

На правах рукописи

АТРОШЕНКО
ПАВЕЛ ПЕТРОВИЧ

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ
ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ МЯТЛИКОВОЙ ТРАВОСМЕСИ
НА РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЁННОЙ ПОЙМЕ
РЕКИ ИПУТЬ ЮГО-ЗАПАДА НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

Специальность 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение,
защита и карантин растений

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

БРЯНСК – 2025

Работа выполнена на кафедре агрохимии, почвоведения и экологии ФГБОУ ВО Брянский ГАУ в 2019-2021 гг.

**Научный
руководитель**

доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Белоус Николай Максимович

**Официальные
оппоненты**

Иванов Алексей Иванович
член корреспондент РАН, доктор
сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБНУ
"Агрофизический научно-исследовательский
институт", заведующий отделом и лабораторией
опытного дела

Кузнецов Владимир Константинович
доктор биологических наук,
НИЦ «Курчатовский институт» – ВНИИРАЭ,
заведующий лабораторией радиоэкологии и
агроэкологического мониторинга

**Ведущая
организация**

ФГБОУ ВО Нижегородский ГАТУ
им. Л.Я. Флорентьева

Защита состоится «29» декабря 2025 г. в 10 часов на заседании диссертационного совета 35.2.006.01 при ФГБОУ ВО Брянский ГАУ по адресу: 243365, Брянская область, Выгоничский район, с. Кокино, ул. Советская 2а, Email: ds35200601@bgsha.com, Тел. факс: +7 (48341) 24-7-21

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО Брянский ГАУ по адресу <http://www.bgsha.com>, на сайте ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации <https://vak.gisnauka.ru>.

Просим принять участие в работе совета или прислать свой отзыв в двух экземплярах, заверенных печатью.

Автореферат разослан «__» 2025 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета

Смольский
Евгений Владимирович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Доктрина продовольственной безопасности России на период до 2030 года предусматривает осуществить самообеспеченность народонаселения мясом и мясопродуктами в пределах до 85%, молоком и молокопродуктами до 90%. А для успешного ведения мясомолочного скотоводства необходима стабильная кормовая база, основу которой составляют объёмистые корма (сено, зелёные корма, силос), на долю которых приходится от 70 до 90 % рациона крупного рогатого скота. Важнейшим и в достаточной степени реализуемым источником производства различных кормов для животноводства в Российской Федерации являются природные кормовые угодья. Однако в результате аварии, произошедшей в 1986 году на Чернобыльской АЭС, выпавшие радиоактивные осадки загрязнили естественные кормовые угодья, основу которых составил ^{137}Cs , что затрудняет производство зелёных и грубых кормов с допустимым уровнем содержания ^{137}Cs в них. Это требует создания эффективных приёмов реабилитации радиоактивно загрязнённых кормовых угодий, которые будут повышать продуктивность и качество кормов, при этом производство кормов будет экономически обоснованным. Поэтому исследования эффективности минерального удобрения при возделывании сеянной мятликовой травосмеси в изменяющихся условиях среды на радиоактивно загрязнённой территории центральной поймы в развитии кормопроизводства весьма актуально.

Степень её разработанности. Вопросам, связанным с ведением кормопроизводства и получением нормативно чистых кормов в условиях радиоактивного загрязнения территории, посвящены работы многих учёных (Р. М. Алексахина, Н.И. Санжарова, С. В. Фесенко, Н. М. Белоус, Г.Т. Воробьёв, В.Г. Сычёв, Л. П. Харкевич, А. Г. Подоляк, В. Ф. Шаповалов, Е.В. Смольский и других).

Изменяющиеся климатические и радиологические условия территории исследуемого региона требуют совершенствования применения минерального удобрения при возделывании мятликовой травосмеси. В настоящее время на территории юго-запада Нечерноземья наступил первый период полураспада основного дозообразующего радионуклида ^{137}Cs . Климатические условия региона постоянно изменяются, поэтому необходимо при возделывании мятликовой травосмеси в условиях радиоактивного загрязнения окружающей среды совершенствование доз минерального удобрения и соотношения в нём элементов питания, так как проблема получения зелёных и грубых кормов с допустимым уровнем содержания ^{137}Cs на естественных кормовых угодьях в условиях радиоактивного загрязнения почв лёгкого гранулометрического состава ещё не решена.

В научной литературе практически не изучено изменение количественных и качественных показателей продукции кормопроизводства под действием различного использования кормовых угодий, видов, доз минерального удобрения и соотношения в нём элементов питания, периода уборки урожая в изменяющихся условиях окружающей среды и радиоактивного загрязнения территории, наступление первого периода полураспада ^{137}Cs . Мало исследованы возможности адаптации радиоактивно за-

грязнёных кормовых угодий при изменении конкретных природно-климатических условий к производству зелёных и грубых кормов в условиях низкого содержания калия в почве лёгкого гранулометрического состава. Создание, изучение и внедрение агрономически, радиоэкологически и экономически эффективных систем удобрения при возделывании мятликовой травосмеси в условиях радиоактивного загрязнения территории, требует дальнейшей разработки и исследования.

Цель исследования - эффективность применения минерального удобрения при возделывании мятликовой травосмеси в условиях поверхностного улучшения радиоактивно загрязнённой центральной поймы реки Иpute юго- запада Нечернозёмной зоны России.

Задачи исследования:

- выявить роль агроклиматических ресурсов в период проведения исследования в изменчивости урожайности мятликовой травосмеси, показателей качества получаемой продукции в зависимости от количества применяемого удобрения;
- определить оптимальные дозы минерального удобрения в повышении продуктивности мятликовой травосмеси, установить значение элементов питания минерального удобрения в получении урожая;
- определить роль минерального удобрения в реализации потенциала продуктивности мятликовой травосмеси в условиях центральной поймы;
- оценить влияние минерального удобрения на изменения показателей качества продукции кормопроизводства;
- выявить роль минерального удобрения на изменение элементного состава продукции кормопроизводства, баланса элементов питания при возделывании мятликовой травосмеси;
- определить оптимальные дозы минерального удобрения в снижении удельной активности ^{137}Cs кормов при возделывании мятликовой травосмеси и установить значение элементов питания в получении урожая с допустимым содержанием ^{137}Cs ;
- оценить влияние минерального удобрения на изменения радиоэкологических показателей территории ведения кормопроизводства, миграцию ^{137}Cs в системе корм–животное–человек;
- экономически обосновать применение минерального удобрения при возделывании мятликовой травосмеси в условиях радиоактивного загрязнения.

Научная новизна. Впервые, после завершения первого периода полу-распада ^{137}Cs , в условиях радиоактивно загрязнённой поверхности улучшенной центральной поймы при возделывании сеянной мятликовой травосмеси установлено, что наиболее агрономически эффективные дозы N45P60K45 и N45K45 минерального удобрения соответственно под первый и второй укосы, позволяющие получать максимальную отдачу продукции кормопроизводства. Наиболее экологически эффективны дозы N60P60K90 и N60K60 минерального удобрения соответственно под первый и второй укосы, позволяющие получать корма и продукцию животноводства, соответствующую требованиям радиационной безопасности. Роль возрастающих доз 0 до 60 кг. д.в. азотного удобрения в повышении уро-

жайности - сильная, в повышении накопления ^{137}Cs мятликовой травосмесью - средняя, роль возрастающих доз 60 до 90 кг. д. в. калийного удобрения в повышении урожайности - средняя, в снижении накопления ^{137}Cs - сильная. Даны рекомендации эффективного применения N60P60K90 и N60K90 при ведении кормопроизводства в изменяющихся условиях и наступлении первого периода полураспада ^{137}Cs в условиях кормовых угодий заливного луга.

Теоретическая и практическая значимость работы. Результаты нашей диссертационной работы определяют роль минерального удобрения, изменяющихся условий окружающей среды в эффективном использовании радиоактивно загрязнённой поверхности улучшенной центральной поймы, при возделывании мятликовой травосмеси для получения максимальной урожайности и качества продукции кормопроизводства. Определено значение агроклиматических условий в изменчивости количественных и качественных показателей при возделывании мятликовой травосмеси. Установлена определяющая роль минерального удобрения при ведении кормопроизводства в наибольшем выходе кормов с единицы площади, с допустимым содержанием ^{137}Cs . Диссертационная работа должна стать основой для внедрения в производство продукции кормопроизводства в хозяйства, личном подворье юго-запада Брянской области для получения экологически безопасных, стабильных урожаев сеянной мятликовой травосмеси.

Методология и методы исследования. Экспериментальные исследования проводили на центральной пойме реки Ипуть Новозыбковский район Брянская область в длительном стационарном опыте. Повторность опыта трёхкратная. Программа исследования базировалась на теоретических достижениях и экспериментальных материалах отечественных и зарубежных исследователей в области агрохимии, кормопроизводства и радиоэкологии. Агротехника возделывания мятликовой травосмеси общепринятая для Нечернозёмной зоны РФ. Полевые, лабораторно-аналитические исследования проводили на кафедре агрохимии, почвоведения и экологии, в центре коллективного пользования научным оборудованием Брянского ГАУ с использование общепринятых методов. Полученные данные статистически обрабатывали по средствам дисперсионного, корреляционного и вариационного анализов. Экономическую эффективность рассчитывали на основе типовой технологической карты.

Положения, выносимые на защиту.

1. Реализация потенциала продуктивности сеянной мятликовой травосмеси в условиях центральной поймы зависит от минерального удобрения.
2. Применение минерального удобрения для повышения качества продукции кормопроизводства действуют разнонаправлено.
3. Получение продукции кормопроизводства и животноводства в условиях плотности радиоактивного загрязнения ^{137}Cs территории более 555 кБк/м² без научно-обоснованного применения минерального удобрения невозможно.
4. Возможность регулирования баланса элементов питания при возделывании мятликовой травосмеси.

5. Применение минерального удобрения на радиоактивно загрязнённой поверхности улучшенной центральной пойме экономически обосновано.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность основана на теоретически и методологически правильном планировании постановки полевого опыта и проведения лабораторных анализов. Достоверность полученных результатов подтверждается практическими результатами и доказана результатами статистической обработки экспериментальных данных, объёмом, комплексом наблюдений, определений, анализов и учётов. Выводы соответствуют полученным экспериментальным исследованиям, а рекомендации внедрениям полученных результатов в производство.

Результаты научных исследований прошли апробацию и получили одобрение на XIX, XX, XXI и XXII международных научных конференциях «Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК» (г. Брянск, 2022, 2023, 2024, 2025 г.); на II международной научно- практической конференции «Современные тенденции развития аграрной науки» (г. Брянск, 2023 г.), на Международной научно- практической конференции «От модернизации к опережающему развитию: обеспечение конкурентоспособности и научного лидерства АПК» IDSISA2025 13-14.02.2025 г.

Положения научно- квалификационной работы были отражены в 11 научных изданиях, сборниках и материалах докладов, представленных на российских и международных конференциях, в том числе в 5 статьях, опубликованных в журналах из перечня изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ. Общий объем опубликованных статей по теме диссертационной работы- 5,84 у. п. л., в том числе долевое участие соискателя 4,67 у. п. л. или 80%.

Структура и объем диссертации. Научно- квалификационная работа изложена на 155 страниц компьютерного текста, состоит из введения, 5 глав, заключения. Содержит 25 таблиц, 20 рисунков и 10 приложений. Список литературы включает 172 наименований, в том числе 3 иностранных источника.

Личный вклад. Соискатель теоретически проработал научную литературу по теме исследования, непосредственно участвовал в постановке цели и задач исследования, проводил аналитические исследования в лабораториях Брянского ГАУ и полевые на центральной пойме реки Ипуть Новозыбковского района Брянской области, провёл обработку и анализ полученных экспериментальных данных, сделал выводы на основе полученных результатов. Подготовил к публикации результаты исследований в научных изданиях. Результаты исследования последовательно изложил в работе и подготовил автореферат. Личный вклад в объёме научно- квалификационной работы составляет 90 %.

Соискатель выражает искреннюю благодарность научному руководителю д. с.-х. н., профессору Белоусу Н.М. за постоянные советы, замечания и направление в научной работе, а также д. с.-х. н., доценту Шаповалову В.Ф. за содействие в постановке и проведении экспериментальных исследований. А также за помошь в проведении полевого эксперимента коллективу, студентам и магистрантам кафедры агрохимии, почвоведения и экологии Брянского ГАУ.

1. Агрохимическое обоснование ведения кормопроизводства в условиях радиоактивно загрязнённых естественных кормовых угодий

Производство кормов – стратегически важная отрасль сельского хозяйства, от развития которой зависит не только эффективное развитие животноводства, но и экономика региона в целом. Поэтому для решения проблемы продовольственной безопасности России необходимо повышать продуктивность природных кормовых угодий и качество корма, получаемого в результате их использования. Однако, в условиях юго-запада Нечерноземья часть территории подверглась загрязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС и выпадению искусственных радионуклидов. Подбор тех или иных мероприятий по улучшению кормовых угодий должен опираться на получение продукции, отвечающей нормативам радиационной безопасности. Применение минерального удобрения в условиях радиоактивного загрязнения должно отвечать не только цели повышения продуктивности травосмесей, но и получению кормов с допустимым содержанием радионуклидов, а как указывают авторы, применение азотного удобрения ведет к повышению накопления ^{137}Cs биомассой травосмеси. Получение продукции кормопроизводства с допустимым содержанием радионуклидов, является комплексной задачей, которая должна решаться с учётом специфических почвенно-климатических и хозяйственных особенностей загрязнённой территории.

2. Природные условия территории исследования и методы исследования

Эффективность применения минерального удобрения при возделывании сейной мятликовой травосмеси исследовали в многолетнем стационарном опыте на центральной пойме реки Ипуть Новозыбковского района Брянской области в условиях плотности радиоактивного загрязнения ^{137}Cs более 555 кБк/м². Продолжительность поёмного процесса от 1 до 8 дней в зависимости от года исследования.

Агрохимические свойства почвы полевого опыта: обменная кислотность – 5,2-5,4 ед. (слабокислая); органическое вещество – 2,1-2,7 % (повышенное содержание); подвижный фосфор и калий соответственно 320-440 и 64-80 мг/кг (очень высокое и низкое содержание). Агрохимические мероприятия улучшения поймы включали применение минерального удобрения различных видов, доз и соотношений в нём элементов питания, схема применения представлена в таблице 1.

В растительных образцах определяли биохимические показатели качества грубых кормов: каротин по Цирелю, сырой жир по обезжиренному остатку, сырую золу сжиганием и прокаливанием, сырую клетчатку весовым методом Геннеберга-Штомана в модификации ЦИНАО, сырой протеин по общему азоту при пересчете использовали коэффициент 6,25.

В растительных образцах определяли элементный состав грубых кормов: общий азот по Кельдалю, фосфор по методу Мерфи-Райли колориметрически, калий мокрым озолением по методу Гинсбург.

Таблица 1 – Схема опыта

| 1 укос | | 2 укос | Всего за 2 укоса |
|--------|-----------|----------|------------------|
| 1 | Контроль | Контроль | Контроль |
| 2 | P60K45 | K45 | P60K90 |
| 3 | N45P60K45 | N45K45 | N90P60K90 |
| 4 | N45P60K60 | N45K60 | N90P60K120 |
| 5 | N45P60K75 | N45K75 | N90P60K150 |
| 6 | P60K60 | K60 | 60K120 |
| 7 | N60P60K60 | N60K60 | N120P60K120 |
| 8 | N60P60K75 | N60K75 | N120P60K150 |
| 9 | N60P60K90 | N60K90 | N120P60K180 |

Анализируя состояние почв кормовых угодий по плотности загрязнения ^{137}Cs почв установлено, что средневзвешенный показатель по региону равен 260 кБк/м². На долю кормовых угодий с плотность загрязнения ^{137}Cs почв выше 555 кБк/м² приходится 14,5 % территории Брянской области или 19,3 тыс. га.

Агрометеорологические показатели территории центральной поймы реки Ипуть в период с 2019 по 2021 годы характеризовались как типичные для региона исследования. Анализ динамики показателей термических условий и условий увлажнения вегетационного периода исследования проводили по времени уборки урожая многолетних трав.

3. Эффективность минерального удобрения при возделывании мятыликовой травосмеси

Эффективность применения минерального удобрения определяется количественными и качественными показателями получаемой продукции кормопроизводства. Урожайность количественный показатель, зависящий от многих факторов, агроклиматических условий, биологии возделываемых культур, почвенных условий, а также антропогенного воздействия на агроценоз, по средствам организационных, агротехнических и агрохимических мероприятий.

Поверхностное улучшение центральной поймы и посев мятыликовой травосмеси формирует урожайность первого и второго укоса зелёной массы соответственно 7,7 и 3,1 т/га и сена 1,79 и 0,66 т/га. Снижение урожайности в 2,4 и 2,7 раза зелёной массы и сена в период второго укоса обусловлено природно-климатическими условиями периодов роста и развития растений, выраженную в снижении использования элементов питания из почвы.

Применение фосфорно-калийного и калийного удобрения достоверно повышает урожайность первого и второго укоса зелёной массы соответственно в 2,0 и 2,6 раза и сена в 2,0 и 2,7 раза в сравнении контролем.

Применение возрастающих доз от N45P60K45 до N60P60K60 полного минерального и от N45K45 до N60K60 азотно-калийного удобрения достоверно повышает урожайность первого и второго укоса зелёной массы соответственно в 3,7 и 6,6 раза и сена в 3,6 и 7,0 раза в сравнении контролем.

Таблица 2 – Влияние минерального удобрения на урожайность зелёной массы и сена сеянной мятыликовой травосмеси (среднее за 2019-2021 годы), т/га

| Вариант | Зелёная масса | | Сумма за 2 укоса | Сено | | Сумма за 2 укоса |
|-------------------------|---------------|--------|------------------|--------|--------|------------------|
| | 1 укос | 2 укос | | 1 укос | 2 укос | |
| Контроль | 7,7 | 3,1 | 10,8 | 1,79 | 0,66 | 2,5 |
| P60K90 | 15,3 | 7,3 | 22,6 | 3,41 | 1,45 | 4,9 |
| N90P60K90 | 27,1 | 17,7 | 44,8 | 6,10 | 3,55 | 9,7 |
| N90P60K120 | 28,5 | 18,4 | 47,0 | 6,42 | 3,84 | 10,3 |
| N90P60K150 | 29,5 | 19,3 | 48,8 | 6,65 | 4,44 | 11,1 |
| P60K120 | 15,3 | 8,1 | 23,4 | 3,54 | 1,78 | 5,3 |
| N120P60K120 | 28,8 | 20,6 | 49,4 | 6,48 | 4,60 | 11,1 |
| N120P60K150 | 30,2 | 22,2 | 52,3 | 6,63 | 4,78 | 11,4 |
| N120P60K180 | 30,8 | 23,5 | 54,3 | 6,81 | 5,10 | 11,9 |
| <i>HCP₀₅</i> | 2,5 | 2,2 | – | 0,56 | 0,57 | – |

Применение возрастающих доз калийного удобрения в полном минеральном и азотно-калийном удобрении достоверно повышает урожайность первого и второго укоса зелёной массы соответственно в 4,0 и 7,6 раза и сена в 3,8 и 7,7 раза в сравнении с контролем (табл. 2).

Выявили, что основной элемент, отвечающий за повышение урожайности зелёной массы и сена сеянной мятыликовой травосмеси, является азот, калий имеет среднюю связь в повышении урожайности, что связано с низким его содержанием в почве территории исследования.

Наибольшая окупаемость зелёной массы и сена соответственно 162,2 и 32,53 кг / кг д.в. определили в период второго укоса при применении N45K45 и N60K60, повышение соотношения калия к азоту в составе удобрения вело к снижению окупаемости.

Окупаемость в период второго укоса выше, чем в период первого, что, безусловно связано с применением фосфорного удобрения, отдача от которого не соизмерима с количеством его применения. Поэтому эффективность минерального удобрения в период второго укоса выше, даже несмотря на то, что в период первого укоса в силу благоприятных условий урожайность сеянной мятыликовой была выше.

Эффективность применения минерального удобрения при возделывании мятыликовой травосмеси определяется не только количественными показателями, урожайность, валовый сбор, но и качественными, содержание сырого протеина, сырой клетчатки и других показателей качества получаемой продукции кормопроизводства. Изменяющиеся условия среды оказывают непосредственное влияние как на интенсивность роста и развития растений, так и на эффективность применение минерального удобрения. В аспекте изменяющихся условий среды действия минерального удобрения на изменения качественных показателей продукции кормопроизводства весьма актуально.

Поверхностное улучшение центральной поймы и посеве мятыликовой травосмеси формируют урожай сена в первого и второго укоса с содержанием соответственно сырой клетчатки – 27,3 и 26,2%, сырой

золы – 7,4 и 7,4%, сырого протеина – 10,2 и 8,9% и сырого жира 3,3 и 3,2% на сухое вещество (табл. 3).

Применение фосфорно-калийного и калийного удобрения достоверно повышает в сене первого и второго укоса содержание сырой клетчатки соответственно до 29,1 и 27,2 %, сырой золы до 8,6 и 8,2%, сырого протеина до 11,9 и 9,8%, сырого жира 3,5 и 3,6% в сравнении с контролем.

Применение возрастающих доз от N45P60K45 до N60P60K60 полного минерального и от N45K45 до N60K60 азотно-калийного удобрения достоверно повышает в сене первого и второго укоса содержание сырой клетчатки соответственно до 30,8 и 29,4 %, сырой золы до 8,7 и 8,4%, сырого протеина до 14,7 и 13,7%, сырого жира 3,8 и 3,8% в сравнении с контролем.

Применение возрастающих доз калия в полном минеральном и азотно-калийном удобрении достоверно повышает в сене первого и второго укоса содержание сырой клетчатки соответственно до 32,1 и 31,2 %, сырой золы до 9,3 и 8,5%, сырого протеина до 15,6 и 14,5%, сырого жира 4,0 и 3,9% в сравнении с контролем.

Таблица 3 – Влияние минерального удобрения на содержание сырой клетчатки, сырой золы, сырого протеина и сырого жира в сене (среднее за 2019-2021 годы), % на сухое вещество

| Вариант | Сырая | | | | Сырой | | | |
|-------------------------|--------------|--------|---------|--------|------------|--------|--------|--------|
| | клетчатка, % | | зола, % | | протеин, % | | жир, % | |
| | 1 укос | 2 укос | 1 укос | 2 укос | 1 укос | 2 укос | 1 укос | 2 укос |
| Контроль | 27,3 | 26,2 | 7,4 | 7,4 | 10,2 | 8,9 | 3,3 | 3,2 |
| P60K90 | 28,3 | 27,1 | 7,6 | 8,1 | 10,5 | 9,6 | 3,5 | 3,5 |
| N90P60K90 | 29,7 | 27,5 | 8,5 | 8,3 | 14,1 | 10,7 | 3,7 | 3,6 |
| N90P60K120 | 30,5 | 28,4 | 8,6 | 8,4 | 14,7 | 11,8 | 3,8 | 3,7 |
| N90P60K150 | 29,5 | 29,5 | 8,7 | 8,5 | 15,1 | 14,7 | 3,9 | 3,8 |
| P60K120 | 29,1 | 27,2 | 8,6 | 8,2 | 11,9 | 9,8 | 3,5 | 3,6 |
| N120P60K120 | 30,8 | 29,4 | 8,7 | 8,4 | 14,7 | 13,7 | 3,8 | 3,8 |
| N120P60K150 | 31,4 | 30,4 | 9,0 | 8,5 | 15,2 | 14,0 | 3,9 | 3,8 |
| N120P60K180 | 32,1 | 31,2 | 9,3 | 8,5 | 15,6 | 14,5 | 4,0 | 3,9 |
| <i>HCP₀₅</i> | 0,5 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |

Минеральные удобрения повышают классность сена по показателю сырого протеина и снижают по показателю сырой клетчатки. Выявили существенное значение минерального удобрения в повышении содержания сырого жира и золы в сене первого и второго укосов при возделывании мятыликовой травосмеси.

Поверхностное улучшение центральной поймы и посеве мятыликовой травосмеси формируют урожай сена в первого и второго укоса с содержанием каротина – 18,6 и 15,9, и содержание нитратов 187 и 241 мг/кг (рис.1 и 2).

Применение фосфорно-калийного и калийного удобрения достоверно повышает содержание в сене первого и второго укоса каротина соответственно до 25,0 и 23,9 (рис. 1) и нитратов до 216 и 361 мг/кг (рис. 2) в сравнении с контролем.

Применение возрастающих доз от N45P60K45 до N60P60K60 полного минерального и от N45K45 до N60K60 азотно-калийного удобрения досто-

верно повышает содержание в сене первого и второго укоса каротина соответственно до 29,7 и 31,1 (рис. 1) и нитратов до 253 и 366 мг/кг (рис. 2) в сравнении с контролем.

Применение возрастающих доз калия в полном минеральном и азотно-калийном удобрении достоверно повышает содержание в сене первого и второго укоса каротина соответственно до 32,6 и 33,4 (рис. 1) и нитратов до 274 и 383 мг/кг (рис. 2) в сравнении с контролем.

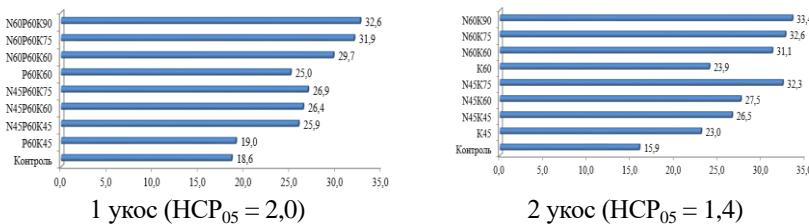


Рисунок 1 – Влияние минерального удобрения на содержание каротина в сене (среднее за 2019-2021 годы), мг/кг

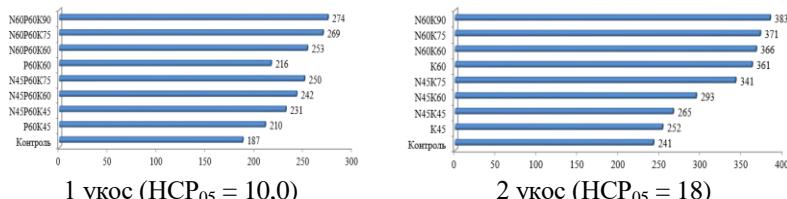


Рисунок 2 – Влияние минерального удобрения на содержание нитратов в сене (среднее за 2019-2021 годы), мг/кг

Главный фактор существенного повышения содержания каротина и нитратов в сене при возделывании мятликовой травосмеси на поверхностно улучшенном лугу центральной поймы является применение минерального удобрения.

Поверхностное улучшение центральной поймы и посев мятликовой травосмеси формирует урожай сена первого и второго укоса с содержанием азота соответственно 1,63 и 1,43%, фосфора – 0,23 и 0,23%, калия – 1,67 и 1,49%. Применение фосфорно-калийного удобрения достоверно повышает в сене первого и второго укосов содержание азота до 1,89 и 1,52 %, фосфора до 0,30 и 0,33% и калия до 2,03 и 1,79% в сравнении с контролем.

Применение возрастающих доз от N45P60K45 до N60P60K60 полного минерального и от N45K45 до N60K60 азотно-калийного удобрения под первый и второй укосы достоверно повышает в сене содержание азота до 2,35 и 2,19%, фосфора до 0,31 и 0,35%, калия до 2,47 и 2,15% в сравнении контролем. Применение возрастающих доз калия в полном минеральном и азотно-калийном удобрении достоверно повышает в сене первого и второго укоса соответственно содержание азота до 2,49 и 2,30%, фосфора до 0,38 и 0,4% и калия до 2,83 и 2,46% в сравнении с контролем.

Таблица 4 – Влияние минерального удобрения на содержание азота, фосфора, калия в сене сеянной травосмеси (среднее за 2019-2021 годы), % на сухое вещество

| Вариант | Азот | | Фосфор | | Калий | |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 укос | 2 укос | 1 укос | 2 укос | 1 укос | 2 укос |
| Контроль | 1,63 | 1,43 | 0,23 | 0,23 | 1,67 | 1,49 |
| P60K90 | 1,68 | 1,54 | 0,27 | 0,28 | 1,84 | 1,71 |
| N90P60K90 | 2,27 | 1,71 | 0,29 | 0,34 | 2,30 | 1,97 |
| N90P60K120 | 2,35 | 2,03 | 0,35 | 0,36 | 2,47 | 2,02 |
| N90P60K150 | 2,42 | 2,36 | 0,38 | 0,40 | 2,55 | 2,44 |
| P60K120 | 1,89 | 1,52 | 0,30 | 0,33 | 2,03 | 1,79 |
| N120P60K120 | 2,35 | 2,19 | 0,31 | 0,35 | 2,47 | 2,15 |
| N120P60K150 | 2,45 | 2,24 | 0,33 | 0,36 | 2,61 | 2,34 |
| N120P60K180 | 2,49 | 2,30 | 0,38 | 0,40 | 2,83 | 2,46 |
| <i>HCP₀₅</i> | 0,02 | 0,06 | 0,03 | 0,01 | 0,09 | 0,09 |

Установили существенное значение минерального удобрения в повышения содержания в сене первого и второго укосов содержания азота, фосфора и калия, при этом выявили достоверную разницу в увеличении показателей от возрастания доз минерального удобрения.

С основной продукцией кормопроизводства выносится азот, фосфор и калий, количество которых зависит, как от содержания элементов в продукции, так и от урожайности мятликовой травосмеси. Общий вынос азота сеянной мятликовой травосмесью, в среднем за годы исследования, при возделывании её без применения минерального удобрения, составил 29,3 в период первого укоса и 9,5 кг/га в период второго укоса (табл. 5).

Таблица 5 – Минеральные удобрения в балансе элементов питания при возделывании сеянной мятликовой травосмеси

| Вариант | Вынос, кг/га | | | Поступление, кг/га | | | Баланс, кг/га | | |
|-----------|--------------|------|-------|--------------------|------|------|---------------|-------|--------|
| | N | P | K | N | P | K | N | P | K |
| 1 укос | | | | | | | | | |
| Контроль | 29,3 | 4,1 | 30,0 | 7,5 | 0 | 0 | -21,8 | -4,1 | -30,0 |
| P60K45 | 57,3 | 9,2 | 62,8 | 7,5 | 26,2 | 37,5 | -49,8 | 17,0 | -25,3 |
| N45P60K45 | 138,5 | 17,7 | 140,4 | 52,5 | 26,2 | 37,5 | -86,0 | 8,5 | -102,9 |
| N45P60K60 | 150,9 | 22,5 | 158,9 | 52,5 | 26,2 | 50,0 | -98,4 | 3,7 | -108,9 |
| N45P60K75 | 160,9 | 25,3 | 169,8 | 52,5 | 26,2 | 62,5 | -108,4 | 0,9 | -107,3 |
| P60K60 | 66,9 | 10,6 | 72,0 | 7,5 | 26,2 | 50,0 | -59,4 | 15,6 | -22,0 |
| N60P60K60 | 152,4 | 20,1 | 160,0 | 67,5 | 26,2 | 50,0 | -84,9 | 6,1 | -110,0 |
| N60P60K75 | 162,3 | 21,9 | 173,4 | 67,5 | 26,2 | 62,5 | -94,8 | 4,3 | -110,9 |
| N60P60K90 | 169,5 | 25,9 | 192,4 | 67,5 | 26,2 | 75,0 | -102,0 | 0,3 | -117,4 |
| 2 укос | | | | | | | | | |
| Контроль | 9,5 | 1,5 | 9,9 | 7,5 | 0 | 0,0 | -2,0 | -1,5 | -9,9 |
| K45 | 22,4 | 4,1 | 24,8 | 7,5 | 0 | 37,5 | -14,9 | -4,1 | 12,7 |
| N45K45 | 60,5 | 12,1 | 69,9 | 52,5 | 0 | 37,5 | -8,0 | -12,1 | -32,4 |
| N45K60 | 79,0 | 13,8 | 77,4 | 52,5 | 0 | 50,0 | -26,5 | -13,8 | -27,4 |
| N45K75 | 104,7 | 17,8 | 108,3 | 52,5 | 0 | 62,5 | -52,2 | -17,8 | -45,8 |
| K60 | 27,1 | 5,9 | 31,9 | 7,5 | 0 | 50,0 | -19,6 | -5,9 | 18,1 |
| N60K60 | 100,7 | 16,1 | 99,1 | 67,5 | 0 | 50,0 | -33,2 | -16,1 | -49,1 |
| N60K75 | 107,1 | 17,2 | 111,9 | 67,5 | 0 | 62,5 | -39,6 | -17,2 | -49,4 |
| N60K90 | 117,5 | 20,4 | 125,5 | 67,5 | 0 | 75,0 | -50,0 | -20,4 | -50,5 |

Установили, что увеличение урожайности на первом и втором укосах ведёт к возрастанию отрицательного баланса азота.

Наблюдали рост выноса азота с урожаем мяты травосмеси с ростом применения доз минерального удобрения, наибольший вынос азота сеянной мяты травосмесью, выявили при применении минерального удобрения в дозах N60P60K90 и N60K90 под первый и второй укосы, соответственно составил 169,5 и 117,5 кг/га.

Основным резервом поступления азота в почву служат средства химизации, в нашем эксперименте дозы азотного удобрения колебались от 90 до 120 кг/га в год, также в расчете принимали, что свободноживущие азотофиксирующие микроорганизмы образуют 10 кг/га азота в год, а 5 кг/га азота в год поступает с атмосферными осадками.

Наблюдали рост выноса азота с урожаем мяты травосмеси с ростом применения доз минерального удобрения, наибольший вынос азота сеянной мяты травосмесью, выявили при применении минерального удобрения в дозах N60P60K90 и N60K90 под первый и второй укосы, соответственно составил 169,5 и 117,5 кг/га. Баланс фосфора на контрольном варианте в условиях проведения исследований 2019-2021 годов составил -4,1 и -1,5 кг/га соответственно в период уборки урожая первого и второго укосов.

Основной статьёй прихода фосфора в балансе элементов питания было применение фосфорного удобрения в период первого укоса (26,2 кг / га в год), в период второго укоса фосфорные удобрения не применяли.

Выявили, что с увеличением урожайности на первом укосе положительный баланс фосфора снижался, а на втором укосе наблюдали увеличение отрицательного баланса фосфора.

Основной статьёй прихода калия в балансе элементов питания было применение калийного удобрения в период первого и второго укосов (75-150 кг / га в год). Применение возрастающих доз калийного удобрения в полном минеральном и азотно-калийном удобрении соответственно в период уборки урожая первого и второго укосов, повышают урожай и вынос элемента питания, который не компенсируется калийным удобрением. Баланс калия варьирует в зависимости от доз удобрения и периода уборки соответственно от -102,7 до -117,4 и от -27,4 до -50,5 кг/га

4. Радиоэкологические аспекты применения минерального удобрения при возделывании мяты травосмеси

Первый период полурастапа ¹³⁷Cs прошёл в 2016 году, при этом посев мяты травосмеси на поверхности улучшенном пойменном лугу обуславливает получение зелёной массы и сена первого и второго укосов с удельной активностью ¹³⁷Cs соответственно 1140 и 1048 и 2242 и 2204 Бк/кг, что превышает допустимый уровень соответственно в 3,1 и 2,8 раз по зелёным кормам и в 3,7 раза по грубым кормам (табл. 6).

Применение фосфорно-калийного и калийного удобрения достоверно снижает удельную активность ¹³⁷Cs первого и второго укоса зелёной массы соответственно в 9,7 и 10,9 раза, а сена в 9,1 и 9,5 раза в сравнении контролем.

Применение возрастающих доз от N45P60K45 до N60P60K60 полного минерального и от N45K45 до N60K60 азотно-калийного удобрения до-

стоверно снижает удельную активность ^{137}Cs первого и второго укосов зелёной массы соответственно в 6,0 и 6,3 раза, сена в 6,1 и 6,5 раза в сравнении контролем.

Таблица 6 – Влияние минерального удобрения на содержание ^{137}Cs в зелёной массе и сене сеяной мятликовой травосмеси, Бк/кг

| Вариант | Зелёная масса | | Сено | |
|-------------|---------------|----------|----------|----------|
| | 1-й укос | 2-й укос | 1-й укос | 2-й укос |
| Контроль | 1140 | 1048 | 2242 | 2204 |
| P60K90 | 124 | 95 | 363 | 341 |
| N90P60K90 | 252 | 214 | 826 | 784 |
| N90P60K120 | 215 | 206 | 265 | 452 |
| N90P60K150 | 136 | 138 | 268 | 253 |
| P60K120 | 118 | 96 | 246 | 233 |
| N120P60K120 | 189 | 166 | 366 | 337 |
| N120P60K150 | 107 | 98 | 296 | 281 |
| N120P60K180 | 85 | 73 | 242 | 221 |
| HCP_{05} | 34 | 26 | 42 | 65 |

Применение возрастающих доз калия в полном минеральном и азотно-калийном удобрении достоверно снижает удельную активность ^{137}Cs первого и второго укосов зелёной массы соответственно в 13,4 и 14,3 раза, а сена в 9,3 и 10,0 раз в сравнении контролем. Обнаружили существенную разницу между дозами калия в минеральном удобрении в снижении удельной активности ^{137}Cs зелёных и грубых кормов первого и второго укосов.

Установили, что основной элемент, отвечающий за повышение удельной активности ^{137}Cs зелёной массы и сена сеяной мятликовой травосмеси, является азот. Калий – основной элемент, отвечающий за снижение удельной активности ^{137}Cs зелёной массы и сена сеяной мятликовой травосмеси.

Поверхностное улучшение и посев мятликовой травосмеси на радиоактивно загрязнённой территории центральной поймы реки Ипуть, с уровнем загрязнения выше 555 кБк/м², и использованием данной территории в качестве пастбища и сенокосов ведет к получению зелёных и грубых кормов, не отвечающих допустимым уровням содержания радионуклида. Применение минерального удобрения в исследуемых дозах, и соотношениях в нем элементов питания позволяет получать корма с допустимым содержанием ^{137}Cs в них.

Применение минерального удобрения при поверхностном улучшении центральной поймы реки Ипуть в условиях радиоактивного загрязнения территории позволяет получать с кормовых угодий корма с допустимым содержанием ^{137}Cs в них. Различные технологические приёмы возделывания мятликовой травосмеси по-разному влияют на изменения накопления ^{137}Cs продукцией кормопроизводства.

Вынос ^{137}Cs с урожаем мятликовой травосмеси зависит от двух составляющих, урожайности и содержания ^{137}Cs в корме, чем выше урожайность и ниже содержание ^{137}Cs , тем меньше вынос радионуклида, нами установлено, что основной фактор, повышающий урожайность является применение азотных удобрений, при этом азот повышает со-

держания ^{137}Cs в кормах. Калийные удобрения – основной фактор, снижающий содержания ^{137}Cs в кормах и в средней степени, повышают урожайность зелёной массы.

Радиоэкологические показатели посевов многолетних мятликовых трав при ведении кормопроизводства зависят главным образом от вида, дозы и соотношения элементов питания в минеральном удобрении.

Применение минерального удобрения в исследуемых дозах под первый и второй укосы при возделывании мятликовой травосмеси на центральной пойме, которая используется в качестве пастбища или сенокоса позволяет гарантированно получать продукцию животноводства с допустимым содержанием ^{137}Cs .

5. Экономическая эффективность минерального удобрения при возделывании мятликовой травосмеси

Экономическую эффективность минерального удобрения в условиях радиоактивного загрязнения кормовых угодий определяли, учитывая дополнительный объем производства грубых кормов и осуществляемых дополнительных вложений, основанных на сопоставлении производственных затрат в денежном выражении и выходе дополнительной продукции.

Проведение поверхностного улучшения кормового угодья и посев мятликовой травосмеси с использованием территории в качестве сенокоса ведет к убыточности производства грубых кормов. Применение минерального удобрения в дозе N120P60K180 за два укоса при возделывании сеянной мятликовой травосмеси ведет к получению наибольшей рентабельности 109 % производства грубых кормов (табл. 7).

Таблица 7 – Экономическая эффективность применения минерального удобрения при производстве грубых кормов в условиях радиоактивного загрязнения центральной поймы реки Иpute (среднее за 2019-2021 годы)

| Показатель Вариант | Стоимость валовой продукции, тыс. руб. | Производственные затраты, тыс. руб. | Себестоимость 1 т продукции, тыс. руб. | Чистый доход, тыс. руб. | Рентабельность, % |
|-----------------------|--|-------------------------------------|--|-------------------------|-------------------|
| Контроль | 1474,0 | 1977,0 | 8,05 | -503,0 | -25 |
| P60K90 | 2918,0 | 2666,8 | 5,48 | 251,2 | 9 |
| N90P60K90 | 5790,0 | 3043,4 | 3,15 | 2746,6 | 90 |
| N90P60K120 | 6156,0 | 3128,3 | 3,05 | 3027,7 | 97 |
| N90P60K150 | 6656,0 | 3209,3 | 2,89 | 3446,7 | 107 |
| P60K120 | 3194,0 | 2743,8 | 5,15 | 450,2 | 16 |
| N120P60K120 | 6648,0 | 3243,2 | 2,93 | 3404,8 | 105 |
| N120P60K150 | 6848,0 | 3324,2 | 2,91 | 3523,8 | 106 |
| N120P60K180 | 7144,0 | 3415,2 | 2,87 | 3728,8 | 109 |

Применение азотного удобрения в минеральном удобрении ведёт к снижению себестоимости и повышению рентабельности производства.

Расчёт экономической эффективности применения минерального удобрения при возделывании мятыликовой травосмеси выявил, что использование удобрения на центральной пойме экономически оправдано и эффективно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе результатов исследования по эффективности минерального удобрения при возделывании сеянной мятыликовой травосмеси в условиях поверхности улучшенной центральной поймы реки Ипуть в период 2019-2021 годов в условиях плотности радиоактивного загрязнения ^{137}Cs территории более 555 кБк/м² и лабораторно-аналитических исследований полученной продукции кормопроизводства, статистической обработки полученных данных, выявили следующие тенденции и закономерности значения минерального удобрения при ведении кормопроизводства:

1. Агроклиматические условия территории исследования незначительно влияли на изменчивость количественных и качественных показателей при возделывании сеянной мятыликовой травосмеси без применения минерального удобрения. Применение минерального удобрения обуславливало среднюю изменчивость урожайности зелёной массы, в дозе Р60К60 под первый укос и дозах К60 и Н60К60 под второй укос, и сена в дозе Р60К60 под первый укос и дозах К45, Н45К60, Н60К60-90 под второй укос, под действием изменяющихся условий окружающей среды. Применение минерального удобрения обуславливало среднюю изменчивость удельной активности ^{137}Cs зелёной массы, в дозах Р60К45-60 и Н60Р60К60-90 под первый укос и дозах К45-60, Н45К75 и Н60К75-90 под второй укос, и сена в дозах Р60К60 и Н45Р60К75 под первый укос и дозах Н45К75 и Н60К90 под второй укос, под действием изменяющихся условий окружающей среды.

2. Наибольшая продуктивность 54,3 т/га зелёной массы и 11,91 т/га сена сеянной мятыликовой травосмеси выявили при применении минерального удобрения в дозе Н60Р60К90 за два укоса. Агрономически наиболее эффективные дозы минерального удобрения соответственно под первый и второй 119 укосы при получении зелёной массы трав – Н45Р60К45 и Н45К45, когда обнаружили наибольшую окупаемость минерального удобрения прибавкой урожая 129,6 и 162,2, и при получении сена трав – Н45Р60К45 и Н60К60, когда окупаемость минерального удобрения прибавкой урожая 28,69 и 32,53 кг на кг. д.в. Определили, что применения минерального удобрения ведёт к увеличению урожайности мятыликовой травосмеси, при этом наблюдали тенденцию к увеличению или достоверное увеличение показателя в зависимости от периода уборки урожая и количества внесённого удобрения. Установили сильную зависимость в повышении урожайность первого и второго укосов от азотного удобрения и среднюю от калийного удобрения.

3. Наилучшие экологические условия для получения стабильно высоких урожаев зелёной или воздушно-сухой массы мятыликовой травосмеси создаются при применении минерального удобрения в дозе Н60Р60К60 и

N60K60 соответственно под первый и второй укосы. Наилучшая адаптация к условиям окружающей среды обнаружена при максимальном уровне химизации в период первого и второго укосов.

4. Установили существенное значение минерального удобрения в повышения содержания в сене первого и второго укосов сырого протеина соответственно до 15,6 и 14,5, сырой клетчатки до 32,1 и сырой золы до 9,3 и 8,5, при этом достоверную разницу в увеличении от возрастания доз минерального удобрения выявили только в повышении сырого протеина и сырой клетчатки. Установили увеличение классности сена по показателю сырого протеина от применения минерального удобрения, снижение – по показателю сырой клетчатки. Выявили существенное значение минерального удобрения в повышении содержания сырого жира, каротина и нитратов в сене первого и второго укосов при возделывании мятликовой травосмеси.

5. Установили существенное значение минерального удобрения в повышения содержания в сене первого и второго укосов содержания азота соответственно до 2,49 и 2,30, фосфора до 0,38 и 0,40 и калия до 2,83 и 2,46, при этом выявили достоверную разницу в увеличении показателей от возрастания доз минерального удобрения. Установили, что вынос элементов питания зависел от урожайности сеянной мятликовой травосмеси и элементного состава сухой массы. Определили, что применение исследуемых видов, доз минерального удобрения с целью получения высоких урожаев при максимальном уровне химизации баланс элементов питания невозможно поддерживать на без отрицательного уровня.

6. Ведение кормопроизводства в условиях полевого опыта без применения минерального удобрения, при поверхностном улучшении, не позволяет получать корма с допустимым содержанием ^{137}Cs , превышение по зелёным кормам 2,8-3,1, по грубым кормам 3,7 раз. Применение минерального удобрения в исследуемых дозах снижает содержание ^{137}Cs в зелёных кормах до допустимого уровня. В сене наблюдали аналогичное действие минерального удобрения за исключением дозы N90P60K90 за два укоса. Определили, что применение минерального удобрения ведёт к снижению удельной активности ^{137}Cs кормов. Наблюдали тенденцию к снижению или достоверное снижение показателя в зависимости от периода уборки урожая и количества внесённого удобрения. Установили сильную зависимость в повышении удельной активности ^{137}Cs кормов от азотного удобрения и сильную в снижении от калийного удобрения, как показывают лабораторно-аналитические исследования, калийные удобрения нивелируют положительное действие азотного удобрения в повышении удельной активности ^{137}Cs кормов.

7. Применение поверхностного улучшения с посевом мятликовой травосмеси слабо изменяют радиологические показатели территории при ведении кормопроизводства, использование минерального удобрения улучшает радиологические показатели. При увеличении соотношения калия к азоту в минеральном удобрении от 1 к 1 до 1,5 к 1 выше снижает вынос ^{137}Cs с урожаем, коэффициент перехода радионуклида из почвы в растение, показатель агроэкологической пригодности и увеличивает кратность снижения. Выявили, что не только соотношение калия к азоту

в минеральном удобрении влияет на улучшение радиоэкологических показателей, но и количество калийного в минеральном удобрении играет важную роль. Применение минерального удобрения в дозе N60P60K90 под первый укос и в дозе N60K90 под второй укос на центральной пойме, используемой в качестве пастбища, позволяет гарантированно получать продукцию животноводства с допустимым содержанием ^{137}Cs . Применение минерального удобрения в исследуемых дозах позволяют использовать центральную пойму в качестве сенокоса для получения продукции животноводства с допустимым содержанием ^{137}Cs .

8. Анализ проведённых расчётов экономической эффективности установил, что применение минерального удобрения в дозе N120P60K180 за два укоса при возделывании мятликовой травосмеси в условиях радиоактивного загрязнения центральной поймы экономически эффективно и хозяйственno оправдано, рентабельность производства грубых кормов на уровне 109%. В заключении, необходимо отметить, что возделывание сеяной мятликовой травосмеси при поверхностном улучшении радиоактивно загрязнённой центральной поймы должно отвечать критериям радиоактивной безопасности и экономической оправданности, выполнение которых позволит вернуть выведенные из сельскохозяйственного оборота кормовые угодья.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

Результаты исследований по эффективности минерального удобрения при возделывании сеяной мятликовой травосмеси в условиях поверхностно улучшенной центральной поймы реки Иpute в период 2019-2021 годов в условиях плотности радиоактивного загрязнения ^{137}Cs территории более 555 кБк/м² и лабораторно-аналитических исследований полученной продукции кормопроизводства, статистической обработке полученных данных, установили, что использование поверхностного улучшения без применения удобрения не обеспечивает получение высоких объёмов зелёных и грубых кормов с допустимым содержанием ^{137}Cs . Для получения высоких и стабильных урожаев сеяной мятликовой травосмеси рекомендуем применять минеральное удобрение в дозе N60P60K90 в период первого укоса и N60K90 в период второго укоса, что обеспечит получение в сумме за два укоса 54,3 т/га зелёных кормов и 11,91 т/га грубых кормов. Данные корма будут отвечать нормативу по допустимому содержанию ^{137}Cs , а использование их в кормлении сельскохозяйственных животных приведёт к гарантированному получению молоко и мяса соответствующих нормативу по содержанию ^{137}Cs .

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

В дальнейшем для углубления темы исследований необходимо определить значение различных видов минерального удобрения и их доз в миграции ^{137}Cs по почвенному профилю, а также исследовать содержания различных форм ^{137}Cs в пахотном горизонте. Необходимо провести исследование по изучению известковых материалов в снижении накопления ^{137}Cs продукцией кормопроизводства. Исследовать другие формы минерального удобрения на переход ^{137}Cs из почвы в растения.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ *статьи из перечня ВАК*

1. Эффективность производства кормов на радиоактивно-загрязнённых лугах Центральной поймы реки Ипуть Юго-Запада Центрального Нечерноземья / П. П. Атрошенко, В. Ф. Шаповалов, Е. М. Милютина, С. Н. Поцепай // Вестник Брянской ГСХА. – 2024. – № 5(105). – С. 3-10.

2. Возделывание мятыликовой травосмеси при различном уровне минерального питания в условиях радиоактивного загрязнения центральной поймы реки Ипуть / Н. М. Белоус, П. П. Атрошенко, Е. В. Смольский, В. Ф. Шаповалов // Достижения науки и техники АПК. – 2025. – Т. 39, № 4. – С. 12-16. – DOI 10.53859/02352451_2025_39_4_12.

3. Атрошенко, П. П. Минеральные удобрения в реализации потенциала продуктивности сеянной мятыликовой травосмеси при возделывании на аллювиальной почве / П. П. Атрошенко, И. Н. Белоус, Е. В. Смольский // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2025. – № 208. – С. 439-449. – DOI 10.21515/1990-4665-208-041.

4. Атрошенко, П. П. Баланс макроэлементов при возделывании мятыликовой травосмеси при различном уровне минерального питания / П. П. Атрошенко, Н. М. Белоус, Е. В. Смольский // Вестник Брянской ГСХА. – 2025. – № 3(109). – С. 3-8.

5. Атрошенко, П. П. Роль минерального удобрения в изменении радиоэкологических показателей сенокоса радиоактивно загрязнённой центральной поймы реки Ипуть / П. П. Атрошенко, Е. В. Смольский // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2025. – № 209. – С. 436-446. – DOI 10.21515/1990-4665-209-038.

статьи в других изданиях

6. Современное состояние и производство кормов на пойменных лугах при радиоактивном загрязнении территории / А. А. Справцов, А. А. Асташина, П. П. Атрошенко [и др.] // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XIX Международной научной конференции, Брянск, 14–18 марта 2022 года. Том ЧАСТЬ I. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2022. – С. 118-127.

7. Эффективность минеральных удобрений при поверхностном улучшении естественных кормовых угодий Центральной поймы заливного луга в условиях радиоактивного загрязнения территории / П. П. Атрошенко, А. А. Асташина, А. А. Справцов [и др.] // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XX Международной научной конференции. Часть II, Брянск, 14 марта 2023 года / брянский государственный аграрный университет. Том Часть II. – Брянск: брянский государственный аграрный университет, 2023. – С. 67-78.

8. Эффективность применения минеральных удобрений при перезалужении заливного луга Центральной поймы в отдаленный период после аварии на ЧАЭС / П. П. Атрошенко, Ю. В. Лепешко, С. Н. Поцепай [и др.] // Современные тенденции развития аграрной науки: Сборник научных трудов II международной научно-практической конференции, Брянск, 07–08 декабря 2023 года. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2023. – С. 27-34.

9. Атрошенко, П. П. Продуктивность и качество сена многолетних злаковых трав при поверхностном улучшении заливных лугов в условиях радиоактивного загрязнения территории / П. П. Атрошенко, В. Ф. Шаповалов, С. Н. Поценай // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XXI международной научной конференции, Брянск, 18 марта 2024 года. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2024. – С. 155-167.

10. Атрошенко, П. П. Роль минерального удобрения в продуктивности Центральной поймы реки Ипуть / П. П. Атрошенко, Н. М. Белоус, Е. В. Смольский // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК : Материалы XXII международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Заслуженного работника сельского хозяйства РСФСР, заведующего Кокинским опорным пунктом НИ-ЗИСНП, доцента кафедры плодоовощеводства Брянского СХИ Александра Алексеевича Высоцкого и 85-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки РФ, доктора сельскохозяйственных наук, профессора, заведующего кафедрой общего земледелия и растениеводства Брянской ГСХА Владимира Феофановича Мальцева, Брянск , 18 марта 2025 года. – Брянск: Брянский ГАУ, 2025. – С. 24-29.

11. Atroshenko, P. P. Mineral fertilizers as a factor in managing the productivity potential of the green mass of the seeded bluegrass herbage mixture, in conditions of superficially improved central floodplain / P. P. Atroshenko, E. V. Smolsky // International Scientific and Practical Conference "From Modernization to Rapid Development: Ensuring Competitiveness and Scientific Leadership of the Agro-Industrial Complex" (IDSISA 2025), Ekaterinburg, 13–14 февраля 2025 года. – Les Ulis, 2025. – P. 13005. – DOI 10.1051/bioconf/202517913005.

Подписано к печати 27.10.2025 г. Формат 60x84 1/16.

Бумага печатная. усл. п. л.1,00. Тираж 100 экз. Изд. № 7914

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ