

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Объект авторского права

УДК 633.174: 631.559.2: 631.8.022.3: 631.438.2

**КРИСТОВА
НИНА ВАЛЕРЬЕВНА**

**УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ СОРГОВЫХ КУЛЬТУР,
ВОЗДЕЛЫВАЕМЫХ НА ЗАГРЯЗНЕННЫХ ^{137}Cs И ^{90}Sr ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ
СУПЕСЧАНЫХ ПОЧВАХ, ПРИ РАЗНЫХ ФОНАХ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук
по специальности **06.01.09** – растениеводство

Горки, 2023

Работа выполнена в Государственном научном учреждении «Институт радиобиологии Национальной академии наук Беларуси», в 2010–2012, 2020 гг.

Научный руководитель: **Седукова Галина Валерьевна,**
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
заведующий лабораторией агроэкологии и
массовых анализов «Институт радиобиологии
Национальной академии наук Беларуси»

Официальные оппоненты: **Саскевич Павел Александрович,**
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
профессор кафедры защиты растений
УО «Белорусская государственная орденов
Октябрьской Революции и Трудового Красного
Знамени сельскохозяйственная академия»

Копылович Владимир Леонидович,
кандидат сельскохозяйственных наук,
заведующий лабораторией кормопроизводства
РНДУП «Полесский институт растениеводства»

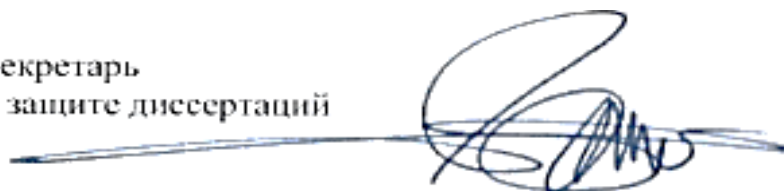
Оппонирующая организация: **УО «Гродненский государственный аграрный университет»**

Защита диссертации состоится 17 ноября 2023 года в 10:00 часов на заседании совета по защите диссертаций Д 05.30.01 при УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» по адресу: г. Горки, ул. Мичурина, 5, 213407, Могилевская обл., Республика Беларусь; e-mail: duktova@tut.by; тел/факс: 8 (02233) 79607.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»

Автореферат разослан «11» октября 2023 г.

Ученый секретарь
совета по защите диссертаций



Н. А. Дуктова

ВВЕДЕНИЕ

Для совершенствования кормовой базы животноводства необходимо введение в систему кормопроизводства новых высокопродуктивных культур, адаптированных к изменяющимся климатическим условиям, обеспечивающих получение максимального количества высококачественной экологически безопасной продукции. Актуальность расширения посевов сорговых культур, характеризующихся засухоустойчивостью, хорошим адаптационным потенциалом к почвенно-климатическим условиям, высокой урожайностью и универсальностью использования, обусловлена снижением продуктивности пастбищ и традиционных кормовых культур в периоды с дефицитом осадков и влаги в почве в юго-восточной части Беларуси.

Разработке элементов технологии и созданию сортов белорусской селекции посвящен ряд работ [В.Л. Копылович, Т.Ф. Персикова, Е.А. Блохиной, Н.М. Шестак].

В настоящее время 825,4 тыс. га сельскохозяйственных земель загрязнены ^{137}Cs , из которых 279 тыс. га и ^{90}Sr , что обуславливает актуальность установления параметров перехода радионуклидов в продукцию сорговых культур, определения плотности радиоактивного загрязнения, обеспечивающей получение нормативно чистой продукции. Изучение вопросов возделывания сорговых культур на территории радиоактивного загрязнения и определения направления использования зеленой массы в кормлении крупного рогатого скота для получения животноводческой продукции, отвечающей требованиям по содержанию радионуклидов, начиналось в РНИУП «Институт радиологии» [Г.В. Седукова, А.М. Самусев, Н.В. Кристова].

Отсутствие данных о влиянии системы минеральных удобрений как защитного мероприятия, сдерживающего поступление ^{137}Cs и ^{90}Sr в растения, ограниченное количество исследований в области потенциала производства в Беларуси, качества кормов на основе сорго, свидетельствует о целесообразности исследований для разработки научно-обоснованных подходов к использованию сорговых культур в системе полевого кормопроизводства, в том числе на территории радиоактивного загрязнения.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с научными программами, темами. В диссертационную работу вошли результаты исследований соискателя, выполненные в соответствии с планом научно-исследовательских работ РНИУП «Институт радиологии» и Института радиобиологии НАН Беларуси в рамках научного раздела Государственных программ по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2001–2005 годы и на период до 2010 года и на 2011–2015 годы и на период до 2020 года по заданиям «Разработать рекомендации по использованию в схеме зеленого конвейера на загрязненных радионуклидами территориях пайзы, сорго, могоара, чумизы, суданской травы и сорго-суданкового гибрида» (№ госрегистрации 20100509); «Усовершенствовать мероприятия по ведению кормопроизводства и животноводства на территории радиоактивного

загрязнения Республики Беларусь» (№ госрегистрации 20192658) в рамках мероприятия «Разработать рекомендации по ведению сельскохозяйственного производства на территории радиоактивного загрязнения Республики Беларусь на 2021–2025 годы».

Тема диссертационной работы соответствует приоритетным направлениям фундаментальных и прикладных научных исследований Республики Беларусь на 2006–2010 годы (Постановление Совета Министров Республики Беларусь 17.05.2005 № 512) п. 5 «Повышение эффективности агропромышленного комплекса и уровня продовольственной безопасности, разработка интенсивных и ресурсо-экономных технологий ведения сельского хозяйства»; на 2011–2015 годы (Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 19 апреля 2010 г. № 585), п. 9 «Производство, хранение и переработка сельскохозяйственной продукции»; на 2016–2020 годы (Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 12 марта 2015 г. № 190), п. 9 «Агропромышленный комплекс и продовольственная безопасность» и п. 10. «Экология и природопользование».

Цель, задачи, объект и предмет исследования. *Цель работы* – изучить эффективность возделывания сорговых культур на разных фонах минерального питания для совершенствования технологических приемов на территории радиоактивного загрязнения.

Задачи исследований:

- определить продуктивность зеленой массы сорго сахарного, сорго-суданкового гибрида, суданской травы на дерново-подзолистой супесчаной почве;
- изучить изменение урожайности зеленой массы сорговых культур (сорго сахарного, сорго-суданкового гибрида, суданской травы) при внесении разных доз минеральных удобрений;
- оценить питательную ценность и радиологическое качество зеленой массы сорговых культур на территории радиоактивного загрязнения на разных фонах минерального питания;
- установить различия между сорговыми культурами по коэффициентам перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr в зеленую массу;
- изучить закономерности изменения параметров перехода радионуклидов в зеленую массу сорговых культур при разных дозах минеральных удобрений;
- установить плотности загрязнения дерново-подзолистой супесчаной почвы, обеспечивающие получение зеленой массы сорго сахарного, сорго-суданкового гибрида, суданской травы, соответствующей нормативным требованиям по содержанию ^{137}Cs и ^{90}Sr ;
- определить эффективность возделывания сорговых культур на дерново-подзолистой супесчаной почве при разных фонах минерального питания.

Объектом исследований являлись сорговые культуры – сорго сахарное (сорт «Порумбень 4»), сорго-суданковый гибриды (сорт «Почин 80»), суданская трава (сорт «Саратовская 1183»), возделываемые на дерново-подзолистой супесчаной почве, загрязненной радионуклидами чернобыльского происхождения.

Предмет исследований – урожайность и качество зеленой массы сорговых культур, возделываемых на территории радиоактивного загрязнения, при разных фонах минерального питания.

Научная новизна. Впервые в Республике Беларусь выполнена сравнительная оценка сорго сахарного, сорго-суданкового гибрида, суданской травы по урожайности, показателям питательной ценности и радиологическому качеству зеленой массы в начале выметывания на дерново-подзолистых супесчаных почвах и установлены закономерности их изменения при использовании разных фонов минерального питания. Установлены допустимые плотности загрязнения дерново-подзолистых супесчаных почв для производства зеленых кормов на основе сорговых культур, соответствующих нормативным требованиям по содержанию радионуклидов.

Положения, выносимые на защиту:

1. При возделывании на дерново-подзолистых супесчаных почвах с кислой реакцией среды, средним содержанием гумуса и калия и высоким фосфора наибольшую урожайность зеленой массы обеспечивает сорго сахарное (540 ц/га), что на 32 % выше, чем сорго-суданковый гибрид (369 ц/га) и на 46 % больше суданской травы (291 ц/га). Урожайность зеленой массы сорго сахарного на фоне фосфорно-калийного питания ($P_{40,60}K_{80,100}$) повышается на 13 %, сорго-суданкового гибрида на 30 %, суданской травы на 22 % по отношению к контролю; $N_{70,90}P_{40,60}K_{80,100}$ – на 50, 66 и 56 % соответственно.

2. В фазу начала выметывания зеленая масса сорго сахарного характеризуется сахаро-протеиновым отношением – 1,26, ССГ – 1,17, суданская трава – 1,05 и обеспечивает сбор кормопротеиновых единиц 80, 54 и 43 ц/га соответственно. Содержание кормовых единиц при использовании $N_{70,90}P_{40,60}K_{80,100}$ повышается на 9–18 %, обменной энергии на 5–9 %, растворимых углеводов на 9–15 %, сырого протеина на 13–21 % по сравнению с контролем.

3. Средние K_p ^{137}Cs в зеленую массу сорговых культур находятся на уровне $6,4 \times 10^{-2}$ – $6,8 \times 10^{-2}$ Бк/кг:кБк/м² и не имеют существенных различий. По значениям K_p ^{90}Sr в зеленую массу культуры располагаются в возрастающем ряду: сорго сахарное (3,74) – сорго-суданковый гибрид (4,26) – суданская трава (5,93 Бк/кг:кБк/м²). Увеличение дозы калия способствует снижению K_p ^{137}Cs в зеленую массу сорговых культур до 18 %, дозы фосфора – уменьшению K_p ^{90}Sr до 13 %.

Минимальные K_p ^{90}Sr в зеленую массу сорго сахарного (2,56), сорго-суданкового гибрида (3,38) и суданской травы (4,34 Бк/кг:кБк/м²) обеспечивает $N_{90}P_{60}K_{100}$, предельная плотность радиоактивного загрязнения почвы для получения молока цельного при этом составляет 14,4, 10,9 и 8,5 кБк/м² соответственно.

4. Наиболее эффективно применение в посевах сорговых культур на дерново-подзолистой супесчаной почве $N_{90}P_{60}K_{100}$, обеспечивающего окупаемость удобрений прибавкой зеленой массы сорго сахарного 466 ц/га, сорго-суданкового гибрида 359 ц/га, суданской травы 272 ц/га по отношению к контролю. При использовании данного фона питания в посевах сорго сахарного обеспечивается прибыль 279 руб/га при уровне рентабельности 40 %; сорго-суданкового гибрида – 135 руб/га и 19 %, суданской травы – 44 руб/га и 7 % соответственно.

Личный вклад соискателя. Автор принимал непосредственное участие в разработке программы, проведении полевых и лабораторных исследований. Анализ литературных источников, систематизация, статистическая обработка и обобщение результатов, расчет агрономической и экономической эффективности применения удобрений в посевах сорговых культур, формирование выводов выполнены автором

самостоятельно под контролем научного руководителя. Полученные результаты автором апробированы и внедрены в производство. В статьях и материалах конференций [1, 2–17] диссертанту принадлежат получение, анализ и интерпретация экспериментальных данных по урожайности и радиологическому качеству зеленой массы сорговых культур [1, 3, 8, 10], питательной ценности зеленой массы в начале выметывания [4, 16], количественным параметрам перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr в системе почва – сорговые культуры [2, 3, 5, 9, 11–13, 17], предельным плотностям загрязнения дерново-подзолистой супесчаной почвы ^{137}Cs и ^{90}Sr для получения нормативно-чистых зеленых кормов [6, 7] и эффективности применения минеральных удобрений [14, 15].

Результаты исследований использованы в рекомендациях по ведению сельскохозяйственного производства в условиях радиоактивного загрязнения Республики Беларусь на 2021–2025 гг. и в рекомендациях по использованию в схеме зеленого конвейера на загрязненных радионуклидами территориях пайзы, сорго, могара, чумизы, суданской травы и сорго-суданкового гибрида [18].

Автор выражает искреннюю благодарность научному руководителю Г.В. Седуковой и коллективу лаборатории агроэкологии и массовых анализов за помощь в проведении исследований.

Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов.

Основные положения диссертационной работы доложены автором на международной научно-практической конференции «25 лет после чернобыльской катастрофы. Преодоление ее последствий в рамках Союзного государства» (Гомель, 2011 г.); международной научной конференции «Радиобиология: современные проблемы» (Гомель, 2019 г.); на XVII Международной научной конференции «Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК» (Брянск 2020 г.); международной научно-практической конференции «Роль женщин-ученых в развитии науки» (Душанбе, 2020 г.); XVIII Международной научной конференции «Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК» (Брянск 2021 г.); международной научно-практической конференции «Женщины-ученые Беларуси и России» (Минск, 2021 г.); IV Международной молодежной конференции «Современные проблемы радиобиологии, радиоэкологии и агроэкологии» (Обнинск, 2021 г.), международной научной конференции «Современные проблемы радиологии – 2021» (Гомель, 2021 г.); международной научно-практической конференции «Пути повышения эффективности удобрений, качества растениеводческой продукции и плодородия почвы» (Горки, 2021 г.), VI съезде Белорусского общества почвоведов и агрохимиков «Плодородие почв – основа продовольственной безопасности государства» (Минск, 2022 г.).

Результаты диссертационной работы внедрены в ОАО «Хальч» Ветковского района Гомельской области при возделывании сорго сахарного и сорго-суданкового гибрида на дерново-подзолистых почвах, загрязненных радионуклидами (акт от 4 ноября 2021 г.), и в учебный процесс УО БГСХА по специальностям 1-33 01 06 «Экология сельского хозяйства» и 1-74 02 05 «Агрохимия и почвоведение» (акт от 25 октября 2022 г.).

Опубликованность результатов диссертации. По материалам диссертации опубликовано 18 печатных работ, в том числе в научных изданиях, входящих в Перечень ВАК Республики Беларусь, – 4 (1,42 авторских листа), в материалах

научных и научно-практических конференций – 11, в других изданиях – 2, рекомендации – 1. Объем публикаций составляет – 6,27 авторских листа, из которых 2,83 принадлежит лично автору.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, пяти глав, заключения, рекомендаций по практическому использованию результатов, списка использованных источников и приложений. Диссертация изложена на 127 страницах, содержит 24 таблицы, 25 рисунков, 14 приложений. Библиографический список включает 329 источников, в том числе 18 – на иностранных языках.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Аналитический обзор литературы

В обзоре литературы представлены биологические особенности сорговых культур, обеспечивающие высокую продуктивность, способность выдерживать длительные периоды с дефицитом осадков, возможность получения качественных кормов. Обобщены исследования отечественных и зарубежных авторов о влиянии элементов технологий возделывания на урожайность и качество продукции, коэффициентах перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr , оптимальных параметрах и влиянии фона минерального питания на снижение уровней накопления радионуклидов в сельскохозяйственных культурах. Наличие в республике загрязненных ^{137}Cs и ^{90}Sr сельскохозяйственных земель, используемых, в основном, в кормопроизводстве, обуславливает необходимость проведения исследований по влиянию системы минеральных удобрений на поступление радионуклидов в растения и определение площадей, пригодных для производства нормативно чистых зеленых кормов на основе сорговых культур. Отмечена целесообразность детального изучения и разработки адаптированных технологий возделывания сорговых культур с учетом региональных особенностей Республики Беларусь.

Условия и методы проведения исследований

Исследования проводили в 2010–2012 гг. и 2020 г. в полевых опытах на территории землепользования ОАО «Маложинский» Брагинского района Гомельской области на дерново-подзолистой временно избыточно увлажненной связносупесчанной, развивающейся на водно-ледниковых супесях почве. Почва полевого опыта 1 в среднем характеризовалась кислой реакцией среды (pH_{KCl} 5,02), средним содержанием гумуса (1,7 %), средним содержанием подвижных форм калия (169 мг/кг почвы) и высоким содержанием фосфора (341 мг/кг почвы). Плотность загрязнения пахотного горизонта почвы ^{137}Cs составила 54,2 кБк/м² (1,5 Ки/км²), ^{90}Sr – 11,4 кБк/м² (0,3 Ки/км²).

Почва полевого опыта 2 в среднем характеризовалась слабокислой реакцией среды (pH_{KCl}) 5,6 ед., высоким содержанием гумуса (3,0 %), повышенным содержанием подвижных форм калия (228 мг/кг почвы) и высоким содержанием фосфора (359 мг/кг почвы). Плотность загрязнения пахотного горизонта почвы ^{137}Cs составила 196,8 кБк/м² (5,3 Ки/км²), ^{90}Sr – 13 кБк/м² (0,4 Ки/км²).

Схема опыта:

Культуры	Варианты				
	Опыт 1				Опыт 2
Сорго сахарное Сорго-суданковый гибрид Суданская трава	Контроль – без удобрений	P ₄₀ K ₈₀	N ₇₀ P ₄₀ K ₈₀	N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	Контроль
		P ₄₀ K ₁₀₀	N ₇₀ P ₄₀ K ₁₀₀	N ₉₀ P ₄₀ K ₁₀₀	P ₆₀ K ₁₀₀
		P ₆₀ K ₈₀	N ₇₀ P ₆₀ K ₈₀	N ₉₀ P ₆₀ K ₈₀	N ₇₀ P ₆₀ K ₁₀₀
		P ₆₀ K ₁₀₀	N ₇₀ P ₆₀ K ₁₀₀	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₀₀	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₀₀

Опыты проводились в 3-кратной повторности с общей и учетной площадью делянок 10 м² и 4 м² соответственно, при рендомизированном их размещении. Предшественник – озимые зерновые. Обработка почвы включала зяблевую вспашку на глубину 20–22 см, весеннюю культивацию с выравниванием и прикатыванием почвы. Минеральные удобрения (карбамид, аммонизированный суперфосфат, хлористый калий) вносили под предпосевную культивацию. Способ посева – широкорядный с шириной междурядий 45 см, глубина заделки семян – 4–5 см. Норма высева сорго сахарного 20 кг/га, сорго-суданкового гибрида – 25 кг/га, суданской травы – 30 кг/га. Посев проводился в начале третьей декады мая, уборка в конце июля – начале августа, в период наступления у культур фазы начала выметывания. Уборку урожая осуществляли вручную, поделночно, со взвешиванием массы с учетной площади. Урожайность зеленой массы пересчитывали на стандартную влажность 82 %. Образцы почвы для анализа отбирали непосредственно перед уборкой растений.

Годы проведения исследований характеризовались различными метеорологическими условиями вегетационных периодов: гидротермический коэффициент (ГТК) 2010 г. – 0,9 (засушливый), 2011 г. – 1,9 (влажный), 2012 и 2020 гг. – 1,1 и 1,2 (слабо засушливые).

Продуктивность сорго сахарного, сорго-суданкового гибрида, суданской травы, возделываемых на дерново-подзолистой супесчаной почве при разных фонах минерального питания

В среднем на контроле наибольшую урожайность зеленой массы обеспечило сорго сахарное (540 ц/га), наименьшую – суданская трава (291 ц/га) (рисунок 1). Урожайность зеленой массы сорго-суданкового гибрида (ССГ) (369 ц/га) на 32 % ниже, чем сорго сахарного и на 21 % выше, чем суданской травы. Урожайность сорговых культур находится в сильной корреляционной связи с ГТК ($r=0,9$). В зависимости от метеорологических условий вегетационного периода различия в урожайности зеленой массы сорго сахарного и суданской травы достигают 2,1–2,2 раза, ССГ – 1,7 раза.

Прибавка зеленой массы сорго сахарного по отношению к контролю при использовании фосфорно-калийного (РК) питания изменяется от 56 до 88 ц/га (в среднем 13 %), полного минерального удобрения (NPK) – от 176 до 379 ц/га (в среднем 50 %) (рисунок 1). Наибольшая прибавка урожая зеленой массы за счет увеличения дозы фосфора с 40 до 60 кг/га д.в. получена в варианте с N₉₀K₁₀₀ – 58 ц/га (7 %). Наибольший рост урожайности за счет увеличения дозы калия с 80 до 100 кг/га д.в. отмечен в варианте с N₉₀P₆₀ – 59 ц/га (7 %). Внесение N₇₀ на разных

фонах РК увеличило урожайность сорго сахарного по сравнению с безазотными вариантами на 135 ц/га (116–154 ц/га), N₉₀ – на 263 ц/га (245–290 ц/га).

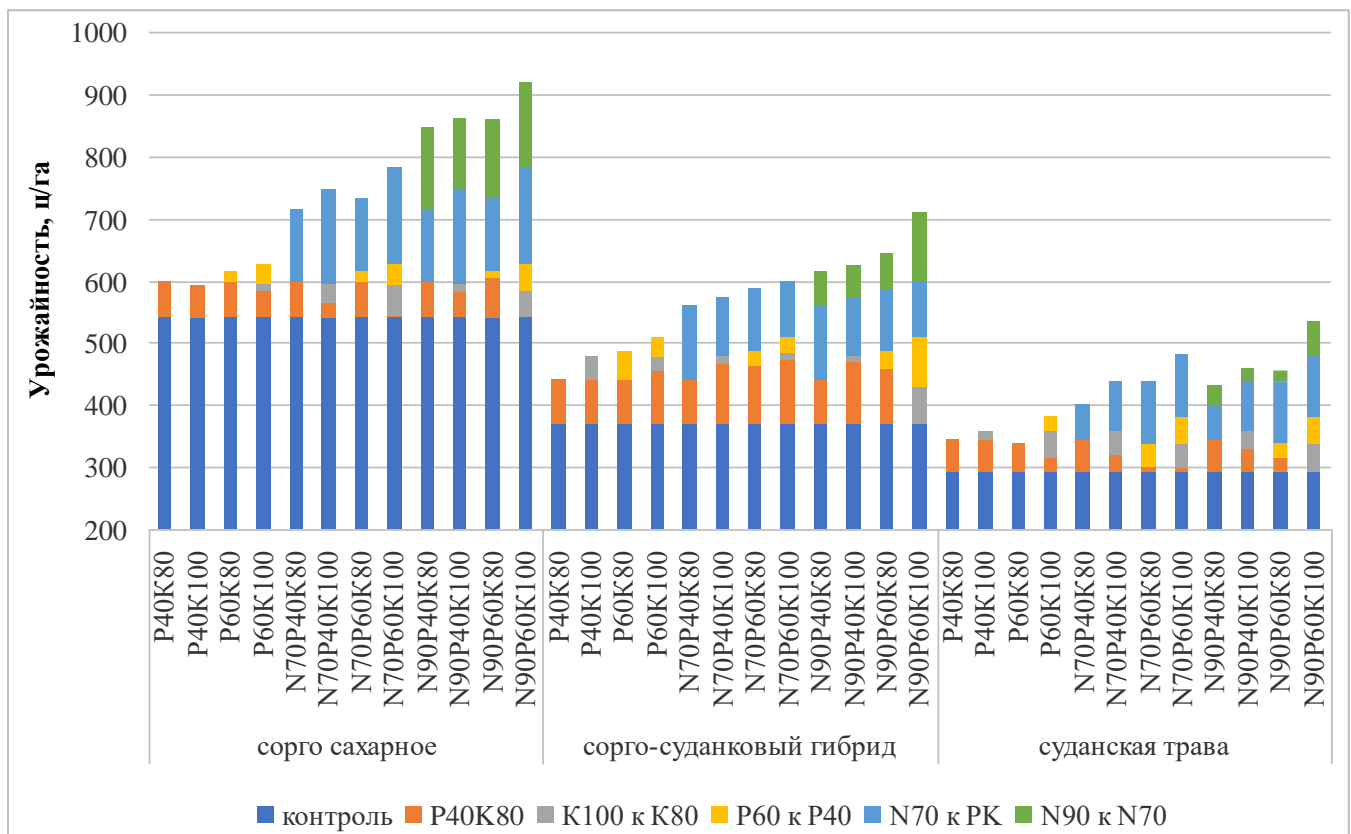


Рисунок 1 – Урожайность зеленой массы сорговых культур на разных фонах минерального питания

Прибавка урожайности зеленой массы ССГ по сравнению с контролем на РК вариантах находилась в диапазоне 73–142 ц/га (в среднем 30 %), при внесении НРК – 193–340 ц/га (в среднем 66 %). На РК вариантах увеличение дозы фосфора обеспечивает дополнительное получение в среднем 40 ц/га зеленой массы ССГ, при увеличении дозы калия – 30 ц/га. Внесение N₇₀ на разных фонах РК увеличило урожайность ССГ по сравнению с безазотными вариантами на 100 ц/га (88–120 ц/га). Внесение N₉₀ сопровождалось дальнейшим ростом урожая от 52 на фоне P₄₀K₁₀₀ до 110 ц/га – на фоне P₆₀K₁₀₀. Наибольший прирост зеленой массы 13 % за счет увеличения дозы фосфора наблюдается на фоне N₉₀K₁₀₀ (84 ц/га) и 10 % за счет увеличения дозы калия – на фоне N₉₀P₆₀ (64 ц/га).

На фосфорно-калийных фонах дополнительно получено 48–91 ц/га зеленой массы суданской травы (в среднем прибавка 22 %), НРК – 109–245 ц/га (в среднем 56 %). На фоне P₆₀K₁₀₀ сбор зеленой массы суданской травы с гектара посевов превышал аналогичный показатель по сравнению с P₄₀K₁₀₀ на 25 ц/га. Повышение дозы калия в посевах суданской травы способствовало росту урожайности зеленой массы на 13 и 43 ц/га на фонах P₄₀ и P₆₀ соответственно. Внесение азота в дозе 70 кг/га д.в. обеспечивало урожайность зеленой массы на 56–100 ц/га (16–29 %) выше, чем на безазотных вариантах. При увеличении дозы азота до 90 кг/га д.в. дополнительно получено 15–55 ц/га зеленой массы суданской травы. Наибольшая прибавка отмечена на фоне P₆₀K₁₀₀ (11 %).

Обобщенные данные свидетельствуют о наибольшей эффективности применения РК питания в посевах ССГ (30 % по сравнению с контролем) (таблица 1).

Таблица 1 – Увеличение урожайности зеленой массы сорговых культур при использовании разных фонов минерального питания, %

Культура	Фон минерального питания	РК	НРК	N ₇₀ РК	N ₉₀ РК	K ₁₀₀ к K ₈₀	P ₆₀ к P ₄₀
Сорго сахарное	без удобрений	13	50	38	61	–	–
	РК	–	33	22	43	1	4
	N ₇₀ РК	–	–	–	17	6	3
	N ₉₀ РК	–	–	–	–	4	4
Сорго-суданковый гибрид	без удобрений	30	66	57	76	–	–
	РК	–	28	21	35	6	9
	N ₇₀ РК	–	–	–	12	2	4
	N ₉₀ РК	–	–	–	–	6	9
Суданская трава	без удобрений	22	56	51	61	–	–
	РК	–	28	24	32	8	3
	N ₇₀ РК	–	–	–	7	10	10
	N ₉₀ РК	–	–	–	–	12	11

Увеличение дозы фосфора и калия в посевах суданской травы обеспечит наибольший рост урожайности зеленой массы (10–12 %). Увеличение дозы азота в посевах сорго сахарного обеспечивает прибавку урожайности зеленой массы на 43 % по сравнению с РК фонами и 17 % по отношению к вариантам с N₇₀.

Максимальную урожайность зеленой массы сорговых культур обеспечивает N₉₀P₆₀K₁₀₀ – у сорго сахарного в среднем 919 ц/га, ССГ – 709 ц/га и суданской травы – 536 ц/га.

Содержание кормовых единиц (к.ед.) в зеленой массе сорговых культур в фазу начала выброса метелки на контроле в среднем находится на уровне 0,71–0,76 кг/кг, обменной энергии (ОЭ) – 9,33–9,69 МДж/кг, растворимых углеводов (РУ) и сырого протеина (СП) в диапазонах 7,65–9,72 % и 11,39–11,92 % соответственно (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели питательной ценности зеленой массы сорговых культур (на контроле в сухом веществе)

Показатели качества	Сорго сахарное	ССГ	Суданская трава
Кормовые единицы, кг/кг	0,71±0,01	0,74±0,01	0,76±0,02
Обменная энергия, МДж/кг	9,33±0,08	9,57±0,08	9,69±0,11
Растворимые углеводы, %	9,72±0,30	8,79±0,15	7,65±0,31
Сырой протеин, %	11,92±0,31	11,58±0,16	11,39±0,15
Сбор КПЕ, ц/га	80±5	54±4	44±5

В среднем сахаро-протеиновое отношение у сорговых культур изменялось от 1,05 в сухом веществе зеленой массы суданской травы до 1,26 сорго сахарного; обеспеченность к.ед. перевариваемым протеином находилась на уровне 96–111 г (рисунок 2). Наибольшее значение характерно для сорго сахарного, что существенно выше по сравнению с суданской травой, имеющей минимальный показатель. Сбор кормопротеиновых единиц (КПЕ) у сорго сахарного находится на уровне 80 ц/га.

Количество собранных КПЕ с гектара посевов ССГ (54 ц/га) на 32 % ниже, чем у сорго сахарного и на 25 % выше, чем у суданской травы (44 ц/га).

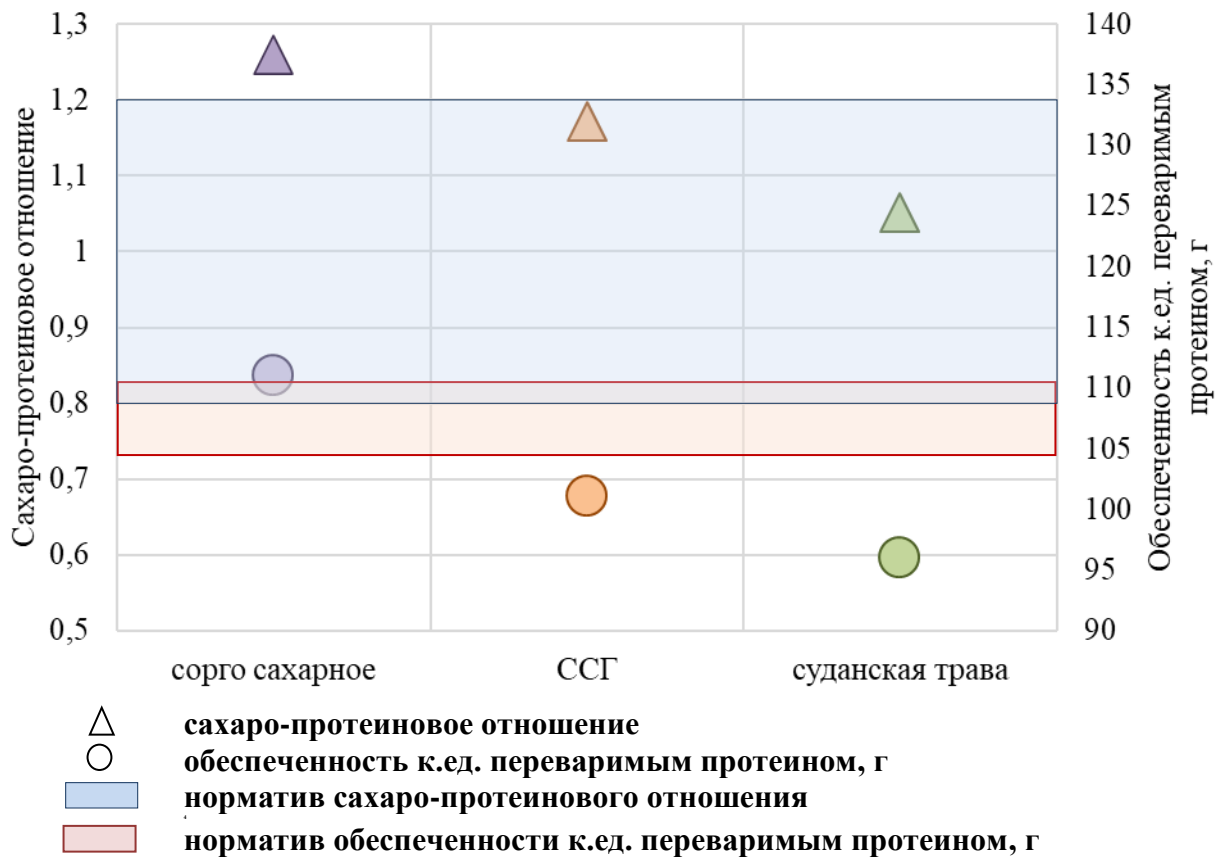


Рисунок 2 – Сахаро-протеиновое отношение и обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином в зеленой массе сорговых культур (в среднем, контроль)

Содержание к.ед. повышается в среднем на 9 % при внесении $N_{70,90}P_{40,60}K_{80,100}$ в посевах сорго сахарного, ОЭ – на 5 %, РУ и СП, соответственно, на 15 и 18 % по отношению к контролю и на 5; 2; 11 и 10 %, соответственно, по сравнению с РК фонами. Использование НРК под ССГ увеличивает содержание к.ед. на 12 %, ОЭ – на 6 %, РУ – на 9 % и СП – на 21 % по отношению к контролю и на 7; 4; 5 и 14 %, соответственно, по сравнению с безазотными вариантами. В зеленой массе суданской травы содержание к.ед. увеличивается на 18 %, ОЭ – на 9 %, РУ и СП, соответственно, на 11 и 13 % по отношению к контролю и на 8; 4; 8 и 12 %, соответственно, по сравнению с РК вариантами.

Сбор КПЕ в зеленой массе сорго сахарного в вариантах с внесением РК удобрений возрастает по сравнению контролем на 23 %, ССГ – на 39 %, суданской травы – на 27 %. Использование полного минерального удобрения увеличивает количество собранных КПЕ еще на 44–47 %.

Параметры перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr в зеленую массу сорговых культур и ограничения по плотности загрязнения дерново-подзолистых супесчаных почв для получения нормативно чистой продукции

Сорговые культуры несущественно различаются по средним значениям коэффициентов перехода (Кп) ^{137}Cs в зеленую массу в начале выметывания, которые

находятся на уровне $6,8 \times 10^{-2}$ для сорго сахарного, $6,5 \times 10^{-2}$ для сорго-суданкового гибрида и $6,4 \times 10^{-2}$ Бк/кг:кБк/м² для суданской травы.

Установлена корреляционная связь между Кп ¹³⁷Cs в зеленую массу сорговых культур и ГТК. В диапазоне изменения ГТК 0,9–1,9 повышение его на 0,1 приводит к снижению Кп ¹³⁷Cs в зеленую массу сорго сахарного и ССГ на 5 %, суданской травы – на 2 %.

Сорговые культуры имеют достоверные различия по Кп ⁹⁰Sr в зеленую массу и располагаются в следующем ряду (по возрастанию): сорго сахарное 3,74 → ССГ 4,26 → суданская трава 5,93 Бк/кг:кБк/м² (рисунок 3).

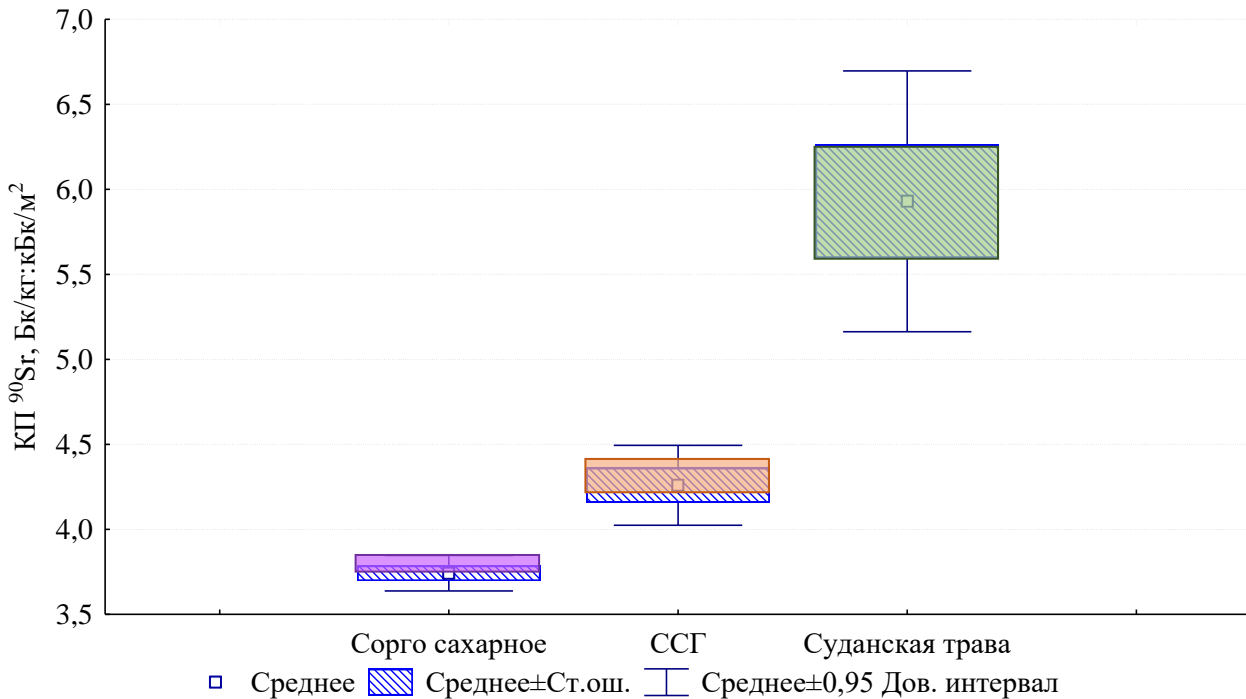


Рисунок 3 – Коэффициенты перехода ⁹⁰Sr в зеленую массу сорговых культур (в среднем, контроль)

Средний Кп ⁹⁰Sr в зеленую массу суданской травы на 39 % и 58 % выше, чем в продукцию ССГ и сорго сахарного соответственно. Изменчивость Кп ⁹⁰Sr в зеленую массу сорго и ССГ по годам незначительная, а у суданской травы – средняя.

Кп ¹³⁷Cs в зеленую массу сорго сахарного уменьшается до 7 % при увеличении дозы калия с 80 до 100 кг/га д.в., ССГ – до 18 %, суданской травы – до 9 %. Наименьшее поступление ¹³⁷Cs в зеленую массу сорго сахарного и ССГ обеспечивает фон К₁₀₀ в сочетании с Р₆₀, суданской травы – К₁₀₀ с Р₄₀.

Минимальные Кп ¹³⁷Cs в зеленую массу отмечены в варианте N₉₀P₆₀K₁₀₀: для сорго сахарного $5,22 \times 10^{-2}$, ССГ – $4,46 \times 10^{-2}$, суданской травы – $5,26 \times 10^{-2}$ Бк/кг:кБк/м².

Увеличение дозы фосфора с 40 до 60 кг/га д.в. уменьшает Кп ⁹⁰Sr в зеленую массу сорго сахарного и ССГ до 10 %, суданской травы – до 13 %. Наименьшее поступление ⁹⁰Sr в зеленую массу сорговых культур обеспечивает Р₆₀ в сочетании К₈₀ на РК фонах и N₉₀P₆₀K₁₀₀ при использовании полного минерального удобрения (рисунок 4).

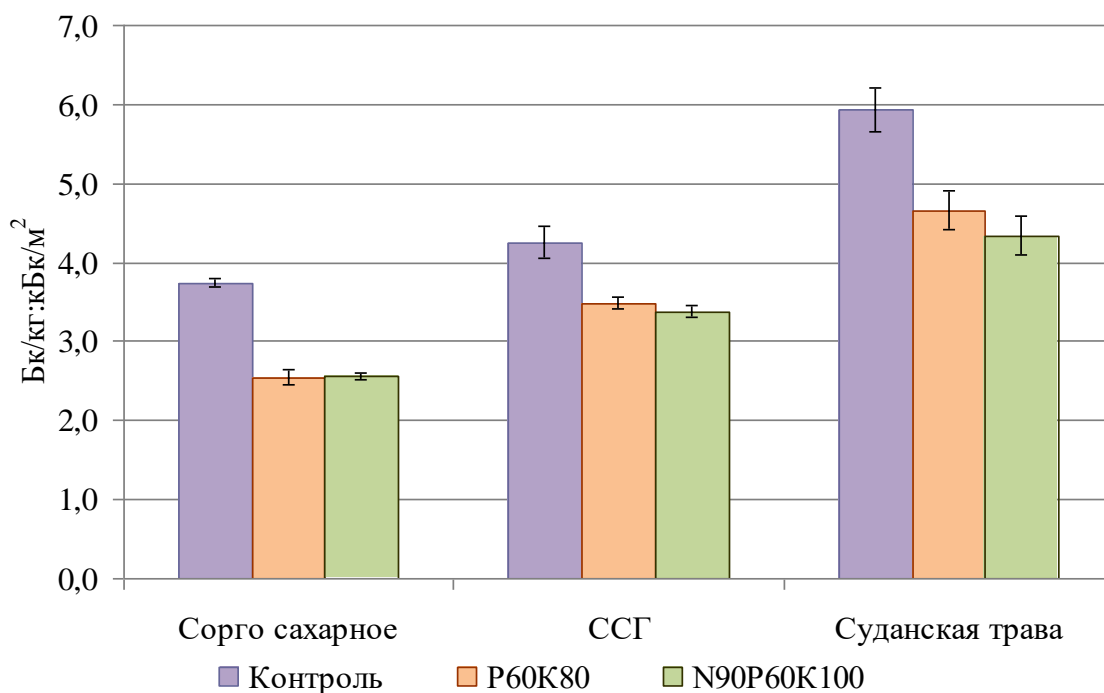


Рисунок 4 – Коэффициенты перехода ^{90}Sr в зеленую массу в начале выметывания сорговых культур на разных фонах минерального питания

Существенного увеличения Кп радионуклидов в зеленую массу сорговых культур по сравнению с безазотными вариантами при использовании азота не установлено. Минимальный Кп ^{90}Sr в зеленую массу сорго сахарного 2,56, ССГ 3,38 и суданской травы 4,34 Бк/кг:кБк/м² получен на фоне применения N₉₀P₆₀K₁₀₀.

Изменчивость средних значений Кп ^{90}Sr по вариантам опыта в зеленую массу сорго сахарного и ССГ незначительная ($V = 3-9\%$ для сорго и $1-5\%$ для ССГ), суданской травы – значительная ($V = 15-29\%$). Различия между средними Кп ^{90}Sr в зеленую массу суданской травы по годам составляют 1,6 раза, сорго сахарного и ССГ – не превышает 1,1 раза.

В настоящее время отсутствуют ограничения по плотности загрязнения почвы ^{137}Cs для производства нормативно чистой зеленой массы сорговых культур. Для возделывания сорговых культур на территории радиоактивного загрязнения ограничивающим фактором является плотность загрязнения почв ^{90}Sr . Для соответствия Республиканским допустимым уровням содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr в сельскохозяйственном сырье и кормах (РДУ) для получения молока цельного (37 Бк/кг) при скармливании зеленой массы выращивание возможно на неудобренных участках с плотностью загрязнения пахотного горизонта почв ^{90}Sr не выше 9,9 кБк/м² (0,27 Ки/км²) для сорго сахарного, 8,7 кБк/м² (0,23 Ки/км²) для ССГ и 6,2 кБк/м² (0,17 Ки/км²) для суданской травы (таблица 3); нормативным требованиям Технического Регламента Таможенного Союза «О безопасности кормов и кормовых добавок» (ТР ТС) – 13 кБк/м² (0,36 Ки/км²), 12 кБк/м² (0,32 Ки/км²) и 8 кБк/м² (0,23 Ки/км²) соответственно.

Внесение N₉₀P₆₀K₁₀₀ обеспечивает расширение территории радиоактивного загрязнения для производства нормативно чистых кормов, пригодных для получения цельного молока до 14,4 кБк/м² (0,39 Ки/км²) на основе сорго сахарного,

до 10,9 кБк/м² (0,30 Ки/км²) на основе ССГ и до 8,5 кБк/м² (0,23 Ки/км²) на основе суданской травы.

Таблица 3 – Предельные плотности загрязнения дерново-подзолистой супесчаной почвы ⁹⁰Sr для производства зеленой массы сорговых культур для скармливания КРС и получения молока цельного

Фон минерального питания	Сорго сахарное		ССГ		Суданская трава	
	кБк/м ²	Ки/км ²	кБк/м ²	Ки/км ²	кБк/м ²	Ки/км ²
Контроль	9,9	0,27	8,7	0,23	6,2	0,17
P ₄₀ K ₈₀	13,1	0,36	10,4	0,28	7,7	0,21
N ₇₀ P ₄₀ K ₈₀	13,4	0,36	10,4	0,28	7,8	0,21
N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	12,9	0,35	10,3	0,28	7,8	0,21
P ₄₀ K ₁₀₀	13,5	0,36	10,2	0,28	7,5	0,20
N ₇₀ P ₄₀ K ₁₀₀	13,7	0,37	9,9	0,27	7,5	0,20
N ₉₀ P ₄₀ K ₁₀₀	13,2	0,36	9,9	0,27	7,4	0,20
P ₆₀ K ₈₀	14,5	0,39	10,6	0,29	7,9	0,21
N ₇₀ P ₆₀ K ₈₀	14,1	0,38	10,7	0,29	8,3	0,22
N ₉₀ P ₆₀ K ₈₀	14,1	0,38	10,7	0,29	8,2	0,22
P ₆₀ K ₁₀₀	14,0	0,38	10,6	0,29	7,7	0,21
N ₇₀ P ₆₀ K ₁₀₀	14,2	0,38	10,7	0,29	8,1	0,22
N ₉₀ P ₆₀ K ₁₀₀	14,4	0,39	10,9	0,30	8,5	0,23

Для получения молока-сырья пригодны дерново-подзолистые супесчаные почвы с плотностью загрязнения ⁹⁰Sr менее 73 кБк/м² (1,96 Ки/км²) для возделывания сорго сахарного, менее 55 кБк/м² (1,48 Ки/км²) для выращивания ССГ и менее 43 кБк/м² (1,15 Ки/км²) для производства суданской травы при использовании оптимальной системы удобрений.

Эффективность применения удобрений при возделывании сорговых культур на дерново-подзолистой супесчаной почве

Прибавка урожая зеленой массы сорго сахарного составляет 160 ц/га, ССГ – 125 ц/га, суданской травы – 93 ц/га за счет РК удобрений. Окупаемость НРК изменяется при использовании N₇₀ в диапазоне 162–165 ц/га, N₉₀ – 182–187 ц/га. Окупаемость НРК в посевах ССГ составляет в вариантах с N₇₀ 126–130 ц/га, в вариантах с N₉₀ – 132–144 ц/га. Окупаемость 1 кг д.в. НРК при дозе N₇₀ в посевах суданской травы изменяется от 92 до 102 ц/га, при N₉₀ – от 95 до 109 ц/га. Самая высокая окупаемость зеленой массой сорго сахарного 466 ц/га, ССГ 359 ц/га, суданской травы 272 ц/га по отношению к контролю обеспечивается системой минерального питания N₉₀P₆₀K₁₀₀.

Прибыль при возделывании сорго сахарного на безазотных вариантах изменялась от 172 до 225 руб/га и, в среднем, составила 197 руб/га (78,8 долл. США/га). Повышение дохода при использовании N₇₀РК составляет в среднем 21 %, при N₉₀РК 32 % по отношению к РК фонам. В посевах ССГ средняя прибыль составляет 87,9 руб/га (35,2 долл. США/га) в вариантах с внесением РК удобрений. Повышение прибыли в среднем на 19 % обеспечивается внесением N₇₀РК, 31 % – N₉₀РК по сравнению с вариантами, где азот не использовали. Наиболее низкая

экономическая эффективность применения минеральных удобрений отмечена у суданской травы. Прибыль, полученная при возделывании культуры на зеленую массу на РК фонах, находилась на среднем уровне 38,5 руб/га (15,4 долл. США/га). Прибыль, полученная за счет внесения NPK, в среднем на 12 % ниже, чем на безазотных вариантах, и снижается при увеличении дозы N. При использовании N₇₀PK прибыль в среднем составила 35,2 руб/га (14,1 долл. США/га), при N₉₀PK – 32,3 руб/га (12,9 долл. США/га).

Наименьшие параметры поступления радионуклидов и наиболее высокая агрономическая эффективность получены на фоне N₉₀P₆₀K₁₀₀ (рисунок 5).

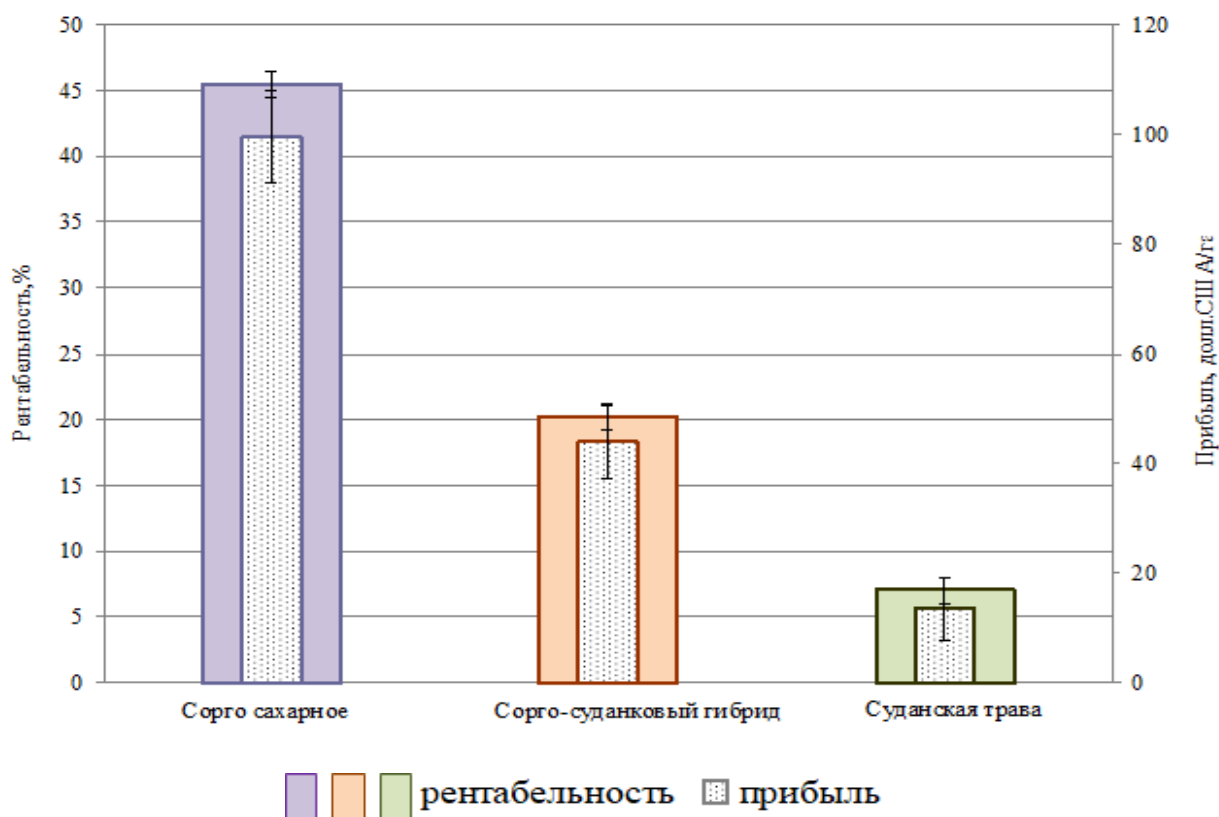


Рисунок 5 – Экономическая оценка применения N₉₀P₆₀K₁₀₀ в посевах сорговых культур

В посевах сорго сахарного внесение N₉₀P₆₀K₁₀₀ обеспечивает прибыль на уровне 112 долл. США/га, рентабельность 40 %; сорго-суданкового гибрида 54 долл. США/га и 19 %, суданской травы 18 долл. США/га и 7 % соответственно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. На дерново-подзолистых супесчаных почвах наибольшую урожайность зеленой массы в фазу начала выметывания, обеспечивает сорго сахарное (540 ц/га), которая на 32 % выше сорго-суданкового гибрида (369 ц/га) и на 46 % больше, чем суданской травы (291 ц/га) [6, 7, 13]. Урожайность сорговых культур находится в сильной корреляционной связи с гидротермическим коэффициентом ($r = 0,9$) [3, 11, 17]. В зависимости от метеорологических условий в период возделывания (ГТК 0,9–1,9) различия в урожайности зеленой массы сорго сахарного и суданской травы достигают 2,1–2,2 раза, сорго-суданкового гибрида – 1,7 раза.

2. Урожайность зеленой массы сорго сахарного на фоне фосфорно-калийного питания ($P_{40,60}K_{80,100}$) увеличивается в среднем на 13 % (70 ц/га), ССГ – на 30 % (111 ц/га), суданской травы – на 22 % (65 ц/га). Наибольшую прибавку зеленой массы обеспечивает повышение дозы фосфора и калия в посевах суданской травы – 10–12 %.

Урожайность зеленой массы сорго сахарного по отношению к контролю при внесении полного минерального удобрения $N_{70,90}P_{40,60}K_{80,100}$ повышается на 50 %, ССГ на 66 % и суданской травы на 56 %. Урожайность сорговых культур увеличивается сравнению с РК фонами на 21–24 % при использовании азота в дозе 70 кг/га д.в. Дополнительный сбор зеленой массы составляет в посевах сорго сахарного 116–154 ц/га, ССГ – 88–120 ц/га, суданской травы – 56–100 ц/га. Увеличение азотного фона до 90 кг/га д.в. обеспечивает получение средней прибавки зеленой массы 127 ц/га (17 %) в посевах сорго сахарного, 69 ц/га (12 %) в посевах ССГ и 30 ц/га (7 %) в посевах суданской травы по сравнению с вариантами с N_{70} . Наибольшую прибавку зеленой массы по сравнению с РК фонами обеспечивает повышение дозы азота в посевах сорго сахарного – 43 % [1, 3, 9, 10, 13, 17].

3. Среднее содержание к.ед. в сухом веществе зеленой массы в фазу начала выметывания сорговых культур изменяется от 0,71 до 0,76 кг/кг, ОЭ – в пределах 9,33–9,69 МДж/кг, СП – 11,39–11,92 %. Сбор КПЕ в посевах сорго сахарного находится на уровне 80 ц/га, ССГ и суданской травы 54 и 43 ц/га соответственно. Обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином составляет 96–111 г [4, 16, 18]. Зеленая масса сорго сахарного характеризуется сахаро-протеиновым отношением 1,26, ССГ – 1,17, суданская трава – 1,05, которое в сильной степени зависит от ГТК (для сорго сахарного $r = 0,87$; ССГ – $r = 0,91$; суданской травы – $r = 0,84$) [10, 18]. Содержание РУ у сорго сахарного находится на уровне 9,72 %, что на 11 % и 27 % больше, чем у ССГ и суданской травы соответственно [4].

По сравнению с контролем содержание к.ед. увеличивается на 9–18 %, ОЭ на 5–9 %, РУ на 9–15 %, СП на 13–21 % при внесении НРК; по сравнению с фосфорно-калийным питанием увеличение к.ед. составляет 5–8 %, ОЭ – 2–4 %, РУ – 5–11 %, СП – 10–14 %. Наибольший сбор КПЕ: 160 ц/га в посевах сорго сахарного, 132 ц/га ССГ и 96 ц/га суданской травы обеспечивается на фоне $N_{90}P_{60}K_{100}$. Наибольшая обеспеченность к.ед. переваримым протеином в зеленой массе сорго сахарного составляет 133 г при $N_{90}P_{40}K_{100}$; ССГ – 122 г на фоне $N_{90}P_{40}K_{80,100}$; суданской травы – 100–102 г при $N_{90}P_{60}K_{80}$ и $N_{90}P_{40}K_{100}$.

4. Сорговые культуры несущественно различаются по K_p ^{137}Cs в зеленую массу и составляют для суданской травы $6,4 \times 10^{-2}$, ССГ – $6,5 \times 10^{-2}$, сорго сахарного – $6,8 \times 10^{-2}$ Бк/кг:кБк/м² [5, 7, 8]. Снижение K_p ^{137}Cs в зеленую массу сорго сахарного и суданской травы до 9 %, ССГ – до 18 % достигается при внесении K_{100} по сравнению с K_{80} [11]. Наименьшие K_p ^{137}Cs обеспечивает фон минерального питания $N_{90}P_{60}K_{100}$ – $5,22 \times 10^{-2}$, $4,46 \times 10^{-2}$ и $5,26 \times 10^{-2}$ Бк/кг:кБк/м², соответственно, для сорго сахарного, ССГ и суданской травы [2]. В отдаленный период после чернобыльской катастрофы, отсутствуют ограничения по плотности загрязнения дерново-подзолистых супесчаных почв ^{137}Cs для возделывания сорговых культур [9, 11, 16, 18].

5. Минимальные K_p ^{90}Sr в зеленую массу характерны для сорго сахарного ($3,74$ Бк/кг:кБк/м²), которые на 12 % ниже, чем для ССГ ($4,26$ Бк/кг:кБк/м²) и на 37 % меньше, чем для суданской травы ($5,93$ Бк/кг:кБк/м²). Уменьшение K_p ^{90}Sr в зеленую массу сорго сахарного до 10 %, ССГ – до 7 % и суданской травы – до 13 % обеспечивается за счет применения P_{60} по отношению к P_{40} . K_p ^{137}Cs и ^{90}Sr в зеленую массу сорговых культур по отношению к безазотным вариантам несущественно увеличиваются при использовании N в дозах 70 и 90 кг/га д.в. Наименьшие K_p ^{90}Sr обеспечивает фон $N_{90}P_{60}K_{100}$ – для сорго сахарного 2,56, ССГ – 3,38, суданской травы – 4,34 Бк/кг:кБк/м², расширяя возможность производства нормативно чистых зеленых кормов при плотности загрязнения почвы радионуклидом, соответственно, до 14,4 кБк/м² для получения молока цельного и 72 кБк/м² для молока-сырья; 10,9 и 55 кБк/м²; 8,5 и 43 кБк/м² [3, 6, 8, 11–13, 16–18].

6. Наиболее эффективно возделывание сорговых культур на фоне $N_{90}P_{60}K_{100}$ [1, 3], окупаемость удобрений зеленой массой при котором составляет 272–466 ц/га по отношению к контролю [14]. Применение данного фона минерального питания позволяет получить прибыль при возделывании сорго сахарного на уровне 279,3 руб/га при себестоимости 1 ц. к.ед. 10,8 руб/га и рентабельности 40 %; ССГ – прибыль на уровне 134,9 руб/га при себестоимости 1 ц. к.ед. 12,7 руб/га и рентабельности 19 %; суданской травы – прибыль на уровне 44,4 руб/га при себестоимости 1 ц. к.ед. 14,1 руб/га и рентабельности 7 % [15].

Рекомендации по практическому использованию результатов

Возделывание сорго сахарного, сорго-суданкового гибрида, суданской травы на дерново-подзолистых супесчаных кислых и слабокислых почвах, загрязненных ^{137}Cs и ^{90}Sr , рекомендуется на фоне $N_{90}P_{60}K_{100}$. Данный фон минерального питания обеспечивает продуктивность сорго сахарного на уровне 65 ц/га кормовых единиц, сорго-суданкового гибрида – 56 ц/га, суданской травы – 45 ц/га; условный чистый доход 279, 135 и 44 руб/га и рентабельность 40, 19 и 7 % соответственно. При размещении сорго сахарного рекомендуется подбирать участки с плотностью загрязнения почвы ^{90}Sr до 0,39 Ки/км², сорго-суданкового гибрида – до 0,30 Ки/км²; суданской травы – до 0,23 Ки/км² для использования зеленой массы, пригодной для скармливания поголовью коров при производстве цельного молока, и до 1,95 Ки/км², 1,48 Ки/км² и 1,15 Ки/км², соответственно, для использования зеленых кормов для скармливания дойному стаду и получению молока-сырья на переработку на масло.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ

Статьи, опубликованные в научных изданиях согласно Перечню ВАК

1. Седукова, Г. В. Влияние системы удобрений на урожайность зеленой массы сорго-суданкового гибрида / Г. В. Седукова, **Н. В. Крестова** // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию; редкол.: Ф. И. Привалов (гл. ред.) [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2020. – Вып. 56. – С. 139–144.

2. **Крестова, Н. В.** Изменение параметров перехода ^{137}Cs в зеленую массу сорговых культур при разных системах удобрений / Н. В. Крестова // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию; редкол.: Ф. И. Привалов (гл. ред.) [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2021. – Вып. 57. – С. 222–227.

3. Седукова, Г. В. Урожайность и параметры перехода ^{90}Sr в зеленую массу сорго сахарного при разных системах удобрений и условиях увлажнения вегетационного периода / Г. В. Седукова, **Н. В. Крестова**, С. А. Исаченко // Земледелие и растениеводство. – 2021. – № 4. – С. 20–23.

4. Седукова, Г. В. Питательная ценность зеленой массы сорго сахарного, сорго-суданкового гибрида, суданской травы в Юго-восточном округе Беларуси / Г. В. Седукова, **Н. В. Крестова**, С.Л. Подоляк // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию; редкол.: Ф. И. Привалов (гл. ред.) [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2022. – Вып. 58. – С. 249–255.

Материалы научных конференций

5. Седукова, Г. В. Создание оптимальной кормовой базы как источника производства высококачественной продукции животноводства в сельскохозяйственных организациях, расположенных на загрязненной радионуклидами территории / Г. В. Седукова, А. М Самусев, С. А. Демидович, С.А. Исаченко, **Н. В. Крестова** / 25 лет после чернобыльской катастрофы. Преодоление ее последствий в рамках Союзного государства: сб. пленар. докл. междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 12–13 апр. 2011 г. / Ин-т радиобиологии НАН Беларуси; под общ. ред. В. С. Аверина. – Гомель: Сож, 2011. – С.153–162.

6. Седукова, Г. В. Перспективы возделывания сорговых культур на загрязненных радионуклидами территориях / Г. В. Седукова, **Н. В. Крестова** // Радиобиология: современные проблемы: материалы междунар. науч. конф., Гомель, 26–27 сент. 2019 г. / Ин-т радиобиологии НАН Беларуси; редкол.: И. А. Чешик [и др.]. – Гомель: Ин-т радиобиологии, 2019. – С. 160–162.

7. Седукова, Г. В. Перспективы возделывания сорговых культур на загрязненных радионуклидами территориях Беларуси / Г. В. Седукова, **Н. В. Крестова** // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XVII Междунар. науч. конф., Брянск, 17 марта 2020 г. / Брян. гос. аграр. ун-т.; редкол.: С. М. Сычев (гл. ред.) [и др.]. – Брянск: Брян. ГАУ, 2020. – С.659–663.

8. Седукова, Г. В. Интенсивность накопления радионуклидов сорговыми культурами / Г. В. Седукова, **Н. В. Крестова** // Роль женщин-ученых в развитии

науки, инноваций и технологий: материалы междунар. науч.-практ. конф., Душанбе, 15 дек. 2020 г. / Нац. акад. наук Таджикистана, Совет молодых учен., Агентство по ядер. и радиацион. безопасности; редкол.: М. Мамадусуфова (отв. ред.) [и др.]. – Душанбе: Нури Мохтоб, 2020. – С. 11–13.

9. Седукова, Г. В. Продуктивность и параметры перехода ^{137}Cs в зеленую массу сорговых культур на дерново-подзолистой супесчаной почве // Г. В. Седукова, **Н. В. Крестова** // Эколого-биологические аспекты состояния и развития Полесского региона: сб. науч. тр. IX Междунар. науч.-практ. конф., Мозырь, 27 нояб. 2020 г. / Мозыр. гос. пед. ун-т им. И. П. Шамякина; редкол.: О. П. Позывайло (отв. ред.) [и др.]; под общ. ред. Е. В. Тихоновой. – Мозырь: МГПУ, 2020. – С. 23–28.

10. Седукова, Г. В. Роль азотных удобрений в формировании урожая зеленой массы сорго сахарного / Г. В. Седукова, **Н. В. Крестова**, С. А. Исаченко // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XVIII Междунар. науч. конф., Брянск, 24–25 марта 2021 г. / Брян. гос. аграр. ун-т; редкол.: С. М. Сычев (гл. ред.) [и др.]. – Брянск: Брян. ГАУ, 2021. – С. 83–89.

11. Седукова, Г. В. Сорговые культуры: перспективы возделывания на территории радиоактивного загрязнения Республики Беларусь / Г. В. Седукова, **Н. В. Крестова** // Женщины-ученые Беларуси и России: материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 26 марта 2021 г. / Белорус. гос. ун-т; редкол.: И. В. Казакова (отв. ред.) [и др.]. – Минск: БГУ, 2021. – С. 316–322.

12. Седукова, Г. В. Сравнительная оценка сорговых культур по накоплению ^{90}Sr в зеленой массе при возделывании на дерново-подзолистой супесчаной почве / Г. В. Седукова, **Н. В. Крестова**, С. А. Исаченко // Современные проблемы радиобиологии, радиэкологии и агроэкологии: сб. докл. IV Междунар. молодеж. конф., Обнинск, 22–24 сент. 2021 г. / Всерос. науч.-исслед. ин-т радиологии и агроэкологии; редкол.: О. А. Шубина (отв. ред.) [и др.]. – Обнинск: ФГБНУ ВНИИРАЭ, 2021. – С. 181–184.

13. Седукова, Г. В. Суданская трава: урожайность, параметры перехода ^{90}Sr в зеленую массу на дерново-подзолистой супесчаной почве / Г. В. Седукова, **Н. В. Крестова** // Современные проблемы радиобиологии – 2021: материалы междунар. науч. конф., Гомель, 23–24 сент. 2021 г. / Ин-т радиобиологии НАН Беларуси; редкол.: И. А. Чешик (гл. ред.) [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2021. – С. 135–138.

14. Седукова, Г. В. Эффективность применения минеральных удобрений в посевах сорговых культур / Г. В. Седукова, **Н. В. Крестова**, С. А. Исаченко // Пути повышения эффективности удобрений, качества растениеводческой продукции и плодородия почвы: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию каф. агрохимии Белорус. гос. орденов Октябр. Революции и Трудового Крас. Знамени с.-х. акад. и 115-летию со дня рождения Заслуж. деятеля науки БССР, д-ра с.-х. наук, проф. Р. Т. Вильдфлуша, Горки, 30 нояб. 2021 г. / Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки: БГСХА, 2021. – С. 225–231.

15. Седукова, Г. В. Эффективность применения минеральных удобрений в посевах сорго сахарного / Г. В. Седукова, **Н. В. Крестова** // Плодородие почв – основа продовольственной безопасности государства: Материалы VI съезда Белорус. об-ва почвоведов и агрохимиков, Минск, 21 июля 2022 г. / Ин-т почвов. и агрох., Белорус. об-во почвоведов и агрохимиков; редкол.: Ю. К. Шашко [и др.]. – Минск: Ин-т системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2022. – С. 254–257.

Прочие публикации

16. Новые экономически выгодные кормовые культуры на загрязненных радионуклидами почвах / Г. В. Седукова, А. М. Самусев, С. А. Демидович, **Н. В. Юрченко** // Белорус. сел. хоз-во. – 2010. – № 4. – С. 26–28.

17. Седукова, Г. В. Влияние разных систем удобрений и условий увлажнения вегетационного периода на урожайность и параметры переход ^{90}Sr в зеленую массу сорго-суданкового гибрида / Г.В. Седукова, **Н.В. Кристова**, С.А. Исаченко // Ветеринар. врач. – №4. – 2021. – С. 57–62.

18. Рекомендации по использованию в схеме зелёного конвейера на загрязненных радионуклидами территориях пайзы, сорго, могоара, чумизы, суданской травы и сорго-суданкового гибрида / Г. В. Седукова, А. М. Самусев, С. А. Демидович, **Н. В. Кристова**, Л. И. Козлова, В. В. Головешкин, С. А. Исаченко // Департамент по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыл. АЭС М-ва по чрезвычайн. ситуациям Респ. Беларусь, Ин-т радиологии НАН Беларуси; – Минск: Институт радиологии, 2012. – 28 с.

РЕЗЮМЕ

Крестова Нина Валерьевна

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ СОРГОВЫХ КУЛЬТУР, ВОЗДЕЛЫВАЕМЫХ НА ЗАГРЯЗНЕННЫХ ^{137}Cs И ^{90}Sr ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ СУПЕСЧАНЫХ ПОЧВАХ, ПРИ РАЗНЫХ ФОНАХ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Ключевые слова: сорго сахарное, сорго-суданковый гибрид, суданская трава, урожайность, качество, цезий-137, стронций-90, коэффициенты перехода, дерново-подзолистая супесчаная почва, минеральные удобрения, экономическая эффективность.

Цель исследования: изучить эффективность возделывания сорговых культур на разных фонах минерального питания для совершенствования технологических приемов на территории радиоактивного загрязнения.

Методы исследований: полевые, агрохимические, спектрометрические, радиохимические, статистические и стандартная аппаратура.

Полученные результаты и их новизна: впервые в Республике Беларусь выполнена сравнительная оценка сорго сахарного, сорго-суданкового гибрида, суданской травы по продуктивности, показателям питательной ценности и коэффициентам перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr в зеленую массу в начале выметывания на дерново-подзолистых супесчаных почвах. Установлены допустимые плотности загрязнения дерново-подзолистых супесчаных почв для производства зеленых кормов на основе сорговых культур, соответствующих нормативным требованиям по содержанию радионуклидов. Определены закономерности изменения урожайности, зоотехнического и радиологического качества зеленой массы сорго сахарного, сорго-суданкового гибрида, суданской травы при использовании разных фонов минерального питания, и установлен фон, обеспечивающий высокую окупаемость, агрономическую и экономическую эффективность и минимальное накопление радионуклидов.

Рекомендации по использованию: результаты исследований могут быть включены в технологию возделывания сорго сахарного, сорго-суданкового гибрида и суданской травы на дерново-подзолистых почвах, в том числе загрязненных радионуклидами цезия-137 и стронция-90.

Область применения: сельскохозяйственное производство, научные исследования, образование.

РЭЗЮМЭ

Крыстава Ніна Валер'еўна

**УРАДЛІВАСЦЬ І ЯКАСЦЬ ЗЯЛЕНАЙ МАСЫ СОРГАВЫХ КУЛЬТУР,
ВЫРОШЧВАЕМЫХ НА ЗАБРУДЖАНЫХ ^{137}Cs І ^{90}Sr ДЗЯРНОВА-
ПАДЗОЛІСТЫХ СУПЯСЧАНЫХ ГЛЕБАХ ПРЫ РОЗНЫХ ФОНАХ
МІНЕРАЛЬНАГА СІЛКАВАННЯ**

Ключавыя словы: сорга цукровае, сорга-суданкавы гібрыд, суданская трава, урадлівасць, якасць, цэзій-137, стронцій-90, каэфіцыенты пераходу, дзярнова-падзолістая супясчаная глеба, мінеральныя ўгнаенні, эканамічная эфектыўнасць.

Мэта даследавання: вывучыць эфектыўнасць вырошчвання соргавых культур на розных фонах мінеральнага сілкавання для ўдасканалення тэхналагічных прыемаў на тэрыторыі радыеактыўнага забруджвання.

Метады даследавання: палявыя, аграхімічныя, спектраметрычныя, радыехімічныя, статыстычныя і стандартная апаратура.

Атрыманыя вынікі і іх навізна: упершыню ў Рэспубліцы Беларусь выканана параўнальная ацэнка сорга цукровага, сорга-суданкавага гібрыда, суданскай травы па прадукцыйнасці, паказчыках пажыўнай каштоўнасці і каэфіцыентам пераходу ^{137}Cs і ^{90}Sr у зяленую масу ў пачатку выметвання на дзярнова-падзолістых супясчаных глебах. Вызначаны заканамернасці змянення ўрадлівасці, зоатэхнічнай і радыелагічнай якасці зяленай масы сорга цукровага, сорга-суданкавага гібрыда, суданскай травы пры выкарыстанні розных фонаў мінеральных угнаенняў, і вызначана сістэма ўгнаенняў, якая забяспечвае высокую акупнасць, агранамічную і эканамічную эфектыўнасць і мінімальнае назапленне радыенуклідаў.

Рэкамендацыі па выкарыстоўванню: вынікі даследаванняў могуць быць уключаны ў тэхналогію вырошчвання сорга цукровага, сорга-суданкавага гібрыда і суданскай травы на дзярнова-падзолістых глебах, у тым ліку забруджаных радыенуклідамі цэзія-137 і стронцыя-90.

Галіна выкарыстання: сельскагаспадарчая вытворчасць, навуковыя даследаванні, адукацыя.

SUMMARY

Kristova Nina Valeryevna

PRODUCTIVITY AND QUALITY OF SORGHUM GREEN FORAGES CULTIVATED ON SOD-PODZOLIC SANDY-LOAM SOILS CONTAMINATED WITH ^{137}Cs AND ^{90}Sr USING DIFFERENT BACKGROUNDS OF MINERAL NUTRITION

Keywords: sweet sorghum, sorghum-sudangrass hybrid, sudangrass, crop yield, quality, cesium-137, strontium-90, transfer factors, sod-podzolic soil, sod-podzolic sandy-loam soil, mineral fertilizers, economic efficiency.

Objective of research: study the effectiveness of cultivating sorghum varieties against different backgrounds of mineral nutrition to improve technological farming approaches in the areas of radioactive contamination.

Methods of research: fieldwork, agrochemical, spectrometric, radiochemical, statistical methods and standard equipment.

Obtained results and their novelty: for the first time in the Republic of Belarus, a comparative assessment of sweet sorghum, sorghum-sudangrass hybrid and sudangrass was performed in terms of their productivity, nutritional values and parameters of ^{137}Cs and ^{90}Sr transfer in the early heading stage on sod-podzolic sandy-loam soils. Maximum limits were defined for radionuclide deposition densities in sod-podzolic sandy-loam soils to be used for the production of sorghum-based green forages in line with the relevant food safety standards and requirements. The regularities were established regarding the changes in yields, zootechnical and radiological quality of sweet sorghum, sorghum-sudangrass hybrid and sudangrass green forages depending on various backgrounds of mineral nutrition used, and the optimal fertilization program was determined that can provide a maximum economic return, high agronomic and economic efficiency and the lowest accumulation of radionuclides.

Recommendations on application: the results of research can be incorporated into technological practices for sorghum, sorghum-sudangrass hybrid and sudangrass cultivation on sod-podzolic soils, including those contaminated with radionuclides of cesium-137 and strontium-90.

Scope of application: agricultural production, scientific research, education.



Подписано в печать 09.10.2023 г.
Формат 60x84/16. Бумага для множительных аппаратов.
Печать ризографическая. Гарнитура «Таймс».
Усл. печ. л. 1,0. Тираж 60 экз. Заказ № 1633

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.