

О Т З Ы В

официального оппонента доктора биологических наук, профессора РАН Панова А.В. на диссертацию Смольского Евгения Владимировича на тему: «Агрохимическое обоснование кормопроизводства в условиях радиоактивно загрязненных заливных лугов в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС», представленной на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.04 – Агрохимия

Актуальность темы диссертации

После аварии на Чернобыльской АЭС сельское население, проживающее в радиоактивно загрязненных регионах, оказалось в наибольшей степени подвержено дополнительному облучению за счет потребления местных продуктов питания с повышенным содержанием наиболее радиологически значимых ^{137}Cs и ^{90}Sr . Поскольку минимизация поступления радионуклидов в организм человека с природными пищевыми продуктами ограничивалась, в основном, запретительными мерами, что давало значимый эффект лишь в первые годы после аварии, применение защитных мероприятий в аграрном секторе стало ведущим направлением в системе комплексной реабилитации пострадавших от аварии на ЧАЭС сельских территорий. При этом из всех сельскохозяйственных пищевых продуктов, содержащих радионуклиды, наибольший вклад в дозу внутреннего облучения населения вносило молоко. Поэтому при разработке стратегий реабилитации в сельском хозяйстве защитные мероприятия в животноводстве и кормопроизводстве имели приоритет. При широкомасштабном радиоактивном загрязнении организация кормовой базы сельскохозяйственных животных является важнейшим звеном в производстве пищевых продуктов, отвечающих радиологическим нормативам, поскольку позволяет снизить миграцию радионуклидов по цепочке почва – растения (корм) – сельскохозяйственные животные – продукция животноводства (молоко, мясо). Необходимо отметить, что продуктивность природных сенокосов и пастбищ в наиболее пострадавших от аварии на ЧАЭС районах Брянской области достаточно низкая. Поэтому для снижения накопления радионуклидов в травостое лугопастбищных угодий был разработан комплекс агромелиоративных технологий, включающий: агротехнические (перепашка почвы на различную глубину), позволяющие перераспределить радионуклиды в почвенном профиле, а также агрохимические (известкование и внесение повышенных доз минеральных удобрений), направленные на изменение свойств почвы путем повышения ее сорбционной способности, снижение подвижности радионуклидов в почве и их доступности для поглощения корневой системой растений. На заключительной стадии мелиорации высеив на обработанных площадях травосмесей с низким накоплением

радионуклидов позволяет дополнительно уменьшить переход ^{137}Cs и ^{90}Sr в травостой и повышает продуктивность кормовых угодий. Применение данных технологий позволяет значительно снизить (до 3-5 раз) содержание радионуклидов в конечной продукции животноводства. Все это говорит о безусловной актуальности темы, представленной к защите Смольским Е.В. диссертационной работы, которая посвящена научному обоснованию эффективного применения систем удобрений на радиоактивно загрязненных естественных и улучшенных пойменных лугах в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС, а также выявлению закономерностей их оптимального использования в лугопастбищном кормопроизводстве.

Достоверность и новизна диссертационного исследования

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций диссертации Смольского Е.В. подтверждается большим количеством полевых опытов, проведенных на радиоактивно загрязненных лугопастбищных угодьях юго-запада Брянской области, применением современного оборудования и методик по оценке содержания радионуклидов в почве и травостое, а также воспроизводимостью экспериментальных данных по эффективности применения агроулучшителей в течение многолетнего периода исследований.

Результаты диссертации имеют несомненную научную новизну, заключающуюся в комплексной оценке эффективности применения удобрений в зависимости от агрометеорологических и радиологических условий при использовании естественного и улучшенного пойменного луга в отдаленный период после аварии на ЧАЭС. Впервые изучена роль азотных и калийных удобрений в повышении урожайности и снижении удельной активности ^{137}Cs в продукции заливных лугов на длительном промежутке времени. Впервые разработана модель использования радиоактивно загрязненных пойменных лугов, в качестве сенокосов и пастбищ для получения продукции животноводства, отвечающей действующим нормативам по содержанию ^{137}Cs . Определены параметры вертикальной миграции ^{137}Cs под влиянием агротехнических и агрохимических мероприятий по улучшению лугов в отдаленный период после аварии на ЧАЭС. На основе многолетних исследований найдено оптимальное соотношение азота к калию в минеральном удобрении на естественных и улучшенных лугах, обеспечивающие получение кормов, соответствующих нормативам по содержанию ^{137}Cs .

Результаты диссертационной работы Смольского Е.В. прошли апробацию на 28 российских и международных научных форумах, опубликованы в 64 печатных работах, включая 28 статей в рецензируемых журналах из перечня изданий, рекомендованных ВАК РФ и 5 публикаций в изданиях, индексируемых в Scopus и Web of Science.

Значимость для науки и практики полученных диссертантом результатов

Полученные в диссертационной работе Смольского Е.В. результаты и научно-методические подходы стали теоретической основой для разработки системы реабилитации естественных и улучшенных пойменных лугов, позволяющих получать нормативно «чистые» корма при снижении затрат на калийные удобрения по сравнению с рекомендованными ранее. Представленное научное обоснование эффективного применения удобрений на радиоактивно загрязненных естественных и улучшенных пойменных лугах, в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС, вносит существенный вклад в развитие технологий мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения, которые отнесены к критическим технологиям РФ согласно Указу Президента РФ № 899 от 7 июля 2011 г. «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации». Для практики важным являются полученные в диссертационной работе закономерности изменения урожайности и удельной активности ^{137}Cs в зеленых и грубых кормах на радиоактивно загрязненных пойменных лугах в зависимости от доз и соотношений компонентов минерального питания в комплексе удобрений, а также модели прогноза при использовании пойменных лугов с плотностью загрязнения ^{137}Cs более 555 kBк/м^2 в качестве сенокосов и пастбищ в зависимости от применения удобрений в различных дозах. Практическая значимость работы Смольского Е.В. также определяется наличием патента «Способ возделывания сельскохозяйственных культур, загрязненных радионуклидами» (Патент на изобретение № RU 2592901 C1 от 31.03.2015). Все эти факты говорят о высокой практической значимости результатов диссертационной работы.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

В соответствии с формулой специальности 06.01.04 – «Агрохимия», охватывающей теоретические основы экологически безопасного применения средств химизации в комплексе с другими приемами повышения плодородия почв и продуктивности сельскохозяйственных культур (п. 1), особенностей питания растений и трансформации удобрений в почвах (п. 2), в диссертационной работе Смольского Е.В. представлены данные многолетних исследований по оценке эффективности и роли элементов питания минеральных удобрений в повышении урожайности естественного и сеяного травостоя и качества продукции, эффективности элементов питания минеральных удобрений в снижении удельной активности ^{137}Cs в продукции естественного и улучшенного луга, а также закономерности изменения параметров плодородия почвы при применении систем удобрений, включающих различные дозы агроулучшителей.

Оценка содержания диссертации и ее завершенности

Диссертация содержит 394 страницы машинописного текста и состоит из введения, пяти глав, заключения, рекомендаций производству, списка использованной литературы, приложений. Основное содержание диссертации включает текст, 37 рисунков и 75 таблиц. Список литературы состоит из 310 библиографических ссылок, в том числе 289 – в отечественных изданиях и 21 – в зарубежных. Приложения диссертации занимают 60 страниц. Главы диссертационной работы логически выстроены, функционально взаимосвязаны и дают детальное представление о предмете диссертационного исследования и его результатах.

Во введении обосновывается актуальность темы диссертации и степень ее разработанности, сформулированы цель и задачи исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, представлены методология и методы исследования, положения, выносимые на защиту, а также степень достоверности и апробация результатов исследования.

В первой главе диссертации дана общая физико-географическая характеристика юго-запада Брянской области и, в частности, пойменных лугов в бассейнах рек Ипуть, Снов, Беседь, где проводились исследования. Представлены агроклиматические условия данного региона. Отмечены различия по температурному режиму и количеству осадков для двух периодов: 2003-2008 и 2009-2014 гг. Сделано заключение, что при проведении реабилитации радиоактивно загрязненных пойменных лугов необходимо учитывать ежегодные изменения погодных условий, которые влияют на получение зеленых и грубых кормов, соответствующих нормативу по содержанию ^{137}Cs . В завершающей части главы рассмотрены объекты и методы исследования, а также перечень работ по коренному и поверхностному улучшению участков, где проводились эксперименты по оценке эффективности применения агроулучшителей.

Во второй главе описано современное состояние кормопроизводства в России и существующие проблемы в отрасли. Показано важное значение применения систем удобрений в повышении продуктивности кормовых угодий Брянской области и высокий потенциал последних в структуре сельского хозяйства региона. Представлены результаты многолетних исследований по влиянию различных доз минеральных удобрений на продуктивность и качество кормов. Так, полученные данные о вкладе элементов питания в увеличение урожайности зеленой массы естественного травостоя свидетельствуют, что главная роль в повышении продуктивности принадлежит азотным удобрениям, которые существенно увеличивают урожайность, с максимумами около 45 т/га зеленого корма и 12 т/га сена в сумме за два укоса при применении системы удобрения $\text{N}_{180}\text{P}_{120}\text{K}_{180}$. Показано,

что по окупаемости наиболее эффективной системой удобрения является комплекс $N_{120}P_{60}K_{120}$, при применении которого, прибавка урожая травостоя составила, соответственно, 100-120 первого и 77-98 кг/кг действующего вещества второго укоса зеленой массы и 21-24 первого и 18-21 кг/кг действующего вещества второго укоса сена естественного и сеяного травостоя. Отмечена также тенденция к повышению среднего содержания сырого протеина до 15 и 12%, сырой клетчатки до 32 и 29%, сырого жира до 3,9 и 3,8% в сене первого и второго укосов при увеличении доли калийных к азотным удобрениям, соответственно, в полном минеральном комплексе. Выявлена тенденция к снижению среднего содержания безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) до 40 и 46% в сене первого и второго укосов, соответственно, при увеличении доли калийных к азотным удобрениям в минеральном комплексе. Обнаружена тенденция к повышению содержания фосфора до 0,38 и 0,39%, калия до 2,99 и 2,42%, кальция до 0,62 и 0,57% и к снижению магния до 0,22 и 0,22% в сене первого и второго укосов, соответственно, при увеличении доли калийных к азотным удобрениям в минеральном комплексе.

В третьей главе представлены радиологические аспекты возврата радиоактивно загрязненных кормовых угодий Брянской области к ведению лугового кормопроизводства. Описана радиозэкологическая ситуация в регионе исследования в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС. Показаны объемы и динамика проведения защитных и реабилитационных мероприятий на сельскохозяйственных угодьях юго-западных районов Брянской области. Оценены риски превышения нормативов по содержанию ^{137}Cs в продукции животноводства (молоке и мясе). Показано, что критическими продуктами кормопроизводства для всех исследуемых юго-западных районов явились сено и зеленая масса трав. Представлен обзор результатов исследований по эффективности применения агромелиорантов на радиоактивно загрязненных сельскохозяйственных угодьях. Показано, что основным фактором снижения удельной активности ^{137}Cs в зеленой массе и сене естественного и сеяного травостоя первого и второго укосов явились калийные удобрения, которые существенно снижали удельную активность радионуклида, с минимумами около 24 Бк/кг зеленого корма и 85 Бк/кг сена в среднем за два укоса при применении системы удобрения $N_{180}P_{120}K_{360}$. Отмечено, что эффективность систем удобрения по снижению удельной активности ^{137}Cs в кормах зависела от плотности загрязнения радионуклидами пойменного луга и соотношения в минеральном удобрении азота к калию.

В четвертой главе продемонстрирована роль минеральных удобрений при проведении коренного и поверхностного улучшения лугопастбищных угодий в воспроизводстве плодородия аллювиальной почвы и перераспределении ^{137}Cs по

почвенному профилю. Показано, что агроメリоративные технологии с внесением минеральных удобрений увеличивали содержание элементов питания в почве. Агротехнические приемы позволяли перераспределить ^{137}Cs по профилю аллювиальной почвы. Заглубление радионуклидов ниже корнеобитаемого слоя способствовало снижению поглощения ^{137}Cs корнями многолетних трав, что дает возможность возратить утраченные в результате аварии на ЧАЭС кормовые угодья в сельскохозяйственный оборот. На естественном лугу более половины ^{137}Cs сосредоточено в слое 0-10 см, а перемещение радионуклидов по профилю происходит очень медленно.

Пятая глава диссертации посвящена экономической оценке эффективности применения минеральных удобрений на пойменных лугах. Показано, что экономическая эффективность систем удобрения зависит от доз элементов минерального питания, их состава и соотношения в них азота и калия. Наибольшая рентабельность при производстве грубых кормов колебалась от 40 до 80% в зависимости от технологий улучшения. Наиболее экономически эффективной системой удобрения явился комплекс в составе $\text{N}_{180}\text{P}_{120}\text{K}_{180}$.

Положения, выносимые на защиту, отражают в обобщенном виде основные результаты диссертационного исследования. Выводы диссертации сформулированы в разделе Заключение и в соответствии с поставленными задачами, обоснованно следуют из результатов работы и отражают основные ее положения. Работа является грамотным и логически завершенным трудом с реальными научными достижениями, научной и практической значимостью. Практическая значимость выделена также в разделе Рекомендации производству. Материалы, представленные в автореферате, полностью соответствуют таковым, представленным в диссертации.

Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации, мнение о научной работе соискателя в целом

К достоинствам диссертации следует, во-первых, отнести оценку эффективности применения минеральных удобрений в повышении урожайности естественного и сеяного травостоя при ведении кормопроизводства. Автором определена роль элементов питания в увеличении урожайности многолетних трав естественного и улучшенного луга.

В диссертационной работе показана возможность использования территории юго-запада Брянской области, в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС, в производстве нормативно «чистой» продукции кормопроизводства и животноводства.

На основе анализа результатов многолетних полевых экспериментов показана эффективность элементов питания минеральных удобрений по снижению удельной активности ^{137}Cs в продукции естественных и улучшенных лугов и пастбищ и в

ограничении перехода радионуклидов по трофической цепи. Выделены закономерности изменения параметров плодородия почвы при применении различных систем удобрений.

Важным для практики является экономическая оценка эффективности применения систем удобрений при использовании естественных и улучшенных лугов в условиях радиоактивного загрязнения.

В целом, можно сказать, что диссертация хорошо оформлена и является результатом добросовестного и тщательного исследования, в котором получены важные научные и практические результаты, необходимые для обеспечения радиационной безопасности человека на радиоактивно загрязненных территориях.

В качестве вопросов, замечаний и рекомендаций отметим следующее.

1. На стр. 154 диссертации указано, что «...вероятность получения молока и продукции кормопроизводства в общественных хозяйствах, которая не соответствует нормативным уровням по содержанию ^{137}Cs , была меньше по сравнению с хозяйствами населения. По-видимому, население мало информировано о результативности защитных мероприятий на радиоактивно загрязненных территориях». На самом деле причиной более высоких уровней загрязнения ^{137}Cs продукции животноводства в частном секторе является выпас коров местным населением на высоко загрязненных радионуклидами пастбищах (поймы рек, опушки лесов и т.д.) и отсутствием мер активной радиационной защиты таких, например, как применение ферроцинсодержащих препаратов.
2. На стр. 164 в табл. 40 и далее на стр. 174 в табл. 42 при одних и тех же дозах калия (K_{120}) содержание ^{137}Cs в зеленой массе естественного травостоя пойменного луга отличается до 3-х раз. Чем можно объяснить данный феномен? При этом в других вариантах опыта с увеличением доли калия в комплексе удобрения содержание радионуклидов в продукции закономерно снижается.
3. В табл. 5 автореферата при варианте опыта с $\text{N}_0\text{P}_0\text{K}_0$, который очевидно является контролем, в колонках с коренным и поверхностным улучшением указаны значения по удельной активности ^{137}Cs в травостое. Что означают эти цифры? Если мероприятия проводились, то НРК не могут быть нулевыми, т.к. внесение агромелиорантов является составной частью данных технологий.
4. В работе (табл. 5-7 автореферата) автор оценивает эффективность агромелиорантов, выбрав в качестве одного из критериев дозу внутреннего облучения населения от молока и мяса, сравнивая их с уровнем 1 мЗв (согласно Закону о радиационной безопасности и НРБ-99/2009). В данном случае этот критерий не очень информативен, поскольку внутреннее облучение формируется и за счет других пищевых продуктов. Особенно высок в настоящее время в дозу внутреннего облучения вклад

природных продуктов (грибы, дикie ягоды). Также необходим учет и внешнего облучения, т.е. стоило хотя бы оценочно учесть вклад всех путей облучения и роль в дозоформировании радионуклидов в молоке и мясе. По нашему мнению, более корректным для данного эксперимента является оценка коллективной дозы облучения населения исходя из площади опытного участка и потенциальных объемов производства на нем молока и мяса. Отсюда можно было найти предотвращенную коллективную дозу, оценить стоимость экономии дозы и сравнить данный показатель с рекомендованным МКРЗ диапазоном 10-20 тыс. долл. США за 1 чел./Зв. Такие интегральные оценки могли значительно украсить работу в плане радиолого-экономической эффективности предлагаемых комплексов удобрений.

5. На рис. 35 диссертации не указаны названия осей и размерность, а на рис. 9 автореферата по оси абсцисс также не обозначена размерность.

6. Вопрос общего характера. Территорию поймы можно разделить на несколько типологических комплексов: русловый вал, верхняя, средняя (центральная) и нижняя части поймы, которые представлены, соответственно различными возвышенностями или наоборот понижениями. Максимальными уровнями радиоактивного загрязнения обычно характеризуется участок нижней поймы, а минимальными – прирусловая часть поймы. Такие различия обусловлены аккумулятивными процессами при вторичном перераспределении выпавших после аварии радионуклидов в период весеннего паводка и ливневых осадков. Учитывались ли такие особенности территории поймы при выборе исследуемых участков, а в дальнейшем при анализе результатов исследования? Возможно, часть разбросов данных обусловлена именно этой причиной.

7. Насколько, по мнению автора, полученные в диссертационной работе результаты будут применимы для других условий ведения кормопроизводства на пойменных лугах, например, на других типах почв?

В тексте автореферата и диссертации присутствуют опечатки и орфографические ошибки. Высказанные вопросы и замечания носят рекомендательный характер и не умаляют достоинств диссертационной работы Смольского Е.В.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней

Диссертационная работа Смольского Евгения Владимировича на тему: «Агрохимическое обоснование кормопроизводства в условиях радиоактивно загрязненных заливных лугов в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС», представленной на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.04 – Агрохимия, является законченной научно-квалификационной

работой, которая вносит существенный вклад в решение *крупной народнохозяйственной проблемы* – научное обоснование эффективного применения систем удобрения при ведении кормопроизводства на радиоактивно загрязненных территориях.

Диссертация Смольского Е.В. соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842 (с изменениями от 21 апреля 2016 года №335), а ее автор Смольский Евгений Владимирович заслуживает присуждения ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.04 – Агрохимия.

Заместитель директора по научно-организационной и инновационной деятельности Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии» (ФГБНУ ВНИИРАЭ) Министерства науки и высшего образования Российской Федерации,

доктор биологических наук,
профессор РАН
(специальность 03.00.01 радиобиология)
19.01.2021 г.

Панов Алексей Валерьевич

Подпись А.В. Панова верна



Ученый секретарь
ФГБНУ ВНИИРАЭ
к.б.н. О.А. Шубина

249032, Калужская область,
г. Обнинск, Киевское шоссе, 109 км
ФГБНУ ВНИИРАЭ
Тел. (484)399-69-59
E-mail: riar@mail.ru