

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Брянский государственный
аграрный университет»

Поцепай С.Н., Анищенко Л.Н., Ториков В.Е., Шаповалов В.Ф.

**АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ПРОДУКЦИОННЫЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕСТЕСТВЕННЫХ И СЕЯНЫХ ЛУГОВ
В СРЕДНЕМ ПОДЕСЕНЬЕ**

Монография

Брянск 2021

УДК 633.2.03:631.5 (035.3)

ББК 42.2:631.4

А 67

Поцепай С. Н. Агрэкологические и продукционные характеристики естественных и сеяных лугов в Среднем Подесенье: монография / С. Н. Поцепай, Л. Н. Анищенко, В. Е. Ториков, В. Ф. Шаповалов. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2021. - 144 с.

ISBN 978-5-88517-374-2

В издании представлены результаты исследований лугов различного происхождения в Среднем Подесенье в целях дополнения мониторинговой базы ценных кормовых угодий в свете реализации продовольственной программы РФ. Агрэкологические и продукционные характеристики лугов позволят планировать и осуществлять долгосрочные работы по диагностике антропогенного влияния на луговые экосистемы в староосвоенном регионе – Брянской области, где пастбищное луговодство составляет основу реализации программ импортозамещения в животноводстве. Впервые в регионе проведён анализ ремедиационных возможностей синтетического кремнийсодержащего препарата для реабилитации естественных и сеяных лугов в условиях сочетанного загрязнения. Исследован характер поглощения ионов тяжёлых металлов, радионуклидов травостоем луговых сообществ и выявлены виды-индикаторы, виды-поглощители, аккумулятивные способности луговых сообществ; показана экономическая ценность агромероприятий на сеяных лугах; определены особенности применения кремнийсодержащих препаратов как ремедиаторов; предложены основы альгомониторинговой базы лугов. Рассмотрены особенности накопления поллютантов луговой лекарственной флорой, определены эффективные накопители, показана динамика биомассы видов на эталонных объектах. Даны рекомендации производству по системе оптимизации лугового пастбищеоборота. Установлен фиторяд лугов и продукционные характеристики кормовых угодий в ландшафтах Среднего Подесенья.

Научное издание предназначено для студентов СПО и ВО, магистров и аспирантов биологических и сельскохозяйственных направлений подготовки, а также будет полезно специалистам в области агрэкологии, экологического мониторинга, охраны окружающей среды.

Рецензенты:

Булохов А.Д. – д.б.н., профессор, заведующий кафедрой биологии, ФГБОУ ВО Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского.

Дронов А.В. – д. с.-х. н., профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства Брянского ГАУ.

Рекомендовано к изданию учебно-методическим советом Института дополнительного профессионального образования Брянского ГАУ, протокол № 6 от 21 июня 2021 года.

ISBN 978-5-88517-374-2

© Брянский ГАУ, 2021

© Поцепай С.Н., 2021

© Анищенко Л.Н., 2021

© Ториков В.Е., 2021

© Шаповалов В.Ф., 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Список сокращений.....	4
Введение.....	5
Глава 1. Обзор литературных источников.....	8
1.1. Современное состояние научной проблемы воздействия различных уровней загрязнителей на агрохимические свойства почвы.....	8
1.2. Продуктивность естественных и сеяных кормовых угодий.....	10
1.3. Агрохимическое и агротехническое улучшение естественных и сеяных кормовых угодий.....	13
1.4. Эффективность защитных мероприятий, применяемых на кормовых угодьях в Среднем Подесенье.....	17
Глава 2. Место, объекты, условия и методика проведения исследований.....	25
2.1. Место, объекты, условия, схемы опытов и методы проведения исследований.....	25
2.2. Агроклиматические условия.....	32
Глава 3. Агроэкологическое значение естественных и сеяных кормовых угодий.....	35
3.1. Основные типы лугов изученного района, их разнообразие и продуктивность.....	35
3.2. Влияние различных систем удобрения на продуктивность пойменного луга и качество урожая.....	56
3.3. Определение возможности получения экологически безопасной продукции растениеводства в условиях загрязнения агроценозов поллютантами.....	63
3.3.1. Анализ миграционных процессов радионуклидов в луговых сообществах естественного происхождения.....	63
3.3.2. Накопительные возможности луговых растений в условиях техногенной нагрузки (на примере Брянской области).....	80
Глава 4. Агрохимическая, экономическая и энергетическая эффективность защитных мероприятий.....	91
4.1. Агрохимическая эффективность защитных мероприятий сеяных лугов в Среднем Подесенье.....	91
4.2. Энергетическая и экономическая эффективность использования травостоев в зависимости от факторов культивирования.....	96
Заключение.....	105
Рекомендации производству.....	106
Список литературы.....	108
Приложения.....	134

Список сокращений

НРК – содержание вносимой «триады» минеральных удобрений

БЭВ – безазотистые экстрактивные вещества

ВЭ – валовая энергия

ГТК – гидротермический коэффициент

ГХ – градуировочная характеристика

Кн – коэффициент накопления

Кп – коэффициент перехода

КР - препарат синтетического аморфного диоксида кремния Ковелос

Рост

ЛС – луговые сообщества

МЭД – мощность экспозиционной дозы

ОДК – ориентировочно допустимая концентрация

ОЭ – обменная энергия

ПЗП – плотность загрязнения почвы

ПП - пробная площадка

РЗ – радиоактивное загрязнение

РН – радионуклид

РТ – рентгеновская трубка

СВ – сухое вещество

СВ – сухое вещество

СЖ – сырой жир

СК – сырая клетчатка

СП – сырой протеин

СПП – серия пробных площадок

ТМ – тяжелые металлы

УА – удельная активность

ЭЭ - энергетическая эффективность

ВВЕДЕНИЕ

Луга – интразональный тип растительности, имеющий в каждой зоне свои особенности состава и структуры сообществ; важная кормовая составляющая для сельскохозяйственных животных, обеспечивающая их натуральным полноценным здоровым кормом. Естественные луга и в особенности естественные пастбища считаются обязательным условием высокой продуктивности племенного скота. Особым преимуществом естественных лугов является высокая устойчивость урожаев сена и поедаемой зеленой массы.

Большое влияние оказывают луга и на плодородие почвы, способствуя накоплению в них гумуса. Травостой препятствуют смыванию почвы в затопляемых местах, а также на крутых склонах. Производство кормов с природных сенокосов и пастбищ обеспечивается в основном естественными факторами плодородия почв.

Основные кормовые угодья Брянской области представлены естественными сенокосными лугами, используемые для выпаса, а также собственно пастбища. По данным Управления Роснедвижимости по Брянской области по состоянию на 01.01.2018 г. площадь кормовых угодий области составляла 1874,3 тыс. га. В структуре сельскохозяйственных угодий площадь пашни составила 1174,9 тыс. га, залежи - 121,4 тыс. га, многолетних насаждений - 26 тыс. га, сенокосов - 205,5 тыс. га и пастбищ - 346,5 тыс. га [Природные ресурсы и окружающая среда Брянской области, 2019].

Естественные луга в староосвоенном регионе Нечерноземья РФ – основа развития животноводства как источник натурального полноценного корма. Основные массивы заливных лугов расположены в долинах рек Десна, Ипуть. Однако освоение и дальнейшая эксплуатация в производстве луговых сообществ одно из важных условий развития племенного животноводства благодаря поставке сбалансированного корма, увеличения продуктивности поголовья скота и повышения коэффициента биоконверсии при отгонном животноводстве [Панфёров, 2008, Булохов, 2009]. Изучение, выявление и интенсивное использование лугов в поймах других рек Нечерноземья РФ особенно актуально в связи с реализацией планов увеличения поголовья сельскохозяйственных животных в Брянской и сопредельных областях.

Для определения мероприятий на сеяных лугах, направленных на оптимизацию их структуры, нормирование нагрузок антропогенного характера, осуществление мониторинга почв и растительного покрова этих сообществ необходимы масштабные работы по оценке продуктивности (запасов биомассы) и выявлению количественного химического состава луговых растений [Матыченков, 2014].

Уточнение эколого-биологических и агротехнических характеристик сеяных лугов необходимое условие стабильности луговодства в староосвоенном регионе Брянской области (Среднем Подесенье) для расширения площади кормовых угодий и получения стабильного урожая биомассы.

Также остается одной из важнейших проблем на радиоактивно-загрязнённых территориях Брянской области в постчернобыльский период – поэтапное возвращение лугов в оборот с получением экологически безопасной биомассы, развитие молочного и мясного животноводства. В постоянном радиоэколо-

гическом контроле нуждаются все типы лугов вне зависимости от группы кормовых угодий и положения в профиле поймы в ландшафтах с высокими показателями УА радионуклидов в почве.

На территории Брянской области естественные и сеяные кормовые угодья формируются и поддерживаются в условиях обширного техногенного загрязнения, которое характеризуется повышенным содержанием элементов группы тяжёлых металлов (ТМ) и плотностью загрязнения радионуклидами в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС. Несмотря на более чем 33-летний период, прошедший после повышения уровня радиационной опасности, сенокосно-пастбищные угодья остаются критическими экосистемами и обеспечение экологической чистоты кормов актуально, так как массоперенос поллютантов при естественном протекании процесса снижают качество кормов, затрудняют восстановительные процессы на луговых ценозах. Именно луговые сообщества из-за наличия луговой дернины с сосредоточением значительной части загрязнителей, обеспечивающей длительное их поступление в фитомассу, нуждаются в мониторинговых исследованиях и оптимизационных мероприятиях в постчернобыльский период, что отражено в федеральной программе «Преодоление последствий радиационных аварий на период до 2020 года» [Санжарова, 2010; Алексахин, Лунёв, 2011].

Особый интерес также вызывают исследования, связанные с выявлением степени загрязнения радионуклидами (РН) дикорастущих растений в составе травостоя, их способностью аккумулировать радиоактивные вещества, ионы ТМ для целей планирования промышленных технологий укосов, времени и продолжительности выпаса. Для личных подсобных хозяйств и неокультуренных пастбищ в настоящее время снижена интенсивность проводимых реабилитационных мероприятий, что увеличивает скорость миграции загрязнителей различной природы в компоненты травостоя, уменьшающая эффективность мероприятий по производству экологически-безопасной продукции растениеводства. Известен ряд работ, оценивающих качественные и количественные характеристики травостоя луговых экосистем при пастбищном и сенокосном использовании при фоновом и значительном радионуклидном загрязнении [Белоус и др., 2012; Радиационная оценка ..., 2013; Булохов и др., 2014 и др.]. Однако необходимы мониторинговые данные, позволяющие оценить в динамике аккумуляцию загрязнителей на различных по уровню загрязнения ландшафтах, выявить виды накопители, дополнив имеющуюся базу, оценить эффективность синтетических мелиорантов в снижении интенсивности миграционных процессов радионуклидов.

Динамические процессы на интенсивно используемых лугах в Нечерноземье РФ – пасторальная дигрессия, флуктуационные преобразования – определяют направления и скорости потоков РНк, которые слабо изучены для конкретных элементов. Также для ведения перспективных в научном отношении изысканий не установлены виды-индикаторы миграционной активности загрязнителей по накопительной способности. Применение конкретных биоиндикаторов облегчит работу, оформление и ведение комплексных баз данных по биопродуктивности видов-эдикаторов, фактическому содержанию и распределению РНк, определению радиобиологических эффектов, выделению и эксплуатации стационарных пробных площадей (ПП), разработке программ химической мелиорации. На сельскохозяйственных угодьях Брянской области, отнесённой к первой группе территорий с

содержанием загрязнителей, «пятнистостью» и неравномерностью их распределения, радиомониторинг осложнён, требует не только постоянной коррекции мероприятий, но и масштабных новых работ по обследованию [Белоус И.Н., Кротова Е.А., Смольский Е.В., 2012, Орлов П.М., Гладышева О.В. и др., 2018]. Решению данной научной проблемы посвящены исследования следующих авторов: Работнов Т.А., Просянкин Е.В., Белоус Н.М., Воробьев Г.Т., Шаповалов В.Ф., Харкевич Л.П., Малякко Г.П., Смольский Е.В., Булохов А.Д., Анищенко Л.Н. и др.

В соответствии с вышеизложенным была определена цель исследований – обобщить и дополнить сведения об агроэкологических и продукционных характеристиках лугов различного происхождения как источников кормовых ресурсов в Среднем Подесенье в условиях сочетанного загрязнения

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 представить эколого-флористическую классификацию луговой растительности.

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 как одного из перспективных мелиорантов.

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

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

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.

ГЛАВА 1. ЭКОЛОГО-АГРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ И ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЕСТЕСТВЕННЫХ И СЕЯНЫХ КОРМОВЫХ УГОДИЙ

1.1. Современное состояние проблемы воздействия различных уровней загрязнителей на агрохимические свойства почвы

Агрохимические исследования педосферы в настоящее время оформились в целостное системное направление, которое разделилось на ряд направлений: изучение актуального химического состава пахотных почв по обеспеченности элементами питания; рекультивация и воспроизводство продуктивности почв различного назначения, возвращение в сельскохозяйственный оборот техногенно-загрязнённых почв; установление признаков естественного химического состава почв и биоиндикационные изыскания; освещение различной продуктивности биомассы растительных сообществ, определяемой сопутствующими условиями, включающими агрохимические показатели и окультуренность почв. На основе проведённых исследований проведено установление характерных, естественно выделяющихся, сочетания факторов почвообразования в отдельных естественно-исторических районах и на полученной основе учтены агропочвенные особенности территорий в мониторинговом аспекте для дальнейшего использования.

По первому направлению известно более 400 работ, посвящённых анализу динамики содержания азота, фосфора и калия в зависимости от внешних сопутствующих факторов. В течение долгого времени над изучением роли подпахотных горизонтов в обеспечении сельскохозяйственных культур фосфором и калием занимались видные ученые, как К.К. Гедройц, Д.Н. Прянишников (1938), А.Т. Кирсанов (1936, 1937), Б.А. Ганжа, Х.А. Кярблане (1972), А.А. Малейна, Е.А. Бабакишьева (1969), В.В. Кидин, В.И. Кобзаренко (1999, 2012), А.С. Башков (2013) и ряд других. Однако, несмотря на достаточно длительный интервал времени, посвященный изучению данного вопроса, единого мнения так и не сформировалось. Например, проводя анализ почв по обеспечению, в частности, питательными элементами - фосфором и калием, агрохимическая служба оценивает их наличие только в пахотном горизонте (0-25 см) без учета потенциала подпахотного слоя. В связи с чем, данное направление актуально и удостоено участие ученых.

Обширнейшими исследованиями зарубежных ученых, СССР, России подтверждается важность и актуальность проблемы микроэлементов а агрохимии [Каталымов, 1965; Школьник, 1974; Пейве, 1980; Ринькис, 1989; Анспок, 1990; Битюцкий, 2011; KabataPendias, 2011; и др.]. Наиболее важным агроэкологическим фактором, который определяет качество и количество продукции растениеводства - обеспечение растений микроэлементами. Однако же в настоящее время в мировом сельском хозяйстве наблюдается тенденции нехватки и несбалансированность элементов питания, в том числе микроэлементов в почвах, что отражается на потенциале развития растений, снижении их урожаев и качества, и как следствие оказывает неблагоприятное влияние на здоровье человека и животных [Гайсин, 2010; Сычев, 2005; Лукин, 2018; и др.]. Актуальны и востребованы исследования по проведению эколого-агрохимической оценки содержания и взаимосвязей микроэле-

ментов Mn, Cu, Zn, Co, Mo и В в системе «почва-растения» и обосновании оптимизации питания ими растений в агроценозах [Азаренко, 2013, 2019].

Актуальны работы почвенного луговедения, рассматривающие проблемы закисления почв различных природных зон, так как эти, набирающие силу процессы выступают как основные при уменьшении почвенного плодородия и ограничивающие урожайность культур, в том числе и луговых.

Нельзя не отметить вопрос о негативном влиянии подкисления почв, которое приводит к жостаточно обширному ряду негативных процессов. Так подкисление приводит к возбуждению необратимых процессов разрушения глинистых минералов [Чижилова, 1992, 1998, 2002]; угнетению активности полезной биофазы [Green, 1976; Graw, 1979]; уменьшению органо-минеральных взаимодействий [Травникова, 2003]; понижает устойчивость почвы к загрязнению тяжелыми металлами [Овчаренко, 2002]; ослабляет эффективность внесения минеральных удобрений [Шильников, Аканова, 2001]. На данный момент остается актуальным разработка устойчивости почв к закислению и восстановлению процессов почв в агрохимическом потенциале.

Особенно многочисленны работы, в которых рассматриваются и анализируются агрохимические аспекты деградированных почв. Из наблюдений академика РАН РФ А.Л. Иванова (2011, 2015) происходит расширение площади техногенно нарушенных земель со скоростью около 100 тыс. га в год, что соответственно влечет снижения количества урожая в среднем на 36-47% [Проблемы деградации ..., 2008]. Обзор литературных источников отражает наличие достаточного количества исследований, посвященных оценки влияния техногенеза на состояние основных природных сред обитания: вопросы восстановления растительности на землях, подвергшихся водной и ветровой эрозии [Дедова, Нохашкиева, 2011; Попов, Капелькина, 2012; Кононов и др., 2016]; оценка биотических сообществ почв при антропогенном воздействии [Русанов, Булгакова, 2016, 2017; Степанова и др., 2016; Брескина, 2017; Aziz. et al., 2011]; проблема загрязнения почв токсикантами [Леднев и др., 2017]. Принимая во внимание, что почвы земель сельхозназначения представляют собой материальную ценность, потому что являются основным средством производства, вопросы оценки стоимости восстановления плодородия нарушенных почв особенно актуальны [Титова, 2016, 2017; Макаров и др., 2017].

Только за пятилетний интервал времени выполнены ряд работ, посвящённых реабилитации загрязнённых сельскохозяйственных почв. Загрязнение почвы ухудшает многие её агрохимические, агрофизические, биологические свойства и приводит к полной или частичной гибели сельскохозяйственных культур в течение многих лет, в связи с этим, возникает острая необходимость изыскания простых и эффективных приемов восстановления плодородия почв. Также в условиях изменения агрохимических показателей почв и деградации почвенного покрова в литературе обсуждается проблема поиска и разработка приёмов для применения недорогостоящих препаратов, в том числе и местного производства, которые можно использовать в качестве удобрения сельскохозяйственных культур и одновременно протекающих процессов сохранения плодородия. Перспективно по результатам изысканий внедрение в агрохимическую практику кремнийсодержащих препаратов. В условиях Нечерноземья РФ впервые выполнены работы по регуляции процессов миграции радионуклидов в условиях среднего и высокого загряз-

нения почв после техногенных катастроф препаратом аморфного диоксида кремния – торговая марка Ковелос.

Вместе с тем, недостаточно изучена продолжительность негативного воздействия различных уровней загрязнения на агрохимические свойства почв – серых лесных и дерново-подзолистых, продуктивность растений и эффективность комплексного применения агрохимических и агротехнических приемов на урожайность сельскохозяйственных культур в севообороте. В связи с вышеизложенным достаточно актуальны работы, связанные с восстановлением агрохимических показателей почв и поиском препаратов-поглочителей загрязнителей, в том числе и на луговых аллювиальных почвах.

1.2. Продуктивность естественных и сеяных кормовых угодий

Естественные луговые фитоценозы представлены сообществами, состоящими в основном из многолетних травянистых мезофитных растений, значительное количество которых принадлежит к различным биоморфологическим группам. В виду того, что вышеуказанные сообщества образовывались. В связи с тем, что данные сообщества формировались длительное время, входящие в них элементы приспособлялись к совместному произрастанию в данных экологических условиях местообитания.

Различают хозяйственную продуктивность (урожайность) и биологическую продуктивность.

Хозяйственная продуктивность – это надземная фитомасса, срезанная при укосе или скармливаемая при выпасе (т/га).

Биологическая продуктивность – годичный прирост фитомассы, который равен продукции фотосинтеза минус потери на дыхание, на поедание фитофагами, на естественное отмирание.

Хозяйственная и биологическая продуктивности зависит от ряда факторов: условий местообитания, типа луга, способов хозяйственного использования, богатства и увлажнения почвы, от мощности гумусового горизонта и др.

В виду отсутствия соответствующего ухода, естественные кормовые угодья имеют достаточно плохое состояние и низкую урожайность, поэтому около 50 % их площадей требуют улучшения [Шпаков, 2003].

Устойчивость сеяных агрофитоценозов, созданных в результате коренного улучшения или перезалужения травостоев также остается невысокой [Минина, 1972].

В данном случае наблюдается выпадение сеяных трав и внедрение малопродуктивных дикорастущих видов, и как следствие снижение урожайности. Эти изменения обусловлены: во-первых, конкурентными взаимоотношениями различных видов растений; во-вторых, старением сеяных трав.

Таким образом, экономически и агроэнергетически более выгодным является долготное использование сеяных агрофитоценозов.

В свою очередь, долготие трав зависит от системы удобрения, режимов использования, экологических условий произрастания, ценотической активности видов, слагающих конкретное растительное сообщество [Лазарев, 2004].

Обычно суходольные пустошные луга малопродуктивны. Урожайность сена варьирует от 0,3 до 1,3 т/га. Урожайность естественных пойменных лугов в европейской части России варьирует от 0,2 до 0,6 т/га. Наибольшей продуктивностью обладают луга с доминированием в травостое злаков от 60 до 95% [Булохов, 2009].

Сильная конкуренция между растениями в естественных лугах за ресурсы внешней среды увеличивает длительность жизни многих трав за счет длительного пребывания их в вегетативном состоянии. На сеяных же лугах развитие трав происходит быстрее, и генеративные органы появляются уже на второй год жизни и соответственно позволяет им быстрее завершить свой жизненный цикл. Таким образом, максимальная продуктивность трав отмечается на второй и четвертый год жизни, после этого урожайность травостоев снижается [Петерсоне, 1976; Кузьменко, Тюрюканов, 1978].

Несомненно, старение травостоя влечет за собой ослабление способности трав к кущению, уменьшению их высоты, мощности соцветий, уменьшению семенной продуктивности, а также других показателей, которые непосредственно влияют на продуктивность [Смелов, 1966].

Ввиду выше изложенного, долголетие сеяных травостоев в лучшем случае достигает 4...5 лет, впоследствии их необходимо перепахивать и пересевать [Лепкович, 1986].

Однако же, резкое падение продуктивности пятилетнего пастбища можно восстановить путем перезалужения [Шарашова, 1989].

Регулярное использование и внесение высоких доз азотных удобрений приводит к снижению продуктивности и преждевременному выпадению трав из травостоя, что отражается на продуктивном долголетии трав [Тоомре, 1976; Минина, 1974; Рогов, 1976; Томка, Лиган, 1977].

Длительное пользование сеяным лугом, связанное с уменьшением эффективности удобрений и продуктивности травостоев в связи сподсевом пырея ползучего и разнотравья приводит к уменьшению продуктивности травостоя, снижению темпов ростовых процессов, снижению использования минеральных удобрений [Ромашов, Ахламов, 1974].

Преждевременное выпадение трав вызывают и высокие дозы азотных удобрений, в большей степени из-за снижения их зимостойкости [Минина, 1974; Образцов, Ковалев, Варварина, 1975].

Неоднократно исследованиями подтверждается, что одной из главных причин снижения урожайности травостоя по мере его старения – подавление активной жизнедеятельности почвенных микроорганизмов: консервация в корневых остатках значительного количества питательных веществ и как следствие нарушение минерального питания, которое и приводит к выпадению трав [Тоомре, Лийв, 1969; Ромашов, Ахламова, 1974].

Исследования, проведенные Ахламовой Н.М., Федоровой Л.Д., Кулаковым В.А. (1989) на суходольных лугах показали, что к 13-му году на сенокосе восстанавливается равновесие в накоплении и разложении корневой массы, устанавливается высокая степень аэрации дернины, а почвенный воздух по составу близок к атмосферному.

В опыте Кутузовой А.А., Морозовой З.В., Воробьева Е.С. и др. (1974) краткосрочное использование пастбищ и периодическое пятилетнее их перезалуже-

ние повышало мобилизацию урожаем фосфора и калия в 2 раза, а азота только на 21%. В результате недостатка азота урожайность повысилась только на 3 ц абсолютно сухой массы с 1 га.

Bauer U. (1984) рекомендует на торфяных почвах при интенсивном использовании обновлять посевы овсяницы луговой, тимофеевки луговой и мятлика лугового через четыре года, а чистые посевы ежи сборной - через пять лет.

Андреев А.В., Ахламова Н.М., Игловиков В.Г. и др. пришли к выводу, что долголетние травостой имеют преимущества на плодородных почвах - осушенных торфяниках, низинных и пойменных лугах. На более бедных почвах суходольных лугов краткосрочное использование сеяных травостоев с периодическим перезалужением обеспечивает, как правило, более высокую урожайность, чем долголетнее.

Однако же имеется мнение ряда ученых, которые считают, что более целесообразным является поверхностное улучшение [Клапш, 1961; Мак-Микен, 1967]. В данном случае они подразумевают, что вспашка уменьшает аэрацию почвы, вызывает минерализацию органического вещества, уничтожает сообщества трав, приспособленные к данным условиям местообитания и требует больших затрат труда и средств.

Хачатуров Т.С., Гулидова И.В. (1978) придерживаются мнения о необходимости проведения поверхностного улучшения, так как под суходольными лугами в лесной зоне слабо развитый гумусовый горизонт, и поэтому коренное улучшение их путем перепашки не может быть успешным.

Общая площадь суходольных и низинных сенокосов Брянской области составляет 185 тыс. га и пастбищ - 204 тыс. га. Наибольшее распространение эти угодья имеют в пределах моренно-зандровых и водно-ледниковых равнин в западной половине области. Среди суходольных лугов области значительное место занимают суходолы крутосклонные и суходолы лощинно-овражные [Булохов, 2009].

Площадь оврагов и балок на территории области составляет около 95 тыс. га. Много лощинных и балочных сенокосов и пастбищ находится на правой нагорной стороне р. Десны от Брянска до Трубчевска.

Урожайность суходольных сенокосов области в зависимости от степени увлажнения составляет от 5-7 до 12-14 ц/га. Урожайность низинных лугов составляет 1,5-2,5 т/га, однако, качество их невысокое [Булохов, 2009].

Поемные или заливные луга занимают площадь около 82 тыс. га. По отношению к общей площади сенокосов это составляет 27%.

Количество заболоченных лугов, по данным областного управления сельского хозяйства, составляет по области 54 тыс. га, из них сенокосов - 40 тыс. га и пастбищ - 14 тыс. га. Наибольшее количество заболоченных угодий (2-3%) находится в понижениях рельефа, в поймах рек и на междуречьях в Красногорском, Климовском, Погарском, Новозыбковском, Навлинском и Стародубском районах. Наименьшая заболоченность лугов (0,6-0,7%) отмечается в относительно возвышенных районах - Дубровском, Карачевском и Комаричском [Доклад..., 2018].

Необходимо отметить, что в результате глобальной катастрофы на Чернобыльской АЭС более 491 тыс. га кормовых угодий подверглось радиоактивному загрязнению, значительная их часть из-за низкого культуртехнического состояния позволяет получать в среднем не более 3-5 т/га зелёной массы, что является основной причиной дефицита зелёных и грубых кормов для общественного живот-

новодства в последние 20 лет [Белоус, 2012; 2013; Шаповалов, 2011]. Естественные кормовые угодья имеют более высокую степень радиоактивного загрязнения по сравнению с агроценозами улучшенных сенокосов и пастбищ и многолетних трав на пашне [Шаповалов, 2015].

Таким образом, хозяйственная и биологическая продуктивность естественных и сеяных кормовых угодий – это одни из основных показателей, определяющих хозяйственную и кормовую ценность лугов. Обзор литературных источников показывает, что продуктивность естественных и сеяных лугов зависит от экологических условий местообитания, режимов использования травостоев, орошения и удобрения. При изучении всех категорий продуктивности растительности изучается не только надземная, но и подземная часть растений. Урожайность травостоев при краткосрочном использовании луга, как правило, выше, чем при долголетнем. Однако современные условия ведения сельскохозяйственных предприятий предписывают необходимость в разработке таких технологий улучшения естественных и сеяных кормовых угодий, которые требуют малых энергетических и трудовых затрат.

1.3. Агрохимическое и агротехническое улучшение естественных и сеяных кормовых угодий

Мероприятия, направленные на улучшение качества кормовых угодий и лугов разделяют на две системы: систему поверхностного улучшения, систему коренного улучшения.

Поверхностное улучшение кормовых угодий – это мероприятие, при котором естественная растительность сохраняется полностью или частично, но повышаются ее урожайность и кормовые качества.

Коренное улучшение – это создание нового сеяного сенокоса или пастбища из ценных высокопродуктивных кормовых растений.

Однако стоит отметить, что для реализации той или иной системы улучшения необходимо провести инвентаризацию природных кормовых угодий.

Поверхностное улучшение луговых кормовых угодий

Проведение мероприятий поверхностного улучшения экономически выгодно в связи с получением высоких урожаев (возрастает в 2-4 раза) и относительно небольшими затратами [Алексеенко, 1967].

Мероприятия, охватывающие поверхностное улучшение кормовых угодий можно объединить в 6 групп:

- культуртехнические работы (уничтожение кочек, расчистка от кустарниковой и древесной растительности, очистка лугов от мусора, хвороста и камней, создание кустарниковых полос в поймах и т.д.);
- улучшение и регулирование водного режима (осушение, отвод застойных поверхностных вод, кротование, щелевание, снегозадержание, дождевание);
- удобрение сенокосов и пастбищ (химическая мелиорация);
- улучшение воздушного режима (боронование, наилок после спада полых вод, кротование, щелевание);
- обогащение и омоложение травостоя;

- борьба с сорными растениями и стариками (предотвращение заноса семян и иных зачатков сорных растений, использование очищенного семенного материала при подсеве, своевременное обкашивание сорняков вдоль дорог и по канавам, использование перепревшего навоза для удобрения лугов и др.).

Наиболее распространенным агротехнически и экономически выгодными выделяют мероприятия поверхностного улучшения - удобрение сенокосов (химическая мелиорация) и пастбищ, а также обогащение и омоложение травостоя за счет подсева высокопродуктивных многолетних мятликовых и бобовых трав кормовых угодий.

Удобрение кормовых угодий и лугов.

Значительная часть луговых сообществ естественного и искусственного происхождения нуждается в рекультивации для поддержания их устойчивости, средообразующих функций и для обеспечения устойчивого развития животноводческого комплекса. Продукционные и ростовые процессы травянистых растений – основных ценозообразователей лугов – определяются комплексом факторов, один из важнейших – уровень почвенного плодородия. 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.

Многочисленные сенокосы или стравливания требуют внесения определенных доз минеральных удобрений на лугопастбищных угодьях после каждого отчуждения надземной массы. При урожае сена 50 т с 1 га из почвы выносятся в среднем (кг на 1 га): азота 75, фосфора 20, калия 75, кальция 50 [Скоблин, 1977].

Азотные удобрения на лугах необходимо вносить рано весной и после укосов или стравливаний; фосфорные - осенью или рано весной; калийные - весной на достаточно увлажненных лугах и после укосов или стравливаний.

Коэффициент использования питательных веществ удобрений зависит от способа использования (на пастбищах он выше, чем на сенокосах), типа облиствения (выше у низовых трав), дозы и состава удобрений, условий увлажнения, ботанического состава травостоя, плодородия почвы, числа скашиваний и стравливаний.

Из органических удобрений на луга вносят навоз, навозную жижу, торфо-навозные компосты. После внесения органических удобрений на пастбище траву вначале скашивают (животные хуже их поедают) и только после этого пастбище используют для выпаса животных. Навоз вносят один раз в 3-4 года по 30-40 т на 1 га. Органические удобрения повышают урожай сена на 8-10 ц с 1 га [Скоблин, 1977].

Применение микроудобрений на сенокосах и пастбищах способствует повышению продуктивности до 30% и более. Так, молибденовые удобрения увеличивают урожай сена и семян, содержание белка в травах. Его вносят под бобовые травы и некоторые злаки: райграс, ежу сборную, тимофеевку луговую и др. Из молибденовых удобрений применяют молибденовокислый аммоний и молибдат аммония-натрия [Скоблин, 1977].

Медные удобрения вносят на осушенных болотах и мелиорируемых торфяниках, на песчаных почвах, бедных питательными веществами, под злаковые и бобовые травы. Экономически выгодно применение пиритных огарков, содержащих 0,3-1,0% меди. Кроме меди, они содержат еще цинк, кобальт, молибден и другие микроэлементы. Доза внесения до 8 ц на 1 га, в зависимости от содержания

в почве меди. Для этой же цели используют и медный купорос (10-25 кг на 1 га) [Скоблин, 1977, Басманов, 1990, Белоус, 2012, Шаповалов, 2016].

Цинковые удобрения вносят в виде сернокислого цинка (содержит 45,5% цинка) и промышленных отходов, содержащих цинк. Внекорневая подкормка проводится из расчета 0,2-0,3 кг сернокислого цинка в 200-400 л воды на 1 га.

Кобальтовые удобрения увеличивают содержание бобовых в травостое и повышают качество сена. На природных сенокосах и пастбищах при внекорневой подкормке доза хлористого кобальта 0,5 кг на 1 га (при расходе воды 400-600 л на 1 га), а при поверхностном внесении - 1,0-1,5 кг на 1 га один раз в 3-4 года.

Действие марганца на растения луга лучше проявляется на известкованном фоне. Из марганцевых удобрений чаще используют марганцированный суперфосфат, содержащий 15-17,5% усвояемого фосфора и 1,5-2,5% марганца [Басманов, 1990, Белоус, 2012, Шаповалов, 2016, Бокатуро, 2018].

Действие удобрений намного эффективнее при известковании кислых почв. На кислых почвах подавлена деятельность бактерий и усиливается жизнедеятельность грибов, снижается доступность для трав фосфора, молибдена и других веществ. Поэтому из травостоя выпадают бобовые и развиваются растения низкого кормового значения.

Обогащение и омоложение травостоя кормовых угодий.

При омоложении лугов рыхлят верхний задернелый слой почвы фрезерованием, дискованием или неглубокой перепашкой.

Мелкая перепашка и фрезерование дают хорошие результаты, если в травостое есть корневищные и рыхлокустовые травы. После фрезерования луг необходимо прикапывать.

Травостой обработанных участков вполне развивается на второй год пользования. В первый год при весенней обработке, чтобы компенсировать недобор урожая, подсевают однолетние травы - райграс однолетний и овес (до 50% нормы посева в чистом виде) и двулетние - донник и др. Подсев трав особенно большое значение имеет на выбитых пастбищах, сенокосах с изреженным травостоем, склонах, в поймах после удаления кустарника и мелкокося.

Подсев других видов в травостой сенокосов и пастбищ, может быть, эффективен только в следующих случаях:

- 1) при частичном нарушении дернины фрезой, дисками, бороной;
- 2) при изреживании травостоя в результате чрезмерной пастбы;
- 3) при подсевах в травостой более конкурентоспособных видов (к злакам бобовых и т. д.);
- 4) на вновь формирующихся травостоях после пожаров, на смытых склонах, песчаных отмелях и т. д.;
- 5) при уничтожении гербицидами сорняков [Дайнеко, 2016].

Коренное улучшение кормовых угодий и лугов

Коренное улучшение - это создание нового сеяного сенокоса или пастбища на месте прежнего за счет проведения определенного способа обработки дернины.

Коренное улучшение позволяет более интенсивно использовать угодья, так как продуктивность повышается не менее чем в 3-5 раз [Белоус, 2012, Шаповалов, 2016].

Существуют два основных способа залужения при коренном улучшении: смесь луговых трав высевают по тщательно разработанной дернине в порядке

ускоренного залужения и травосмесь высевают под покров однолетних полевых культур.

Перед коренным улучшением проводят инвентаризацию природных угодий, в процессе коренного улучшения проводят комплекс гидротехнических, культуртехнических и агротехнических работ.

Травы высевают в смесях и в одновидовом посеве. В первом случае урожай выше, чем в одновидовых посевах. Травосмеси более устойчивы к неблагоприятным условиям среды, так как растения полнее используют питательные вещества почвы и влагу. Например, основная масса корней злаковых трав располагается в верхних горизонтах почвы, а у бобовых - значительно глубже. Под травосмесями почва содержит больше гумуса, лучше ее структура и задернение. В смешанных бобовозлаковых травостоях растения стравливаются более равномерно, в них меньше сорных растений. При использовании травосмесей на сено бобовые в них лучше сохнут, уменьшается потеря от обламывания листьев.

Различают травосмеси простые (2-3 вида), полусложные (4-6 видов) и сложные (более 6 видов).

По видовому составу травосмеси подразделяют на - злаковые, бобовые, бобово-злаковые.

По способу использования травосмеси делят на - сенокосные, пастбищные и сенокосно-пастбищные.

По продолжительности использования они, как правило, многолетние.

Многолетние смеси подразделяют на краткосрочные (используются 1-3 года), среднесрочные (4-6 лет) и долголетние (более 6 лет).

На сенокосах и пастбищах травы можно возделывать и в одновидовом посеве. Так, на 2-4 загонах пастбища, чтобы увеличить период его использования, высевают ежу сборную, или канареечник тростниковидный, или бекманию обыкновенную. Эти злаки рано начинают вегетацию. Листья ежи сборной долго остаются зелеными и осенью. Однако в осенний период последнее использование ежи сборной, как и других трав, необходимо проводить за месяц до конца вегетации.

В состав травосмесей в зависимости от способа и срока использования включают злаковые (корневищные, корневищно-рыхлокустовые и рыхлокустовые) и бобовые травы, различающиеся по долголетию и темпам развития в течение вегетационного периода, реакции на удобрения, на содержание влаги в почве и по способам использования.

При составлении травосмесей необходимо учитывать следующее: районирование и сорт трав, способ использования травостоя, долголетие компонентов в зависимости от продолжительности использования травосмеси, темпы развития в течение вегетационного периода, отношение компонентов травосмеси к условиям произрастания (тип почв, обеспеченность их влагой и элементами питания).

Таким образом, для улучшения качества кормовых угодий и лугов используют целую систему мероприятий, включающих в себя два основных направления - поверхностное и коренное улучшение. Для поддержания устойчивости, средообразующих функций значительной части луговых сообществ естественного и искусственного происхождения и обеспечения развития животноводческого комплекса важными мероприятиями повышения качества можно выделить - удобрения сенокосов (химическая мелиорация) и обогащение, и омоложение травостоя.

Данные мероприятия способствуют увеличению продуктивности надземной биомассы, ускорение ростовых процессов подземной массы.

В Брянской области в результате глобальной катастрофы на Чернобыльской АЭС более 491 тыс. га кормовых угодий подверглось радиоактивному загрязнению, значительная их часть из-за низкого культуртехнического состояния позволяет получать в среднем не более 3–5 т/га зелёной массы, что является основной причиной дефицита зелёных и грубых кормов для общественного животноводства в последние 20 лет [Белоус и др., 2012; 2013; Шаповалов, 2011]. Естественные кормовые угодья имеют более высокую степень радиоактивного загрязнения по сравнению с агроценозами улучшенных сенокосов и пастбищ и многолетних трав на пашне [Шаповалов, 2015].

В этих условиях имеет приоритет применение защитных мероприятий на радиоактивно загрязнённых агроландшафтах, которые значительно снижают риск производства сельскохозяйственной продукции, не соответствующей нормативам по радиационной безопасности и дозе общего и внутреннего облучения. Наиболее эффективным приёмом является коренное улучшение в комплексе со средствами химизации, в которых особая роль принадлежит минеральным удобрениям [Шаповалов и др., 2019].

1.4. Эффективность защитных мероприятий, применяемых на кормовых угодьях в Среднем Подесенье

Естественные луга в староосвоенном регионе Нечерноземья РФ – основа развития животноводства как источник натурального полноценного корма. Основные массивы заливных лугов на территории Брянской области расположены в долинах рек Десна, Ипуть. Освоение и дальнейшая эксплуатация в производстве луговых сообществ одно из важных условий развития племенного животноводства [Бельченко и др., 2017, Бельченко и др., 2019, Поцепай и др., 2019]. Изучение, выявление и интенсивное использование лугов в поймах других рек Нечерноземья РФ особенно актуально в связи с реализацией планов увеличения поголовья сельскохозяйственных животных в Брянской и сопредельных областях [Бельченко и др., 2017].

Следует отметить, что ежегодно около 50% производимых кормов являются некондиционными при этом основным недостатком объемистых кормов, принято считать низкое содержание протеина, общий дефицит которого составляет более 1,8 млн. т. [Ларетин, Чирков, 2010; Трофимов и др., 2010].

В Брянской области естественные сенокосы и пастбища в структуре кормовых угодий занимают более 28% (501,1 тыс. га). Необходимо отметить, что значительная доля территории естественных кормовых угодий подверглась радиоактивному загрязнению в результате Чернобыльской катастрофы [Белоус, Харкевич, Шаповалов и др., 2010; Анишина, 2012; Чесалин, 2013; Белоус и др., 2016]. Основные площади кормовых угодий, в том числе естественных сенокосов и пастбищ, загрязненных долгоживущими радионуклидами (^{137}Cs , ^{90}Sr) сосредоточены в юго-западных районах Брянской области: Новозыбковском, Красногорском, Гордеевском, Клинцовском, Климовском, Злынковском [Санжарова, 2010; Белоус, Шаповалов и др., 2013].

Ввиду того, что для реализации той или иной системы улучшения необходимо провести инвентаризацию природных кормовых угодий, ниже приводится классификация кормовых угодий Брянской области.

На территории Брянской области для классификации естественных и сеяных кормовых угодий использовали Всесоюзную классификацию сенокосов и пастбищ СССР, разработанную во ВНИИ им. В.Р. Вильямса на основе классификации Л.Г. Раменского [Щаценкин, 1974; Методические указания по классификации, 1987]. В ходе исследований было установлено 52 типа и 37 модификаций лугов на территории области.

В таблице 1 дан обзор типов лугов Брянской области установленных на основе трансформации единиц эколого-флористической классификации в типы [Булохов, 2009].

Таблица 1 - Схема трансформации синтаксонов эколого-флористической классификации в хозяйственные типы кормовых угодий Брянской области (Булохов, 2009)

Типы кормовых угодий	Синтаксоны: ассоциации и субассоциации
Класс Л-1. Равнинные суходольные луга на дерново-подзолистых почвах	
Группа типов Л - Ia - I. Злаково-разнотравные мелкотравные абсолютные суходолы равнин на повышенных хорошо дренированных водоразделах и склонах на сухих слабо развитых песчаных почвах и песках.	
Тип Л- Ia – I - 1 - Полевично-булавоносцевый	<i>Agrostio vinealis-Corynephorum canescentis</i>
Тип Л - Ia - I - 2 - Сизокелеревый или Сизотонконоговый	<i>Polytricho pilosi-Koelerietum glaucae</i>
Тип Л - Ia - I - 3 - Астрагалово-армеревый	<i>Astragalo arenarii-Armerietum elongatae</i>
Тип 1а - I - 4 - Полынно-тонкополевичный Модификации: типичная, цминная	<i>Artemisio campestris-Agrostietum tenuis typicum. helichrysetosum arenarii</i>
Подкласс Л-Ів. Группа типов Л-1в-І. Злаково-разнотравные нормально увлажненные суходолы равнин с дерново-подзолистыми, преимущественно суглинистыми и дерновыми почвами	
Тип 1в -І- 1 - Ястребинково-тонкополевичный	<i>Hieracio pillosellae-Agrostietum tenuis</i>
Тип 1в -І- 2- Душистоколосково - тонкополевичный Модификация ползуче-клеверная	<i>Anthoxanto-Agrostietum tenuis</i>

Тип 1в - I - 3- Щучково-тонкополевичный	Deschampsio-Agrostietum tenuis
Тип 1в - I - 4 - Гребенниково - тонкополевичный	Cynosuro cristati-Agrostietum tenuis
Тип 1в - I - 5 - Гребенниково-душистоколосковый	Polygalo vulgaris-Anthoxanthoetum
КЛАСС Л -2. Низинные и западинные луга на дерново-подзолистых и дерново-глеевых почвах	
Подкласс Л-2а. Группа типов 2а-I. Злаково-осоково-мелкотравные луга по плоским понижениям с дерново-подзолистыми глееватыми почвам	
Тип 2а- I - 1- Белоусовый	Nardetum stricti typicum
Подкласс Л-2г. Группа типов - Л-2г -I. Злаково-разнотравные влажные и сырые луга низин и западин по понижениям склонов и днищ логов с дерново-глеевыми и глееватыми почвами	
Тип 2г - I - 1- Тминно-щучковый	Caro carvi-Deschampsietum
Модификации: 1. Тминно-щучковый типичная	Caro carvi-Deschampsietum typicum
2. Тминно-щучковый цикоревая	Caro carvi-Deschampsietum cichorietosum initybi
3.Тминно-щучковая сплюснутоситниковая	Caro carvi-Deschampsietum junicetosum compressi
4. Тминно-щучковый ползучеклеверная	Caro carvi-Deschampsietum trifolioliosum repentis
Тип 2г-I -2 - Белоусово-черноосоково-щучковый	Nardetum stricti filipenduletum ulmariae
Тип 2г- I -3- Ситниково-щучковый	Junco-Deschampsietum cespitosae
Тип 2г- I -4 - Болотнободяково-вязолистнолабазниковый	Cirsio palustris-Filipenduletum ulmariae
Тип 2г- I -5 - Желтоосоково-вязолистнолабазниковый	Carici-flavae-Filipenduletum ulmariae
КЛАСС Л-3. Краткопоемные луга на пойменных дерновых почвах	
Подкласс Л-3а. Группа типов Л-3а-1. Разнотравно-мелкотравные сухие и свежие луга на повышенных мало заливаемых участках пойм малых и средних рек со слабоподзоленными песчаными и супесчаными почвами	
Тип 3а-I-1 - Очитково-виноградниковополевичный Модификации: типичная, дроковая	Sedo acris-Agrostietum vinealis

Тип 3а-I-2 -Тонконогово-красновсяницевый Модификации: типичная, ползучеклеверная	<i>Festuco ovinae-Koelerietum delavignei typicum</i>
тонконогово-красновсяницевый овечьевсяницевая	<i>Festuco ovinae-Koelerietum delavignei</i>
Подкласс - 3б. Группа типов-Л-3б-I. Злаковые и разнотравно-мелкозлаковые свежие и влажные луга на повышенных, хорошо дренированных участках пойм средних и малых рек с пойменными дерновыми супесчаными малоразвитыми почвами	
Тип 3б-I-1 - Обыкновеннолабазниково-красновсяницевый	<i>Filipendulo vulgaris- Festucetum rubrae</i>
Тип 3б-I-2 - Жабрецово-красновсяницевый	<i>Seseli libanotis-Festucetum rubrae</i>
Подкласс Л-3г. Группа типов Л-3г-1. Злаково-разнотравные с примесью осок сыроватые и сырые луга на ровных и пониженных участках пойм с дерново-глеевыми и глееватыми суглинистыми почвами	
Тип 3г-I - 1- Леснокамышовый	<i>Scirpetum sylvatici</i>
Тип 3г-I- 2- Дернистоосоковый	<i>Caricetum cespitosae</i>
Тип 3г-I- 3 - Вязолистнолабазниковый Варианты: типичный, дернистоосоковый	<i>Lysimachio vulgaris-Filipenduletum ulmariae</i>
Тип 3г-I-4 - Ситниково-собачьеполевичный	<i>Junco filiformis-Agrostietum caninae</i>
Тип 3г-I-5 - Черноосоково - щучковый	<i>Carici nigrae-Cynosuretum cristati</i>
Тип 3г-I-6 - Плавающеманниково-щучковый	<i>Glycerio fluitantis-Deschampsietum cespitosae</i>
Тип 3г-I-7 - Коленчатолисохвостово-щучковый Модификации: типичная, плавающеманниковая	<i>Ranunculo-Alopecuretum geniculati</i>
Тип 3г-I-8- Ситниково-побегообразующеполевичный Модификации: типичная, плавающеманниковая	<i>Junco compressi-Agrostietum stoloniferae</i>
Тип 3г-I-9 - Гусинолапчатковый	<i>Potentillietum anserinae</i>
КЛАСС Л-4. Долгопоемные луга на пойменных дерновых почвах	
Подкласс 4а. Группа типов 4а-I. Злаково-разнотравные с примесью бобовых свежие и влажные луга в центральной пойме средних и крупных рек на пойменных дерновых слоистых и зернистых почвах	

Тип 4а-I - 1 - Борщевиково-луговолисохвостовый	<i>Heracleo sibirici - Alopecuretum pratensis</i>
Тип 4а-I-2 - Вязолистнотлабазниково-красноовсяницевый	<i>Fillpendulo ulmariae-Festucetum rubrae</i>
Подкласс Л- 4б. Групп типов - 4б -I. Злаково-осоково-разнотравные сыроватые и сырые луга на умеренно пониженных участках центральной и притеррасной пойм средних и крупных рек на дерново-глеевых и глееватых почвах	
Тип 4б- I -1 - Болотномятликово-луговолисохвостовый Модификации: типичная, вязолистнолабазниковая, собачьеполевичная, щучковая	<i>Poo palustris-Alopecuretum pratensis</i> Субассоциации: <i>typicum</i> , <i>cnidietosum dubii</i> , <i>Lathyrus palustris variant</i> , <i>ranunculus flammula variant</i> , <i>Deschampsia cespitosa facia</i>
Тип 4б-I - 2 - Кострецово-луговолисохвостовый	Базального сообщества <i>Alopecurus pratensis-Bromopsis inermis</i>
Тип 4б-I-3 - Двукисточниковый	<i>Phalaridetum arundinaceae</i>
Тип 4б-I-4 - Бекманиевый	<i>Agrostio stoloniferae-Beckmannietum</i>
Тип 4б- I- 5 - Лисьесосковский Варианты: бекманиевый, побегообразующеполевичный. Модификация гусинолапчатковая	<i>Caricetum vulpinae typicum</i> <i>Caricetum vulpinae beckmannietosum</i>
Тип 4б-I-6 - Плавающеманниковый Модификации: типичная коленчатолисохвостовая	<i>Glycerietum flitantis</i>
КЛАСС Л-5. Болотные луга на минеральных и торфянисто-болотных почвах	
Подкласс 5а. Группа типов 5а -I. Осоковые болотистые луга с примесью злаков на минеральных перегнойно-болотных иловатых почвах в центральной и притеррасной частях пойм	
Тип 5а-I-1 - Большеманниковый	<i>Glycerietum maximae</i>
Тип 5а-I-2 – Остроосоковый Модификации: омежниковая, бекманиевая, типичная	<i>Caricetum gracilis (acutae)</i> <i>Caricetum gracilis oenanthesum aquaticae, typicum</i>
Тип 5а -I -3 - Высокоосоковый	<i>Caricetum elatae</i>
Тип 5а-I-4 - Вдутоосоковый Модификации: типичная, сабельниковая	<i>Caricetum rostratae</i>

КЛАСС С-1. Равнинные остепненные луга и луговые степи на серых лесных почвах	
Подкласс ЛС-1а. Группа типов Л-1а-І. Остепнённые луга водораздельных и пологих склонов равнин на серых лесных суглинистых почвах	
Тип 1а - І -1- Узколистномятликово-тонкополевичный	<i>Medicago lupulino-Poetum angustifoliae</i>
Тип 1а - І -2- Луговоовсянищевый	<i>Caro carvi-Festucetum pratensis</i>
Подкласс ЛС-1б. Группа типов ЛС-1б-І - Остепнённые мелкозлаковые луга крутых склонов балок на смытых серых лесных суглинистых почвах	
Тип 1б-1- 1 - Нуговоастроголово-кострецовый	<i>Stachyo recti-Astragaletum ciceris</i>
Тип 1б - І -2- Репешково-узколистномятливый Модификации: типичная, жабрецовая	<i>Agrimonio eupatoriae - Poetum angustifoliae.</i> <i>Seseli annuis- Poetum angustifoliae</i>
Тип 1б - І -3 - Полынно - узколистномятливый Модификации: типичная, цминная	<i>Artemisio campestris-Poetum angustifoliae typicum;</i> <i>helichrysetosum arenarii</i>
Тип 1б - І -4 - Язвенниково - горноклеверный. Модификации: типичная, шалфеевая, обыкновеннорепешковая, скабиозная	<i>Anthyllidi-Trifolietum montani typicum, salvietosum pratensis, carnilietosum bibersteinii, scabietosum ochroleuce.</i>
Тип 1б-І-5 - Узкомятливо-высокорайграсовый	<i>Polygalo comosae-Arrhenatheretum elatioris</i>

Улучшение кормовых угодий предусматривает проведение агротехнических и агрохимических мероприятий с обязательным подбором травосмесей лугопастбищных трав и специально разработанной системой ухода за вновь созданными кормовыми угодьями [Богдевич и др., 2006; Харкевич, Белоус, Анишина и др., 2011; Белоус, Прищеп, Анишина и др., 2011; Чесалин, 2013; Belous at all, 2015].

Одним из перспективных направлений экологически безопасных и энерго-сберегающих технологий в кормопроизводстве является создание долголетних сенокосно-пастбищных угодий, где продление продуктивного долголетия таких угодий возможно за счет видового подбора трав и травосмесей на основе современных высокопродуктивных сортов многолетних трав [Жезмер, Орленкова, 2010; Косолапов, Трофимов, 2011; Юдина, 2012; Поцепай и др., 2019].

Наукой и практикой сельскохозяйственного производства установлено, что наиболее доступным приемом увеличения продуктивности естественных лугов и пастбищ, особенно в условиях техногенного загрязнения, являются мероприятия коренного и поверхностного улучшения [Шаповалов, 2006; Белоус и др., 2011; Харкевич, Белоус, Анишина и др., 2011; Анишина, 2012].

В связи с этим повышение продуктивности сеяных травостоев в первую очередь зависит от рационального и научно-обоснованного применения удобрений, в том числе органических в сочетании с известкованием и внесением минеральных удобрений в зависимости от типа, свойств почвы, состава травостоя и способа его использования [Богдевич и др., 2005].

В данных мероприятиях особую роль отводят минеральному питанию, где основная роль принадлежит азоту. Так, Ю.А. Анишина, Г.П. Малякко с соавторами (2012), С.Ф. Чесалин, Е.В. Смольский (2013) исследованиями подтверждают, что азотные удобрения обеспечивают высокую продуктивность травостоев на заливных лугах.

Установлено, в различных почвенно-климатических условиях азотные удобрения в составе НРК способствуют повышению содержания в корме сырого и перевариваемого протеина, каротина, улучшает аминокислотный и минеральный состав, увеличивает сбор кормовых единиц при внесении $N_{180}P_{60}K_{120}$ на 1 кг внесенного минерального азота 22-27 кг кормовых единиц), увеличивает обменную энергию [Кулаков, 2006, Шаповалов, 2006, Чесалин, 2013].

Высокая эффективность азотных удобрений объясняется еще и тем, что флористический состав агрофитоценозов (естественный луг и сеяный луг) более чем на 90% составлен из мятликовых трав, которые в полной мере используют минеральный азот [Белоус, 2000, Шаповалов, Харкевич, 2011, Поцепай, Справцева, 2019].

Н.В. Панферовым (2008), Л.С. Трофимовой с соавторами (2008) установлено, что при долговременном пользовании злаковыми травостоями на фоне полного минерального удобрения продуктивность может достигать 53-82 ц/га сухого вещества, а оплата одного килограмма азота составляла от 22 до 27 кг воздушно-сухого корма.

В то время следует отметить, что израсходованные оборотные средства на культурных пастбищах для КРС окупаются полученной молочной продукцией по истечению трех месяцев [Кутузова, Привалова, 2012].

На загрязненных сельскохозяйственных угодьях дозы фосфорных удобрений должны обеспечивать бездефицитный баланс фосфора в почве [Подольяк, 2012].

Внесение калийных удобрений в сочетании с другими мелиорантами также с полной отдачей действует на снижение концентрации радиоцезия в урожае многолетних трав. Наиболее значительное снижение концентрации ^{137}Cs в урожае достигается при соотношении азота, фосфора и калия равном 1:1,5:2 [Санжарова и др., 1996; Фесенко и др., 2004; Белоус, Шаповалов, 2006].

Внесение калийных удобрений в комплексе с известкованием экономически эффективно и выгодно как защитная контрмера для снижения накопления радионуклидов в продукции растениеводства, затраты на которую окупаются полученной прибавкой урожая. Практически 1 кг внесенного калийного удобрения обеспечивает дополнительно 23,8 – 28,4 к.ед. [Инструкция о порядке, 2008].

Наименее затратным и общедоступным приемом при улучшении естественных и старосеяных кормовых угодий является поверхностное улучшение, основой которого является полное или частичное сохранение травостоя.

В целях снижения значительных затрат многие исследователи считают наиболее рационально использовать долголетние лугопастбищные травосмеси из

мятликовых и бобовых трав на основе самообновляющихся видов в целях снижения капитальных затрат, при этом пастбищные травосмеси на суглинистых почвах в своем составе должны включать клевер луговой и мятлик луговой, обеспечивающие использование таких пастбищ в течение 20 и более лет. В состав травосмесей сенокосного использования необходимо включать корневищные виды злаков (лисохвост луговой, овсяницу луговую, канареечник тростниковый), на почвах песчаных и супесчаных рекомендуется высевать виды люцерны и мятликовые многолетние травы пролонгированного срока использования более 10 лет [Кутузова, 2011; Харкевич, Белоус, Анишина, 2011].

Установлено, что при поверхностном улучшении старосяемых злаково-разнотравных пастбищ наиболее эффективным - полосный подсев в старую дернину злаковых и бобовых трав, который способствует не только повышению продуктивности улучшенных кормовых угодий, но и снижению энергозатрат [Лазарева и др., 2008; 2011].

Рядом авторов также установлено, что при поверхностном улучшении травостоев сенокосов и пастбищ увеличивается их продуктивность на 25-50% при минимальных затратах, которые окупаются в течение 1-2 лет. При поверхностном способе реабилитации естественных кормовых угодий переход радионуклидов в луговые травы снижается от 1,3 до 3,5 раз в зависимости от агрофизических и агрохимических свойств почвы, биологических особенностей трав, внесения минеральных удобрений [Подоляк и др., 2005; Анишина, 2011; Белоус, 2016, Шаповалов, Смольский, 2016].

Таким образом, результаты многолетних исследований показывают научно обоснованную эффективность защитных мероприятий, применяемых на лугово-пастбищных угодьях: научно обоснованные дозы минеральных удобрений, полное или частичное сохранение растительного покрова кормовых угодий путем полного подсева в старую дернину злаковых и бобовых трав.

ГЛАВА 2. МЕСТО, ОБЪЕКТЫ, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Место, объекты, условия, схема опытов и методы проведения исследований

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

Эколого-биологические особенности луговых сообществ изучались в ландшафтах Брянской, Калужской областях РФ (Нечерноземье РФ), Гомельской области Республики Беларусь - в поймах рек Десны, Ипути и их притоков.

Объект исследований – естественные кормовые угодья, сформировавшиеся в разных частях поймы рек второго порядка – Десны и Ипути в пределах Брянской области, в ландшафтах с сочетанным загрязнением.

В результате собрано и обработано более 250 образцов биомассы травостоя, более 130 образцов почвы для установления содержания элементов группы тяжёлых металлов, дозообразующих радионуклидов (РН).

В полевые сезоны 2016-2019 гг. осуществлено исследование миграционных процессов РН: пробные площади (ПП) располагались на лугах в пойме рр. Десны и Ипути в Красногорском, Клинцовском, Злынковском и Жуковском (контроль) районах Брянской области с различным уровнем радиоактивного загрязнения и интенсивно используемых в отгонно-пастбищном животноводстве и как сенокосные угодья.

Типологию лугов и показатели продуктивности исследовали в пойме реки Ипуть в пределах Брянской (Россия) и Гомельской (Беларусь) областей.

В опытах моделировали сеяные луга из следующих доминантов: клевера красного, чины и овса посевного, клевера красного и овсяницы луговой, клевера красного и лисохвоста лугового. Возраст бобово-злаковых травостоев многолетнего луга – три года, чины и овса – весенних посевов.

Исследования продуктивности, биохимических показателей биомассы растений на сеяных лугах проведено в Дубровском, Жирятинском и Рогнединском районах Брянской области. В опытах моделировали сеяные травостои луга из следующих доминантов: райграса высокого, клевера красного, тимофеевки луговой, ежи сборной, овсяницы луговой. Возраст травостоев многолетних лугов – три года. Характеристика почв: аллювиальные дерново-оглеенные супесчаные, рН 4,9-5,3, содержание органического вещества P_2O_5 – 590-610 мг/кг, K_2O – 195 мг/кг.

В программу исследований включены следующие вопросы:

1. Изучение материалов, связанных с исследованием типологии лугов и кормовой значимости на территории Брянской области.
2. Определение полевых маршрутов, работа с картографическим материалом и выявление постоянных и временных ПП для изучения естественных лугов.
3. Определение серии ПП на сеяных лугах для выявления миграционной активности загрязняющих веществ и определения эффективности химической мелиорации лугов.
4. Выявление показателей продуктивности лугов, химических показателей травостоя.

5. Отбор проб наземной биомассы видов лугов для экоаналитических работ по установлению валового содержания ТМ, РН в сырье.
6. Установление миграционных путей и активности РН в травостое.
7. Разработка практических рекомендаций по использованию и восстановлению продуктивности лугов, эффективности химической мелиорации, оптимизации природопользования луговых сообществ различного происхождения в условиях техногенной нагрузки для Нечерноземья РФ.

В ходе маршрутных обследований пойм рек – Десны, Ипуть и их притоков – р. Болвы – в пределах двух областей осуществлялись стандартные геоботанические описания на пробных площадках (ПП) в 100 м² описания флоры проводились в соответствии со стандартными требованиями. Обработка выполненных описаний проводилась с учётом правил эколого-флористической классификации по методике Ж. Браун-Бланке [1964].

Названия синтаксонов даны в соответствии с Международным кодексом фитосоциологической номенклатуры [Вебер и др., 2005]. Номенклатура сосудистых растений указана по С. К. Черепанову [1995].

Оценка количественного участия видов в формировании растительных сообществ лугов проводилась также по шкале обилия-покрытия Ж. Браун-Бланке [1964].

Сегетальная и рудеральная растительность как начальные этапы восстановления лугов изучалась на стационарных пробных площадках. Закладывали пробные площади от 25 до 100 м² различной формы или в естественных границах фитоценоза. При классификации фитоценозов использовался метод Браун-Бланке и дедуктивный метод Копеечки-Гейны [1978]. Экологические амплитуды сообществ по влажности, кислотности и обеспеченности почвы минеральным азотом указаны по шкалам Элленберга [Ellenberg et al, 1992].

Установленные эколого-ценотические характеристики лугов характеризовали с позиций биоразнообразия, продуктивности и трансформировали в тип кормовых угодий, выделенных по Л.Г. Раменскому [1956]. Эта комплексная ландшафтная характеристика установлена по характерной растительности, типологии почв, положению в рельефе, хозяйственной трансформации: согласно рекомендациям это участки «сходно реагирующих на одинаковые виды и режимы использования, на одни и те же агротехнические и мелиоративные мероприятия при их длительном воздействии на тип». Название типа давали согласно рекомендациям А.Д. Булохова (2009) по диагностическим видам синтаксонов – единиц эколого-флористической классификации растительности.

На основе химического анализа образцов сена оценивали качество корма на лугах естественного происхождения.

Урожайность травостоя лугов определяли укосным методом на площадках в 1 м² в трёхкратной повторности в середине июня, по среднему результату вычисляли продуктивность.

Для определения результатов химической мелиорации закладывались опыты на посевных делянках размерами 50 м², учётная делянка площадью 20 м² в соответствии с рекомендациями «Методикой опытов на сенокосах и пастбищах». Повторность опытов четырёхкратная.

Урожайность травостоя (продуктивность) для сеяных лугов определяли для сырой биомассы, биомассу получали путём скашивания с пробной площадки 20

м², пробу сена перемешивали. Анализу подвергали смешанные образцы. Число укосов для многолетних посевов – два: во вторую декаду июня, в третью декаду августа, для однолетнего посева – третья декада июля. В августе с площадки в 1 м² изымали всю корневую массу растений и взвешивали в очищенном от почвогрунта и высушенном состоянии.

Для оценки питательной ценности сена основных типов лугов использованы результаты химического анализа воздушно-сухой массы травостоя. Химический анализ проводился в различные сроки вегетационного периода от бутонизации до осеменения видов-доминантов травостоя (15 мая – 15 июля). В воздушно-сухой пробе определяли: сырой протеин, сырую клетчатку, сырой жир, каротин, безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ), расчетом золу, кальций, фосфор, калий. На основе полученных данных давалась оценка питательной ценности сена (Приложение В).

Как химический мелиорант вносился поверхностно в виде подкормки полной дозой в один приём синтетический препарат Ковелос Рост (2015-2019 гг.) из расчёта 50 кг на 1 га. Синтетический аморфный диоксид кремния выпускается под торговой маркой Ковелос – мелкодисперсный порошок с нанопористой структурой.

Ковелос – легкий микронизированный, с размером частиц в зависимости от марки от 6 до 40 микрон, порошок белого цвета без вкуса и запаха с нанопористой структурой частиц, с выраженными сорбционными свойствами, с удельной площадью поверхности 350-400 м² на 1 грамм, с маслоёмкостью 300-340 г/100 г. Среди твёрдых тел аморфный диоксид кремния отличается самыми низкими теплопроводностью (0,02 Вт/(м • К)), скоростью распространения звука (100 м/с) и диэлектрической проницаемостью, нагреванием (при температуре свыше 1000 °С) переходит в кристаллическую форму. По экспериментальным данным аморфный диоксид кремния наиболее доступен для растений [Yoshida, 1975; Ковда, 1985; Боброва, 1995; Ма, Takahashi, 2002; Матыченков, Бочарникова, 2008].

На многолетних сеяных лугах Ковелос вносился в виде подкормки полной дозой в один приём, как и фосфорные (суперфосфат простой гранулированный) и калийные (хлористый калий) удобрения – P₆₀K₆₀.

В полевые сезоны 2017-2019 гг. осуществлено исследование первичных показателей почв естественных лугов, сформированных в пойме р. Десны в различных элементах рельефа, в условиях Брянской области и интенсивно использующихся в отгонно-пастбищном животноводстве, как сенокосные угодья.

Почвенную альгофлору выявляли методом чашечных культур на стёклах обрастания, видовой состав – методом прямого учёта [Штина, 1969; Кузнецов, 1989; Зенова, Штина, 1990]. Предварительно предметные стёкла обезжиривали и очищали [10]. Для определения видовой принадлежности водорослей использовали серию определителей пресноводных водорослей СССР, ключи для определения почвенных водорослей. При составлении флористического списка использована современная номенклатура водорослей, приведённая в соответствии с международной базой данных «WoRMS».

Для всех видов водорослей всех альгоценозов сукцессионных стадий обилие определяли по девятибалльной шкале, просматривая на стёклах обрастания 5 полос (трансект). Анализ экологической структуры альгогруппировок описывали на примере структуры эковиоморф (жизненных форм) почвенных водорослей. Ин-

дексы жизненных форм записывали в порядке убывания доли той или иной из них [Зенова, Штина, 1990]. Рассчитывали коэффициент эколого-ценотической значимости для видов почвенных альгогруппировок [Штина, Голлербах, 1976; Кондаков, 2010].

Видовые названия сосудистых растений указаны по С.К. Черепанову (1995) [Черепанов, 1995].

Определение аскорбиновой кислоты проводили титрованием по ГОСТ 24556-89 [ГОСТ 24556-89 Продукты переработки плодов и овощей ..., 1989].

Проводили инструментальные полевые и камеральные исследования для установления валовой концентрации ТМ в сырье и удельной активности (УА) РН.

При радиологических исследованиях мощность экспозиционной дозы (МЭД, мкР/ч) на ПП измеряли на почве и на высоте 1 м от почвы дозиметрами СРП-68-01, РКСБ-104. Удельная активность (УА, Бк/кг) радионуклида ^{137}Cs в образцах устанавливалась с использованием гамма-спектрометрического комплекса «УСК Гамма Плюс» со сцинтилляционным детектором с программным обеспечением «Прогресс 2000» по стандартным методикам [Методика измерения активности радионуклидов, 2003]. Полученные данные сравнивались с нормативами для РФ [Гигиенические требования ..., 2002; Нормы радиационной безопасности ..., 2003].

Отбирали почвенные пробы для радиометрического анализа на ПП площадью 10 м², грунт с глубины 0-10 см и фитомасса сосудистых растений с соблюдением основных требований по ГОСТу [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].

Материал точечных почвенных проб (не менее 10) предварительно высушивали в сушильном шкафу при $t=+110\text{C}^\circ$. Затем из материала представительной пробы отбирали пять навесок объемом 1000 см³ каждая. Объем навески измеряли мерным цилиндром с ценой деления 10 см³. Навески засыпали в чистые сосуды Маринелли и взвешивали на технхимических весах КХТ-10 с точностью 0,01 г. Сосуды герметично закрывали и маркировали. Промаркированные сосуды устанавливали в блок детектирования. При измерении активности длительность экспозиции выбирали по показаниям погрешности < 5% для линий основных γ -излучающих радионуклидов. Первичная обработка данных велась на ЭВМ с применением стандартной программы «Эмулятор анализатора, версия 2.54 а». Гамма-спектры радионуклидов определяли согласно атласу спектров гамма-излучений радиоизотопов [Атлас спектров гамма-излучений радиоактивных изотопов, 1973].

Для оценки биодоступности радионуклидов в системе почва-растение использовали коэффициент перехода (Кп) и накопления (Кн). Кп устанавливали, как отношение УА фитомассы (Бк/кг) к плотности загрязнения почвы (ПЗП, кБк/м²), Кн – как отношение УА фитомассы (Бк/кг) к УА почвы в Бк/кг [Лес.Человек. Чернобыль...1999].

Характеристика пробных площадок следующая.

Серия пробных площадок (СПП 1) в Красногорском районе: МЭД=109,2±10,03 -108,7±10,72 мкР/ч; серия пробных площадок (СПП 2) в Клинцовском районе: МЭД=92,14±9,26- 86,12±8,51 мкР/ч; серия пробных площадок (СПП 3) в Злынковском районе: МЭД=84,51±8,17 -79,17± 8,02 мкР/ч; серия пробных площадок (СПП 5) в Жуковском районе Брянской области: МЭД=16,2±1,41 -15,1±1,21 мкР/ч, контроль.

В серии пробных площадок в Жирятинском, Дубровском и Рогнединском районах Брянской области: МЭД=16,2±1,41 -15,1±1,21 мкР/ч, контроль.

Исследование биологической подвижности ^{137}Cs в системе «почва–биомасса» в том числе и в популяциях лекарственных растений проводилось на территории Новозыбковского района, в окрестностях населенных пунктов Калинин, Барки; Клинцовского района в окрестностях с. Гулевка (1 км), д. Овсеенков, д. Смотрова Буда и Злынковского района вблизи населенных пунктов Манюки и Муравинка.

Определение валового содержания ТМ в почвенных и растительных образцах выполняли по «Методике выполнения измерения массовой доли металлов и оксидов металлов в порошкообразных пробах почв методом рентгенофлуоресцентного анализа. М049-П/04», с использованием прибора «Спектроскан Макс» ТУ 4276-001-23124704-2001 в порошковых пробах [Методика выполнения измерений массовой доли металлов и оксидов металлов в порошкообразных пробах почв методом рентгенофлуоресцентного анализа, 2004]. Границы интервала ($\pm A$), в котором с доверительной вероятностью $P=0,95$ находится погрешность результата измерений массовой доли определяемого компонента.

Метод рентгенофлуоресцентного анализа основан на измерении интенсивности рентгеновского флуоресцентного (характеристического) излучения определяемых элементов при экспонировании порошковых проб почв (образцов для анализа). Флуоресцентное излучение возбуждается первично – излучением рентгеновской трубки (РТ). Массовую долю компонентов определяют с помощью предварительно построенных градуировочных характеристик (ГХ), представляющих собой экспериментальную зависимость массовой доли от аналитического сигнала.

Взаимное влияние элементов и матричные эффекты учитываются нормировкой аналитического сигнала на линиях флуоресценции определяемых элементов на аналитический сигнал, измеренный на длине волны некогерентного рассеяния характеристической линии анода рентгеновской трубки на материале пробы, а также подбором (с помощью программного обеспечения) соответствующего аналитического вида ГХ.

В качестве ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) ТМ в почвах использовали значения, приведенные в ГН 2.1.7.2041-06 и ГН 2.1.2042-06 [Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041-Об ГН 2.1.7.2042-06, 2006].

Рассчитывали коэффициент накопления (количество химических веществ, накапливаемых растением в процесс своего развития, в течение всего жизненного цикла), по формуле:

$$K_{\text{нак}} = C_{\text{раст}} / C_{\text{гр}}$$

где $C_{\text{раст}}$ – содержание химических веществ в лекарственных растениях (мг/кг);

$C_{\text{гр}}$ – содержание химических веществ в образцах грунта под лекарственными растениями (мг/кг).

$K_{\text{нак}}$ свидетельствует о степени аккумуляции ТМ и их соединений исследуемым растением.

Коэффициент перехода ($K_{\text{п}}$) определяли как отношение удельной активности ^{137}Cs в растениях (Бк/кг) к плотности загрязнения почвы (кБк/м²).

Опыт 2. Оценка продуктивности травостоя сеяных кормовых угодий

Экспериментальные исследования выполнены в 2017-2019 гг. на кафедре агрономии, селекции и семеноводства Брянского ГАУ.

Полевые опыты проводили на участке центральной поймы правого берега реки Десны в долголетнем опыте, заложенном в 2017 г. в селе Палужье Выгоничского района.

Объекты – сеяные травосмеси многолетних злаковых трав, способы обработки почвы (Приложение 1).

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 поймы гербицидом сплошного 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, двукосточник 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).

Урожай зеленой массы многолетних трав учитывали сплошным методом по делячно. Уборку урожая многолетних трав первого укоса проводили в середине июня, второго – в конце августа. Урожайность сухого вещества определяли путем высушивания зеленой массы с 1 м² до воздушно-сухого состояния с пересчетом на сено [Методика опытов на сенокосах..... 1971].

Агрохимический анализ почвы опытного участка осуществляли по методам, принятым в агрохимической службе в соответствии с ГОСТами в Центре коллективного пользования научным приборным оборудованием Брянского ГАУ. Органическое вещество – ГОСТ 26213-84, величину рН солевой вытяжки – ионометрически (ГОСТ 24483-85), гидролитическую кислотность – ГОСТ 26213-84, подвижные формы фосфора и обменного калия – ГОСТ – 212-84.

Аналитические исследования по определению биохимического состава корма проводили по общепринятым методикам: каротин определяли по Цирелю (Лебедев, Усович, 1969), жир – ГОСТ 13496.15-97, сырую золу – по ГОСТ 26226-95, сырую клетчатку – ГОСТ 31675-2012, содержание нитратов – ГОСТ 13496.19-

93. Безазотные экстрактивные вещества – расчетом. Азот определяли по ГОСТ 13496.4-93, сырой белок расчетом – общий азот % × коэффициент 6,25, фосфор – ГОСТ 26657-97, калий – ГОСТ 32343-2013, кальций и магний определяли по ГОСТ 32343-2013.

В программу исследований включены следующие вопросы:

1. Динамика роста растений и структура урожая.
2. Качество урожая.
3. Экономическая эффективность.
4. Энергетическая эффективность.

Валовая энергия рассчитана в соответствии с Методическими указаниями по проведению полевых опытов с кормовыми культурами (1997) по сумме энергии сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки, сырых безазотистых экстрактивных веществ.

$$ВЭ = 23,95СП + 39,75СЖ + 20,05СК + 17,46БЭВ$$

Концентрацию обменной энергии в сухом веществе определяли по уравнению Аксельсона с учётом понижающего действия клетчатки

$$ОЭ = 0,72 \times ВЭ \times [1 - (СК \times 1,05)] \text{ МДж}$$

Для крупного рогатого скота разработаны и более точные уравнения множественной регрессии с учетом содержания в корме основных органических веществ:

$$ОЭ = 10,678 + 0,088 \times СП - 0,332 \times СЖ - 0,075 \times СК + 0,006 \times БЭВ$$

(сено, сенаж, травяная мука и резка);

$$ОЭ = 3,761 - 0,049 \times СП + 1,472 \times СЖ - 0,088 \times СК + 0,078 \times БЭВ$$

(зеленые корма);

где ОЭ - обменная энергия, МДж в 1 кг

СВ; СП, СЖ, СК, БЭВ - соответственно содержание сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки, безазотистых экстрактивных веществ в СВ, %.

Расчёт содержания кормовых единиц в 1 кг сухого вещества проводили по формуле

$$К.ед. = ОЭ \times 2 \times 0,0081$$

Всероссийским институтом животноводства разработаны уравнения линейной регрессии для определения содержания ОЭ в кормах по их химическому составу. Формулы для расчета ОЭ (обменной энергии) в объемистых кормах жвачных животных имеют следующий вид:

$$ОЭ = 10,6 - 0,072 \times СК \text{ (сено, сенаж);}$$

$$ОЭ = 10,8 - 0,024 \times СК \text{ (зеленые корма),}$$

где ОЭ - обменная энергия, МДж в 1 кг СВ;

СК - содержание сырой клетчатки в СВ, %.

Продуктивность луговых сообществ – важнейший показатель, который можно моделировать при эффективном подходе к луговодству в условиях юго-запада Центрального Нечерноземья РФ. В условиях эксперимента доказано, что измене-

ние 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].

2.2 Агроклиматические условия

Территория Брянской области вытянута с запада на восток на 270 км, с севера на юг – на 245 км. Площадь ее равна 34,855 тыс. км². Область расположена в центре Восточно-Европейской равнины между 51°51' – 54°02' северной широты и 31°16' – 35°20' восточной долготы. На северо-западе и западе она граничит с Белоруссией, на севере – со Смоленской, на северо-востоке – с Калужской, на востоке – с Орловской, на юго-востоке с Курской областями и на юге с Украиной. Поверхность территории Брянской области представляет собой слабоволнистую равнину с общим пологим склоном с северо-востока на юго-запад, расположенную по западной окраине Среднерусской возвышенности и переходящую на западе в восточную окраину Днепровской депрессии [Агроклиматически, 1972].

По физико-географическому районированию эта территория входит в состав Днепровско-Деснинской Предполесской, частично Смоленско-Московской и Среднерусской провинций Нечерноземного центра России [Физико-географическое районирование..., 1963].

Климат Брянской области умеренно-континентальный. Он отличается хорошо выраженными сезонами года, а также достаточным и устойчивым увлажнением. Район расположен в западной подоблачности Атлантико-континентальной лесной зоны.

По многолетним наблюдениям среднегодовая сумма осадков не превысила 650 мм. Водный режим – периодически промывной. Период вегетации в среднем – от 176 до 195 дней. Сумма положительных температур (выше 5⁰С) в пределах 2450-2750⁰С.

Погодные условия в годы проведения научных исследований (2016-2019 гг.) по теме диссертационной работы определялись как типичные для региона. Анализ климатических условий вегетационных периодов (2017-2019 г.г.) (табл. 2) свидетельствует о том, что за весь период исследований средняя температура воздуха с апреля по август была несколько выше среднемноголетних значений.

В годы проведения исследований отмечены колебания значений гидротермического коэффициента (ГТК) в течение вегетационных периодов. По значениям ГТК апрель месяц 2017 года характеризовался как засушливый, в 2018 году как нормально увлажненный, в 2019 году достаточно влагообеспеченный, май месяц в 2017 и 2018 годах был избыточно увлажненным (ГТК 1,3-1,9), в 2019 году нормально увлажненным. Июнь месяц в 2017 и 2018 годах характеризовался как достаточно влагообеспеченный, а в 2019 году как засушливый, июль месяц 2017 года был нормально влагообеспеченным, в 2018 году засушливым, в 2019 году избыточно увлажненным. Август месяц 2017 года характеризовался как нормально увлажненный, в 2018 – резко засушливым, в 2019 году избыточно увлажненным. В

связи с тем, что гидротермические условия в первую половину вегетации многолетних трав были более благоприятными для формирования продуктивности травостоев многолетних трав, урожайность зеленой массы и сена первого укоса в годы проведения исследований была значительно выше в сравнении с урожайностью отавы (второй укос).

Ландшафтная структура территории Брянской области обусловлена принадлежностью к Днепровско-Деснинской провинции лесной зональной области Русской равнины, а также модифицирующим действием западного уклона Среднерусской моноклинали, разветвленной речной сетью. Основу ландшафтной структуры составляют зандровые (морено-зандровые, аллювиально-зандровые, долинно-зандровые) равнины [Физико-географическое районирование ..., 1963; Федотов, Евстигнеев, 1997; Шевченкова, 2001]. Их видоизменения – долинно-речные комплексы, предполесские, полесские и ополья [Ахромеев, Данилов, 1990]. Второстепенную роль играют ледниковые, эоловые и карстовые ландшафты.

Таблица 2 - Характеристика метеорологических условий вегетационных периодов 2017-2019 гг.

Год	Средняя температура воздуха, °С					
	апрель	май	июнь	июль	август	апрель август
2017	10,9	18,5	18,9	23,1	21,0	18,5
2018	7,9	16,5	20,0	20,3	19,4	16,8
2019	10,1	16,5	20,0	20,8	20,8	17,6
средне многолетняя	7,3	14,9	18,3	20,0	18,7	15,8
Сумма атмосферных осадков, мм						
2017	17,0	50,2	54,3	66,8	41,4	229,7
2018	18,4	47,4	62,4	45,6	9,3	183,1
2019	50,0	87,8	44,1	113,4	83,9	379,2
средне многолетняя	38,8	54,0	71,8	79,6	69,5	313,7
Гидротермический коэффициент						
2017	0,5	1,3	0,92	0,93	0,93	0,92
2018	0,78	0,93	1,1	0,72	0,3	0,77
2019	1,1	1,9	0,7	1,8	1,4	1,38
средне многолетняя	1,0	1,4	1,2	1,2	1,2	1,2

Большая разница высот, присутствующая на территории Брянской области, определила густую сеть речных долин, балок, оврагов. Приводораздельные пространства иногда испещрены заболоченными западинами.

Территория области расположена в двух почвенных зонах – преобладающая часть входит в пределы подзолистой зоны, в ее южную подзону дерново-подзолистые почвы, только небольшая часть заходит в лесостепную черноземную зону [Антыков, 1958; Воробьев, 1993]. Таким образом, основными зональными типами почв являются дерново-подзолистые (около 60%) и серые лесные (около 21%).

Дерново-подзолистые почвы наиболее широко распространены на западе, юго-западе, севере области и на зандровых и террасированных песчаных равнинах левобережий рек Десны, Судости. Все виды этих почв имеют небольшой запас гумуса (от 0,9 до 1,7 %) и повышенную кислотность.

По механическому составу дерново-подзолистые почвы тоже разнообразны и представлены песчаными, супесчаными, суглинистыми и глинистыми разновидностями [Воробьев, 1993].

Серые лесные почвы приурочены к высоким водораздельным равнинам Среднерусской, Брянской, Трубчевской, Стародубской возвышенностей с покровом карбонатных лессовидных суглинков. Серые лесные почвы представлены светло-, серыми и темно-серыми разновидностями. Степень гумусированности их от 1,9 до 4,3 % [Миллер, 1952; Природа и природные ресурсы ..., 2001].

По флористическому районированию А.Л. Тахтаджяна (1978) район исследования принадлежит к Восточноевропейской флористической провинции, объединяющей Центральнорусскую и часть Сарматской флористических провинций.

Брянская область – это область развивающегося мясного животноводства и как следствие увеличивающихся площадей сеяных лугов как источника ценных высокопитательных кормов и силоса.

Сокращение площади естественных кормовых угодий по области, а также переход сельхозпредприятий к созданию посевов многолетних трав на пашне, вместо выращивания на них полевых и пропашных культур позволяет сделать вывод о необходимости детального геоботанического обследования лугов и оценки их хозяйственного состояния по районам области для разработки рекомендаций по улучшению и рациональному использованию естественных кормовых угодий области, а также их сохранению.

ГЛАВА 3. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ И ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ И СЕЯНЫХ КОРМОВЫХ УГОДИЙ

3.1 Основные типы лугов изученного района, их разнообразие и продуктивность

Естественные луга в староосвоенном регионе юго-западного Нечерноземья РФ – основа развития животноводства как источник натурального полноценного корма. Основные массивы заливных лугов расположены в долинах рек Десна, Ипуть. Однако освоение и дальнейшая эксплуатация в производстве луговых сообществ одно из важных условий развития племенного животноводства благодаря поставке сбалансированного корма, увеличения продуктивности поголовья скота и повышения коэффициента биоконверсии при отгонном животноводстве [Алексин, Лунев, 2011; Природные ресурсы., 2007]. Изучение, выявление и интенсивное использование лугов в поймах других рек юго-западного Нечерноземья РФ особенно актуально в связи с реализацией планов увеличения поголовья сельскохозяйственных животных в Брянской и сопредельных областях. В пойме притока р. Десны – Болве – сформировались наиболее разнообразные типы лугов, которые послужили объектом с выделением типов кормовых угодий в пределах Брянской и Калужской областей.

Эколого-сельскохозяйственная информация по лугам различного типа в пределах Брянской области предоставлялась ранее с 30-х гг. XX века И.С. Виноградовым для долины р. Ипуть [Ellenberg, 1998]. Уточнение данных о типологических особенностях лугов, их кормовой значимости, распространении в ландшафтных комплексах притока р. Десны – Болвы (Брянская и Калужская области) особенно актуальна в связи с изменением климатических условий, интенсивном преобразовании местообитаний, отсутствием кадастровых сведений о кормовых угодьях на мелкоконтурных пространствах.

Достаточное широкое распространение пойменных местностей в долине реки третьего порядка предопределили развитие лугов с разнообразной растительностью, заливаемых на период от 35 до 50 суток. Выделена и описана 21 ассоциация и 2 сообщества из 2 классов, 4-х порядков и 8-и союзов, включающих фитоценозы, приуроченные к повышенным формам рельефа, на сглаженных формах рельефа и заболоченные луга.

Продромус синтаксонов луговой растительности в долине р. Болва представлен:

Класс *Phragmito-Magnocaricetea* Klika in Klika et Novák 1941

Порядок *Phragmitetalia* Koch 1926

Союз *Phragmition* Koch 1926

Асс. *Glycerietum maximae* Nowiński 1930

Асс. *Glycerietum fluitantis* Nowiński 1930

Асс. *Equisetetum fluviatilis* Steffen 1931

Порядок *Magnocaricetalia* Pignatti 1953

Союз *Magnocaricion elatae* Koch 1926

Асс. *Caricetum gracilis* Savič 1926

Асс. *Caricetum elatae* Koch 1926

Acc. *Caricetum vulpinae* Nowiński 1927
 Acc. *Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931
 Класс *Molinio-Arrhenatheretea* Tx. 1937
 Порядок *Molinietalia* Koch 1926
 Союз *Alopecurion pratensis* Passarge 1964
 Acc. *Heracleo sibirici-Alopecuretum pratensis* Bulokhov 2001
 Acc. *Junco filiformis-Agrostietum caninae* Bulokhov 1990
 Союз *Filipendulion* (Br.-Bl. 1947) Lohm. ap. Oberd. 1967
 Acc. *Poo palustris-Alopecuretum pratensis* Shelyag-Sosonko et al. 1987
 Союз *Deschampsion cespitosae* Horvatic 1930
 Acc. *Deschampsietum cespitosae* Horvatic 1930
 Союз *Cynosurion* Tx. 1937
 Сообщество *Phleum pratense*
 Acc. *Cynosuro cristati-Agrostietum tenuis* Bulokhov 1990
 Acc. *Carici nigrae-Cynosuretum cristati* Bulokhov 1990
 Acc. *Anthoxantho-Agrostietum tenuis* Sill. 1933 em. Jurko 1969
 Acc. *Deschampsio-Agrostietum tenuis* Sill. 1933 em. Jurko 1969
 Acc. *Agrostietum caninae* Sapegin et al. 2009
 Сообщество *Trifolium repens*
 Порядок *Agrostietalia stoloniferae* Oberd. in Oberd. et al. 1967
 Союз *Festucion pratensis* Sipajlova et al. 1985
 Acc. *Festucetum pratensis* Soó 1938
 Acc. *Poo-Festucetum pratensis* Sapegin 1986
 Acc. *Poetum pratensis* Stepanović 1999
 Acc. *Festucetum pratensis* Soó 1938
 Порядок *Galietales veri* Mirkin et Naumova 1986
 Союз *Agrostion vinealis* Sipajlova, Mirk., Shelyag et V. Solomakha 1985
 Acc. *Poo angustifoliae-Agrostietum vinealis* Sapegin et al 2009.

На длительно переувлажнённых местообитаниях распространена группа злаково-крупноосоковых сырых лугов, доминантными видами в которых выступают осоки, реже – гидро- и гидрофитные злаки. Группа представлена четырьмя типами луговых угодий. Наиболее распространены большеманниковый тип, плавающиманниковый тип, включающий сообщества ассоциаций *Glycerietum maximae* Nowiński 1930, *Glycerietum fluitantis* Nowiński 1930, порядка *Phragmitetalia* Koch 1926 и союза *Phragmition* Koch 1926. Луговые сообщества распространены на глубоких межривных низинах с непроточным увлажнением, а также в прибрежной зоне стариц с илистым осадком. В травостое доминируют виды рода манник, например, манник большой, а также с примесью гелофитных видов группы разнотравья – хвоща приречного, частухи подорожниковой, незабудки болотной. Флористическая насыщенность – 10-14 видов на 100 м². Постоянные укосы не производятся из-за затопления.

По мелководьям небольших озёр-стариц, а также по заболоченным участкам в притеррасной пойме реки, в затонах распространён приречнохвощевый тип лугов с фоновым доминантом хвощом приречным, который формирует сообщества ассоциаций *Equisetetum fluviatilis* Steffen 1931. Флористическая насыщенность – 6-10 видов на 100 м². Сенокосение не производится.

В центральной и притеррасной пойме широко распространены на значительной площади луга остроосокового типа на перегнойно-глеевых и иловато-перегнойно-глеевых почвах, реже – на торфяно-глеевых. Сообщества остроосокового типа включают ассоциации *Carici acutae-Glycerietum maximae* Shelyag et al. 1985, *Caricetum gracilis* Savič 1926, *Caricetum elatae* Koch 1926, порядка *Magnocaricetalia Pignatti* 1953, союза *Magnocaricion elatae* Koch 1926. В травостое доминируют виды рода осоки, часто – осока острая. Как виды содоминанты встречаются двукосточник тростниковидный, манник большой, осока пузырчатая, а из разнотравья – вербейник обыкновенный, тысячелистник хрящеватый, звездчатка болотная, подмаренник болотный. Флористическая насыщенность – 15-19 видов на 100 м². Сенокосение спорадически, хозяйственное значение невелико.

Высокая пойма р. Болвы, располагающаяся на высоте 3,0-3,5 м с дерново-слоистыми и пойменными дерновыми зернистыми луговыми почвами. Высокая пойма заливается нечасто – один раз в 3-4 года и характеризуется распространением разнотравных лугов. Луга лисьеосокового типа занимают небольшие, блюдцеобразные низины с дерновыми глеевыми среднесуглинистыми почвами. С доминированием осоки лисьей включают сообщество ассоциации *Caricetum vulpinae* Nowiński 1927, порядка *Magnocaricetalia Pignatti* 1953, союза *Magnocaricion elatae* Koch 1926. В составе травостоя луга постоянны мятлик болотный, бекмания обыкновенная, разнотравье – лютик ползучий, вербейник монетолистный, звездчатка болотная. Флористическая насыщенность – 20 видов на 100 м².

Значительные площади в пойме занимают двукосточниковые луга на пониженных участках в центральной и притеррасной пойме, на пойменных иловато-болотных почвах. Фон в травостое создает двукосточник тростниковый, формируя сообщество ассоциации *Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931, порядка *Magnocaricetalia Pignatti* 1953, союза *Magnocaricion elatae* Koch 1926. Средняя высота травостоя 120 см. Флористическая насыщенность – 4-7 видов на 100 м². При переувлажнении местообитаний трансформируется в остроосоковый тип.

Участки центральной части поймы, которые образуют крупнозлаковые луга мезотрофных и мезофитных местообитаний, в благоприятных по водному режиму местообитаниях с плодородными почвами.

В центральной пойме распространён борщевико-луговолисохвостовый тип лугов, занимающий местообитания на свежих и влажных дерновых слоисто-зернистых суглинистых почвах. Тип луга включает сообщества ассоциации *Heracleo sibirici-Alopecuretum pratensis* Bulokhov 2001, порядка *Molinietalia* Koch 1926, союза *Alopecurion pratensis* Passarge 1964 преобладают в травостое борщевик сибирский, подмаренник мягкий и лисохвост луговой. Флористическая насыщенность – 25-31 вид на 100 м².

В пойме Болвы занимает значительные площади и отнесён к наиболее широко распространённому типу лугов – болотномятlikово-луговолисохвостовый тип, формирующий сообщества ассоциации *Poo palustris-Alopecuretum pratensis* Shelyag-Sosonko et al. 1987, порядка *Molinietalia* Koch 1926, союза *Filipendulion* (Br.-Bl. 1947) Lohm. ap. Oberd. 1967. Мятлик болотный доминирует. Лисохвост луговой снижает свои позиции в травостое из-за значительных перепадов климатических условий, в частности увлажнения. За последние десятилетия значительно сократилась площадь этого типа лугов, занимающих влажные и сыроватые участки с пойменными слои-

стыми и слоисто-зернистыми глеевыми почвами. В травостое постоянны овсяница красная и овсяница луговая, представлены бобовые – чина луговая и клевер луговой. Флористическая насыщенность значительная – 34 вида на 100 м².

Тип луга – ситниково-собачьеполевициевого типа встречается по низинам в центральной пойме, на глеевых суглинистых почвах. Диагностируется группой видов: ситник нитевидный, полевица собачья, осока дернистая. Доминирует в травостое полевица собачья и формирует сообщества ассоциаций *Juncus filiformis-Agrostietum caninae* Bulokhov 1990, порядка *Molinietalia* Koch 1926, союза *Alpecurion* Pass. 1964. Флористическая насыщенность – 23-30 видов на 100 м².

Разнотравно луговотимофеевковый тип лугов формируется в прирусловой пойме на достаточно обширных по площадям местообитаниям (сообщество *Phleum pratense*). Доминирует тимофеевка луговая и овсяница луговая, значительным числом видов представлено разнотравье из герани луговой, подмаренника мягкого, щавля конского. Бобовые представлены в незначительном количестве. Флористическая насыщенность – 24-35 видов на 100 м².

На гривистой пойме высотой до 2,5 м, с гривами до 1 м, шириной до 5-8 м, которые вытянуты параллельно руслу реки, протяжённостью до 250-300 м, формируются остепнённые мелкозлаковые луга, для которых характерно присутствие обширного разнотравья, включающего землянику зеленую, подмаренник настоящий, таволгу обыкновенную, мятлик узколистный. Межгривные понижения заболочены, в некоторых из них находятся озера-старицы.

По вершинам высоких грив и по низким гривам в центральной пойме распространён делявинокелериево-красноовсяницевоый тип лугов, на дерновых супесчаных, сухих и свежих почвах. Доминируют злаки: келерия Делявина, мятлик узколистный и овсяница красная, образуют сообщества ассоциаций *Poa-Festucetum pratensis* Sapegin 1986, порядка *Arrhenatheretalia* Pawl. 1928, союза *Festucion pratensis* Sipajlova Mirkin, Shelyag et V. Solomakha 1985, *Festucetum pratensis* Soó 1938, порядка *Agrostietalia stoloniferae* Oberd. in Oberd. et al. 1967, союза *Festucion pratensis* Sipajlova et al. 1985, *Poa angustifoliae-Agrostietum vinealis* Sapegin et al 2009, порядка *Galietalia veri* Mirkin et Naumova 1986, союза *Agrostion vinealis* Sipajlova, Mirk., Shelyag et V. Solomakha 1985. Разнотравье образуют земляника зелёная, подмаренник настоящий, полынь полевая. Флористическая насыщенность – 22-28 видов на 100 м².

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

Таблица 3 – Продуктивность и кормовые характеристики луговых сообществ

Тип лугов	Продуктивность, т/га	Азот (%)	Фосфор (%)	Сырая клетчатка (%)
большеманниковый	3,8	1,11	0,35	29,35
приречнохвощёвый	0,9	0,52	0,32	27,42
лисьеосоковый	2,9	0,78	0,37	29,45
двукисточниковый	3,2	1,47	0,72	36,58

борщевико-луговалисохвостовый	3,1	1,22	0,42	32,16
болотномятликово-луговалисохвостовый	2,8	1,37	0,47	35,63
ситниково-собачьеполевищевый	1,7	1,21	0,35	30,62
разнотравно-луговотимофеевковый	2,4	1,39	0,68	35,92
делявинокелерево-красноовсянищевый	2,5	1,36	0,57	32,57

Наибольшая продуктивность травостоя зарегистрирована в сообществах болотномятликового, двукиточникового, болотномятликово-луговалисохвостового и делявинокелерево-красноовсянищевых типов лугов, наименьшая – у лугов заливаемой части поймы – приречнохвощёвого типа, где сенокосение не производится. Однако при изменении климатических характеристик и летней межени сенаж из болотномятликового и лисьеосоковых лугов можно будет использовать для заготовки полноценных кормов, хороших для поедания.

Богат сырой клетчаткой сенаж двукиточникового, болотномятликово-луговалисохвостового, тимофеевкового типов лугов, в составе которых обнаружено наибольшее содержание азота и фосфора (в % на воздушно-сухую навеску). Валовое содержание азота и фосфора (минимальное и максимальное содержание) в сенаже исследуемых типов лугов различается достоверно.

Информация об основных типах пойменных лугов реки Ипуть в пределах Брянской (Россия) и Гомельской (Беларусь) областей представлена ниже. На всех сериях пробных площадок изучены луговые сообщества, принадлежащие к 2 классам, 4 порядкам, 7 союзам, 10 растительным ассоциациям, которые формируются в разнообразных экологических условиях поймы крупных рек второго порядка.

Продромус синтаксонов изученных луговых сообществ

Класс Phragmito-Magnocaricetea Klika in Klika et Novák 1941

Порядок Phragmitetalia Koch 1926

Союз Phragmition Koch 1926

Ассоциация (Асс.) Glycerietum maximae Nowiński 1930

Порядок Magnocaricetalia Pignatti 1953

Союз Magnocaricion elatae Koch 1926

Асс. Phalaridetum arundinaceae Libbert 1931

Класс Molinio-Arrhenatheretea Tx. 1937

Порядок Molinietales Koch 1926

Союз Calthion Tx. 1937 em. Leburn et al. 1949

Асс. Scirpetum sylvatici Ralski 1931

Союз Filipendulion (Br.-Bl. 1947) Lohm. ap. Oberd. 1967

Асс. Lysimachio vulgaris-Filipenduletum ulmariae Balátová-Tuláčková 1978

Асс. Filipendulo ulmariae-Festucetum rubrae Bulokhov 1990

Союз Agrostio stoloniferae-Beckmannion eruciformis Mirkin 1989

Acc. *Agrostio stoloniferae*–*Beckmannietum eruciformis* Alexandrova 1989
Acc. *Heracleo sibirici*–*Alopecuretum pratensis* Bulokhov 1990
Союз *Alopecurion pratensis* Passarge 1964
Acc. *Poo palustris*–*Alopecuretum pratensis* Shelyag-Sosonko et al. 1987
Порядок *Agrostietalia stoloniferae* Oberd. in Oberd. et al. 1967
Союз *Cynosurion* Tx. 1937
Acc. *Anthoxantho*–*Agrostietum tenuis* Sill. 1933 em. Jurko 1969
Acc. *Deschampsio*–*Agrostietum tenuis* Sill. 1933 em. Jurko 1969

К группе низинных (болотных) лугов принадлежат сообщества следующих ассоциаций. Сообщества ассоциации *Glycerietum maximae* Nowiński 1930, Большеманниковый тип кормовых угодий, подгруппа Осоковых болотистых лугов, занимают глубокие низины в поймах рек на перегнойно-иловато-глеевых почвах (B=9,1), слабокислых или нейтральных (K=6,5), умеренно обеспеченных азотом (N=5,7).

Сообщества ассоциации *Scirpetum sylvatici* Ralski 1931, Леснокамышовый тип, подгруппа злаковых и разнотравно-мелкозлаковых лугов, формируются на пойменных дерново-глеевых суглинистых почвах, сырых (B=8,3), слабокислых (K=5,7), умеренно обеспеченных азотом (N=5,5).

Сообщества ассоциации *Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931, Двуклосточниковый тип, подгруппа Злаково-осоково-разнотравных сыроватых и сырых лугов, распространены по плоским низинам и неглубоким межгрядным западинам на дерновых зернистых глеевых и болотно-перегнойных глеевых тяжелосуглинистых почвах, варьирующих по увлажнению до сильно обводнённых (B=7,4), слабокислых (K=6,2), умеренно обеспеченных азотом (N=6,1).

Сообщества ассоциации *Agrostio stoloniferae*–*Beckmannietum eruciformis* Alexandrova 1989, Бекманиевый тип, подгруппа Злаково-осоково-разнотравных сыроватых и сырых лугов, зарегистрированы небольшими участками в неглубоких низинах и по окраинам межгрядных западин в центральной пойме с перегнойно-глеевыми сырыми (B=7,9), слабокислыми (K=6,2), средне богатыми азотом почвами (N=5,5).

Сообщества ассоциации *Lysimachio vulgaris*–*Filipenduletum ulmariae* Balátová-Tulácková 1978, Вязолистнолабазниковый тип, подгруппа Злаковых и разнотравно-мелкозлаковых лугов, на пойменных дерново-глеевых суглинистых почвах, сырых (B=7,8), слабокислых (K=5,4), умеренно обеспеченных азотом (N=5,7). Ассоциации объединяются в экологический ряд по увлажнению: *Glycerietum maximae* Nowiński 1930 > *Scirpetum sylvatici* Ralski 1931 > *Agrostio stoloniferae*–*Beckmannietum eruciformis* Alexandrova 1989 > *Lysimachio vulgaris*–*Filipenduletum ulmariae* Balátová-Tulácková 1978 > *Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931. Другие экологические факторы почв для сообществ сходны.

Пойменные луга – долгопоёмные – включают сообщества ассоциации *Poo palustris*–*Alopecuretum pratensis* Shelyag-Sosonko et al. 1987, Болотномятниковый-луговолисохвостовый тип, подгруппа Злаково-осоково-разнотравных сыроватых и сырых лугов на умеренно пониженных участках центральной и притеррасной поймы, по ровным пониженным участкам на влажных и сырых пойменных слоистых и слоисто-зернистых глеевых легко- и среднесуглинистых влажных поч-

вах (B=6,9), нейтральных (K=6,2), средне богатых азотом (N=5,5). Сообщества ассоциации *Heracleo sibirici-Alopecuretum pratensis* Bulokhov 1990, борщевиково-луговолисохвостовый тип, подгруппа влажных и сыроватых лугов, распространена в центральной, реже в прирусловой части поймы, на дерновых зернистых глееватых и глеевых суглинистых почвах, на свежих и влажных (B=4,9), слабокислых (K=5,9), умеренно обеспеченных азотом (N=4,9).

К пойменным краткопоённым лугам принадлежат сообщества ассоциации *Fillpendulo ulmariae-Festucetum rubrae* Bulokhov 1990, Вязолистнолабазниково-красноовсяницевый тип, подгруппа Злаково-разнотравных с примесью бобовых лугов, в центральной пойме на пойменных дерновых слоистых и зернистых почвах, влажных (B=6,0), слабокислых (K=5,9), умеренно обеспеченных азотом (N=5,5).

Ассоциации объединяются в ряд по увлажнению почвы: *Poo palustris-Alopecuretum pratensis* Shelyag-Sosonko et al. 1987 > *Fillpendulo ulmariae-Festucetum rubrae* Bulokhov 1990 > *Heracleo sibirici-Alopecuretum pratensis* Bulokhov 1990; по кислотности почвы наблюдается размах от слабокислых до околонейтральных, по обеспеченности азотом – от средне богатых до умеренно богатых.

Суходольные луга представлены сообществами ассоциации *Anthoxantho-Agrostietum tenuis* Sill. 1933 em. Jurko 1969, Душистоколосково-тонкополевичный тип, подгруппа Разнотравно-мелкотравных сухих и свежих лугов, формируются по склонам северной и северо-восточной экспозиции, на комплексе овражно-балочных почв – слабоподзоленных песчаных и супесчаных почвах, сухих (B=4,0), среднекислых (K=4,2), умеренно или бедных азотом (N=4,2).

Сообщества ассоциации *Deschampsio-Agrostietum tenuis* Sill. 1933 em. Jurko 1969, Щучково-тонкополевичный тип, подгруппа Разнотравно-мелкотравных сухих и свежих лугов, формируется на повышенных малозаливаемых участках пойм малых и средних рек со слабоподзоленными песчаными и супесчаными почвами, сухими (B=4,1), среднекислыми (K=4,1), умеренно или бедных азотом (N=4,0).

Таким образом, луговые сообщества составляют кормовую базу для сельскохозяйственных животных как источник натурального полноценного корма и интенсивно используются для выпаса, сенокосных угодий, несмотря на выявленное техногенное загрязнение в ландшафтных комплексах.

В таблице 4 даны результаты исследования химического состава сена основных типов пойменных лугов реки Ипуть в пределах Брянской (Россия) и Гомельской (Беларусь) областей.

Наибольшая продуктивность травостоя зарегистрирована в сообществах ассоциаций *Glycerietum maximae* Nowiński 1930 (большеманниковый тип), *Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931 (двукисточниковый тип), *Poo palustris-Alopecuretum pratensis* Shelyag-Sosonko et al. 1987 (болотномятликовый-луговолисохвостовый тип), наименьшая – на суходолах в луговых ценозах ассоциаций *Anthoxantho-Agrostietum tenuis* Sill. 1933 em. Jurko 1969 (душистоколосково-тонкополевичный тип) и *Acc. Deschampsio-Agrostietum tenuis* Sill. 1933 em. Jurko 1969 (щучково-тонкополевичный тип) часто сенокосение и выпас затруднены на большеманниковых лугах, часто заливаемых. При изменении климатических характеристик и летней межени сенаж из большеманниковых лугов используют для заготовки полноценных кормов, хороших для поедания.

Таблица 4 – Продуктивность и кормовые характеристики луговых сообществ по ассоциациям

Ассоциации луговых сообществ*	Продуктивность, ц/га**	Азот (%)	Фосфор (%)	Сырая клетчатка (%)
1	$\frac{39,2 \pm 2,04}{31,2-55,7}$	1,11	0,35	29,35
2	$\frac{22,4 \pm 1,9}{19,1-28,3}$	0,78	0,37	29,45
3	$\frac{26,3 \pm 2,02}{23,2-29,8}$	1,32	0,59	26,52
4	$\frac{18,9 \pm 1,2}{17,0-20,6}$	1,25	0,44	26,90
5	$\frac{37,3 \pm 2,4}{32,2-51,1}$	1,47	0,72	36,58
6	$\frac{28,3 \pm 2,3}{20,1-39,5}$	1,37	0,47	35,63
7	$\frac{25,8 \pm 1,8}{23,9-31,5}$	1,30	0,41	33,87
8	$\frac{22,1 \pm 1,6}{19,3-27,6}$	1,29	0,38	30,52
9	$\frac{9,1 \pm 0,9}{8,4-11,5}$	1,38	0,68	35,83
10	$\frac{9,0 \pm 0,8}{8,6-11,9}$	1,35	0,57	32,53

Примечание. * Ассоциации луговых сообществ: 1 Асс. *Glycerietum maximae* Nowiński 1930, 2 Асс. *Scirpetum sylvatici* Ralski 1931, 3 Асс. *Agrostio stoloniferae*–*Beckmannietum eruciformis* Alexandrova 1989, 4 Асс. *Lysimachio vulgaris*–*Filipenduletum ulmariae* Balátová-Tulácková 1978, 5 Асс. *Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931, 6 Асс. *Poo palustris*–*Alopecuretum pratensis* Shelyag-Sosonko et al. 1987, 7 Асс. *Heracleo sibirici*–*Alopecuretum pratensis* Bulokhov 1990, 8 Асс. *Filipendulo ulmariae*–*Festucetum rubrae* Bulokhov 1990, 9 Асс. *Anthoxantho*–*Agrostietum tenuis* Sill. 1933 em. Jurko 1969, 10 Асс. *Deschampsio*–*Agrostietum tenuis* Sill. 1933 em. Jurko 1969.

** Числитель: продуктивность – средний показатель с ошибкой среднего ($M \pm m$), знаменатель – минимальные и максимальные определённые значения продуктивности

Наибольшая продуктивность травостоя зарегистрирована в сообществах ассоциаций *Glycerietum maximae* Nowiński 1930 (большеманниковый тип), *Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931 (двукосточниковый тип), *Poo palustris*–*Alopecuretum pratensis* Shelyag-Sosonko et al. 1987 (болотномятликосый луговолисохвостовый тип), наименьшая – на суходолах в луговых ценозах ассоциаций *Anthoxantho*–*Agrostietum tenuis* Sill. 1933 em. Jurko 1969 (душистоколосково-тонкополевиный тип) и Асс. *Deschampsio*–*Agrostietum tenuis* Sill. 1933 em. Jurko 1969 (щучково-тонкополевиный тип) часто сенокосение и выпас затруднены на большеманниковых лугах, часто заливаемых. При изменении климатических характеристик и летней межени сенаж из большеманниковых лугов используют для заготовки полноценных кормов, хороших для поедания.

Богат сырой клетчаткой сенаж двухкосточникового, болотномятликово-луговолисохвостового, душистоколосково-тонкополевичного типов лугов, в составе которого обнаружено наибольшее содержание азота и фосфора (в % на воздушно-сухую навеску). Валовое содержание азота и фосфора (минимальное и максимальное содержание) в сенаже исследуемых типов лугов различается достоверно. Луговые сообщества на суходолах ввиду малого количества заготавливаемой растительной массы используют в основном для выпаса животных, остальные изученные виды – и для получения высококачественных питательных кормов, в том числе и силосования.

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 депрессии травяных экосистем.

Щучковый тип луга возникает на месте болотномятликово-луговолисохвостового под влиянием интенсивного выпаса, крупнокочкарные местообитания. Представлены сообщества ассоциации *Deschampsietum cespitosae* Horvatic 1930, порядка *Agrostietalia stoloniferae* Oberd. in Oberd. et al. 1967, союза *Deschampsion cespitosae* Horvatic 1930. Тонкополевицевый тип возникает при выпасе на келерево-красно-овсяницевоом луге, на гривах в прирусловой пойме (сообщество ассоциации *Deschampsio cespitosae*–*Agrostietum tenuis* Bulokhov 2001, порядок *Arrhenatheretalia* R. Tx. 1931, союз *Cynosurion* R. Tx. 1947).

Ползучеклеверный тип луга представляет собой заключительную стадию деградации щучкового луга, представлены сообщества *Trifolium repens*. Такая трансформация лугов вызвана нарушением пастбищного оборота: выпасу ранней весной по переувлажнённым почвам с нарушением дернины, использование луга под пастбище «без отдыха» весь сезон. Не проводится машинное окультуривание лугов. Как результат – появление заkochкаренных лугов, а также лугов со значительным внедрением в травостой грубых непоедаемых трав. Поэтому по отношению к лугам, используемым как источник кормов, необходимо применять меры агротехнического облагораживания для оптимизации их использования и снижения процессов вырождения природных травостоев [Шпаков, 2014]. Также необходимо проводить дальнейшую эколого-флористическую классификацию растительности лугов для процессов мониторинга и инвентаризации состава травостоя и отслеживания процессов развития и трансформации лугов в пойме одной из крупных рек Нечерноземья – Десны.

Сходные типы лугов обнаружены в пойме р. Ипути, р. Припять, что показывает сходство факторов формирования и внешних воздействий на развитие естественных лугов [Булохов, 2014, Дайнеко, 2016]. По химическому составу сено естественных лугов – высококачественный корм, питательная ценность которого зависит от состава травостоя.

В результате нерационального использования земель, чрезмерных антропогенных нагрузок на территории Южного Нечерноземья России развиваются процессы деградации с элементами опустынивания [Методические указания., 1987]. Данные действия ведут к обеднению биологического, в том числе и растительного разнообразия. Развиваются процессы дефляции и снижается продуктивность естественных фитоценозов.

Проблеме восстановления естественных фитоценозов (фиторемедиации) на территории Нечерноземья России (Брянская область) в настоящее время уделено значительное внимание. Однако, на сегодняшний день, в силу развивающихся экологических и экономических ситуаций, вопросы восстановления и повышение продуктивности деградированных ландшафтов не теряют своей актуальности посредством фиторемедиации из элементов синантропной растительности – сегетальными и рудеральными сообществами.

Сегетальная и рудеральная растительность – основа восстановления луговых сообществ на ранее окультуренных землях. Их изучение – основа для разработки агроэкологических основ почвоулучшающей и фиторемедиационной роли этих ценозов в Брянской области.

Описанные сообщества сегетальной и рудеральной растительности разнообразны и относятся к следующим классам, порядкам, союзам.

Продромус сегетальной и рудеральной растительности:

Класс *Chenopodietea* Br.-Bl. 1952 em. Lohm., et Tx.1961

Ассоциация *Galinsogetum parviflorae*

Ассоциация *Echinochloetum crusgali*

Сообщество *Matricaria perforata* [Sisimbrietalia]

Сообщество *Chenopodium album* [Sisimbrietalia]

Сообщество *Tusilago farfara* [Sisimbrietalia]

Класс *Secalicatea* Br.-Bl. 1951

Ассоциация *Agrostio giganteae*-*Agropyretum repentis*

Класс *Artemisitea vulgaris* Lohm. Prsg et Tx. 1950

Сообщество *Artemisia vulgaris* [Artemisitalia vulgaris]

Сообщество *Oenathera binnis* [Dauco-Melilotion]

Порядок *Achilleetalia millefolii* Abramova et Rudakov 1985

Союз *Achilleion millefolii* Abramova et Rudakov 1985

Ассоциация *Artemisio campestris*- *Tanacetum vulgaris*

Класс *Sedo-Scleranthetea* Br.-Bl. 1955

Порядок *Fecstuco-Sedetalia* Tx. 1951

Союз *Hyperico perforate* - *Sclerantion perennis* Moravec 1967

Ассоциация *Erigeron annuus*-*Artemisietum campestris* nov. prov.

Ассоциация *Helychriso arenaris*- *Artemisietum campestris* nov. prov.

Были обследованы агрофитоценозы пропашных и зерновых культур, а также сообщества залежей возникших на месте заброшенных пашен. Сообщества пропашных культур описаны ниже.

Класс *Chenopodietea* Br.-Bl. 1952 em. Lohm., et Tx.1961 объединяет сорно-полевые (сегетальные) сообщества пропашных культур и сообщества однолетников, представляющих начальные стадии восстановительных сукцессий после нарушений.

Ассоциация *Galinsogetum parviflorae* – Галинзоговая, диагностические виды: *Galinsoga parviflora*, *Amaranthus retroflexus*, *Echinochloa crusgali*. Сообщества произрастают в агрофитоценозах пропашных культур с картофелем (*Solanum tuberosum*) на легко супесчаных и песчаных подзолистых почвах. Облик сообществ определяет галинзога мелкоцветковая. В конце июля – начале августа придает фи-

тоценозам зеленовато-белый аспект. Общее проективное покрытие 90%. В составе ценофлоры ассоциации отмечено 39 видов, из них однолетники составляют 61,5% (24 вида). Однолетники формируют основу травостоя и определяют его облик. Среди многолетников константны: *Cirsium arvense* и *Equisetum arvense*. Этот американский сорняк широко распространился и засоряет пропашные культуры.

Ассоциация *Echinochloetum crusgali* – Ежовниковая или Куринопросовая, диагностический вид-доминант - *Echinochloa crusgali*. Облик сообществ определяет куриное просо или ежовник обыкновенный. Общее проективное покрытие – 80-90%. Сообщество ежовниковое, распространено на пропашных культурах – картофеле, свекле, реже кукурузе. Приурочено к свежим, слабокислым и довольно богатым азотом супесчаным и суглинистым подзолистым почвам. В ценофлоре ассоциации – 31 вид, при этом на долю однолетников приходится – 61%.

Сообщество *Matricaria perforata* [Sisimbrietalia] – Ромашника непахучего, сообщества возникают на месте пропашных культур – картофеля, репе свеклы. Доминирует ромашник непахучий. Ромашник непахучий определяет облик сообщества и придает ему белый аспект. Общее проективное покрытие – 90-100%. Это сообщество однолетников и существует на месте бывшей пропашной культуры всего один год.

Сообщество *Chenopodium album* [Sisimbrietalia] – Беломаревое. Опознается по доминированию мари белой. Нередко содоминантом выступает ромашник непахучий. Это сообщество также возникает на месте пропашных культур. Как и сообщества ромашника оно распространено на свежих, слабокислых, умеренно обеспеченных азотом слабоподзолистых супесчаных почвах.

Сообщество *Tusilago farfara* [Sisimbrietalia] – сообщество мать-и-мачехи, опознается по доминированию в нижнем ярусе травостоя *Tusilago farfara*. В сравнении с вышеописанными сообществами это сообщество предпочитает легкосуглинистые почвы. *Tusilago farfara*, поселившись на участках заброшенной пашни, может доминировать в течение 2-3 лет.

Все три сообщества отнесены к классу *Chenopodietea* Br.-Bl.1952. Это сообщества однолетников, представляющих сорно-полевые сообщества пропашных культур и начальные стадии восстановительных сукцессий на заброшенных пахнях.

Класс *Artemisitalia vulgaris* объединяет сообщества высокорослых дву- и многолетних мезофитных и ксеромезофитных растений. Диагностические виды класса: *Artemisia vulgaris*, *Artemisia absinthium*, *Achillea millefolium*, *Cirsium vulgare*, *Arctium tomentosum*, *Dactylis glomerata*, *Oenothera biennis*, *Linaria vulgaris*, *Urtica dioica*.

Сообщество *Artemisia vulgaris* [Artemisitalia vulgaris] – Обыкновеннополынное, опознается по доминированию в составе травостоя полыни обыкновенной. Это рудеральное сообщество сформировано высокорослыми двулетними и многолетними видами. Обильны и в составе травостоя: полевика гигантская, пырей ползучий, бодяк полевой. Появляются в составе травостоя и типичные луговые растения: тысячелистник обыкновенный, ежа сборная и др. Обыкновенно-полынное сообщество представляет более продвинутую стадию восстановительной сукцессии. О чем свидетельствуют типичные луговые виды в составе травостоя.

Сообщество *Oenothera binnis* [Dauco-Melilotion] – Ослинниковое или Энотеровое, диагностический вид сообщества: *Oenothera binnis* – ослинник двулиственный. Это двулетнее растение в период цветения в послепопуденное время со-

здает желтый аспект. Нередко розетки однолетнего возраста покрывают поверхность почвы. Сообщества распространены на суховатых (3,5-4,6), слабокислых 5,7-6,3) и небогатых азотом (4,4) песчаных подзолистых почвах.

Сообщества формируются на залежах в возрасте 3-4 лет и представляют продвинутую стадию восстановительной сукцессии. Типичные сорно-полевые виды класса *Artemisitea vulgaris*: *Artemisia vulgaris*, *Conyza annua*, как и виды класса *Chenopodieta*: *Erigeron canadensis* становятся редкими. Усиливается позиция типичных луговых растений: *Agrostis capillaris*, *Festuca rubra*, *Poa angustifolia*, *Phleum pratense*, *Trifolium pratense* и другие в отдельных сообществах начинают появляться всходы и ювенильные растения сосны обыкновенной и березы повислой. Фактически начинается лесовосстановительная стадия на заброшенной пашне.

Сообщества зерновых культур описаны ниже. Класс *Secalicatea Br.-Bl.* 1951. Сегетальные (сорно-полевые) сообщества зерновых культур.

Диагностические виды класса: *Centaurea cyanus*, *Bromus secalinum*, *Fallopia convolvulus*, *Vicia sativa*, *Bromus mollis*, *Setaria glauca*, *Sonchus arvensis*, *Cirsium arvense*, *Melandrium album*. В составе класса в исследованном районе установлен один порядок союза *Aperetalia spicae-venti* J. Tx et R. Rx. in Maloto-Beliz et al. 1960 и союз *Aperion spicae-venti* R. Tx. in Oberd. 1949.

Диагностические виды порядка и союза: *Apera spica-venti*, *Trifolium arvense*, *Vicia tetrasperma*, *Scleranthus annuus*, *Myosotis arvensis*. Сообщества союза распространены на относительно бедных дерново-подзолистых почвах. В составе союза *Aperion spicae-venti* R. Tx. in Oberd. 1949. Установлено 2 ассоциации и базальное сообщество.

Ассоциация *Agrostio giganteae-Agrophyretum repentis*, диагностические виды: *Agrostis gigantea*, *Elytrigia repens*, *Erigeron annuus*. Сообщества ассоциации представляют собой синузию полевых культур, формирующихся среди зерновых посевов. Облик фитоценозов определяют пырей ползучий с участием полевицы гигантской. Оба вида формируют основу травостоя. Довольно часто в сообществах ассоциации доминирует мелколепестник однолетний. Сообщества ассоциации отнесены к классу *Secalicatea*, который представляет сегетальные (сорно-полевые) сообщества зерновых культур. Сообщества ассоциации распространены на свежих - 5, слабокислых – 6,3, достаточно хорошо обеспеченных минеральным азотом – 5,8 супесчаных слабоподзолистых почвах. В ценофлоре ассоциации выявлено 72 вида. В фитоценологическом отношении ценофлора сформирована группами аффиных видов различных классов (рис. 1).

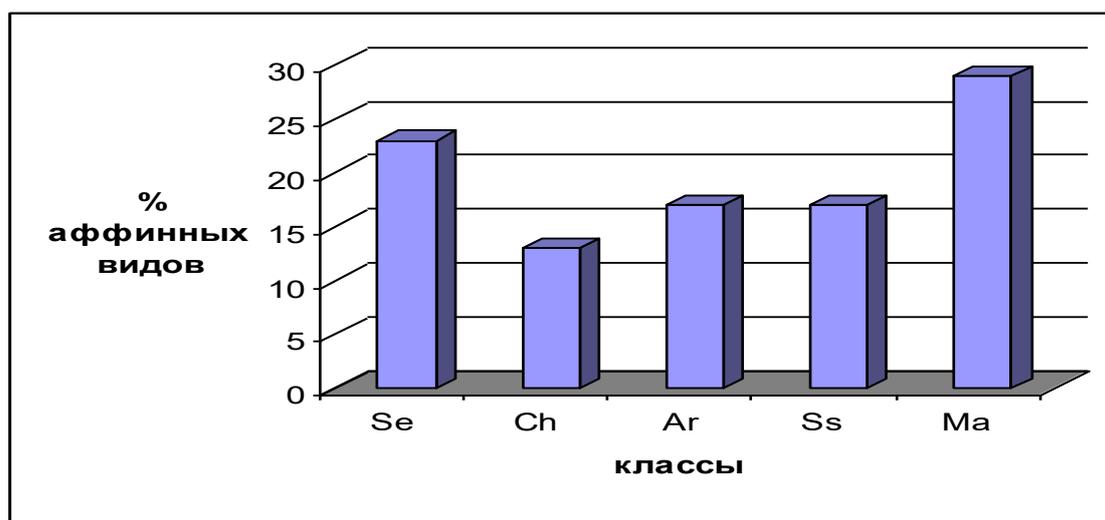


Рисунок 1 – Спектр аффинных видов различных классов в ассоциации *Agrostio giganteae-Agropyretum repentris*

Условные обозначения. Классы Se – Secalicatea. Ch – Chenopodiata. Ar - Artemisitea vulgaris. Ss - Sedo-Sclerantetea. Ma - Molinio-Arrhenatheretea

По обилию, с учетом численности, ведущее положение занимает блок аффинных видов класса Secalicatea. Группа аффинных видов класса Chenopodiata невелика, высокий класс постоянства имеет только *Erigeron canadensis*. Многочисленны, но не константны и не обильны виды класса типично луговые растения класса Artemisitea vulgaris. Хорошо представлен блок видов класса Sedo-Scleranthetea, которые являются индикаторами сухости почвы. Наиболее многочисленны, но не обильны и не константы виды класса Molinio-Arrhenatheretea.

Таким образом, ценофлора Полевично-пырейной ассоциации довольно разнородна и в ее формировании принимают аффинные виды 5 классов. Ведущее положения - виды сегетальной растительности.

Сообщества залежей представляют собой восстановительные стадии сукцессий.

Ассоциация *Artemisio campestris- Tanacetum vulgare*, диагностические виды ассоциации: *Tanacetum vulgare*, *Artemisia campestris*. Характерна фация *Erigeron annuus* (*Stenactis annua*) – мелколепестника однолетнего (стенактиса однолетнего). Сообщества залежей на суховатых, умеренно-кислых, умеренно-обеспеченных азотом легкосупесчаных и песчаных подзолистых почвах. Ассоциация отнесена к союзу *Achilleion millefolii*, порядка *Achilleetalia millefolii* и класса Artemisitea vulgaris.

В сообществах ассоциации характерно сочетание видов из различных классов, находящихся на разных стадиях восстановительной сукцессии. Хорошо представлен блок видов аффинных классу *Agropyretea repentris*, сообщества которого представляют продвинутые стадии сукцессии, о чем свидетельствуют типично луговые растения, диагностирующие класс Molinio-Arrhenatheretea: *Phleum pratense*, *Festuca rubra*, *Poa pratensis*, *Festuca pratensis* и виды разнотравья: *Cerastium holosteoides*, *Campanula patula*, *Veronica chamaedrys*, *Knautia arvensis* и другие, но они имеют низкое постоянство.

Хорошо были представлены и виды класса Sedo-Scleranthetea. Сообщества этого класса распространены на сухих и бедных местообитаниях. Большинство

видов этого класса отнесено к союзу *Hyperuico perforate-Sclerantion perennis*. По сравнению с другими союзами этого класса виды этого союза распространены на суховатых почвах.

Изредка присутствуют в сообществах ассоциации и типичные сеgetальные виды зерновых культур (класс *Secalacetea*): *Vicia villosa*, *Myosotis arvensis*, *Apera spica-venti*, *Centaurea cyanus* и виды сорно-полевых сообществ пропашных культур (класс *Chenopodiataea*): *Matricaria perforata*, *Sonchus arvensis*, *Erigeron canadensis*, *Galeopsis speciosa* и др. Сообщества этой ассоциации представляет одну из сравнительно ранних стадий восстановительной сукцессии, отражающей ход восстановления луговых фитоценозов на заброшенной пашне.

Ассоциация *Erigero annuis-Artemisietum campestris* диагностические виды ассоциации: *Erigeron annuus*, *Artemisia campestris*. Облик сообществ определяет мелкопестный однолетний придающий сообществам в период цветения белый аспект. На этом фоне рассеяны многочисленные ксероморфные растения: *Jasione montanum*, *Trifolium arvense*, *Erigeron acris*, *Potentilla argentea*, *Helichrysum arenarium*. Сообщества ассоциации распространены на суховатых, слабнокислых, среднеобеспеченных азотом песчаных, подзолистых почвах.

В составе ценофлоры хорошо представлен блок аффиных видов класса *Sedo-Scleranthetea* (союз *Hyperuico perforate - Sclerantion perennis*). Сообщества этого класса характерны для слабообразованных песчаных почв.

Довольно обильна и представительна и группа аффиных видов класса *Molinio-Arrhenatheretea*: *Achillea millefolium*, *Agrostis capillaris*, *Festuca rubra*, *Festuca pratensis*, *Poa angustifolia* и другие. Следует отметить и наличие большой группы видов класса *Artemisietea vulgaris*: *Artemisia vulgaris*, *Artemisia absinthium*, *Oenothera binnis*, *Tanacetum vulgare*, *Agrostis gigantea* и другие. В составе ценофлоры изредка встречаются и однолетники из сорнополевых растений.

Судя по составу ценофлоры и группам аффиных видов различных классов, сообщества ассоциации представляют довольно продвинутую стадию восстановительной сукцессии на залежах, возникших на месте пашен. В отдельных сообществах вблизи леса или лесополос имеется подрост сосны обыкновенной и березы повислой. Все указанные признаки показывают, что вдали от леса идет формирование сообществ типичных сухих суходольных лугов, а вблизи леса идет восстановление лесных сообществ – березняков и сосняков.

Ассоциация *Helychriso arenaris-Artemisietum campestris*, диагностические виды ассоциации: *Artemisia campestris*, *Helichrysum arenarium*, *Agrostis capillaris*. Облик фитоценозов определяют полевица тонкая в сочетании с полынью полевой. На этом фоне рассеяны мелкие куртинки цмина песчаного и дивалы однолетней. В отдельных фитоценозах доминирует золотая розга, придающая им золотисто-желтый аспект. Общее проективное покрытие варьирует от 30-40%, но в отдельных сообществах достигает 70-80%, за счет ястребинки волосистой. Иногда имеется хорошо развитый мохово-лишайниковый ярус, в котором доминирует *Polytrichum piliferum* в сочетании с *Cladonia bacillaris* и *Cladonia coccifera*. Фитоценозы флористически бедны. Альфа-разнообразие варьирует от 12 до 20 видов на 100 м².

Сообщества ассоциации распространены на сухих (3-3,2), кислых (2,5-3,5) бедных минеральным азотом (2,5-2,8) слабообразованных песчаных почвах. Обычно занимают возвышенные местоположения на вершинах пологих склонов или в их

верхней части. Сообщества сформированы световыми (7,6-7,8), умеренно-теплолюбивыми (6), суббореальными (4,1) видами. В спектре жизненных форм Раункиера доминируют гемикриптофиты (60) с небольшой степенью участия терофитов (20%) и по 10% геофитов и хамефитов. В составе травостоя преобладают олиготрофные ксероморфные виды: *Artemisia campestris*, *Helichrysum arenarium*, *Jasione montana*, *Rumex acetosella*, *Scleranthus annuus*, *Potentilla argentea*, *Scleranthus annuus*, *Erigerin acris*, *Digitaria ischaemum*, *Veronica verna*, *Polyrhicum piliferum*, *Cladonia coccifera*. Эта группа выступает как индикатор сухих, бедных песчаных почв. По типу стратегии виды группы – экотопические пациенты.

Сообщества этого класса в Брянской области были описаны А.Д. Булоховым (2001).

Установленная ассоциация отнесена к союзу *Hyperico perforate-Scleranthion perennis* Moravec 1967. Возможно, это новая ассоциация для территории Брянской области.

На основе расчёта коэффициентов накопления ТМ (табл. 5) выделены виды-доминанты растительных сообществ, которые могут аккумулировать элементы, а также служить биоиндикаторами, использоваться в фиторемедиации почв при скашивании.

Наибольшей поглотительной способностью ($K_n > 1$) по отношению к ТМ обладают доминантные виды сообществ класса *Artemisietea vulgaris* и *Sedo-Scleranthetea*, обитающих на пустошах и залежах и представляющих стадии восстановительных сукцессий, заселяющих антропогенно преобразованные земли. Растительной биомассой не накапливаются ванадий и титан, содержание которых в почве достаточно велико. Мышьяк и кобальт также слабо аккумулируются видами сообществ, содержание этих ТМ ниже ОДК. Мышьяк – техногенный элемент, однако видов-индикаторов и накопителей этого ТМ в описанных сообществах не обнаружено.

Значительной накопительной способностью ($K_n > 1$) растения обладают по отношению к марганцу и железу как биогенным ТМ, наблюдается взаимосвязь между аккумуляцией этих элементов. Стронций, никель, марганец как подвижные элементы, легко мигрируют из почвы в подземные органы растений, отсюда – в вегетативную сферу, где и аккумулируются, что в целом отражает приведенные в литературе данные [Булохов, 2014; Дайнеко, 2016]. Также хорошо накапливаются биомассой видов-доминантов цинк и медь, однако в почве эти ТМ мигрируют слабо. Растения со значительной сухой и сырой биомассой в ценозах накапливают наибольшее число ТМ. Доминанты сообщества ассоциации *Artemisia vulgaris* накапливают значительное число ТМ, особенно медь и марганец, сообщества ассоциации *Artemisia campestris-Tanacetum vulgaris* – марганец и железо, сообщества ассоциации *Helichryso arenaris-Artemisietum campestris* – цинк и медь, сообщество *Oenothera biennis* – железо. Аккумуляция ТМ растениями этих ценозов обусловлена их произрастанием на сухих почвах, что повышает подвижность стронция, свинца, никеля, железа, марганца, хрома.

Таблица 5 – Коэффициенты накопления (Кн) элементов группы тяжелых металлов сообществ сеgetальной и рудеральной растительности на территории Брянской области

ТМ	Сообщества сеgetальной 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 сеgetальной и рудеральной растительности.

Класс Chenopodieta: 1 acc. Galinsogatum parviflorae, 2 acc. Echinochloetum crusgali, 3 сообщество Matricaria perforata, 4 сообщество Chenopodium album, 5 сообщество Tusilago farfara. Класс Secalicatea: 6 acc. Agrostio gigantae-Agropyretum repentis. Класс Artemisietea vulgaris: 7 сообщество Artemisia vulgaris, 8 сообщество Oenathera biennis, 9 acc. Artemisio campestris- Tanacetum vulgaris. Класс Sedo-Scleranthetea Вг.-ВІ. 1955, 10 acc. Erigero annuis-Artemisietum campestris nov. prov., 11 acc. Helychriso arenaris- Artemisietum campestris nov. prov.

Таким образом, полученные сведения – это 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.

Диагностика первичных показателей почв в агроэкологическом мониторинге – приоритетная задача, которая позволит планировать и осуществлять долгосрочные работы по диагностике антропогенного влияния на луговые экосистемы в староосвоенном регионе – Брянской области, где пастбищное луговое хозяйство составляет основу реализации программ импортозамещения в животноводстве. В почвенно-экологическом мониторинге основу создания баз агромониторинговых данных составляют показатели ранней диагностики развития негативных процессов преобразования почв, касающихся в основном биотической составляющей почв – микробо- и альцеенозов. Для региона интенсивного земледелия и мясомолочного животноводства актуальна диагностика базового систематического состава почвенных альгосинузий для оценки последующей трансформации в ходе выпаса луговых сообществ.

Впервые обобщены данные по эколого-биологическим характеристикам почвенной альгофлоры (видовой состав, обилие, жизненные формы) для пойменных

и суходольных лугов как основы первичных контролируемых биотических параметров агроэкологического мониторинга на хозяйственно-ценных лугах поймы реки Десны в Брянской области. Альгоиндикационная формула жизненных форм – показатель степени стрессового фактора нарушения экосистем, связанных, прежде всего, с механическими преобразованиями верхнего слоя почвы, которое на естественных лугах отсутствует.

Характеристики альгофлоры рассматривали в луговых сообществах, сформированных в различных участках речной поймы и условиях увлажнения. К группе низинных (болотных) лугов принадлежат сообщества ассоциации *Lysimachio vulgaris–Filipenduletum ulmariae* Balátová-Tuláčková 1978, к группе пойменных лугов – долгопоёмных – сообщества ассоциаций *Heracleo sibirici–Alopecuretum pratensis* Bulokhov 1990, *Poo palustris–Alopecuretum pratensis* Shelyag-Sosonko et al. 1987, к суходольным лугам – сообщества ассоциации *Anthoxantho–Agrostietum tenuis* Sill. 1933 em. Jurko 1969. Агроэкологические характеристики естественных лугов приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Характеристика травостоя, типа кормовых угодий и экологических факторов на естественных лугах подесенья

Сообщества ассоциаций	Характеристика экологических условий синтаксонов и почв	Продуктивность ц/га *	Тип кормовых угодий
<i>Lysimachio vulgaris–Filipenduletum ulmariae</i>	на пойменных дерново-глеевых суглинистых почвах, сырых (В=7,8), слабокислых (К=5,4), средне богатых азотом (N=5,7)	<u>17,0-20,6</u> 18,9±1,2	Вязолистнолабазниковый тип, подгруппа Злаковых и разнотравно-мелкозлаковых лугов
<i>Heracleo sibirici–Alopecuretum pratensis</i>	дерновых зернистых глееватых и глеевых суглинистых почвах, на свежих и влажных (В=4,9), слабокислых (К=5,9), умеренно обеспеченных азотом (N=4,9)	<u>23,9-31,5</u> 25,8±1,8	Борщевиково-луговолисохвостовый тип, подгруппа Влажных и сыроватых лугов
<i>Poo palustris–Alopecuretum pratensis</i>	на влажных и сырых пойменных слоистых и слоисто-зернистых глеевых легко- и среднесуглинистых влажных почвах (В=6,9), нейтральных (К=6,2), средне богатых азотом (N=5,5)	<u>20,1-39,5</u> 28,3±2,3	Вязолистнолабазниково-красноовсянищевый тип, подгруппа Злаково-разнотравных с примесью бобовых лугов
<i>Anthoxantho–Agrostietum tenuis</i>	на комплексе овражно-балочных почв – слабоподзоленных песчаных и супесчаных почвах, сухих (В=4,0), среднекислых (К=4,2), умеренно или бедных азотом (N=4,2)	<u>8,4 -11,5</u> 9,1±0,9	Душистоколосково-тонкополевищный тип, подгруппа Разнотравно-мелкотравных сухих и свежих лугов

Примечание. * Продуктивность указана: в числителе min-max, в знаменателе – среднее значение (M±m)

Почвенная альгофлора достаточно разнообразна и представлена 33 видами, которые упоминаются и при характеристике альгофлористического состава лугов других территорий (табл. 7).

Таблица 7 – Показатели видового состава альгосинузий в луговых почвах в зависимости от экологических факторов почвенной среды

Показатели таксономической структуры	Сообщества ассоциаций			
	1**	2	3	4
Ота. <i>Cyanophyta</i> Поп. <i>Nostocales</i>				
<i>Anabaena sphaerica</i> Born.et Flah Bornet & Flahault	0,1		0,1	0,2
<i>Cylindrospermum muscicola</i> Kutz. ex Bornet et Flahault	0,2	0,2	0,1	0,2
<i>C. catenatum</i> Ralfs ex Bornet et Flahault	0,1	0,2	0,1	0,1
<i>Dolichospermum spiroides</i> (Klebhan) Wacklin, L. Hoffmann & Komárek	0,1	0,1	0,1	0,2
<i>Nostoc commune</i> Vaucher ex Bornet et Flahault	0,1	0,1	0,1	0,2
<i>N. microscopicum</i> Carmichael ex Bornet et Flahault	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>N. linkia</i> Bornet ex Bornet et Flahault	0,1	0,1	0,1	
<i>Stigonema minutum</i> Hassall ex Bornet et Flahault	0,1	0,2	0,1	
<i>Trichormus variabilis</i> (Kütz. Ex Bornet et Flahault) Komárek et Anagnostidis	0,1	0,2	0,1	0,2
Поп. <i>Chroococcales</i>				
<i>Gloeocapsopsis magma</i> (Brébisson) Komárek et Anagnostidis ex Komárek	0,3 SD	0,3	0,3 SD	0,3 SD
<i>Chroococcus turgidus</i> (Kützing) Nägeli	0,2	0,2	0,2	0,2
Поп. <i>Synechococcales</i>				
<i>Cyanobium bacillare</i> (Butcher) Komárek, Kopeck & Cepák	0,1	0,2	0,1	0,2
<i>Pseudanabaena catenata</i> Lauterborn		0,1		
Поп. <i>Oscillatoriales</i>				
<i>Microcoleus nusautumnalis</i> (Gomont) Strunecky, Komárek et J. R. Johansen				0,1
<i>M. vaginatus</i> Gomont ex Gomont	0,1	0,1	0,1	
<i>Phormidesmis molle</i> (Gomont) Turicchia, Ventura, Komárková et Komárek				0,1
<i>Geitlerinema splendidum</i> (Greville ex Gomont) Anagnostidis	0,1	0,1	0,1	0,1
Ота. <i>Chlorophyta</i> Поп. <i>Chlamydomonadales</i>				
<i>Chlorococcum</i> sp. <u>Meneghini</u>	0,3	0,1	0,2	0,1
<i>Protosifon botrioides</i> (Kützing) Klebs				
<i>Sphaerellopsis aulata</i> (Pascher) Gerloff	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Tetracoccus</i> West & J.Roy	0,1	0,1	0,1	0,2
Поп. <i>Chlorococcales</i>				
<i>Chroococcus turgidus</i> (Kützing) Nägeli	0,2	0,2	0,2	0,2

Пор. <i>Chlorellales</i>				
<i>Chlorella</i> sp. M.Beijerinck	0,1	0,1	0,1	0,1
Пор. <i>Prasiolales</i>				
<i>Desmococcus olivaceus</i> (Persoon ex Acharius) J.R.Laundon	0,1	0,2	0,1	0,2
Пор. <i>Sphaeropleales</i>				
<i>Desmodesmus communis</i> (E.Hegewald) E.Hegewald			0,1	0,1
Отд. <i>Xanthophyta</i> Пор. <i>Mischococcales</i>				
<i>Pleurochloris imitans</i> Pascher	0,3 SD	0,3	0,3 SD	0,1
Пор. <i>Eustigmatales</i>				
<i>Eustigmatos magnus</i> (J. B. Petersen) D. J. Hibberd	0,2	0,2	0,1	0,2
Пор. <i>Tribonematales</i>				
<i>Heterococcus caespitosus</i> Visch.	0,3 SD	0,4 SD	0,4 D	0,3 SD
Отд. <i>Bacillariophyta</i> , Пор. <i>Bacillariales</i>				
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenb.) Grunow	0,2	0,3	0,1	0,2
Пор. <i>Naviculales</i>				
<i>Luticola mutica</i> (Kütz.) D. G. Mann	0,1	0,2	0,3	0,3 SD
<i>Mayamaea atomus</i> (Kützing) Lange-Bertalot	0,1	0,1	0,1	0,2
<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenb.	0,1	0,1	0,1	0,2
Отдел <i>Charophyta</i> Пор. <i>Zygnematales</i>				
<i>Cylindrocystis brebissonii</i> (Ralfs) De Bary	0,4 D	0,5 D *	0,4 D	0,4 D
Тип <i>Euglenophyta</i>				
<i>Euglena viridis</i> (Müll.) Ehr.	0,1	0,1	0,1	0,1
Общее число видов	29	29	30	29

Примечание. * D – доминантные виды, SD – субдоминантные виды. Выделены на основе коэффициентов эколого-ценотической значимости.

** Сообщества ассоциаций: 1 – *Lysimachio vulgaris-Filipenduletum ulmariae* Balátová-Tuláčková 1978, 2 – *Heracleo sibirici-Alopecuretum pratensis* Bulokhov 1990, 3 – *Poo palustris-Alopecuretum pratensis* Shelyag-Sosonko et al. 1987, 4 – *Anthoxantho-Agrostietum tenuis* Sill. 1933 em. Jurko 1969

Почвенные альгосинузии имеют среднее число видов – 29, различия в числе видов водорослей в различных почвенных пробах статистически недостоверны ($t < t_{пр}$).

Все пробы луговых почв отличаются стойким преобладанием водорослей отдела *Cyanophyta* и *Chlorophyta* для пойменных лугов с разной степенью увлажнения – от заливаемых до долгопоёмных, в других альгосинузиях представители отдела *Bacillariophyta* – для почв суходольных лугов выступают субдоминантными видами. Второе место по участию видов в формировании альгосинузий занимает отдел *Xanthophyta*. Во всех пробах присутствуют представители харовых водорослей и эвгленовые водоросли (1 вид). Так как в общий список вносились все виды, обнаруженные при сукцессионных сменах на стёклах обрастания, число водорослей пополнился представителями отдела диатомовых водорослей, встречающихся на ранних этапах обрастания и наблюдений. Выявленный видовой состав почвенных

водорослей определяется совокупностью экологических факторов почвенного покрова лугов, формирующихся в различных условиях увлажнения, в том числе кислотности, содержания азота. Эти показатели почвенной альгобиоты рекомендованы для агроэкологических мониторинговых исследований при длительной эксплуатации лугов при выпасе, они выступают показателями ранней диагностики развития негативных процессов, так как может изменяться состав видов-доминантов и альгоиндикационная формула экологического состава. В момент исследования определено отсутствие негативных воздействий на структуру, плодородие почв пойменных и суходольных лугов.

Формула систематического состава по участкам следующая (табл. 8).

Таблица 8 – Систематический состав водорослей по ключевым участкам на лугах

Ассоциации	1**	2	3	4
Число видов по отделам	*Cl ₆ C ₁₄ X ₃ B ₄ Ch ₁ E ₁	Cl ₆ C ₁₄ X ₃ B ₄ Ch ₁ E ₁	Cl ₇ C ₁₄ X ₃ B ₄ Ch ₁ E ₁	Cl ₇ C ₁₃ X ₃ B ₄ Ch ₁ E ₁

Примечание. ** Обозначения сообществ ассоциаций как в таблице 2.

Условные обозначения: Cl – отдел Chlorophyta, C – Cyanophyta, X – Xanthophyta, B – Bacillariophyta, Ch – Charophyta, E – тип Euglenophyta. Индексами указано число видов водорослей каждого отдела

Экологический состав альгогруппировок оценивали по набору жизненных форм. Для участков на лугах он следующий (табл. 9).

В почве всех точек отбора проб на лугах преобладают водоросли C- и Ch-формы – в среднем от 8 до 10 видов. Во всех пробах зарегистрированы P- и N-формы. Наименьшим числом видов представлена X-форма. Спектр жизненных форм альгосинузий специфичен: появляются P-формы видов, заселяющих почвы с нарушениями верхнего горизонта. На лугах такие изменения целостности почвенного покрова обусловлены в основном деятельностью роющих животных, так как стравливания травостоя пасущимися животными не установлено. Присутствуют виды, у которых интенсивно протекает азотфиксация – это представители N-формы: виды рода *Nostoc*. Открытые участки также заселяют виды с B-жизненными формами, обитающие вблизи других видов, по числу видов они уступают видам X- и H-формы.

Таблица 9 – Экологический состав альгогруппировок по ключевым участкам

Ассоциации	1**	2	3	4
Число видов по отделам	*CCh(NP)XNB	CCh(NP)XNB	CCh(NP)XNB	CCh(NP)XNB

Примечание. ** Обозначения сообществ ассоциаций как в таблице 2.

* Условные обозначения: жизненные формы водорослей Ch– форма, C– форма, X– форма, B– форма, N– форма, P– форма, H– форма

Специфичен набор доминантных и субдоминантных форм в почвенных пробах этих участков: вид *Cylindrocystis brebissonii* (отдел *Charophyta*, доминант на всех группах лугов) и *Heterococcus caespitosus* (отдел *Xanthophyta* доминант в почвах сообществ ассоциации ***Poo palustris–Alopecuretum pratensis*** Shelyag-Sosonko et al. 1987). Субдоминантные виды принадлежат к отделу *Xanthophyta*: вид *Heterococcus caespitosus* (на поёмных и суходольных лугах) и *Pleurochloris imitans* (в почвах сообществ ассоциации ***Lysimachiovulgaris–Filipenduletumulmariae*** Balátová-Tuláčková 1978, и ***Poo palustris–Alopecuretum pratensis*** Shelyag-Sosonko et al. 1987), *Gloeocapsopsis magma*, отдел *Chlorophyta* (в почвах сообществ ассоциации ***Lysimachiovulgaris–Filipenduletumulmariae*** Balátová-Tuláčková 1978 и ***Anthoxantho–Agrostietum tenuis*** Sill. 1933 em. Jurko 1969). Виды рода *Nostoc*, *Anabaena*, *Cylindrospermum* присутствуют как индикаторы интенсивной азотфиксации в почвах всех типов лугов. Диатомовые водоросли наряду с *Desmococcus olivaceus* в первый месяц экспозиции стёкол обрастания создавали фон, выступая субдоминантными видами.

При химической мелиорации почв и внесения препарата Ковелос Рост общие показатели систематического состава альгосинузий остались неизменными. При определении доминантных и субдоминантных видов выявлены изменения, которые обусловлены, видимо, обогащением почвы соединениями кремния, легкодоступными для растений. Так, субдоминанты во всех почвенных образцах – *Dolichospermum spiroides*, *Trichormus variabilis*, *Cylindrospermum muscicola*, для почв сообществ ассоциации ***Poo palustris–Alopecuretum pratensis*** Shelyag-Sosonko et al. 1987 и вид *Nostoc commune*.

Наряду с видами-доминантами отдела *Cyanophyta* такие виды как *Pleurochloris imitans*, *Eustigmatos magnus* (отдел *Xanthophyta*) – составляют доминантные формы в почвах под всеми луговыми ценозами. Среди субдоминантных видов акцент сместился в сторону представителей отдела *Cyanophyta* – *Nostoc commune*, *Cylindrospermum muscicola* (в почвах сообществ ассоциаций ***Poo palustris–Alopecuretum pratensis*** и ***Anthoxantho–Agrostietum tenuis***) что свидетельствует об интенсивных процессах азотфиксации. Как сопутствующий показатель выявлено увеличение продуктивности травостоя на суходольном лугу (различия статистически достоверно).

Таким образом, впервые для луговых сообществ подесенья (в пределах Брянской области) выявлен видовой состав водорослей почвенных альгосинузий, который сформировался под влиянием абиотических почвенных факторов на лугах с различной степенью увлажнения, который определяется естественными условиями формирования биотопа лугов, установленных по оптимальным индикационным шкалам Г. Элленберга: влажностью, кислотностью почвы и содержанием азота. Выявлены почвенные альгоиндикационные показатели в фоновом мониторинге: видовой состав из 33 видов, 14 порядков и шести отделов, систематические и экологические альгоиндикационные формулы. Численный видовой состав почвенных альгосинузий для четырёх сообществ ассоциаций лугов не различается, доминируют виды отделов *Cyanophyta*, *Chlorophyta*. Виды отдела *Xanthophyta* могут служить индикаторами малонарушенных сообществ, а также естественных факторов биотопа.

Установлено, что внесение синтетического химического мелиоранта – аморфного диоксида кремния (Ковелос Рост) преобразовало видовой состав до-

минантных и субдоминантных форм, вызвало появление водорослей, способных к азотфиксации – *Dolichospermum spiroides*, *Trichormus variabilis*, *Cylindrospermum muscicola*, *Nostoc commune*, которые косвенно указывают на ускорение сопутствующих процессов азотфиксации. Таксономический состав почвенных альгосинузий при внешнем воздействии (химической мелиорации) не изменился.

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

Увеличение количества получаемых грубых и сочных кормов напрямую связано с повышением продуктивности естественных кормовых угодий. Продуктивность естественных кормовых угодий, как правило, невысока. Использование минеральных удобрений в различных дозах и сочетание их с обработкой почвы (коренное или поверхностное улучшение) естественным образом отражается на качестве урожая.

Как показывают результаты, полученные в наших опытах, применение минеральных удобрений позволило повысить урожайность зелёной 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 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 (табл. 10).

Достоверно подтверждается, что применение азотного удобрения в составе НРК продуктивность травостоев на фоне проводимых агротехнических приёмов, обеспечивает прибавку. Повышение урожайности зелёной массы от азотного удобрения в среднем составила 4 т/га, а по фону поверхностной обработки почвы – 5,5 т/га («Приложение С-Н»).

Таблица 10 - Урожайность зелёной 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 среднем	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

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. 11-13).

Таблица 11 – Урожайность зеленой массы многолетних трав второго укоса, т/га (2017-2019 гг.)

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

Самая высокая продуктивность травосмесей второго укоса отмечены при внесении азотного удобрения в составе минерального удобрения (NK). Так, применение азотного удобрения в дозе N_{90} совместно с калийными удобрениями K_{90} - K_{150} содействовало увеличению урожайности травосмесей во втором укосе с 11,8 до 20,7 т/га, а при поверхностном улучшении с 19,7 до 27,8 т/га. Необходимо отметить, что прибавки азота достигла уровня 3 т/га, а при поверхностном улучшении 5,1 т/га.

Продуктивность травостоев многолетних трав суммарно за два укоса за годы проведения исследований в контрольном варианте при внесении минеральных удобрений составила – 8,4 т/га, по фону поверхностной обработки дернины составила 19,4 т/га, различия статистически не достоверны.

Таблица 12 – 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 среднем	к контролю	от азота	от калия	2017 г.	2018 г.	2019 г.	в среднем	к контролю	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

Урожайность сена 1-го укоса многолетних трав в контроле в среднем за годы исследований составила на естественном травостое 4,5 т/га, на фоне поверхностного улучшения 2,8 т/га. Применение фосфорно-калийного удобрения увеличивало урожайность сена многолетних трав по сравнению с контролем. Азот в составе полного минерального удобрения оказывал положительное влияние на продуктивность травостоя. Применение калийного удобрения также способствовало росту урожайности многолетних трав.

Таблица 13 - Урожайность сена многолетних трав второго укоса, т/га (2017-2019 гг.)

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	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

Как на естественном травостое, так и при поверхностном улучшении самая высокая урожайность сена 1-го укоса получена на варианте N₉₀P₆₀K₁₅₀ – 7,7 и 9,2 т/га соответственно.

Самая низкая урожайность сена многолетних трав второго укоса получена в контрольном варианте по всем изучаемым фонам была на одном уровне (7,2 – 10,6 ц/га).

Так же, как и в первом укосе, внесение минеральных удобрений увеличивало урожайность сена многолетних трав. Во всех удобренных вариантах урожайность травосмесей была достаточно высокой.

Самые высокие показатели урожайности сена второго укоса отмечены в варианте $N_{90}P_{60}K_{150}$ на обоих изучаемых фонах.

Первым показателем эффективности сельскохозяйственных мероприятий при оптимизации структуры лугов является урожайность травостоя. Сопутствующими критериями урожайности выступают биохимические показатели сена (травостоя на сырую биомассу): сырой протеин, содержание азота, каротина и других компонентов.

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. 14).

Таблица 14 - Содержание сырого протеина в сене многолетних трав, % (2017 - 2019 гг.)

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
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

При применении фосфорных и калийных удобрений в дозе $P_{60}K_{90}$ отмечено увеличение содержания сырого протеина в сене злаковых многолетних трав по фону поверхностного улучшения луга до 11,77% относительно контроля.

Внесение азотного удобрения N_{90} в составе $P_{60}K_{120}$ повышало содержание сырого белка в сене - 13,90 %, по фону поверхностной обработки почвы до 13,58 %. Таким образом, применение азота на фоне фосфорно-калийного удобрения в условиях опыта позволило повысить белковость корма на фоне проводимых агротехнических приемов на 4,73-5,39 % соответственно.

При внесении калийных удобрений в дозах K_{120} и K_{150} в составе $N_{90}P_{60}$ так же отмечено повышение белковости корма.

Анализ, проведенных защитных мероприятий на содержание сырого протеи-

на в сене многолетних трав первого укоса показал высокую эффективность азотного удобрения в условиях опыта.

Наиболее высокая белковость корма сена первого укоса на фоне обработки почвы получена при применении полного минерального удобрения в дозе $N_{90}P_{60}K_{150}$, оно составило соответственно при поверхностной обработке дернины 14,77%.

В среднем за годы опыта в сене злаковых трав второго укоса в контрольном варианте содержание сырого белка составило 8,53%, на фоне поверхностного улучшения (дискования) дернины – 9,25%. Калийные удобрения, внесенные в дозе 90 кг/га д.в. способствовали повышению содержания сырого белка в сене мятликовых трав при поверхностной обработке дернины по сравнению с контролем на 1,7%.

Калийные удобрения K_{120} и K_{150} , внесенные совместно с N_{90} повышали содержание сырого белка в сене злаковых трав при поверхностной обработке почвы до 13,77 и 14,04%.

Наиболее высокое содержание сырого белка в условиях опыта в сене во втором укосе в среднем обеспечило применение $N_{90}K_{150}$. (табл. 15).

Таблица 15 - 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
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

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.

Фосфорно-калийное удобрение, внесенное в дозе $P_{60}K_{90}$, повышало содержание каротина в сене мятликовых трав относительно контроля и вида обработки дернины на 6,3-7,7 мг/кг. Внесение азотного удобрения N_{90} в дополнение к $P_{60}K_{90}$ также способствовало дальнейшему росту содержания каротина в естественном

травостое – 9,4 мг/кг и сеяной злаковой травосмеси – 7,7 мг/кг. От внесения калийных удобрений K_{120} и K_{150} в составе $N_{90}P_{60}$ содержание каротина в сене первого укоса мятликовых трав в естественном травостое повышалось – 27,6 и 29,3 мг/кг и сеяной злаковой травосмеси на 30,5 и 30,6 мг/кг (табл. 15).

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.

Азотное удобрение N_{90} при совместном применении с калийным K_{90} стимулировало повышение содержания каротина в сене второго укоса мятликовых трав естественного травостоя – на 14,4 мг/кг, при поверхностном способе обработки почвы сеяной злаковой травосмеси в среднем на 12,9 мг/кг.

При внесении повышенной дозы калия K_{90} отмечалось повышение содержания каротина в корме естественного травостоя в среднем на 7,8 мг/кг, по фону поверхностной обработки дернины на 9,2 мг/га при $НСР_{05} = 0,8$ мг/кг.

Внесение калийного удобрения в дозах K_{120} и K_{150} совместно с N_{90} увеличивало содержание каротина в корме естественного травостоя – 29,7 – 30,5 мг/кг, по фону поверхностного улучшения до 28,6–31,4 мг/кг. Полученные прибавки различаются статистически недостоверно и проявились в форме тенденции к увеличению содержания каротина в корме.

Таким образом, 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.

Хотелось бы отметить, что среди большого количества элементов минерального питания, главная роль в обмене веществ принадлежит азоту. Этот элемент питания входит в состав одного из основного органического вещества – белка, что и определяет качество получаемой продукции. Определение содержания и накопления азота на отдельных этапах онтогенеза позволяет дать количественную характеристику нуждаемости растений в нем. Очень важно знать количество элементов питания для расчета питательной ценности продукции, а также выноса с урожаем и определения доз удобрений для восполнения данной статьи расхода питательных веществ. Так, на основе определения содержания и размеров потребления, например, азота по фазам вегетации устанавливают необходимость внесения этого элемента в виде подкормок.

Так, содержание азота в среднем за три года исследований по вариантам опыта изменялось в пределах 1,46 до 2,36%. В целом видно, что в сене многолетних трав существенной разницы по содержанию азота между способами обработки почвы не отмечено. Однако же последовательно возрастающие дозы минеральных удобрений способствовали повышению содержания азота в корме. Так, в естественном травостое концентрация азота в разрезе изучаемых вариантов варьировала в пределах от 1,46 до 2,3 %, при поверхностном улучшении (дискование) от 1,63 до 2,36 % (табл. 16).

При этом следует отметить, что азотное удобрение было определяющим фактором повышения концентрации азота в сене многолетних трав второго укоса.

Результаты проведенных лабораторно-аналитических исследований по изучению биохимического состава сена многолетних трав свидетельствуют о том, что

проводимые мероприятия, направленные на улучшение луговых сообществ, оказали относительно слабое влияние на изменение биохимического состава сена злаковых трав.

Таблица 16 - Содержание азота в сене многолетних трав, % (2017-2019 гг.)

Вариант		Естественный травостой				Сеяная злаковая травосмесь Поверхностное улучшение (дискование)			
		2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднее	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднее
первый укос									
1	контроль	1,35	1,56	1,47	1,46	1,66	1,61	1,64	1,63
2	P ₆₀ K ₉₀	1,68	1,84	1,67	1,73	1,86	1,90	1,88	1,88
3	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	1,97	1,77	1,91	1,88	1,96	2,00	1,99	1,98
4	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	2,12	2,33	2,20	2,2	2,11	2,19	2,17	2,15
5	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀	2,32	2,35	2,30	2,3	2,39	2,37	2,38	2,36
второй укос									
1	контроль	1,34	1,38	1,36	1,36	1,43	1,50	1,50	1,46
2	K ₉₀	1,66	1,64	1,68	1,66	1,79	1,80	1,65	1,75
3	N ₉₀ K ₉₀	1,64	1,78	1,84	1,75	2,00	2,18	1,96	2,04
4	N ₉₀ K ₁₂₀	1,81	1,89	1,91	1,87	2,18	2,21	2,21	2,2
5	N ₉₀ K ₁₅₀	2,04	1,96	1,99	1,99	2,20	2,31	2,22	2,24

Клетчатка – это основной энергетический компонент корма, который в основном обеспечивает нормализацию процесса пищеварения в организме животных. Оптимальное содержание клетчатки находится в пределах 22-27% в сухом веществе кормов для крупного рогатого скота. Сырой жир, включающий в себя жирорастворимые витамины является источником образования жирных кислот. В большинстве случаев содержание сырого жира в грубых кормах находится в пределах 4,0% [Алтунин, 1983; Чесалин, 2012]. Содержание сырой золы в сухом веществе грубых кормов определяется видовым составом кормовых растений. Содержание её составляет порядка 5,5-9,0%. К фракции безазотистых экстрактивных веществ относят органические вещества корма, не учтенные при определении в корме сырой клетчатки, сырого протеина, сырого жира, сырой золы (БЭВ) [Парахин, Петрова, 2006].

Результаты проведенных исследований показали, 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 (табл. 17).

Калийные удобрения при внесении их в возрастающих дозах в составе полного минерального удобрения увеличивали в сухом веществе корма показатели биохимического состава за исключением БЭВ. Достаточное повышение всех показателей биохимического состава можно отметить в среднем варианте с внесением N₆₀P₆₀K₉₀.

В первом укосе содержание сырой клетчатки в зависимости от мероприятий направленных на улучшение луговых сообществ 29,36-35,19%, сырой золы 5,88-7,09%, сырого жира 1,69-2,56%. Содержание БЭВ в корме варьировало в пределах 31,28-42,68%.

Таблица 17 – Биохимический состав сена многолетних злаковых трав

Вариант		Содержание, %				
		влажность	сырая клетчатка	сырая зола	сырой жир	БЭВ
Естественный травостой						
1	контроль	8,28	29,36	5,88	1,69	45,62
2	P ₆₀ K ₉₀	8,50	30,00	6,05	1,92	42,68
3	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	8,76	33,37	6,30	2,20	37,58
4	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	9,10	34,28	6,61	2,43	33,68
5	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀	9,32	35,19	7,09	2,56	31,28
Сеяная злаковая травосмесь						
1	контроль	8,55	31,58	6,02	1,81	41,79
2	K ₉₀	9,17	32,21	6,34	2,14	38,37
3	N ₉₀ K ₉₀	9,33	34,21	6,74	2,48	34,82
4	N ₉₀ K ₁₂₀	9,44	34,11	7,11	2,62	33,21
5	N ₉₀ K ₁₅₀	9,48	34,73	7,27	2,68	31,07

Отмеченные закономерности действия минеральных удобрений на изменение биохимических показателей сена многолетних трав во втором укосе, практически не отличалось от первого укоса многолетних трав. Минимальное значение содержания БЭВ в корме получено в варианте N₉₀K₁₅₀.

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

3.3.1. Анализ миграционных процессов радионуклидов в луговых сообществах естественного происхождения

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 использующихся в отгонно-пастбищном животноводстве, как сенокосные угодья, показал следующее.

Анализ почвенных образцов в луговых экосистемах выявил, что в гамма-спектрометрических спектрах присутствуют естественные радионуклиды ²²⁶Ra (семейство ²³⁸U); ²³²Th (семейство ²³²Th) и ⁴⁰K, основным фонообразующим выступает долгоживущий радиоизотоп ¹³⁷Cs, техногенного происхождения. В дальнейшем анализ проведен для удельной активности ¹³⁷Cs и ⁴⁰K. МЭД превышала контроль-

ные показатели в Жуковском районе Брянской области в Красногорском районе в 6,67 раз, в Злынковском районе – в 5,16 раза, в Клинцовском районе – в 5,65 раз. На серии пробных площадок первой группы в Красногорском районе УА ^{137}Cs в почвенных образцах ($5109,12 \pm 510,90$ Бк/кг) в 66,19 раз превышала контроль ($77,19 \pm 7,71$ Бк/кг); зафиксировано, УА ^{40}K ($148,30 \pm 14,83$ Бк/кг) в 3,04 раза ниже, чем в контроле ($451,24 \pm 45,12$ Бк/кг): $t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$, $P=99\%$. В Злынковском районе на ПП№3 УА ^{137}Cs почвенных образцов ($3953,49 \pm 395,33$ Бк/кг) оказалась в 51,22 раза выше, чем в Жуковском районе, контроле ($t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$, $P=99\%$). УА ^{40}K в почве на ПП№3 существенно ниже контроля – в 3,93 раза ($t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$, $P=99\%$). В Клинцовском районе на ПП№2 УА ^{137}Cs в почве ($4362,40 \pm 436,24$ Бк/кг) в 56,51 раза выше, чем в контроле ($t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$, $P=99\%$), УА ^{40}K – в 1,45 раза меньше контроля ($t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$, $P=99\%$).

Таким образом, в радиоактивно загрязненных насаждениях (Клинцовский, Красногорский, Злынковский районы) по сравнению с контролем (Жуковский район) МЭД увеличена примерно в 5,16-6,67 раз, УА ^{137}Cs превышена в 51,22-66,19 раз; УА ^{40}K в 1,41-3,93 раза ниже контроля.

Как показывают результаты проведенного исследования, луговые растения различных биологических видов, экологических групп, обитающие в сообществах различных синтаксонов, демонстрируют разную способность к аккумуляции радионуклидов, что подтверждают и другие авторы [Булохов и др., 2014].

Основные данные по содержанию радионуклидов цезия в сене лугов в зависимости от высоты скашиваемого травостоя, показаны в таблицах 14 – 15.

Удельная активность (УА) цезия в нижнем горизонте скашиваемого травостоя, в том числе и включающая элементы дернины (0-1 см) с почками возобновления злаков, велика. Накопление радионуклида в сене на ПП с высоким загрязнением почвы Красногорского, Клинцовского, Злынковского районов значительно: Кн от 2,14 до 1,01. В наибольшей степени накапливает ^{137}Cs травостой низинных (болотных) лугов – болшеманниковых, леснокамышовых, бекманиевых. Также накапливают ^{137}Cs в биомассе нижней части побегов и виды травостоя душистоколосково-тонкополевичных и щучково-тонкополевичных лугов, занимающих достаточно сухие местообитания, с умеренным содержанием азота. В биомассе лугов на ПП в Жуковском районе Брянской области (контроль) накопления радионуклида не зарегистрировано: Кн < 1 . Важно отметить, что в контроле (Жуковский район) наблюдалась такая же тенденция в накоплении ^{137}Cs в нижней части побегов травостоя лугов: в наибольшей степени в низинных и суходольных лугах (табл. 18).

Средние значения показателей УА ^{137}Cs в нижней части побегов травостоя лугов на загрязнённой территории в 172,75 раза превышает показатели в контроле (Жуковский район, $t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$, $P=99\%$). Наибольшая УА ^{137}Cs в травостое пятисантиметрового исследованного слоя выявлена для двулистничкового, болшеманниково, бекманиевого типов лугов. Фиторяд сообществ ассоциаций величины УА, Кп, Кн ^{137}Cs по мере уменьшения (слой 0-5 см): *Glycerietum maximae* Nowiński 1930 (*Scirpetum sylvatici* Ralski 1931) > *Agrostio stoloniferae*–*Beckmannietum eruciformis* Alexandrova 1989 > *Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931 > *Anthoxantho*–*Agrostietum tenuis* Sill. 1933 em. Jurko 1969 (*Lysimachio vulgaris*–

Filipenduletum ulmariae Balátová-Tuláčková 1978, Deschampsio–Agrostietum tenuis Sill. 1933 em. Jurko 1969) > Poo palustris–Alopecuretum pratensis Shelyag-Sosonko et al. 1987 > Fillpendulo ulmariae–Festucetum rubrae Bulokhov 1990 (Heracleo sibirici–Alopecuretum pratensis Bulokhov 1990).

Таблица 18 – Показатели радионуклидного загрязнения (^{137}Cs) травостоя луговых сообществ различных ассоциаций (0-5 см)

АЛС*	УА, Бк/кг	Кн	Кп, $\frac{\text{м}^2}{\text{кг}} \cdot 10^{-3}$	АЛС*	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. Acc. Glycerietum maximae Nowiński 1930. 2. Acc. Scirpetum sylvatici Ralski 1931. 3. Acc. Agrostio stoloniferae–Beckmannietum eruciformis Alexandrova 1989. 4. Acc. Lysimachio vulgaris–Filipenduletum ulmariae Balátová-Tuláčková 1978. 5. Acc. Phalaridetum arundinaceae Libbert 1931. 6. Acc. Poo palustris–Alopecuretum pratensis Shelyag-Sosonko et al. 1987. 7. Acc. Heracleo sibirici–Alopecuretum pratensis Bulokhov 1990. 8. Acc. Fillpendulo ulmariae–Festucetum rubrae Bulokhov 1990. 9. Acc. Anthoxantho–Agrostietum tenuis Sill. 1933 em. Jurko 1969. 10. Acc. Deschampsio–Agrostietum tenuis Sill. 1933 em. Jurko 1969.

Значения УА ^{137}Cs в средней части побегов скашиваемого травостоя меньше показателей, зарегистрированных в слое побеговой массы 0-5 см. Накопление радионуклида согласно рассчитанным Кн на всех ПП в трёх районах не происходит – Кн < 1. Наибольшие значения Кн рассчитаны для сообществ низинных (болотных) лугов – большеманниковых, леснокамышевых, двукисточниковых, бекманиевых (Кн от 0,98 до 0,74). На ПП лугов в Красногорском и Климовском районе средние части побегов травостоя характеризуются повышенным содержанием ^{137}Cs , средние значения УА ^{137}Cs превышает аналогичный показатель для травостоя на ПП Жуковского района (контроль) более чем 120 раз. Для биомассы травостоя на ПП в двух административных районах с высоким загрязнением почвы характерны наибольшие показатели накопления ^{137}Cs в сообществах низинных и суходольных лугов (Кн от 0,99 до 0,87). Характеристика фиторяда по содержанию и аккумуляции ^{137}Cs компонентами побега травостоя аналогична предыдущему описанию (табл. 19).

Таблица 19 – Показатели радионуклидного загрязнения (^{137}Cs) травостоя луговых сообществ различных ассоциаций (побеги 7-14 см, 16-25 см)

Часть побегов 7-14 см				Часть побегов 16-25 см			
АЛС*	УА, Бк/кг	Кн	Кп, $\frac{\text{м}^2}{\text{кг} \cdot 10^{-3}}$	АЛС*	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)							
1	5104,18±517,41	0,99	11,72±0,13	1	4211,11±390,46	0,82	7,62±0,09
2	5106,57±513,65	0,99	11,65±0,12	2	4054,34±3765,31	0,79	6,86±0,09
3	4982,83±468,28	0,98	10,88±0,11	3	4081,83±411,22	0,79	6,88±0,10
4	4996,94±459,69	0,98	10,73±0,11	4	3936,91±244,51	0,77	6,71±0,11
5	4557,08±455,70	0,89	10,66±0,11	5	3840,25±384,02	0,75	6,57±0,05
6	2381,83±248,18	0,47	8,53±0,10	6	1881,42±255,14	0,37	2,33±0,05
7	2379,72±280,0	0,46	797±0,11	7	1596,94±159,69	0,31	2,73±0,01
8	2239,70±223,97	0,44	8,12±0,11	8	1310,81±131,08	0,26	2,24±0,01
9	4848,39±484,83	0,95	9,45±0,10	9	2239,70±223,97	0,43	2,99±0,03
10	4870,09±420,09	0,95	9,34±0,10	10	2848,39±184,83	0,56	3,15±0,03
Клинцовский район, плотность загрязнения почвы, кБк/м ² (Ку/км ²) 544,53 (14,71)							
1	4047,80±404,78	0,93	9,18±0,08	1	3186,44±118,64	0,73	4,67±0,06
2	4030,65±423,06	0,92	9,18±0,07	2	3048,79±104,87	0,70	4,92±0,06
3	4004,14±370,41	0,92	9,11±0,07	3	3191,55±99,15	0,73	4,62±0,07
4	–	–	–	4	–	–	–
5	3928,36±312,83	0,90	9,41±0,09	5	3104,79±15,47	0,72	4,28±0,06
6	2788,94±318,89	0,64	8,56±0,08	6	1843,70±174,37	0,42	2,30±0,04
7	–	–	–	7	–	–	–
8	2384,69±208,46	0,55	8,16±0,04	8	2048,22±134,82	0,47	2,47±0,04
9	3774,80±217,48	0,87	8,99±0,07	9	2279,09±127,90	0,52	3,34±0,03
10	3783,43±208,34	0,87	8,92±0,03	10	2247,01±124,70	0,52	3,29±0,04
Злынковский район, загрязнения почвы, кБк/м ² (Ку/км ²) 434,94 (11,75)							
1	3641,23±364,12	0,92	4,56±0,05	1	2631,03±263,10	0,67	5,75±0,11
2	3419,51±1410,95	0,86	4,44±0,04	2	2603,02±260,30	0,66	5,68±0,10
3	3422,37±362,23	0,86	4,73±0,04	3	2265,12±126,51	0,57	4,90±0,09
4	–	–	–	4	–	–	–

Продолжение таблицы 19

5	3420,83±319,08	0,87	4,35±0,05	5	2171,47±117,14	0,55	4,69±0,09
6	2080,51±218,05	0,53	3,21±0,04	6	1775,43±211,54	0,45	3,56±0,10
7	2046,01±214,60	0,52	3,83±0,04	7	1788,07±198,80	0,45	3,27±0,09
8	2183,43±208,34	0,55	3,82±0,03	8	1935,12±193,51	0,49	3,75±0,09
9	2928,43±292,84	0,74	4,54±0,05	9	2543,71±164,37	0,64	5,48±0,09
10	2843,70±174,37	0,72	4,20±0,05	10	2360,92±116,09	0,60	5,36±0,10
Жуковский район, плотность загрязнения почвы, кБк/м ² (Ки/км ²) 11,04 (0,29)							
1	51,08±4,10	0,66	2,81±0,02	1	41,46±3,88	0,55	2,81±0,08
2	52,55±4,05	0,68	2,76±0,01	2	40,12±3,73	0,52	2,76±0,9
3	54,11±4,41	0,71	2,18±0,01	3	40,80±3,69	0,53	2,88±0,09
4	52,89±4,28	0,69	2,07±0,01	4	42,37±4,09	0,55	2,77±0,09
5	53,32±4,23	0,68	2,02±0,01	5	40,11±3,31	0,52	2,72±0,09
6	42,83±3,88	0,56	1,70±0,009	6	21,25±2,12	0,27	1,32±0,07
7	43,82±3,78	0,57	1,61±0,008	7	24,22±2,10	0,31	1,92±0,09
8	42,26±3,22	0,55	1,11±0,007	8	38,68±3,86	0,50	2,12±0,09
9	51,25±4,12	0,66	2,82±0,03	9	39,84±2,88	0,52	2,14±0,09
10	49,06±3,30	0,64	2,81±0,03	10	37,45±3,31	0,49	2,07±0,08

Примечание. * АЛС. Ассоциации луговых сообществ. Обозначения как в таблице 18.

Верхняя часть побегов травостоя лугов на всех исследованных ПП районов характеризуются наименьшими значениями УА ¹³⁷Cs. Значительного накопления радионуклида не зарегистрировано: на техногенно-загрязнённых почвах в Красногорском, Климовском, Злынковском районе: значения Кн изменяются от 0,82 до 0,42. Наибольшие показатели УА ¹³⁷Cs в верхней части побегов биомассы характерны для большеманниковых, бекманиевых, леснокамышовых типов лугов, эти значения превышают показатели для биомассы ПП Жуковского района (контроль) в 200 раз. Фиторяд по значениям УА, Кп и Кн аналогичен вышеописанным данным.

Таким образом, отмечено, что УА ¹³⁷Cs в образцах биомассы зависит от содержания радионуклида в почве: чем выше плотность загрязнения, тем выше УА ¹³⁷Cs, что неоднократно подтверждалось исследованиями в РФ и республике Беларусь. В местообитаниях низинных (болотных) лугов биомасса содержат наибольшее количество легкомигрирующего радионуклида, на втором месте – показатели УА в биомассе травостоя суходольных лугов, с умеренным и низким содержанием азота в почве и среднекислой реакцией среды. Ряд по убывающей УА ¹³⁷Cs представлен: низинные луга > суходольные луга > долгопоёмные (краткопоёмные) луга. Специфичность содержания ¹³⁷Cs в травостое лугов зависит от почвенных условий: зависит от положения луговых сообществ в мезорельефе, типа почвы, показателя увлажнения и кислотности почв.

Биомасса травостоя с нижними частями побегов (0-0,05 м) накапливает ¹³⁷Cs согласно рассчитанным Кн, остальные части – средняя и верхняя – содержат значительное количество радионуклида, но аккумулирует его слабо (все показатели Кн меньше 1,0). По содержанию ¹³⁷Cs биомасса лугов на техногенно-загрязнённых территориях районов Брянской области выше нормативов.

Таким образом, производство сена и выпас скота для производства продук-

ции животноводства на лугах этих территорий требует обязательного радиологического контроля и мониторинга.

В зависимости от содержания радионуклидов в травостое рекомендовано разрабатывать программу улучшения конкретного вида угодий. На лугах Жуковского района (контроль) тщательный радиоэкологический мониторинг может осуществляться только для оперативного контроля по показаниям, для базового или фоновоего мониторинга. Максимальное значение Кн для травостоя не превышает 2,14, что значительно ниже представленных другими авторами показателей (6,42) [Сапегин и др., 2011]: яркой накопительной способностью по отношению к ^{137}Cs травостой лугов сообществ исследованных растительных ассоциаций не обладает.

Итак, луга на техногенно-трансформированных местообитаниях в Брянской области – источник высококачественных ценных в пищевом отношении кормов, пастбища. Несмотря на значительный срок после техногенной катастрофы, уменьшения величины удельной активности радионуклидов вследствие частичного распада, миграции по вертикали в почве, аккумуляция загрязнителей растительной биомассой продолжается. Главный контролируемый показатель радиоэкологического мониторинга в луговых местообитаниях – УА ^{137}Cs , зависящий от плотности загрязнения почв, экологических условий в которых формируются разные виды лугов и типы кормовых угодий, положения лугов в мезорельефе. Исследованный радионуклид распределяется по высоте побега неравномерно: его наибольшее содержание зарегистрировано в горизонте до 0,05 м, наименьшее – в верхних частях побега и соцветиях.

Аккумуляция ^{137}Cs в травостое сериальных сообществ растительных ассоциаций лугов по убыванию представлена следующим рядом: *Glycerietum maximae* Nowiński 1930 (*Scirpetum sylvatici* Ralski 1931) > *Agrostio stoloniferae*–*Beckmannietum eruciformis* Alexandrova 1989 > *Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931 > *Anthoxantho*–*Agrostietum tenuis* Sill. 1933 em. Jurko 1969 (*Lysimachio vulgaris*–*Filipenduletum ulmariae* Balátová-Tuláčková 1978, *Deschampsio*–*Agrostietum tenuis* Sill. 1933 em. Jurko 1969) > *Poo palustris*–*Alopecuretum pratensis* Shelyag-Sosonko et al. 1987 > *Filipendulo ulmariae*–*Festucetum rubrae* Bulokhov 1990 (*Heracleo sibirici*–*Alopecuretum pratensis* Bulokhov 1990). Максимальной накопительной способностью характеризуются луговые сообщества с высокой влажностью почвы, пониженным содержанием азота и показателями рН. Содержание радионуклида в сене лугов загрязнённых территорий не отвечает требованиям норм радиационной безопасности.

При сравнительной характеристике интенсивности поступления ^{137}Cs в травостой лугов и биомассу лесных растений, выявлено превышение Кн для этого радионуклида в лесных видах. Сравнительно низкий Кн для луговых растений обусловлен различиями в физико-химических характеристиках почв сообществ: повышенным содержанием гумуса в луговых почвах, высокими показателями рН, наличием тонкодисперсных глинистых частиц, что отмечалось ранее и другими авторами [Булохов и др., 2010].

Показатели УА ^{137}Cs видоспецифичны: на изученных лугах наилучшие накопители радионуклида – гигрофитные и ксерофитные злаки, такие как *Glyceria maxima*, *Scirpus sylvaticus*, *Agrostis stolonifera*, *Phalaroides arundinacea*, *Deschampsia*

cespitosa, *Beckmannia eruciformis*, *Anthoxanthum odoratum*, *Agrostis tenuis*. Наибольшая УА ^{137}Cs биомассы видов-доминантов выявлена для ПП на лугах Красногорского района Брянской области.

Применение мелиорантов синтетической природы уменьшает скорость массопереноса цезия, так как изменяет химические показатели почв.

Важнейшая проблема на радиоактивно-загрязнённых территориях Брянской области в постчернобыльский период – проблема производства экологически безопасных кормов и обеспечения процесса получения животноводческой продукции [Богdevич, 2011; Фокин, 2011]. Дополнения в программу радиоэкологического мониторинга и контроля, направленные на оптимизацию сенокосов и пастбищ в луговых местообитаниях на техногенно-загрязнённых территориях включают следующие положения. В постоянном радиоэкологическом контроле нуждаются 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 программу реабилитации местообитаний и рекомендации по виду использования. Для всех лугов Красногорского, Клинецовского 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).

Для организации пастбищеоборота и получения сена желательно использовать пойменные луга (краткопоёмные), ввиду пониженной по сравнению с другими видами лугов, аккумуляции ^{137}Cs ; можно 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.

Обязательно контролировать выпас, не допускать полного стравливания травостоя (ниже 0,05 м 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 0,05-0,07 м от поверхности почвы, без затрагивания дернины, почек возобновления растений.

Сеяные луга на предмет накопления радионуклидов изучались в Дубровском, Жирятинском и Рогнединском районах Брянской области.

Показатели содержания радионуклидов в травостое, а также коэффициенты накопления и поглощения показаны в таблице 20.

В биомассе травостоя сеяных лугов на ПП в Брянской области (контроль) накопления радионуклида не зарегистрировано: $K_n < 1$. Наблюдается тенденция в накоплении ^{137}Cs в побеговой биомассе травостоя лугов: наибольшее содержание радионуклидов отмечено в нижних частях побегов. Значения УА ^{137}Cs в средней части побегов скашиваемого травостоя меньше показателей, зарегистрированных в слое побеговой массы 0-0,06 м. Наибольшие значения K_n рассчитаны для сообществ красноклеверно-лядвенцевого и ежесборового лугов.

Таблица 20 – Характеристики удельной активности и накопления радионуклидов в разных частях травостоя сеяных лугов в условиях отсутствия загрязнения

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

* **Примечание.** Обозначения, аналогичные таблице 18.

Значения УА радионуклида определены для видов-доминантов сеяных лугов во время основных укосов (таблица 21).

Таблица 21 – Результаты исследования удельная активность ¹³⁷Cs в биомассе доминантов сеяных лугов

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

* **Примечание.** Обозначения, аналогичные таблице 18.

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 проведённых исследований для долины р. Ипути в юго-западных районах области [Булохов, 2014].

Итак, сеяные многолетние луга на техногенно-трансформированных местообитаниях в Брянской области – также источник высококачественных ценных в пищевом отношении кормов, пастбища, что подтверждается сравнительной характеристикой с ранее проведёнными изысканиями по естественным лугам [Булохов, 2009, 2011, 2014; Природные ресурсы., 2007]. Главный контролируемый показатель радиоэкологического мониторинга в луговых местообитаниях – УА ^{137}Cs , зависящий от плотности загрязнения почв, экологических условий в которых формируются разные виды лугов и типы кормовых угодий, положения лугов в мезорельефе, находится в пределах нормативных показателей для травостоя сеяных лугов [Дайнеко, 2012]. Исследованный радионуклид распределяется по высоте побега неравномерно: его наибольшее содержание зарегистрировано в горизонте до 5 см, наименьшее – в верхних частях побега. В биомассе травостоя не наблюдается ярко выраженной аккумуляции ^{137}Cs : все Кн ниже 1,0. Таким образом, на изученных сеяных лугах староосвоенного региона тщательный радиоэкологический мониторинг может осуществляться только для оперативного контроля по показателям, для базового или фоновоего мониторинга.

Луговые экосистемы староосвоенного региона – Брянской области – формируют местообитания для ценных лекарственных видов флоры, использование которых в условиях сочетанного загрязнения требует мониторингового экоаналитического контроля, который входит в систему базовых данных при лугопользовании. Экотонный эффект в Брянской области обусловил наличие широкой ресурсной базы лекарственных видов: в мониторинговом списке их более 120, базовые сведения по ресурсным запасам, продуктивности и разнообразия которых известны с 1987 года; для 56 из них выявлены и закартированы промышленные заросли [Изучение и картирование запасов лекарственных растений ..., 1987; Шапурко, 2014]. Большая часть лекарственных растений произрастает на лугах различного происхождения (93 вида) и входит в состав зелёных кормов и сенажа, заготавливаемого для интенсивно развивающегося животноводства. Промышленный и индивидуальный сбор лекарственного растительного сырья до сих пор имеет важное экологическое и экономическое значение в староосвоенном регионе, особенно для личного использования, а также в ветеринарных целях [Егорова, 2010; Brekken A., Steinnes, 2004].

Образование и накопление в лекарственных растениях биологически активных веществ – динамический процесс в онтогенезе растения, который зависит от факторов среды (почвенной, наземно-воздушной), в том числе антропогенных, обусловлен видовыми особенностями растения. Негативное воздействие на качество заготавливаемого растительного сырья оказывает техногенное и сочетанное загрязнение ареала видов лекарственных растений: элементами группы тяжёлых металлов (ГМ) с высокой токсичностью, радионуклидами (РН) [Кабата, Кабата-Пендиас, 1989; Алексеев, 1987; Купеева, 2014]. Лекарственные растения, служащие сырьем для производства лекарственных средств, требует особого экологи-

химического контроля, так как благодаря кумулятивному эффекту произведённое лекарственное средство может нанести вред при использовании, а также оказать негативное влияние через пищевые цепи. Поэтому актуальной проблемой является оценка уровня содержания ТМ, радионуклидов в лекарственном растительном сырье, накопительная способность в зависимости от местообитаний растений и сопутствующих факторов [Van der Ent A., Baker et al., 2013; Ryzhakova N. K., Babeshina et al., 2017]. Для ведения экомониторинговых баз оценены накопительные особенности видов луговых лекарственных растений химическими и физическими загрязнителями в Среднем Подесенье, представлена эколого-биохимическая и радионуклидная оценка лекарственного растительного сырья на лугах с различным уровнем техногенной и радиационной нагрузки.

Исследовались фоновые и виды, для которых выявлены промышленные заросли: клевер луговой (*Trifolium pratense* L.), цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus* L.), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*); тимьян ползучий (*Thymus serpyllum* L.); пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare* L.); донник лекарственный (*Melilotus officinalis*); лабазник обыкновенный (*Filipendula vulgaris* Moench), аир болотный (*Acorus calamus* L.), цмин песчаный (*Helichrysum arenarium* (L.) Moench), репяшок обыкновенный (*Agrimonia eupatoria* L.), буквица лекарственная (*Betonica officinalis* (L.) Trevis.), черноголовка обыкновенная (*Prunella vulgaris* L.), чернокорень лекарственный (*Synoglossum officinale* L.) зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.), щавель конский (*Rumex confertus* Willd.), чемерица Лобеля (*Veratrum lobelianum* Bernh.) лапчатка прямостоячая (*Potentilla erecta* (L.) Raeusch.), вахта трёхлистная (*Menyanthes trifoliata* L.), душица обыкновенная (*Origanum vulgare* L.), очиток едкий (*Sedum acre* L.). Лекарственные виды растений изучались в местообитаниях с промышленными (возобновляемыми) запасами, в сообществах луговых ассоциаций: ***Agrostietum vinealis*, *Caricetum gracilis*, *Deschampsietum cespitosae*, *Deschampsio-Festucetum rubrae*, *Deschampsio-Poetum palustris*, *Poo palustris-Alopecuretum pratensis*, *Poo-Festucetum pratensis*, *Rorippa – Agrostietum*.**

Результатами многолетних исследований стали базы данных для оценки экологической безопасности лекарственного растительного сырья, которые использовались для выяснения роли луговых видов и миграционных процессов поллютантов химической и физико-химической природы.

Размах значений валовой концентрации ТМ в наземной биомассе луговых лекарственных растений в антропогенно-изменённых и эталонных экосистемах показан в таблице 22.

Таблица 22 – Валовая концентрация (мг/кг, $M \pm m$) тяжёлых металлов в лекарственном растительном сырье

ТМ	Нормальное содержание / токсическое*	***1	2	3	4	5	6
Sr	-	<u>**88,9±6,1</u> 105,15±9,3	<u>69,0±5,3</u> 97,5±6,1	<u>104,8±10,2</u> 174,3±10,2	<u>81,8±7,4</u> 103,5±6,9	<u>128,1 ±8,3</u> 236,4±12,9	<u>90,6±8,4</u> 182,3±8,1

Продолжение таблицы 22

Pb	2-14	$\frac{13,9 \pm 2,1}{29,2 \pm 3,5}$	$\frac{16,0 \pm 1,9}{33,5 \pm 2,7}$	$\frac{20,4 \pm 2,1}{37,2 \pm 2,7}$	$\frac{11,7 \pm 2,1}{23,5 \pm 2,9}$	$\frac{187,0 \pm 1,6}{29,4 \pm 3,1}$	$\frac{25,3 \pm 2,6}{36,2 \pm 3,2}$
As	0,2	$\frac{0,4}{1,7 \pm 0,6}$	$\frac{0,5}{1,5 \pm 0,3}$	$\frac{0,8}{1,9 \pm 0,2}$	$\frac{0,4}{2,5 \pm 0,3}$	$\frac{0,3}{2,7 \pm 0,4}$	$\frac{0,4}{2,3 \pm 0,3}$
Zn	25-250 / >400	$\frac{117,95 \pm 9,7}{196,4 \pm 15,2}$	$\frac{138,6 \pm 14,3}{224,5 \pm 16,2}$	$\frac{110,4 \pm 9,9}{197,6 \pm 16,3}$	$\frac{151,5 \pm 10,8}{225,7 \pm 21,1}$	$\frac{101,8 \pm 10,3}{187,4 \pm 13,7}$	$\frac{95,45 \pm 7,8}{183,6 \pm 18,7}$
Cu	6-15 / >20	$\frac{23,7 \pm 3,6}{36,7 \pm 2,6}$	$\frac{22,5 \pm 2,5}{39,5 \pm 3,1}$	$\frac{28,9 \pm 2,6}{39,2 \pm 2,7}$	$\frac{24,0 \pm 2,5}{41,4 \pm 2,9}$	$\frac{25,6 \pm 2,8}{39,5 \pm 2,8}$	$\frac{28,2 \pm 2,9}{42,4 \pm 3,4}$
Ni	0-8 / >80	$\frac{14,3 \pm 1,3}{22,1 \pm 1,7}$	$\frac{13,6 \pm 2,2}{24,2 \pm 1,4}$	$\frac{14,5 \pm 1,3}{19,8 \pm 1,1}$	$\frac{17,5 \pm 1,4}{26,6 \pm 1,8}$	$\frac{15,7 \pm 1,6}{22,7 \pm 1,5}$	$\frac{14,6 \pm 1,1}{27,1 \pm 1,8}$
Co	0-2	$\frac{0}{2,5}$	$\frac{0}{1,25}$	$\frac{0}{0,8}$	$\frac{0}{1,8}$	$\frac{0}{0,8}$	$\frac{0}{2,6}$
Fe	50-240	$\frac{227,3 \pm 13,6}{359,3 \pm 19,2}$	$\frac{254,85 \pm 17,6}{443,7 \pm 21,1}$	$\frac{215,2 \pm 15,7}{452,4 \pm 20,3}$	$\frac{256,2 \pm 16,4}{388,1 \pm 19,9}$	$\frac{280,35 \pm 18,9}{397,5 \pm 18,9}$	$\frac{235,05 \pm 14,2}{448,2 \pm 19,2}$
Mn	25-250 / >500	$\frac{136,3 \pm 10,1}{338,4 \pm 16,2}$	$\frac{192,95 \pm 12,6}{401,5 \pm 16,9}$	$\frac{173,9 \pm 12,2}{395,1 \pm 18,1}$	$\frac{141,8 \pm 11,5}{388,5 \pm 17,2}$	$\frac{179,45 \pm 11,2}{410,2 \pm 20,1}$	$\frac{203,85 \pm 12,7}{437,5 \pm 20,3}$
Cr	0-0,5	$\frac{12,3 \pm 2,2}{37,3 \pm 3,2}$	$\frac{14,1 \pm 2,4}{35,4 \pm 3,6}$	$\frac{16,1 \pm 2,7}{37,4 \pm 14,5}$	$\frac{14,6 \pm 2,0}{38,9 \pm 4,0}$	$\frac{12,9 \pm 1,9}{38,2 \pm 3,7}$	$\frac{13,6 \pm 2,2}{35,5 \pm 4,4}$
V	0	0	0	0	0	0	0
Ti	0	0	0	0	0	0	0

Примечание. * Валовое содержание ТМ указано по В.Б. Ильину (Ильин, 1991).

** в числителе указано минимальное содержание, в знаменателе – максимальное содержание. *** Виды растений: 1 *Cichorium intybus*, 2 *Achillea millefolium*, 3 *Thymus serpyllum* L., 4 *Tanacetum vulgare*, 5 *Melilotus officinalis*, 6 *Agrimonia eupatoria*.

Таблица 23 – Валовая концентрация (мг/кг, М± m) ТМ в лекарственном растительном сырье

ТМ	7	8	9	10	11	12	13
Sr	$\frac{**78,4 \pm 5,7}{195,3 \pm 12,3}$	$\frac{79,4 \pm 5,7}{211,8 \pm 13,6}$	$\frac{101,0 \pm 9,2}{275,1 \pm 18,5}$	$\frac{106,9 \pm 9,8}{226,4 \pm 18,7}$	$\frac{98,7 \pm 8,8}{221,3 \pm 20,9}$	$\frac{116,3 \pm 9,9}{22,2 \pm 3,19}$	$\frac{89,7 \pm 9,5}{286,7 \pm 19,8}$
Pb	$\frac{18,9 \pm 1,9}{30,1 \pm 2,2}$	$\frac{17,4 \pm 1,2}{34,1 \pm 2,8}$	$\frac{18,8 \pm 1,4}{28,4 \pm 2,4}$	$\frac{19,1 \pm 2,0}{33,5 \pm 2,7}$	$\frac{19,7 \pm 2,0}{30,9 \pm 3,1}$	$\frac{15,5 \pm 1,5}{35,5 \pm 3,1}$	$\frac{14,3 \pm 1,4}{31,5 \pm 3,3}$
As	$\frac{0,6}{2,1 \pm 0,7}$	$\frac{0,5}{1,4 \pm 0,6}$	$\frac{0,6}{1,3 \pm 0,6}$	$\frac{0,5}{1,8 \pm 0,6}$	$\frac{0,5}{1,5 \pm 0,6}$	$\frac{0,6}{1,9 \pm 0,4}$	$\frac{0,7}{1,5 \pm 0,5}$
Zn	$\frac{79,3 \pm 6,5}{156,3 \pm 13,2}$	$\frac{51,9 \pm 6,7}{193,5 \pm 12,7}$	$\frac{72,8 \pm 7,5}{191,4 \pm 16,6}$	$\frac{73,4 \pm 6,7}{201,4 \pm 15,8}$	$\frac{85,3 \pm 5,3}{172,4 \pm 16,1}$	$\frac{82,2 \pm 4,5}{201,8 \pm 19,9}$	$\frac{74,8 \pm 7,6}{176,7 \pm 18,3}$
Cu	$\frac{28,2 \pm 1,4}{31,4 \pm 2,4}$	$\frac{24,8 \pm 1,8}{34,5 \pm 2,7}$	$\frac{29,2 \pm 1,7}{41,6 \pm 3,4}$	$\frac{21,3 \pm 2,7}{39,7 \pm 2,9}$	$\frac{22,9 \pm 1,7}{43,1 \pm 2,9}$	$\frac{23,7 \pm 1,7}{39,5 \pm 2,9}$	$\frac{20,2 \pm 1,8}{40,8 \pm 2,9}$
Ni	$\frac{14,9 \pm 1,8}{20,1 \pm 1,8}$	$\frac{17,5 \pm 1,8}{24,0 \pm 1,6}$	$\frac{16,7 \pm 2,0}{19,1 \pm 1,9}$	$\frac{14,4 \pm 1,8}{23,3 \pm 1,6}$	$\frac{15,2 \pm 1,9}{22,7 \pm 1,4}$	$\frac{14,9 \pm 1,4}{24,1 \pm 1,5}$	$\frac{12,8 \pm 1,5}{20,7 \pm 1,5}$
Co	0	0	0	$\frac{0}{0,5}$	$\frac{0}{7}$	$\frac{0}{0,6}$	$\frac{0}{0,5}$
Fe	$\frac{283,1 \pm 18,7}{421,4 \pm 22,5}$	$\frac{292,9 \pm 16,3}{468,6 \pm 21,8}$	$\frac{280,3 \pm 14,7}{433,4 \pm 20,5}$	$\frac{295,9 \pm 18,7}{403,6 \pm 19,5}$	$\frac{227,6 \pm 19,3}{463,4 \pm 20,9}$	$\frac{214,5 \pm 17,8}{464,4 \pm 23,4}$	$\frac{293,2 \pm 19,6}{455,7 \pm 20,9}$
Mn	$\frac{193,9 \pm 17,2}{481,6 \pm 28,9}$	$\frac{211,3 \pm 15,2}{501,2 \pm 29,2}$	$\frac{203,9 \pm 17,4}{553,9 \pm 27,9}$	$\frac{189,9 \pm 15,2}{502,1 \pm 29,8}$	$\frac{233,9 \pm 19,1}{583,6 \pm 29,4}$	$\frac{218,4 \pm 19,7}{502,9 \pm 24,93}$	$\frac{183,4 \pm 18,6}{500,9 \pm 22,8}$

Продолжение таблицы 23

Cr	$\frac{12,1 \pm 1,7}{33,3 \pm 3,1}$	$\frac{10,5 \pm 1,2}{31,9 \pm 3,6}$	$\frac{13,3 \pm 1,2}{35,8 \pm 3,8}$	$\frac{15,6 \pm 1,3}{36,9 \pm 3,1}$	$\frac{14,8 \pm 1,3}{39,6 \pm 3,7}$	$\frac{12,6 \pm 1,2}{36,3 \pm 3,7}$	$\frac{19,2 \pm 1,6}{34,9 \pm 3,1}$
V	0	0	0	0	0	0	0
Ti	0	0	0	0	0	0	0
TМ	14	15	16	17	18	19	20
Sr	$\frac{103,4 \pm 7,8}{186,4 \pm 15,4}$	$\frac{92,9 \pm 7,8}{163,7 \pm 12,8}$	$\frac{98,1 \pm 7,3}{173,6 \pm 13,7}$	$\frac{94,3 \pm 7,7}{124,6 \pm 11,1}$	$\frac{90,7 \pm 8,5}{133,6 \pm 13,7}$	$\frac{98,3 \pm 7,4}{114,2 \pm 10,2}$	$\frac{88,7 \pm 7,3}{101,1 \pm 9,1}$
Pb	$\frac{19,0 \pm 1,2}{29,8 \pm 2,5}$	$\frac{18,4 \pm 1,6}{23,8 \pm 2,1}$	$\frac{20,7 \pm 1,7}{21,8 \pm 1,6}$	$\frac{12,6 \pm 1,3}{17,3 \pm 1,3}$	$\frac{11,3 \pm 1,1}{16,9 \pm 1,6}$	$\frac{18,4 \pm 1,2}{21,1 \pm 1,8}$	$\frac{11,1 \pm 1,1}{15,6 \pm 1,2}$
As	$\frac{0,7}{2,3 \pm 0,4}$	$\frac{0,2}{1,1 \pm 0,3}$	$\frac{0,2}{1,0 \pm 0,6}$	$\frac{0,4}{0,8 \pm 0,2}$	$\frac{0,3}{0,9 \pm 0,2}$	$\frac{0,3}{0,9 \pm 0,2}$	$\frac{0,5}{1,1 \pm 0,4}$
Zn	$\frac{88,7 \pm 6,7}{203,4 \pm 14,6}$	$\frac{69,3 \pm 5,2}{145,7 \pm 11,2}$	$\frac{67,8 \pm 6,1}{151,3 \pm 10,1}$	$\frac{46,5 \pm 3,8}{102,7 \pm 9,1}$	$\frac{41,8 \pm 4,3}{96,2 \pm 9,1}$	$\frac{52,2 \pm 3,3}{99,4 \pm 8,3}$	$\frac{44,8 \pm 3,2}{92,9 \pm 9,2}$
Cu	$\frac{25,4 \pm 1,2}{38,8 \pm 3,2}$	$\frac{23,1 \pm 1,1}{51,2 \pm 5,0}$	$\frac{23,1 \pm 1,5}{49,9 \pm 3,8}$	$\frac{22,7 \pm 2,0}{53,1 \pm 4,2}$	$\frac{21,6 \pm 2,2}{49,71 \pm 3,2}$	$\frac{28,7 \pm 1,9}{54,1 \pm 4,2}$	$\frac{22,2 \pm 1,2}{43,9 \pm 4,3}$
Ni	$\frac{12,4 \pm 1,04}{22,7 \pm 1,1}$	$\frac{12,3 \pm 1,3}{24,3 \pm 1,7}$	$\frac{18,2 \pm 1,4}{20,9 \pm 1,9}$	$\frac{8,1 \pm 0,9}{14,1 \pm 1,1}$	$\frac{7,4 \pm 1,3}{12,2 \pm 1,3}$	$\frac{11,9 \pm 1,1}{17,7 \pm 1,1}$	$\frac{7,9 \pm 1,5}{10,9 \pm 0,9}$
Co	$\frac{0}{0,6}$	$\frac{0}{0,9}$	$\frac{0}{0,8}$	$\frac{0}{0,9}$	$\frac{0}{0,9}$	$\frac{0}{0,8}$	$\frac{0}{0,9}$
Fe	$\frac{269,2 \pm 13,7}{409,1 \pm 20,3}$	$\frac{318,7 \pm 22,7}{629,4 \pm 32,7}$	$\frac{350,1 \pm 17,3}{605,7 \pm 33,1}$	$\frac{211,2 \pm 17,9}{389,5 \pm 20,9}$	$\frac{191,5 \pm 17,8}{408,3 \pm 24,1}$	$\frac{263,2 \pm 19,0}{474,3 \pm 26,7}$	$\frac{226,3 \pm 16,7}{439,8 \pm 21,1}$
Mn	$\frac{282,2 \pm 20,3}{505,1 \pm 21,9}$	$\frac{371,5 \pm 26,0}{602,4 \pm 26,7}$	$\frac{395,1 \pm 24,6}{633,8 \pm 58,9}$	$\frac{238,1 \pm 19,9}{455,9 \pm 21,9}$	$\frac{205,4 \pm 19,3}{419,3 \pm 28,8}$	$\frac{272,8 \pm 17,8}{487,2 \pm 26,6}$	$\frac{265,9 \pm 15,6}{429,9 \pm 22,8}$
Cr	$\frac{15,4 \pm 0,87}{29,5 \pm 3,0}$	$\frac{3,3 \pm 0,4}{12,3 \pm 1,1}$	$\frac{3,8 \pm 0,6}{15,3 \pm 2,2}$	$\frac{13,7 \pm 1,7}{23,7 \pm 1,6}$	$\frac{6,2 \pm 0,9}{14,1 \pm 1,2}$	$\frac{14,9 \pm 1,0}{20,4 \pm 1,9}$	$\frac{8,6 \pm 0,5}{17,7 \pm 1,2}$
V	0	0	0	0	0	0	0
Ti	0	0	0	0	0	0	0

Примечание. * Виды лекарственных растений. 7 *Trifolium pratense* L. 8 *Filipendula vulgaris* 9 *Betonica officinalis* 10 *Prunella vulgaris* 11 *Hypericum perforatum* 12 *Rumex confertus* 13 *Veratrum lobelianum* 14 *Origanum vulgare* 15 *Acorus calamus* 16 *Menyanthes trifoliata* 17 *Valeriana officinalis* 18 *Verbascum thapsus* 19 *Cynoglossum officinale* 20 *Polygonum hydropiper*.

** в числителе указано минимальное содержание, в знаменателе – максимальное содержание.

Приведенные данные в таблице 23 показывают, что валовое содержание ТМ – мышьяка, меди, никеля, железа, хрома – превышает предельно допустимые концентрации (указанную токсическую норму) у всех растений, кроме гидрофитных форм и однолетних видов. Концентрация кобальта в эталонных местообитаниях выше установленной нормы у цикория обыкновенного. Концентрация марганца превышает ПДК у *Origanum vulgare*, *Acorus calamus*, *Menyanthes trifoliata*, *Filipendula vulgaris*, *Stachys officinalis*, *Prunella vulgaris*, *Hypericum perforatum*, *Rumex confertus*, *Veratrum lobelianum* в луговых местообитаниях с антропогенной нагрузкой. Валовое содержание цинка находится в пределах нормативных значений у всех изученных видов лекарственных луговых растений. Валовая концентрация свинца, превышающая допустимую концентрацию, зарегистрирована в биомассе *Filipendula vulgaris*, *Prunella vulgaris*, *Rumex confertus*, *Achillea millefolium*, *Thymus serpyllum*, *Agrimonia eupatoria* в местообитани-

ях, изменённых антропогенной деятельностью. Токсическое содержание превышает по меди для всех анализируемых видов растений также в опытных условиях. Для гигрофитных и гидрофитных многолетних растений, обитающих в заболоченных (долгопоёмных) лугах – *Acorus calamus* и *Menyanthes trifoliata* – установлено повышенное содержание железа и марганца, пониженное – хрома. Для однолетних лекарственных видов выявлено минимальное валовое содержание цинка, никеля, свинца.

Ванадий и титан не обнаружен ни в одном из образцов исследованных лекарственных видов флоры луговых сообществ.

Обнаружены корреляционные зависимости содержания ТМ в биомассе растений: наиболее существенные взаимосвязи рассчитаны между Cu и Zn (от $r=0,61$ до $r=0,92$), Ni и Zn (от $r=0,57$ до $r=0,88$), Ni и Cu (от $r=0,57$ до $r=0,79$), Mn и Fe (от $r=0,83$ до $r=0,99$). Аналогичные закономерности были установлены для плодовых, масличных и лекарственных видов в Алании [9]. Для однолетних видов существенные взаимосвязи отмечены в накоплении биофильных элементов – Mn и Zn ($r=0,87$), Zn и Cu ($r=0,85$), Cu и Mn ($r=0,83$).

Слабые связи установлены для содержания Mn и As ($r=0,31$), Mn и Co ($r=0,22$), Zn и Ni ($r=0,30$).

Коэффициенты биологического поглощения (КБП) для ТМ отражены в таблице 24.

Таблица 24 – Коэффициенты биологического поглощения тяжёлых металлов растениями

ТМ	*Виды лекарственных растений						
	1	2	3	4	5	6	19
Sr	0,01	1,01	1,22	0,82	3,56	0,84	0,14
Pb	0,68	0,71	0,78	0,45	0,34	1,19	0,23
As	0,10	0,97	1,07	0,85	0,74	1,20	0
Zn	2,64	3,21	2,91	1,42	2,76	1,19	3,21
Cu	1,55	1,29	3,87	1,32	1,33	1,65	2,99
Ni	0,74	1,71	0,79	0,79	0,85	0,72	0,15
Co	0,60	0	0,66	0,14	0,52	0,60	0
Fe	0,25	0,43	0,44	0,27	0,29	0,29	0,27
Mn	0,34	1,37	0,65	0,16	0,13	0,51	1,31
Cr	0,80	0,71	0,61	0,73	0,84	0,71	0,12
V	0	0	0	0	0	0	0
Ti	0	0	0	0	0	0	0
ТМ	Виды лекарственных растений						
	7	8	9	10	11	12	20
Sr	0,03	0,06	0,40	0,30	0,90	0,60	0,98
Pb	0,30	0,43	0,53	0,21	0,26	0,80	0,38
As	0,50	0,10	0,46	0,75	0,37	0,46	0
Zn	2,90	5,43	2,33	2,65	2,89	2,47	2,38
Cu	2,51	2,72	2,45	3,44	3,51	3,42	3,93

Ni	0,45	0,65	0,42	0,42	0,27	0,35	0,26
Co	0	0	0	0	0	0,20	0
Fe	0,11	0,14	0,12	0,22	0,17	0,14	0,16
Mn	1,55	1,73	1,43	0,98	0,87	0,84	1,55
Cr	0,35	0,39	0,27	0,52	0,63	0,43	0,19
V	0	0	0	0	0	0	0
Ti	0	0	0	0	0	0	0
TM	Виды лекарственных растений						
	13	14	15	16	17	18	
Sr	0,50	0,91	0,29	0,41	0,98	0,84	
Pb	0,65	0,69	0,33	0,31	0,38	0,75	
As	0	0	0,07	0,03	0,05	0,21	
Zn	3,54	3,85	4,73	4,77	2,14	3,73	
Cu	1,84	1,39	2,25	2,01	2,53	2,63	
Ni	0,74	1,71	0,79	0,79	0,85	0,72	
Co	0	0	0	0	0	0,1	
Fe	0,11	0,18	0,21	0,16	0,19	0,15	
Mn	0,88	0,97	3,14	3,29	0,99	1,73	
Cr	0,31	0,15	0,22	0,41	0,14	0,17	
V	0	0	0	0	0	0	
Ti	0	0	0	0	0	0	

Примечание. *Наименования видов аналогичны таблице 21 и таблице 22.

Согласно шкале И.А. Авессаломовой (1987) [Авессаломова, 1987], к элементам сильного накопления в биомассе всех исследованных видов растений ($10 > \text{КБП} \geq 1$) относится медь и цинк, к элементам слабого накопления ($1 > \text{КБП} \geq 0,1$) – железо, мышьяк, свинец, титан, хром, ванадий. Подобные результаты были выявлены и для других видов растений с указанием, что железо, хром и другие ТМ накапливаются в основном в подземной биомассе лекарственных видов флоры [Baker, McGrath et al., 2000; Коломиец и др., 2020; Манторова, 2010; Поцепай, Анищенко, 2013; Verma, Gupta et al., 2013].

Марганец активно поглощается *Trifolium pratense*, *Filipendula vulgaris*, *Stachys officinalis*, *Achillea millefolium*, *Cynoglossum officinale*, *Acorus calamus*, *Menyanthes trifoliata*, *Helichrysum arenarium*, стронций и мышьяк – *Thymus serpyllum*, *Melilotus officinalis*, *Achillea millefolium*, свинец – *Agrimonia eupatoria*, никель – *Origanum vulgare*.

Ряды по накоплению цинка и меди могут быть представлены так: для меди по убыванию аккумулирующей способности – *Polygonum hydropiper* → *Thymus serpyllum* → *Hypericum perforatum* → *Prunella vulgaris* (*Rumex confertus*) → *Cynoglossum officinale* → *Filipendula vulgaris* → *Verbascum thapsus* → *Valeriana officinalis* → *Trifolium pratense* → *Betonica officinalis* → *Acorus calamus* *Menyanthes trifoliata* → *Veratrum lobelianum* → *Agrimonia eupatoria* → *Cichorium intybus* → *Origanum vulgare* → *Tanacetum vulgare* (*Melilotus officinalis*) → *Achillea millefolium*; для цинка по убыванию накопления в биомассе – *Acorus calamus* → *Menyanthes trifoliata* → *Origanum vulgare*

→ *Verbascum thapsus* → *Veratrum lobelianum* → *Filipendula vulgaris* → *Cynoglossum officinale* (*Achillea millefolium*) → *Thymus serpyllum* (*Trifolium pratense*, *Hypericum perforatum*) → *Melilotus officinalis* → *Prunella vulgaris* (*Cichorium intybus*) → *Rumex confertus* → *Polygonum hydropiper* → *Betonica officinalis* → *Valeriana officinalis* → *Tanacetum vulgare* → *Agrimonia eupatoria*.

На основании данных о КБП для количественного выражения общей способности вида к концентрации химических элементов рассчитан специальный показатель – биогеохимическая активность (БХА) исследуемого растения, который показывает суммарную степень поглощения всех определяемых в растении химических элементов, т.е. насколько активно растение поглощает химические элементы из почвы. Установлено, что самая высокая биогеохимическая активность характеризует биомассу околотовных видов *Acorus calamus*, *Menyanthes trifoliata*, вида остепнённых лугов – *Thymus serpyllum*, а также *Filipendula vulgaris*, *Achillea millefolium*, *Melilotus officinalis*, *Verbascum thapsus*. Наименьший показатель БХА для *Tanacetum vulgare*. Средние значения накопительной способности по отношению к ТМ (9,22-9,87) выявлены у *Prunella vulgaris*, *Hypericum perforatum*, *Rumex confertus*, *Origanum vulgare*, *Polygonum hydropiper*. Сходные данные были получены для некоторых видов растений в других географических местообитаниях видов [3, 8, 9, 11].

Показатели общей способности видов лекарственной флоры лугов к концентрации ТМ (рассчитано по минимальной концентрации) отражены в таблице 24.

Таким образом, мониторинговыми исследованиями установлено, что валовое содержание ТМ в лекарственном растительном сырье луговых сообществ Подесенья при сравнении с нормальным содержанием показало превышение нормативных значений для некоторых анализируемых элементов. Следовательно, промышленный и индивидуальный сбор лекарственных растений необходимо проводить после ряда рекогносцировочных и сопутствующих исследований.

Таблица 24 – Показатели биогеохимической активности для видов луговой лекарственной флоры

*виды	БХА	виды	БХА	виды	БХА	виды	БХА
1	7,71	6	8,9	11	9,87	16	12,18
2	11,41	7	8,7	12	9,71	17	8,25
3	12,0	8	11,65	13	9,22	18	11,03
4	6,95	9	8,41	14	9,85	19	8,42
5	11,36	10	9,49	15	12,03	20	9,83

Примечание. * Наименования видов аналогично таблице 1 и таблице 2.
[Note. * Names of species are similar to table 1 and table 2].

Мониторинговые исследования массопереноса радионуклида, мигрирующего в том числе и в луговых сообществах в системе «почва– растение», показали следующие результаты (табл. 25).

Таблица 25 – Показатели биологической подвижности ^{137}Cs в биомассе луговых лекарственных видов

Вид растения	УА ^{137}Cs в пробе, Бк/кг	(Кн)	(Кп)	Вид растения	УА ^{137}Cs в пробе, Бк/кг	(Кн)	(Кп)
<i>Cichorium intybus</i>	21,3±0,90	0,016	0,147	<i>Hypericum perforatum</i>	37,0±2,30	0,430	1,110
<i>Achillea millefolium</i>	21,0±1,20	0,059	0,475	<i>Rumex confertus</i>	97,0±6,05	0,885	1,078
<i>Thymus serpyllum</i>	44,8±3,70	0,150	0,550	<i>Veratrum lobelianum</i>	32,2±2,10	0,005	0,040
<i>Tanacetum vulgare</i>	47,3±2,60	0,013	0,105	<i>Origanum vulgare</i>	59,0±5,67	0,197	1,577
<i>Melilotus officinalis</i>	64,0±5,70	0,172	0,374	<i>Acorus calamus</i>	123,0±12,0	0,967	1,363
<i>Agrimonia eupatoria</i>	48,0±3,20	0,057	0,457	<i>Menyanthes trifoliata</i>	187,0±14,0	0,995	1,542
<i>Trifolium pratense</i>	45,0±4,20	0,605	0,937	<i>Valeriana officinalis</i>	21,2±0,77	0,072	0,334
<i>Filipendula vulgaris</i>	21,7±1,80	0,086	0,431	<i>Verbascum thapsus</i>	101,0±10,83	1,132	1,331
<i>Betonica officinalis</i>	46,0±2,40	0,726	0,798	<i>Cynoglossum officinale</i>	28,0±1,81	0,127	0,477
<i>Prunella vulgaris</i>	48,8±2,70	0,696	0,686	<i>Polygonum hydropiper</i>	104,0±11,32	1,153	1,221

Минимальной удельной активностью ^{137}Cs среди исследуемых образцов характеризуются травянистые растения, произрастающие на почвах с низкой плотностью радиоактивного загрязнения (менее 5 ku/m^2). Наибольшие показатели удельной активности (УА) радионуклида ^{137}Cs выявлены в биомассе гидрофитов и гигрофитов в экосистемах заболоченных лугов – *Acorus calamus* и *Menyanthes trifoliata*, а также однолетних видов – *Verbascum thapsus* (ксеромезофит), *Polygonum hydropiper* (гигрофит). Наименьшие значения массопереноса ^{137}Cs выявлены для многолетних луговых видов-ксерофитов, ксеромезофитов – *Cichorium intybus*, *Achillea millefolium*, *Cynoglossum officinale*: от $21,0 \pm 0,80$ до $28,0 \pm 1,81$. Показатели УА радионуклида в биомассе всех изученных видов различаются статистически достоверно.

Накопительные возможности луговых лекарственных растений характеризуют коэффициенты накопления (Кн), по которым также устанавливают отсутствие аккумуляции РН биомассой. Однолетние виды – хорошие аккумуляторы ^{137}Cs (Кн = 1,153), так же, как и виды-доминанты сырых и заболоченных лугов.

Таким образом, экологический ряд по возрастанию среднего содержания ^{137}Cs в биомассе луговых видов на условно фоновых ландшафтах, следующий: *Achillea millefolium* (*Valeriana officinalis*, *Cichorium intybus*) < *Filipendula vulgaris* < *Cynoglossum officinale* < *Veratrum lobelianum* < *Hypericum perforatum* < *Thymus serpyllum* <

Trifolium pratense (*Betonica officinalis*) < *Tanacetum vulgare* *Agrimonia eupatoria* < *Prunella vulgaris* < *Origanum vulgare* < *Melilotus officinalis* *Rumex confertus* < *Verbascum thapsus* < *Polygonum hydropiper* < *Acorus calamus* *Menyanthes trifoliata*.

При сопоставлении содержания РН в биомассе аналогичных видов луговых экосистем в ландшафтах с радионуклидной нагрузкой (луга поймы р. Ипуть в пределах Брянской области) определено превышение содержание подвижного РН (табл. 6). Однако «маркеры» сырых и заболоченных лугов – аир болотный, вахта трёхлистная – также накапливают цезий значительно больше, чем остальные виды (показатели различаются статистически значимо).

Таблица 26 – Показатели биологической подвижности ^{137}Cs в биомассе луговых лекарственных видов на лугах с радиационной нагрузкой (пойма р. Ипуть, Брянская область)

Проба	УА ^{137}Cs в пробе, Бк/кг	(КН)	(КП)	Проба	УА ^{137}Cs в пробе, Бк/кг	(КН)	(КП)
<i>Cichorium intybus</i>	24,0±2,0	0,212	0,696	<i>Hypericum perforatum</i>	71,0±5,0	1,083	1,663
<i>Achillea millefolium</i>	18,9±1,2	0,038	0,305	<i>Rumex confertus</i>	66,0±5,0	1,114	1,351
<i>Thymus serpyllum</i>	60,0±10,2	0,516	1,131	<i>Veratrum lobelianum</i>	85,5±7,1	0,116	0,927
<i>Tanacetum vulgare</i>	88,0±7,0	0,391	0,924	<i>Origanum vulgare</i>	97,0±10,0	1,033	1,231
<i>Melilotus officinalis</i>	52,0±5,0	0,484	0,869	<i>Acorus calamus</i>	459,9±15,9	1,236	8,128
<i>Agrimonia eupatoria</i>	80,5±7,6	0,038	0,307	<i>Menyanthes trifoliata</i>	342,82±74,2	1,160	7,470
<i>Trifolium pratense</i>	75,0±8,0	0,669	1,348	<i>Valeriana officinalis</i>	55,2±8,1	0,052	0,412
<i>Filipendula vulgaris</i>	59,0±5,0	1,363	1,906	<i>Verbascum thapsus</i>	95,9±5,3	0,969	4,726
<i>Betonica officinalis</i>	78,0±4,5	1,187	1,493	<i>Cynoglossum officinale</i>	93,3±8,8	1,266	1,128
<i>Prunella vulgaris</i>	91,0±9,6	1,043	1,645	<i>Polygonum hydropiper</i>	116,27±10,6	1,07	2,065

Аккумулируют в побеговой биомассе цезий виды суходольных луговых местообитаний: *Origanum vulgare*, *Filipendula vulgaris*, *Rumex confertus*, *Betonica officinalis*, *Cynoglossum officinale*, *Prunella vulgaris*, *Hypericum perforatum*. Значительная биологическая подвижность РН для видов с КП от 0,669 до 8,128 (7,470): наиболее значительна у *Menyanthes trifoliata*, *Acorus calamus*.

В зависимости от условий произрастания на лугах и плотности загрязнения почв, Кн и Кп для видов, и соответственно, биологическая подвижность радионуклида, варьирует в несколько раз.

Итак, накопительные свойства видов луговых ценозов Подесенья (в пределах Брянской области) определяются их видовой принадлежностью, экобиоморфами, группами жизненных форм, в значительной степени зависят от условий их произрастания, в первую очередь, от степени увлажнения биотопа лугов. Как правило, максимальное накопление РН отмечается на лугах, характеризующихся более высокой степенью увлажнения. Различия в показателях УА радионуклида видов луговых местообитаний статистически значимо для лугов с высокими показателями плотности загрязнения и мощностью экспозиционной дозы, что было установлено и в других показательных исследованиях, в том числе зарубежных авторов.

Для некоторых исследованных образцов биомассы на лугах с радионуклидной нагрузкой зафиксировано значительное превышение современных ДУ Сан-ПиН 2.3.2.1078-01 по ^{137}Cs для лекарственных растений.

Таким образом, для всех видов луговых растений необходим контроль биохимического и радионуклидного качества биомассы, а также оптимизационные мероприятия на сеяных лугах для управления качеством лекарственного сырья.

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

Оценка запасов биомассы и выявление количественного химического состава луговых растений – одна из актуальных задач, решение которой обеспечит сохранение здоровья человека, нормирование антропогенных нагрузок на окружающую среду, инвентаризацию и восстановление элементов биоразнообразия, осуществление экомониторинга.

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. Дополнительно изучались луговые лекарственные виды растений, преобладающие по числу видов среди спектра лекарственной флоры и интенсивно используемые при массовых сборах местным населением.

Данные по содержанию ТМ в почве луговых экосистем различного происхождения показана в таблицах 27-30. Валовая концентрация свинца превышает ОДК (32,0 мг/кг) в почвенных образцах д. Новое Место, г. Новозыбкова (Новозыбковский район), д. Туросна (Клинцовский район), заболоченного луга в 5 км от г. Новозыбкова (54,85 мг/кг – наибольшая концентрация свинца), д. Оболашево (Клинцовский район), с. Великая Топаль и с. Чернооково (Климовский район).

Валовая концентрация мышьяка превышает ОДК (2,0 мг/кг) почти во всех почвенных образцах, кроме почвы около д. Першиков, д. Костюковичи. Наибольшие значения концентрации мышьяка определены в почвенных образцах д. Туросна и заболоченного луга в 5 км от г. Новозыбкова (12,3 и 13,8 мг/кг соответственно).

Содержание цинка в почвенных образцах различно и в большей части исследованных почв превышает ОДК (55,0 мг/кг), кроме почв д. Доброводье, д. Кабановка, д. Туросна, д. Оболешево, д. Первомайская (Клинцовский район), с. Займище (Климовский район). Наибольшее содержание цинка зарегистрировано в почве района турбазы (Клинцовский район).

Валовая концентрация никеля превышает ОДК (20,0 мг/кг) в почвенных пробах д. Новое Место, д. Доброводье, района турбазы, г. Новозыбкова, д. Первомайский (Клинцовский район), д. Оболешево и Великая Топаль. Велики значения концентрации никеля в почве д. Доброводье (под щучкой дернистой, 25,7 мг/кг), д. Першиков (под полевицей тонкой, 25,85 мг/кг), г. Новозыбкова (25, 8 и 23,5 мг/кг).

Валовое содержание меди превышает ОДК (33,0 мг/кг) в почвенных образцах, собранных в районе д. Новое Место, д. Доброводье, района турбазы, г. Новозыбкова, д. Кабановка. В остальных пробах концентрация меди ниже ОДК. Самая значительная концентрация меди определена в почве д. Новое Место (36,9 мг/кг), г. Новозыбкова (43, 95 мг/кг).

Валовая концентрация марганца и ванадия ни в одном из анализируемых образцов почвы не превышает ОДК (1500 мг/кг – для марганца и 150 мг/кг – для ванадия).

Для ТМ, для которых не установлена ОДК, распределение валового содержания ТМ следующее. Наибольшая концентрация стронция определена в почвенных образцах д. Новое Место, района турбазы, д. Казаричи, д. Оболешево, д. Первомайский, с. Займище, с. Чернооково – превышает 100,0 мг/кг.

Наибольшее содержание железа зарегистрирована для почвенных проб д. Новое Место, д. Доброводье, д. Першиков, г. Новозыбкова (22738,6 мг/кг – наибольший показатель), д. Туросна (23483,0 мг/кг – наибольший показатель), в заболоченной почве в 5 км от г. Новозыбкова, д. Оболешево. Концентрация железа тесно связана с концентрацией марганца прямой зависимостью.

Наибольшая валовая концентрация хрома определена в почвенных образцах в д. Доброводье (87,95 мг/кг – наибольшая), д. Першиков, в районе турбазы (71,1 мг/кг – наибольшая), д. Первомайский.

Таким образом, общий обзор валового содержания ТМ показал превышение ОДК некоторых элементов (как биогенных, так и небιοгенных) в почвах г. Новозыбкова, д. Новое Место, д. Туросна, д. Великая Топаль, д. Оболешево, в 5 км от г. Новозыбкова.

Таблица 27 – Валовое содержание ТМ в почве под растениями

	1	2	3	4	5	6	7	8
Sr	107,1 ±9,4	69,35 ±7,2	7,86 ±7,8	73,35 ±7,3	70,65 ±6,9	71,8 ±7,2	101,65 ±9,7	102,75 ±10,2
Pb	38,85 ±4,1	27,05 ±3,2	25,8 ±2,7	22,05 ±2,7	21,65 ±2,8	23,45 ±2,7	37,55 ±3,7	23,0 ±2,2
As	4,03	4,95	4,9	2,8	2,43	3,9	3,85	3,50
Zn	57,95 ±5,1	59,0 ±5,2	58,15 ±6,1	58,8 ±5,8	57,3 ±5,9	61,55 ±5,9	60,35 ±5,9	64,9 ±6,1

Продолжение таблицы 27

Cu	36,9 ±3,6	32,3 ±3,5	30,25 ±2,9	31,0 ±2,8	31,3 ±3,8	34,3 ±3,5	35,3 ±3,7	31,1 ±3,7
Ni	22,75 ±2,1	17,25 ±1,9	25,7 ±2,7	25,85 ±2,5	18,9 ±1,8	18,7 ±1,8	25,0 ±2,5	23,95 ±2,8
Co	1,3	0	0	0	0	0	2,5	2,85
Fe	18130,55 ±24,5	5356,9 ±18,4	14781,15 ±19,9	14495,35 ±19,7	4655,5 ±18,7	7640,7 ±16,9	14169,8 ±19,2	13166,9 ±18,4
Mn	695,75 ±17,5	179,2 ±10,9	241,0 ±11,8	544,95 ±17,7	140,4 ±10,6	302,2 ±12,4	623,0 ±14,2	480,9 ±2,9
Cr	58,85 ±5,6	59,05 ±6,2	87,95 ±7,9	65,8 ±6,8	54,5 ±6,1	57,1 ±6,3	55,95 ±5,8	71,1 ±9
V	45,6 ±5,2	25,55 ±2,7	27,95 ±2,7	26,15 ±2,4	23,3 ±2,3	21,25 ±1,9	44,55 ±3,7	54,15 ±5,1
Ti	2378,45 ±18,9	1695,15 ±17,9	1794,15 ±16,4	1890,2 ±17,2	1819,25 ±17,3	2328,5 ±19,5	3917,6 ±19,8	4043,6 ±20,2

1 – почва, д. Н.Место, полевица побегоносная, бекмания, лапчатка гусиная, уровень 48/50; 2 – почва, д. Доброводье, тысячелистник хрящеватый, уровень 29/42; 3 – почва, д. Доброводье, щучка дернистая, уровень 40/57; 4 – почва, д. Першиков, полевица тонкая; 5 – почва, д. Костюковичи, овсяница тростниковидная; 6 – почва, д. Доброводье, вейник, уровень 23/28; 7 – почва, д. Н. Место, полевица побегоносная, уровень 38/38; 8 – турбаза, полевица тонкая и осока ранняя, уровень 20/26.

Таблица 28 – Валовое содержание ТМ в почве под растениями

	1	2	3	4	5	6	7
Sr	96,9 ±8,7	102,15 ±10,8	66,5 ±6,5	104,2 ±9,7	99,25 ±8,9	168,5 ±10,6	94,75 ±9,4
Pb	23,2 ±2,7	24,5 ±2,3	28,7 ±2,7	35,6 ±4,1	27,85 ±2,8	33,4 ±2,9	25,65 ±2,7
As	2,85	2,7	2,4	10,3 ±0,7	3,25	2,8	3,8
Zn	52,15 ±5,5	58,85 ±5,8	53,2 ±5,3	68,9 ±5,9	66,15 ±5,9	63,1 ±6,3	52,4 ±6,0
Cu	32,35 ±3,5	26,95 ±3,0	30,8 ±3,5	43,95 ±4,2	30,4 ±2,7	35,15 ±3,2	35,34 ±3,8
Ni	15,6 ±1,2	20,7 ±1,9	22,1 ±1,9	27,2 ±2,9	22,2 ±2,5	23,8 ±2,4	20,6 ±2,8
Co	0,9	2,0	0	6,5 ±0,7	0,84	1,4	0
Fe	8357,8 ±16,8	9920,75 ±16,9	7331,1 ±17,9	16291,6 ±17,8	8030,8 ±14,8	19897,95 ±24,5	9808,0 ±22,7
Mn	339,75 ±12,3	328,3 ±11,9	408,2 ±14,8	687,4 ±17,5	493,6 ±13,8	813,96 ±17,9	513,7 ±13,8

Cr	36,2 ±3,5	36,0 ±3,5	51,45 ±5,8	61,85 ±6,4	52,95 ±5,7	49,6 ±5,1	44,5 ±4,6
V	35,6 ±3,9	40,0 ±3,7	4,6	69,0 ±5,6	25,85 ±2,5	25,1 ±2,2	19,8 ±1,6
Ti	1109,6 ±14,3	987,9 ±13,8	1047,75 ±12,9	4166,8± 19,7	1304,2± 16,9	1301,75 ±15,9	608,1 ±13,6

1 – почва, д. Доброводье, двукисточник, уровень 88/85; 2 – почва, д. Казаричи, вейник, уровень 23/28; 3 – почва д. Доброводье, полевица виноградная и полевица тонкая, уровень 23/28, № 3; 4 – почва, Новозыбков, овсяница тростниковидная и ежа, уровень 23/26; 5 – почва, д. Доброводье, осока ранняя, уровень 24/34; 6 – почва, Новозыбков, овсяница тростниковидная и ежа, уровень 23/28; 7 – почва д. Кабановка, овсяница тростниковидная и ежа, уровень 10/13.

Таблица 29 – Валовое содержание ТМ в почве под растениями

	1	2	3	4	5	6	7
Sr	91,15 ±9,5	133,25 ±10,9	90,6 ±8,6	65,8 ±6,3	104,25 ±9,6	105,3 ±10,1	107,8 ±10,5
Pb	33,1 ±3,4	33,95 ±3,3	37,6 ±4,2	54,85 ±4,9	20,25 ±2,5	22,0 ±2,1	19,35 ±2,0
As	10,9 ±0,8	9,85 ±0,7	12,3 ±0,8	13,8 ±0,8	9,15 ±0,7	9,55 ±0,7	9,45 ±0,7
Zn	62,3 ±6,7	58,85 ±6,3	45,6 ±5,4	36,85 ±3,9	44,7 ±4,4	42,25 ±3,9	54,85 ±5,3
Cu	31,5 ±3,1	23,5 ±2,3	28,95 ±3,1	30,4 ±2,9	28,2 ±2,4	28,75 ±2,6	25,5 ±2,3
Ni	23,2 ±2,2	20,7 ±1,8	19,5 ±1,5	18,2 ±1,5	19,35 ±1,7	22,65 ±2,5	20,45 ±1,9
Co	0,6	0	0	1,55	3,9	0,9	4,35
Fe	22738,6 ±23,9	12287,6 ±15,6	23483,0 ±22,9	19335,6 ±21,5	17146,6 ±20,6	12826,0 ±19,4	12192,0 ±17,4
Mn	880,95 ±13,2	601,45 ±12,9	290,6 ±10,9	603,6 ±11,8	395,65 ±10,6	386,2 ±11,2	396,8 ±13,4
Cr	57,2 ±5,4	63,3 ±5,9	67,4 ±6,7	45,55 ±5,2	50,6 ±5,7	66,8 ±6,3	53,8 ±5,1
V	40,5 ±4,1	36,1 ±4,3	49,8 ±5,1	20,35 ±1,8	22,5 ±2,7	33,3 ±3,3	52,7 ±4,9
Ti	2580,85 ±19,9	3030,55 ±20,3	2677,7 ±18,9	1874,65 ±19,4	2034,1 ±17,8	3081,35 ±20,4	4073,8 ±20,6

1 – почва Новозыбков, овсяница и ежа, уровень 23/28; 2 – почва, д. Новое Место, полевица виноградная, уровень 32/39; 3 – почва, Туросна, под рогозом узколистным, полевицей побегоносной; 4 – почва, 5 км от Новозыбкова, вахта трехлистная, сабельник болотный, хвощ болотный, горец змеиный; 5 – почва, д. Оболешево, горец змеиный; 6 – почва, д. Первомайский, полевица тонкая; 7 – почва, с. Займище, виды р. Осока.

Таблица 30 – Валовое содержание ТМ в почве под растениями

	1	2	3	4
Sr	85,9±8,3	99,95±9,7	85,9±9,2	114,7±9,7
Pb	36,3±3,4	39,25±3,8	34,50±3,2	35,48±3,2
As	10,1±0,9	9,35±0,8	7,13±0,7	9,7±0,8
Zn	57,95±5,4	53,85±4,8	59,7±5,1	58,72±4,8
Cu	26,0±1,9	27,0±2,4	29,0±3,1	29,8±3,5
Ni	18,3±5,1	23,2±1,5	21,4±1,7	19,8±1,5
Co	1,2	0	0	0
Fe	10903,2±18,4	15856,5±20,9	11903,7±19,7	13842,4±21,9
Mn	578,86±12,6	392,6±10,8	478,86±13,8	468,9±14,5
Cr	60,85±6,1	53,65±5,2	61,30±5,8	42,20±4,1
V	27,45±2,2	57,2±4,9	15,50±1,1	17,40±1,1
Ti	4551,5±19,4	2093,4±20,3	2546,70±19,5	2662,10±20,9

1 – почва, д. Туросна, цмин песчаный; 2 – почва, д. Оболешево, цмин песчаный; 3 – почва, с. В. Топаль; 4 – почва, с. Чернооково

Валовое содержание ТМ в фитомассе луговых растений различно. Все собранные виды принадлежат к экологическим группам ксерофитов и ксеромезофитов (полевица тонкая, полевица виноградная, овсяница тростниковидная, щучка дернистая, тысячелитник хрящеватый, ежа сборная, вейник наземный, цмин песчаный, овсяница луговая, василек луговой, тимофеевка луговая, тимьян ползучий, тысячелистник обыкновенный), гигрофтов, гигромезофитов и гигрогидрофитов (бекмания, лапчатка гусиная, рогоз узколистный, осока ранняя, полевица побегоносная, хвощ болотный, хвощ плавающий, вахта трехлистная, сабельник болотный, камыш лесной, леерсия рисовидная, манник большой, манник плавающий, мята длиннолистная, лабазник вязолистный, белоус торчащий). Отобраны пробы хозяйственно-ценных групп луговых растений: злаков, осок, разнотравья. Результаты содержания ТМ следующие.

Наибольшее валовое содержание стронция зарегистрировано в пробах фитомассы полевицы тонкой (д. Першиков), осоки ранней (район турбазы), полевицы побегоносной (д. Новое Место), в смешанной пробе осок (с. Займище), мяты длиннолистной (301,2 мг/кг) и хвоща плавающего (335,85 мг/кг). Ни в одном из видов растений валовое содержание свинца не превышает ОДК. Максимальная концентрация свинца определена в фитомассе вейника, двухкосточника тростниковидного, осоки ранней (д. Доброводье) и овсяницы тростниковидной (д. Кабановка), полевицы тонкой (д. Первомайская), горец змеиный (д. Оболешево), вахты трехлистной (5 км от г. Новозыбкова).

Валовое содержание мышьяка в пробах всех видов растений не превышает ОДК.

Наибольшее содержание цинка, значительно больше, чем ОДК, установлено в пробах фитомассы цмина песчаного (249,55 и 265,8 мг/кг, д. Туросна, д. Оболешино), белоуса торчащего, манника плавающего, овсяницы луговой, леерсии рисовидной, тимофеевки луговой (д. Першиков), камыша лесного (с. Великая Топаль).

Во многих пробах растений содержание меди превышает ОДК, кроме рогоза узколистного, вахты трехлистной, горца змеиного, полевицы тонкой (д. Оболешино), видов рода осока (с. Займище).

Валовая концентрация никеля в биомассе всех растений не выше ОДК. Однако максимальная концентрация никеля зарегистрирована у видов: белоуса торчащего, цмина песчаного (д. Оболешино, д. Першиков), щучки дернистой (д. Доброводье), полевицы побегоносной (д. Новое Место), тысячелистник хрящеватый (д. Доброводье).

Виды – хвощ плавающий, рогоз широколистный (с. Великая Топаль) – содержат марганец в концентрации, превышающей ОДК (2651,3 и 1735,85 мг/кг соответственно), камыша лесного (с. Великая Топаль и д. Першиков, 1600,0 мг/кг). Наибольшая концентрация марганца у манника плавающего и манника большого (д. Першиков, 3383,15 и 3224,3 мг/кг). В пробах других видов валовое содержание марганца ниже ОДК, однако высокие значения концентрации этого ТМ установлены в пробах гигро- и гигрогидрофитов: мяты длиннолистной, лабазника вязолистного. Марганец активно поглощается и активно переносится в растениях, не связываясь с нерастворимыми органическими лигандами, поэтому наблюдаются высокие концентрации этого ТМ в побегах.

Валовое содержание железа тесно связано с концентрацией марганца. В фитомассе гидрофитов манника плавающего и манника большого (д. Першиков, 36276,0 и 39074,8 мг/кг соответственно) концентрация железа наибольшая. Также повышенное содержание железа (в среднем 6000-8000 мг/кг) зарегистрировано для гигрофитных видов (леерсии рисовидной, камыша лесного, горца змеиного) и ксеромезофитных (тысячелистника обыкновенного, василька лугового).

Наибольшее валовое содержание хрома установлено в фитомассе мяты длиннолистной (64,1 мг/кг), полевицы тонкой (д. Першиков и район турбазы, 67,4 и 64,70 мг/кг соответственно), смешанной пробы полевицы виноградной, полевицы тонкой (д. Доброводье), горца змеиного (д. Оболешино, 50,85 мг/кг).

Следов ванадия и титана в пробах фитомассы не установлено.

В некоторых пробах фитомассы установлено содержание кобальта: цмина песчаного (д. Туросна), белоуса торчащего, камыша лесного, тимофеевки луговой (3,0 мг/кг – наибольшая концентрация), овсяницы луговой, хвоща полевого (д. Першиков), мяты длиннолистной (с. Великая Топаль), двукисточника тростниковидного, полевицы виноградной, осоки ранней (д. Доброводье), овсяницы тростниковидной и ежи сборной (г. Новозыбков, 2,7 мг/кг – наибольшая концентрация).

Анализ валового содержания ТМ в пробах одних и тех же видах растений, произрастающих в различных географических точках, показал следующее (табл.22). Фитомасса овсяницы тростниковидной (с ежой сборной) содержат значительное количество стронция (более 90,0 мг/кг), цинка, превышающее ОДК (выше 60,0 мг/кг), остальные ТМ накапливаются в концентрациях, меньше ОДК. Цмин песчаный накапливает стронций (концентрация выше 110,0 мг/кг), цинк (концентрация выше 250,0 мг/кг), медь (концентрация выше 37,0 мг/кг), никель (19,0 мг/кг), кобальт (выше 1,0 мг/кг), практически не содержит свинца. Биомасса камыша лесного также содержит повышенное количество стронция, цинка, особенно железа и марганца. Вид лабазник вязолистный из двух географических точек, полевицы побегоносной, полевицы тонкой и виноградной из пяти точек

сходным образом накапливают ТМ. Анализ этих данных позволяет предположить о содержании ТМ как видовом признаке.

Таблица 22 – Валовое содержание ТМ в растениях

ТМ	Пробы*					
	1	2	3	4	5	6
Sr	171,95±12,1	175,4±11,9	120,35±9,8	113,45±9,9	108,55±10,7	115,3±9,9
Pb	15,9±1,5	16,7±0,9	8,35±0,6	7,25±0,8	19,3±1,1	19,85±1,9
As	1,45	1,4	1,77	1,5	1,25	1,7
Zn	43,35±4,8	46,55±4,9	249,55±13,6	265,8±13,9	129,4±11,4	126,55±10,8
Cu	45,2±4,8	40,20±3,8	40,25±4,6	38,55±3,7	41,0±4,0	43,15±4,2
Ni	10,75±0,9	11,70±0,9	19,05±1,9	20,75±2,6	17,65±1,7	16,55±1,1
Co	0	0	1,4	1,5	1,55	0
Fe	6447,7±21,9	6073,5±19,6	5579,1±20,5	5176,3±21,4	12382,6±24,6	11275,8±18,9
Mn	962,5±16,9	1233,0±21,8	771,55±14,8	719,95±13,9	1631,4±18,9	1673,75±18,6
Cr	31,5±3,2	39,5±3,5	39,15±3,3	41,05±4,8	46,1±4,8	49,1±4,8
V	0	0	0	0	0	0
Ti	0	0	0	0	0	0

Примечание. * 1 – с. Великая Топаль, лабазник вязолистный; 2 – с. Чернооково, лабазник вязолистный; 3 – д. Туросна, цмин песчаный; 4 – д. Оболешево, цмин песчаный; 5 – д. Першиков, камыш лесной; 6 – с. Великая Топаль, камыш лесной.

Анализ коэффициентов накопления для видов луговых растений позволил выделить ТМ, аккумулируемые растениями, также разделить луговые виды на «индикаторы» и «исключители» в зависимости от значений коэффициентов накопления: $K_n < 1$ – ТМ не накапливаются, $K_n > 1$ – накапливаются. Данные представлены в таблицах 23-26.

Эффективно поглощаются видами лугов подвижные элементы – стронций, марганец, хром, биогенный элемент – медь.

Малой подвижностью цинка и свинца объясняется малая аккумуляция этих ТМ надземной биомассой растений при их избыточной концентрации, превышающей ОДК, в почве.

Ни одним из видов не поглощает железо – рассчитаны наиболее низкие показатели коэффициентов накопления. Железо – незаменимый элемент для растения, который эффективно поглощается ими и задерживается в подземных органах, мало аккумулируясь надземной биомассой.

Ванадий и титан не обнаружен в надземной биомассе растений.

К растениям «индикаторам» стронция отнесены все исследованные виды. Наиболее эффективно накапливают стронций ксерофитные полевица тонкая и осока ранняя ($K_n = 2,0; 2,79$), гигрофитные виды - мята длиннолистная ($K_n = 3,5$), лабазник вязолистный ($K_n = 2,0$).

Видами «индикаторами» меди также являются все виды, наиболее эффективные аккумуляторы эссенциального элемента – тысячелистник хрящеватый ($K_n = 1,56$) и полевица тонкая ($K_n = 1,58$), полевица виноградная ($K_n = 1,85$), цмин песчаный ($K_n = 1,55$), рогоз широколистный ($K_n = 1,53$), лабазник вязолистный ($K_n = 1,56$), мята длиннолистная ($K_n = 1,57$).

Цинк аккумулируют полевица виноградная и полевица тонкая ($K_n = 1,24$), овсяница тростниковидная и ежа ($K_n = 1,22$), вахта трехлистная ($K_n = 2,31$), горец змеиный ($K_n = 3,08$), яркий «индикатор» – цмин песчаный ($K_n = 4,50$).

Цмин песчаный (ксерофит), рогоз узколистный и вахта трехлистная (гигрофиты) накапливают никель ($K_n = 1,0$), выступая видами «индикаторами». Остальные исследованные растения по отношению к никелю – «исключители».

В основном гигрофитные и гидрофитный виды пойменных и заболоченных лугов накапливают марганец: горец змеиный – марганец ($K_n = 2,99$) лабазник вязолистный ($K_n = 2,5$), рогоз широколистный ($K_n = 3,63$). Их рекомендовано отнести к видам «индикаторам».

«Индикатором» по отношению к малоподвижному свинцу выступает вейник наземный ($K_n = 1,0$), двукисточник тростниковидный ($K_n = 1,2$), горец змеиный, полевица тонкая ($K_n = 1,3$), остальные виды – «исключители» при валовой концентрации свинца, превышающей ОДК в почве.

Все исследованные виды по отношению к мышьяку – легкоподвижному элементу – выделяют в группу «исключителей».

При избыточном валовом содержании в почве кобальта овсяница и ежа ($K_n=2,17$), горец змеиный ($K_n=1,48$), цмин песчаный ($K_n=1,1$) аккумулирует кобальт и отнесены к видам «индикаторам».

Таблица 23 – Коэффициенты накопления ТМ луговыми растениями

ТМ	Пробы							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Sr	1,63	1,15	1,24	2,79	1,54	1,46	1,77	2,09
Pb	0,20	0,51	0,53	0,93	0,74	1,02	0,399	0,72
As	0,39	0,38	0,28	0,64	0,62	0,29	0,26	0,32
Zn	1,01	0,81	0,74	0,69	1,19	0,74	0,93	0,91
Cu	1,27	1,56	1,38	1,58	1,36	1,27	1,26	1,55
Ni	0,87	1,32	0,75	0,56	0,72	0,76	0,73	0,55
Fe	0,16	0,56	0,38	0,20	0,51	0,46	0,33	0,29
Mn	0,17	0,87	1,48	0,69	0,37	0,97	0,22	0,99
Cr	0,55	0,73	0,45	1,02	0,64	0,70	0,63	0,90

Коэффициенты накопления: 1 – д. Н. Место, полевица побегоносная, бекмания, лапчатка гусиная, уровень 48/50; 2 – д. Доброводье, тысячелистник хрящеватый, уровень 29/42; 3 – д. Доброводье, щучка дернистая, уровень 40/57; 4 – д. Першиков, полевица тонкая; 5 – д. Костюковичи, овсяница тростниковидная; 6 – д. Доброводье, вейник, уровень 23/28; 7 – д. Н. Место, полевица побегоносная, уровень 38/38; 8 – полевица тонкая и осока ранняя, уровень 20/26.

Таблица 24 – Коэффициенты накопления ТМ луговыми растениями

ТМ	Пробы						
	1	2	3	4	5	6	7
Sr	1,35	0,80	3,55	1,36	0,87	0,60	1,06
Pb	1,198	0,89	0,65	0,51	0,91	0,57	0,897
As	0,67	0,46	0,50	0,18	0,42	0,29	0,45

Продолжение таблицы 24

Zn	0,89	0,88	1,12	0,92	0,99	1,22	1,24
Cu	1,14	1,48	1,32	1,02	1,39	1,12	1,26
Ni	0,897	0,85	0,699	0,70	0,66	0,77	0,88
Co	0,61	0	0	4,12	3,09	1,6	0
Fe	0,43	0,39	0,37	0,13	0,44	0,15	0,27
Mn	0,65	0,43	0,93	0,21	0,41	0,18	0,30
Cr	1,30	1,08	1,33	0,62	0,73	1,40	1,04

Коэффициенты накопления: 1 – д. Доброводье, двукисточник, уровень 88/85; 2 – д. Казаричи, вейник, уровень 23/28; 3 – д. Доброводье, полевица виноградная и полевица тонкая, уровень 23/28, № 3; 4 – Новозыбков, овсяница тростниковидная и ежа, уровень 23/26; 5 – д. Доброводье, осока ранняя, уровень 24/34; 6 – Новозыбков, овсяница тростниковидная и ежа, уровень 23/28; 7 – д. Кабановка, овсяница тростниковидная и ежа, уровень 10/13.

Таблица 25 – Коэффициенты накопления ТМ луговыми растениями

ТМ	Пробы						
	1	2	3	4	5	6	7
Sr	1,00	0,99	1,03	1,56	0,85	1,05	1,69
Pb	0,26	0,48	0,59	0,42	1,12	1,29	1,10
As	0,87	0,70	1,0	1,40	1,6	0,90	1,10
Zn	0,93	1,12	1,32	2,31	3,08	1,32	1,14
Cu	1,38	1,86	0,89	0,78	1,39	0,86	0,85
Ni	0,83	0,75	1,02	1,0	0,80	0,54	0,67
Co	2,17	0	0	1,48	0,03	0,56	0,07
Fe	0,13	0,20	0,29	0,35	0,96	0,23	0,78
Mn	0,17	0,66	0,72	0,48	2,99	0,41	0,48
Cr	0,67	0,98	0,58	0,88	1,0	0,44	0,63

Коэффициенты накопления: 1 – Новозыбков, овсяница и ежа, уровень 23/28; 2 – д. Новое Место, полевица виноградная, уровень 32/39; 3 – Туросна, рогоз узколистный, полевица побегоносная; 4 – 5 км от Новозыбкова, вахта трехлистная; 5 – д. Оболешево, горец змеиный; 6 – д. Первомайский, полевица тонкая; 7 – с. Займище, виды р. Осока.

Для лабазника вязолистного, полевицы тонкой и цмина песчаного коэффициенты накопления ТМ сходны, следовательно, гигрофитные и ксерофитные виды накапливают химические элементы одинаково, независимо от географического расположения влажных и суходольных лугов. Для этих растений характерно накопление подвижных элементов стронция, меди, марганца (биогенные элементы). Цмин песчаный в наибольших количествах концентрирует биогенный элемент – цинк. Эти данные не согласуются с литературными источниками, так как на сухих почвах подвижность цинка понижена.

Таблица 26 – Коэффициенты накопления ТМ луговыми растениями

ТМ	Пробы					
	1	2	3	4	5	6
Sr	1,41	1,14	3,5	1,54	1,68	1,99
Pb	0,23	0,18	0,52	0,47	0,2	0,46
As	0,18	0,16	0,15	0,82	0,22	0,17
Zn	4,31	4,98	0,77	0,79	0,77	0,73
Cu	1,55	1,43	1,57	1,35	1,53	1,56
Ni	1,06	0,90	0,86	0,59	0,77	0,50
Co	1,10	0	0	0	0	0
Fe	0,51	0,33	0,499	0,44	0,23	0,54
Mn	1,33	1,83	1,67	2,63	3,63	2,01
Cr	0,64	0,76	0,52	0,94	0,65	0,52

Коэффициенты накопления: 1 – д. Туросна, цмин песчаный; 2 – д. Оболешево; цмин песчаный; 3 – с. Великая Топаль, мята длиннолистная; 4 – с. Чернооково, лабазник вязолистный; 5 – с. Великая Топаль, рогоз широколистный; 6 – с. Великая Топаль, лабазник вязолистный.

Таким образом, 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 значений коэффициентов накопления ТМ, что подтверждает видовую специфику накопительных возможностей растений.

Эссенциальные элементы железо, марганец, медь, цинк накапливаются растительной биомассой ввиду значительной роли этих ТМ в биохимических процессах клетки.

Также почвенный режим увлажнения, богатства азотом, кислотность определяют степень поглощения ТМ: легкоподвижного биогенного марганца, малоподвижного биогенного цинка.

Исследования продуктивности, химических показателей биомассы растений на сеяных лугах проведено в Дубровском, Жирятинском и Рогнединском районах Брянской области, развивающих мясное животноводство и увеличивающих площади сеяных лугов как источник ценных высокопитательных кормов и силоса. В биомассе травостоя определено содержание техногенных (Pb и Ni) и биогенных (Cu и Zn) элементов (таблица 27).

Валовое содержание ТМ в фитомассе сеяных лугов невелико: содержание техногенных элементов ниже, чем биогенных. Наименьшие значения Pb и Ni зарегистрировано в травостое – красноклеверно-лядвенцевого луга, а также ежесборного.

Таблица 27 – Валовое содержание тяжёлых металлов (мг/кг)
в биомассе сеяных лугов

ТМ	Типы лугов* и содержание ТМ					
	1	2	3	4	5	6
Pb	16±1,7	13±3,5	18±1,6	19±1,3	20±2,1	21±1,4
Cu	22±1,3	18±3,1	23±2,4	20±2,1	21±1,8	24±2,5
Zn	34±4,3	32±4,9	37±3,7	33±4,5	28±2,7	31±3,3
Ni	13±1,1	10±1,0	14±1,2	17±1,4	14±1,5	14±1,2

* **Примечание.** Сеяные многолетние луга: 1 – ежесборовый луг, 2 – красноклеверно-лядвенцевый луг, 3 – тимофеевковый луг, 4 – райграсовый луг, 5 – тимофеевко-райграсовый, 6 – тимофеевко-овсяницевый луг.

Наибольшие значения концентрации меди определены для биомассы тимофеевкового-овсяницевого, тимофеевкового и ежесборового лугов, цинка – для тимофеевкового и ежесборового лугов. Для почвы валовое содержание ни одного из ТМ не превышает ориентировочно допустимую концентрацию. Значения Кн основных ТМ приведено в таблице 28.

Таблица 28 – Показатели Кн для биомассы основных типов сеяных лугов

ТМ	Типы лугов* и содержание ТМ					
	1	2	3	4	5	6
Pb	0,50	0,21	0,53	0,93	0,74	0,72
Cu	1,27	1,06	1,38	1,58	1,36	1,27
Zn	1,01	0,41	0,74	0,69	1,19	0,74
Ni	0,39	0,38	0,28	0,64	0,62	0,29

Примечание. Сеяные многолетние луга: 1 – ежесборовый луг, 2 – красноклеверно-лядвенцевый луг, 3 – тимофеевковый луг, 4 – райграсовый луг, 5 – тимофеевко-райграсовый, 6 – тимофеевко-овсяницевый луг.

Биомассой травостоя всех типов сеяных лугов накапливается медь (эссенциальный элемент), однако наибольшей накопительной способностью характеризуется райграсовый и тимофеевковый луг. Также цинк как малоподвижный элемент поглощается биомассой только тимофеевково-райграсового и ежесборового луга. Техногенные элементы не накапливаются ни в одной пробе биомассы сеяных лугов. Установленные показатели для концентрации ТМ фоновых территорий сеяных лугов меньше, чем для естественных пасторальных сообществ на территориях сочетанного техногенно-радиационного загрязнения юго-западных районов Брянской области и республики Беларусь [Булохов, 2014].

Итак, 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. Продукционные и ростовые процессы травянистых растений – основных ценообразователей лугов – определяются комплексом факторов, один из важнейших – элементный состав почвы. 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. Однако растения поглощают только мономеры кремниевой кислоты, поэтому синтетический аморфный диоксид кремния хорошо усваивается продуцентами, влияет на показатели почвенного плодородия и моделирует продуктивность лугов.

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.

Показатели продуктивности надземной массы сеяных лугов приведены в таблице 29.

Таблица 29 – 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 внесенной дозе. Однако целесообразность увеличения кремнийсодержащих препаратов в дозах более 100 кг/га нецелесообразна. Повышение укосной биомассы при мероприятиях химической мелиорации доказывает повышение плодородия почв. Наиболее отзывчивыми на внесение препарата Ковелос оказались сеяные бобово-злаковые многолетние луга. Этот факт объясняется, вероятно, видовой специфичностью видов-доминантов, слагающих травостой в сеяных лугах, так как в основном миграция кремния осуществляется в форме поликремниевой кислоты с помощью специальных транспортных ферментов, которые различаются у видов [Матыченков, 2014].

Аскорбиновая кислота (витамин С) – одно из важнейших органических веществ, определяющих стрессоустойчивость растений по отношению к абиотическим факторам, качественная характеристика растительной продукции. Валовое содержание аскорбиновой кислоты отражено в таблице 30.

Таблица 30 – Характеристика содержания аскорбиновой кислоты (мг / 100 г.) в побеговой биомассе 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**	9,9±0,3 / 10,4 ±0,5	10,2±0,3 / 11,8±0,6	10,4±0,4 / 11,7±0,6	11,2±0,6 / 12,1 ±0,6	11,1±0,6 / 11,9±0,4
2	8,3±0,3 / 8,5±0,3	8,9±0,3 / 8,7±0,4	9,2±0,4 / 9,1±0,3	9,5 ±0,5 / 9,3±0,5	9,6±0,3 / 9,5±0,4
3	7,1±0,3 / 7,6±0,3	7,7±0,3 / 7,9	8,7±0,3 / 8,0±0,3	8,5±0,3 / 8,3	8,8±0,3 / 8,3±0,3
4	8,6 ±0,3	8,8±0,4	8,9±0,4	8,7±0,5	8,7±0,4

Примечание. * Обозначения аналогичные таблице 29.

** Доминанты травостоя сеяного луга: Обозначения аналогичные таблице 29.

Применение кремнийсодержащего препарата при возрастающей концентрации закономерно увеличивает концентрацию витамина С (аскорбиновой кислоты) в побеговой фитомассе: наибольшее содержание вещества диагностировалось при внесении в почву диоксида кремния в 100 и 200 кг/га. Различия между показателями концентраций аскорбиновой кислоты в фитомассе различается не достоверно.

В почве ценозов различного происхождения доступный для растений аморфный диоксид кремния присутствует в деятельностном горизонте в основном в виде фитоцитов, количество которых зависит от продуктивности сообществ. Так как аморфный диоксид кремния быстро растворяется, он легко встраивается в почвенный поглощающий комплекс и вызывает увеличение количественных характеристик не только надземной, но и подземной биомассы (табл. 31).

Таблица 31 – Характеристика общей массы корней (кг/м²) 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**	0,89	0,93	1,5	1,8	1,8
2	2,1	2,7	2,9	2,9	3,1
3	2,2	2,7	3,4	3,5	3,4
4	1,2	1,9	2,3	2,2	2,3

Примечание. * Обозначения аналогичные таблице 29.

** Доминанты травостоя сеяного луга: Обозначения аналогичные таблице 29.

При анализе массы корней в сеяных лугах в условиях химической мелиорации выявлено достоверное увеличение количественных характеристик корней доминантных видов на пробных площадках под клевером красным, однолетними культурами. Вероятно, это воздействие на ростовые процессы препарата аморфного диоксида кремния усилилось благодаря повышению доступности соединений фосфора для растений. Ранее было доказано, что кремнийсодержащие удобрения увеличивают объём, общую и рабочую адсорбирующую поверхность корней у культурных растений, улучшают корневое дыхание [Matichenkov, 1996].

Таким образом, химическая мелиорация почв под сеяными лугами достоверно вызывает увеличение продуктивности надземной биомассы, повышение ростовых процессов подземной. Положительный эффект наблюдается как для посевов многолетних, так и однолетних культур. Воздействие аморфного диоксида кремния, использованного в опытах влияния на биологические процессы у доминантных растений, можно объяснить хорошей поглощаемостью элементов препарата: он состоит из смеси различных полигидросилоксанов и растворяется в воде очень хорошо, превращаясь в доступные для растений формы, быстро встраиваясь в состав почвенного поглощающего комплекса.

Целесообразно использовать препарат Ковелос в средней концентрации. Наиболее отзывчивыми на внесение препарата аморфного диоксида кремния оказались сеяные многолетние луга с клевером, лисохвостом, овсяницей. Выявлена видовая специфичность реакции роста побеговой фитомассы у лугов при внесении препарата.

Позитивные тенденции в ростовых процессах доминантных растений на лугах несомненны, поэтому применение кремнийсодержащих удобрений можно рекомендовать для увеличения продуктивности сеяных лугов, при мелиоративных мероприятиях.

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 (табл. 32).

Таблица 32 – 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 12.

Так независимо от плотности загрязнения почвы и УА ^{137}Cs в травостое наблюдается уменьшение накопления радионуклида в зависимости от высоты исследуемой побеговой массы. В биомассе травостоя не наблюдается ярко выраженной аккумуляции ^{137}Cs : все Кн ниже 1,0. Значительно снизилось содержание радионуклида в биомассе растений. 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. Кремниевые удобрения увеличивают концентрацию доступного для растений фосфора, а также увеличивают показатели кислотности почвенного раствора [Кинтаналья, 1987; Матыченков, Амосова, 1999]. При улучшении химических и фи-

зико-химических показателей почв с высокими показателями УА ^{137}Cs при положительных динамических процессах уменьшается содержание радионуклида в почвах и, соответственно, в растительной биомассе. Ввиду относительно низкой стоимости кремнийсодержащих удобрений, их меньшего расхода на единицу площади, нанопористой структуры, препарат Ковелос можно рекомендовать для оптимизации состояния луговых сообществ техногенно-преобразованных территорий.

Основные показатели травостоя сеяных лугов пойменных ландшафтов Брянской области приведены в таблице 33.

Таблица 33 – Показатели урожайности (первичной продуктивности) и кормовых характеристик сеяных лугов в фоновых условиях

Тип лугов *	Продуктивность, т/га	Содержание N (%)	Содержание P (%)	Сырая клетчатка (%)
1	3,8	1,25	0,17	39,35
2	2,5	1,58	0,16	27,42
3	3,1	1,11	0,30	29,42
4	3,2	1,39	0,31	46,76
5	3,5	1,41	0,12	34,52
6	3,3	1,19	0,32	35,63

* **Примечание.** Сеяные многолетние луга: 1 – ежесборный луг, 2 – красноклеверно-лядвенцевый луг, 3 – тимофеевский луг, 4 – райграсовый луг, 5 – тимофеево-райграсовый, 6 – тимофеево-овсянический луг.

В опытах моделировали сеяные луга из следующих доминантов: райграса высокого, клевера красного, тимофеевки луговой, ежи сборной, овсяницы луговой в Дубровском, Жирятинском и Рогнединском районах Брянской области.

Наибольшая продуктивность травостоя обнаружена в ежесборном сообществе, тимофеево-райграсовом и тимофеево-овсяническом, наименьшая – у красноклеверно-лядвенцевого луга. Показатели продуктивности травостоя значительны, сопоставимы с урожайностью естественных лугов в долинах рек Десны, Ипути, Болвы в пределах Брянской области в пойменных местностях [Булохов, 2001, Природные ресурсы., 2007]. Содержание азота и фосфора (в %) благоприятно для получения высококачественных кормов, а содержание сырой клетчатки – для изготовления силоса, особенно из сена райграсового, ежесборного и тимофеево-овсянического луга. Все сообщества формируются в Брянской области в условиях постчернобыльского периода, особое условие – контроль долгоживущих радионуклидов согласно федеральным программам, в том числе и на фоновых участках сеяных лугов.

После поверхностного двукратного внесения синтетического аморфного диоксида кремния (препарата Ковелос) аккумуляция радионуклида травостоем изменилась по сравнению с ранее проведенными измерениями для фоновых условий (табл. 34).

Таблица 34 – Коэффициенты накопления ^{137}Cs в травостое луговых сообществ после двукратного внесения кремнийсодержащего препарата

Типы лугов*	УА, Бк/кг (почвы)	Высота побеговой биомассы (см)		
		0-5	7-14	16-25
	65,12±6,51	Кн		
1		0,55	0,46	0,37
2		0,47	0,38	0,21
3		0,44	0,39	0,29
4		0,41	0,40	0,31
5		0,42	0,33	0,26
6		0,46	0,35	0,26

*Примечание. Сеяные многолетние луга: 1 – ежесборный луг, 2 – красноклеверно-лядвенцевый луг, 3 – тимофеевский луг, 4 – райграсовый луг, 5 – тимофеево-райграсовый, 6 – тимофеево-овсяницевый луг.

Так независимо от плотности загрязнения почвы и УА ^{137}Cs в травостое наблюдается уменьшение накопления радионуклида в зависимости от высоты исследуемой побеговой массы. В биомассе травостоя сеяных лугов не наблюдается ярко выраженной аккумуляции ^{137}Cs : все Кн ниже 1,0. Значительно снизилось содержание радионуклида в биомассе растений: при внесении кремнийсодержащих препаратов по высоте побега трав, на лугах различных видов и типов кормовых угодий повторяет ранее установленные закономерности [Булохов, 2009]. Наиболее отзывчивыми на внесение препарата Ковелос оказались сеяные тимофеево-овсяницевые, тимофеево-райграсовые и красноклеверные-лядвенцевые луга. Этот факт объясняется, вероятно, видовой специфичностью видов-доминантов, слагающих травостой в сеяных лугах, так как в основном миграция кремния осуществляется в форме поликремниевой кислоты с помощью специальных транспортных ферментов, которые различаются у видов.

Препарат Ковелос Рост, может быть, рекомендован для ремедиации и оптимизации биохимических процессов в травостое сеяных лугов.

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

Система оценки кормов по обменной энергии (британская система Блэкстера, 1965) разработана Блэкстером для жвачных животных и принята Сельскохозяйственным научно-исследовательским советом Великобритании в 1965 г. Согласно этой системе потребность животных в энергии выражается в форме обменной энергии, а эффективность ее использования зависит от живой массы, продуктивности животного и концентрации обменной энергии в 1 кг сухого вещества рациона. Концентрация обменной энергии в сухом веществе кормов – характерный показатель системы Блэкстера, влияющей на эффективность использования обменной энергии для поддержания жизни и образования продукции.

Чем выше концентрация обменной энергии, тем выше эффективность ее использования.

На естественных и сеяных лугах показатели обменной энергии лежат в значениях от 8,07 до 8,49 МДж, различия статистически недостоверны (табл. 35). На опытных делянках применение калийного удобрения даёт эффект повышения содержания обменной энергии в сене. На лугах естественного происхождения показатели ОЭ аналогичны данным по сеяной злаковой травосмеси.

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.

Таблица 35 – Энергетические показатели сена (сенажа) с опытных делянок 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 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.

Изменения химического состава и питательной ценности кормов в зависимости от технологии их приготовления и условий хранения. Эти изменения связаны, прежде всего, с теми биохимическими преобразованиями, которые происходят в скошенном растении в процессе его консервации. При заготовке различных видов кормов отмечаются биохимические потери питательных веществ в процессе дыхания в тканях скошенных растений. В результате часть моно- и дисахаридов

окисляются до диоксида углерода и воды, то есть практически теряются. Чем продолжительнее время между скашиванием и отмиранием (консервацией растений), тем большее количество углеводов теряется и ниже питательная ценность готового корма.

Силосованные корма по своему химическому составу существенно отличаются от состава исходной массы. В этом случае легкобразимые углеводы растений используются для синтеза молочной и уксусной кислот, служащих консервирующим началом в силосе. Изменение влажности исходного сырья (путем провяливания скошенных растений) снижает интенсивность бродильных процессов и способствует лучшей сохранности углеводов в процессе силосования корма. Наряду с углеводами большие потери при заготовке кормов наблюдаются в отношении жирорастворимых витаминов, в частности каротина, уровень которого может снижаться в несколько раз.

Во время скашивания и приготовления различных видов консервированных кормов происходят существенные изменения в протеиновой питательности. Предварительное провяливание растений перед силосованием до содержания 32% сухого вещества улучшает сохранность всех незаменимых аминокислот.

Присутствие в силосе аммиака - следствие глубокого распада белковых веществ. Наряду с явными потерями питательных веществ в процессе приготовления силоса или сенажа при нарушении основных технологических требований происходят значительные физико-химические превращения белка, ведущие к снижению его доступности.

Максимальная сохранность питательных веществ отмечается при искусственной сушке зеленых кормов. Однако здесь действие высокой температуры, очевидно, отражается на физических характеристиках отдельных питательных веществ, в результате чего их переваримость по сравнению с исходным сырьем снижается.

В процессе технической переработки продуктов растениеводства также происходит изменение их химического состава. При переработке часть сырья идет для приготовления пищевых продуктов, а остальное (отходы) используется в кормлении животных. Отходы существенно отличаются как от продукта, так и исходного сырья.

На кормовом продукте, получаемом при переработке растительного сырья, отражается и технологическая схема производства. Так, при переработке подсолнечника с предварительным шелушением семян могут быть получены высокопитательный жмых и шрот с небольшим остатком лузги и низким содержанием клетчатки. Если масло извлекается прессованием, то сырье в процессе переработки сильно нагревается и в жмыхе остается мало растворимых фракций протеина и относительно много жира.

Проведённые исследования за последние 20 лет показали, что снижение материальных затрат, обоснованных при создании искусственных пастбищ (сенокосов), и, как следствие, при создании кормов различного состава, можно достигать, применяя химическую мелиорацию почв, при использовании научно обоснованных приёмов обработки почв перед закладкой луговых сообществ, системы минеральных удобрений после диагностики их обеспеченности элементами минерального и органического питания; при снижении норм высева семенного материала; конструирование оптимального видового состава травостоя при создании сообществ. Основная цель при создании высокопродуктивных лугов, а также при под-

боре мелиорантов – создание энергетически- и ресурсоэффективных сообществ, устанавливая при этом роль видов травостоя лугов. В таблице 36 приведены результаты энергозатратности и энергоэффективности 19 видов лугов в эксперименте при укосно-пастбищном использовании травостоя.

Таблица 36 – Экономическая эффективность создания и использования укосно-пастбищных травостоев

Состав травостоя и условия культивирования *	Условно чистая прибыль, руб / га	Себестоимость 1 ц к.е., руб	Уровень рентабельности, в %	Энергетическая эффективность, ГДж/га	Энергетический коэффициент	Коэффициент энергетической эффективности
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	874	188,4	60	98,4	2,7	2,5
7	987	185,0	89	45,8	3,6	2,9
8	700	183,6	63	95,3	2,5	2,4
9	510	174,6	42	99,5	2,3	1,9
10	573	181,4	45	100,3	2,3	2,0
11	759	173,8,0	65	87,8	2,6	2,1
12	888	200,4	87	47,5	5,9	3,1
13	910	190,1	91	49,0	6,1	3,5
14	915	194,8	90	53,6	5,7	3,2
15	917	200,6	94	41,9	6,2	3,3
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 + люцерна рогатая, 12 – тимфеевка обыкновенная, 13 – райграс многолетний, 14 – тимфеевка + райграс многолетний, 15 – тимфеевка обыкновенная + овсяница луговая, 16 – клевер красный, 17 – клевер красный + овсяница луговая, 18 – клевер красный + и лисохвост луговой, 19 – чина луговая + овес посевной.

Анализ экономической эффективности при создании искусственных травосмесей из овсяницы луговой, лисохвоста лугового, двукисточника тростникового с различным внесением удобрений (1-5) показал следующее: наименьшие финансовые затраты были в эксперименте 2-5 с полным внесением удобрений NPK, несмотря на значительную стоимость азотных удобрений; на уровень рентабельности также влияет соотношение по количеству внесённых удобрений. В варианте опыта с внесением калия показало один из низких значений рентабельности – 52 %, так как этот элемент стимулирует в основном рост только подземной биомассы

растений. Повышение рентабельности использования биомассы травостоя лугов в эксперименте с внесением одновременно и калия, и фосфора – от 60 до 65 % – объясняется стимулированием плодоношения травянистых растений (элемент фосфор). Различия в значениях рентабельности при внесении минеральных удобрений К (3), К и Р (4-5) статистически незначимо.

Сеяные многолетние луга (7, 9-12) с внесением удобрений в дозах – $N_{90}P_{60}K_{90}$ – позволяет определить фактор состава травосмесей без участия бобовых, с участием бобовых растений – при внесении удобрений $P_{60}K_{90}$ (8, 13-15). Фосфор и калий удобрений без внесения азота, вероятно, в большей степени аккумуляровались в почве, создавая значительный почвенный энергетический запас. Внесение азота активировало процесс использования и аккумуляции в урожае всех элементов и, косвенно, повышению продуктивности, значит и рентабельности. В вариантах опыта с многолетними сеяными лугами дополнительный азот привносился азотфиксаторами – бобовыми растениями при искусственном создании луговых экосистем. Фосфорно-калийные удобрения стимулировали рост подземной биомассы. Однако внесение азотных удобрений связано с большими затратами энергии, в том числе израсходованной на их производство, поэтому окупаемость антропогенных затрат снижается.

Установлено, что рентабельность повышается при внесении в травосмесь бобовых растений и создание луга с ценными азотфиксирующими культурами. Наибольшая рентабельность зафиксирована в бобово-злаковой смеси – чина луговая + овес посевной (94 %), клевер красный + овсяница луговая (91%), клевер красный + люцерна (89 %).

Однако, рентабельность травосмеси с ксерофитными злаками – ежой сборной и райграсом – снижена. При введении в травосмесь райграса многолетнего (10, 11) уменьшается рентабельность, особенно существенно в чистой культуре – райграса, а также в системе тимopheевка + райграс. Эти данные свидетельствуют о том, что проведение первого укоса и двух циклов укоса позволит уменьшить затраты на конструирование этих сообществ, прежде всего при внесении азотных удобрений, большей биомассы. Наименьшая рентабельность зарегистрирована также в моновидовых злаковых лугах: ежесборный луг, тимopheевковый луг: повышает рентабельность введение в моновидовой травостой низовых злаков – овсяницы луговой (до 65 %). Различия в показателях рентабельности при культивировании травосмесей различного видового состава статистически достоверно ($t_{\text{практ}} < t_{\text{теорет}}$).

В экспериментах выбран укосно-пастбищный режим использования лугов, так как это наиболее оптимальный вариант, при котором не требуется, как правило затрат на подкашивание нестравленных остатков травы. Этот факт способствует увеличению рентабельности при расчёте энергетической эффективности.

Расчёт энергетической эффективности показал наибольшую энергозатратность при выращивании монозлаковых и полизлаковых лугов. Так, энергетическая эффективность создания, использования злаковых травостоев и бобовых различается в 1,5-1,7 раза. Наибольшая энергетическая эффективность зарегистрирована для монозлаковых лугов из смеси верховых видов – ежи сборной, райграса многолетнего, тимopheевки луговой – 98,4-100,3 ГДж/га. Наименьшая энергозатратность зафиксирована при возделывании и культивировании луговых сообществ из бобо-

злаковых компонентов и бобовых растений – 41,9 – 45, 8 ГДж/га. При укосно-пастбищном использовании целесообразно культивировать смеси – чина луговая + овес посевной, клевер красный + лядвенец рогатый, клевер красный. Как отмечается многими авторами, подтверждается проведенными полевыми экспериментами, при возделывании вышеуказанных травостоев существенно снижается доля вносимых азотных удобрений.

При рассмотрении результатов расчёта энергоэффективности в условиях злаковой травосмеси при различных вариантах внесения минеральных удобрений выяснено, что при полном внесении удобрений (3-5) показатели затрат энергии выше, чем у контроля; также как и при двухкомпонентном составе удобрения – N и K, различия статистически недостоверны.

Размер энергетического коэффициента и коэффициента энергетической эффективности также зависит от состава травосмесей и внесённых доз минеральных удобрений, а также косвенно от сроков созревания. При насыщении злаковых смесей ксерофитными формами – верховыми злаками – снижаются вышеуказанные коэффициенты. Минимальные коэффициенты энергетической и энергетической эффективности рассчитаны для злаковых смесей с примесями райграса, а также при внесении полного удобрения (N, P, K). Включение бобовых в состав травосмеси пропорционально увеличивала коэффициенты, например до 5,9 (6,2) и 3,3 (3,5) соответственно. Различия в значениях коэффициентов статистически достоверно.

Таким образом, экономическая оценка создания и использования травостоев сеяных лугов свидетельствует о решающем значении злаковых и бобово-злаковых травостоев, с участием видов клевера красного, чины луговой, лядвенца рогатого, овсяницы луговой. Уровень рентабельности повышался от 21 до 35 %. Замена в злаковых смесях доминирующего вида на райграс многолетний вызвала снижение рентабельности, повышало энергозатраты и соответственно снижало коэффициенты энергозатрат и энергетический.

Самый высокий уровень рентабельности зарегистрирован при культивировании травосмеси многолетнего бобового растения и однолетнего злака: чины луговой и овса посевного; высокий энергетический и коэффициент энергетической эффективности – также в бобово-злаковых смесях, в том числе и при участии многолетних клевера красного и овсяницы луговой.

Самые низкие данные вышеуказанных коэффициентов и показатели рентабельности рассчитаны для злаковых травосмесей – моно- и поливидовых, при внесении комплексного удобрения.

При анализе 4 вариантов культивирования полизлаковой многолетней травосмеси с различным использованием удобрений, несмотря на большие энергозатраты при внесении азота, рентабельность урожайности лугов при полном внесении NPK наибольшая. Таким образом, можно рекомендовать подсев в злаковые травосмеси бобовых растений, обогащающих почву фиксированным атмосферным азотом, снижая энергозатраты при изготовлении и использовании соединённого азота.

На основании трехлетних исследований осуществлена 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).

Таблица 37 - Экономическая эффективность возделывания многолетних трав на зеленую массу в сумме за 2 укоса в зависимости от применяемых средств химизации (среднее за 2017-2019 гг.)

Показатели	Естественный травостой					Сеяная злаковая смесь обработка почвы дисками				
	контроль	P ₆₀ K ₉₀	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀	контроль	P ₆₀ K ₉₀	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀
Площадь, га	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Урожайность, ц/га	84	354	425	497	574	194	429	534	614	677
Валовое производство, т	8,4	35,4	42,5	49,7	57,4	19,4	42,9	53,4	61,4	67,7
Стоимость валовой продукции, руб/га	253,7	1221,3	1712,8	2201,7	2852,8	4083,7	9253,5	11758,7	13858,0	15631,9
Производственные затраты, руб	241,92	1029,7	1248,6	1474,7	1720,2	3234,0	7222,9	9080,7	10545,5	11743,8
Себестоимость 1 т продукции, руб.	28,8	29,1	29,4	29,7	30,0	166,7	168,4	170,1	171,8	173,5
Чистый доход, руб.	11,8	191,6	464,1	727,0	1132,5	849,7	2030,6	2678,0	3312,5	3888,1
Рентабельность производства, %	4,86	45,08	37,17	49,30	65,84	26,27	28,11	29,49	31,41	33,11

Экономическая эффективность показывает достигнутый уровень продуктивности сеяных многолетних трав, эффективность применения различных агроприемов, оценку затрачиваемых ресурсов, (материально-денежных и трудовых), их отдачу в натуральном и денежном выражении.

Экономическая эффективность в зависимости от применяемых средств химизации при возделывании многолетних трав на зеленую массу в сумме за 2 укоса определялась по следующим показателям: урожайность кормовых культур и затраты на их выращивание, стоимость валовой продукции, прибыль и рентабельность.

Рентабельность - относительный показатель экономической эффективности, который комплексно отражает степень эффективности использования материальных, трудовых, денежных и природных ресурсов. Рентабельность определяли как отношение чистого дохода на производственные затраты умножением на 100 %.

Себестоимость продукции – это уровень всей хозяйственной деятельности предприятия, а именно организация и технология производства, производительность труда, эффективность использования земельных ресурсов и других средств производства, осуществления режима экономии. Себестоимость

продукции с точки зрения экономического значения позволяет соотнести затраты живого и прошлого осуществленного труда с урожайностью.

Необходимо отметить, что одним из важнейших факторов роста производительности труда – это обеспечение хозяйства основными фондами и эффективное их использование. Экономическая эффективность использования производственных фондов характеризуется фондоотдачей и фондоемкостью (Экономика сельского хозяйства..., 2004).

Для расчета количества человеко-часов, затраченных на 1 т продукции (к.ед, п.пр, КПЕ), затраты труда на 1 га делят на количество продукции, полученной с 1 га.

Себестоимость 1 т к.ед., п.пр. и КПЕ определялись делением затраты денежных средств на 1 га на показатель выхода с 1га соответствующей продукции.

Для определения величины чистого дохода с 1 га необходимо из стоимости валовой продукции отнять сумму денежных затрат на 1 га (производственные затраты). Чтобы рассчитать стоимость продукции, полученной на 1 рубль денежных затрат, нужно общую стоимость корма с 1 га разделить на величину денежных затрат.

Производственные затраты рассчитывали, как произведение себестоимости единицы зелёной массы на валовое производство.

Так, чистый доход при получении зеленых кормов с учетом $N_{90}P_{60}K_{150}$ из естественного травостоя составил 1132,5 руб./га при уровне рентабельности 65,84 % (табл.37) Чистый доход при получении зеленого корма с учетом $N_{90}P_{60}K_{150}$ из сеяной травосмеси при обработке почвы дисками составил 3888,1 руб./га при уровне рентабельности 33,11 %.

Естественно, необходимо отметить, что, рассчитывая экономическую эффективность возделывания многолетних трав на сено уровень рентабельности производства и уровень чистого дохода будет ниже в связи с ростом производственных затрат, которые связаны с процессом уборки многолетних трав – сушка, сгребание скошенной массы в валки, прессование сухой массы в рулоны, погрузка и транспортировка (табл. 38).

Так, при возделывании многолетних трав на сено на естественном травостое с учетом $N_{90}P_{60}K_{150}$ составил 767 руб./га при уровне рентабельности 65,48 %. На сеяном злаковом травостое с учетом $N_{90}P_{60}K_{150}$ при обработке почвы дисками чистый доход составил 2686,32руб./га при уровне рентабельности 33,08 %.

Приведенный выше расчет экономической эффективности применения оптимальной системы удобрения многолетних трав центральной поймы заливного дуга в условиях рыночного механизма хозяйствования, позволяющих получить экологически безопасные объемистые корма (зеленая масса, сено), будет экономически эффективна и хозяйственно оправдано.

Таблица 38 - Экономическая эффективность возделывания многолетних трав на сено в сумме за 2 укоса в зависимости от применяемых средств химизации (среднее за 2017-2019 гг.)

Показатели	Естественный травостой					Сеяная злаковая смесь обработка почвы дисками				
	контроль	P ₆₀ K ₉₀	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀	контроль	P ₆₀ K ₉₀	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀
Площадь, га	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Урожайность, ц/га	51,5	88	100	114	130	38	107	132	147	156
Валовое производство, т	5,15	8,8	10	11,4	13	3,8	10,7	13,2	14,7	15,6
Стоимость валовой продукции, руб/га	466,6	902,9	1209	1515,06	1938,3	2394	6923,9	8719,9	9953,4	10806,12
Производственные затраты, руб	444,96	768,24	882	1015,74	1171,3	1907,98	5405,64	6735,96	7576,38	8119,8
Себестоимость 1 т продукции, руб.	86,4	87,3	88,2	89,1	90,1	502,1	505,2	510,3	515,4	520,5
Чистый доход, руб.	21,7	134,66	327	499,32	767	486,02	1518,26	1983,94	2377,1	2686,32
Рентабельность производства, %	4,87	17,53	37,07	49,15	65,48	25,47	28,08	29,45	31,37	33,08

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Установлено, что естественные луга Подесенья разнообразны, включают фитоценозы, приуроченные к повышенным формам рельефа, на сглаженных формах рельефа и заболоченные луга. Исследования агроэкологических и продукционных характеристик проведено с использованием выделенных 21 ассоциации и 2 сообществ из 2 классов, 4-х порядков и 8-и союзов.

2. Выявлена наибольшая продуктивность травостоя: в сообществах большеманникового, двукисточникового, болотномятликово-луговолисохвостового и делянокелерево-красноовсяницевого типов лугов, наименьшая – у лугов заливаемой части поймы – приречнохвощёвого типа. Так как машинное окультуривание лугов отсутствует, зарегистрирован процесс заочкаривания 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 ^{137}Cs 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, Кн ^{137}Cs по мере уменьшения (слой 0-5 см): *Glycerietum maximae* Nowiński 1930 (*Scirpetum sylvatici* Ralski 1931) > *Agrostio stoloniferae*–*Beckmannietum eruciformis* Alexandrova 1989 > *Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931 > *Anthoxantho*–*Agrostietum tenuis* Sill. 1933 em. Jurko 1969 (*Lysimachio vulgaris*–*Filipenduletum ulmariae* Balátová-Tuláčková 1978, *Deschampsio*–*Agrostietum tenuis* Sill. 1933 em. Jurko 1969) > *Poo palustris*–*Alopecuretum pratensis* Shelyag-Sosonko et al. 1987 > *Filipendulo ulmariae*–*Festucetum rubrae* Bulokhov 1990 (*Heracleo sibirici*–*Alopecuretum pratensis* 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 *Glyceria maxima*, *Scirpus sylvaticus*, *Agrostis stolonifera*, *Phalaroides arundinacea*, *Deschampsia cespitosa*, *Beckmannia eruciformis*, *Anthoxanthum odoratum*, *Agrostis tenuis*.

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 – вежник 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-овсянищевых, 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

Результаты, проведенных исследований позволяют рекомендовать следующие мероприятия:

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 инвентариза-

ции 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 stravливания травостоя (ниже 5 см по высоте), преобразования лугов при пастбищной депрессии 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 сеянными 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.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авессаломов, И. А. Геохимические показатели при изучении ландшафтов: учеб.-метод. пособие / И. А. Авессаломов. – М.: Изд-во Московского университета, 1987. – 108 с.
2. Авцын, А. П. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология / А. П. Авцын. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
3. Агроклиматические ресурсы Брянской области. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 111 с.
4. Агрономическая эффективность возделывания мятликовых трав в условиях радиоактивного загрязнения / Ю. А. Анишина, Г. П. Малякко и др. // Актуальные проблемы экологии, агрохимии и почвоведения в XXI веке: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2012. – С. 260-265.
5. Агроэкологические основы ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур в Брянской области / под ред. В. Ф. Мальцева. – Брянск, 1999. – 165 с.
6. Азаренко, Ю. А. Закономерности содержания, распределения, взаимосвязей микроэлементов в системе почва-растение в условиях юга Западной Сибири / Ю. А. Азаренко. – Омск: Изд-во Вариант-Омск, 2013. – 232 с.
7. Аккумуляция ^{137}Cs в лесных биогеоценозах юго-западных районов Брянской области / А. Д. Булохов, Е. В. Борздыко, Н. Н. Панасенко, Ю. А. Семищенков, Н. А. Сквородникова // Вестник Брянского государственного университета. – 2010. – № 4. – С. 107-115.
8. Аккумуляция ^{137}Cs растениями луговых экосистем приграничных территорий Брянской, Гомельской и Черниговской областей / А. Д. Булохов, Н. А. Сквородникова, Н. М. Дайнеко, А. В. Лукаш, Н. Н. Панасенко, Ю. А. Семищенков // Научный диалог. – 2014. – № 1 (25). – С. 5–13.
9. Александрова, В. Д. Классификация растительности. Обзор принципов классификации и классификационных систем в разных геоботанических школах / В. Д. Александрова. – Л.: Наука, 1969. – 276 с.
10. Алексахин, Р. М. Техногенное загрязнение сельскохозяйственных угодий (исследования, контроль и реабилитация территорий) / Р. М. Алексахин, М. И. Лунёв // Плодородие. – 2011. – № 3. – С. 32-35.
11. Алексеенко, Л. Н. Продуктивность луговых растений в зависимости от условий среды / Л. Н. Алексеенко. – Л.: ЛОЛГУ, 1967. – 167 с.
12. Алехин, В. В. Растительность и геоботанические районы Московской и сопредельных областей / В. В. Алехин; под ред. акад. В. Н. Сукачева. – М.: Изд-во Моск. о-ва испытателей природы, 1947. – 71 с.
13. Алтунина, Д. А. Действие удобрений на урожайность, качество кормовых культур и плодородие почвы в Нечерноземной зоне России / Д. А. Алтунина, Н. В. Скороходова // Достижение науки и техники АПК. – 2002. – № 8. – С. 15-17.
14. Альмишев, У. Х. Улучшение лугов и комплексная уборка: учебное пособие / У. Х. Альмишев, А. П. Бондаренко. – Павлодар: Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, 2006. – 173 с.
15. Андреев, А. В. Как улучшить естественные кормовые угодья / А. В. Андреев. – Ростов н/Д: Кн. изд-во, 1955. – 11 с.

16. Андреев, Н. Г. Луговоедение: учебник / Н. Г. Андреев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 255 с.
17. Анишина, Ю. А. Элементный состав корма одновидовых посевов многолетних трав при разном уровне минерального питания / Ю. А. Анишина // Вестник Брянской ГСХА. – 2011. – № 5. – С. 20-24.
18. Анишина, Ю. А. Эффективность возделывания многолетних мятликовых трав в одновидовых посевах на радиоактивно загрязненных пойменных лугах (на примере Брянской области): автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Ю. А. Анишина. – Брянск, 2012. – 20 с.
19. Анспок, П. И. Микроудобрения / П. И. Анспок. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Агропромиздат, 1990. – 272 с.
20. Антыков, А. Я. Почвы Брянской области и условия их образования / А. Я. Антыков. – Брянск, 1958. – 256 с.
21. Апробация методики эколого-экономической оценки деградации земель / О. А. Макаров А. С. Строков, Е. В. Цветнов, Е. В. Бондаренко, Е. Н. Кубарев, О.А. Чистова, Я.Р. Ермияев // Агрехимический вестник. – 2017. – № 3. – С. 55-59.
22. Атлас спектров гамма-излучений радиоактивных изотопов / Б. А. Аликов, К. Я. Громов, В. А. Морозов и др. – Ташкент: Узбекистан, 1973. – 12 с.
23. Ахламова, Н. М. Продуктивность злакового травостоя и его качество в зависимости от частоты скашивания и доз азотного удобрения / Н. М. Ахламова, Н. И. Герасимов // Кормопроизводство. – 1977. – С. 1-5.
24. Ахромеев, Л. М. Ландшафты долины Десны / Л. М. Ахромеев, Ю. Г. Данилов // Долина Десны: природа и природопользование. – М.: МФГО СССР, 1990. – С. 21-33.
25. Ахромеев, Л. М. Ополье-полесская ландшафтная парадинамическая мезосистема / Л. М. Ахромеев // Общие и региональные проблемы ландшафтной географии СССР: сб. ст. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1987. – С. 154-163.
26. Бабакишиева, Е. А. Поглощение минеральных солей корнями подсолнечника и люпина из подпахотных слоев почвы: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Е. А. Бабакишиева. – М., 1969. – 20 с.
27. Банькин, В. А. Ресурсосберегающие технологии – будущее земледелия России / В. А. Банькин // Земледелие. – 2006. – № 1. – С. 12-13.
28. Баранников, В. Д. Экологическая безопасность сельскохозяйственной продукции / В. Д. Баранников, Н. К. Кириллов. – М.: Колос, 2005. – 352 с.
29. Баранников, В. Д. Экологическая безопасность сельскохозяйственной продукции / В. Д. Баранников, Н. К. Кириллов. – М.: Колос, 2005. – 352 с.
30. Баранова, В. В. Эффективность высокопродуктивных многокомпонентных смесей с бобовыми / В. В. Баранова, М. Т. Логуа, В. А. Мамаев // Кормопроизводство. – 2003. – № 6. – С. 16-19.
31. Басманов, А. Е. Экологическое нормирование применения удобрений в современной земледелии / А. Е. Басманов, А. В. Кузнецов // Вестник с.-х. науки. – 1990. – № 8. – С. 88-91.
32. Бекузарова, С. А. Восстановление структуры почвы козлятником восточным и виезем пестрым / С. А. Бекузарова, З. Б. Бораева // Устойчивость

почв к естественным и антропогенным воздействиям. – М.: Почвенный институт им. В. В. Докучаева РАСХН, 2002. – С. 130.

33. Белопольский, А. Е. Применение минеральных удобрений для снижения концентрации раионукаидов в растительных кормах / А. Е. Белопольский // Кормопроизводство. – 2015. – № 6. – С. 32-36.

34. Белоус, И. Н. Влияние удобрений и обработки почвы на миграцию ^{137}Cs в почве кормовых угодий / И. Н. Белоус, Л. П. Харкевич, В. Ф. Шаповалов // Земледелие. – 2012. – № 8. – С. 8-10.

35. Белоус, И. Н. Продуктивность и качество одновидовых посевов многолетних трав в зависимости от уровня минерального питания / И. Н. Белоус, Е. В. Смольский, В. Ф. Шаповалов // Вестник Брянской ГСХА. – 2012. – № 4. – С. 29-33.

36. 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.

37. Белоус, И. Н. Эффективность агрохимических приемов при поверхностном улучшении естественных кормовых угодий, загрязненных ^{137}Cs / И. Н. Белоус, Е. А. Кротова, Е. В. Смольский // Агрохимия. – 2012. – № 8. – С. 18-24.

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

39. Белоус, Н. М. Влияние органических удобрений на продуктивность и содержание цезия-137 в урожае культур севооборота / Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов // Бюл. ВИУА. – 2003. – № 117. – С. 185-187.

40. Белоус, Н. М. Влияние разных систем удобрений на переход цезия-137 из почвы в растения // Н. М. Белоус, М. Г. Драганская // Повышение плодородия продуктивности дерново-подзолистых песчаных почв и реабилитация радиационно-загрязненных с.-х. угодий. – М., 2002. – Вып. VII. – С. 39-52.

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

42. Белоус, Н. М. Система удобрения полевого и лугового кормопроизводства в условиях радиоактивного загрязнения территории / Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов, Е. В. Смольский // Плодородие. – 2016. – № 5. – С. 34-38.

43. Белоус, Н. М. Урожайность одновидовых посевов луговых трав в зависимости от минерального питания / Н. М. Белоус, Ю. А. Анишина, Е. В. Смольский // Достижения науки и техники в АПК. – 2012. – № 2. – С. 57-59.

44. Белоус, Н. М. Эффективность агротехнических приемов по получению безопасной продукции на пойменных кормовых угодьях / Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов, Е. В. Смольский // Агро XXI. – 2012. – № 11. – С. 41.

45. Белоус, Н. М. Эффективность агротехнических приемов по получению безопасной продукции на пойменных кормовых угодьях / Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов, Е. В. Смольский // Агро XXI. – 2013. – № 1-3. – С. 41-43.

46. Белоус, Н. М. Эффективность агрохимических приемов при поверхностном улучшении естественных кормовых угодий, загрязненных ^{137}Cs // Агрохимия. – 2012. – № 8. – С. 18-24.

47. Белоус, Н. М. Эффективность действия известкования на снижение поступления цезия-137 из почвы в растения / Н. М. Белоус // Вопросы известкования почв / под ред. И. А. Шильникова, Н. И. Акановой. – М.: Агроконсалт, 2002. – С. 41-43.
48. Беляева, Р. А. Практические рекомендации по агроэкологическим приемам управления продуктивностью природных кормовых угодий в пойме реки Печора Сыктывкар / Р. А. Беляева, Л. А. Канева. – Сыктывкар: НИИСХ Республики Коми, 2011. – 16 с.
49. Биологизация земледелия юго-запада России / отв. за вып. В. Ф. Мальцев. – Брянск, 2000. – 343 с.
50. Битюцкий, Н. П. Микроэлементы высших растений / Н. П. Битюцкий. – СПб., 2011. – 367 с.
51. Боброва, Е. К. Биогенный кремний в почвах сложного генеза: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Е. К. Боброва. – М.: МГУ, 1995. – 16 с.
52. Богdevич, И. М. Рекомендации по ведению агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь / И. М. Богdevич. – Мн., 2008. – 72 с.
53. Богdevич, И. М. Защитные агрохимические мероприятия в АПК Республики Беларусь / И. М. Богdevич, А. Г. Подоляк, И. Д. Шмигельская // Агрохимический вестник. – 2006. – № 2. – С. 13-19.
54. Богdevич, И. М. Научные основы земледелия в зоне радиоактивного загрязнения / И. М. Богdevич // Чернобыльская катастрофа: причины и последствия. – Мн., 1992. – Ч. 3. – С. 42-60.
55. Богdevич, И. М. Основы ведения сельского хозяйства / И. М. Богdevич, В. Ю. Агеец, С. К. Фирсакова // Экологические, медико-биологические и социально-экономические последствия катастрофы на ЧАЭС в Беларуси / под ред. Е. Ф. Конопли, И. В. Ромвача. – Мн., 1996. – С. 52-102.
56. Богdevич, И. М. Агрохимические защитные меры и плодородие почв Беларуси, загрязненных после аварии на ЧАЭС / И. М. Богdevич // 25 лет после чернобыльской катастрофы. Преодоление ее последствий в рамках Союзного государства: сб. пленарных докл. междунар. науч.-практ. конф. – Гомель, 2011. – С. 64-82.
57. Борисов, М. В. Экспериментальное исследование форм нахождения кремнекислоты в растворах: автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук / М. В. Борисов. – М.: МГУ, 1976. – 28 с.
58. Брескина, Г. М. Биологическая активность природных и антропогенно нарушенных экосистем / Г. М. Брескина // Черноземы Центральной России: генезис, эволюция и проблемы рационального использования: сб. материалов науч. конф., посвящ. 80-летию кафедры почвоведения и управления земельными ресурсами в 100-летней истории Воронежского государственного ун-та. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2017. – С. 251-254.
59. Буданцев, А. Л. О некоторых терминах, связанных с биологической продуктивностью / А. Л. Буданцев // Растительные ресурсы. – 2007. – Т. 43, № 4. – С. 119-124.
60. Булохов, А. Д. Оценка качества кормов естественных и сеяных лугов бассейна реки Ипуть в радиационно-загрязнённых районах Брянской и Гомель-

ской области / А. Д. Булохов // Вестник Брянского государственного университета. – 2014. – № 1. – С. 61-66.

61. Булохов, А. Д. Типология лугов Брянской области / А. Д. Булохов. – Брянск: РИО БГУ, 2009. – 219 с.

62. Булохов А. Д. Травяная растительность Юго-Западного Нечерноземья России / А. Д. Булохов. – Брянск: Изд-во БГУ, 2001. – 296 с.

63. Вавилов, П. П. Интенсивные кормовые культуры в Нечерноземье / П. П. Вавилов, В. И. Филатов. – М.: Московский рабочий, 1980. – 234 с.

64. Вебер, Х. Э. Международный кодекс фитосоциологической номенклатуры / Х. Э. Вебер, Я. Моравец, Ж.-П. Терийя // Растительность России. – 2005. – № 7. – С. 3–38.

65. Вершинина, И. В. Экологическая оценка изменений почвенно-биотического комплекса и компонентов трофической структуры биоценоза нарушенной светло-серой лесной почвы: автореф. дис. ... канд. биол. наук / И. В. Вершинина. – Н. Новгород, 2013. – 24 с.

66. Вершинина, И. В. Формирование зооценозов механически нарушенной почвы в процессе ее рекультивации / И. В. Вершинина, В. И. Титова, А. А. Ветчинников // Агрехимический вестник. – 2013. – № 1. – С. 28-30.

67. Ветчинников, А. А. Эколого-агрехимическое обоснование технологии рекультивации сельскохозяйственных земель, нарушенных при производстве работ на линейных сооружениях: дис. ... канд. с.-х. наук / А. А. Ветчинников. – Н. Новгород, 2010. – 155 с.

68. Вильямс, В. Р. Собрание сочинений. Т. 4. Луговое хозяйство / В. Р. Вильямс. – М.: Государственное изд-во с.-х. литературы, 1949. – 502 с.

69. Виноградов, И. С. Растительность заливных лугов реки Ипуть в пределах Западной области / И. С. Виноградов // Тр. Новозыбковского пед. ин-та. 1932. – Вып. 1. – С. 7-72.

70. Виноградов, И. С. Растительные ассоциации заливных лугов Восточного Полесья (по наблюдениям в поймах рек Ипуть и Десны) / И. С. Виноградов // Уч. зап. Северо-Осетинского пед. ин-та. – 1941. – Т. 2, № 2. – С. 3-40.

71. Виноградова, Н. П. Заливные луга поймы реки Мокши Мордовской АССР и меры их улучшения / Н. П. Виноградова. – Саранск: Мордовское книжное изд-во, 1959. – 100 с.

72. Влияние длительного применения средств химизации на продуктивность плодосменного севооборота и плодородие дерново-подзолистой почвы в условиях радиоактивного загрязнения / Н. М. Белоус, В. Г. Сычев, В. Ф. Шаповалов, И. Н. Белоус // Плодородие. – 2013. – № 3 (72). – С. 1-3.

73. Влияние комплексного применения средств химизации, на продуктивность картофеля, возделываемого на радиоактивно загрязненной дерново-подзолистой песчаной почве / А. Е. Секирников, С. А. Бельченко, И. Я. Пигорев, В. Ф. Шаповалов // Вестник Курской ГСХА. – 2019. – № 7. – С. 66-75.

74. Влияние минеральных удобрений и приемов поверхностного улучшения почвы на урожай и качество зеленой массы многолетних трав / Н. М. Белоус, Л. П. Харкевич, В. Ф. Шаповалов, Е. А. Кротова // Кормопроизводство. – 2011. – № 4. – С. 21-23.

75. Влияние различных систем удобрения на накопление тяжелых металлов в сельскохозяйственной продукции / Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов, Ф. В. Моисеенко, М. Г. Драганская // Вестник Брянской ГСХА. – 2006. – № 2. – С. 22-29.
76. Влияние средств химизации и обработки почвы на продуктивность и качество зеленой массы многолетних трав в условиях радиоактивного загрязнения / В. Ф. Шаповалов, А. П. Харкевич, И. Н. Белоус, Ю. А. Анишина // Проблемы агрохимии и экологии. – 2011. – № 2. – С. 29-33.
77. Влияние фосфорно-калийных удобрений на урожайность и качество сена многолетних трав в условиях радиоактивного загрязнения / Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов, Г. П. Малякко, Е. В. Смольский, О. А. Меркелов // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29, № 3. – С. 33-35.
78. Волобуева, И. В. Сравнительный анализ биологической продуктивности природных растительных сообществ и агрофитоценозов в условиях Центрального Черноземья: дис. ... канд. биол. наук / И. В. Волобуева. – Курск, 2004. – 177 с.
79. Воробьев, Г. Т. Особенности ведения сельскохозяйственного производства на сельскохозяйственных угодьях с различной плотностью загрязнения / Г. Т. Воробьев, Д. Е. Гучанов, А. А. Курганов и др. // Цезий-137 в почвах и продукции Брянской, Калужской и Тульской областей за 1986-1992 гг. – Брянск: Грани, 1993. – С. 44-83.
80. Воробьев, Г. Т. Почвы Брянской области / Г. Т. Воробьев. – Брянск: Грани, 1993. – 160 с.
81. Габбасова, И. М. Деградация и рекультивация почв Южного Приуралья: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / И. М. Габбасова. – М., 2001. – 45 с.
82. Гайсин, И. А. Микроудобрения в современной земледелии / И. А. Гайсин, Р. Н. Сагитова, Р. Л. Хабибуллин // Агротехнический вестник. – 2010. – № 4. – С. 13-15.
83. Гамзиков, Г. П. Влияние предшествующей удобренности почвы на баланс азота вновь внесенных удобрений / Г. П. Гамзиков, П. А. Барсуков // Агротехника. – 2001. – № 7. – С. 13-22.
84. Геоботаническое районирование Нечерноземья Европейской части СССР. – Л.: Наука, 1978. – 62 с.
85. Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов: СанПиН 2.3.2.1078-01. – М.: Минздрав РФ, 2002. – 164 с.
86. Гилязов, М. Ю. Инновационные технологии восстановления плодородия нарушенных земель нефтедобывающих районов / М. Ю. Гилязов, А. Р. Равзутдинов // Научное обозрение. – 2015. – № 19. – С. 22-25.
87. Гилязов, М. Ю. Урожайность сельскохозяйственных культур в зависимости от уровня и давности нефтяного загрязнения серой лесной почвы / М. Ю. Гилязов, А. Р. Равзутдинов // Зерновое хозяйство России. – 2014. – № 2 (32). – С. 8-11.
88. Глазовская, М. А. Проблемы и методы оценки эколого-геохимической устойчивости почв и почвенного покрова к техногенным воздействиям / М. А. Глазовская // Почвоведение. – 1990. – № 1. – С. 11.
89. Горчаковский, П. Л. Антропогенная трансформация и восстановление продуктивности луговых фитоценозов / П. Л. Горчаковский. – Екатеринбург: Изд-во Екатеринбург, 1999. – 156 с.

90. ГОСТ 13496.15-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания сырого жира. – М.: Изд-во стандартов, 1997. – 17 с.
91. ГОСТ 13496.19-93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания нитратов и нитритов. – М.: Стандартинформ, 1993. – 16 с.
92. ГОСТ 17.4.3.01-83. Почвы. Общие требования к отбору проб [Электронный ресурс] // Справ.-правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: URL: <http://www.consultant.ru>.
93. ГОСТ 17.4.4.02-84. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа [Электронный ресурс] // Справ.-правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: URL: <http://www.consultant.ru>.
94. ГОСТ 24556-89. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С. – М.: ИПК Изд-во Стандартов, 1989. – 11 с.
95. ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества. – М.: Комитет стандартизации и метрологии СССР, 1991. – 8 с.
96. ГОСТ 26226-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой золы. – М.: Изд-во стандартов, 1995. – 16 с.
97. ГОСТ 26483-85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1985. – 6 с.
98. ГОСТ 26657-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора. – М., 1997. – 11 с.
99. ГОСТ 31675-2012. Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации. – М.: Стандартинформ, 2012. – 10 с.
100. ГОСТ 32343-2013. Корма, комбикорма. Определение содержания кальция, меди, железа, магния, марганца, калия, натрия и цинка методом атомно-абсорбционной спектроскопии. – М.: Стандартинформ, 2014. – 16 с.
101. ГОСТ 8.212-84. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Меры электродвижущей силы. Элементы нормальные. Методика поверки. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1984. – 23 с.
102. Государственный земельный надзор и муниципальный земельный контроль: проблемы их реализации / С. А. Бельченко, В. Е. Ториков, М. П. Наумова, И. Н. Белоус, С. Н. Поцепай // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XV междунар. науч. конф. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. – С. 217-226.
103. Григорьев, Н. Г. К вопросу о современных проблемах в оценке питательности кормов и нормировании кормления животных / Н. Г. Григорьев // Сельскохозяйственная биология. – 2001. – № 2. – С. 89-100.
104. Григорьев, Н. Г. Методические указания по оценке энергетической и протеиновой питательности кормов для жвачных животных / Н. Г. Григорьев. – М., 1988. – 52 с.
105. Григорьев, Н. Г. Методические рекомендации по оценке кормов на основе их переваримости / Н. Г. Григорьев, Н. П. Волков. – М., 1989. – 44 с.

106. Григорьев, Н. Г. Разработка адаптивно-вариабельных норм кормления / Н. Г. Григорьев, А. П. Гаганов // Актуальные проблемы биологии в животноводстве: материалы II междунар. конф. – Боровск, 1997. – С. 60-71.
107. Дайнеко, Н. М. Динамика продуктивности и онтогенетическая структура сеяного луга поймы р. Сож / А. М. Сапегин, Н. М. Дайнеко, С. Ф. Тимофеев // Аграрная наука. – 2012. – № 3. – С. 7-8.
108. Дайнеко, Н. М. Продуктивность и ценопопуляционная структура клеверов, подсеяных в дернину пойменного луга р. Сож / А. М. Сапегин, Н. М. Дайнеко // Кормопроизводство. – 2011. – № 9. – С. 15-17.
109. Дайнеко, Н. М. Продуктивность травостоя луговых ассоциаций в пойме реки Днепр / Н. М. Дайнеко, А. М. Сапегин, С. Ф. Тимофеев // Кормопроизводство. – 2012. – № 9. – С. 34-35.
110. Дайнеко, Н. М. Продуктивность луговых экосистем поймы реки Припять при сенокосном использовании / Н. М. Дайнеко, С. Ф. Тимофеев, С. И. Жадько // Кормопроизводство. – 2016. – № 1. – С. 9-12.
111. Дедова, Э. Б. Формирование пырейно-солодковых агроценозов на деградированных землях Калмыкии / Э. Б. Дедова, С. Н. Нохашкиева // Плодородие. – 2011. – № 4 (61). – С. 54-56.
112. Действие азотных удобрений на урожайность многолетних трав пойменных угодий / С. Ф. Чесалин, Е. В. Смольский, Н. Н. Бокатуро, А. Г. Агешин // Агроконсультант. – 2015. – № 4. – С. 10-15.
113. Действие удобрений на окультуривание подпахотного слоя дерново-подзолистой суглинистой почвы и его влияние на продуктивность озимой ржи / А. С. Башков, Т. Ю. Бортник, М. Н. Загребина, А. Ю. Карпова // Плодородие. – 2013. – № 2. – С. 22-24.
114. Динамика развития к(ф)х Брянской области – 2018 год / С. А. Бельченко, В. Е. Ториков, И. Н. Белоус, М. П. Наумова, А. А. Осипов // Вестник Брянской ГСХА. – 2019. – № 3 (73). – С. 51-57.
115. Дмитриев, А. М. Луга, их улучшение и возделывание / А. М. Дмитриев. – СПб.: Тип. т-ва "Обществ. польза", 1911. – 32 с.
116. Дмитриев, А. М. Луговое хозяйство с основами луговедения: учеб. пособие для зоотехн. ин-тов и фак. / А. М. Дмитриев. – М.: Сельхозгиз, 1941. – 352 с.
117. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения. – М.: ФГНБУ «Росинформагротех», 2018. – 148 с.
118. Досниязова, А. Г. Взаимосвязь биологической и хозяйственной продуктивности / А. Г. Досниязова, А. Р. Шигапова // Молодой ученый. – 2017. – № 2. – С. 289-291. – Режим доступа: URL <https://moluch.ru/archive/136/38236/>
119. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 251 с.
120. Дьяченко, В. В. Об эффективности совместных посевов суданской травы и зернобобовых культур на серых лесных почвах Нечерноземья / В. В. Дьяченко, А. В. Дронов, О. Ю. Дьяченко // Агроконсультант. – 2013. – № 4. – С. 9-21.
121. Егорова, И. Н. Содержание тяжелых металлов и радионуклидов в сырьевых лекарственных растениях Кемеровской области: дис. ...канд. биол. наук / И. Н. Егорова. – Томск, 2010. – 203 с.

122. Жезмер, Н. В. Травосмеси для долголетнего интенсивного использования сенокосов / Н. В. Жезмер, М. В. Благоразумова // Кормопроизводство. – 2011. – № 2. – С. 17-18.
123. Жезмер, Н. В. Травосмеси для долголетних высокопродуктивных сенокосов Нечерноземья / Н. В. Жезмер, Е. К. Орленкова // Кормопроизводство. – 2000. – № 10. – С. 11-14.
124. Зависимость накопления ^{137}Cs и ^{90}Sr в травяных кормах от степени окультуренности дерново-подзолистых почв / И. М. Богдевич, А. Г. Подоляк, Т. В. Арастович, В. П. Жданович // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2005. – Т. 45, № 2. – С. 241-247.
125. Зависимость содержания техногенных и естественных радионуклидов в почвах Центрального Федерального округа от интенсивности применения минеральных удобрений и химических мелиорантов / П. М. Орлов, О. В. Гладышева, М. И. Лунев, М. И. Аканова // Междунар. с.-х. журнал. – 2018. – № 1. – С. 37-42.
126. Зайцев, Г. Н. Математика в экспериментальной ботанике / Г. Н. Зайцев. – М.: Наука, 1990. – 296 с.
127. Зайцев, Г. Н. Математика статистика в экспериментальной ботанике / Г. Н. Зайцев. – М.: Наука, 1984. – 423 с.
128. Захаренко, В. А. Пестициды в аграрном секторе России конца XX – начала XXI века / В. А. Захаренко // Агрохимия. – 2008. – № 11. – С. 86-95.
129. Зезюков, Н. И. Роль многолетних трав в повышении плодородия черноземов / Н. И. Зезюков, А. В. Дедов, Г. О. Харьковский // Кормопроизводство. – 2000. – № 7. – С. 14-18.
130. Зенова, Г. М. Почвенные водоросли / Г. М. Зенова, Э. А. Штина. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 81 с.
131. Зотов, А. А. Сенокосы и пастбища на осушаемых землях Нечерноземья / А. А. Зотов, В. М. Косолапов, А. Г. Кобзин; под общ. ред. А. А. Зотова, В. М. Косолапова. – М., 2012. – 1198 с.
132. Иванов, А. Л. Инновационные приоритеты в развитии систем земледелия в России / А. Л. Иванов // Плодородие. – 2011. – № 4 (61). – С. 2-6.
133. Иванов, А. Л. Почвенный покров России в условиях глобальных вызовов / А. Л. Иванов // Вестник РАН. – 2015. – Т. 85, № 11. – С. 984-992.
134. Иванов, А. Ф. Кормопроизводство / А. Ф. Иванов, В. Н. Чурзин, В. И. Филин. – М.: Колос, 1996. – 399 с.
135. Иванов, Д. А. Методический подход к определению оптимального соотношения луга, леса и пашни в гумидных агроландшафтах / Д. А. Иванов // Модели и технологии оптимизации земледелия. – Курск, 2003. – С. 499-502.
136. Изучение и картирование запасов лекарственных растений в Брянской области / под ред. Э. М. Величкина. – Брянск, 1987. – 72 с.
137. Ильин, В. Б. Оценка защитных возможностей системы почва-растение при модельном загрязнении почвы свинцом (по результатам вегетационных опытов) / В. Б. Ильин // Агрохимия. – 2004. – № 4. – С. 52-57.
138. Ильин, В. Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение / В. Б. Ильин. – Новосибирск: Наука, 1991. – 151 с.
139. Инструкция о порядке планирования потребности в материально-технических ресурсах и финансирования для осуществления защитных мероприя-

тий в сельскохозяйственном производстве на территориях радиоактивного загрязнения. – Мн.: БОРБИЦ РНИУП «Институт радиологии», 2008. – 23 с.

140. К вопросу нормирования антропогенной нагрузки для формирования экологически сбалансированных агроландшафтов / Н. П. Масютенко, А. В. Кузнецов, М. Н. Масютенко Г. М. Брескина, Т. И. Панкова // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – Т. 28, № 10. – С. 14-17.

141. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М.: Мир, 1989. – 439 с.

142. Калашников, А. П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие / А. П. Калашников, Н. И. Клейменов. – М., 1985. – С. 7.

143. Калийные удобрения как фактор влияния на содержание в зеленой массе многолетних трав цезия-137 / Н. М. Белоус, Ю. А. Анишина, В. Ф. Шаповалов, Е. В. Смольский // Вестник Брянской ГСХА. – 2012. – № 1. – С. 54.

144. Касицкий, Ю. И. Об оптимальном содержании подвижного фосфора в почвах Нечерноземной зоны СССР / Ю. И. Касицкий // Агрохимия. – 1991. – № 6. – С. 107-112.

145. Катыльков, М. В. Микроэлементы и микроудобрения / М. В. Катыльков. – М.: Изд-во Химия, 1965. – 331 с.

146. Кинтаналья, М. Г. Влияние разового внесения кремнийсодержащего шлама на свойства темно-каштановых почв под рисом на юге Украины: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / М. Г. Кинтаналья. – М.: Унив. дружбы народов, 1987. – 17 с.

147. Клапп, Э. Сенокосы и пастбища / Э. Клапп. – М.: Изд-во с.-х. литературы, плакатов и журналов, 1961. – 615 с.

148. Киреева, Н. А. Микробиологические процессы в нефтезагрязненных почвах / Н. А. Киреева. – Уфа, 1994. – 171 с.

149. Кирейчева, Л. В. Восстановление антропогенно деградированных почв земель сельскохозяйственного назначения / Л. В. Кирейчева, Е. А. Лентяева // Агрохимический вестник. – 2016. – № 5. – С. 2-6.

150. Кирсанов, А. Т. Агрохимические особенности пахотного слоя и подстилающих его горизонтов подзолистых почв / А. Т. Кирсанов // Тр. Почвенного ин-та им. В.В. Докучаева. – 1937. – Т. XIV. – 200 с.

151. Кирсанов, А. Т. По вопросам фосфатных и калийных удобрений и известкования / А. Т. Кирсанов. – Л., 1936. – 223 с.

152. Кирюшин, В. И. Точные агротехнологии как высшая форма интенсификации адаптивно-ландшафтного земледелия / В. И. Кирюшин // Земледелие. – 2004. – № 6. – С. 16-20.

153. Кобзаренко, В. И. Динамика содержания подвижного фосфора в почве при разных уровнях применения удобрений / В. И. Кобзаренко, И. Н. Батура // Докл. ТСХА. – 2012. – Вып. 284, ч. 1. – С. 179-182.

154. Кобзаренко, В. И. Известкование и мобилизация фосфатов дерново-подзолистых почв / В. И. Кобзаренко // Агрохимия. – 1999. – № 6. – С. 5-15.

155. Ковальский, В. В. Геохимическая экология / В. В. Ковальский. – М.: Наука, 1974. – 299 с.

156. Ковда, В. А. Биогеохимия почвенного покрова / В. А. Ковда. – М., Наука, 1985. – 263 с.

157. Кондакова, Л. В. Использование классификации жизненных форм почвенных водорослей в экологической характеристике альгоценозов // Биоморфологические чтения к 150-летию со дня рождения Х. Раункиера: материалы Всерос. науч. конф. – Киров: Изд-во ВятГГУ, 2010. – С. 140–148.
158. Кононов, О. Д. Самозаращение нарушенных оленьих пастбищ в Ненецком автономном округе на примере карьера минерального грунта / О. Д. Кононов, А. И. Попов, С. А. Уваров // Аграрная наука Евро-СевероВостока. – 2016. – № 6 (55). – С. 34-37.
159. Кормопроизводство с основами земледелия / Н. Г. Андреев, В. А. Тюльдюков, В. А. Савицкая и др.; под ред. Н. Г. Андреева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1991. – 558 с.
160. Корчагин, А. А. Видовой (флористический) состав растительных сообществ и методы его изучения / А. А. Корчагин // Полевая геоботаника. – Л.: Наука, 1964. – Т. 3. – С. 39.
161. Корчагин, В. И. Мониторинг агрохимических показателей плодородия почв и урожайность основных сельскохозяйственных культур Воронежской области / В. И. Корчагин, Ю. А. Кошелев, Н. Г. Мязин // Плодородие. – 2016. – № 3. – С. 10-13.
162. Косолапов, В. М. Проблемы и перспективы развития кормопроизводства / В. М. Косолапов, И. А. Трофимов // Кормопроизводство. – 2011. – № 2. – С. 4-7.
163. Косолапов, В. М. Проблемы кормопроизводства и пути их решения на современном этапе / В. М. Косолапов // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 11. – С. 23-25.
164. Косолапов, В. М. Современное кормопроизводство – основа успешного развития АПК и продовольственной безопасности России / В. М. Косолапов // Земледелие. – 2009. – № 6. – С. 3-5.
165. Косолапов, В. М. Кормопроизводство - важнейшее направление в экономике сельского хозяйства России / В. М. Косолапов, И. А. Трофимов, Л. С. Трофимова // АПК: экономика, управление. – 2011. – № 1. – С. 22-27.
166. Косолапов, В. М. Повышение качества кормов - неперемное условие успешного развития животноводства / В. М. Косолапов, В. А. Бондарев, В. П. Клименко // Аграрная наука. – 2008. – № 1. – С. 27-29.
167. Косторной, В. Ф. Эффективная технология использования на корм / В. Ф. Косторной // Кормопроизводство. – 1985. – № 8. – С. 24-28.
168. Кротова, Е. А. Продуктивность пойменных сенокосов в зависимости от агрохимических и агротехнических приемов в условиях радиоактивного загрязнения: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Е. А. Кротова. – Брянск, 2011. – 24 с.
169. Кузнецов, М. С. Методы изучения микроорганизмов / М. С. Кузнецов. – М.: Наука, 1989. – 132 с.
170. Кулаков, В. А. Использование злаковых пастбищ интенсивного типа / В. А. Кулаков // Кормопроизводство. – 2006. – № 5. – С. 8-12.
171. Культурные пастбища в молочном скотоводстве / А. А. Кутузова, З. В. Морозова, Е. С. Воробьев и др. – М.: Колос, 1974. – 272 с.
172. Купеева, В. М. Результаты мониторинга урожайности и химического состава некоторых дикорастущих плодово-ягодных и эфиромасличных растений

на территории РСО-Алания: дис. ... канд. биол. наук / В. М. Купеева. – Владикавказ, 2014. – 166 с.

173. Кутузова, А. А. Приоритетные направления развития лугопастбищного кормопроизводства / А. А. Кутузова, К. Н. Привалова // Вестник РАСХН. – 2012. – № 2. – С. 56-58.

174. Кутузова, А. А. Создание бобово-злаковых сенокосов на лугах Нечерноземной зоны / А. А. Кутузова, Е. Е. Проворная // Земледелие. – 2005. – № 4. – С. 23-24.

175. Кярблане, Х. А. Возможности улучшения фосфатного питания полевых культур в Эстонской ССР: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / Х. А. Кярблане. – Таллин, 1972. – 87 с.

176. Лазарев, Н. Н. Урожайность люцерно-тимофеечной травосмеси в зависимости от способов обработки почвы, известкования и кратности скашивания / Н. Н. Лазарев, Е. М. Куренкова, А. Н. Садовский // Кормопроизводство. – 2011. – № 3. – С. 16-18.

177. Лазарев, Н. Н. Эффективность улучшения старосеяных травостоев полосным и бороздковым подсевом трав в дернину / Н. Н. Лазарев, В. В. Кремин, Е. С. Виноградов // Кормопроизводство. – 2008. – № 12. – С. 5-7.

178. Лазарев, Н. Н. Создание и использование сеяных сенокосов и пастбищ / Н. Н. Лазарев, В. А. Тюлин. – М.: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К. А. Тимирязева, 2019. – 184 с.

179. Ларетин, Н. А. Методические основы определения экономической эффективности сенокосов и пастбищ / Н. А. Ларетин, Е. П. Чирков // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2011. – № 8. – С. 23-26.

180. Ларетин, Н. А. Теоретические основы развития интенсивных систем кормопроизводства в условиях рынка / Н. А. Ларетин, Е. П. Чирков // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2010. – № 7. – С. 29-33.

181. Ларетин, Н. А. Повышение эффективности лугопастбищного хозяйства в условиях Российского Нечерноземья / Н. А. Ларетин // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2010. – № 12. – С. 10-13.

182. Лебедев, П. Т. Методы исследования кормов, органов и тканей животных / П. Т. Лебедев, А. Т. Усович. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Россельхозиздат, 1969. – 476 с.

183. Леднев, А. В. Влияние нефтяного загрязнения на микробное сообщество торфяных почв Среднего Предуралья / А. В. Леднев, И. А. Скворцова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2017. – № 1 (56). – С. 47-53.

184. Лепкович, И. П. Перспективы использования биологического и минерального азота в интенсивном луговодстве / И. П. Лепкович // Тр. ЛСХИ. – Л., 1985. – С. 25-28.

185. Лепкович, И. П. Интенсификация лугового кормопроизводства на Северо-Западе РСФСР при обеспечении растений азотом: дис. ... д-ра с.-х. наук / И. П. Лепкович. – Пушкин, 1985. – 472 с.

186. Лепкович, И. П. Энергетическая оценка и перспектива бобово-злаковых травостоев в Ленинградской области / И. П. Лепкович // Интенсификация производства на Северо-Западе РСФСР: сб. науч. тр. ЛСХИ. – Л., 1986. – С. 2-7.

187. Лийв, Я. Г. Переформирование естественных растительных сообществ в культурные при поверхностном улучшении естественных лугов и пастбищ / Я. Г. Лийв. – Таллин, 1961. – С. 57-65.
188. Лийв, Я. Г. О взаимовлиянии условий питания и способов использования на накопление и разложение корневой массы в луговых травах / Я. Г. Лийв, Р. Тоомре // XIII междунар. конгресс по луговодству. – Лейпциг, 1977. – С. 58-63.
189. Луговое хозяйство и пастбищное хозяйство / И. В. Ларин и др. – Л.: Агропромиздат, 1990. – 600 с.
190. Луговое и полевое кормопроизводство: учебный практикум / А. С. Голубь и др. – Ставрополь: АГРУС, 2014. – 158 с.
191. Лугопастбищные экосистемы в биосфере и сельском хозяйстве России / В. М. Косолапов, И. А. Трофимов, Л. С. Трофимова, Е. П. Яковлева // Кормопроизводство. – 2011. – № 3. – С. 5-8.
192. Лукин, С. В. Агроэкологическая оценка влияния органических удобрений на микроэлементный состав почвы / С. В. Лукин, С. В. Селюкова // Достижение науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30, № 12. – С. 61-73.
193. Мазуров, В. Н. Технология комбинированного использования травостоя в системе сенокосопастбищеоборота в условиях Калужской области / В. Н. Мазуров, В. Н. Лукашов. – Калуга: Калужский НИИСХ, 2015. – 50 с.
194. Мак-Микен, К. От травы к молоку / К. Мак-Микен. – М.: Колос, 1967. – 223 с.
195. Манторова, Г. Ф. Тяжелые металлы в почве и растительной продукции в условиях техногенного загрязнения // Агро XXI. – 2010. – № 1-3. – С. 52-54.
196. Матыченков, В. В. Влияние аморфного кремнезема на некоторые свойства дерново-подзолистых почв / В. В. Матыченков, Я. М. Аммосова // Почвоведение. – 1994. – № 7. – С. 52-61.
197. Матыченков, В. В. О подвижных формах кремния в растениях / В. В. Матыченков, Е. А. Бочарникова, А. А. Кособрюхов // Докл. РАН. – 2008. – № 418 (2). – С. 279-281.
198. Матыченков, И. В. Взаимное влияние кремниевых, фосфорных и азотных удобрений в системе: почва-растение: дис. ... канд. биол. наук. – М.: МГУ, 2014. – 136 с.
199. Методика выполнения измерений массовой доли металлов и оксидов металлов в порошкообразных пробах почв методом рентгенофлуоресцентного анализа М 049-П/04. – СПб.: ООО НПО «Спектрон», 2004. – 20 с.
200. Методика измерения активности радионуклидов с использованием сцинтилляционного гамма-спектрометра с программным обеспечением «Прогресс». – Менделеево: ГНМЦ «ВНИИФТРИ», 2003. – 30 с.
201. Методика опытов на сенокосах и пастбищах / В. Г. Игловиков, И. П. Минаева, И. А. Цаценкин и др. – М.: Всесоюз. науч.-исслед. ин-т кормов им. В. Р. Вильямса, 1971. – 232 с.
202. Методические указания по классификации сенокосов и пастбищ равнинной территории Европейской части СССР. – М.: ВНИИ кормов, 1987. – 148 с.
203. Методические указания по оценке качества и питательности кормов / В. Г. Сычëв, В. В. Лепёшкин и др. – М.: ЦИНАО, 2002. – 72 с.

204. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями. – М.: ВИУА, 1975. – Ч. 1. – 167 с.
205. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями. – М.: ВИУА, 1983. – Ч. 2. – 171 с.
206. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями. – М.: ВИУА, 1985. – Ч. 3. – 131 с.
207. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М.: Россельхозакадемия, 1997. – 156 с.
208. Методика эффективного освоения разновозрастных залежей на основе многовариантных технологий под пастбища и сенокосы и очередности возврата их в пашню в Нечерноземной зоне РФ / А. А. Кутузова, К. Н. Привалова, Д. М. Тебердиев, Н. А. Семенов и др. – М.: ООО «Угрешская типография», 2017. – 64 с.
209. Миллер, Н. С. Почвы и почвообразующие породы Брянской области: учебник / Н. С. Миллер. – Смоленск, 1952. – Т. 1. – 112 с.
210. Минина, И. П. Луговые травосмеси / И. П. Минина. – М., 1972. – 287 с.
211. Минина, И. П. Принципы формирования высокопродуктивных сеяных луговых сообществ / И. П. Минина // Кормопроизводство: сб. науч. работ. – М., 1974. – Вып. 5. – С. 68-77.
212. Мониторинг радиологического состояния агросистем и их реабилитация / Н. М. Белоус, В. В. Талызин, Л. П. Харкевич и др. // Научный вестник национального аграрного университета. – Киев, 2008. – Вып. 129. – С. 29-41.
213. Мониторинг радиологического состояния агроэкосистем, сельскохозяйственной продукции и эффективность защитных мероприятий / Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов, И. Н. Белоус и др. // Проблемы техногенного воздействия агропромышленного производства: теория и практика: сб. тр. совещ. 8 июня 2010 г. – Обнинск, 2011. – С. 79-89.
214. Мусаев, Ф. А. Растения луга как источник кормов в животноводстве: учеб. пособие / Ф. А. Мусаев, О. А. Захарова. – Рязань: РГАТУ, 2014. – 151 с.
215. Наквасина, Е. Н. Продуктивность и агроботанический состав лугов островной поймы низовий реки Северной Двины / Е. Н. Наквасина, Т. А. Парина // Вестник КрасГАУ. – 2011. – № 8. – С. 19-23.
216. Направленность изменений поглощающего комплекса серых лесных и дерново-подзолистых почв при их механическом нарушении / А. А. Ветчинников, С. З. Лабуда, В. И. Титова, И. В. Вершинина // Проблемы агрохимии и экологии. – 2012. – № 1. – С. 40-43.
217. Никитин, Б. А. Окультуривание пахотных почв Нечерноземья и регулирование их плодородия / Б. А. Никитин. – Л.: Агропромиздат, 1986. – 277 с.
218. Николаева, Т. Г. Сохранение биоразнообразия и почвенного плодородия – основа устойчивого развития органического сельского хозяйства / Т. Г. Николаева, Б. Р. Григорьян // Ученые записки Казанского университета. – 2011. – Т. 151, кн. 1. – С. 136-151.
219. Новый метод энергетической оценки луговых агроэкосистем: программа и методика проведения научных исследований по луговодству. – М.: РАСХН, 2011. – С. 128-157.
220. Нормы радиационной безопасности (НРБ – 99-2009): СанПиН 2.6.1.2523-09 // Российская газета. – 2009. – № 171.

221. Обоснование необходимости защитных и реабилитационных мероприятий в животноводстве в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС / С. В. Фесенко, А. Ю. Пахомов, Р. М. Алексахин и др. // Вестник РАСХН. – 2004. – № 2. – С. 70-73.
222. Образцов, А. С. О потенциальной продуктивности и зимостойкости злаковых трав на дерново-подзолистых почвах Подмосковья / А. С. Образцов, В. М. Ковалев, Н. Б. Варварина // Кормопроизводство. – 1975. – Вып. 10. – С. 4-45.
223. Овчаренко, М. М. Влияние реакции среды в почве и концентрации кальция на содержание тяжелых металлов в растениях / М. М. Овчаренко // Вопросы известкования почв. – М.: Всерос. науч.-исслед. ин-т удобрений и агропочвоведения, 2002. – С. 138-145.
224. Опаловые фитоциты таёжного биогеоценоза средней тайги / Г. В. Добровольский, А. А. Бобров, А. А. Гольева, С. А. Шоба // Биологические науки. – 1988. – № 2. – С. 96-101.
225. Определение содержания в кормах и рационах крупного рогатого скота обменной энергии и переваримого протеина и нормирования потребности в них: рекомендации. – М., 1985. – 31 с.
226. Организация, планирование и оценка деятельности организаций сельскохозяйственного консультирования: учеб.-метод. пособие / В. Е. Ториков, Н. М. Белоус, Г. П. Малявко, А. А. Осипов. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2016. – 180 с.
227. Ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве: ГН 2.1.7.2042-06. – М. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии Роспотребнадзора, 2006. – 11 с.
228. Остафьев, В. А. Луга и пастбища: их рациональное пользование в средней и северной полосах России / В. А. Остафьев. – СПб.: Изд. А. Ф. Девриена, 1882. – 222 с.
229. Оценка возможности использования донных отложений пруда для рекультивации техногенно нарушенных почв / А. А. Ветчинников, В. И. Титова, А. И. Баранов, Е. В. Сеньчева // Агрехимический вестник. – 2018. – № 2. – С. 50-53.
230. Оценка состояния растительности: луга и тундры: учеб.-метод. пособие / Т. А. Радченко, Л. М. Морозова, Д. В. Веселкин, Ю. С. Федоров; науч. ред. Г. И. Махонина. – Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 2016. – 83 с.
231. Панфёров, Н. В. Луговое хозяйство в поймах рек Центрального района Нечерноземья / Н. В. Панфёров. – Рязань: Русское слово, 2008. – 344 с.
232. Парахин, Н. В. Сельскохозяйственные аспекты симбиотической азотфиксации / Н. В. Парахин, С. Н. Петрова. – М.: Колосс, 2006. – 151 с.
233. Пастбищное использование радиоактивно загрязненных пойменных лугов в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС / В. Ф. Шаповалов, А. А. Силаев, С. Ф. Чесалин, И. А. Божин // Вестник Брянской ГСХА. – 2016. – № 2 (54). – С. 19-27.
234. Патюта, М. Б. Состав и численность почвенной мезофауны при применении различных видов и доз удобрений / М. Б. Патюта // Известия Пензенского ГПУ. – 2011. – № 25. – С. 399-402.
235. Пашкевич, Е. Б. Роль кремния в питании растений и защита сельскохозяйственных культур от фитопатогенов / Е. Б. Пашкевич, Е. П. Кирюшин // Проблемы агрохимии и экологии. – 2008. – № 2. – С. 52-57.

236. ПДК и ОПДК химических веществ в почве: ГН 2.1.7.2041-06, ГН 2.1.2042-06.
237. Пейве, Я. В. Агрохимия и биохимия микроэлементов / Я. В. Пейве. – М.: Изд-во «Наука», 1980. – 430 с.
238. Пешкова, Н. А. Реальная и потенциальная продуктивность злаковых сообществ / Н. А. Пешкова. – Свердловск: Изд-во Уральского ун-та, 1987. – 136 с.
239. Плохинский, Н. А. Математические методы в биологии / Н. А. Плохинский. – М.: Изд-во МГУ, 1978. – 256 с.
240. Подоляк, А. Г. Рекультивация земель, загрязненных радиоактивными элементами / А. Г. Подоляк, Т. Ф. Персикова, М. В. Царева // Практика рекультивации загрязненных земель: учеб. пособие / под ред. Ю. А. Мажайского. – Рязань: РГАУ, 2012. – 604 с.
241. Подоляк, А. Г. Радиологическая оценка агрохимических приемов улучшения лугов, загрязненных ^{137}Cs и ^{90}Sr в результате аварии на Чернобыльской АЭС / А. Г. Подоляк, Т. В. Арастович, В. П. Жданович // Весці Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2005. – № 2. – С. 64-70.
242. Показатели плодородия почв как диагностические признаки нарушения земель сельскохозяйственного назначения / В. И. Титова, А. Г. Самоделкин, Е. В. Дабахова, А. А. Ветчинников // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 12. – С. 24-26.
243. Полевое кормопроизводство в условиях радиоактивного загрязнения территории / В. Ф. Шаповалов, Л. П. Харкевич, Г. П. Малявко и др. // Земледелие. – 2016. – № 3. – С. 40-43.
244. Попов, А. И. Восстановление растительного покрова на нарушенных землях в Ненецком автономном округе / А. И. Попов, Л. П. Капелькина // Растительные ресурсы. – 2012. – Т. 48, вып. 2. – С. 276-287.
245. Попов, П. Д. Перспективы повышения продуктивности кормовых угодий / П. Д. Попов, А. В. Соколов, С. П. Замана // Земледелие. – 2002. – № 1. – С. 22-23.
246. Поцебай, С. Н. Состояние естественных лугов бассейна Десны Нечерноземья как основа их рационального использования / С. Н. Поцебай, Л. Н. Анищенко, С. А. Бельченко // Вестник Курской ГСХА. – 2018. – № 5. – С. 35-41.
247. Поцебай, С. Н. Состояние естественных лугов бассейна Десны Нечерноземье РФ как основа их рационального использования / С. Н. Поцебай, Л. Н. Анищенко, С. А. Бельченко // Вестник Курской ГСХА. – 2018. – № 5. – С. 35-41.
248. Поцебай, С. Н. Химическая мелиорация как средство повышения продуктивности сеяных лугов в Нечерноземье РФ / С. Н. Поцебай, С. А. Бельченко, Л. Н. Анищенко // Наука без границ и языковых барьеров: междунар. науч.-практ. конф. 18 апреля 2018 г. – Орел: Орловский ГАУ, 2018. – С. 113-117.
249. Поцебай, Ю. Г. Накопление тяжелых металлов адвентивными растениями синантропных сообществ / Ю. Г. Поцебай, Л. Н. Анищенко // Проблемы агрохимии и экологии. – 2013. – № 1. – С. 35-40.
250. Почвенное плодородие и радионуклиды / Г. Т. Воробьев, И. Н. Чумаченко, З. Н. Маркина, А. А. Курганов. – М.: НИА-Природа, 2002. – 357 с.
251. Почвы и луга пойм рек бассейна Днепра, их современное состояние и рациональное использование / П. Н. Балабко, Е. В. Просьянников, А. Л. Силаев, Г.

В. Чекин, Д. Е. Просянкин // Роль почв в биосфере и жизни человека: материалы междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения акад. Г. В. Добровольского и «Междунар. году почв». – М., 2015. – С. 22-24.

252. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве: ГН 2.1.7.2041-06. – М. Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. – 15 с.

253. Применение агрохимических и агротехнических мероприятий при улучшении радиоактивно загрязненных пойменных кормовых угодий / Н. Н. Бокатуро, А. А. Справцев, С. Н. Поцепай, П. П. Атрошенко, Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XVI междунар. науч. конф. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2019. – С. 133-138.

254. Применение минеральных удобрений в условиях радиоактивно загрязненного пойменного луга / Е. В. Смольский, Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов, Л. П. Харкевич, С. Ф. Чесалин, К. А. Сердюкова // Агрохимия. – 2018. – № 1. – С. 87-96.

255. Природные ресурсы и окружающая среда Брянской области / под ред. Н. Г. Рыбальского, Е. Д. Самоотесова, А. Г. Митюкова. – М.: НИИ-Природа, 2007. – 1144 с.

256. Природа и природные ресурсы Брянской области: учебное пособие для учащихся и студентов / под ред. Л. М. Ахромеева. – Брянск: Изд-во Брянский гос. ун-т им. акад. И. Г. Петровского, 2001. – 216 с.

257. Природные ресурсы и окружающая среда Брянской области» годовой доклад об экологической ситуации в Брянской области в 2018 г. / сост.: Г. В. Левкина, О. А. Иванченкова, А. А. Луцевич; гл. ред. С. В. Мотылев. - Брянск, 2019. - 223 с.

258. Проблемы деградации и восстановления продуктивности земель сельскохозяйственного назначения в России / под ред. А. В. Гордеева, Г. А. Романенко. – М.: Росинформагротех, 2008. – 67 с.

259. Программа и методы исследований в географической сети опытов по комплексному применению средств химизации в земледелии. – М., 1990. – 19 с.

260. 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.

261. Просянкин, Е. В. Диагностика и номенклатура почв речных пойм в эколого-генетической и субстантивно-генетической классификации и по Единому государственному реестру почвенных ресурсов России [Электронный ресурс] / Е. В. Просянкин, П. Н. Балабко, Д. Е. Просянкин // Живые и биокосные системы. – 2018. – № 24. – Режим доступа: URL: <http://www.jbks.ru/archive/>.

262. Прянишников, Д. Н. Калийные удобрения / Д. Н. Прянишников. – Л., 1938. – 236 с.

263. Работнов, Т. А. Луговедение / Т. А. Работнов. - М.: МГУ, 1974. - 384 с.

264. Равзутдинов, А. Р. Действие агрохимических и агротехнических приемов рекультивации нефтезагрязненной почвы на урожайность ярового рапса / А. Р. Равзутдинов, М. Ю. Гилязов, С. Ж. Кужамбердиева // Зерновое хозяйство России. – 2017. – № 2 (50). – С. 22-26.

265. Радиационная обстановка и эффективность защитных мероприятий на территории Брянской области / Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов, И. Н. Белоус, Е. В. Смольский // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК на территориях, загрязненных радионуклидами: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Брянск, 2011. – С. 3-26.
266. Радиационная оценка применения минеральных удобрений на естественных кормовых угодьях / Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов, Е. В. Смольский, С. Ф. Чесалин // Проблемы агрохимии и экологии. – 2013. – № 1. – С. 9-15.
267. Развитие АПК Брянской области – 2018 год / С. А. Бельченко, В. Е. Ториков, И. Н. Белоус, М. П. Наумова, С. Н. Поцепай // Вестник Брянской ГСХА. – 2019. – № 2 (72). – С. 3-9.
268. Разработка комплекса мероприятий по коренному улучшению естественных кормовых угодий, загрязненных радионуклидами цезий – 137 / В. Ф. Шаповалов, В. Г. Плющиков, Н. М. Белоус, А. А. Курганов // Вестник РУДН. – 2014. – № 1. – С. 13-20.
269. Раменский, Л. Г. Описание и учет растительности (на основе проективного метода) / Л. Г. Раменский. – М.: Изд-во ВАСХНИЛ, 1937. – 98 с.
270. Раменский, Л. Г. Учение о типах природной кормовой площади / Л. Г. Раменский. – М.: Сельхозгиз, 1941. – С. 49-95.
271. Рогов, М. С. Влияние высоких доз азотных удобрений на урожай и качество многолетних злаковых трав / М. С. Рогов // Сб. науч. тр. ВНИИ кормов. – 1976. – Вып. 11. – С. 112-119.
272. Роль минерального калия в снижении поступления ^{137}Cs в кормовые травы и повышении их урожайности на радиоактивно загрязненных угодьях / Н. М. Белоус, Е. В. Смольский, С. Ф. Чесалин, В. Ф. Шаповалов // С.-х. биология. – 2016. – Т. 51, № 4. – С. 543-552.
273. Ромашов, П. И. Влияние минеральных удобрений на урожай и состав протеина злаковых трав / П. И. Ромашов, Н. М. Ахламова // Вестник с.-х. науки. – 1965. – № 7. – С. 67-71.
274. Сажин, Г. И. Долголетие культурных пастбищ / Г. И. Сажин. – Вологда: Вологодское кн. изд-во, 1958. – 52 с.
275. Саленков, С. Н. Современные энергосберегающие технологии / С. Н. Санжаров // Земледелие. – 2001. – № 5. – С. 8-9.
276. Санжарова, Н. И. Изменение радиационной обстановки в сельском хозяйстве после аварии на Чернобыльской АЭС / Н. И. Санжарова // Агрохимический вестник. – 2010. – № 2. – С. 6-9.
277. Санжарова, Н. И. Накопление ^{137}Cs сельскохозяйственными культурами на песчаных и суглинистых почвах Белорусского полесья под влиянием различных мелиорантов / Н. И. Санжарова, В. К. Кузнецов, С. П. Аксенова // С.-х. биология. – 1996. – № 5. – С. 55-60.
278. Санжарова, Н. И. Количественные параметры вертикальной миграции радионуклидов в почвах на лугах различных типов / Н. И. Санжарова, В. А. Котик, А. Н. Архипов // Радиационная биология. Радиозэкология. – 1996. – Т. 36, № 4. – С. 488-497.
279. Сапегин, Л. М. Радиоактивное загрязнение растений пойменных лугов Ветковского и Добрушского районов Гомельской области / Л. М. Сапегин, Н. М. Дайнеко, С. Ф. Тимофеев // Вестник БГУ. – 2011. – № 1. – С. 47-49.

280. Сафиоллин, Ф. Н. Эколого-хозяйственная оценка пойменных лугов и приемы их окультуривания / Ф. Н. Сафиоллин. – Казань: Астория и К, 2012. – 326 с.
281. Семенов, А. М. Концепция здоровья почвы: фундаментально-прикладные аспекты обоснования критериев оценки / А. М. Семенов, М. С. Соколов // *Агрoхимия*. – 2016. – № 1. – С. 3-16.
282. Система биологизации земледелия Нечерноземной зоны России / под ред. В. Ф. Мальцева, М. К. Каюмова. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2002. Ч. 1. – 544 с.
283. Система оптимизации и методы диагностики минерального питания растений / Г. Я. Ринькис, Х. К. Рамане, Г. В. Паэгле, Т. А. Куницкая; отв. ред. Г. Д. Губарь. – Рига: Зинатне, 1989. – 195 с.
284. Скоблин, Г. С. Луговое и полевое кормопроизводство / Г. С. Скоблин. – М.: Колос, 1977. – 255 с.
285. Смелов, С. П. Теоретические основы луговодства / С. П. Смелов. – М.: Колос, 1966. – 367 с.
286. Создание, улучшение и использование лугов и пастбищ в Вологодской области. – Вологда: Всерос. НИИ животноводства РАСХН, 2009. – 55 с.
287. Соколов, М. С. Средообразующие функции здоровой почвы - фитосанитарные и социальные аспекты / М. С. Соколов, А. П. Глинушкин, Е. Ю. Горопова // *Агрoхимия*. – 2015. – № 8. – С. 81-94.
288. Степанова, К. Д. Луга Камчатской области / К. Д. Степанова. – Владивосток: РИО ДВНЦ СССР, 1985. – 236 с.
289. Стратегия инновационного развития кормопроизводства / В. М. Косолапов, И. А. Трофимов, А. С. Трофимова, Е. П. Яковлева // *Вестник РАСХН*. – 2012. – № 1. – С. 16-18.
290. Сырьё и продукты пищевые. Методы определения токсичных элементов. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 60 с.
291. Сычев, В. Г. Минеральные удобрения в сельском хозяйстве России: потребность и реальность / В. Г. Сычев // *Российский химический журнал*. – 2005. – № 3. – С. 11-14.
292. Технология наращивания плодородного слоя почвы на площадях, подверженных проявлению карста / В. И. Титова, А. А. Ветчинников, А. А. Чудоквасов, В. М. Гордеев // *Международ. науч.-исслед. журнал*. – 2016. – № 12 (54). – С. 147-151.
293. Титова, В. И. Влияние различных видов органических удобрений на воспроизводство плодородия нарушенных почв / В. И. Титова, Е. В. Дабахова, А. А. Ветчинников // *Агрoхимия*. – 2011. – № 5. – С. 9-17.
294. Титова, В. И. Вопросы охраны почв и земель сельхозназначения в нормативно-законодательных актах Российской Федерации / В. И. Титова // *Агрoхимикаты в XXI веке: теория и практика применения: материалы междунар. науч.-практ. конф.* – Н. Новгород: Нижегородская ГСХА, 2017. – С. 280-283.
295. Титова, В. И. К вопросу о последствиях техногенного нарушения почв: состояние и продуктивность агробиоценоза, проблемы оценки ущерба от 303 деградации почв как средства производства и компонента окружающей среды. / В. И. Титова, А. А. Ветчинников // *75 лет Географической сети опытов с удоб-*

рениями: материалы Всерос. совещ. науч. учреждений участников Географической сети опытов с удобрениями, 6 октября 2016 г. – М.: ВНИИА, 2016. – С. 273-279.

296. Титова, В. И. Вопросы охраны почв и земель сельхозназначения в нормативно-законодательных актах Российской Федерации / В. И. Титова // Агрехимикаты в XXI веке: теория и практика применения: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Н. Новгород: Нижегородская ГСХА, 2017. – С. 280-283.

297. Титова, В. И. Морфогенетическая характеристика почвенного профиля и структурное состояние пахотного слоя светло-серой лесной почвы при длительном внесении удобрений / В. И. Титова, А. А. Ветчинников, А. М. Архангельская // Вестник Российской с.-х. науки. – 2017. – № 3. – С. 22-26.

298. Титова, В. И. Некоторые эколого-правовые и экономические аспекты неиспользования сельскохозяйственных земель по целевому назначению / В. И. Титова, А. А. Ветчинников, Г. В. Жданкин // Агрехимический вестник. – 2017. – № 2. – С. 51-54.

299. Титова, В. И. Оценка состояния почвы, подвергшейся термическому воздействию при аварии на магистральном газопроводе / В. И. Титова, А. А. Ветчинников, В. М. Гордеев // Агрехимический вестник. – 2018. – № 1. – С. 41-45.

300. Титова, В. И. Рекомендации по оценке экологического состояния почв как компонента окружающей среды / В. И. Титова. – Н. Новгород: Изд-во ВВАГС, 2004. – 68 с.

301. Томка, А. Влияние частоты укусов на качество травяной массы при внесении высоких доз азота / А. Томка, Э. Лиган // XII междунар. конгресс по луговодству. – М., 1977 – Т. 1 – С. 356-357.

302. Тоомре, Р. И. Культурные пастбища зоны интенсивного молочного животноводства / Р. И. Тоомре // Пастбища и сенокосы СССР. – М., 1974. – С. 342-356.

303. Ториков, В. Е. Практикум по луговому кормопроизводству / В. Е. Ториков, Н. М. Белоус, Е. П. Солдатенков. – Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2010. – 336 с.

304. Травникова, Л. С. Органоминеральное взаимодействие: роль в процессах формирования почв, их плодородие и устойчивости к деградации / Л. С. Травникова. – М.: Почвенный институт им. В. В. Докучаева, 2012. – 296 с.

305. Трофимов, И. А. Травяные экосистемы в сельском хозяйстве России / И. В. Трофимов, Л. С. Трофимова, Е. П. Яковлева // Использование и охрана природных ресурсов России. – 2010. – № 4. – С. 37.

306. Трофимова, Л. С. Продуктивный и средообразующий потенциал луговых агрофитоценозов и пути его повышения / Л. С. Трофимова, В. А. Кулаков, С. А. Новиков // Кормопроизводство. – 2008. – № 9. – С. 17-19.

307. Туганаев, В. В. Возделываемые культуры и их засорители в районах средневекового городища Булгар (Гатарская АССР) / В. В. Туганаев, Т. П. Ефимова // Ботанический журнал. – 1979. – Т. 64, № 9. – С. 1327-1332.

308. Туганаев, В. В. Флора и растительность антропогенных местообитаний / В. В. Туганаев. – Удмуртия: Изд-во Удмурского ун-та, 1993. – 149 с.

309. Тюльдюков, В. А. Практикум по луговому кормопроизводству: учеб. пособие / В. А. Тюльдюков. – М.: Агропромиздат, 1986. – 255 с.

310. Тяжелые металлы в системе почва – растение / Б. А. Ягодин и др. // Химия в сельском хозяйстве. – 1996. – № 5. – С. 43-45.
311. Тяжелые металлы компонентов луговых ценозов в условиях техногенной нагрузки [Электронный ресурс] / А. Д. Булохов, Л. Н. Анищенко, Н. Н. Панасенко, Ю. А. Семенищенков, Н. А. Сквородникова // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 3. – Режим доступа: URL: <http://www.science-education.ru/117-13337> (дата обращения: 22.11.2019).
312. Управление агроландшафтами / И. А. Трофимов, Л. С. Трофимова и др. // Кормопроизводство. – 2008. – № 9. – С. 4-5.
313. Управление агроландшафтами повышение продуктивности и устойчивости сельскохозяйственных земель / И. А. Трофимов, Л. С. Трофимова, Е. П. Яковлева, Г. М. Лебедева // Земледелие. – 2009. – № 6. – С. 13-15.
314. Урожай сена многолетних трав и его качество в зависимости от системы удобрений и обработки почвы / Н. К. Жолудева, Н. Н. Бокатуро, С. Н. Поцепай, Л. П. Харкевич, В. Ф. Шаповалов // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XV междунар. науч. конф. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. – С. 147-154.
315. Фесенко, С. В. Оценка периодов полуснижения содержания ^{137}Cs 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.
316. Физико-географическое районирование Нечерноземного центра / под ред. Н. А. Гвоздецкого, В. К. Жучковой. – М.: Изд-во МГУ, 1963. – 450 с.
317. Фокин, А. Д. Сельскохозяйственная радиология / А. Д. Фокин, А. А. Лурье, С. П. Трошин. – СПб.: Лань, 2011. – 416 с.
318. Харкевич, Л. П. Реабилитация радиоактивно загрязненных сенокосов и пастбищ. Монография / Л. П. Харкевич, Н. М. Белоус, Ю. А. Анишина. – Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2011. – 217 с.
319. Христофоров, Л. В. Воспроизводство плодородия дерново-подзолистых почв / Л. В. Христофоров, В. М. Измestьев, Г. В. Пидалин // Земледелие. – 2004. – № 4. – С. 8.
320. Цаценкин, И. А. Геоботаническое изучение пастбищ и сенокосов // Пастбища и сенокосы СССР / И. А. Цаценкин; отв. ред. М. Г. Андреев. – М.: Колос, 1974. – С. 33-38.
321. Цезий-137 в почвах и продукции растениеводства Брянской, Калужской, Орловской и Тульской областей за 1986-1992 годы / Г. Т. Воробьев, Д. Е. Гучанов, А. А. Курганова и др. – Брянск: Грани, 1993. – 86 с.
322. Черепанов, С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств / С. К. Черепанов. – СПб.: Мир и семья, 1995. – 992 с.
323. Чернавина, И. А. Физиология и биохимия микроэлементов / И. А. Чернавина. – М.: Изд-во «Высш. шк.», 1970. – 310 с.
324. Чесалин, С. Ф. Оценка применения минеральных удобрений при возделывании многолетних трав на сено / С. Ф. Чесалин, Е. В. Смольский // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы X междунар. науч. конф. – Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2013. – С. 38-45.

325. Чесалин, С. Ф. Эффективность защитных мероприятий при реабилитации естественных кормовых угодий в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / С. Ф. Чесалин. – Брянск, 2013. – 21 с.
326. Чижикина, Н. П. Изменения минералогического состава тонких фракций почв под воздействием агротехногенеза / Н. П. Чижикина // Почвоведение. – 2002. – № 7. – С. 867-875.
327. Чижикина, Н. П. Необратимые изменения минералогического состава почв и проблемы их устойчивости к антропогенному воздействию / Н. П. Чижикина // Экология и почвы: избранные лекции 1-7 школ. – Пуцзино, 1998. – С. 65-74.
328. Чижикина, Н. П. Преобразование минералогического состава почв в процессе агрогенеза: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / Н. П. Чижикина. – М., 1992. – 43 с.
329. Чирков, Е. П. Система ведения кормопроизводства в условиях инновационного развития / Е. П. Чирков, А. В. Дронов, Н. А. Ларетин // АПК: регионы России. – 2012. – № 9. – С. 36-42.
330. Шайманов, О. Л. Влияние сортов клевера лугового на плодородие серых лесных почв / О. Л. Шайманов // Кормопроизводство. – 2004. – № 3. – С. 19-20.
331. Шаповалов, В. Ф. Влияние минеральных удобрений на урожай и качество сена естественного травостоя пойменного луга / В. Ф. Шаповалов, Л. П. Харкевич, Н. К. Жолудева // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XII междунар. науч. конф. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2015. – С. 309-313.
332. Шаповалов, В. Ф. Экологическая оценка систем удобрения дерново-подзолистых песчаных почв Брянской области в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС: дис. ... д-ра с.-х. наук / В. Ф. Шаповалов. – М., 2006. – 429 с.
333. Шаповалов, В. Ф. Оценка защитных мероприятий при улучшении радиоактивно загрязненных пойменных лугов и пастбищ / В. Ф. Шаповалов, Н. М. Белоус, Л. П. Харкевич // Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири. – Т. 5. Планирование, управление и реабилитация ландшафтов. – М.: ВНИИ агрохимии, 2018. – Гл. V/44. – С. 204-208.
334. Шаповалов, В. Ф. Калийные удобрения при реабилитации радиоактивно-загрязненных кормовых угодий / В. Ф. Шаповалов, Е. В. Смольский // Чернобыль 30 лет спустя: материалы междунар. науч. конф., Гомель, 21-22 апреля 2016 г. – Гомель: Институт радиологии, 2016. – С. 380-384.
335. Шапурко В. Н. Ресурсы и экологическое качество лекарственных растений (на примере Брянской области): дис. ... канд. биол. наук / В. Н. Шапурко. – Брянск, 2014. – 303 с.
336. Шевченкова, Т. Ф. Геологическое строение. История геологического развития. Минеральные ресурсы / Т. Ф. Шевченкова; под ред. Л. М. Ахромеева // Природа и природные ресурсы Брянской области: учеб. пособие для учителей и студентов. – Брянск: Изд-во БГПУ, 2001. – С. 4-23.
337. Шелюто, А. А. Технология создания и улучшения лугов / А. А. Шелюто. – Горки: Белорусская ГСХА, 2002. – 112 с.

338. Шенников, А. П. Луговоедение / А. П. Шенников. – Л.: Изд. Ленинградского Гос. ун-та, 1941. – 509 с.
339. Шильников, И. А. Результаты работ лаборатории известкования почв ВИУА (1932-2000 гг.) / И. А. Шильников, Н. И. Аканова // История развития агрохим. исслед. в ВИУА. - М., 2001. - С. 155-178
340. Шишкин, А. И. Смешанные посевы – источник высококачественных кормов / А. И. Шишкин, А. В. Сагонов // Кормопроизводство. – 1987. – № 4. – С. 23-25.
341. Школьник, М. Я. Микроэлементы в жизни растений / М. Я. Школьник. – Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1974. – 324 с.
342. Шпаков, А. С. Средообразующая роль многолетних трав в Нечерноземной зоне / А. С. Шпак // Кормопроизводство. – 2014. – № 9. – С. 12-17.
343. Щеглов, В. В. Новые аспекты нормирования питания лактирующих коров / В. В. Щеглов // Актуальные проблемы биологии в животноводстве: материалы II междунар. конф. – Боровск, 1997. – С. 72-81.
344. Штина, Э. А. Почвенные водоросли. – Л.: Наука, 1969. – 243 с.
345. Штина, Э. А. Экология почвенных водорослей / Э. А. Штина, М. М. Голлербах. – М.: Наука, 1976. – С. 3-53.
346. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову / Л. Г. Раменский, И. А. Цаценкин, О. Н. Чижиков, Н. А. Антипин. – М.: Сельхозгиз, 1956. – 472 с.
347. Экологическая оценка структуры микробиологического комплекса техногенно-трансформированных земель / Л. П. Степанова, Е. В. Яковлева, А. В. Писарева, В. А. Раскатов // Агрохимический вестник. – 2016. – № 3. – С. 20-25. 223.
348. Экологические аспекты заготовки и использования лекарственного растительного сырья / Н. Э. Коломиец, Г. И. Калинин, А. А. Марьин, Р. А. Бондарчук // Изв. Самарского науч. центра РАН. – 2010. – Т. 1 (8), № 12. – С. 2051-2054.
349. Экологические основы природопользования. Луга и тундры: учеб. пособие / Т. А. Радченко, Л. М. Морозова, Д. В. Веселкин, Ю. С. Федоров / Уральский федеральный ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – М.: Юрайт; Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 2018. – 86 с.
350. Эколого-экономическая эффективность применения минеральных удобрений на радиационно-загрязненных естественных лугах Брянской области / И. Н. Белоус, Ю. А. Анишина, Д. Н. Прищеп, Е. В. Смольский // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 12. – С. 43-46.
351. Экономика сельского хозяйства: учебник для студентов высш. учеб. заведений / Н. Я. Коволенко и др. – М.: ЮРКНИГА, 2004. – 384 с.
352. Энергетическая оценка агроэкосистем: метод. рекомендации / Ш. К. Хуснидинов и др. – Иркутск, 2008. – 46 с.
353. Энергетическая оценка полевых севооборотов: методические рекомендации / В. И. Марымов и др. - М., 1989. - 29 с.
354. Энергетическая оценка технологий в земледелии: метод. рекомендации. – СПб., 1994. – 29 с.

355. Эффективность возделывания мятликовых трав в одновидовых посевах на зеленый корм на радиоактивно загрязненных пойменных лугах / Ю. А. Анишина, Е. В. Смольский, Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы IX междунар. науч. конф. – Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2012. – С. 89-95.
356. Эффективность защитных мероприятий на территории Брянской области / Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов и др. // 25 лет после Чернобыльской катастрофы. Преодоление ее последствий в рамках Союзного государства: сб. докл. междунар. науч.-практ. конф. / под общ. ред. В. С. Аверина. – Гомель, 2011. – С. 83-99.
357. Эффективность защитных мероприятий при улучшении радиоактивно загрязненных пойменных кормовых угодий в отдаленный период после аварии на ЧАЭС / Н. Н. Бокатуро, С. Н. Поцепай, Н. М. Белоус, Л. П. Харкевич, Е. В. Смольский, В. Ф. Шаповалов, С. А. Бельченко // Кормопроизводство. – 2018 – № 2. – С. 11-19.
358. Эффективность применения минеральных удобрений под клевер луговой на загрязненной радионуклидами дерново-подзолистой почве / И. М. Богдевич, Ю. В. Пуяткина, Т. М. Серая и др. // Агрохимия. – 2004. – № 8. – С. 43-47.
359. Эффективность применения органических удобрений при улучшении суходольных лугов, загрязненных ^{137}Cs и ^{90}Sr / И. М. Богдевич, А. Г. Подоляк, С. Ф. Тимофеев, В. П. Жданович // Почвоведение и агрохимия. – 2005. – № 2. – С. 203-212.
360. 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.
361. Юдина, М. Т. Опыт интродукции местных трав в Магаданской области / М. Т. Юдина // Кормопроизводство. – 2012. – № 12. – С. 25-26.
362. Adatia, M. H. The effects of silicon on cucumber plants grown in recirculating nutrient solution / M. H. Adatia, R. T. Besfor // Annals of Botany. – 1986. – Vol. 58. – P. 343-351.
363. Anishchenko, L. N. Bioindicators of the total maintenance of toxicant the chemical nature in ecosystems southwest Non-Black Earth Region Russia / L. N. Anishchenko, N. A. Scovorodnikova, J. G. Potzepay // Applied and Fundamental Studies: Proceedings of the 1st International Academic Conference. – 2012. – Vol. 1. – P. 31-37.
364. Azarenko, Yu. A. Assessing the Fund of Strongly Bound and Mobile Forms of Zinc in the soils of agrocenoses in the forest-steppe and steppe zones of the Omsk Irtysh Land / Yu. A. Azarenko // Annals of Biology. – 2019. – № 35 (1). – P. 67-72.
365. Bayer, M. Beziehungen zwischen Wuchshoehe und Futterqualitaet beim Rotklee / M. Bayer, C. Meinsen // Feldwirtschaft. – 1984. – №4. – P. 164-166.
366. Belli, M. The behaviour of radionuclides in natural and semi- natural environments. / M. Belli // Final Report 1991-95. – Luxembourg: Office for official Publications of the European Communities, 1996. – 147 p.
367. Braun-Blanquet, J. Pflanzensociologie: 3 Aufl / Braun-Blanquet. – Wien; New York, 1964. – 865 p.

368. Brekken, A. Seasonal concentrations of cadmium and zinc in native pasture plants: consequences for grazing animals / A. Brekken, E. Steinnes // *The Science of The Total Environment*. – 2004. – № 326. – P. 181-195.

369. Contents of macro-, microelements and long-lived radionuclides in the medicinal plants belonging to the wetland community of Siberian region, Russia / N. K. Ryzhakova, L. G. Babeshina, A. G. Kondratyeva, D. Y. Sechnaya // *Phytochemistry Letters*. – 2017. – № 22. – P. 280-286.

370. Crop rotation impact on soil quality / I. Aziz, M. Ashraf, T. Mahmood, K. R. Islam // *Pakistan J. Bot.* – 2011. – V. 43, I. 2. – P. 949-960.

371. Graw, D. The influence of soil pH on the efficiency of vesicular-arbuscular mycorrhiza / D. Graw // *New Phytologist*. – 1979. – Vol. 82. – P. 687-695.

372. Green, N. E. The influence of pH on the germination of vesicular-arbuscular mycorrhizal spores / N. E. Green, S. O. Graham, N. C. Schenck // *Mycologia*. – 1976. – Vol. 68. – P. 919-934.

373. Kopečky, K. fytocenologickému hodnocení a rozsireni antropogenních porostu s *Anthriscus nitida* (Wahl.) Haszlinzsky v Orlických horach / K. Kopečky, J. K. Hejný // *Preslia*. – 1974. – P. 57-63.

374. Kopečky, K. Die Anwendung einer deduktiven Methode syntaxonomischer Klassifikation bei der Bearbeitung der straßenbegleitenden Pflanzengesellschaften Nordostböhmens/ K. Kopečky, J. K. Hejný // *Vegetatio*. – 1978. – Vol. 36. – № 1. – P. 43-51.

375. Labuda, S. Z. Soil susceptibility on reduction as an index of soil properties applied in the investigation upon soil devastation / S. Z. Labuda, A. A. Vetchinnikov // *Ecological chemistry and engineering S.* – 2011. – № 3 – C. 333-344.

376. Ma, J. F. Soil, Fertilizer, and Plant Silicon Research in Japan / J. F. Ma, E. Takahashi. – Netherlands: Elsevier, 2002. – 281 p.

377. Matichenkov, V. V. The silicon fertilizer effect of root cell growth of barley. Abstracts of 5th Symposium Inter. Soc. of Root Research / V. V. Matichenkov. – Clemson, South Carolina, USA, 1996. – P. 110.

379. Metal hyperaccumulator plants: A review of the ecology and physiology of a biological resource for phytoremediation of metal – polluted soils / A. J. M. Baker, S. P. McGrath, R. D. Reeves, J. A. C. Smith; eds. N. Terry. S. Banuelos // *Phytoremediation of contaminants in soil and water*. – Boca Raton: CRC Press, 2000. – P. 85–107.

378. Radio-ecological substantiation of applying mineral fertilizers in the field fodder production on radioactively contaminated territories / N. M. Belous, V. F. Shapovalov, I. N. Belous, E. V. Smolsky // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. – 2015. – № 6. – P. 1378-1385.

379. Trace Elements in Soils and Plants. 4th edition. By A. Kabata-Pendias. - Boca Raton, FL, USA: CRC Press Taylor & Francis Group, 2010. - P. 548.

380. Transformation of nutrient compounds of plants in grey forest loamy soils / S. M. Pakshina, N. M. Belous, V. E. Torikov, G. P. Malyavko, O. V. Melni-

kova // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2016. – T. 7, № 1. – C. 1541-1546.

381. Van der Ent, A. Hyperaccumulators of metal and metalloid trace elements: Facts and fiction / A. Van der Ent, A. J. M. Baker, R. D. Reeves // Plant and Soil. – 2013. – T. 362. – P. 319-334.

382. Verma, D. K. Removal of Heavy Metals from whole sphere by plants working as bioindicators – A review / D. K. Verma, A. P. Gupta, R. Dhakeray // Basic Research Journal of Pharmaceutical Science. – 2013. – Vol. 1(1). - P. 01-07.

383. Weber, H. E. International Code of Phytosociological nomenclature. 3rd additional / H. E. Weber, J. Moravec // Journal of Vegetation Science. – 2000. – Vol. 11, № 5. – P. 739-768.

384. Yoshida, S. The physiology of silicon in rice / S. Yoshida // Food Fert. Tech. Centr. Bull. – 1975. – № 25. – P. 35-39.

385. Zeigerwerte von Pflazen in Mitteleuropa / H. Ellenberg, H. E. Weber, R. Dull, V. Wirth, W. Werner, D. Paulssen // Scripta Geobotanica. – 1992. – V. XVIII. – 2. Aufl. – 258 p.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Полевой эксперимент по изучению эффективности защитных мероприятий в
травостое сеяных и естественных лугов
(общий вид опытных делянок)



Рисунок 1 - Общий вид опытных делянок травостоев сеяных и естественных лугов



Рисунок 2 - Общий вид опытных делянок травостоев сеяных и естественных лугов



Рисунок 3 - Общий вид опытной делянки (травосмесь №1 контроль)

Приложение В

Урожайность зеленой массы многолетних трав, т/га (2017 г.)

Вариант	Естественный травостой				Сеяная злаковая травосмесь			
					обработка почвы дисками			
	повторность			среднее	повторность			среднее
I	II	III	I		II	III		
первый укос								
1 контроль	4,1	5,1	5,2	4,8	13,2	15,6	13,8	14,2
2 P ₆₀ K ₉₀	27,6	27,3	24,9	26,6	27,6	26,8	28,4	27,6
3 N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	29,6	28,7	32,3	30,2	32,9	31,9	35,7	33,5
4 N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	31,2	30,1	35,6	32,3	38,5	34,4	37,2	36,7
5 N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀	33,2	36,4	33,6	34,4	39,8	37,8	40,6	39,4
второй укос								
1 контроль	1,6	1,9	1,9	1,8	7,5	8,5	8,9	8,3
2 K ₉₀	12,9	13,2	11,7	12,6	15,8	16,3	14,7	15,6
3 N ₉₀ K ₉₀	14,1	15,3	13,8	14,4	22,6	17,2	17,8	19,2
4 N ₉₀ K ₁₂₀	18,7	18,6	21,2	19,5	29,2	22,5	24,1	23,6
5 N ₉₀ K ₁₅₀	24,8	22,5	22,0	23,1	28,5	29,2	27,3	28,3

Приложение С

Урожайность зеленой массы многолетних трав, т/га (2018 г.)

Вариант	Естественный травостой				Сеяная злаковая травосмесь			
					обработка почвы дисками			
	повторность			среднее	повторность			среднее
I	II	III	I		II	III		
первый укос								
1 контроль	1,0	1,3	1,3	1,2	3,3	3,9	3,2	3,5
2 P ₆₀ K ₉₀	6,9	6,8	6,2	6,6	6,9	6,7	7,1	6,9
3 N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	7,1	6,9	7,7	7,2	7,9	7,7	8,6	8,1
4 N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	7,2	6,9	8,2	7,4	8,8	7,9	8,5	8,4
5 N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀	7,6	8,4	7,7	7,9	9,1	8,7	9,3	9,0
второй укос								
1 контроль	0,40	0,47	0,47	0,45	1,8	2,1	2,2	2,0
2 K ₄₅	3,2	3,3	2,7	3,1	3,9	4,1	3,7	3,9
3 N ₄₅ K ₄₅	3,4	3,7	3,3	3,5	5,4	4,1	4,3	4,6
4 N ₄₅ K ₆₀	4,3	4,3	4,9	4,5	5,6	5,2	5,5	5,4
5 N ₄₅ K ₇₅	5,7	5,2	5,1	5,3	6,6	6,7	6,3	6,5

Приложение D

Урожайность зеленой массы многолетних трав, т/га (2019 г.)

Вариант	Естественный травостой				Сеяная злаковая травосмесь			
					обработка почвы дисками			
	повторность			среднее	повторность			среднее
I	II	III	I		II	III		
первый укос								
1 контроль	5,4	6,6	4,8	5,6	8,6	10,5	10,3	9,8
2 P ₆₀ K ₉₀	21,6	19,6	21,2	20,8	28,8	29,2	27,8	28,6
3 N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	26,1	24,4	26,3	25,6	31,5	29,8	33,5	31,6
4 N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	27,9	29,6	27,7	28,4	35,7	35,2	32,6	34,5
5 N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀	32,5	33,5	31,8	32,6	37,0	38,8	36,4	37,4
второй укос								
1 контроль	2,6	2,5	2,1	2,4	6,4	5,9	6,6	6,3
2 K ₉₀	10,6	10,3	8,5	9,8	14,4	14,2	12,5	13,7
3 N ₉₀ K ₉₀	13,9	12,6	13,7	13,4	18,9	17,3	19,6	18,6
4 N ₉₀ K ₁₂₀	15,8	17,3	16,7	16,6	21,6	20,7	24,9	22,4
5 N ₉₀ K ₁₂₀	23,4	23,4	21,6	22,8	25,5	23,2	24,2	24,3

Приложение E

Урожайность сена многолетних трав, т/га (2017 г.)

Вариант	Естественный травостой				Сеяная злаковая травосмесь			
					обработка почвы дисками			
	повторность			среднее	повторность			среднее
I	II	III	I		II	III		
первый укос								
1 контроль	1,3	1,6	1,2	1,4	2,1	2,6	2,6	2,4
2 P ₆₀ K ₉₀	5,4	4,9	5,3	5,2	7,2	7,3	6,9	7,1
3 N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	6,3	5,9	6,2	6,1	7,6	7,1	8,0	7,6
4 N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	6,4	7,1	6,5	6,7	8,2	8,1	7,5	7,9
5 N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀	7,1	7,4	6,9	7,1	8,5	8,9	8,4	8,6
второй укос								
1 контроль	0,65	0,62	0,53	0,60	1,6	1,5	1,7	1,6
2 K ₉₀	2,6	2,6	2,1	2,4	3,6	3,5	3,1	3,4
3 N ₉₀ K ₉₀	3,3	3,0	3,3	3,2	4,5	4,1	4,7	4,4
4 N ₉₀ K ₁₂₀	3,6	4,0	3,8	3,8	5,1	4,8	5,7	5,2
5 N ₉₀ K ₁₅₀	5,4	5,4	4,9	5,2	5,9	5,3	5,6	5,6

Урожайность сена многолетних трав, т/га (2018 г.)

Вариант	Естественный травостой				Сеяная злаковая травосмесь			
					обработка почвы дисками			
	повторность			среднее	повторность			среднее
I	II	III	I		II	III		
первый укос								
1 контроль	2,1	1,8	1,7	1,9	2,9	3,0	3,1	2,6
2 P ₆₀ K ₄₅	5,7	6,3	6,7	6,2	7,0	6,6	7,8	7,1
3 N ₄₅ P ₆₀ K ₄₅	6,6	6,9	7,1	6,8	8,5	9,0	8,0	8,5
4 N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀	7,5	7,6	8,1	7,7	8,8	9,1	9,5	9,1
5 N ₄₅ P ₆₀ K ₇₅	7,6	8,6	8,5	8,2	10,2	9,3	10,1	9,9
второй укос								
1 контроль	0,7	0,8	1,1	0,9	2,1	1,8	1,7	1,9
2 K ₄₅	3,3	3,1	2,2	2,9	3,7	3,8	3,4	3,6
3 N ₄₅ K ₄₅	4,0	3,4	3,7	3,3	5,4	4,7	5,6	5,2
4 N ₄₅ K ₆₀	4,6	4,4	4,0	4,3	7,1	5,8	6,1	6,3
5 N ₄₅ K ₇₅	5,6	5,6	5,1	5,4	7,5	6,5	7,3	7,1

Урожайность сена многолетних трав, т/га (2019 г.)

Вариант	Естественный травостой				Сеяная злаковая травосмесь			
					обработка почвы дисками			
	повторность			среднее	повторность			среднее
I	II	III	I		II	III		
первый укос								
1 контроль	8,2	7,1	6,9	7,4	11,4	12,0	13,5	12,3
2 P ₆₀ K ₉₀	22,6	25,3	26,8	24,9	28,1	26,2	31,2	28,5
3 N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	27,6	28,8	29,4	28,6	35,3	37,5	33,5	35,4
4 N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	32,5	32,9	35,1	33,5	38,3	39,6	41,5	39,4
5 N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀	32,9	37,3	36,9	35,7	44,2	40,5	43,7	42,8
второй укос								
1 контроль	2,7	3,0	4,2	3,3	8,3	7,3	6,6	7,4
2 K ₉₀	13,3	12,5	9,0	11,6	14,9	15,2	13,7	14,6
3 N ₉₀ K ₉₀	16,6	14,2	14,8	15,2	22,4	19,7	23,3	21,8
4 N ₉₀ K ₁₂₀	20,1	19,1	17,5	18,9	31,1	25,1	26,3	27,5
5 N ₉₀ K ₁₅₀	24,3	24,6	22,2	23,7	32,8	28,3	31,6	30,9

В издании представлены результаты исследований лугов различного происхождения в Среднем Подесенье в целях дополнения мониторинговой базы ценных кормовых угодий в свете реализации продовольственной программы РФ. Агроэкологические и продукционные характеристики лугов позволят планировать и осуществлять долгосрочные работы по диагностике антропогенного влияния на луговые экосистемы в староосвоенном регионе – Брянской области, где пастбищное луговодство составляет основу реализации программ импортозамещения в животноводстве. Впервые в регионе проведён анализ ремедиационных возможностей синтетического кремнийсодержащего препарата для реабилитации естественных и сеяных лугов в условиях сочетанного загрязнения. Исследован характер поглощения ионов тяжёлых металлов, радионуклидов травостоем луговых сообществ и выявлены виды-индикаторы, виды-поглотители, аккумулятивные способности луговых сообществ; показана экономическая ценность агромелиоративных мероприятий на сеяных лугах; определены особенности применения кремнийсодержащих препаратов как ремедиаторов; предложены основы альгомониторинговой базы лугов. Рассмотрены особенности накопления поллютантов луговой лекарственной флорой, определены эффективные накопители, показана динамика биомассы видов на эталонных объектах. Даны рекомендации производству по системе оптимизации лугового пастбищеоборота. Установлен фиторяд лугов и продукционные характеристики кормовых угодий в ландшафтах Брянской области. Книга предназначена специалистам в области агроэкологии, экологического мониторинга, охраны окружающей среды, преподавателям, студентам, магистрантам и аспирантам биологических и сельскохозяйственных направлений вузов. Результаты, проведенных исследований позволяют рекомендовать следующие мероприятия:

1. В отношении лугов, используемых как источник кормов и в отсутствие 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 Черноземья – 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 желателно 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.

The publication presents the results of studies of meadows of various origins in the Middle Podsenye in order to supplement the monitoring base of valuable forage lands in the light of the implementation of the food programme of the Russian Federation. Agroecological and production characteristics of meadows will allow planning and carrying out long-term work to diagnose anthropogenic impact on meadow ecosystems in the old-developed region - the Bryansk region, where pasture meadows are the basis for the implementation of import substitution programmes in animal husbandry. For the first time, an analysis of the remediation capabilities of a synthetic silicon-containing preparation for the rehabilitation of natural and sown meadows under the conditions of combined pollution has been carried out in the region. The nature of the absorption of ions of heavy metals, radionuclides by the grass stand of meadow communities has been investigated, the species-indicators, species-absorbers, accumulative capacities of meadow communities have been identified, the economic value of agro-reclamation measures has been shown on sown meadows, the features of applying silicon-containing preparations as remediators have been determined, and the foundations of the algo-monitoring base of meadows have been proposed. The features of the accumulation of pollutants by the meadow medicinal flora have been considered, the effective accumulators have been determined, and the dynamics of the species biomass on the reference objects has been shown. The recommendations on the system of optimization of meadow pasture rotation to production have been given. The phyto row of meadows and production characteristics of forage lands in the landscapes of the Bryansk region have been established. The book is intended for specialists in the field of agroecology, environmental monitoring, environmental protection, teachers, students, undergraduates and graduate students of biological and agricultural areas of universities. The results of the conducted researches allow us to recommend the following measures:

1. With regard to meadows used as a source of fodders and in the absence of machine processing, it is necessary to apply agrotechnical improvement measures to optimize their use and reduce the processes of degeneration of natural grass stands.

2. It has been recommended to create an inventory of ecological and floral classification of meadow vegetation for monitoring and inventory of the composition of grass, tracking the processes of development and transformation of meadows in the floodplain of one of the major rivers of the Non-Black Earth Region-the Desna.

3. Taking into account the content of radionuclides in the herbage, it has been recommended to develop the programme for improving a particular type of lands. The following suggestions have been made:

3.1. For background conditions – the careful radio ecological monitoring should be carried out only for operational control according to the indications, for basic or background monitoring.

3.2. All types of meadows, regardless of the type, groups of forage lands and position in the profile of the floodplain in landscapes with high levels of UA of radionuclides in the soil should be included into the programme of radio ecological monitoring and control of meadows in technogenic-contaminated territories. Depending on the content of radionuclides in the herbage, an individual program for the rehabilitation of habitats and recommendations for the type of use should be developed.

3.3. For all meadows of the Krasnaya Gora, Klinty and Zhukovka districts with increased values of UA 137Cs in the soils and hay, you should use the recommendations: the hay can be mowed and used for fattening livestock at the final stage, to obtain milk with mandatory processing (butter, cheese and other products).

3.4. To organize pasture rotation and obtain hay, it is advisable to use floodplain meadows (short-floodplain), due to the reduced accumulation of 137Cs in comparison with other types of meadows; to restrict the access of livestock to lowering and flooded areas with spreading of communities of lowland (bog) meadows. The meadow communities near the terrace floodplain must (if there are possible sources for replacement) be excluded from agricultural production almost completely.

3.5. It is necessary to control grazing, not to allow complete grazing of grass stand (below 5 cm in height), transformation of meadows during pasture digression into pike types of meadows due to significant accumulation of 137Cs in the lower part of the shoot mass of plants, as well as increased accumulation of radionuclide in *Deschampsia cespitosa*. Consider the optimal cutting height of biomass for hay production 5-7 cm from the soil surface, without affecting the sod, buds of plant renewal.

4. It is recommended to carry out chemical reclamation of the soils under sown meadows, using amorphous silicon dioxide (Kovelos Rost) in medium concentration. The introduction of the ameliorant increases the productivity of the aboveground biomass, the growth processes of the underground: the most responsive to the introduction of the preparation are sown perennial meadows with clover, foxtail, fescue, that confirms the species specificity of the influence of Kovelos.

Научное издание

Поцепай Светлана Николаевна, Анищенко Лидия Николаевна,
Ториков Владимир Ефимович, Шаповалов Виктор Федорович

**АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ПРОДУКЦИОННЫЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕСТЕСТВЕННЫХ И СЕЯНЫХ ЛУГОВ
В СРЕДНЕМ ПОДЕСЕНЬЕ**

Монография

ISBN 978-5-88517-374-2



Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 09.09.2021 г. Формат 60x84 ¹/₁₆.

Бумага офсетная. Усл. п. л. 8,37. Тираж 550 экз. Изд. № 7004.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ