

На правах рукописи

Поцепай Светлана Николаевна

**Эффективность агротехнических и агрохимических мероприятий
при улучшении естественных и сеяных кормовых угодий
в Среднем Подесенье**

Специальность 06.01.04 - Агрохимия

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук**

Брянск - 2020

Работа выполнена на кафедре агрохимии, почвоведения и экологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Брянский государственный аграрный университет».

Научный руководитель: Харкевич Людмила Петровна,
доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник НИЧ ФГБОУ ВО Брянский ГАУ

Официальные оппоненты: Прудников Петр Витальевич,
доктор сельскохозяйственных наук, директор ФГБУ «Центр химизации и сельскохозяйственной радиологии «Брянский»

Дышко Виталий Николаевич,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры технологии переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА

Ведущая организация: Федеральное государственное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова»

Защита диссертации состоится «__» _____ 2020 г. в _____ часов на заседании диссертационного совета Д 220.005.01 в ФГБОУ ВО Брянский ГАУ по адресу: 243365, Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, ул. Советская, д.2а, корпус 4, конференц-зал.

E-mail: uchsovnet@bgsha.com. Тел.факс: +7 (48341) 24-7-21

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО Брянский ГАУ и на сайте организации по адресу <http://www.bgsha.com>

Автореферат разослан «__» _____ 2020 г. и размещен на сайте Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации <http://vak.minobrnauki.gov.ru>

**Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор с.-х. н., доцент**

Дьяченко Владимир Викторович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Естественные и сеяные кормовые угодья - это важная составная кормовая часть кормовой базы для сельскохозяйственных животных, снабжающая их натуральным комплексным кормом. Луга Подесенья важнейший источник зеленых и грубых кормов и обязательное условие высокой племенной, молочной и мясной продуктивности крупного рогатого скота.

Вместе с тем, значительная часть естественных и сеяных кормовых угодий на территории Брянской области формируются и поддерживаются в условиях обширного техногенного загрязнения, в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС.

На Брянщине и сопредельных областях Нечерноземья РФ на повестку дня стоят планы по увеличению поголовья сельскохозяйственных животных. В этих условиях изучение вопросов, связанных с повышением продуктивности естественных и сеяных кормовых угодий в поймах рек области становятся особенно актуальными.

Этой проблематике посвящено значительное количество научно-исследовательских работ. Вместе с тем, развитие сельского хозяйства, в том числе товарно-молочного производства, ставят на повестку дня вопросы, связанные с повышением эффективности агротехнических и агрохимических мероприятий, направленных на улучшение естественных и сеяных кормовых угодий.

Степень разработанности темы. В настоящее время одним из направлений развития научных исследований сельского хозяйства является повышение продуктивности и качества естественных и сеяных кормовых угодий, а также разработка научно обоснованных агротехнических и агрохимических приемов, включающие мероприятия, снижающие риск производства сельскохозяйственной продукции несоответствующей нормативам по радиационной безопасности, дозе общего и внутреннего облучения, коренное улучшение в комплексе со средствами химизации, требующие малых энергетических и трудовых затрат. По данным направлениям исследования в разное время посвятили свои работы многие ученые: Азаренко Ю.А., Алтунина Д.А., Анишина Ю.А., Белоус Н.М., Белопольский А.Е., Богдевич И.М., Жданович В.П., Жезмер Н.В., Косолапов В.М., Малявко Г.П., Смольский Е.В., Трофимов И.А., Харкевич Л.П., Чесалин С.Ф., Шаповалов В.Ф., Юдина М.Т. и другие.

Не менее актуальными являются исследования, связанные с восстановлением агрохимических показателей почв и поиском препаратов-поглотителей загрязнителей, в том числе и на луговых аллювиальных почвах. В этом направлении проводили свои исследования такие ученые как Анспок П.И., Бабакишиева Е.А., Башков А.С., Ганжа Б.А., Гедройц К.К., Кидин В.В., Кирсанов А.Т., Кобзаренко В.И., Кярблане Х.А., Малейна А.А., Прянишников Д.Н., Самсонова Н.Е. и другие.

Вместе с тем необходимо учитывать, что для реализации той или иной системы улучшения необходимо проводить инвентаризацию природных кормовых угодий. В этой сфере научной деятельности занимались: Александрова В.Д., Антипин Н.А., Булохов А.Д., Раменский Л.Г., Цаценкин И.А., Чижиков О.Н. и другие.

Таким образом, очевидно, что выбранное направление исследований в условиях реализации планов увеличения поголовья сельскохозяйственных животных в Брянской и сопредельных областях своевременно и актуально, что и явилось основополагающей целью проводимого многолетнего полевого эксперимента.

В соответствии с вышеизложенным была определена **цель исследований** – определить эффективность агротехнических и агрохимических мероприятий при улучшении естественных и сеяных кормовых угодий в Среднем Подесенье в условиях сочетанного загрязнения территории.

Реализация цели исследований осуществлялась посредством решения следующих **задач**:

1. Провести геоботаническое обследование луговой растительности в разных частях поймы рек второго порядка – Десны и Ипути – в пределах Брянской области, в ландшафтах с сочетанным загрязнением и составить эколого-флористическую классификацию луговой растительности в соответствии с «Международным Кодексом фитосоциологической номенклатуры» (2000).

2. Выявить продукционные и кормовые характеристики различных типов лугов с выделением типов кормовых угодий в пределах Брянской области.

3. Дать оценку эколого-химических показателей качества травостоя луговой растительности.

4. Оценить эффективность мелиоративных мероприятий с использованием синтетического кремнийсодержащего препарата.

5. Провести научно-обоснованную энергетическую и экономическую оценку проводимых защитных мероприятий при поверхностном улучшении радиоактивно загрязненных заливных лугов для создания концептуально-методических разработок пасторальных сообществ.

Объект изучения. Природные кормовые угодья, естественные и сеяные луга, сформировавшиеся в разных частях поймы рек второго порядка – Десны и Ипути – в ландшафтах с сочетанным загрязнением.

Научная новизна. Дополнена классификация луговых сообществ. Установлен фиторяд лугов и продукционные характеристики кормовых угодий в ландшафтах Брянской области. На основе расчёта коэффициентов накопления тяжелых металлов выявлены виды-доминанты луговых сообществ, которые могут осуществлять их накопление. Определены особенности распределения радионуклидов в травостое естественных лугов и влияния сопутствующих факторов на эти процессы.

Установлена эффективность применения синтетического мелиоранта Ковелос Рост (аморфный диоксид кремния) в травостое сеяных и естественных лугов при различных способах внесения.

Теоретическая и практическая значимость работы. Определены виды-индикаторы поллютантов химической природы, которые дополнили список видов для фиторемедиации (восстановления) и оздоровления почв. Оценено содержание радионуклидов в побеговой биомассе травостоя лугов и почве после применения химического мелиоранта. Использование препарата Ковелос Рост может быть рекомендовано для ремедиации и оптимизации биохимических процессов в травостое сеяных агрофитоценозов.

Установленные закономерности в химической мелиорации могут использоваться в практическом применении в хозяйствах Брянской области и других регионов, эксплуатирующих естественные и сеяные кормовые угодья.

Методология и методы диссертационного исследования. Методология и методы исследований основаны на анализе научных публикаций, формулировке цели, задач, закладке многолетних опытов, лабораторных анализов, учетов, наблюдений, статистической обработке экспериментальных данных и их интерпретации.

Агрохимические анализы проводили в Центре коллективного пользования научным и приборным оборудованием ФГОУ ВО Брянского ГАУ по общепринятым методикам. В работе использовались общепринятые теоретические и прикладные методы исследования: эколого-аналитические (химические), метод пробных площадок (ПП), метод натуральных наблюдений с последующим анализом результатов, лабораторно-практический, статистический, метрический.

Положения, выносимые на защиту.

1. Разнообразие и продуктивность основных типов естественных и сеяных лугов в разных частях поймы рек второго порядка – Десны и Ипути – в пределах Брянской области, в ландшафтах с сочетанным загрязнением.

2. Миграция радионуклидов в луговых сообществах естественного происхождения.

3. Накопительные возможности луговых растений в условиях техногенной нагрузки (на примере Брянской области).

4. Эффективность применения защитных мероприятий при поверхностном улучшении заливного луга центральной поймы р. Десны, а также химического мелиоранта в травостое сеяных и естественных лугов при различных способах внесения на юго-западе Центрального Нечерноземье РФ.

5. Энергетическая и экономическая эффективность комплексного применения защитных мероприятий.

Степень достоверности результатов проведенных исследований. Исследования проводились в течение времени с 2016 по 2020 гг. Программа исследований и их результаты докладывались и утверждались на заседаниях кафедры агрохимии, почвоведения и экологии и ученого совета Брянского государственного аграрного университета. Полученные результаты исследований прошли апробацию на научно-практических конференциях с международным участием и публикациях в открытой печати, в том числе в рецензируемых журналах ВАК и в журналах международной базе цитирования и WoS. Выводы и материалы для сельскохозяйственного производства основаны на экспериментальном материале, достоверность которых подтверждается статистической обработкой данных с использованием современных методов с применением программного пакета Microsoft Office 2010.

Апробация работы. Результаты исследования докладывались на 4 международных научно-практических конференциях: «Актуальные вопросы экономики и агробизнеса» VIII Международной научно-практической конференции (г. Брянск, 2017 г.), «Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК» XV Международной научно-практической конференции (г. Брянск, 2018 г.), «Наука без границ и языковых барьеров» Международная научно-практическая конференция (г. Орел, 2018 г.), «Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК» XVI Международная научная конференция (г. Брянск, 2019 г.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 15 печатных работ, из них 7 работ в рецензируемых журналах из перечня изданий, рекомендованных Перечнем ...ВАК Министерства науки и высшего образования РФ и 1 печатная работа в журналах международной базы цитирования и WoS.

Производственное внедрение. Результаты научных исследований прошли производственное внедрение в ИП Глава КФХ Пашутко В.Н. 2017-2019 гг. Производственное внедрение показало эффективность затрат в конструировании и создании сеяных лугов с наиболее оптимальным сочетанием бобовых и злаковых

растений, в том числе и однолетних злаковых трав. При проведении мелиоративных мероприятиях – внесении минеральных удобрений – повышению энергоэффективности способствовали естественные азотфиксаторы, внедряемые в травосмесь. Уровень рентабельности проводимых мероприятий зависел от соотношения по количеству внесённых удобрений.

Личный вклад автора. Диссертация является результатом многолетних исследований. Автор разработала программу и методику экспериментов, провела обработку материала, обобщила анализ, сформулировала полученные выводы и публикацию результатов.

Автором выполнено 450 геоботанических описаний и составлен продромус синтаксонов изученной луговой растительности. Заложен полевой эксперимент по изучению эффективности применения химического мелиоранта в травостое сеяных и естественных лугов при различных способах его внесения, а также полевой эксперимент по поверхностному улучшению заливного луга центральной поймы р. Десны. Проведена обработка собранных материалов. Статьи, научные доклады подготовлены самостоятельно и в соавторстве, доля авторского участия более 80%.

Структура и объем диссертации. Диссертация включает в себя введение, основную часть, состоящую из 4 глав, заключения, рекомендаций производству, списка использованной литературы и приложения. Основной текст диссертации изложен на 194 страницах, приложение – на 16 страницах. Список использованных литературных источников насчитывает 370 наименования, в том числе 20 на иностранных языках. Текст иллюстрируют 36 таблиц и 1 рисунок.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Обзор литературных источников

В обзоре литературы освещены современные представления о продолжительности негативного воздействия различных уровней загрязнения на агрохимические свойства почв – серых лесных и дерново-подзолистых, о восстановлении агрохимических показателей почв, о продуктивности растений и эффективности комплексного применения агрохимических и агротехнических приемов на урожайность сельскохозяйственных культур в севообороте.

Приведенный обзор литературы показывает научно обоснованную эффективность защитных мероприятий, применяемых на лугово-пастбищных угодьях в Среднем Подесенье: научно обоснованные дозы минеральных удобрений, полное или частичное сохранение растительного покрова кормовых угодий путем полного подсева в старую дернину злаковых и бобовых трав, с получением наибольшего уровня продуктивности травостоев многолетних трав, по качеству соответствующих установленным санитарно-гигиеническим нормативам.

Глава 2. Место, объекты, условия и методика проведения исследований

В работе отражены условия формирования естественных и сеяных кормовых угодий и проведения исследований.

Опыт 1. *Оценка поглотительных возможностей луговых сообществ в отношении химических и физических загрязняющих веществ в условия химической мелиорации, а также определение их содержания в почве.*

Проводились описания и классификация лугов Среднего Подесенья, применялись геоботанические и биомониторинговые исследования. Для изучения возможности ремедиационных мероприятий применялся аморфный диоксид кремния, выпускаемый под торговой маркой Ковелос (мелкодисперсный порошок с нанопористой структурой), исследовались способы оптимизации качества продукции в постчернобыльский период. Применялись методики и методологические подходы: метод наблюдения, статистический, метрический, геоботанический, лабораторно-химический [Вебер и др., 2005, Ж. Браун-Бланке, 1964, «Методика опытов на сенокосах и пастбищах», ГОСТ 24556-89 Продукты переработки плодов и овощей ..., 1989, Методика измерения активности радионуклидов ..., 2003, Гигиенические требования ..., 2002; Нормы радиационной безопасности ..., 2003, ГОСТ 17.4.3.01-83 Почвы. Общие требования к отбору проб ..., 1983, ГОСТ 17.4.4.02-84 Методы отбора и подготовки проб ..., 1984, Методика выполнения измерений массовой доли металлов и оксидов металлов в порошкообразных пробах почв методом рентгенофлуоресцентного анализа, 2004, Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041, ГН 2.1.7.2042-06 и др.].

Опыт 2. Оценка продуктивности травостоя сеяных кормовых угодий.

Экспериментальные исследования выполнены в 2017-2019 гг. на кафедре агрохимии, почвоведения и экологии ФГБУ ВО «Брянский государственный аграрный университет». Полевые опыты проводили на участке центральной поймы правого берега р. Десны в долгодетнем опыте, заложенном в 2017 г. в селе Палужье Выгоничского района.

В соответствии с общепринятыми методиками произвели закладку опытов - «Программой и методикой исследований в Географической сети опытов по комплексному применению средств химизации в земледелии» (1990) и «Методикой опытов на сенокосах и пастбищах» (1971). Общая площадь делянки 63 м², учетной – 24 м², повторность опыта трехкратная.

В период закладки опыта в 2017 году схемой опыта предусматривали – обработку участка заливного луга гербицидом раундап из расчета 3,0 л/га с последующим поверхностным дискованием почвы. Сеяли травосмесь многолетних мятликовых трав зернотравяной сеялкой СЗТ-3,6. Состав травосмеси: овсяница луговая – 6 кг/га, лисохвост луговой – 5 кг/га, двухкосточник тростниковый – 7 кг/га.

Схемой опыта предусмотрены следующие варианты: 1. Контроль; 2. P₆₀K₉₀; 3. N₉₀P₆₀K₉₀; 4. N₉₀P₆₀K₁₂₀; 5. N₉₀P₆₀K₁₅₀.

Применяли аммиачную селитру (34,4%N), фосфорные удобрения в форме простого гранулированного суперфосфата (22% P₂O₅), калийные в форме хлористого калия (56% K₂O). Азот и калий вносили в два приема (первую половину расчетной дозы весной, вторую часть – под урожай отавы, фосфор – полностью под первый укос).

Исследования проводили руководствуясь: «Методикой опытов на сенокосах и пастбищах, 1971» и в соответствии с «Программой и методикой исследований в Географической сети опытов по комплексному применению средств химизации в земледелии, 1990». Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методами дисперсионного и корреляционного анализов по Б.А. Доспехову (1985) с использованием компьютерных программ в пакете Microsoft Office Excel 2010, а также общепринятые статистические параметры [Плохинский, 1978; Зайцев, 1984, 1990].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Глава 3. Агроэкологическое значение естественных и сеянных кормовых угодий

3.1. Основные типы лугов изученного района, их разнообразие и продуктивность

Естественные луга Подесенья разнообразны, включают фитоценозы, приуроченные к повышенным формам рельефа, на сглаженных формах рельефа и заболоченные луга. Выделена и описана 21 ассоциация и 2 сообщества из 2 классов, 4-х порядков и 8-и союзов.

Продуктивность естественных лугов поймы р. Болвы различна, так же как и химические характеристики трав (рис.1, 2,3).

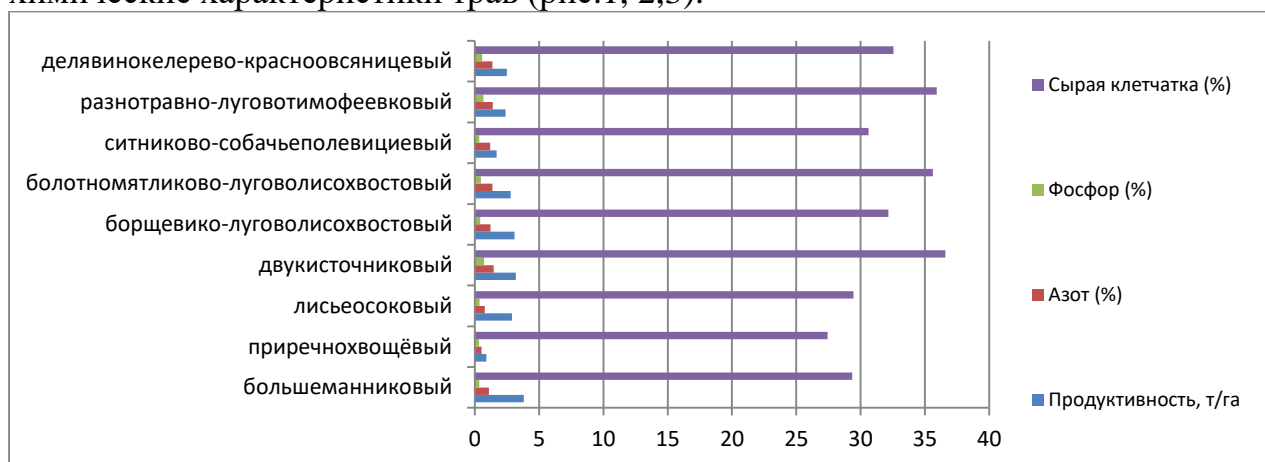


Рисунок 1 - Продуктивность и кормовые характеристики луговых сообществ

Наибольшая продуктивность травостоя зарегистрирована в сообществах большеманникового, двукисточникового, болотномятликово-луговолисохвостового и делявинокелерево-красноовсяницевого типов лугов, наименьшая – у лугов заливаемой части поймы – приречнохвощёвого типа (нет сенокосения). Богат сырой клетчаткой сенаж двукисточникового (36,58 %), болотномятликово-луговолисохвостового (35,63%), тимофеевкового типов лугов (35,92%), обнаружено наибольшее содержание азота и фосфора (1,47%, 1,39%, 1,37% и соответственно 0,72%, 0,47%, 0,68%) (рис. 1). Валовое содержание азота и фосфора (минимальное и максимальное содержание) в сенаже исследуемых типов лугов различается достоверно.

Изучены пойменные луговые сообщества реки Ипуть в пределах Брянской (Россия) и Гомельской (Беларусь) областей, принадлежащие к 2 классам, 4 порядкам, 7 союзам, 10 растительным ассоциациям, которые формируются в разнообразных экологических условиях поймы крупных рек второго порядка. Наибольшая продуктивность травостоя зарегистрирована в сообществах большеманникового типа, двукисточникового типа, болотномятликово-луговолисохвостового типа, наименьшая – на суходолах в луговых ценозахдушистоколосково-тонкополевичного типа и щучково-тонкополевичного типа (рис.2). При изменении климатических характеристик и летней межени сенаж из большеманниковых лугов используют для заготовки полноценных кормов, хороших для поедания.

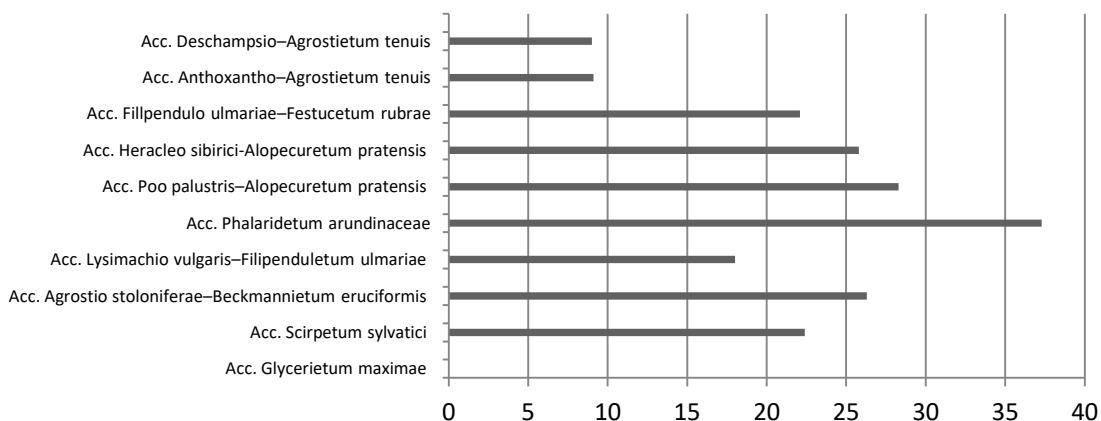


Рисунок 2–Продуктивность (ц/га) основных типов пойменных лугов реки Ипуть в пределах Брянской (Россия) и Гомельской (Беларусь) областей

Богат сырой клетчаткой сенаж двухкосточникового, болотномятликово-луговолисохвостового, душистоколосково-тонкополевиного типов лугов, с наибольшим содержанием азота и фосфора (в % на воздушно-сухую навеску (рис. 3).

Итак, в отличие от использования лугов в долинах рек Десны, Ипути, на лугах в пойменных местностях р. Болвы производится выпас, луга используются как пастбища и растительные сообщества трансформируются. Среди пастбищ можно выделить типы лугов, которые возникли при пасторальной дигрессии травяных экосистем.

Основой восстановления луговых сообществ на ранее окультуренных землях - сегетальная и рудеральная растительность, сообщества которой принадлежат к 4 классам, 1 порядку, 2 союзам, 5 ассоциациям и 5 растительным сообществам.

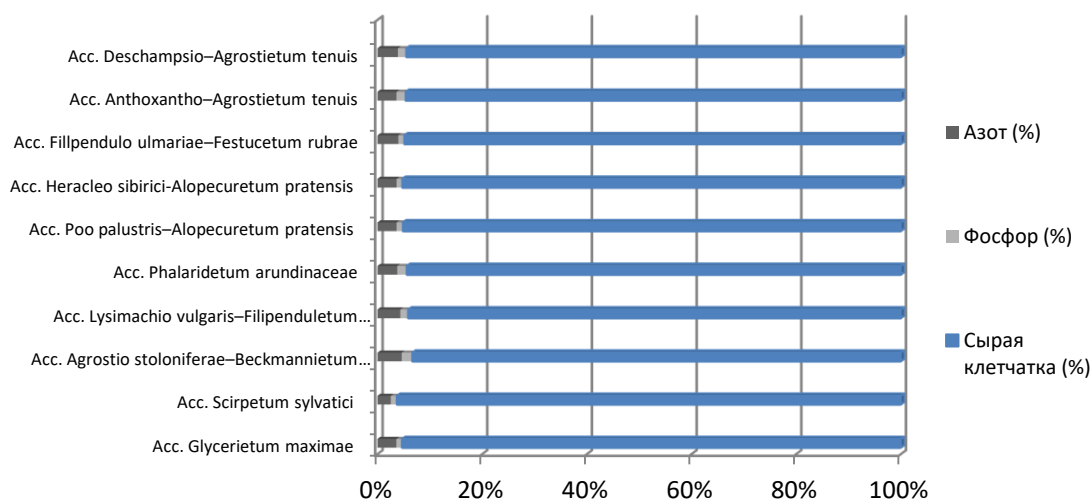


Рисунок 3 - Содержание азота и фосфора (в % на воздушно-сухую навеску) и сырой клетчатки (%) основных типах пойменных лугов реки Ипуть в пределах Брянской (Россия) и Гомельской (Республика Беларусь) областей

Полученные данные – база для разработки агроэкологических основ почвоулучшающей и фиторемедиационной роли этих ценозов в Брянской области (табл. 1).

Таблица 1 – Коэффициенты накопления (Кн) элементов группы тяжелых металлов сообществ сегетальной и рудеральной растительности на территории Брянской области

ТМ	Сообщества сегетальной и рудеральной растительности										
	1*	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Sr	0,3	0,2	0,9	0,5	0,3	0,6	1,0	1,3	1,2	1,7	2,1
Pb	0	0,2	0,6	0	0,3	0,5	1,5	1,2	1,3	1,7	1,8
As	0	0	0,5	0	0	1,0	1,9	1,1	1,5	1,5	2,1
Zn	0,7	0,5	0,9	0,6	0,8	0,9	3,1	0,9	1,2	1,4	3,3
Cu	1,2	0,6	0,6	0,5	0,9	0,9	4,0	2,1	1,3	2,5	3,2
Ni	0,4	0,2	0,8	0,4	0,5	0,5	2,1	1,3	1,5	1,2	2,4
Co	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1
Fe	1,2	1,1	1,3	1,2	1,8	1,5	2,1	3,5	3,6	2,4	2,2
Mn	1,4	1,3	1,6	1,4	1,1	1,2	4,3	2,7	5,1	2,2	2,8
Cr	0,3	0,3	0,2	0,5	0,5	0,3	0,7	0,8	0,6	0,7	0,7
V	0	0	0	0	0	0	0,4	0,3	0,2	0,3	0,1
Ti	0,1	0	0	0	0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1

Примечание. *Сообщества сегетальной и рудеральной растительности.

Класс *Chenopodietae*: 1 ас. *Galinsogotum parviflorae*, 2 ас. *Echinochloetum crusgali*, 3 сообщество *Matricaria perforata*, 4 сообщество *Chenopodium album*, 5 сообщество *Tusilagofarfara*. Класс *Secallicetea*: 6 ас. *Agrostiogigantae-Agropyretum repentris*. Класс *Artemisietae vulgaris*: 7 сообщество *Artemisia vulgaris*, 8 сообщество *Oenotherabiennis*, 9 ас. *Artemisia campestris-Tanacetum vulgaris*. Класс *Sedo-Scleranthetea* Вг.-ВІ. 1955, 10 ас. *Erigero annuis-Artemisietum campestris nov. prov.*, 11 ас. *Helychriso arenaris-Artemisietum campestris nov. prov.*

Таким образом, полученные сведения – основа оптимизационных мероприятий по организации фиторемедиации и оздоровления почв, биомониторинга, а также в дальнейшем – по установлению возраста залежей и неиспользуемых земель для решения вопросов о правовых отношениях собственников.

3.2. Влияние различных систем удобрения на продуктивность пойменного луга и качество урожая

В условиях эксперимента доказано, что изменение продуктивности (урожайности травостоя) можно достичь агротехническими, организационно-планировочными, мелиоративными мероприятиями, которые особенно эффективны в Брянской области, так как средние показатели продуктивности естественных лугов невысоки – от 0,5-0,7 до 1,2 т/га, а с учётом пастбищной дигрессии может снижаться до 0,3-0,4 т/га [Ларетин, Чирков, 2011; Кротова, 2011; Анишина, 2012; Булохов, 2012; Шаповалов, Смольский, 2016].

Применение минеральных удобрений позволило повысить урожайность зеленой массы в среднем за 3 года опытов от 24,1 до 34,2 т/га, а в случае проведения и поверхностной обработки от 28,2 до 39,9 т/га. Прибавка урожайности от удобрений составляет от 18,2 до 28,3 т/га, а при поверхностном улучшении луга в среднем за годы исследований изменялась от 15,9 до 27,8 т/га. В варианте применения фосфорно-калийного удобрения в дозе $P_{60}K_{90}$ урожайность зелёной массы мятликовой травосмеси достоверно возросла по отношению к контролю в среднем в 4,08 раза. По фону поверхностного улучшения почвы урожайность мятликовых трав в первом укосе от фосфорно-калийного удобрения $P_{60}K_{90}$ увеличивалась в 2,3 раза.

Достоверно подтверждается, что применение азотного удобрения в составе НРК продуктивность травостоев мятликовых трав на фоне проводимых агротехнических приёмов, обеспечивает прибавку. Повышение урожайности зеленой мас-

сы от азотного удобрения в среднем составила 4 т/га, а по фону поверхностной обработки почвы – 5,5 т/га.

Применение полного минерального удобрения с последовательно возрастающими дозами калийного удобрения K_{90} - K_{150} обеспечило повышение продуктивности злакового травостоя в первом укосе в среднем от 24,1 т/га до 34,2 т/га, а по фону поверхностного улучшения от 28,2 до 39,9 т/га. Последовательное применение возрастающих доз калийного удобрения на изменение урожая травосмесей было относительно невысоким. Согласно табличным данным при внесении повышенных доз калийного удобрения (K_{120} – K_{150}) в дополнение к $N_{90}P_{60}$ позволило повысить урожайность многолетних трав на 3,3-6,1 т/га, а на фоне поверхностной обработки почвы на 3,4-6,4 т/га.

Результаты проводимых исследований свидетельствуют о том, что по уровню урожайности зеленой массы многолетние сеяные злаковые травосмеси второго укоса уступали первому укосу (табл. 2-5).

Таблица 2 - Урожайность зеленой массы многолетних трав первого укоса, т/га (2017-2019 гг.)

Вариант	Естественный травостой							Поверхностное улучшение (дискование)						
	урожайность				прибавка			урожайность				прибавка		
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	в сред.	к контролю.	от азота	от калия	2017 г.	2018 г.	2019 г.	в среднем	к контролю	от азота	от калия
1 Контроль	4,8	5,6	7,4	5,9	-	-	-	14,2	9,8	12,3	12,1	-	-	-
2 $P_{60}K_{90}$	26,6	20,8	24,9	24,1	18,2	-	-	27,6	28,6	28,5	28,2	15,9	-	-
3 $N_{90}P_{60}K_{90}$	30,2	25,6	28,6	28,1	22,2	4,0	-	33,5	31,6	35,4	33,5	21,4	5,5	-
4 $N_{90}P_{60}K_{120}$	32,3	28,4	33,5	31,4	25,5	-	3,3	36,7	34,5	39,4	36,9	24,8	-	3,4
5 $N_{90}P_{60}K_{150}$	34,4	32,6	35,7	34,2	28,3	-	6,1	39,4	37,4	42,8	39,9	27,8	-	6,4

НСР₀₅общ. 0,52
НСР₀₅обр.п. 0,18
НСР₀₅удобр. 0,26

Таблица 3 – Урожайность зеленой массы многолетних трав второго укоса, т/га (2017-2019гг.)

Вариант	Естественный травостой							Поверхностное улучшение (дискование)						
	урожайность				прибавка			урожайность				прибавка		
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	в среднем	к контролю	от азота	от калия	2017 г.	2018 г.	2019 г.	в среднем	к контролю	от азота	от калия
1 Контроль	1,8	2,4	3,3	2,5	-	-	-	8,3	6,3	7,4	7,3	-	-	-
2 K_{90}	12,6	9,8	11,6	11,3	8,8	-	-	15,6	13,7	14,6	14,6	7,3	-	-
3 $N_{90}K_{90}$	14,4	13,4	15,2	14,3	11,8	3	-	19,2	18,6	21,8	19,7	12,4	5,1	-
4 $N_{90}K_{120}$	19,5	16,6	18,9	18,3	15,8	-	4	23,6	22,4	27,5	24,5	17,2	-	4,8
5 $N_{90}K_{150}$	23,1	22,8	23,7	23,2	20,7	-	8,9	28,3	24,3	30,9	27,8	20,5	-	8,1

НСР₀₅общ. 0,52
НСР₀₅обр.п 0,18
НСР₀₅удобр 0,26

Таблица 4 – Урожайность сена многолетних трав первого укоса, т/га (2017-2019 гг.)

Вариант	Естественный травостой								Поверхностное улучшение (дискование)							
	урожайность				прибавка				урожайность				прибавка			
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	в сред- нем	к кон- тролю	от азота	от калия	2017 г.	2018 г.	2019 г.	в сред- нем	к кон- тролю	от азота	от калия		
1	Контроль	1,2	1,4	1,9	1,5	-	-	-	3,5	2,4	2,6	2,8	-	-	-	
2	P ₆₀ K ₉₀	6,6	5,2	6,2	6,0	4,5	-	-	6,9	7,1	7,1	7,1	4,3	-	-	
3	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	7,2	6,1	6,8	6,7	5,2	0,7	-	8,1	7,6	8,5	8,1	5,3	1	-	
4	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	7,4	6,7	7,7	7,3	5,8	-	0,5	8,4	7,9	9,1	8,5	5,7	-	0,4	
5	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀	7,9	7,1	8,2	7,7	6,2	-	1	9,0	8,6	9,9	9,2	6,4	-	1,1	

НСП₀₅общ. 0,52
 НСП₀₅обр.почвы. 0,18
 НСП₀₅удобр. 0,26

Таблица 5 - Урожайность сена многолетних трав второго укоса, т/га (2017-2019 г.г.)

Вариант	Естественный травостой								Поверхностное улучшение (дискование)							
	урожайность				прибавка				урожайность				прибавка			
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	в сред- нем	к кон- тролю	от азота	от калия	2017 г.	2018 г.	2019 г.	в сред- нем	к кон- тролю	от азота	от калия		
1	Контроль	0,45	0,60	0,9	0,65	-	-	-	2,0	1,6	1,9	1,8	-	-	-	
2	K ₉₀	3,1	2,4	2,9	2,8	2,15	-	-	3,9	3,4	3,6	3,6	1,8	-	-	
3	N ₉₀ K ₉₀	3,5	3,2	3,3	3,3	2,65	0,5	-	4,6	4,4	5,2	4,7	2,9	1,1	-	
4	N ₉₀ K ₁₂₀	4,5	3,8	4,3	4,2	3,55	-	0,9	5,4	5,2	6,3	5,6	3,8	-	0,9	
5	N ₉₀ K ₁₅₀	5,3	5,2	5,4	5,3	4,65	-	2	6,5	5,6	7,1	6,4	4,6	-	1,7	

НСП₀₅общ. 0,52
 НСП₀₅обр.поч. 0,18
 НСП₀₅удобр. 0,26

Результаты, сопутствующие критериям урожайности, полученные лабораторно-аналитическим путем свидетельствуют о том, что содержание сырого протеина в сене злаковых видов в первом укосе в среднем по вариантам изменялось в пределах 9,59-14,56 %. (табл.6).

Таблица 6 - Содержание сырого протеина в сене многолетних трав, % (2017-2019 г.г.)

Вариант	Естественный травостой				Поверхностное улучшение (дискование)				
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднее	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднее	
первый укос									
1	контроль	8,49	9,78	9,24	9,17	10,38	10,12	10,25	10,25
2	P ₆₀ K ₉₀	10,56	11,52	10,46	10,85	11,66	11,88	11,76	11,77
3	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	12,36	11,08	11,94	11,79	12,28	12,51	12,46	12,42
4	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	13,31	14,62	13,78	13,90	13,22	13,74	13,58	13,51
5	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀	14,56	14,72	14,41	14,56	14,57	14,83	14,92	14,77

НСП 05, т/га части -0,52
 НСП 05, т/га обработка почвы – 0,18; НСП 05, т/га удобрения – 0,26

второй укос									
1	контроль	8,38	8,64	8,56	8,53	8,96	9,38	9,42	9,25
2	K ₉₀	10,42	10,27	10,56	10,42	11,22	11,31	10,33	10,95
3	N ₉₀ K ₉₀	10,28	11,13	11,52	10,98	12,53	13,64	12,28	12,82
4	N ₉₀ K ₁₂₀	11,36	11,83	11,96	11,72	13,64	13,86	13,82	13,77
5	N ₉₀ K ₁₅₀	12,77	12,31	12,44	12,34	13,76	14,44	13,93	14,04
НСР 05, т/га части -0,52									
НСР 05, т/га обработка почвы – 0,18; НСР 05, т/га удобрения – 0,26									

Анализ данных второго укоса показал не значительные колебания показателей, относительно результатов первого укоса с условием вариантов опыта.

Описание биохимических особенностей травостоя по каротину показало, что в первом укосе мятликовых трав естественного травостоя содержание каротина в среднем колеблется по вариантам опыта в пределах 17,1-29,3 мг/кг, а по фону поверхностной обработки почвы (сеяная злаковая травосмесь) в пределах 18,6-30,6 мг/кг (табл. 7).

Таблица 7 - Содержание каротина в сене многолетних трав, мг/кг

Вариант	Естественный травостой				Сеяная злаковая травосмесь				
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднее	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднее	
первый укос									
1	контроль	15,6	17,4	18,3	17,1	18,8	18,2	18,7	18,6
2	P ₆₀ K ₉₀	22,4	23,5	24,4	23,4	25,3	26,6	26,9	26,3
3	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	25,6	26,4	27,6	26,5	28,4	26,6	26,9	26,3
4	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	26,7	27,3	28,7	27,6	30,7	30,2	30,5	30,5
5	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀	28,2	29,5	30,3	29,3	30,8	30,4	30,6	30,6
НСР 05, т/га части -1,32; НСР 05, т/га обработка почвы – 0,18; НСР 05, т/га удобрения – 0,26									
второй укос									
1	контроль	15,2	13,6	15,4	14,7	15,4	15,1	15,6	15,4
2	K ₉₀	22,4	21,7	23,3	22,5	24,5	24,2	25,1	24,6
3	N ₉₀ K ₉₀	29,6	28,4	28,8	29,1	28,7	27,8	28,5	28,3
4	N ₉₀ K ₁₂₀	29,9	29,5	29,7	29,7	28,9	28,0	28,8	28,6
5	N ₉₀ K ₁₅₀	30,5	30,3	30,6	30,5	31,6	31,3	31,2	31,4
НСР 05, т/га части -0,52; НСР 05, т/га обработка почвы – 0,18; НСР 05, т/га удобрения – 0,26									

В среднем за годы проведения опытов содержание каротина в сене мятликовых трав второго укоса в зависимости от способа проводимых агротехнических приемов варьировало по вариантам от 14,7 до 30,5 мг/кг и от 15,4 до 31,4 мг/кг. Исходя из аналитических данных видно, что самое высокое содержание каротина в корме вне зависимости от способа улучшения луговых сообществ во втором укосе было получено при внесении азотно-калийного удобрения при соотношении N:K равное 1:1,5.

Данные лабораторно-аналитических исследований по изучению биохимического состава сена многолетних трав подтвердили относительно слабое влияние на изменение биохимического состава сена мятликовых злаковых трав проводимых мероприятий, направленные на улучшение луговых сообществ.

Выявлено, что в первом укосе многолетних трав под действием минеральных удобрений отмечено изменение биохимического состава корма в сторону увеличения в корме сырой золы, сырого жира и сырой клетчатки (рис. 4).

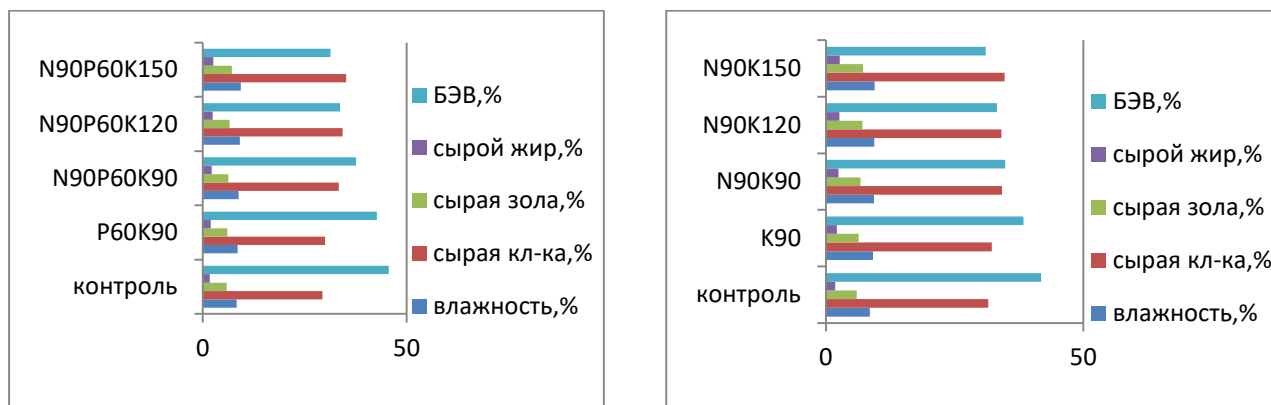


Рисунок 4 – Биохимический состав сена многолетних злаковых трав естественного (слева) и сеяного (справа) травостоя

3.3. Определение возможности получения экологически безопасной продукции растениеводства в условиях загрязнения агроценозов поллютантами

Исследования ПП, расположенных на лугах в пойме рр. Десны и Ипути в Красногорском, Клинцовском, Злынковском и Жуковском (контроль) районах Брянской области с различным уровнем радионуклидного загрязнения и интенсивно используемых в отгонно-пастбищном животноводстве, как сенокосные угодья, показали следующее. Данные по радионуклидному загрязнению ^{137}Cs травостоя луговых сообществ различных ассоциаций в разных частях травостоя представлены в таблице 8 и рисунке 5.

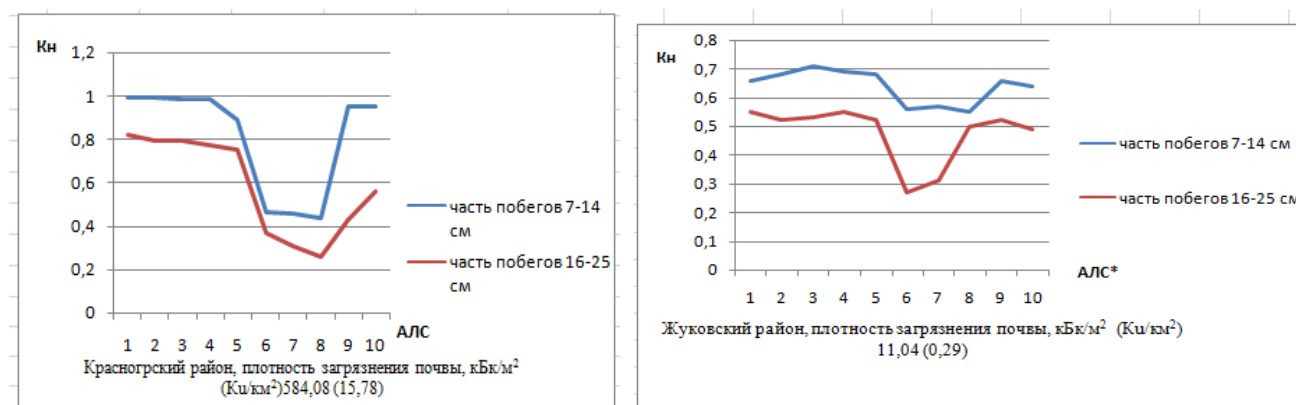


Рисунок 5 – Показатели радионуклидного загрязнения (^{137}Cs) травостоя луговых сообществ в различных ассоциациях (побеги 7-14 см, 16-25 см)

Примечание. * АЛС. Ассоциации луговых сообществ. Обозначения как в таблице 8.

Ряд по убывающей УА ^{137}Cs представлен: низинные луга > суходольные луга > долгопоёмные (краткопоёмные) луга. Специфичность содержания ^{137}Cs в травостое лугов зависит от: положения луговых сообществ в мезорельефе, типа почвы, показателя увлажнения и кислотности почв. Биомасса травостоя с нижними частями побегов (0-5 см) накапливает ^{137}Cs согласно рассчитанным Кн, остальные части – средняя и верхняя – содержат значительное количество радионуклида, но аккумулирует его слабо (все показатели Кн меньше 1,0). По содержанию ^{137}Cs биомасса лугов на техногенно-загрязнённых территориях районов Брянской области выше нормативов.

Таблица 8 – Показатели радионуклидного загрязнения (^{137}Cs) травостоя луговых сообществ различных ассоциаций (0-5 см)

АЛС*	УА, Бк/кг	Кн	Кп, $\frac{\text{М}^2}{\text{кг}} \cdot 10^{-3}$	А ЛС*	УА, Бк/кг	Кн	Кп, $\frac{\text{М}^2}{\text{кг}} \cdot 10^{-3}$
Красногорский район, плотность загрязнения почвы, кБк/м ² (Ку/км ²) 584,08 (15,78)				Злынковский район, плотность загрязнения почвы, кБк/м ² (Ку/км ²) 434,94 (11,75)			
1	8283,33±828,33	1,64	14,18±0,14	1	4977,19±497,71	1,17	11,44±0,11
2	6894,18±689,41	1,37	11,80±0,11	2	4762,61±476,26	1,12	10,95±0,10
3	6667,48±666,74	1,32	11,41±0,10	3	4633,60±463,36	1,09	10,65±0,10
4	6206,11±620,61	1,23	10,62±0,09	4	–	–	–
5	6379,33±637,93	1,26	10,92±0,10	5	4520,58±452,05	1,06	10,39±0,10
6	2709,79±270,97	0,53	4,63±0,04	6	2976,98±297,69	0,70	6,84±0,05
7	3840,25±384,02	0,76	6,57±0,05	7	2871,75±287,17	0,67	6,60±0,05
8	2596,27±259,62	0,51	4,44±0,04	8	3577,35±257,73	0,91	8,61±0,10
9	6196,49±619,64	1,04	11,79±0,11	9	3996,81±313,68	1,01	9,51±0,08
10	5539,00±553,90	1,10	9,48±0,08	10	3840,78±344,07	0,97	9,95±0,09
Клинцовский район, плотность загрязнения почвы, кБк/м ² (Ку/км ²) 544,53 (14,71)				Жуковский район, загрязнения почвы, кБк/м ² (Ку/км ²) 11,04 (0,29)			
1	11427,60±1142,76	2,14	20,98±0,20	1	76,73±6,67	0,98	5,13±0,05
2	6660,87±666,08	1,51	12,23±0,12	2	74,73±6,47	0,97	4,95±0,04
3	5542,75±554,27	1,27	10,18±0,10	3	72,15±6,61	0,94	4,80±0,06
4	–	–	–	4	71,84±6,88	0,92	4,14±0,05
5	5360,29±536,02	1,23	9,84±0,09	5	75,31±6,83	0,95	5,19±0,06
6	3851,99±375,19	0,83	8,17±0,07	6	66,15±5,61	0,86	3,30±0,06
7	–	–	–	7	67,84±7,88	0,87	3,24±0,06
8	3098,43±319,84	0,68	5,87±0,04	8	65,31±5,83	0,84	3,19±0,06
9	4233,22±413,32	0,96	10,20±0,10	9	70,07±6,70	0,91	4,25±0,04
10	4392,50±419,25	1,01	10,90±0,11	10	71,34±6,43	0,92	4,11±0,04

Примечание. * АЛС. Ассоциации луговых сообществ. 1 Асс. *Glycerietummaximae*Nowiński 1930. 2 Асс. *Scirpetumsylvatici*Ralski 1931. 3 Асс. *Agrostiostoloniferae-Beckmannieteruciformis*Alexandrova 1989. 4 Асс. *Lysimachiovulgaris-Filipenduletumulmariae*Balátová-Tuláčková 1978. 5 Асс. *Phalaridetumarundinaceae*Libbert 1931. 6 Асс. *Poopalustris-Alopecuretumpratensis*Shelyag-Sosonkoetal. 1987. 7 Асс. *Heracleosibirici-Alopecuretumpratensis*Bulokhov 1990. 8 Асс. *Filipenduloulmariae-Festucetumrubrae*Bulokhov 1990. 9 Асс. *Anthoxantho-Agrostietumtenuis*Sill. 1933 em. Jurko 1969. 10 Асс. *Deschampsio-Agrostietumtenuis*Sill. 1933 em. Jurko 1969

Таким образом, производство сена и выпас скота для производства продукции животноводства на лугах этих территорий требует обязательного радиологического контроля и мониторинга. Данные по удельной активности и накоплению радионуклидов в разных частях травостоя сеяных лугов в условиях отсутствия загрязнения представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Характеристики удельной активности (УА) и накопления радионуклидов в разных частях травостоя сеяных лугов в условиях отсутствия загрязнения

Сообщества сеяных лугов*	УА, Бк/кг	Кн	Кп, м ² /кг*10 ⁻³	Сообщества сеяных лугов*	УА, Бк/кг	Кн	Кп, м ² /кг*10 ⁻³
Показатели загрязнения радионуклидами, кБк/м ² (Ку/км ²) 11,04 (0,29)							
Травостой от 0 до 6 см				Травостой от 7 до 14 см			
1	76,73±6,67	0,98	5,13±0,05	1	51,08±4,10	0,66	2,81±0,02
2	74,73±6,47	0,97	4,95±0,04	2	52,55±4,05	0,68	2,76±0,01
3	72,15±6,61	0,94	4,80±0,06	3	54,11±4,41	0,71	2,18±0,01
4	71,84±6,88	0,92	4,14±0,05	4	52,89±4,28	0,69	2,07±0,01
5	75,31±6,83	0,95	5,19±0,06	5	53,32±4,23	0,68	2,02±0,01
6	66,15±5,61	0,86	3,30±0,06	6	42,83±3,88	0,56	1,70±0,009

* Примечание. Обозначения, аналогичные таблице 8.

Значения УА ^{137}Cs в средней части побегов скашиваемого травостоя меньше показателей, зарегистрированных в слое побеговой массы 0-6 см. Наибольшие значения Кн рассчитаны для сообществ красноклеверно-лядвенцевого и ежеборового лугов. Данные по удельной активности цезия в биомассе доминантов сеяных лугов представлены в таблице 10.

Наименьшие значения УА ^{137}Cs выявлены для представителей бобовых растений и разнотравья, различия в данных для бобовых злаковых культур – достоверны. Показатели УА радионуклида в травостое сопоставимо со значениями контрольных ПП ранее проведенных исследований для долины р. Ипути в юго-западных районах области [Булохов, 2014, 2016, 2018].

Таблица 10 – Основные данные по удельной активности цезия в биомассе доминантов сеяных лугов

Типы лугов*	Виды растений	УА, Бк/кг 2017	УА, Бк/кг 2018
4	<i>Arrhenatherum elatius (L.) J. & C. Presl</i>	60,79±0,60	56,79±0,46
1	<i>Dactylis glomerata L.</i>	58,64±0,58	43,30±0,33
6	<i>Festuca pratensis Huds.</i>	41,45±0,41	32,73±0,32
3, 6	<i>Phleum pratense L.</i>	39,72±0,39	28,83±0,25
2	<i>Lotus corniculatus L.</i>	18,11±0,29	18,80±0,16
2	<i>Trifolium pratense L.</i>	20,17±0,20	16,28±0,09
1	<i>Filipendula ulmaria (L.) Maxim.</i>	19,35±0,31	21,13±0,19
5	<i>Deschampsia cespitosa (L.) Beauv.</i>	32,77±0,27	23,14±0,23
3, 5	<i>Agrostis tenuis Sibth.</i>	32,73±0,32	26,92±0,23
2	<i>Trifolium hybridum L.</i>	25,83±0,25	19,77±0,17

* Примечание. Обозначения, аналогичные таблице 8.

3.2.2. Накопительные возможности луговых растений в условиях техногенной нагрузки (на примере Брянской области)

Исследования химических показателей фитомассы растений на пойменных и суходольных лугах проведено в Новозыбковском, Климовском, Клинцовском районах Брянской области, а также в приграничных районах республики Беларусь.

Рассчитанные коэффициенты накопления подтвердили эффективную аккумуляцию надземной фитомассой растений легкоподвижных ТМ стронция, меди, марганца, отсутствие накопления малоподвижных свинца, железа, в ряде случаев цинка. Выявлены «индикаторы» и «исключители» по отношению к ТМ, которые можно рекомендовать как эффективные фиторемедиаторы. Для луговых видов из различных по географическому расположению местообитаний, установлены одинаковые значения коэффициентов накопления ТМ, что подтверждает видовую специфику накопительных возможностей растений.

В сеяных лугах ТМ, валовое содержание которых определено в каждом из укосов биомассы, не поглощаются травостоем в значительном количестве, эссенциальный элемент медь, как подвижный элемент, поглощается растениями и накапливается. Это обстоятельство значимо ввиду значительной роли этого ТМ в биохимических процессах клетки, что определяет показатель биохимического мониторинга сеяных лугов. Для свинца, никеля, цинка виды растений всех типов сеяных лугов в ходе эксперимента считаются «исключителями».

Глава 4. Агрохимическая, экономическая и энергетическая эффективность защитных мероприятий

4.1. Агрохимическая эффективность защитных мероприятий сеяных лугов в среднем Подесенье

Значительная часть луговых сообществ естественного и искусственного происхождения нуждается в рекультивации для поддержания их устойчивости, средообразующих функций и обеспечения развития животноводческого комплекса. В основе достаточно затратных процессов химической мелиорации на сеяных лугах лежит принцип восполнения отчуждённых с урожаем минеральных и органических соединений с последующим восстановлением состава и структуры почв. Ранее в работах показано, что сельскохозяйственные растения выносят кремния больше, чем других элементов [Добровольский и др., 1988; Пашкевич, Кирюшин, 2008; Матыченков, 2014]. Поэтому как условие проведённых опытов – восполнение содержания валовых и подвижных форм биофильного и циклического элемента кремния, который выполняет структурообразующую функцию. В опытах произвели моделирование сеяных лугов из следующих доминантов: клевера красного, чины и овса посевного, клевера красного и овсяницы луговой, клевера красного и лисохвоста лугового. Возраст многолетнего луга – три года, чины и овса – весенних посевов. Характеристика надземной биомассы сеяных лугов при химической мелиорации представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Характеристика надземной биомассы (т/га) сеяных лугов при химической мелиорации

Показатели Луга	P ₄₀ K ₆₀ , ковелос 0*	P ₄₀ K ₆₀ , ковелос 30	P ₄₀ K ₆₀ , ковелос 100	P ₄₀ K ₆₀ , ковелос 200	P ₄₀ K ₆₀ , ковелос 500
1**	3,1 / 2,3	4,8 / 2,8	5,1 / 3,2	5,2 / 3,3	5,3 / 3,2
2	4,0 / 2,8	5,8 / 3,6	6,4 / 4,1	6,5 / 4,3	6,6 / 4,0
3	3,9 / 1,9	5,7 / 3,4	6,3 / 3,9	6,4 / 4,1	6,4 / 3,9
4	3,4	4,8	5,5	5,7	5,8

Примечание. * Внесение препарата аморфного диоксида кремния – 0: без внесения, 30 – 30 кг/га, 100 – 100 кг/га, 200 – 200 кг/га, 500 – 500 кг/га.

** Доминанты травостоя сеяного луга: 1 – клевера красного, 2 – клевера красного и овсяницы луговой, 3 – клевера красного и лисохвоста лугового, 4 – чины и овса посевного.

Продуктивность сеяных лугов при внесении препарата аморфного диоксида кремния увеличивалась пропорционально внесённой дозе.

На ПП для естественных лугов, изучаемых в пойме рр. Десны и Ипути в Красногорском, Клинцовском, Злынковском и Жуковском (контроль) районах Брянской области с различным уровнем радионуклидного загрязнения так же применялся препарат Ковелос для оценки эффективности мелиорации.

После поверхностного двукратного внесения синтетического аморфного диоксида кремния (препарата Ковелос) аккумуляция радионуклида травостоем изменилась. Данные по коэффициентам накопления ¹³⁷Cs в травостое луговых сообществ после двукратного внесения кремнийсодержащего препарата представлены в таблице 12.

Так независимо от плотности загрязнения почвы и УА ¹³⁷Cs в травостое наблюдается уменьшение накопления радионуклида в зависимости от высоты исследуемой побеговой массы. В биомассе травостоя не наблюдается ярко выраженной аккумуляции ¹³⁷Cs: все Кн ниже 1,0. Значительно снизилось содержание радионуклида в биомассе растений.

Таблица 12 – Коэффициенты накопления ^{137}Cs в травостое луговых сообществ после двукратного внесения кремнийсодержащего препарата

	Части побегов травостоя (в см)			АЛС*	Части побегов травостоя (в см)		
	0-5	7-14	16-25		0-5	7-14	16-25
Красногорский район, УА, Бк/кг (почвы) 4730,30±403,03				Злынковский район, УА, Бк/кг (почвы) 3347,25±324,73			
1	0,93	0,79	0,68	1	0,88	0,67	0,41
2	0,91	0,75	0,64	2	0,81	0,62	0,49
3	0,92	0,78	0,67	3	0,79	0,61	0,44
4	1,23	0,77	0,62	4	–	–	–
5	0,86	0,73	0,60	5	0,72	0,54	0,42
6	0,32	0,33	0,29	6	0,46	0,41	0,35
7	0,76	0,46	0,31	7	0,67	0,31	0,26
8	0,37	0,31	0,21	8	0,83	0,35	0,29
9	0,82	0,77	0,33	9	0,86	0,41	0,33
10	0,79	0,80	0,39	10	0,69	0,41	0,39
Клинцовский район, УА, Бк/кг (почвы) 3721,66±332,17				Жуковский район, УА, Бк/кг (почвы) 65,12±6,51			
1	1,32	0,78	0,55	1	0,61	0,49	0,38
2	0,99	0,71	0,57	2	0,69	0,45	0,38
3	0,81	0,78	0,53	3	0,66	0,47	0,35
4	–	–	–	4	0,59	0,49	0,34
5	0,80	0,73	0,51	5	0,92	0,46	0,37
6	0,47	0,44	0,33	6	0,47	0,38	0,21
7	–	–	–	7	0,87	0,39	0,29
8	0,42	0,32	0,25	8	0,41	0,40	0,31
9	0,64	0,51	0,44	9	0,42	0,33	0,26
10	0,73	0,59	0,47	10	0,46	0,35	0,26

Примечание. * АЛС. Ассоциации луговых сообществ. Обозначения как в таблице 8

Содержание ^{137}Cs в травостое при внесении кремнийсодержащих препаратов по высоте побега трав, на лугах различных видов и типов кормовых угодий повторяет ранее установленные закономерности. Такое влияние аморфного диоксида кремния на массоперенос ^{137}Cs объясняется химическими свойствами кремния как элемента, быстро вымывающегося из почвы.

4.2. Энергетическая и экономическая эффективность использования травостоев в зависимости от факторов культивирования

Основная цель при создании высокопродуктивных лугов, а также при подборе мелиорантов – создание энергетически- и ресурсоэффективных сообществ, устанавливая при этом роль видов травостоя лугов. В таблице 13 приведены результаты энергозатратности и энергоэффективности 19 видов лугов в эксперименте при укосно-пастбищном использовании травостоя.

Таблица 13 – Экономическая эффективность создания и использования укосно-пастбищных травостоев

1*	2	3	4	5	6	7
1	700	157,8	–	82,8	2,3	1,9
2	600	193,5	70	80,0	2,7	2,1
3	890	195,0	89	88,3	2,5	2,1
4	910	194,2	86	85,5	2,7	2,1
5	870	190,9	91	87,4	2,7	2,2
6	710	160,7	52	83,0	2,4	2,0
7	587	200,0	67	88,3	2,3	2,1
8	489	210,8	65	87,1	2,3	2,2

9	568	210,5	60	86,0	2,3	2,0
10	874	188,4	60	98,4	2,7	2,5
11	987	185,0	89	45,8	3,6	2,9
12	700	183,6	63	95,3	2,5	2,4
13	510	174,6	42	99,5	2,3	1,9
14	573	181,4	45	100,3	2,3	2,0
15	759	173,8,0	65	87,8	2,6	2,1
16	888	200,4	87	47,5	5,9	3,1
17	910	190,1	91	49,0	6,1	3,5
18	915	194,8	90	53,6	5,7	3,2
19	917	200,6	94	41,9	6,2	3,3

Примечание. 1-9: состав травосмеси: овсяница луговая, лисохвост луговой, двукисточник тростниковый, варианты: 1. Контроль. 2. P₆₀K₉₀. 3. N₉₀P₆₀K₉₀. 4. N₉₀P₆₀K₁₂₀. 5. N₉₀P₆₀K₁₅₀. Сеяные многолетние луга (10-19): 10 – ежа сборная, 11 – клевер красный + лядвенец рогатый, 12 – тимopheевка обыкновенная, 13 – райграс многолетний, 14 – тимopheевка + райграс многолетний, 15 – тимopheевка обыкновенная + овсяница луговая, 16 – клевер красный, 17 – клевер красный + овсяница луговая, 18 – клевер красный + и лисохвост луговой, 19 – чина луговая + овес посевной

*1- Состав травостоя и условия культивирования, 2 – условно чистая прибыль, руб / га, 3 - Себестоимость 1 ц к.ед, руб, 4 - Уровень рентабельности, в %, 5 - Энергетическая эффективность, ГДж/га, 6 – энергетический коэффициент, 7 - Коэффициент энергетической эффективности

На основе расчета показателей при оценке энергетической эффективности затрат в конструировании и создании сеяных лугов установлено, что наиболее оптимально сочетание бобовых и злаковых растений, в том числе и однолетних злаковых трав; повышению энергоэффективности при мелиоративных мероприятиях – внесении минеральных удобрений – способствуют естественные азотфиксаторы, внедряемые в травосмесь: таким образом можно оптимизировать затраты на удобрения. Данные энергетических показателей сена (сенажа) с опытных участков и в естественном травостое (для крупного рогатого скота) представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Энергетические показатели сена (сенажа) с опытных участков и в естественном травостое (для крупного рогатого скота)

Показатели		*ВЭ	ОЭ (1)	ОЭ (2)	К.ед.
Естественный луг					
1	контроль	16,72	8,49	7,94	0,583
2	P ₆₀ K ₉₀	16,83	8,44	8,77	0,577
3	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	17,02	8,20	8,50	0,544
4	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	17,05	8,13	7,16	0,536
5	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀	17,03	8,07	8,53	0,527
Сеяная злаковая травосмесь					
1	контроль	16,35	8,33	8,48	0,562
2	K ₉₀	16,53	8,28	8,49	0,553
3	N ₉₀ K ₉₀	16,59	8,14	8,48	0,536
4	N ₉₀ K ₁₂₀	16,98	8,14	8,49	0,537
5	N ₉₀ K ₁₅₀	16,91	8,10	8,29	0,531

Примечание. *ВЭ – валовая энергия, МДж на 1 кг сухого вещества, ОЭ (1) – обменная энергия сена (сенажа) по сырой клетчатке, МДж в 1 кг СВ. ОЭ (2) – обменная энергия сена по уравнению множественной регрессии с учетом содержания в корме основных органических веществ МДж в 1 кг СВ. К.ед. – кормовые единицы.

В сухом веществе наземной биомассы травостоя содержание валовой энергии достаточно высокое – от 16,35 до 17,05 МДж, что характеризует их как высокие значения, обеспечивающие кормовую энергетическую ценность сена. Валовая энергия кормов различается на лугах также статистически недостоверно. Однако

наибольшие показатели рассчитаны для естественных лугов при внесении полного комплекса удобрений NPK. Повышает показатели ВЭ на сеяных лугах (злаковая травосмесь) внесение N и K. В наземной биомассе определены высокие показатели кормовых единиц – от 0,527 до 0,583, однако эти показатели ниже (статистически недостоверны) чем для биомассы сорго и злаковых травосмесей [Дьяченко, Дронов, Дьяченко, 2013].

Таким образом, повышение энергоэффективности кормов на естественных и сеяных лугах оказывает внесение калийных удобрений, а также, видимо, подбор компонентов на сеяных лугах.

На основании трехлетних исследований определена экономическая эффективность мероприятий при возделывании многолетних трав на зеленую массу в сумме за 2 укоса в зависимости от применяемых средств химизации.

Расчеты выполнялись на основе типовых технологических карт, руководствуясь общепринятыми методиками и рекомендациями [методика ВНИИСХРАЭ, 2008, Чирков, 2008, Зотов и др., 2011].

Так, чистый доход при получении зеленых кормов с учетом N₉₀P₆₀K₁₅₀ из естественного травостоя составил 1132,5 руб./га при уровне рентабельности 65,84 %. Чистый доход при получении зеленого корма с учетом N₉₀P₆₀K₁₅₀ из сеяной травосмеси при обработке почвы дисками составил 3888,1 руб./га при уровне рентабельности 33,11 %.

Расчет экономической эффективности применения оптимальной системы удобрения многолетних трав центральной поймы заливного луга в условиях рыночного механизма хозяйствования, позволяет получить экологически безопасные объемистые корма (зеленая масса, сено) с экономической и хозяйственной эффективностью.

Заключение

1. Установлено, что естественные луга Подесенья разнообразны, включают фитоценозы, приуроченные к повышенным формам рельефа, на сглаженных формах рельефа и заболоченные луга. Выделена и описана 21 ассоциация и 2 сообщества из 2 классов, 4-х порядков и 8-и союзов.

2. Выявлена наибольшая продуктивность травостоя: в сообществах большеманникового, двукисточникового, болотномятликово-луговолисохвостового и делявинокелерево-красноовсяницевого типов лугов, наименьшая – у лугов заливаемой части поймы – приречнохвощёвого типа. Так как машинное окультуривание лугов отсутствует, зарегистрирован процесс закочкаривания лугов, а также лугов со значительным внедрением в травостой грубых непоедаемых трав. Ползучеклеверный тип луга представляет собой заключительную стадию деградации щучкового луга, представлены сообщества *Trifolium repens*.

3. Определено, что УА ¹³⁷Cs в образцах биомассы зависит от содержания радионуклида в почве: наибольшие значения Кн рассчитаны для сообществ низинных (болотных) лугов – большеманниковых, леснокамышевых, двукисточниковых, бекманиевых (Кн от 0,98 до 0,74).

4. Установлен фиторяд сообществ ассоциаций величины УА, Кп, Кн¹³⁷Cs по мере уменьшения (слой 0-5 см): *Glycerietummaximae* Nowiński 1930(*Scirpetumsylvatici*Ralski1931)>*Agrostiostoloniferae*BeckmannietumeruciformisAl exandrova 1989 >*Phalaridetumarundinaceae*Libbert 1931>*Anthoxantho*–*Agrostietumtenuis*Sill. 1933 em. Jurko 1969 (*Lysimachiovulgaris*–

Filipenduletumulmariae Balátová-Tuláčková 1978, *Deschampsio-Agrostietumtenuis* Sill. 1933 em. Jurko 1969) > *Poopalustris-Alopecuretumpratensis* Shelyag-Sosonko et al. 1987 > *Filipenduloulmariae-Festucetumrubrae* Bulokhov 1990 (*Heracleosibirici-Alopecuretumpratensis* Bulokhov 1990).

5. Доказано, что в местообитаниях низинных (болотных) лугов биомасса содержит наибольшее количество легкомигрирующего радионуклида, на втором месте – показатели УА в биомассе травостоя суходольных лугов; ряд по убывающей УА ^{137}Cs представлен: низинные луга > суходольные луга > долгопоёмные (краткопоёмные) луга.

6. Выявлены накопители ^{137}Cs – гигрофитные и ксерофитные злаки, такие как *Glyceriamaxima*, *Scirpussylvaticus*, *Agrostisstolonifera*, *Phalaroidesarundinacea*, *Deschampsia cespitosa*, *Beckmanniaeruciformis*, *Anthoxanthumodoratum*, *Agrostistenuis*.

7. Изучено, что фитомасса луговых видов (по коэффициентам накопления) эффективно аккумулирует легкоподвижные ТМ: стронций, медь, марганец, отсутствие накопления малоподвижных свинца, железа, в ряде случаев цинка. Эффективно накапливает стронций полевица тонкая и осока ранняя (Кн = 2,0; 2,79), мята длиннолистная (Кн = 3,5), лабазник вязолистный (Кн = 2,0); медь – тысячелистник хрящеватый (Кн = 1,56) и полевица тонкая (Кн = 1,58), полевица виноградная (Кн = 1,85), цмин песчаный (Кн = 1,55), рогоз широколистный (Кн = 1,53), лабазник вязолистный (Кн = 1,56), мята длиннолистная (Кн = 1,57); цинк – полевица виноградная и полевица тонкая (Кн = 1,24), овсяница тростниковидная и ежа (Кн = 1,22), вахта трехлистная (Кн = 2,31), горец змеиный (Кн = 3,08), цмин песчаный (Кн = 4,50); никель – цмин песчаный, рогоз узколистный и вахта трехлистная; марганец – горец змеиный (Кн = 2,99) лабазник вязолистный (Кн = 2,5), рогоз широколистный (Кн = 3,63); свинец – вейник наземный (Кн = 1,0), двукисточник тростниковидный (Кн = 1,2), горец змеиный, полевица тонкая (Кн = 1,3).

8. Проведенными исследованиями установлено, что на участке центральной поймы правого берега реки Десны урожайность зеленой массы естественного травостоя в среднем за три года в сумме за два укоса составляет от 84 до 574 ц/га. Урожайность сена естественного травостоя с учетом внесения разных доз минерального удобрения от 51,5 до 130 ц/га, урожайность сена сеяной травосмеси при обработке почвы дисками с учетом внесения разных доз минерального удобрения от 38 до 156 ц/га. Показатели качества кормов отражают прямую зависимость от уровня минерального питания многолетних трав. Показатели обменной энергии на естественных и сеяных лугах лежат в значениях от 8,07 до 8,49 МДж. Анализ экономической эффективности показывает достигнутый уровень продуктивности сеяных многолетних трав, эффективность применения различных агроприемов, оценку затрачиваемых ресурсов, их отдачу в натуральном и денежном выражении, что в условиях рыночного механизма хозяйствования, позволяет получить экологически безопасные объемистые корма.

9. Доказано, что химическая мелиорация сеяных лугов с использованием препарата Ковелос (Рост) эффективна и наиболее высока у тимофеевко-овсяницевого, тимофеевко-райграсовых и красноклеверные-лядвенцевых лугов. Положительный эффект наблюдается как для посевов многолетних, так и однолетних культур. Выявлено, что синтетический аморфный диоксид кремния независимо от плотности загрязнения почвы и УА ^{137}Cs в травостое вызывает уменьшение накопления радионуклида в зависимости от высоты исследуемой побеговой массы на лугах.

10. На основе расчета показателей при оценке энергетической эффективности затрат в конструировании и создании сеяных лугов установлено, что наиболее оптимально сочетание бобовых и злаковых растений, в том числе и однолетних злаковых трав; повышению энергоэффективности при мелиоративных мероприятиях – внесении минеральных удобрений – способствуют естественные азотфиксаторы, внедряемые в травосмесь: таким образом можно оптимизировать затраты на удобрения.

Рекомендации производству

1. В отношении лугов, используемых как источник кормов и в отсутствии машинной обработки, необходимо применять меры агротехнического облагораживания для оптимизации их использования и снижения процессов вырождения природных травостоев.

2. Рекомендовано составить кадастр эколого-флористической классификации растительности лугов для процессов мониторинга и инвентаризации состава травостоя, отслеживания процессов развития и трансформации лугов в пойме одной из крупных рек Нечерноземья – Десны.

3. Учитывая содержание радионуклидов в травостое, рекомендовано разрабатывать программу улучшения конкретного вида угодий. Внесены следующие предложения:

3.1. Для фоновых условий – тщательный радиоэкологический мониторинг осуществлять только для оперативного контроля по показаниям, для базового или фонового мониторинга.

3.2. В программу радиоэкологического мониторинга и контроля лугов на техногенно-загрязнённых территориях включить все типы лугов вне зависимости от типа, группы кормовых угодий и положения в профиле поймы в ландшафтах с высокими показателями УА радионуклидов в почве. В зависимости от содержания радионуклидов в травостое разрабатывать индивидуальную программу реабилитации местообитаний и рекомендации по виду использования.

3.3. Для всех лугов Красногорского, Клинцовского и Злынковского района с повышенными значениями УА ^{137}Cs в почвах и сене использовать рекомендации: сено можно скашивать и использовать для откорма скота на заключительной стадии, для получения молока с обязательной переработкой (масло, сыр и другие продукты).

3.4. Для организации пастбищеоборота и получения сена желательно использовать пойменные луга (краткопоёмные), ввиду пониженной по сравнению с другими видами лугов, аккумуляции ^{137}Cs ; ограничивать доступ скота к понижениям и заливаемым участкам с распространением сообществ низинных (болотных) лугов. Луговые сообщества притеррасной поймы необходимо (при наличии возможных источников для замены) исключить из сельскохозяйственного производства практически полностью.

3.5. Обязательно контролировать выпас, не допускать полного стравливания травостоя (ниже 5 см по высоте), преобразования лугов при пастбищной дигрессии в щучковые типы лугов ввиду значительного накопления ^{137}Cs в нижней части побеговой массы растений, а также повышенного накопления радионуклида в *Deschampsia cespitosa*. Считать оптимальной высоту среза биомассы при сенокосном производстве 5-7 см от поверхности почвы, без затрагивания дернины, почек возобновления растений.

4. Рекомендовано осуществлять химическую мелиорацию почв под сеяными

лугами, используя аморфный диоксид кремния (Ковелос Рост) в средней концентрации. Внесение мелиоранта вызывает увеличение продуктивности надземной биомассы, повышение ростовых процессов подземной: наиболее отзывчивые на внесение препарата – сеяные многолетние луга с клевером, лисохвостом, овсяницей, что подтверждает видовую специфичность влияния Ковелоса.

Перспективы, дальнейшей разработки темы диссертации

1. Продолжить работу с картографическим материалом и выявление постоянных и временных ПП для изучения естественных лугов.
2. Продолжить определение серии ПП на сеяных лугах для выявления миграционной активности загрязняющих веществ и определения эффективности химической мелиорации лугов.
3. Продолжить отбор проб надземной биомассы видов лугов для экоаналитических работ по установлению валового содержания ТМ, РН в сырье, а также установление миграционных путей и активности РН в травостое.
4. Продолжить разработку практических рекомендаций по использованию и восстановлению продуктивности лугов, эффективности химической мелиорации, оптимизации природопользования луговых сообществ различного происхождения в условиях техногенной нагрузки для юго-запада Центрального Нечерноземья РФ.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

Публикации в изданиях, рекомендованные ВАК РФ

1. **Поцепай С.Н.**, Анищенко Л.Н., Бельченко С.А. Состояние естественных лугов бассейна Десны Нечерноземья как основа их рационального использования // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. № 5. 2018. С. 35-40.
2. Бокатуро Н.Н., **Поцепай С.Н.**, Белоус Н.М., Харкевич Л.П., Смольский Е.В., Шаповалов В.Ф., Бельченко С.А. Эффективность защитных мероприятий при улучшении радиоактивно загрязненных пойменных кормовых угодий в отдаленный период после аварии на ЧАЭС // Кормопроизводство. №2. 2018. С. 11-16.
3. **Поцепай С.Н.**, Анищенко Л.Н., Бельченко С.А., Семьшев М.В., Шаповалов В.Ф. Первичные альгологические показатели почв естественных лугов, формирующихся в пойме реки Десны // Агрехимический вестник. № 6. 2019. С. 19-23.
4. **Поцепай С.Н.**, Справцев А.А., Харкевич Л.П., Бельченко С.А., Шаповалов В.Ф. Приемы поверхностного и коренного улучшения кормовых угодий в условиях радиоактивного загрязнения // Агрехимический вестник. № 4. 2019 С. 58-62.
5. **Поцепай С.Н.**, Бельченко С.А., Анищенко Л.Н. Продуктивность и эколого-химические характеристики сеяных лугов Подесенья в фоновых условиях (Брянской области) // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. № 1 (45). 2019. С. 39-44.
6. Бокатуро Н.Н., Справцев А.А., Асташина А.А., **Поцепай С.Н.**, Шаповалов В.Ф. Эффективность комплекса защитных мероприятий при возделывании многолетних трав на радиоактивно загрязненных пойменных лугах // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2020. Т. 15. № 2. 2020. С. 159-172.
7. Бокатуро Н.Н., Справцева А.А., **Поцепай С.Н.**, Белоус Н.М. Эффективность защитных мероприятий при возделывании многолетних мятликовых трав на радиоактивно загрязненных пойменных лугах // Агрехимический вестник. № 1. 2020. С. 65-70.

Публикации в международной базе цитирования Wos

8. **Potsepai S.N.**, Anishchenko L.N, Belchenko S.N., Malyavko G.P., Semyshev M.V., Shapovalov V.F. Improving the efficiency of monitoring of natural and seeded forage grasslands in the territories of technogenic pollution in the Non- black Soil Zone of the Russian Federation // International Journal of Control and Automation. Т. 13. № 1. 2020. С. 54-72.

Публикации в других изданиях

9. **Поцепай С.Н.**, Семёнова Ю.Г., Бельченко С.А., Анищенко Л.Н. К исследованию разнообразия сегетальной и рудеральной растительности как основы фиторемедиации земель Южного Нечерноземья РФ // Научное обозрение. Биологические науки. 2017. №1. С. 135-140.

10. Бокатуро Н.Н., **Поцепай С.Н.**, Справцев А.А., Белоус Н.М., Бельченко С.А., Шаповалов В.Ф. Эффективность комплексного применения агрохимических и агротехнических мероприятий при улучшении радиоактивно загрязненных пойменных кормовых угодий // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК. Материалы XV Международной научной конференции. 2018. С. 140-147.

11. Жолудева Н.К., Бокатуро Н.Н., **Поцепай С.Н.**, Харкевич Л.П., Шаповалов В.Ф. Урожай сена многолетних трав и его качество в зависимости от системы удобрения и обработки почвы // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК. Материалы XV Международной научной конференции. 2018. С. 147-153.

12. **Поцепай С.Н.** Химическая мелиорация как средство повышения продуктивности сеяных лугов в Нечерноземье РФ // Наука без границ и языковых барьеров. Материалы международной научно-практической конференции. 2018. С. 113-117.

13. Лось С.Л., Анищенко Л.Н., Борздыко Е.В., Авраменко М.В., Москаленко И.В., **Поцепай С.Н.** Сеяные луга и их химическая мелиорация синтетическим препаратом // Ежегодник НИИ фундаментальных и прикладных исследований. 2018. № 1 (10). С. 20-23

14. **Поцепай С.Н.** Эколого-флористическая классификация естественных лугов поймы реки Болвы в пределах Брянской и Калужской областей Нечерноземья РФ // В сборнике: Агроэкологические аспекты устойчивого развития апк. Материалы XVI Международной научной конференции. 2019. С. 475-483.

15. Бокатуро Н.Н., Справцев А.А., **Поцепай С.Н.**, Атрошенко П.П., Н.М. Белоус, В.Ф. Шаповалов Применение агрохимических и агротехнических мероприятий при улучшении радиоактивно загрязненных пойменных кормовых угодий // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК. Материалы XVI Международной научной конференции. 2019. С. 133-138.

Подписано к печати 23.10.2020 г. Формат 60x90/16
Усл. печ. л. – 1,0. Тираж – 100 экз. Изд. № 6723.

Издательство ФГБОУ ВО Брянский ГАУ
243365, Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кокино, ул. Советская, 2а