам сбора сырого протеина с 1 га на контрольном варианте люцерно-кострецовая травосмесь превосходила одновидовый посев люцерны на 51,6 %, а по размерам сбора кормовых единиц на 36,5 %.

Применение фосфорно-калийных удобрений при возрастающих в его составе доз калия способствовало существенному повышению кормовой продуктивности сена как одновидовых, так и смешанных посевов многолетних трав при достижении максимума на фоне фосфорно-калийного удобрения $P_{60}K_{210}$.

4.3. Азотфиксирующая способность люцерны изменчивой и вынос азота

Проблеме биологической фиксации атмосферного азота бобовыми культурами посвящены работы В. Н. Капустина (1972, 1979, 1981); В. Л. Кретовича и др. (1973); Е. П. Трепачёва (1971, 1979, 1981); Г. С. Посыпанова (1972).

Установлено, что в растениеводческой отрасли нашей страны доля биологического азота едва ли превышает 5%, в тоже время создание благоприятных условий для симбиоза может быть исключительно значимой предпосылкой для увеличения доли биологического азота до уровня 35% и более или 12-15 млн. т. в год, что сравнимо с 80-90 млн. т. дорогостоящей аммиачной селитры.

В настоящий период приоритетной задачей сельскохозяйственной науки и практики является определение важнейших и определяющих факторов среды в наибольшей степени оптимальных для практической реализации потенциала азотфиксирующей способности бобовой культуры, в различных почвенно-климатических и экологических условиях (Посыпанов, 1997).

Люцерна изменчивая, как многолетняя бобовая культура, возделываемая на дерново-подзолистых почвах легкого гранулометрического состава с точки зрения рассмотрения ее способности к биологической фиксации атмосферного азота на данный момент времени изучена крайне слабо. Это явилось главной причиной для проведения наших исследований.

Разработаны и повсеместно используются методы определения размеров степени азотфиксации бобовыми культурами: по стандартным коэффициентам азотфиксации метод Гопкинса Питерса, метод меченых атомов, метод баланса, метод сравнения с инокулированной культурой, метод сравнения с небобовой

культурой, метод расчёта азотфиксации по величине активного симбиотического потенциала и удельной активности симбиоза и ацетиленовый метод. В работах Е. П. Трепачёва (1981) и Г. С. Посыпанова (1997) достаточно подробно описаны все выше перечисленные методы. Показано, что наиболее доступным и сравнительно простым для полевых условий является метод сравнения с небобовой культурой по содержанию в них общего азота, при соблюдении равенства проводимых агро-технических приёмов и близости культур по длине периода вегетации.

Таблица 31 – Влияние минеральных удобрений на размеры фиксации атмосферного азота люцерной изменчивой (фаза цветения)

Культуры Вариант	Люцерна изменчивая				Кострец безостый	
	Потребление азота, кг/га	Взято из почвы, кг/га	Фиксировано из атмосферы, кг/га	Кф	Потребление азота, кг/га	Взято из почвы, кг/га
2013 г.						
Контроль	141,9	58,7	83,2	0,59	58,7	58,7
P ₆₀ K ₁₂₀	165,3	64,1	101,2	0,61	64,1	61,4
P ₆₀ K ₁₅₀	183,9	70,9	113,0	0,61	70,9	70,9
P ₆₀ K ₁₈₀	258,3	79,4	178,9	0,69	79,4	79,4
P ₆₀ K ₂₁₀	290,9	86,1	204,8	0,70	86,1	86,1
2014 г.						
Контроль	97,8	49,4	48,4	0,48	49,4	79,4
P ₆₀ K ₁₂₀	109,0	56,4	52,6	0,48	56,4	56,4
P ₆₀ K ₁₅₀	123,6	64,5	59,1	0,48	64,5	64,1
P ₆₀ K ₁₈₀	138,7	68,3	70,4	0,51	68,3	68,3
P ₆₀ K ₂₁₀	155,7	76,4	79,3	0,51	76,4	76,4
2015 г.						
Контроль	143,8	57,2	86,6	0,60	57,2	57,2
P ₆₀ K ₁₂₀	174,6	66,9	107,7	0,62	66,9	66,9
P ₆₀ K ₁₅₀	201,9	72,3	129,6	0,64	72,3	72,3
P ₆₀ K ₁₈₀	219,1	78,5	140,3	0,64	78,5	78,5
P ₆₀ K ₂₁₀	254,8	84,3	170,5	0,67	84,3	84,3

Возможность использования данного метода в исследовании по определению размеров азотфиксации атмосферного азота бобовыми культурами экспериментально обосновано рядом исследователей (Доросинский, Афанасьева, 1972; Шаповалов, Трепачев, 1986). Принцип метода основан на предположении, что в идентичных условиях возделывания бобовых и мятликовых культур количество потребляемого ими азота из почвы примерно одной величины. Исходя из этого размеры азотфиксации атмосферного азота можно определить по разности:

$$N\phi=(N\delta-N\eta), \quad (5)$$

где $N\delta$ - общий азот бобового растения;

$N\eta$ - общий азот небобового растения.

Метод сравнения используется для примерной оценки размеров фиксированного азота воздуха бобовой культурой за период вегетации. Потребление азота люцерной сравнивают с усвоением азота кострцом безостым (табл. 31).

Люцерна и кострец безостый близки по темпам развития, а их смесь дает многие годы высокий урожай и создает земельный пласт отличного качества (Левахин и др., 2010).

Расчет размеров биологической фиксации азота люцерной изменчивой по годам исследования с использованием вышеозначенной формулы приведен в таблице 32. Следует отметить, что погодно-климатические условия оказали значительное влияние на азотфиксирующую способность люцерны. Наименьшие размеры фиксированного азота атмосферы люцерной изменчивой в сумме за два укоса отмечены в менее благоприятном по условиям увлажнения в 2014 году и по изучаемым вариантом опыта колебались в пределах 48,4-79,3 кг/га.

Таблица 32 – Потребление общего, симбиотического азота люцерной изменчивой и коэффициент азотфиксации (фаза цветения)

Вариант	Общий азот, кг/га			Фиксировано из атмосферы, кг/га			Коэффициент азотфиксации, %		
	2013 г	2014 г	2015 г	2013 г	2014 г	2015 г	2013 г	2014 г	2015 г
Контроль	141,9	97,8	143,8	83,2	48,4	86,6	59	48	60
P ₆₀ K ₁₂₀	165,3	109,0	174,6	101,2	52,6	107,7	61	48	62
P ₆₀ K ₁₅₀	183,9	123,6	201,9	113,0	59,1	129,6	61	48	64
P ₆₀ K ₁₈₀	258,3	138,7	219,1	178,9	70,4	140,3	69	51	64
P ₆₀ K ₂₁₀	290,9	155,7	254,8	204,8	79,3	170,5	70	51	67

Предположительно это связано с относительно слабой активностью симбиотического аппарата в условиях дефицита почвенной влаги. Азотфиксирующая активность ризобиального симбиоза в значительной степени повышалась под влиянием калийного удобрения при последовательном увеличении вносимых доз

калия. В благоприятные по метеорологическим условиям годы (2013 и 2015) биологическая фиксация атмосферного азота люцерной была значительно выше и максимального значения достигла в 2013 году изменяясь по вариантам опыта от 83,2 до 204,8 кг/га, коэффициент азотфиксации при этом варьировал в пределах 0,59-0,70.

Таким образом, в условиях проводимого эксперимента наиболее высокая активность ризобиального симбиоза люцерной изменчивой отмечена в благоприятные по условиям увлажнения 2013 и 2015 годы. Коэффициент азотфиксации при благоприятных условиях увлажнения по вариантам фосфорно-калийного удобрения достигает 0,59–0,70 или 60–67 % от общего азота в растениях. При этом абсолютные размеры фиксированного молекулярного азота люцерной изменчивой составляют 83,2 – 204,8 и 86,6 – 170,5 кг/га соответственно.

К наиболее важным понятиям в агрохимии относят вынос питательных веществ, который согласно ГОСТ 20432-83 означает количество элементов питания отчуждаемых из почвы урожаем основной и побочной продукции на единицу площади. Однако, по мнению Е. П. Трепачева (1979) по отношению к азоту бобовых культур в литературе многими авторами неправомерно трактуется: азот, поступающий в бобовое растение, воспринимается как вынос из почвы (Инькова, 1975; Боднар, Лавриенко, 1977; Шевчук, 1977). Установлено, что размеры азота, потребляемого из почвы следует соотносить с коэффициентом симбиотической азотфиксации, который определяется как отношение количества фиксированного азота атмосферного воздуха к общему азоту бобовых культур (Трепачев, 1999). Зная величину общего содержания азота в бобовом растении при умножении его на соответствующий коэффициент, получаем количественное выражение размеров азота, фиксированного из атмосферы. При вычитании количества азота, фиксированного из атмосферного воздуха от общего количества азота в фитомассе всего растения в остатке, получим вынос азота из почвенной среды.

Исходя из этого принципа, формула расчета выноса азота будет представлена в виде:

$$\text{вынос азота} = N_{\text{об}} - (N_{\text{об}} \times K_{\text{ф}}), \quad (6)$$

где $N_{\text{об}}$ – общий азот урожая бобовой культуры, кг/га;

$K_{\text{ф}}$ – коэффициент азотфиксации.

Проведенные расчеты размеров потребления общего азота люцерной и размеры выноса, рассчитанные с поправкой на азотфиксацию (табл. 33) свидетельствуют о заметном их различии по годам исследований.

Таблица 33 – Размеры выноса азота из почвы люцерной изменчивой, кг

Вариант	В расчете на 1 кг			В расчете на 1 т		
	2013г	2014г	2015г	2013г	2014г	2015г
Контроль	58,2	50,9	57,5	9,4	12,3	9,1
$P_{60}K_{120}$	64,5	56,7	66,3	9,0	12,0	10,0
$P_{60}K_{150}$	71,7	64,3	72,7	9,1	12,1	8,4
$P_{60}K_{180}$	80,1	68,0	78,9	7,3	11,5	8,4
$P_{60}K_{210}$	87,3	76,3	84,1	7,1	11,7	7,8

Если рассчитывать по общему азоту, то в этом случае можно было бы считать, что бобовая культура в значительной степени обедняет почву азотом в сравнении с небобовой (мятликовой) культурой, но на самом деле наблюдается обратное, именно злаки обедняют почву азотом в наибольшей степени по сравнению с бобовыми культурами. Это подтверждается тем, что доля фиксированного азота атмосферы в общем потреблении азота значительно больше, чем доля почвенного азота. Размеры выноса азота люцерной из почвы возрастали по изучаемым вариантам опыта во все годы проведения исследований. Это увеличение можно объяснить мобилизацией почвенного азота посредством положительного влияния фосфорно-калийного удобрения. Необходимо также отметить, что в условиях дефицита почвенной влаги в 2014 году эффективность минеральных удобрений заметно снизилась, что отрицательно сказалось на размерах выноса азота из почвы люцерной изменчивой.

ГЛАВА 5. ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОДНОВИДОВЫХ И СМЕШАННЫХ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА ЗЕЛЕНый КОРМ И СЕНО

5.1. Оценка экономической эффективности возделывания люцерно- мятликовых травосмесей на серой лесной почве

Расчет экономической эффективности возделывания люцерны изменчивой с многолетними мятликовыми травами на серой лесной почве сельхозугодий проводили на основе результатов полевых опытов. Расчеты осуществляли на основе разработанных типовых технологических карт, руководствуясь методикой ВНИИСХРАЭ (Бакалова, Ульяненко и др., 2008). Согласно данных технологических карт все затраты на 1 га посевной площади были отнесены на среднемноголетнюю урожайность зеленой массы и сена одновидовых и смешанных посевов многолетних трав.

Оценивали экономическую эффективность возделывания люцерно-мятликовых травосмесей на зеленую массу и сено на основе использования ряда показателей: величины прибавки урожая в абсолютной (т) и стоимостной форме (руб.), дополнительные затраты (руб.), размеры дополнительной валовой продукции (руб.), величина полученного чистого дохода (руб.), размеры рентабельности производства.

Одним из факторов непосредственно оказывающим влияние на изменение уровня рентабельности производства является величина урожайности возделываемой культуры. Как правило, рост урожайности влечет за собой снижение уровня себестоимости и всех трудовых затрат при производстве единицы продукции (т) и увеличение уровня рентабельности.

При расчете экономической эффективности возделывания люцерно-мятликовых травосмесей на серой лесной почве нами был взят вариант с максимальной урожайностью зеленой массы и сухого вещества в среднем за годы исследований с применением азотно-фосфорно-калийного удобрения борофоски в

дозе $P_{105}K_{120}$ совместно с аммиачной селитрой в дозе N_{30} (табл. 34).

Проведенный расчет экономической эффективности возделывания люцерно-мятликовых травосмесей с целью производства зеленого корма показал, что в контрольном варианте без применения борофоски себестоимость 1 т. продукции превышала одну тысячу рублей. Наиболее экономически эффективным оказалось возделывание люцерно-мятликовых травосмесей на фоне последствий борофоски в дозе $P_{105}K_{120}$ совместно с азотной подкормкой в дозе N_{30} .

Наиболее высокие показатели экономической эффективности производства зеленой массы получены при возделывании травосмеси на основе люцерны изменчивой и овсяницы луговой. Так, себестоимость 1 тонны зеленой массы при применении борофоски на фоне азотного удобрения в дозе 30 кг/га д. в. в оптимальном варианте в среднем составила 363 рубля, чистый доход 914000 рублей при уровне рентабельности 67,6 %.

Относительно высокие показатели экономической эффективности также получены при возделывании травосмеси люцерны изменчивой и овсяницы луговой на сено в оптимальном по удобренности варианте ($P_{105}K_{120} + N_{30}$) себестоимость 1 тонны продукции составила 979,3 рубля, чистый доход 703290 рублей, рентабельность 63,4 % (табл. 35).

Таблица 34 – Экономическая эффективность возделывания люцерно-мятликовых травосмесей на зеленую массу
(2014-2016 гг.)

Показатель	Люцерна изменчивая + Тимофеевка луговая		Люцерна изменчивая+ Овсяница луговая		Люцерна изменчивая+ Ежа сборная		Люцерна изменчивая + Кострец безостый	
	Без боро- фоски + N ₃₀	P ₁₀₅ K ₁₂₀ + N ₃₀	Без боро- фоски + N ₃₀	P ₁₀₅ K ₁₂₀ + N ₃₀	Без боро- фоски + N ₃₀	P ₁₀₅ K ₁₂₀ + N ₃₀	Без боро- фоски + N ₃₀	P ₁₀₅ K ₁₂₀ + N ₃₀
Площадь, га	100	100	100	100	100	100	100	100
Урожайность, т/га	33,50	44,74	34,28	45,32	33,04	42,74	32,08	43,20
Прибавка урожайности, т/га	-	11,24	-	11,04	-	9,7	-	11,12
Валовое производство, т	3350	4474	3223	4532	3304	4274	3208	4320
Стоимость валовой продукции, руб.	1675000	2237000	1614000	2266000	1652000	2137000	1604000	2160000
Производственные затраты, руб.	1268000	1352000	1268000	1352000	1268000	1352000	1268000	1352000
Себестоимость 1 т продукции, руб.	467	368	485	363	474	385	488	381
Чистый доход, руб.	407000	885000	346000	914000	384000	785000	336000	808000
Рентабельность производства, %	32,1	65,4	27,3	67,6	30,2	58,1	26,5	59,8

Таблица 35 – Экономическая эффективность возделывания люцерно-мятликовых травосмесей на сено (2014-2016 гг.)

Показатель	Люцерна изменчивая + Тимофеевка луговая		Люцерна изменчивая+ Овсяница луговая		Люцерна изменчивая+ Ежа сборная		Люцерна изменчивая + Кострец безостый	
	Без боро- фоски + N ₃₀	P ₁₀₅ K ₁₂₀ + N ₃₀	Без боро- фоски + N ₃₀	P ₁₀₅ K ₁₂₀ + N ₃₀	Без боро- фоски + N ₃₀	P ₁₀₅ K ₁₂₀ + N ₃₀	Без боро- фоски + N ₃₀	P ₁₀₅ K ₁₂₀ + N ₃₀
Площадь, га	100	100	100	100	100	100	100	100
Урожайность, т/га	8,37	11,18	8,57	11,33	8,26	10,68	8,02	10,80
Прибавка урожайности, т/га	-	2,81	-	2,76	-	2,42	-	2,78
Валовое производство, т	837	1118	857	1133	826	1068	802	1080
Стоимость валовой продукции, руб.	1339200	1788800	1371200	1812800	1321600	1708800	1283200	1728000
Производственные затраты, руб.	931600	1109510	931600	1109510	931600	11099510	931600	1109510
Себестоимость 1т продукции, руб.	1113,0	992,4	1087,0	979,3	1127,8	1038,9	1161,6	1027,3
Чистый доход, руб.	404600	679290	439600	703290	390000	599290	351600	618490
Рентабельность производства, %	30,2	61,2	47,2	63,4	41,9	54,0	37,7	55,7

5.2. Оценка экономической эффективности возделывания одновидовых и смешанных многолетних трав на дерново-подзолистой почве

Экономическую эффективность производства зеленой массы и сена при возделывании люцерны изменчивой в чистом и смешанных посевах рассчитывали на варианте с максимальным уровнем урожайности сена с 1 га при применении $P_{60}K_{210}$ и наименьшей удельной активности ^{137}Cs в полученном корме.

Расчет экономической эффективности производства зеленой массы на основе люцерны изменчивой, люцерно-кострецовой и люцерно-тимофеечной травосмесей на радиоактивно загрязненной дерново-подзолистой почве в варианте с максимальной урожайностью на фоне применения фосфорно-калийного удобрения в дозе $P_{60}K_{210}$ показал, что себестоимость 1 т. продукции относительно контрольного варианта снижалась при повышении рентабельности производства (табл. 36).

При возделывании люцерны изменчивой на зеленый корм в одновидовом посеве себестоимость 1 т. продукции в оптимальном варианте $P_{60}K_{210}$ составила 311,1 рублей (контроль 423,9) рублей, чистый доход получен в сумме 786000 рублей, уровень рентабельности производства – 60,7 %, при возделывании люцерно-кострецовой травосмеси на зеленую массу себестоимость 1 т. продукции была на уровне 293 рублей, чистый доход составил 977000 рублей при уровне рентабельности производства 70,6 %. При возделывании люцерны изменчивой в смеси с тимофеевкой луговой при производстве зеленого корма в оптимальном по удобренности варианте $P_{60}K_{210}$ с максимальным уровнем урожайности себестоимость 1 т. продукции составила 291,6 рублей, чистый доход получен в сумме 921000 рублей при рентабельности производства 71,4 %.

Таблица 36 – Экономическая эффективность возделывания многолетних трав на зеленую массу при двуукосном использовании на дерново-подзолистой почве (2013-2015 гг.)

Показатели	Люцерна изменчивая		Люцерна + Кострец безостый		Люцерна + Тимофеевка луговая	
	Контроль	P ₆₀ K ₂₁₀	Контроль	P ₆₀ K ₂₁₀	Контроль	P ₆₀ K ₂₁₀
Площадь, га	100	100	100	100	100	100
Урожайность, т/га	26,2	41,6	34,8	47,2	33,3	44,2
Прибавка урожайности, т/га	-	15,4	-	12,4	-	10,9
Валовое производство, т	2620	4160	3480	4720	3330	4420
Стоимость валовой продукции, руб.	1310000	2080000	1740000	2360000	1665000	2210000
Производственные затраты, руб.	11106500	1294000	1219000	1383000	1180340	1289000
Себестоимость 1 т продукции, руб.	423,9	311,1	350,3	293,0	354,4	291,6
Чистый доход, руб.	199350	786000	521000	977000	484660	921000
Рентабельность производства, %	17,9	60,7	42,7	70,6	41,1	71,4

Расчет экономической эффективности возделывания люцерны изменчивой в одновидовом посеве и смешанных посевах с мятликовыми травами на сено свидетельствует, что наиболее эффективно возделывание их без применения минеральных удобрений (контроль) (табл. 37), но учитывая то, что удельная активность в нём ¹³⁷Cs относительно высокая и составляет порядка 360-406 Бк/кг, для расчёта экономической эффективности взяли вариант с максимальной урожайностью сена и минимальной удельной активностью в нём ¹³⁷Cs соответствующего санитарно-гигиеническому нормативу ВП 13.5.13/06-01 в варианте с внесением минерального удобрения в дозе P₆₀K₂₁₀.

Проведённый расчёт экономической эффективности возделывания люцерны изменчивой на сено показал, что при внесении минерального удобрения P₆₀K₂₁₀ себестоимость 1 тонны сена составила 985,83 рубля, чистый доход 603730 руб/га. Уровень рентабельности производства составил 62,3 %. При возделывании люцерно-кострецовой травосмеси на сено себестоимость 1 тонны продукции в оптимальном варианте P₆₀K₂₁₀ составила 964,44 рубля, чистый доход 663528 рублей, рентабельность производства 65,9 %. При возделывании люцерно-тимофеечной

травосмеси на сено при двуукосном использовании в этом же варианте себестоимость 1 тонны продукции составила 1018,46 рубля, чистый доход был на уровне 611781 рублей, при уровне рентабельности 57,1 % (табл. 37).

Таблица 37 – Экономическая эффективность возделывания многолетних трав на сено при двуукосном использовании на дерново-подзолистой почве (2013-2015 гг.)

Показатели	Люцерна изменчивая		Люцерна + Кострец безостый		Люцерна + Тимофеевка луговая	
	Контроль	P ₆₀ K ₂₁₀	Контроль	P ₆₀ K ₂₁₀	Контроль	P ₆₀ K ₂₁₀
Площадь, га	100	100	100	100	100	100
Урожайность, т/га	5,58	9,83	6,76	10,44	6,68	10,52
Прибавка урожайности, т/га	-	4,28	-	3,68	-	3,84
Валовое производство, т	558	983	676	1044	668	1052
Стоимость валовой продукции, руб.	892800	1572800	1081600	1670400	1068800	1683200
Производственные затраты, руб.	683091	969070	722512	1006872	742738	1071419
Себестоимость 1 т продукции, руб.	1224,18	985,83	1068,80	964,44	1111,88	1018,46
Чистый доход, руб.	209709	603730	359088	663528	326062	611781
Рентабельность производства, %	30,7	62,3	49,7	65,9	43,9	57,1

Таким образом, проведённый анализ экономической эффективности возделывания люцерны изменчивой и люцерно-мятликовых травосмесей с целью производства высококачественных экологически безопасных грубых кормов (сено) экономически оправдан при применении фосфорно-калийного удобрения в дозе P₆₀K₂₁₀ кг/га д. в.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных экспериментальных исследований на серой лесной и дерново-среднеподзолистой супесчаной радиоактивно загрязненной почвах можно сделать следующие выводы:

1. Формирование урожая зеленой массы и сухого вещества люцерно-мятликовых травосмесей на серой лесной почве определялось фоном минерального питания и видовым составом возделываемых травосмесей. В среднем за годы проведения полевых опытов максимальный урожай (45,32 т/га) зеленой массы, сухого вещества (11,33 т/га) обеспечила люцерно-овсяницевая травосмесь на фоне пролонгированного действия борофоски в комплексе с ежегодной азотной подкормкой в дозе N_{30} .

2. При возделывании многолетних трав в одновидовых и смешанных посевах на дерново-среднеподзолистой супесчаной радиоактивно загрязненной почве максимальный урожай 41,6 т/га зеленой массы 8,95 т/га сена в сумме за два укоса формировала люцерна изменчивая при внесении фосфорно-калийного удобрения в дозе $P_{60}K_{210}$. В смешанном посеве в среднем за годы исследований при двуукосном использовании максимальную урожайность зеленой массы 47,2 т/га и сена 10,54 т/га обеспечила люцерно-кострецовая травосмесь при применении фосфорно-калийного удобрения ($P_{60}K_{210}$).

3. На серой лесной почве высоким содержанием (18,65 %) и наибольшим сбором сырого протеина (2,145 т/га) в сумме за два укоса в среднем за годы исследований характеризовалась люцерно-овсяницевая травосмесь на варианте с дозой борофоски $P_{105}K_{120}$ в последствии совместно с азотной подкормкой в дозе 30 кг/га д. в.

4. На дерново-подзолистой радиоактивно загрязненной почве наиболее высокое содержание (14,80 %) и сбор сырого протеина (1,456 т/га) среди одновидовых посевов многолетних трав обеспечила люцерна изменчивая. Высокое содержание (18,49 %) и максимальный сбор сырого протеина (1,943 т/га) в опыте

обеспечила люцерно-кострецовая травосмесь на фоне применения фосфорно-калийного удобрения $P_{60}K_{210}$.

5. Под влиянием минеральных удобрений отмечено улучшение биохимического состава сухого вещества возделываемых смешанных посевов многолетних трав. Наиболее высокими показателями характеризовалась люцерно-тимофеечная травосмесь на фоне последействия борофоски в дозе $P_{105}K_{120}$ совместно с азотной подкормкой в дозе N_{30} . Содержание сырой клетчатки в сумме за два укоса составляло 29,88 %, сырой золы 8,95 %, сырого жира 3,5 %, БЭВ – 28,91 %.

6. Среди многолетних трав, возделываемых на дерново-среднеподзолистой супесчаной радиоактивно загрязненной почве, по показателям биохимического состава преимущество имела люцерна изменчивая. На оптимальном по удобренности варианте ($P_{60}K_{210}$) в зависимости от видового состава многолетних трав в сене в сумме за два укоса содержание сырой клетчатки составляло 28,6-31,6 %, сырой золы 7,6-8,78 %, сырого жира 2,72-3,48 %, БЭВ 28,27-39,08 %.

7. Содержание макроэлементов в сене одновидовых и смешанных посевов многолетних трав определялось видовым составом кормовых культур и фоном минерального питания. Наиболее высокое содержание макроэлементов отмечено в сене люцерны изменчивой. Многолетние мятликовые травы по показателям элементного состава уступали люцерне изменчивой. При этом по содержанию элементов питания смешанные посевы многолетних трав между собой практически не различались.

8. При плотности радиоактивного загрязнения дерново-среднеподзолистой супесчаной почвы цезием-137, в среднем в пределах 237 кБк/м² применение фосфорно-калийного удобрения $P_{60}K_{210}$ при возделывании многолетних трав, как в одновидовом, так и в смешанном посеве гарантированно обеспечивает получение нормативно-безопасных кормов в соответствии с действующим санитарно-гигиеническим нормативом ВП 13.5.13/06-01 при максимальном уровне урожайности зеленой массы и сена.

9. Расчет экономической эффективности возделывания люцерно-мятликовых травосмесей с целью производства зеленой массы показал, что приме-

нение борофоски в дозе $P_{105}K_{120}$ в последствии на фоне азотной подкормки в дозе N_{30} кг/га д. в. обеспечило получение самых высоких показателей при возделывании люцерно-овсяницевой травосмеси. Себестоимость 1 т. зеленой массы составила 363 рубля, чистый доход 914000 рублей, рентабельность 67,6 %. При возделывании люцерно-овсяницевой травосмеси на сено на фоне применения борофоски в дозе $P_{105}K_{120}$ в последствии на фоне азотной подкормки в дозе N_{30} кг/га д. в. себестоимость 1 т. продукции составила 979,3 рубля, чистый доход 703290 рублей, уровень рентабельности производства 63,4 %.

10. При возделывании люцерны изменчивой в одновидовом посеве на зеленый корм себестоимость 1 т. продукции в оптимальном варианте ($P_{60}K_{210}$) составила 311,1 рублей (контроль 423,9), чистый доход 786000 рублей, рентабельность производства 60,7 %. При возделывании люцерно-тимофеечной травосмеси на зеленый корм себестоимость 1 т. продукции была на уровне 291,6 рублей, чистый доход составил 921000 рублей, рентабельность – 71,4 %. При возделывании люцерно-кострецовой смеси на сено на фоне применения оптимальной дозы $P_{60}K_{210}$ себестоимость 1 т. продукции составила 964,44 рубля, чистый доход 663528 рублей, уровень рентабельности производства 65,9 %.

Рекомендации производству

1. Для получения стабильно высоких энергонасыщенных урожаев зеленой массы и сена рекомендуем возделывать на серой лесной почве люцерно-мятликовые травосмеси при двукосном использовании, применяя однократное внесение борофоски в дозе $P_{105}K_{120}$ совместно с ежегодной весенней азотной подкормкой в дозе N_{30} .

2. На дерново-подзолистой радиоактивно загрязненной почве для получения стабильных и высоких урожаев экологически безопасной экономически обоснованной продукции рекомендуем возделывать по общепринятой агротехнике люцерно-кострецовую и люцерно-тимофеечную травосмеси, применяя фосфорно-калийное удобрение в дозе $P_{60}K_{210}$.

Перспективы дальнейшей разработки направления исследования

1. Расширить научные исследования по изучению эффективности применения борофоски как основного фосфорно-калийного удобрения и мелиоранта при возделывании бобово-мятликовых агрофитоценозов на основе люцерны изменчивой, клевера красного, козлятника восточного, а также многолетних мятликовых трав.

2. Провести исследования по изучению влияния нового органоминерального препарата с биологически активным компонентом «Геотон» на урожайность и азотфиксирующую способность люцерны в условиях радиоактивного загрязнения агроландшафтов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агапкина, Г. И. Радионуклид – органические соединения в почвенных растворах / Г. И. Агапкина, Ф. А. Тихомиров, А. И. Щеглов // Тез. докл. 1-го Всесоюз. радиол. съезда. Т. 2. – Пушино, 1989. – 403 с.
2. Агеец, В. Ю. Система радиологических контрмер в агросфере Беларуси: монография / В. Ю. Агеец // РНИУП «Институт радиологии». - Мн., 2001. – 250 с.
3. Андреев, Н. Г. Луговое и полевое кормопроизводство / Н. Г. Андреев. - М.: Колос, 1984. - С. 3-302
4. Анишина, Ю. А. Элементный состав корма одновидовых посевов многолетних трав при разном уровне минерального питания / Ю. А. Анишина // Вестник Брянская ГСХА. – 2011. – № 5. – С. 20-24.
5. Баринов, В. Н. Эффективность смешанных посевов с люпином на легких почвах Нечерноземной зоны: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / В. Н. Баринов. – Брянск, 2008. – 25 с.
6. Белова, И. В. Перспектива производства кормов на мелиорируемых землях России / И. В. Белова // Инновационные технологии в мелиорации: материалы междунар. науч.-практ. конф., Москва, 13 апреля 2011 г. - М.: ВНИИА, 2011. - С. 42-47.
7. Белоус, И. Н. Биоэнергетическая оценка выращивания люпина в севооборотах различного назначения / И. Н. Белоус // Зерновое хозяйство России. – 2011. – № 5 (17). – С. 63-68.
8. Белоус, И. Н. Эффективность улучшения природных кормовых угодий после аварии на Чернобыльской АЭС в условиях Центрального региона России / И. Н. Белоус, Ю. А. Анишина, Е. В. Смольский // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2011. – № 10. – С. 28-31.
9. Белоус, Н. М. Влияние систем удобрения на продуктивность и содержание цезия-137 в урожае / Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов, Л. П. Харкевич // Аг-

рохимический вестник. – 2007. – № 1. – С. 11-13.

10. Белоус, Н. М. Влияние средств химизации на динамику накопления радиоцезия в сельскохозяйственных культурах, его миграцию и плодородие дерново-подзолистой песчаной почвы / Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов, В. Б. Коренев // Проблемы агрохимии и экологии. – 2011. – № 2. – С. 5-12.

11. Белоус, Н. М. Влияние уровня плодородия почвы на урожайность сельскохозяйственных культур и накопление ^{137}Cs / Н. М. Белоус, Ф. В. Моисеенко // Вестник Брянской ГСХА. – 2005. – Отдельный выпуск. – С. 30-35.

12. Белоус, Н. М. Воспроизводство плодородия и реабилитация загрязненных дерново-подзолистых почв юго-запада России: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. - М., 2000. – 51 с.

13. Белоус, Н. М. Оптимальные параметры плодородия почвы для производства нормативно чистой сельскохозяйственной продукции на трри-ториях, загрязненных радионуклидами / Н. М. Белоус, Л. А. Воробьева, И. Н. Белоус. – Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2012. – 92 с.

14. Белоус, Н. М. Продуктивность пашни и реабилитация песчаных почв / Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов. – Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2006. – 432 с.

15. Белоус, Н. М. Система удобрения и технологии возделывания сельскохозяйственных культур: монография / Н. М. Белоус, С. А. Бельченко, М. Г. Драганская. - Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2011. – 276 с.

16. Белоус, Н. М. Эффективность средств химизации на динамику накопления радиоцезия в сельскохозяйственных растениях, его миграцию по почвенному профилю и плодородие дерново-подзолистой песчаной почвы / Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов, В. Б. Коренев // Вестник Брянской ГСХА. – 2011. – № 3. – С. 3-14.

17. Бельченко, С. А. Влияние систем удобрения на продуктивность севооборота, баланс элементов питания и плодородие дерново-подзолистой песчаной почвы / С. А. Бельченко // Вестник ОрелГАУ. – 2011. - № 5 (32). – С. 103-105.

18. Бельченко, С. А. Влияние систем удобрения на химические свойства дерново-подзолистой почвы / С. А. Бельченко // Вестник Орловского ГАУ. - 2012.

– Т. 34, № 1. – С. 22-23.

19. Бельченко, С. А. Энергетическая эффективность технологий возделывания зерновых культур / С. А. Бельченко // Программирование урожаев и биологизация земледелия: науч. тр. Вып. 3, ч. 1. – Брянск, 2007. – С. 256-260.

20. Беляк, В. Б. Смешанные посевы в лесостепной зоне Среднего Поволжья / В. Б. Беляк, О. Ф. Бражников // Кормопроизводство. – 1998. – № 9. – С. 7-8.

21. Бондарев, В. А. Повышение качества корма из многолетних трав / В. А. Бондарев // Вестник РАСХН. – 2008. – № 4. – С. 54-55.

22. Бычкова, К. Ю. Тенденции развития полевого и лугового кормопроизводства в Брянской области / К. Ю. Бычкова, С. А. Бельченко // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы 13 междунар. науч. конф. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2016. – С. 37-52.

23. Васютин, А. С. Биологизация земледелия и улучшение экологического состояния сельскохозяйственных угодий / А. С. Васютин, А. В. Филоненко // Защита и карантин растений. – 2013. – № 9. – С. 15-18.

24. Ведение земледелия на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению / Р. М. Алексахин, Т. Л. Жигарева, А. Н. Ратников, Т. Н. Попова // Земледелие. – 2006. – № 3. – С. 22-27.

25. Влияние азотных удобрений на продуктивность люцерны и ее смесей с кострцом безосным при разных способах посева / Г. А. Демарчук, Л. В. Донова, В. П. Данилов и др. // Современные вопросы кормопроизводства в России. – Новосибирск, 1992. – С. 15-27.

26. Влияние длительного применения средств химизации на продуктивность плодосменного севооборота и плодородие дерново-подзолистой песчаной почвы в условиях радиоактивного загрязнения / Н. М. Белоус, В. Г. Сычев, В. Ф. Шаповалов, И. Н. Белоус // Плодородие. – 2013. – № 3. – С. 1-3.

27. Влияние минеральных удобрений и приемов поверхностного улучшения почвы на урожай и качество зеленой массы многолетних трав / Н. М. Белоус, Л. П. Харкевич и др. // Кормопроизводство. – 2010. – № 4. – С. 15-18.

28. Влияние органического вещества на сорбцию ^{137}Cs почвой / П. Ф.

Бондарь, Л. С. Ивашкевич и др. // Почвоведение. – 2003. – № 8. – С. 929-933.

29. Влияние последствий борофоски на формирование урожая люцерно-мятликовых травосмесей в условиях серых лесных почв Центрального региона / В. В. Дьяченко, О. В. Дьяченко, В. А. Меркелова, Н. И. Козловская, С. С. Седова // Вестник Брянской ГСХА. - 2017. - № 1 (59). - С. 13-19.

30. Влияние применения средств химизации на урожайность и качество зерна овса в условиях техногенного загрязнения / В. Ф. Шаповалов, В. Б. Коренев, В. В. Талызин и др. // Проблемы агрохимии и экологии. – 2012. – № 1. – С. 11-15.

31. Влияние систем удобрения и пестицидов на качественные показатели зеленой массы кормового люпина / Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов, Л. П. Харкевич, В. В. Талызин // Агрохимический вестник. – 2011. – № 3. – С. 3-5.

32. Головня, А. Н. Сравнительная кормовая продуктивность бобовых трав и их смесей со злаками в экстремальных погодных условиях / А. И. Головня, Н. И. Разумейко // Кормопроизводство. - 2012. - № 4. - С. 10-12.

33. Голубева, О. А. Продуктивность и питательная ценность фитоценозов с люцерной изменчивой (MEDICAGO VARIA MART) в условиях республики Карелия / О. А. Голубева, Г. В. Евсеева, К. Е. Яковлева // Кормопроизводство. - 2011. - № 4. - С. 36-38.

34. Гродзинский, А. М. Аллеопатия растений и почвоутомление / А. М. Гродзинский // Избр. тр. - Киев: Наукова Думка, 1991. – 430 с.

35. Гродзинский, А. М. Современное состояние и проблемы изучения химического взаимодействия растений / А. М. Гродзинский // Физиолого-биохимические основы взаимного влияния растений в фитоценозе. – М.: «Наука», 1966. – С. 7.

36. Демарчук, Г. А. Ученые В.Р. Вильямса о питании многолетних трав в свете современных знаний / Г. А. Демарчук // Кормопроизводство. – 2003. - № 12. - С. 14-15.

37. Дзыбов, Д. С. Основы конструирования новых кормовых агрофитоценозов комплексного использования / Д. С. Дзыбов, Т. Д. Шлыкова // Вестник РАСХН. - 2010. - № 11. - С. 73-76.

38. Динамика урожайности бобово-мятликовых травосмесей различных лет жизни в условиях серых лесных почв Брянской области / В. В. Дьяченко, А. В.

Дронов, А. В. Зубарева, Т. Н. Каранкевич, О. В. Дьяченко // Вестник Брянской ГСХА. - 2015. - № 1. - С. 23-29.

39. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. – М.: Агропромиздат, 1985. – 135 с.

40. Драганская, М. Г. Влияние уровня плодородия почвы и ее удобренности на накопление ^{137}Cs / М. Г. Драганская, В. В. Сидорцов // Повышение плодородия, продуктивности дерново-подзолистых песчаных почв и реабилитация радиоактивно загрязненных сельскохозяйственных угодий. Вып. VII. - М.: Агроконсалт, 2002. – С. 80.

41. Драганская, М. Г. Продуктивность севооборотов в зависимости от систем удобрения технологий возделывания культур / М. Г. Драганская, Н. М. Белоус, С. А. Бельченко // Проблемы агрохимии и экологии. – 2011. - № 2. - С. 13-19.

42. Дьяченко, В. В. Высокоурожайные бобово-мятликовые травосмеси для агроклиматических условий юго-западной части Центрального региона / В. В. Дьяченко, А. В. Дронов, О. В. Дьяченко // Земледелие. - 2016. - № 7. - С. 31-35.

43. Дьяченко, О. В. Влияние борофоски на содержание и сбор сырого протеина урожаем сена одновидовых и смешанных агрофитоценозов многолетних трав в юго-западной части центрального региона / О. В. Дьяченко, С. А. Бельченко // Вестник Брянской ГСХА. - 2020. - № 2 (78). - С. 19-24.

44. Дьяченко, О. В. Влияние минеральных удобрений на биохимический состав гетерогенных посевов люцерны изменчивой с мятликовыми травами на серых лесных почвах / О. В. Дьяченко, С. А. Бельченко, А. В. Дронов // Вестник Ульяновской ГСХА. - 2020. - № 2 (50). - С. 27-35.

45. Жученко, А. А. Адаптивный потенциал культурных растений / А. А. Жученко. - Кишинев: Штиница, 1990. – 768 с.

46. Жученко, А. А. Фундаментальные и прикладные научные приоритеты адаптивной интенсификации растениеводства в XXI веке. – Саратов, 2000. – 276 с.

47. Зарьянова, З. К. Повышение устойчивости производства сельскохозяйственных культур в современных условиях: сб. науч. материалов / З. К. Завьялова, В. Ю. Новоселов, Р. Н. Полюзина; под общ. ред. В. И. Зотикова. – Орел: ПФ

«Картуна», 2008. - 612 с.

48. Зотиков, В. И. Пути увеличения производства растительного белка в России / В. И. Зотиков, А. А. Боровлев // Повышение устойчивости производства сельскохозяйственных культур в современных условиях: сб. науч. материалов. - Орел: ПФ «Картуш», 2008. - С. 36-49.

49. Иванова, Е. П. Урожайность и качество люцерны изменчивой в одно-видовых посевах и травосмесях / Е. П. Иванова // Агро XXI. – 2012. - № 7-8. - С. 36-38.

50. Изучение поведения ^{137}Cs в почве и его поступление в сельскохозяйственные культуры в зависимости от различных факторов / И. Т. Моисеев и др. // Агрохимия. – 1994. – № 2. – С. 103-117.

51. Исаев, А. П. Способы обработки почвы и засоренность посевов / В. М. Новиков, А. П. Исаев // Земледелие. - 1996. - № 6. - С. 9.

52. Исаков, А. Н. Внедрение энергосберегающих технологий – основа совершенствования кормопроизводства Калужской области / А. Н. Исаков // Кормопроизводство. – 2011. - № 6. - С. 3-5.

53. Исаков, А. Н. Продуктивность и качество различных видов травосмесей в условиях Центрального Нечерноземья на дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах / А. Н. Исаков // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2009. - № 1. - С. 108-114.

54. Исаков, А. Н. Роль бобовых трав и бобово-злаковых травосмесей в создании кормовой базы и биологизации земледелия / Исаков А. Н., Лукашов В. Н. // Природообустройство. 2018. № 3. С. 105-109.

55. Кашеваров, Н. И. Многокомпонентные сенажные смеси в решении проблем дефицита кормового растительного белка / Н. И. Кашеваров, В. С. Сапрыкин, В. П. Данилов // Кормопроизводство. - 2013. - № 1. - С. 3-6.

56. Каштанов, А. Н. Земледелие: избр. тр. / А. Н. Каштанов. - М.: Россельхозакадемия, 2008. – 685 с.

57. Кирюшин, В. И. Проблема экологии земледельцев России (Белгородская модель) / В. И. Кирюшин // Достижение науки АПК. - 2012. - № 12. - С. 3-9.

58. Комбинированное использование травостоев / В. Е. Ториков, С. А. Бельченко, А. В. Дронов, И. Н. Белоус // Животноводство России. – 2016. - № 7. – С. 67-70.
59. Комплексное применение борофоски и удобрений на бобово-мятликовых травосмесях / В. В. Дьяченко, А. В. Дронов, О. В. Дьяченко, Т. В. Ляшкова // Агрохимический вестник. - 2015. - № 5. - С. 18-21.
60. Кореньков, Д. А. Агроэкологическая система применения азотных удобрений / Д. А. Кореньков. – М.: ГУП «Агропрогресс», 1999. – 296 с.
61. Кормовая продуктивность возрастных посевов люцерно-мятликовых травосмесей на фоне пролонгированного действия борофоски / О. В. Дьяченко, В. А. Меркелова, Н. И. Козловская, С. С. Седова // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XIV междунар. науч. конф. Брянск, 2017. - С. 241-245.
62. Кормопроизводство – важный фактор роста продуктивности и устойчивости земледелия / В. М. Косолапов, И. А. Трофимов, А. С. Трофимова, Е. П. Яковлева // Земледелие. - 2012. - № 4. – С. 20-22.
63. Кормопроизводство, рациональное природопользование и агроэкология / В. М. Косолапов, И. А. Трофимов, Г. Н. Бычков и др. // Кормопроизводство. - 2016. - № 8. - С. 3-7.
64. Косолапов, В. М. Значение кормопроизводства в сельском хозяйстве / В. М. Косолапов, И. А. Трофимов // Зерновые и крупяные культуры. - 2013. - № 2. - С. 59-63.
65. Косолапов, В. М. Кормопроизводство в сельском хозяйстве, экологии и рациональном природопользовании: теория и практика / В. М. Косолапов, И. А. Трофимов, Л. С. Трофимова. – М.: Типография Россельхозакадемии, 2014. – 135 с.
66. Косолапов, В. М. Кормопроизводство в экономике сельского хозяйства / В. М. Косолапов, И. А. Трофимов // Вестник РАСХН. – 2010. – № 1. – С. 31-32.
67. Косолапов, В. М. Кормопроизводству – сбалансированное развитие / В. М. Косолапов, И. А. Трофимов, Л. С. Трофинова // АПК: Экономика, управле-

ние. - 2013. - № 7. – С. 19.

68. Косолапов, В. М. Новые сорта кормовых культур – залог успешного развития кормопроизводства / В. М. Косолапов, С. В. Пилипко, С. И. Костенко // Достижение науки и техники АПК. - 2015. - Т. 29, №4. - С. 35-37.

69. Косолапов, В. М. Перспективы развития кормовой базы отечественного кормопроизводства / В. М. Косолапов, И. А. Трофимов, А. В. Шевцов // Кормовая база КРС – 2012: материалы междунар. конф. Перспективы развития кормовой базы отечественного кормопроизводства с целью повышения продуктивности крупного рогатого скота, 18-20 июня 2012. – М., 2012. – С. 15-22.

70. Косолапов, В. М. Перспективы развития кормопроизводства в России / В. М. Косолапов // Кормопроизводство. – 2008. – № 8. – С. 2-10.

71. Косолапов, В. М. Повышение качества – неперемное условие успешного развития животноводства / В. М. Косолапов, В. А. Бондарев, В. П. Клименко // Аграрная наука. – 2008. – № 1. – С. 27-28.

72. Косолапов, В. М. Приоритетное развитие кормопроизводства Российской Федерации / В. М. Трофимов // Кормопроизводство. - 2008. - № 9. - С. 2-3.

73. Косолапов, В. М. Проблемы и перспективы развития кормопроизводства / В. М. Косолапов, И. А. Трофимов // Кормопроизводство. – 2011. – № 2. – С. 4-7.

74. Косолапов, В. М. Результаты создания перспективного исходного материала многолетних злаковых трав / В. М. Косолапов, С. И. Костенко, С. В. Пилипко // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве: материалы междунар. науч.-практ. конф., г. Киров 2-3 апреля 2015г. - Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2015. - С. 122-126.

75. Косолапов, В.М. Основные виды и сорта кормовых культур (Итоги научной деятельности центрального селекционного центра): монография / В. М. Косолапов, З. Ш. Шамсутдинов, Г. И. Ивилин. – М.: Наука, 2015. – 545 с.

76. Кошеваров, Н. И. Многокомпонентные сенажные смеси в решении проблемы дефицита кормового растительного белка / Н. И. Кошеваров, В. С. Сапрыкин, В. П. Данилов // Кормопроизводство. – 2013. - № 1. – С. 3-7.

77. Кошеваров, Н. И. Урожайность и качество зернофуража из одновидовых и смешанных посевов в условиях Сибири и Северного Казахстана / Н. И. Кошеваров, Т. А. Садохин, Д. Ю. Бакшаев и др. // Кормопроизводство. – 2017. - № 1. - С. 22-26.
78. Краснощеков, Н. В. Инновационное развитие сельскохозяйственного производства в России / Н. В. Краснощеков. - М.: ФТНУ Росинформагротех», 2009. – 388 с.
79. Кузнецов, И. Ю. Энергетическая эффективность одновидовых и смешанных посевов однолетних кормовых культур / И. Ю. Кузнецов, В. А. Бочкина, В. А. Минеева // Кормопроизводство. – 2014. – № 1. – С. 20-22.
80. Кукреш, Л. В. Продуктивность зернобобовых культур в чистых и смешанных посевах / Л. В. Кукреш, А. А. Дудук // Земледелие и растениеводство в БССР. - 1983. - Вып. 27. – С. 68.
81. Куляхтин, М. Ф. Люцерно-кострецовые травосмеси в Западной Сибири / М. Ф. Куляхтин // Кормопроизводство. - 1983. - № 5. – С. 29-31.
82. Купцов, Н. С. Люпин – генетика, селекция, гетерогенные посевы / Н. С. Купцов, И. П. Такунов. – Брянск, 2006. – 57 с.
83. Кутузова, А. А. Перспективные энергосберегающие технологии в луговодстве 21 века / А. А. Кутузова // Кормопроизводство: проблемы и пути решения. – М.: ГНУ ВНИИК, 2007. – С. 31-37.
84. Лазарев, Н. Н. Продуктивное долголетие бобовых злаковых трав на сенокосах и пастбищах / Н. Н. Лазарев, А. В. Кольцов, А. С. Антонов // Кормопроизводство. - 2005. - № 2. - С. 6-9.
85. Лазарев, Н. Н. Урожайность люцерно-тимофеечных травосмесей в зависимости от способов обработки почвы, известкования и кратности скашивания / Н. Н. Лазарев, Е. М. Куренкова, А. Н. Садовский // Кормопроизводство. - 2011. - № 1. - С. 16-18.
86. Леонова, Н. В. Оценка применения удобрений и мелиорантов на почвах, загрязненных радиоактивными осадками / Леонова Н. В., Прудников П. В. // Агрохимический вестник. 2014. № 5. С. 8-11.

87. Лобачева, Т. И. Направления совершенствования кормовой базы животноводства / Т. И. Лобачева // Экономика АПК: проблемы и решение. - М.: Центр Восход-А, 2005. - Т. 3. - С. 59-63.
88. Лобачева, Т. И. Состояние и направление развития кормовой базы животноводства / Т. И. Лобачева // Кормопроизводство. - 2017. - № 8. - С. 3-9.
89. Лукашов, В. Н. Продуктивность, питательная и энергетическая ценность травосмесей фестулолиума с бобовыми при разных способах посева в условиях Калужской области / Лукашов В. Н., Исаков А. Н. // Кормопроизводство. 2020. № 2. С. 13-17.
90. Лукашов, В. Н. Эффективность выращивания многолетних бобово - злаковых травосмесей на серых лесных почвах Калужской области / Лукашов В. Н., Короткова Т. Н., Исаков А. Н. // Владимирский земледелец. 2018. № 4 (86). С. 43-47.
91. Мажайский, Ю. А. Современные проблемы радиологии в сельскохозяйственном производстве: монография / под общ. ред. Ю. А. Мажайского. – Рязань: ФГОУ ВПО РГАТУ, 2010. – 362 с.
92. Макарец, Н. Г. Кормление сельскохозяйственных животных / Н. Г. Макарец. – Калуга: ГУП «Облиздат», 1999. – 646 с.
93. Малявко, Г. П. Агрохимическое обоснование технологий возделывания озимой ржи на юго-западе России / Г. П. Малявко, Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов: монография. - Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2010. – 247 с.
94. Мероприятия, направленные на рост урожайности и снижение поступления радионуклидов в корма на пахотных песчаных землях / Д. М. Ситнов, В. Б. Коренев, Л. П. Харкевич, О. В. Дьяченко // Агрохимический вестник. - 2019. - № 3. - С. 42-45.
95. Михайлова, А. Г. Многолетние травы: химический состав и питательная ценность в зависимости от видового состава травостоя и сроки скашивания / А. Г. Михайлова // Кормопроизводство. - 2010. - № 6. - С. 37-41.
96. Мишустин, Е. Н. Минеральный и биологический азот в земледелии СССР / Е. Н. Мишустин. - М.: Наука, 1985. – 270 с.

97. Многолетние травы: Агротехническая, экономическая, энергетическая и экологическая эффективность / А. С. Васютин, В. И. Еремеев, Н. И. Жуков и др. // Аграрная Россия. – 2014. - №1. – С. 16-20.
98. Накопление тяжелых металлов и радионуклидов в зеленой массе люпина узколистного при использовании средств химизации / Г. П. Малявко, Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов, П. Ю. Лищенко // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 11. – С. 21-24.
99. Ничипорович, А. А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев / А. А. Ничипорович. – М., 1956. – 462 с.
100. Новиков, М. Н. Рекомендации по возделыванию люпина в смешанных посевах в севооборотах Нечерноземной зоны / М. Н. Новиков, В. Н. Баринов. – Владимир, 2007. – 154 с.
101. Новиков, М. Н. Усиление доминантной роли культурных растений в агроценозах / М. Н. Новиков, В. Н. Баринов // Агрохимия и экология: история и современность: материалы междунар. науч.-практ. конф. Т. 3. – Н. Новгород: Нижегородская гос. с.-х. академия, 2008. – С.278-281.
102. О накоплении тяжелых металлов (ТМ) в почве и растениях / В. Ф. Мальцев, С. А. Бельченко, А. Е. Сорокин, С. В. Фесенко // Биологизация земледелия в Нечерноземной зоне России: науч. тр. Вып. 2. – Брянск, 2005. - С. 174-185.
103. О реабилитации территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению / Р. М. Алексахин, Г. В. Козьмин и др. // Вестник РАСХН. – 1994. – № 2. – С. 28-30.
104. Одум, Е. Экология: пер. с англ / Е. Одум. – М.: Просвещение, 1968. – 168 с.
105. Организация системы ведения лугового хозяйства на основе комбинированного использования травостоев / С. А. Бельченко, В. Е. Торилов, А. В. Дронов, И. Н. Белоус, К. Ю. Бычкова // Вестник Брянской ГСХА. - 2015. - № 5. - С. 8-14.
106. Особенности возделывания кормовых культур в условиях радиоактивного загрязнения / С. А. Бельченко, В. Е. Торилов, В. Ф. Шаповалов, И. Н. Белоус // Агроконсультант. – 2016. - № 2. – С. 43-50.
107. Оценка относительной биологической доступности цезия-137 в выпа-

дениях и общей биологической доступности в почвах на территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению / В. П. Бондарь и др. // Агрохимия. – 1992. – № 2. – С. 102-110.

108. Оценка экономической эффективности применения технологических приемов, повышающих устойчивость картофеля и многолетних трав в условиях техногенного загрязнения / О. Н. Бакалова, Л. Н. Ульяненко, Т. Л. Жигарева и др. - Обнинск: ГНУ ВНИИСХРАЭ, 2008. – 18 с.

109. Оценка эффективности комплексного применения средств химизации при возделывании люпина узколистного на радиоактивно загрязненной почве в отдаленный период после аварии на ЧАЭС / В. В. Пашутко, Е. Н. Селиванов, Н. М. Белоус, М. М. Кабанов, А. В. Кубышкин, В. Ф. Шаповалов // Кормопроизводство. - 2018. - № 10. - С. 16-22.

110. Переход ^{137}Cs в растениях из дерново-подзолистой почвы в зависимости от доз калия и степени его подвижности / Н. И. Санжарова, Н. В. Белова, П. И. Юриков и др. // Агрохимия. – 2004. – № 7. – С. 56-66.

111. Перспективы развития мирового кормопроизводства: междунар. форум. – М., 2016.

112. Писковацкий, Ю. М. Люцерна для многовидовых агрофитоценозов / Ю. М. Писковацкий // Кормопроизводство. - 2012. - № 11. - С. 25-26.

113. Повышение продуктивности зернобобовых культур при их взаимодействии в полезной ризосферной микрофлорой / Н. В. Парахин, С. Н. Петрова, Ю. В. Кузмичева, Ю. В. Моисеенко // Земледелие. – 2012. – № 6. – С. 26-28.

114. Полевые работы в Сибири / А. С. Доченко, Н. И. Кошеваров, Каличкин и др. - Новосибирск, 2015. - 214 с.

115. Правила ведения агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель республики Беларусь / под ред. И. М. Богдевича. - Мн., 2002. – 74 с.

116. Прижуков, Ф. Б. Агроэкологические основы интеркроппинга (политкультуры) / Ф. Б. Прижуков // Агропромышленное производство: опыт, проблемы и тенденции. – 1994. – № 3. – С. 21-29.

117. Применение борофоски - эффективный агроприём повышения урожайности бобово-мятликовых травосмесей / В. В. Дьяченко, А. В. Дронов, О. В. Дьяченко, Т. В. Ляшкова, В. А. Меркелова // Вестник Брянской ГСХА. - 2015. - № 5 (51). - С. 14-20.

118. Пристер, Б. С. Основные факторы, определяющие поведение радионуклидов в системе почва-растение / Б. С. Пристер, Л. В. Перепелятникова, В. И. Дугинов // Проблемы сельскохозяйственной радиологии: сб. науч. тр. Украинский науч.-исслед. ин-т с.-х. радиологии / под ред. Н. А. Лощилова. – Киев, 1992. - Вып. 2. – С. 108-116.

119. Проворная, Е. Е. Усовершенствование технологии создания бобово-злаковых сенокосов для Нечерноземья / Е. Е. Проворная // Достижения науки и техники АПК. – 2005. – № 5. – С. 26-27.

120. Продовольственная и экологическая безопасность России: многофункциональность кормовых растений и экосистем, биологизация и экологизация земледелия: материалы Всерос. науч.-практ. конф., 2016.

121. Продуктивность и качество одновидовых и смешанных посевов кормовых культур в условиях радиоактивного загрязнения / В. Ф. Шаповалов, Н. М. Белоус, И. Н. Белоус, Ю. И. Иванов // Агрохимический вестник. – 2015. – № 5. – С. 29-31.

122. Производство овса в условиях радиоактивного загрязнения / Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов, Г. П. Малявко, М. В. Матюхина // Агрохимический вестник. – 2012. – № 5. – С. 20-21.

123. Просянных, Е. В. Естественные пойменные экосистемы Чернобыльской зоны: Радиологическое состояние и адаптивный способ снижения перехода ^{137}Cs по пищевым цепям / Е. В. Просянных, А. А. Силаев // Чернобыль 20 лет спустя. Социально-экономические проблемы и перспективы развития пострадавших территорий: материалы междунар. практ. конф. – Брянск, 2005. – С. 95-96.

124. Просянных, Е. В. Загрязнение торфяных почв Русской платформы ^{137}Cs / Е. В. Просянных, В. Н. Крештанова, Г. В. Чекин // Современные проблемы загрязнения почв: сб. тез. докл. междунар. науч. конф., посвящ. 250-летию МГУ. –

М., 2004. – С. 229-230.

125. Прудников, А. Д. Конструирование многолетних травянистых агроценозов / А. Д. Прудников, А. Г. Прудникова // Кормопроизводство. -2001. - № 10. - С. 19-21.

126. Прудников, П. В. Агрохимическое и агроэкологическое состояние почв Брянской области / П. В. Прудников, Н. Г. Поликарпов. – Брянск, 2006. – 608 с.

127. Прудников, П. В. Применение фосфоритной муки и хлористого калия при возделывании полевых культур в Брянской области / Прудников П. В., Прудников С. П. // Агрохимический вестник. 2019. № 4. С. 44-50.

128. Прудников, П. В. Эффективность агрохимических мероприятий при реабилитации радиоактивно загрязненных территорий / П. В. Прудников, З. Н. Маркина, А. А. Кошелев // Агрохимический вестник. – 2006. – № 2. – С. 8-10.

129. Прянишников, Д.Н. Азот в жизни растений и в земледелии СССР. Избранные сочинения. – М.: Колос, 1965, т.3. – 448 с.

130. Пузырева, М. Л. Влияние способов создания и азотных удобрений на состояние и продуктивность кострцево-козлятникового травостоя / М. Л. Пузырева // Кормопроизводство. - 2008. - № 2. - С. 8-10.

131. Радиационная обстановка и эффективность защитных мероприятий на территории Брянской области / Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов и др. // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК на территориях, загрязненных радионуклидами: материалы междунар. научн.-практ. конф. – Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2011. – С.3-26.

132. Радиационная оценка применения минеральных удобрений на естественных кормовых угодьях / Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов, Е. В. Смольский и др. // Проблемы агрохимии и экологии. – 2013. – № 1. – С. 9-15.

133. Радиологическая оценка применения агрохимических средств на почвах, загрязненных радионуклидами / Г. Т. Воробьев, З. Н. Маркина, И. А. Кошелев, П. В. Прудников // Экологоагрохимическая оценка состояния калийного режима почв и эффективность калийных удобрений. – М.: ЦИНАО, 2002. – 74 с.

134. Растениеводство / Г. С. Посыпанов, В. Е. Долгодворов, Г. В. Коренев

и др. – М.: Колос, 1997. – С. 51.

135. Расчет доз минеральных удобрений для кормовых угодий загрязненных радионуклидами / А. Г. Подоляк, И. М. Богдевич, Л. Е. Одинцова, И. И. Ивашкина // Агрохимический вестник. – 2006. – № 2. – С. 21-23.

136. Рахтенко, И. Н. Взаимовлияние корневых систем древесных растений в растительных сообществах / И. Н. Рахтенко // Физиолого-биохимические основы взаимного влияния в фитоценозе. – М.: Наука, 1966. – С. 187.

137. Санжарова, Н. И. Изменение радиационной обстановки в сельском хозяйстве после аварии на Чернобыльской АЭС / Н. И. Санжарова // Агрохимический вестник. – 2010. – № 2. – С. 6-9.

138. Саранин, З. К. Система ведения, агропромышленного производства Московской области в новых условиях хозяйствования на 1997-2002 гг. / З. К. Саранин. – М: ГНУ НИИСХ ЦРНЗ, 1998. - 172 с.

139. Селекция и семеноводство кормовых культур в России: достижение и стратегические направления в контексте повышения конкурентоспособности / З. Ш. Шамсутдинов, Ю. М. Писковацкий, М. Ю. Новоселов и др. // Тр. Кубанского ГАУ. - 2015. - Вып. 3 (54). - С. 349-356.

140. Селекция и семеноводство кормовых культур в России: результаты и стратегические направления / З. Ш. Шамсутдинов, Ю. М. Писковацкий, М. Ю. Новоселов и др. // Адаптивное кормопроизводство. - 2014. - № 2 (18). - С. 12-23.

141. Слесарева, Т. Н. Эффективность производства люпина в условиях серых лесных почв юго-западного региона Нечерноземной зоны России: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Т. Н. Слесарева. – Брянск, 1999. – 23 с.

142. Смешанные посевы – один из резервов повышения белка в кормах / А. Д. Капсамун, Е. Н. Павлючик, Н. Н. Иванова и др. // Кормопроизводство. - 2017. - № 11. - С. 40-43.

143. Современное развитие системного подхода к конструированию агроландшафтов (к 150-летию со дня рождения выдающихся ученых) / В. М. Косолапов, И. А. Трофимов, Л. С. Трофимова и др. // Вестник РАСХН. - 2013. - № 5. - С. 11-14.

144. Сукачев, В. Н. О внутривидовых и межвидовых взаимоотношениях среди растений / В. Н. Сукачев // Ботанический журнал. - 1953. - Т. 38, № 1. - С. 57.
145. Такунов, И. П. Адаптивный потенциал и урожайность люпина в смешанных агрофитоценозах / И. П. Такунов, А. С. Кононов // Аграрная наука. - 1995. - № 1. - С. 41-42.
146. Такунов, И. П. Люпин – эффективное средство биологической интенсификации кормопроизводства / И. П. Такунов // Кормопроизводство. – 2005. – № 6. – С.2.
147. Технология возделывания кормовых культур в условиях радиоактивного загрязнения и их влияние на содержание тяжелых металлов и цезия 137 / С. А. Бельченко, В. Е. Ториков, В. Ф. Шаповалов, И. Н. Белоус, А. В. Дронов // Вестник Брянская ГСХА. – 2016. - № 2. - С. 58-67.
148. Трофимов, И. А. Состояние и перспективы развития кормопроизводства в России / И. А. Трофимов // Кормопроизводство. - 2010. - № 8. - С. 6-9.
149. Трофимова, Л. С. Агроландшафтно-экологическое районирование всех угодий Северного Кавказа / Л. С. Трофимова, И. А. Трофимов, Е. П. Яковлева // Степной бюллетень. - 2013. - № 37. - С. 2.
150. Тютюнников, А. И. Однолетние кормовые травы / А. И. Тютюнников. – М.: Росельхозиздат, 1973. – 191 с.
151. Управление агроландшафтами для повышения продуктивности и устойчивости сельскохозяйственных земель / В. М. Косолапов, И. А. Трофимов, Л. С. Трофимова и др. // Докл. РАСХН. - 2010. - № 2. - С. 32-35.
152. Фесенко, С. В. Оценка периодов полуснижения содержания ¹³⁷Cs в корнеобитаемом слое почв луговых экосистем / С. В. Фесенко, Н. И. Спиридонов, Н. И. Санжарова // Радиационная биология. Радиоэкология. – 1997. – Т. 37, № 2. – С. 267-280.
153. Харьков, Г. Д. Ориентир-многолетние травы / Г. Д. Харьков, К. И. Смирнова // Кормопроизводство. - 2001. - № 9. - С. 17-22.
154. Хромой, В. К. Особенности формирования травостоев люцерны изменчивой (*Medicago Varia marein*) в чистом виде и смешанных посевах с мятлико-

выми травами при двуукосном и трехукосном использовании / В. К. Хромой, Н. М. Ивасюк // Известие Тимирязевской сельскохозяйственной академии. - 2012. - № 6. - С. 36.

155. Хромой, В. К. Продуктивность люцерны изменчивой в чистом виде и смешанных посевах при двух- и трехукосном использовании / В. К. Хромой, Е. В. Ивасюк // Кормопроизводство. - 2013. - № 3. - С. 14-15.

156. Чесалин, С. Ф. Эффективность защитных мероприятий при реабилитации естественных кормовых угодий в отдаленный период после аварии на ЧАЭС: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / С. Ф. Чесалин. - Брянск, 2013. – 183 с.

157. Шамсутдинов, З. Ш. Галофиты в России, их экологическая оценка и использование / З. Ш. Шамсутдинов, И. В. Савченко, Н. З. Шамсутдинов. – М., 2000. – 399 с.

158. Шемяков, О. К. Эффективность возделывания однолетних бобовых и зерновых культур в одновидовых и смешанных агрофитоценозах на юго-западе Центрального Нечерноземья России: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / О. К. Шемяков. - Брянск, 2007. – 28 с.

159. Шпаков, А. С. Основные направления развития и научное обеспечение полевого кормопроизводства в современных условиях / А. С. Шпаков // Кормопроизводство. - 2007. - № 5. - С. 8-11.

160. Шпаков, А. С. Основные направления развития и научное обеспечение полевого кормопроизводства в современных условиях / А. С. Шпаков // Кормопроизводство. – 2007. – № 5. – С. 8-11.

161. Шпаков, А. С. Перспективы использования пахотных земель в кормопроизводстве Российской Федерации / А. С. Шпаков // Кормопроизводство. - 2008. - № 11. - С. 2-5.

162. Шпаков, А. С. Полевое кормопроизводство, состояние и задачи научно обеспечения / А. С. Шпаков, Г. В. Бычков // Кормопроизводство. - 2010. - № 10. - С. 3-9.

163. Шпаков, А. С. Средообразующая роль многолетних трав в Нечерноземной зоне / А. С. Шпаков // Кормопроизводство. - 2014. - № 9. - С. 12-17.

164. Экологические и агротехнические основы производства зерна в условиях радиоактивного загрязнения / Н. М. Белоус, Ф. В. Моисеенко и др. / Агрохимический вестник. – 1998. – № 4. – С. 27-29.

165. Эседуллаев, С. Т. Сравнительное изучение особенностей формирования урожая в одновидовых и смешанных травостоях многолетних трав на основе люцерны изменчивой (*MEDCHGO SHTVIVAX VARIA MARTYIV*) и козлятника восточного (*GALEGA ORIENTALISLAM*) в условиях Верхневолжья / С. Т. Эседуллаев, Н. В. Шмелева // Кормопроизводство. - 2017. - № 2. - С. 9-13.

166. Эседуллаев, С. Т. Формирование бобово-злаковых травостоев на основе люцерны изменчивой на дерново-подзолистых почвах Ивановской области / С. Т. Эседуллаев, Н. В. Шмелева // Кормопроизводство. - 2014. - № 8. - С. 3-7.

167. Эффективность комплексного применения агрохимических и агротехнических мероприятий при улучшении радиоактивно загрязненных пойменных кормовых угодий / Н. Н. Бокатуро, С. Н. Поцепай, Н. М. Белоус, С. А. Бельченко, А. В. Кубышкин, В. Ф. Шаповалов // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XV междунар. науч. конф. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. – С. 140-147.

168. Эффективность средств химизации на дерново-подзолистой песчаной почве в условиях радиоактивного загрязнения территории / Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов, А. Н. Чернышов, Н. И. Цимбалист // Агрохимия. – 2007. – № 3. – С. 47-57.

169. Эффективность технологий возделывания сельскохозяйственных культур в севооборотах юго-запада Нечерноземной зоны России: монография / Н. М. Белоус, М. Г. Драганская, И. Н. Белоус, С. А. Бельченко. – Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2012. – 241 с.

170. Anderson, J. K. The behavior Chernobyl, ^{137}Cs and ^{106}Ru in indisturbed soils: implication for external radiation / J. K. Anderson, J. Roed // J. Environ. Radioactivity. – 1994. - V. 22. - P. 183.

171. Di Falco S. Crop Genetic Diversity, Productivity and Stability of Agroecosystems. A Theoretical and Empirical Investigation / S. Di Falco, Ch. Perrings // Scottish Journal of Political Economy. – 2003. – T. 50, № 2. – P. 207-216.

172. Lassey, K. R. The Transfer of Radiostrontium and Radiocesium from Soil to Diet: Models Consistent with Fallout Andeyses / K. R. Lassey Health Plus. Vol. 37. – 1979. – P. 557-573.

173. Rafferty, B. Assessment of the role of soil adhesion in the transfer ^{137}Cs and ^{40}K to pasture grass / B. Rafferty, P. A. Coigan // The Sci. of the Toe. Env. – 1994. – Vol. 145. – P. 135-141.

174. Sanzharova, N I Radiological aspects of territories of the russian federation damaged during the chernobyl accident towards normal conditions / Sanzharova N I, Fesenko S V, Romanovich I K, Marchenko T A, Razdayvodin A N, Panov A V, Choubina O A, Prudnikov P V, Isamov N N, Radin A I, Brook G Ya // Ecology. 2016. № 56 (3). C. 322.

175. Smolders, E. Some principles behind the selections of crops to minimise radionuclide uptake from soil / E. Smolders // Sci. Total Environ. – 1995. – Vol. 137. – P. 135-146.

176. Zhy, V. G. Effect of potassium (K) on the uptake of ^{137}Cs by spring wheat (Triticum cv Tonic): a lisimiter study / V. G. Zhy, G. Shaw, A. F. Nisbet, B. T. Wilkins // Radiation and Environmental Biophysics. - 2000. - Vol. 39. - S. 283-290.

177. Yakimenko O. Chemical and plant growth stimulatory properties in a variety of commercial humates // Humic substances linking structure to functions / Eds.: F. H. Frimmel, G. Abbt Braun. Proc. of 13th Meeting of the Int. Humic Substances Society. Karlsruhe. – 2006. – V. 45 II. – P. 1017–1021.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Результаты дисперсионного анализа
двухфакторного эксперимента урожайности люцерно-мятликовых травосмесей
III-го года жизни, т/га зелёной массы (первый укос), 2014 г.

22,8	23,4	23,6	25,4
24,6	25,1	24,1	27,44
24,9	25,7	26,4	24,72
23,6	24,1	24,6	24,5
19,5	19,7	19,4	18,24
22,6	22,3	21,8	20,9
23,6	23,5	23,1	22,96
23,1	22,9	22,8	22,48
16,4	16,8	16,6	16,16
19,3	19,2	19,4	19,62
19,3	19,5	19,3	19,78
18,6	18,5	18,7	18,52
12,6	12,1	12,3	13,12
14,6	14,5	14,4	14,54
17,2	17,3	17,1	16,88
19,2	18,9	19,2	19,1

*=====

=====*

Дисперсия	Сумма квадр.	Степени свободы	Ср. квадр.	Fф	
-----------	--------------	-----------------	------------	----	--

*=====

=====*

Общая	906.25976562	63	14.3850755	-	
Повторений	0.208984375	3	0.06966146	-	
Фактор А	718.04882812	3	239.349609	624.744018554	
Фактор В	112.55273437	3	37.5175781	97.9273834228	
Взаимодействие АВ	58.208984375	9	6.46766471	16.8817272186	
Остаток(ошибки)	17.240234375	45	0.38311630	-	

*=====

=====*

НСР А = 1,62

НСР В = 1,62

НСР АВ = 3,23

Результаты дисперсионного анализа двухфакторного эксперимента урожайности люцерно-мятликовых травосмесей III-го года жизни, т/га зелёной массы (второй укос), 2014 г.

12,02	11,98	11,87	11,61
14,36	14,23	14,44	14,17
16,89	16,54	16,72	16,57
15,48	15,31	15,32	15,17
14,21	14,18	14,3	13,75
18,01	17,96	18,12	17,95
19,01	19,12	19,08	19,07
16,35	16,38	16,25	16,3
12,06	12,1	12,04	11,96
12,81	12,87	12,78	12,78
13,05	13,02	12,99	12,94
14,57	14,56	14,62	14,89
12,63	12,54	12,51	12,68
13,08	13,2	13,14	13,3
13,82	13,54	13,45	14,07
15,38	15,39	15,54	15,33

*=====

=====*

Дисперсия	Сумма квадр.	Степени свободы	Ср. квадр.	Fф	
-----------	--------------	-----------------	------------	----	--

*=====

=====*

Общая	268.83691406	63	4.26725244	-	
Повторений	0.0458984375	3	0.01529947	-	
Фактор А	129.92285156	3	43.3076171	2317.78735351	
Фактор В	88.151367187	3	29.3837890	1572.59582519	
Взаимодействие АВ	49.875976562	9	5.54177522	296.591186523	
Остаток(ошибки)	0.8408203125	45	0.01868489	-	

*=====

=====*

НСР А = 0,37

НСР В = 0.37

НСР АВ = 0.74

Результаты дисперсионного анализа двухфакторного эксперимента урожайности люцерно-мятликовых травосмесей III-го года жизни, т/га зелёной массы (третий укос), 2014 г.

5,91	5,92	5,87	5,9
7,28	7,32	7,31	7,29
8,1	8,13	8,09	8,16
9	9,05	9,01	9,06
5,4	5,43	5,46	5,35
6,32	6,29	6,31	6,24
7,02	7,01	6,99	7,1
8,05	8,02	8,03	8,06
5,77	5,74	5,81	5,8
7,25	7,28	7,24	7,35
7,18	7,21	7,17	7,2
7,52	7,53	7,51	7,52
5,63	5,62	5,57	5,62
6,93	6,91	6,89	6,95
7,71	7,76	7,71	7,78
7,52	7,48	7,49	7,51

*=====

=====*

Дисперсия	Сумма квадр.	Степени свободы	Ср. квадр.	Fф	
-----------	--------------	-----------------	------------	----	--

*=====

=====*

Общая	72.045166015	63	1.14357411	-	
Повторений	0.3176269531	3	0.10587564	-	
Фактор А	6.9860839843	3	2.32869458	10.4847574234	
Фактор В	49.573486328	3	16.5244960	74.4001922607	
Взаимодействие АВ	5.1733398437	9	0.57481551	2.58805990219	
Остаток(ошибки)	9.9946289062	45	0.22210286	-	

*=====

=====*

НСР А = 0.38

НСР В = 0.38

НСР АВ = 0.82

Результаты дисперсионного анализа двухфакторного эксперимента урожайности люцерно-мятликовых травосмесей III-го года жизни, т/га зеленой массы (в сумме за три укоса), 2014 г.

41,58	41,6	41,55	41,55
46,93	46,94	46,91	46,86
50,22	50,21	50,19	50,3
48,56	48,52	48,57	48,55
38,71	38,69	38,69	38,83
46,21	46,23	46,19	46,17
49,41	49,4	49,35	49,4
47,19	47,15	47,19	47,19
34,31	34,28	34,33	34,32
39,45	39,42	39,51	39,5
39,65	39,66	39,61	39,72
40,77	40,73	40,75	40,79
30,75	30,71	30,67	30,79
34,6	34,63	34,65	34,56
38,55	38,61	38,59	38,57
42,03	42,05	41,99	41,97

*=====

=====*

Дисперсия	Сумма квадр.	Степени свободы	Ср. квадр.	Fф	
-----------	--------------	-----------------	------------	----	--

*=====

=====*

Общая	2040.1875	63	32.3839302	-	
Повторений	0.046875	3	0.015625	-	
Фактор А	1228.296875	3	409.432281	69362.640625	
Фактор В	719.1796875	3	239.726562	40612.5	
Взаимодействие АВ	92.3984375	9	10.2664928	1739.26464843	
Остаток(ошибки)	0.265625	45	0.00590277	-	

*=====

=====*

НСР А = 2,04

НСР В = 2,04

НСР АВ = 4,69

Результаты дисперсионного анализа двухфакторного эксперимента урожайности люцерно-мятликовых травосмесей IV-го года жизни, т/га зеленой массы (первый укос), 2015 г.

18,69	18,68	19	18,51
20,79	20,76	20,8	20,89
23,47	23,38	23,5	23,57
25,71	25,68	25,73	25,68
20,55	20,55	20,55	20,51
23,22	23,15	23,19	23,2
25,12	25,08	25,14	25,06
24,91	24,79	24,86	24,84
18,53	18,46	18,55	18,54
21,42	21,37	21,46	21,35
23,25	23,2	23,17	23,22
22,58	22,55	22,52	22,71
18,88	19,02	19,99	17,99
22,16	22,1	22,16	22,1
23,31	23,25	23,33	23,31
23,82	23,8	23,86	23,76

*=====

=====*

Дисперсия	Сумма квадр.	Степени свободы	Ср. квадр.	Fф	
-----------	--------------	-----------------	------------	----	--

*=====

=====*

Общая	307.30859375	63	4.87791395	-	
Повторений	0.275390625	3	0.09179687	-	
Фактор А	33.59375	3	11.1979169	229.537368774	
Фактор В	250.3359375	3	83.4453125	1710.48046875	
Взаимодействие АВ	20.908203125	9	2.32313370	47.6201095581	
Остаток(ошибки)	2.1953125	45	0.04878472	-	

*=====

=====*

НСР А = 1,58

НСР В = 1,58

НСР АВ = 3,12

Результаты дисперсионного анализа двухфакторного эксперимента урожайности люцерно-мятликовых травосмесей IV-го года жизни, т/га зеленой массы (второй укос), 2015 г.

12,83	12,79	12,82	12,8
14,21	14,23	14,23	14,13
18,01	18,05	18	18,02
18,88	18,85	18,83	18,92
15,19	15,15	15,17	15,21
19,66	19,65	19,64	19,73
20,31	20,33	20,36	20,36
22,01	22,05	22,03	22,03
14,43	14,45	14,41	14,39
18,35	18,32	18,36	18,29
20,55	20,61	20,58	20,62
20,46	20,45	20,43	20,3
13,42	13,41	13,37	13,36
16,45	16,43	16,41	16,39
19,58	19,59	19,61	19,62
18,35	18,39	18,35	18,35

*=====

=====*

Дисперсия	Сумма квадр.	Степени свободы	Ср. квадр.	Fф	
-----------	--------------	-----------------	------------	----	--

*=====

=====*

Общая	498.76367187	63	7.91688346	-	
Повторений	0.005859375	3	0.00195312	-	
Фактор А	106.63476562	3	35.5449218	28239.8261718	
Фактор В	368.41601562	3	122.805335	97566.71875	
Взаимодействие АВ	23.650390625	9	2.62782120	2087.75854492	
Остаток(ошибки)	0.056640625	45	0.00125868	-	

*=====

=====*

НСР А = 0.51

НСР В = 0.51

НСР АВ = 0.98

Результаты дисперсионного анализа двухфакторного эксперимента урожайности бобово-мятликовых травосмесей IV-го года жизни, т/га зеленой массы (в сумме за два укоса), 2015 г.

31,51	31,49	31,55	31,57
35,03	35	35,01	35
41,52	41,49	41,53	41,46
44,55	44,51	44,61	44,61
35,73	35,69	35,71	35,75
42,89	42,85	42,86	42,84
45,41	45,43	45,46	45,46
46,85	46,88	46,89	46,9
32,95	32,97	32,96	32,88
39,75	39,75	39,76	39,66
43,81	43,8	43,82	43,77
43,1	43,08	42,99	42,83
32,37	32,39	32,35	32,33
38,51	38,52	38,57	38,6
42,91	42,93	42,89	42,87
42,18	42,19	42,15	42,16

*=====

=====*

Дисперсия	Сумма квадр.	Степени свободы	Ср. квадр.	Fф	
-----------	--------------	-----------------	------------	----	--

*=====

=====*

Общая	1480.4140625	63	23.4986362	-	
Повторений	0.0078125	3	0.00260416	-	
Фактор А	189.5859375	3	63.1953125	30333.7480468	
Фактор В	1230.3203125	3	410.106781	196851.25	
Взаимодействие АВ	60.40625	9	6.71180534	3221.66650390	
Остаток(ошибки)	0.09375	45	0.00208333	-	

*=====

=====*

НСР А = 1,98

НСР В = 1,98

НСР АВ = 4,57

Результаты дисперсионного анализа двухфакторного эксперимента урожайности люцерно-мятликовых травосмесей V-го года жизни, т/га зеленой массы (первый укос), 2016 г.

15,33	15,31	15,36	15,36
16,78	16,81	16,78	16,79
21,06	21,05	21,03	21,06
23,66	23,59	23,61	23,74
16,01	16,03	16,02	16,02
17,12	17,18	17,15	17,11
21,59	21,63	21,63	21,59
23,98	24,02	23,95	23,81
18,31	18,29	18,32	18,24
19,83	19,82	19,82	19,77
23,02	23,01	22,96	22,89
24,32	24,33	24,29	24,26
19,12	19,16	19,15	19,17
20,21	20,21	20,19	20,31
23,13	23,09	23,13	23,13
25,06	25,05	26,08	24,09

*=====

=====*

Дисперсия	Сумма квадр.	Степени свободы	Ср. квадр.	Fф	
-----------	--------------	-----------------	------------	----	--

*=====

=====*

Общая	604.3359375	63	9.59263420	-	
Повторений	0.140625	3	0.046875	-	
Фактор А	79.876953125	3	26.6256504	627.896606445	
Фактор В	508.02734375	3	169.342453	3993.50073242	
Взаимодействие АВ	14.3828125	9	1.59809029	37.6867980957	
Остаток(ошибки)	1.908203125	45	0.04240451	-	

*=====

=====*

НСР А = 1,49

НСР В = 1,49

НСР АВ = 2,97

Результаты дисперсионного анализа двухфакторного эксперимента урожайности люцерно-мятликовых травосмесей V-го года жизни, т/га зеленой массы (второй укос), 2016 г.

12,04	12,03	12,07	12,06
13,1	13,13	13,15	13,1
16,21	16,23	16,19	16,17
17,41	17,43	17,46	17,46
12,38	12,35	12,36	12,39
13,23	13,25	13,21	13,23
17,05	17,06	17,04	16,97
17,96	18,02	17,99	17,83
13,56	13,61	13,62	13,53
15,61	15,63	15,61	15,71
18,79	18,76	18,76	18,81
20,13	20,12	20,17	20,18
14,03	14,01	13,99	14,01
15,92	15,91	19,92	11,85
19,25	19,23	19,22	19,22
20,34	20,36	20,35	20,31

*=====

=====*

Дисперсия	Сумма квадр.	Степени свободы	Ср. квадр.	Fф	
-----------	--------------	-----------------	------------	----	--

*=====

=====*

Общая	495.95898437	63	7.87236499	-	
Повторений	2.1484375	3	0.71614581	-	
Фактор А	85.630859375	3	28.5436191	42.1567306518	
Фактор В	374.390625	3	124.796875	184.315383911	
Взаимодействие АВ	3.3203125	9	0.36892360	0.54487180709	
Остаток(ошибки)	30.46875	45	0.67708331	-	

*=====

=====*

НСР А = 0,93

НСР В = 0,93

НСР АВ = 1,87

Результаты дисперсионного анализа двухфакторного эксперимента урожайности бобово-мятликовых травосмесей V-го года жизни, т/га зеленой массы (в сумме за два укоса), 2016 г.

27,38	27,37	27,41	27,4
29,92	29,93	29,94	29,85
37,27	37,28	37,31	37,14
41,11	41,09	41,08	41,08
28,41	28,42	28,42	28,31
30,38	30,41	30,41	30,28
38,65	38,66	36,62	40,63
41,91	41,89	41,87	41,89
31,87	31,86	31,89	31,86
35,45	35,47	35,49	35,39
41,77	41,75	41,73	41,75
44,43	44,42	44,46	44,49
33,18	33,15	33,12	33,19
36,11	36,15	36,13	36,13
42,36	42,38	42,33	42,33
45,41	45,43	45,42	45,38

*=====

=====*

Дисперсия	Сумма квадр.	Степени свободы	Ср. квадр.	Fф	
-----------	--------------	-----------------	------------	----	--

*=====

=====*

Общая	2100.4921875	63	33.3411445	-	
Повторений	0.375	3	0.125	-	
Фактор А	330.4453125	3	110.148437	642.160949707	
Фактор В	1750.0234375	3	583.341125	3400.85522460	
Взаимодействие АВ	11.9296875	9	1.32552087	7.72773313522	
Остаток(ошибки)	7.71875	45	0.17152777	-	

*=====

=====*

НСР А = 1,73

НСР В = 1,73

НСР АВ = 4,40

Результаты дисперсионного анализа двухфакторного эксперимента урожайности
зеленой массы многолетних трав первого укоса, т/га, 2013 г

37,6	31,5	36,2	105,3
40,7	37,8	40,3	118,8
42,3	43,1	41,5	126,9
58,5	59,5	66,2	184,2
69,4	66,6	70,1	206,1
27,1	30,5	27,3	84,9
31,4	29,5	33,6	94,5
24,1	29,8	36,3	90,2
27,1	38,2	34,5	99,8
38,5	40,4	36,6	115,5
20,5	21,4	19,7	61,6
27,3	25,2	26,9	79,4
30,1	29,4	30,7	90,2
35,7	34,6	36,1	106,4
37,6	36,3	37,6	111,5
62,3	46,4	50,6	159,3
66,9	70,4	61,3	198,6
82,9	58,8	66,2	207,9
84,3	63,7	76,4	224,4
83,1	71,3	79,9	234,3
53,8	50,8	61,4	166
60,3	53,8	69,6	183,7
68,4	56,1	78,5	203
61,2	75,1	81,5	217,8
68,7	78,4	82,7	229,8

*=====

==*

Дисперсия	Сумма квадр.	Степени свободы	Ср. квадр.	Fф	
-----------	--------------	-----------------	------------	----	--

*=====

==*

Общая	27420.0625	74	370.541381	-	
Повторений	50.651874542	2	25.3259372	-	
Фактор А	19869.472656	4	4967.36816	81.3654403686	
Фактор В	3371.2719726	4	842.817993	13.8053503036	
Взаимодействие АВ	1198.2612304	16	74.8913269	1.22671914100	
Остаток(ошибки)	2930.4047851	48	61.0500984	-	

*=====

==*

НСР = 7.173

НСР А = 4.536

НСР В = 4.536

НСР АВ = 4.536

Результаты дисперсионного анализа двухфакторного эксперимента урожайности
зеленой массы многолетних трав второго укоса, т/га, 2013 г

27,4	24,8	27,3
33,5	32,3	29,6
39,1	37,5	33,5
48,7	47,8	43,3
51,6	54,4	50,3
12,1	11,2	13,6
13	12,4	14,5
15,6	13,4	15,7
18,9	15,3	16,2
17,1	15,9	17,7
12,6	11,4	13,2
13,4	14,8	12,6
14,6	14,8	13,2
17,4	13,6	14,7
17,2	17,8	18,3
25,1	19,5	20,2
25	25,4	19,8
25,2	24,6	26,1
31,3	28,5	32,3
30,7	39,6	30,8
20	20	19,4
27,6	27,6	26,2
13,3	29,7	30,1
36,7	37,7	31,6
44,2	43	44

*=====

==*

Дисперсия	Сумма квадр.	Степени свободы	Ср. квадр.	Fф	
-----------	--------------	-----------------	------------	----	--

*=====

==*

Общая	9736.3085937	74	131.571731	-	
Повторений	4.5301561355	2	2.26507806	-	
Фактор А	6484.1103515	4	1621.02758	211.777755737	
Фактор В	2027.6268310	4	506.906707	66.2243881225	
Взаимодействие АВ	852.63098144	16	53.2894363	6.96195268630	
Остаток(ошибки)	367.41027832	48	7.65438079	-	

*=====

==*

НСР = 2.54

НСР А = 1.606

НСР В = 1.606

НСР АВ = 1.606

Результаты дисперсионного анализа двухфакторного эксперимента урожайности
зеленой массы многолетних трав первого укоса, т/га, 2014 г

23,6	22,8	22,6
25,6	24,6	25,4
27,5	29,2	27,1
29,4	32,6	30
33,4	32,6	33,7
21,4	22	22,6
23,6	23,2	24
26,9	25,4	25,8
27,9	27,5	26,5
30,4	31	28,4
16,4	15,8	14,6
19	17,6	19,2
21,2	22,7	22,9
25,8	26	25
28,8	28,4	29,3
30,4	31,8	32,6
33	31,6	33,2
36,3	39,1	37,4
40,1	38	39,7
41,6	43,3	43,8
29,2	29,6	27,6
28,6	31	29
35,3	34,9	33,9
37,8	36,7	38,2
40,5	41,1	42,5

*=====

==*

Дисперсия	Сумма квадр.	Степени свободы	Ср. квадр.	Fф	
-----------	--------------	-----------------	------------	----	--

*=====

==*

Общая	3443.4296875 74	46.5328330 -	
Повторений	1.5106250047 2	0.75531250 -	
Фактор А	2062.5280761 4	515.632019 275.666687011	
Фактор В	1222.5239257 4	305.630981 163.396133422	
Взаимодействие АВ	67.083496093 16	4.19271850 2.24150705337	
Остаток(ошибки)	89.783561706 48	1.87049090 -	

*=====

==*

НСР = 1.256
НСР А = 0.794
НСР В = 0.794
НСР АВ = 0.794

Результаты дисперсионного анализа двухфакторного эксперимента урожайности
зеленой массы многолетних трав второго укоса, т/га, 2014 г

17,2	19,4	19,8
21,4	22,9	21,2
25,8	24,8	25,6
28,6	27,5	29,8
32,3	31,2	32,8
12	10,6	12,2
14	12,8	14,6
16,4	15,2	17,6
17,6	16,6	18,1
19,6	20,5	18,7
10,8	9,7	10,6
13,3	13,5	12,3
15,6	13,3	14,9
15,8	16,2	15,4
17,4	16,7	18,3
25,4	24	26,5
26,1	27,2	24
30,9	31,3	29,2
31,8	29,2	31,1
35,7	36,5	35,2
23	23,4	24,7
23,8	25,4	25,8
29,2	28,1	29,3
29,6	30,4	31,8
34,3	35,1	35,6

*=====

==*

Дисперсия	Сумма квадр.	Степени свободы	Ср. квадр.	Fф	
-----------	--------------	-----------------	------------	----	--

*=====

==*

Общая	4196.015625	74	56.7029151	-	
Повторений	3.7151563167	2	1.85757815	-	
Фактор А	3140.4267578	4	785.106689	843.309326171	
Фактор В	935.99768066	4	233.999420	251.346588134	
Взаимодействие АВ	71.188842773	16	4.44930267	4.77914476394	
Остаток(ошибки)	44.687187194	48	0.93098306	-	

*=====

==*

НСП = 0.8857
 НСП А = 0.5602
 НСП В = 0.5602
 НСП АВ = 0.560

Результаты дисперсионного анализа двухфакторного эксперимента урожайности
зеленой массы многолетних трав первого укоса, т/га, 2015 г

36,7	32,6	35,1
39,3	39,8	42,4
47,8	43,5	46,1
49,5	48,4	51,2
57,3	56,8	53,6
28,3	26,5	28,3
32,6	27,8	31,4
34,8	38,1	34,8
35,9	40,2	39,7
39,5	41,3	38,6
28,5	20,8	22,1
28	25,2	27,5
32,4	30,3	33,6
35,2	34,2	37,4
38,7	38,4	40,2
62,2	55,8	57,2
69,1	64,9	65,7
73,3	69,1	78,7
76,8	73,4	83,5
83,3	95	79,1
55,6	47,2	56,2
65,1	64,7	66,8
73,5	70,1	76,9
76,3	74,8	76,6
80,7	79,6	81,2

*=====

==*

Дисперсия	Сумма квадр.	Степени свободы	Ср. квадр.	Fф	
-----------	--------------	-----------------	------------	----	--

*=====

==*

Общая	27185.09375	74	367.366119	-	
Повторений	51.068126678	2	25.5340633	-	
Фактор А	22405.994140	4	5601.49853	641.110046386	
Фактор В	3941.328125	4	985.332031	112.774513244	
Взаимодействие АВ	367.31835937	16	22.9573974	2.62755012512	
Остаток(ошибки)	419.38500976	48	8.73718738	-	

*=====

==*

НСР = 2.713

НСР А = 1.716

НСР В = 1.716

НСР АВ = 1.716

Результаты дисперсионного анализа двухфакторного эксперимента урожайности
зеленой массы многолетних трав второго укоса, т/га, 2015 г

27,6	29,4	27,6
33,8	35,4	36,1
39,8	40,6	43,2
44,5	42,4	43
54	49,3	52,5
9,7	12,8	11,1
13,3	13,7	15,3
15,8	15,8	17
19,6	19,6	18,3
20,6	20,6	18,8
9,4	9,8	11,4
12,8	12,7	14,1
17,6	14,4	16,9
18,7	16,4	18,3
19,7	18,8	22,1
16,2	17,2	11,6
20,2	19,7	18,1
24,6	22,3	21,2
29,3	25,7	28,2
37,9	43,2	38,2
15,4	14,4	15,8
20,2	14,7	18,7
22,2	21,8	23,3
24,6	23,7	26,1
34,5	32,2	34

*=====

==*

Дисперсия	Сумма квадр.	Степени свободы	Ср. квадр.	Fф	
-----------	--------------	-----------------	------------	----	--

*=====

==*

Общая	8970.2539062	74	121.219650	-	
Повторений	5.91015625	2	2.95507812	-	
Фактор А	5849.7226562	4	1462.43066	568.147033691	
Фактор В	2557.3059082	4	639.326477	248.375152587	
Взаимодействие АВ	433.76147460	16	27.1100921	10.5321359634	
Остаток(ошибки)	123.55371093	48	2.57403564	-	

*=====

==*

НСР = 1.473
НСР А = 0.9315
НСР В = 0.9315
НСР АВ = 0.9315

Урожайность сухого вещества люцерно-мятликовых травостоев, т/га
(среднее за 2014-2016 гг.)

Вариант Культура	Без боро- фоски +N ₃₀	Фон P ₃₀ K ₃₅ +N ₃₀	Фон P ₆₀ K ₇₀ +N ₃₀	Фон P ₁₀₅ K ₁₂₀ +N ₃₀
Первый укос				
Люцерна изменчивая + тимофеевка луговая	5,18	5,88	6,38	6,65
Люцерна изменчивая + овсяница луговая	5,26	6,44	6,57	6,33
Люцерна изменчивая + ежа сборная	4,86	5,48	5,72	5,83
Люцерна изменчивая+ кострец безостый	4,32	5,22	5,64	5,88
Второй укос				
Люцерна изменчивая + тимофеевка луговая	3,19	3,44	4,47	4,53
Люцерна изменчивая + овсяница луговая	3,31	3,51	4,55	5,02
Люцерна изменчивая + ежа сборная	3,40	4,07	4,71	4,85
Люцерна изменчивая+ кострец безостый	3,70	3,89	4,68	4,92
В сумме за два укоса				
Люцерна изменчивая + тимофеевка луговая	8,37	9,32	10,75	11,18
Люцерна изменчивая + овсяница луговая	8,57	9,95	11,12	11,33
Люцерна изменчивая + ежа сборная	8,26	9,55	10,43	10,68
Люцерна изменчивая+ кострец безостый	8,02	9,11	10,32	10,80

**Биохимический состав сена многолетних трав первого укоса на дерново-
подзолистой почве, 2013 г.**

№ п/п	Влага	Сырой про- теин	Сырая клет- чатка	Сырая зо- ла	Сырой жир	БЭВ
		содержание, %				
Люцерна						
Контроль	11,0	14,31	32,16	8,40	3,90	30,23
P ₆₀ K ₁₂₀	11,3	14,39	32,28	8,43	3,93	29,67
P ₆₀ K ₁₅₀	11,4	14,43	32,41	8,48	3,96	29,32
P ₆₀ K ₁₈₀	11,7	14,54	32,56	9,45	3,98	27,77
P ₆₀ K ₂₁₀	11,8	14,96	32,64	9,55	3,99	27,06
Кострец						
Контроль	11,0	9,22	25,48	6,78	2,59	44,93
P ₆₀ K ₁₂₀	11,2	9,43	25,56	6,81	2,62	43,98
P ₆₀ K ₁₅₀	11,4	9,66	25,82	6,93	2,64	43,55
P ₆₀ K ₁₈₀	11,6	9,69	26,20	7,38	2,68	42,45
P ₆₀ K ₂₁₀	11,8	9,77	26,31	7,46	2,72	41,74
Тимофеевка						
Контроль	11,0	10,18	26,18	7,66	2,6	42,38
P ₆₀ K ₁₂₀	11,2	10,26	26,43	7,72	2,61	41,78
P ₆₀ K ₁₅₀	11,2	10,38	26,65	7,78	2,64	41,35
P ₆₀ K ₁₈₀	11,3	10,46	26,78	7,86	2,66	40,94
P ₆₀ K ₂₁₀	11,4	10,54	26,82	7,99	2,70	40,55
Люцерна + Кострец						
Контроль	11,6	18,26	27,52	9,11	2,74	30,77
P ₆₀ K ₁₂₀	11,8	18,31	27,81	9,16	2,76	30,16
P ₆₀ K ₁₅₀	11,8	18,48	27,86	9,20	2,82	29,84
P ₆₀ K ₁₈₀	12,2	18,53	28,18	9,24	2,88	28,97
P ₆₀ K ₂₁₀	12,3	19,26	28,26	9,36	2,91	27,91
Люцерна + Тимофеевка						
Контроль	11,1	18,31	27,31	9,10	1,98	32,20
P ₆₀ K ₁₂₀	11,2	18,36	27,53	9,12	2,46	31,33
P ₆₀ K ₁₅₀	11,2	18,42	27,84	9,19	2,58	30,77
P ₆₀ K ₁₈₀	11,3	18,68	28,28	9,22	2,78	29,74
P ₆₀ K ₂₁₀	11,3	19,44	28,33	9,31	2,82	28,80

Биохимический состав сена многолетних трав второго укоса на дерново-
подзолистой почве, 2013 г.

№ п/п	Влага	Сырой про- теин	Сырая клет- чатка	Сырая зо- ла	Сырой жир	БЭВ
		содержание, %				
Люцерна						
Контроль	11,3	14,48	31,36	8,33	3,90	30,63
P ₆₀ K ₁₂₀	11,6	14,52	31,48	8,36	3,93	30,11
P ₆₀ K ₁₅₀	11,7	14,69	31,62	8,39	3,95	29,65
P ₆₀ K ₁₈₀	11,8	14,82	31,76	8,46	3,95	29,21
P ₆₀ K ₂₁₀	11,8	14,88	32,18	9,13	3,98	28,03
Кострец						
Контроль	11,2	9,01	26,18	6,50	2,56	44,55
P ₆₀ K ₁₂₀	11,4	9,18	26,32	6,53	2,58	43,99
P ₆₀ K ₁₅₀	11,6	9,30	26,48	6,55	2,63	43,44
P ₆₀ K ₁₈₀	11,6	9,51	26,63	6,68	2,66	42,92
P ₆₀ K ₂₁₀	11,7	9,72	26,92	7,38	2,75	41,53
Тимофеевка						
Контроль	11,0	10,31	24,66	6,53	2,52	44,98
P ₆₀ K ₁₂₀	11,0	10,62	25,33	6,55	2,56	43,94
P ₆₀ K ₁₅₀	11,2	10,83	25,64	6,58	2,58	43,17
P ₆₀ K ₁₈₀	11,3	10,86	25,82	6,78	2,62	42,62
P ₆₀ K ₂₁₀	11,3	10,92	25,88	7,18	2,64	42,08
Люцерна + Кострец						
Контроль	11,3	18,24	28,61	9,16	3,66	29,03
P ₆₀ K ₁₂₀	11,5	18,46	28,84	9,20	3,68	28,61
P ₆₀ K ₁₅₀	11,5	18,62	28,86	9,24	3,75	28,03
P ₆₀ K ₁₈₀	11,8	18,83	29,16	9,26	3,77	27,18
P ₆₀ K ₂₁₀	11,9	18,86	29,22	9,28	3,81	26,93
Люцерна + Тимофеевка						
Контроль	11,2	18,15	28,53	9,14	3,60	29,38
P ₆₀ K ₁₂₀	11,5	18,34	28,76	9,18	3,65	28,57
P ₆₀ K ₁₅₀	11,5	18,52	28,84	9,22	3,66	28,26
P ₆₀ K ₁₈₀	11,6	18,66	29,91	9,24	3,68	27,91
P ₆₀ K ₂₁₀	11,6	18,72	28,95	9,36	3,70	27,67

**Биохимический состав сена многолетних трав первого укоса на дерново-
подзолистой почве, 2014 г.**

№ п/п	Влага	Сырой про- теин	Сырая клет- чатка	Сырая зо- ла	Сырой жир	БЭВ
		содержание, %				
Люцерна						
Контроль	10,8	14,26	31,22	8,28	2,81	32,63
P ₆₀ K ₁₂₀	10,8	14,38	33,18	8,36	2,88	30,40
P ₆₀ K ₁₅₀	11,2	14,44	33,38	8,39	2,93	29,66
P ₆₀ K ₁₈₀	11,2	14,78	33,66	8,40	2,95	29,01
P ₆₀ K ₂₁₀	11,6	14,86	33,82	8,42	2,99	28,31
Кострец						
Контроль	10,0	9,13	30,24	7,52	2,55	40,56
P ₆₀ K ₁₂₀	10,2	9,43	30,43	7,66	2,61	39,67
P ₆₀ K ₁₅₀	10,2	9,66	30,46	7,88	2,64	39,16
P ₆₀ K ₁₈₀	10,3	9,82	30,83	8,18	2,68	38,19
P ₆₀ K ₂₁₀	10,3	10,26	31,61	8,34	2,73	36,76
Тимофеевка						
Контроль	10,0	10,32	30,63	8,50	2,53	38,02
P ₆₀ K ₁₂₀	10,0	10,54	31,25	8,63	2,58	37,00
P ₆₀ K ₁₅₀	10,2	10,73	31,66	8,74	2,61	36,06
P ₆₀ K ₁₈₀	10,2	10,86	32,21	8,82	2,66	35,20
P ₆₀ K ₂₁₀	10,3	10,98	32,31	8,88	2,70	34,83
Люцерна + Кострец						
Контроль	10,0	18,46	28,43	8,20	2,58	32,33
P ₆₀ K ₁₂₀	10,3	18,52	28,66	8,22	2,60	31,70
P ₆₀ K ₁₅₀	10,3	18,73	28,74	8,28	2,66	31,29
P ₆₀ K ₁₈₀	10,5	19,26	28,92	8,26	2,78	30,28
P ₆₀ K ₂₁₀	10,5	19,28	29,31	8,26	2,82	29,83
Люцерна + Тимофеевка						
Контроль	9,8	18,24	28,21	8,12	2,58	33,05
P ₆₀ K ₁₂₀	10,2	18,32	28,64	8,18	2,66	32,06
P ₆₀ K ₁₅₀	10,2	18,65	30,58	8,25	2,73	29,59
P ₆₀ K ₁₈₀	10,3	18,73	30,64	8,31	2,78	29,24
P ₆₀ K ₂₁₀	10,3	18,81	30,81	8,38	2,81	28,89

**Биохимический состав сена многолетних трав второго укоса на дерново-
подзолистой почве, 2014 г**

№ п/п	Влага	Сырой про- теин	Сырая клет- чатка	Сырая зо- ла	Сырой жир	БЭВ
		содержание, %				
Люцерна						
Контроль	10,1	14,43	33,23	8,24	2,88	31,12
P ₆₀ K ₁₂₀	10,2	14,48	33,29	8,40	2,91	30,72
P ₆₀ K ₁₅₀	11,0	14,56	33,52	8,42	2,95	29,55
P ₆₀ K ₁₈₀	11,2	14,32	33,76	8,42	2,97	29,33
P ₆₀ K ₂₁₀	11,2	14,44	33,83	8,44	2,98	29,11
Кострец						
Контроль	9,8	9,31	26,18	7,48	2,52	44,71
P ₆₀ K ₁₂₀	10,0	9,46	26,48	7,50	2,64	43,92
P ₆₀ K ₁₅₀	10,0	9,82	27,21	7,50	2,72	42,75
P ₆₀ K ₁₈₀	10,2	9,93	27,30	7,55	2,88	42,14
P ₆₀ K ₂₁₀	10,2	10,15	27,36	7,58	2,92	41,79
Тимофеевка						
Контроль	10,0	10,18	25,42	7,54	2,56	47,30
P ₆₀ K ₁₂₀	10,2	10,26	25,54	7,61	2,63	43,76
P ₆₀ K ₁₅₀	10,4	10,41	25,59	7,66	2,72	43,22
P ₆₀ K ₁₈₀	10,6	11,26	25,65	7,72	2,83	41,94
P ₆₀ K ₂₁₀	10,6	11,34	25,78	7,76	2,96	41,56
Люцерна + Кострец						
Контроль	10,2	14,22	25,62	8,16	2,64	39,16
P ₆₀ K ₁₂₀	10,6	14,38	28,73	8,18	2,68	40,43
P ₆₀ K ₁₅₀	11,0	14,63	28,78	8,22	2,75	39,62
P ₆₀ K ₁₈₀	11,2	14,76	28,82	8,26	2,84	39,12
P ₆₀ K ₂₁₀	11,2	14,88	29,32	8,26	2,87	38,47
Люцерна + Тимофеевка						
Контроль	10,0	14,43	28,62	8,14	2,58	36,23
P ₆₀ K ₁₂₀	10,0	14,54	28,73	8,16	2,66	35,91
P ₆₀ K ₁₅₀	10,5	14,72	28,78	8,18	2,68	35,14
P ₆₀ K ₁₈₀	10,8	14,88	28,91	8,22	2,76	34,43
P ₆₀ K ₂₁₀	11,0	14,96	29,12	8,31	2,82	33,79

**Биохимический состав сена многолетних трав первого укоса на дерново-
подзолистой почве, 2015 г.**

№ п/п	Влага	Сырой про- теин	Сырая клет- чатка	Сырая зо- ла	Сырой жир	БЭВ
		содержание, %				
Люцерна						
Контроль	11,0	14,22	31,83	8,19	3,88	30,88
P ₆₀ K ₁₂₀	11,2	14,46	32,29	8,36	3,92	29,77
P ₆₀ K ₁₅₀	11,5	14,52	32,44	8,40	3,94	29,20
P ₆₀ K ₁₈₀	11,5	14,76	32,63	8,42	3,96	28,72
P ₆₀ K ₂₁₀	11,6	14,88	32,86	8,44	3,98	28,24
Кострец						
Контроль	10,8	9,31	31,18	6,50	2,52	39,69
P ₆₀ K ₁₂₀	11,2	9,36	31,32	6,53	2,54	39,05
P ₆₀ K ₁₅₀	11,3	9,43	31,63	6,58	2,55	38,57
P ₆₀ K ₁₈₀	11,5	9,76	32,17	6,70	2,57	37,50
P ₆₀ K ₂₁₀	11,5	10,18	32,38	6,78	2,59	36,57
Тимофеевка						
Контроль	10,6	9,87	28,26	7,53	2,50	41,24
P ₆₀ K ₁₂₀	10,8	10,26	28,41	7,54	2,52	40,47
P ₆₀ K ₁₅₀	11,3	10,38	28,54	7,69	2,56	39,11
P ₆₀ K ₁₈₀	11,3	10,43	28,62	7,54	2,58	39,53
P ₆₀ K ₂₁₀	11,5	10,52	28,68	7,73	2,58	38,97
Люцерна + Кострец						
Контроль	11,6	18,31	27,26	8,68	2,70	31,45
P ₆₀ K ₁₂₀	11,8	18,38	27,53	8,75	2,76	30,78
P ₆₀ K ₁₅₀	11,9	18,44	27,71	8,88	2,80	30,27
P ₆₀ K ₁₈₀	11,9	18,81	28,91	8,93	2,86	28,59
P ₆₀ K ₂₁₀	12,0	19,22	29,18	8,95	2,88	27,77
Люцерна + Тимофеевка						
Контроль	12,3	19,28	29,50	8,70	2,80	27,42
P ₆₀ K ₁₂₀	12,6	19,34	29,66	8,78	2,82	26,80
P ₆₀ K ₁₅₀	12,6	19,56	29,74	8,82	2,86	26,42
P ₆₀ K ₁₈₀	12,8	19,81	29,82	8,86	2,88	25,83
P ₆₀ K ₂₁₀	12,8	19,88	29,86	8,92	2,90	25,64

Биохимический состав сена многолетних трав второго укоса на дерново-
подзолистой почве, 2015 г.

№ п/п	Влага	Сырой про- теин	Сырая клет- чатка	Сырая зо- ла	Сырой жир	БЭВ
		содержание, %				
Люцерна						
Контроль	10,8	14,38	32,42	8,33	2,88	31,19
P ₆₀ K ₁₂₀	11,1	14,46	32,63	8,36	2,90	30,55
P ₆₀ K ₁₅₀	11,2	14,52	32,78	8,39	2,92	30,19
P ₆₀ K ₁₈₀	11,4	14,68	32,86	8,40	2,98	29,68
P ₆₀ K ₂₁₀	11,4	14,78	33,29	8,42	2,98	29,13
Кострец						
Контроль	11,1	9,18	30,92	7,30	2,56	38,94
P ₆₀ K ₁₂₀	11,3	9,34	31,32	7,46	2,58	37,50
P ₆₀ K ₁₅₀	11,4	9,56	31,64	7,61	2,60	37,19
P ₆₀ K ₁₈₀	11,6	9,78	31,96	7,72	2,66	36,28
P ₆₀ K ₂₁₀	11,5	9,61	32,19	7,95	2,72	36,03
Тимофеевка						
Контроль	11,8	9,42	28,46	7,50	2,48	40,34
P ₆₀ K ₁₂₀	12,2	9,56	28,62	7,59	2,55	39,54
P ₆₀ K ₁₅₀	12,6	10,13	28,80	7,66	2,64	38,17
P ₆₀ K ₁₈₀	12,7	10,58	28,93	7,83	2,68	37,28
P ₆₀ K ₂₁₀	12,7	10,72	30,19	7,92	2,70	35,77
Люцерна + Кострец						
Контроль	11,2	18,31	29,13	8,14	2,72	30,50
P ₆₀ K ₁₂₀	11,3	18,48	29,46	8,22	2,80	29,74
P ₆₀ K ₁₅₀	11,3	18,52	29,88	8,24	2,86	29,20
P ₆₀ K ₁₈₀	11,5	18,84	29,33	8,25	2,93	29,15
P ₆₀ K ₂₁₀	11,5	19,46	29,51	8,26	2,98	28,29
Люцерна + Тимофеевка						
Контроль	11,3	18,35	29,29	8,16	2,78	30,12
P ₆₀ K ₁₂₀	11,6	18,42	29,56	8,21	2,83	29,08
P ₆₀ K ₁₅₀	11,8	18,54	29,82	8,23	2,91	28,70
P ₆₀ K ₁₈₀	12,1	18,88	29,86	8,26	2,96	27,94
P ₆₀ K ₂₁₀	12,2	18,92	29,92	8,28	2,98	27,70

Кормовая продуктивность урожая многолетних трав в зависимости от доз минеральных удобрений на дерново-подзолистой почве (первый укос 2013 г.)

Дозы минеральных удобрений	Содержание				Обеспеченность 1 к. ед. ПП, г
	ВЭ, МДж	ОЭ, МДж	К. ед.	ПП, г	
Люцерна изменчивая					
Контроль	16,7	8,1	0,53	96,6	182,9
P ₆₀ K ₁₂₀	16,7	8,0	0,52	97,4	185,9
P ₆₀ K ₁₅₀	16,6	8,0	0,52	97,7	187,7
P ₆₀ K ₁₈₀	16,4	7,9	0,51	98,7	195,3
P ₆₀ K ₂₁₀	16,4	7,9	0,50	102,4	203,2
Кострец					
Контроль	16,2	8,7	0,61	51,6	85,0
P ₆₀ K ₁₂₀	16,1	8,6	0,60	53,6	89,2
P ₆₀ K ₁₅₀	16,1	8,6	0,60	55,5	92,8
P ₆₀ K ₁₈₀	16,1	8,5	0,58	55,8	95,4
P ₆₀ K ₂₁₀	16,0	8,4	0,58	56,5	97,7
Тимофеевка					
Контроль	16,1	8,5	0,59	60,1	101,9
P ₆₀ K ₁₂₀	16,1	8,5	0,58	60,8	104,3
P ₆₀ K ₁₅₀	16,1	8,5	0,58	61,9	106,6
P ₆₀ K ₁₈₀	16,1	8,4	0,58	62,6	108,5
P ₆₀ K ₂₁₀	16,1	8,4	0,57	63,3	110,2
Люцерна + Кострец					
Контроль	16,4	8,5	0,58	131,6	255,5
P ₆₀ K ₁₂₀	16,3	8,4	0,58	132,0	229,0
P ₆₀ K ₁₅₀	16,3	8,4	0,58	133,5	231,4
P ₆₀ K ₁₈₀	16,3	8,4	0,57	134,0	235,9
P ₆₀ K ₂₁₀	16,3	8,4	0,57	140,5	247,3
Люцерна + Тимофеевка					
Контроль	16,3	8,5	0,58	132,0	227,2
P ₆₀ K ₁₂₀	16,4	8,5	0,58	132,5	226,7
P ₆₀ K ₁₅₀	16,4	8,5	0,58	133,0	229,0
P ₆₀ K ₁₈₀	16,4	8,4	0,58	135,3	234,6
P ₆₀ K ₂₁₀	16,5	8,5	0,58	142,0	245,3

Кормовая продуктивность урожая многолетних трав в зависимости от доз минеральных удобрений на дерново-подзолистой почве (второй укос 2013 г.)

Дозы минеральных удобрений	Содержание				Обеспеченность 1 к. ед. ПП, г
	ВЭ, МДж	ОЭ, МДж	К. ед.	ПП, г	
Люцерна изменчивая					
Контроль	16,7	8,2	0,54	98,1	182,2
P ₆₀ K ₁₂₀	16,6	8,1	0,53	98,5	184,6
P ₆₀ K ₁₅₀	16,6	8,1	0,53	100	188,3
P ₆₀ K ₁₈₀	16,6	8,1	0,53	101,2	191,7
P ₆₀ K ₂₁₀	16,5	8,0	0,51	101,7	197,6
Кострец					
Контроль	16,2	8,6	0,60	49,7	83,5
P ₆₀ K ₁₂₀	16,2	8,5	0,59	51,2	86,6
P ₆₀ K ₁₅₀	16,2	8,5	0,59	52,3	89,0
P ₆₀ K ₁₈₀	16,2	8,5	0,59	54,2	92,5
P ₆₀ K ₂₁₀	16,1	8,4	0,57	56,0	97,7
Тимофеевка					
Контроль	16,3	8,8	0,63	61,2	97,6
P ₆₀ K ₁₂₀	16,3	8,7	0,62	64,0	103,4
P ₆₀ K ₁₅₀	16,3	8,7	0,61	65,8	107,5
P ₆₀ K ₁₈₀	16,3	8,7	0,61	66,1	109,0
P ₆₀ K ₂₁₀	16,2	8,6	0,60	66,6	110,9
Люцерна + Кострец					
Контроль	16,6	8,5	0,58	131,4	225,0
P ₆₀ K ₁₂₀	16,7	8,5	0,58	133,4	229,0
P ₆₀ K ₁₅₀	16,6	8,5	0,58	134,8	232,4
P ₆₀ K ₁₈₀	16,6	8,4	0,57	136,6	238,6
P ₆₀ K ₂₁₀	16,7	8,5	0,57	134,8	239,1
Люцерна + Тимофеевка					
Контроль	16,6	8,5	0,59	130,6	223,1
P ₆₀ K ₁₂₀	16,6	8,5	0,58	132,3	228,4
P ₆₀ K ₁₅₀	16,6	8,5	0,58	133,9	231,4
P ₆₀ K ₁₈₀	16,6	8,4	0,57	135,1	235,1
P ₆₀ K ₂₁₀	16,6	8,4	0,58	135,7	235,7

Кормовая продуктивность урожая многолетних трав в зависимости от доз минеральных удобрений на дерново-подзолистой почве (первый укос 2014 г.)

Дозы минеральных удобрений	Содержание				Обеспеченность 1 к. ед. ПП, г
	ВЭ, МДж	ОЭ, МДж	К. ед.	ПП, г	
Люцерна изменчивая					
Контроль	16,5	8,1	0,53	96,2	181,4
P ₆₀ K ₁₂₀	16,5	7,9	0,50	97,3	193,8
P ₆₀ K ₁₅₀	16,5	7,8	0,50	97,8	197,4
P ₆₀ K ₁₈₀	16,5	7,8	0,49	100,8	204,5
P ₆₀ K ₂₁₀	16,5	7,8	0,49	101,5	208,4
Кострец					
Контроль	16,3	8,1	0,54	50,8	94,6
P ₆₀ K ₁₂₀	16,3	8,1	0,53	53,5	100,4
P ₆₀ K ₁₅₀	16,3	8,1	0,53	55,5	104,5
P ₆₀ K ₁₈₀	16,3	8,0	0,52	56,9	108,9
P ₆₀ K ₂₁₀	16,3	7,9	0,51	60,8	118,8
Тимофеевка					
Контроль	16,3	8,1	0,53	61,3	116,8
P ₆₀ K ₁₂₀	16,3	8,0	0,51	63,3	123,0
P ₆₀ K ₁₅₀	16,3	7,9	0,51	65,0	127,9
P ₆₀ K ₁₈₀	16,3	7,9	0,50	66,1	132,3
P ₆₀ K ₂₁₀	16,3	7,8	0,50	67,2	134,8
Люцерна + Кострец					
Контроль	16,8	8,6	0,60	133,4	222,7
P ₆₀ K ₁₂₀	16,9	8,5	0,59	133,9	226,2
P ₆₀ K ₁₅₀	16,8	8,5	0,59	135,8	229,4
P ₆₀ K ₁₈₀	16,8	8,5	0,59	140,5	237,7
P ₆₀ K ₂₁₀	16,8	8,5	0,59	140,6	240,2
Люцерна + Тимофеевка					
Контроль	16,8	8,6	0,60	131,4	217,3
P ₆₀ K ₁₂₀	16,8	8,6	0,59	132,1	222,2
P ₆₀ K ₁₅₀	16,8	8,4	0,56	135,1	239,1
P ₆₀ K ₁₈₀	16,8	8,3	0,56	135,8	241,1
P ₆₀ K ₂₁₀	16,8	8,3	0,56	136,5	243,5

Кормовая продуктивность урожая многолетних трав в зависимости от доз минеральных удобрений на дерново-подзолистой почве (второй укос 2014 г.)

Дозы мине- ральных удобрений	Содержание				Обеспеченность 1 к. ед. ПП, г
	ВЭ, МДж	ОЭ, МДж	К. ед.	ПП, г	
Люцерна изменчивая					
Контроль	16,8	8,6	0,60	133,4	222,7
P ₆₀ K ₁₂₀	16,8	8,5	0,59	133,9	226,2
P ₆₀ K ₁₅₀	16,8	8,5	0,59	135,8	229,4
P ₆₀ K ₁₈₀	16,8	8,5	0,59	140,5	237,7
P ₆₀ K ₂₁₀	16,8	8,5	0,59	140,6	240,2
Кострец					
Контроль	16,8	8,6	0,60	131,4	217,3
P ₆₀ K ₁₂₀	16,8	8,6	0,59	132,1	222,2
P ₆₀ K ₁₅₀	16,8	8,4	0,56	135,1	239,1
P ₆₀ K ₁₈₀	16,8	8,3	0,56	135,8	241,1
P ₆₀ K ₂₁₀	16,8	8,3	0,56	136,5	243,5
Тимофеевка					
Контроль	16,7	7,9	0,51	97,7	191,5
P ₆₀ K ₁₂₀	16,7	7,9	0,51	98,1	193,6
P ₆₀ K ₁₅₀	16,5	7,8	0,50	98,9	199,3
P ₆₀ K ₁₈₀	16,5	7,8	0,49	96,7	197,5
P ₆₀ K ₂₁₀	16,5	7,8	0,49	97,8	200,0
Люцерна + Кострец					
Контроль	16,4	8,8	0,62	95,8	154,0
P ₆₀ K ₁₂₀	17,3	8,8	0,63	97,3	153,9
P ₆₀ K ₁₅₀	17,3	8,8	0,63	99,5	158,4
P ₆₀ K ₁₈₀	17,3	8,8	0,63	100,6	160,7
P ₆₀ K ₂₁₀	17,3	8,7	0,62	101,7	164,3
Люцерна + Тимофеевка					
Контроль	16,5	8,4	0,58	97,7	169,0
P ₆₀ K ₁₂₀	16,6	8,4	0,58	98,7	170,7
P ₆₀ K ₁₅₀	16,5	8,4	0,57	100,3	175,3
P ₆₀ K ₁₈₀	16,5	8,4	0,57	101,7	179,1
P ₆₀ K ₂₁₀	16,4	8,3	0,56	102,4	182,1

Кормовая продуктивность урожая многолетних трав в зависимости от доз минеральных удобрений на дерново-подзолистой почве (первый укос 2015 г.)

Дозы мине- ральных удобрений	Содержание				Обеспеченность 1 к. ед. ПП, г
	ВЭ, МДж	ОЭ, МДж	К. ед.	ПП, г	
Люцерна изменчивая					
Контроль	16,7	8,1	0,53	95,8	179,2
P ₆₀ K ₁₂₀	16,7	8,1	0,53	98,0	186,4
P ₆₀ K ₁₅₀	16,6	8,0	0,52	98,5	189,4
P ₆₀ K ₁₈₀	16,7	8,0	0,52	100,6	194,2
P ₆₀ K ₂₁₀	16,7	8,0	0,51	101,7	197,7
Кострец					
Контроль	16,2	8,0	0,52	51,2	99,0
P ₆₀ K ₁₂₀	16,1	7,9	0,50	52,7	104,6
P ₆₀ K ₁₅₀	16,2	7,9	0,50	54,6	108,6
P ₆₀ K ₁₈₀	16,1	7,8	0,50	56,6	113,9
P ₆₀ K ₂₁₀	16,1	7,8	0,49	55,0	111,9
Тимофеевка					
Контроль	16,0	8,2	0,54	53,4	98,3
P ₆₀ K ₁₂₀	15,9	8,1	0,54	54,6	101,7
P ₆₀ K ₁₅₀	15,9	8,1	0,53	59,7	112,1
P ₆₀ K ₁₈₀	15,9	8,1	0,53	63,6	120,2
P ₆₀ K ₂₁₀	15,9	7,9	0,51	64,9	126,8
Люцерна + Кострец					
Контроль	15,4	8,0	0,52	132,0	252,1
P ₆₀ K ₁₂₀	16,4	8,5	0,59	132,7	226,3
P ₆₀ K ₁₅₀	16,4	8,5	0,58	133,2	229,0
P ₆₀ K ₁₈₀	16,4	8,4	0,57	136,5	241,5
P ₆₀ K ₂₁₀	16,4	8,3	0,56	140,1	249,4
Люцерна + Тимофеевка					
Контроль	16,4	8,3	0,56	140,6	253,2
P ₆₀ K ₁₂₀	16,4	8,2	0,55	141,2	257,1
P ₆₀ K ₁₅₀	16,4	8,2	0,55	143,2	260,7
P ₆₀ K ₁₈₀	16,4	8,2	0,55	145,3	266,0
P ₆₀ K ₂₁₀	16,4	8,2	0,55	145,6	267,5

Кормовая продуктивность урожая многолетних трав в зависимости от доз минеральных удобрений на дерново-подзолистой почве (второй укос 2015 г.)

Дозы мине- ральных удобрений	Содержание				Обеспеченность 1 к. ед. ПП, г
	ВЭ, МДж	ОЭ, МДж	К. ед.	ПП, г	
Люцерна					
Контроль	16,5	8,0	0,51	97,3	189,4
P ₆₀ K ₁₂₀	16,5	7,9	0,51	98,0	193,1
P ₆₀ K ₁₅₀	16,5	7,9	0,50	98,5	165,3
P ₆₀ K ₁₈₀	16,5	7,9	0,50	99,9	198,9
P ₆₀ K ₂₁₀	16,5	7,8	0,50	100,8	203,1
Кострец					
Контроль	16,2	8,0	0,52	51,2	99,0
P ₆₀ K ₁₂₀	16,1	7,9	0,50	52,7	104,6
P ₆₀ K ₁₅₀	16,2	7,9	0,50	54,6	108,6
P ₆₀ K ₁₈₀	16,1	7,8	0,50	56,6	113,9
P ₆₀ K ₂₁₀	16,1	7,8	0,49	55,0	111,9
Тимофеевка					
Контроль	16,0	8,2	0,54	53,4	98,3
P ₆₀ K ₁₂₀	15,9	8,1	0,54	54,6	101,7
P ₆₀ K ₁₅₀	15,9	8,1	0,53	59,7	112,1
P ₆₀ K ₁₈₀	15,9	8,1	0,53	63,6	120,2
P ₆₀ K ₂₁₀	15,9	7,9	0,51	64,9	126,8
Люцерна + Кострец					
Контроль	16,6	8,4	0,58	132,0	229,5
P ₆₀ K ₁₂₀	16,6	8,4	0,57	133,5	234,3
P ₆₀ K ₁₅₀	16,7	8,3	0,56	133,9	237,3
P ₆₀ K ₁₈₀	16,6	8,4	0,57	136,7	238,7
P ₆₀ K ₂₁₀	16,7	8,4	0,57	142,2	248,0
Люцерна + Тимофеевка					
Контроль	16,6	8,4	0,57	132,4	231,3
P ₆₀ K ₁₂₀	16,5	8,3	0,56	133,0	236,8
P ₆₀ K ₁₅₀	16,6	8,3	0,56	134,1	239,3
P ₆₀ K ₁₈₀	16,6	8,3	0,56	137,1	245,6
P ₆₀ K ₂₁₀	16,6	8,3	0,56	137,4	247,1

Урожайность сена многолетних трав первого укоса, т/га, 2013 г

Варианты	Люцерна				Кострец				Тимофеевка				Люцерна + Кострец				Люцерна + Тимофеевка			
	I	II	III	ср	I	II	III	ср	I	II	III	ср	I	II	III	ср	I	II	III	ср
Контроль	3,76	3,15	3,62	3,51	2,71	3,05	2,73	2,82	2,05	2,14	1,97	2,06	6,23	4,64	5,06	5,31	5,38	5,08	6,14	5,52
P ₆₀ K ₁₂₀	4,07	3,78	4,03	3,96	3,14	2,95	3,36	3,15	2,73	2,52	2,69	2,65	6,69	7,04	6,13	6,62	6,03	5,38	6,96	6,12
P ₆₀ K ₁₅₀	4,23	4,31	4,15	4,23	2,41	2,98	3,63	3,34	3,01	2,94	3,07	3,02	8,29	5,88	6,62	6,93	6,84	5,61	7,35	6,60
P ₆₀ K ₁₈₀	5,85	5,95	6,62	6,14	2,71	3,82	3,45	3,61	3,57	3,46	3,61	3,55	8,43	6,37	7,64	7,48	6,12	7,51	8,15	7,26
P ₆₀ K ₂₁₀	6,94	6,66	7,01	6,87	3,85	4,04	3,66	3,85	3,76	3,63	3,76	3,72	8,31	7,13	7,99	7,81	6,87	7,84	8,27	7,66

Примечание: НСР05 т/га частн. – 0,86

НСР05 т/га факт.А. – 0,61

НСР05 т/га факт.В. – 0,61

НСР05 т/га факт. АВ – 0,61

Урожайность сена многолетних трав второго укоса, т/га, 2013 г

Варианты	Люцерна				Кострец				Тимофеевка				Люцерна + Кострец				Люцерна + Тимофеевка			
	I	II	III	ср	I	II	III	ср	I	II	III	ср	I	II	III	ср	I	II	III	ср
Контроль	2,74	2,48	2,73	2,65	1,21	1,12	1,36	1,23	1,26	1,14	1,32	1,24	2,51	1,95	2,02	2,10	2,00	2,00	1,94	1,98
P ₆₀ K ₁₂₀	3,35	3,23	2,96	3,18	1,30	1,24	1,45	1,36	1,34	1,48	1,26	1,36	2,50	2,54	1,98	2,34	2,76	2,76	2,62	2,71
P ₆₀ K ₁₅₀	3,91	3,75	3,35	3,67	1,56	1,34	1,57	1,49	1,46	1,48	1,32	1,42	2,52	2,46	2,61	2,53	1,33	2,97	3,01	3,10
P ₆₀ K ₁₈₀	4,87	4,78	4,33	4,86	1,89	1,53	1,62	1,58	1,74	1,36	1,47	1,56	3,13	2,85	3,23	3,07	3,67	3,77	3,66	3,70
P ₆₀ K ₂₁₀	5,16	5,44	5,03	5,21	1,71	1,59	1,77	1,69	1,72	1,78	1,83	1,81	3,07	3,96	3,08	3,37	4,42	4,30	4,40	4,37

Примечание: НСР05 т/га частн. – 0,83

НСР05 т/га факт.А. – 0,57

НСР05 т/га факт.В. – 0,57

НСР05 т/га факт. АВ – 0,57

Характеристика метеорологических условий в 2014 году
(по данным метеорологической станции Брянского ГАУ)

Месяц	Декада	t _{ср.} воздуха, °C	t min, °C	t max, °C	min на поверхности почвы (снега), °C	Осадки, мм	max скорость ветра, м/с	Средняя высота снега, см	Глубина промерзания почвы, см	Влажность воздуха, %	Σ активн. температур, °C
Январь	I	+0,7	-5,0	+5,0	-4,8	29,8	4	-	-	100	-
	II	-7,7	-25,3	+5,0	-24,2	24,4	6	14,5	6,3	96	-
	III	-17,0	-27,0	-9,0	-32,0	-	6	14,0	26,2	84	-
Февраль	I	-6,7	-26,0	+1,4	-19,5	4,8	3	14,0	38,2	84	-
	II	+1,2	-1,5	+5,0	-0,3	10,3	3	2,5	25,0	99	-
	III	-0,2	-7,2	+4,8	-1,8	3,5	4	-	30,0	86	-
Март	I	+1,3	-6,5	+14,0	-1,0	1,2	3	-	28,0	85	-
	II	+2,3	-7,1	+13,4	-3,9	17,2	8	-	7,5	75	-
	III	+6,9	-4,0	+21,5	-6,0	1,9	11	-	-	66	-
Апрель	I	+3,3	-6,3	+13,0	-8,0	8,1	8	-	-	65	-
	II	+8,8	-3,3	+21,8	-5,5	21,1	9	-	-	74	-
	III	+13,3	-2,2	+22,8	-2,9	1,0	8	-	-	55	114,4
Май	I	+10,9	-0,5	+23,8	-2,5	18,6	5	-	-	65	69,6
	II	+18,4	+4,4	+32,0	+3,2	5,2	5	-	-	69	184,2
	III	+20,0	+13,2	+51,0	+5,5	68,5	2	-	-	82,5	220,5
Июнь	I	+20,2	+11,5	+31,0	-	6,1	4	-	-	73	202,7
	II	+14,6	+4,2	+23,8	-	16,7	2	-	-	81	146,2
	III	+14,6	+5,0	+27,2	-	2,3	3	-	-	78	146,8
Июль	I	+19,7	+9,5	+30,3	-	7,0	2	-	-	76	196,7
	II	+21,8	+11,5	+32,5	-	21,5	7	-	-	76,6	218,3
	III	+21,6	+11,5	+33,0	-	33,1	3	-	-	69	237,6
Август	I	+23,8	+9,5	+36,0	-	1,1	2	-	-	62	237,9
	II	+20,9	+10,0	+33,4	-	0,7	2	-	-	75	208,5
	III	+15,0	-	+30,2	-	26,4	4	-	-	85,8	164,6
Сентябрь	I	+15,8	+5,5	+25,0	-	5,7	3	-	-	85	157,8
	II	+12,1	+0,6	+24,5	-0,4	0	3	-	-	72,3	110,8
	III	+10,2	+0,5	+21,5	-0,2	30,4	5	-	-	85	72,0
Октябрь	I	+6,2	-2,2	+19,9	-3,1	0	4	-	-	74	-
	II	+8,5	-7,7	+21,0	-8,4	3,3	6	-	-	81,6	72,7
	III	-0,1	-11,2	+12,3	-13,5	7,6	4	-	12,5	75	10,2
Ноябрь	I	+3,7	-2,0	+10,2	-8,7	2,4	3	-	14,0	95	-
	II	+1,3	-8,7	+7,0	-10,7	0,3	6	-	10	86	-
	III	-6,2	-15,5	+3,8	-18,7	0,3	3	-	48,6	77	-
Декабрь	I	-6,4	-18,0	+0,1	-20,0	0	2	-	61,5	94	-
	II	+1,0	-1,5	+6,4	-5,7	44,1	4	8	42,0	95	-
	III	-5,9	-19,9	+4,0	-26,0	17,2	3,5	7,0	31,5	78	-

Характеристика метеорологических условий в 2015 году
(по данным метеорологической станции Брянского ГАУ)

Месяц	Декада	t _{ср.} воздуха, °C	t min, °C	t max, °C	tmin на поверхности почвы (снега), °C	Осадки, мм	max скорость ветра, м/с	Средняя высота снега, см	Глубина промерзания почвы, см	Влажность воздуха, %
Январь	I	-5,9	-20,5	+2,8	-25,7	14,9		12,0	54,3	76
	II	-0,2	-6,0	+4,3	-11,4	9,3		8,7	48,0	81
	III	-2,9	-11,0	+4,5	-11,3	18,4		-	56,0	90
Февраль	I	-3,5	-14,5	+4,2	-21,0	10,0		9,7	72,2	80
	II	-3,7	-16,0	+3,0	-22,5	1,0		8,0	67,0	67
	III	+1,5	-3,0	+6,0	-8,0	6,1		-	51,0	80
Март	I	+2,6	-3,0	+14,2	-4,9	6,9		-	47,0	76
	II	+4,1	-3,2	+10,7	-6,6	-		-	-	51
	III	+2,7	-8,0	+16,0	-9,0	27,1		-	-	57
Апрель	I	+3,4	-3,3	+15,3	-4,8	22,2		-	-	70
	II	+6,6	-4,4	+22,5	-9,3	5,6		-	-	54
	III	+11,5	-2,5	+25,5	-8,0	7,2		-	-	41
Май	I	+12,4	+2,5	+21,7	-3,7	13,2		-	-	46
	II	+12,6	+3,2	+24,0	-0,5	42,5		-	-	50
	III	+19,0	+8,8	+29,5	+5,0	24,2		-	-	62
Июнь	I	+18,8	+8,1	+29,5	+5,3	-		-	-	45
	II	+18,0	+8,3	+32,8	+4,0	62,2		-	-	60
	III	+17,9	+11,0	+28,0	+5,7	59,1		-	-	73
Июль	I	+20,8	+12,0	+30,7	+9,0	16,2		-	-	60
	II	+16,3	+9,8	+27,0	+8,0	44,5		-	-	78
	III	+19,6	+10,4	+31,6	+6,4	29,2		-	-	68
Август	I	+21,6	+8,5	+33,0	+7,6	1,0		-	-	57
	II	+18,3	+8,0	+33,2	+7,1	4,6		-	-	62
	III	+18,5	+6,0	+28,0	+4,0	-		-	-	52
Сентябрь	I	+14,77	+10,8	+19,17	+16,75	77,8	3			86,3
	II	+15,4	+10,4	+21,1	+16,25	10	3			73,1
	III	+15,2	+9,2	+22,6	+15,3	0	2			74,8
Октябрь	I	+7,1	+2,4	+12,9	+8,22	0,2	4			77
	II	+4,3	+0,03	+9,0	+4,69	5,5	4			75,9
	III	+2,7	-0,02	+5,3	+2,7	15	3			88
Ноябрь	I	+4,1	+1,3	+6,7	+2,97	8,9	2			91,1
	II	+3,2	+1,3	+4,8	+2,87	30,8	3			95,8
	III	-0,5	-2,9	+1,2	-1,1	27,5	3			95
Декабрь	I	+1,7	+0,6	+3,4	+9,93	2,5	11			87,7
	II	+0,4	-1,7	+1,5	-0,61	9,6	5			98,6
	III	-0,5	-2,5	+2,1	-0,9	10,4	10			88

Характеристика метеорологических условий в 2016 году
(по данным метеорологической станции Брянского ГАУ)

Месяц	Декада	t _{ср.} воз- духа, °С	t min, °С	t max, °С	t _{ср.} на поверхности почвы (снега), °С	Осадки, мм	max скорость ветра, м/с	Средняя высота снега, см	Глубина про- мерзания поч- вы, см	Влажность воздуха, %	Σ активн. тем- ператур, °С
2016 год											
Январь	I	-12,5	-21,0	-6,0	-11,1	5,5	4,0	6,2	37,6	94,0	-
	II	-6,1	-18,3	+0,4	-7,8	31,1	6,0	15,3	43,5	91,0	-
	III	-6,0	-17,6	+3,7	-6,7	20,0	8,0	12,3	38,5	96,0	-
Февраль	I	+0,1	-6,7	+5,0	-1,6	10,2	6,0	12,2	40,5	85,0	-
	II	-0,2	-6,8	+5,0	-1,5	21,9	12,0	-	36,5	92,0	-
	III	-0,2	-9,0	+5,8	-2,5	24,2	4,0	5,7	35,0	91,0	-
Март	I	+2,2	-1,3	+11,5	+1,2	26,3	5,0	-	-	95,0	-
	II	+0,6	-8,8	+9,8	0,0	13,3	5,0	-	-	75,0	-
	III	+1,3	-7,2	+12,0	+0,2	7,9	5,0	5,0	-	74,0	-
Апрель	I	+8,4	-1,2	+22,4	+7,7	11,9	5,0	-	-	59,0	40,6
	II	+9,5	-1,0	+20,0	+10,6	39,9	4,0	-	-	74,0	56,1
	III	+9,2	-0,5	+17,0	+9,4	34,4	5,0	-	-	85,0	69,2
Май	I	+15,0	+3,5	+25,8	+17,3	6,4	3,0	-	-	52,0	151,0
	II	+13,5	+4,9	+26,2	+17,8	9,0	7,0	-	-	73,0	134,7
	III	+17,4	+8,5	+27,2	+20,9	11,2	7,0	-	-	78,0	191,3
Июнь	I	+15,0	+5,1	+26,3	+21,4	11,3	5,0	-	-	64,0	149,7
	II	+17,8	+5,8	+29,0	+20,8	52,1	4,0	-	-	78,0	178,0
	III	+23,1	+15,5	+31,5	+28,1	4,4	2,0	-	-	74,0	231,0
Июль	I	+18,7	+9,4	+30,5	+24,2	19,7	3,0	-	-	76,0	186,9
	II	+21,9	+13,4	+33,5	+26,3	55,0	7,0	-	-	80,0	219,3
	III	+21,5	+11,2	+31,4	+24,6	20,3	4,0	-	-	80,0	236,3
Август	I	+21,2	+9,0	+32,7	+26,8	2,3	2,0	-	-	70,0	212,1
	II	+17,2	+9,8	+29,8	+20,6	17,4	4,0	-	-	85,0	172,1
	III	+20,3	+10,4	+31,8	+24,2	0,5	4,0	-	-	77,0	223,3
Сентябрь	I	+16,1	+6,6	+28,0	+18,8	14,2	3,0	-	-	79,0	160,7
	II	+12,0	+2,2	+26,8	+13,5	5,1	3,0	-	-	78,0	105,7
	III	+9,2	+2,7	+20,5	+9,5	19,1	4,0	-	-	89,0	12,7
Октябрь	I	+11,8	+4,2	+22,8	+12,0	45,6	9,0	-	-	94,0	94,6
	II	+2,5	-4,5	+8,0	+2,4	0,0	7,0	-	-	86,0	-
	III	+1,4	-1,3	+8,5	+1,1	15,9	9,0	-	-	83,0	-
Ноябрь	I	+1,3	-4,0	+10,8	+0,1	35,0	6,0	-	-	97,0	-
	II	-2,3	-10,6	+3,2	-3,0	15,1	6,0	7,0	-	98,0	-
	III	-3,2	-13,8	+2,0	-3,7	3,7	5,0	-	-	96,0	-
Декабрь	I	-4,1	-14,0	+3,6	-5,2	22,5	6,0	4,3	4,0	98,0	-
	II	-3,9	-8,6	+0,8	-4,3	5,7	6,0	4,7	14,5	98,5	-
	III	-1,4	-7,0	+0,5	-1,9	12,2	5,0			99,8	-