

## ВЛИЯНИЕ КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОСА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПЕСЧАНЫХ ПОЧВАХ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ\*

**Л. П. Харкевич**, доктор сельскохозяйственных наук

**Д. М. Ситнов**

**В. Н. Адамко**, кандидат сельскохозяйственных наук

**Д. Н. Прищеп**

*Новозыбковская СХОС – филиал ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса»,  
п. Опытная Станция Новозыбковского городского округа Брянской обл., Россия  
ngsos-vniia@yandex.ru*

*В ходе полевого эксперимента изучено влияние калийных удобрений на урожайность и качественные показатели зеленой массы проса. Установлено, что наибольшую урожайность зеленой массы (13,4 т/га) и зерносенажа (12,3 т/га) в среднем за три года исследований обеспечила доза калийного удобрения 240 кг/га. Максимальный объем сырого протеина (0,27 т/га), сухого вещества (3,1 т/га) и обменной энергии (26,3 ГДж/га) получены также при внесении  $K_{240}$ . Удельная активность  $^{137}Cs$  в продукции, полученной в опыте, не превышала санитарно-гигиенический стандарт (400 Бк/кг). Калийные удобрения снижали поступление радионуклида в урожай. Минимальное значение этого показателя отмечено в варианте с внесением калия в дозе 240 кг/га действующего вещества.*

**Ключевые слова:** просо, урожайность, зеленая масса, зерносенаж, сырой протеин, кормовые единицы, обменная энергия,  $^{137}Cs$ .

Продуктивность животноводства во многом зависит от эффективного использования кормов. Более половины расходов на производство продукции животноводства приходится на корма [1].

Для достижения положительных результатов в этой области необходимо повысить эффективность производства кормов. Это можно сделать путем выбора наиболее урожайных культур и оптимизации технологий их выращивания. Важным фактором является интенсификация лугового и полевого кормопроизводства, что позволит значительно увеличить объемы производства грубых и сочных кормов. Для этого необ-

---

\*Работа выполнена при поддержке проекта N 075-15-2021-541 (внутренний номер 09.ССЦ.21.0008) по теме: Реализация направлений, соответствующих программе создания и развития «Центра по кормовым культурам для создания и внедрения в агропромышленный комплекс современных технологий на основе собственных разработок Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса» (ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса»).

ходимо активно использовать современные методы возделывания, заготовки и хранения кормов. Особое внимание стоит уделить однолетним кормовым культурам, которые обладают высокой продуктивностью и питательностью и могут успешно адаптироваться к неблагоприятным климатическим условиям [2; 3]. В настоящее время сорговые культуры, такие как суданская трава и просо, набирают популярность благодаря своей устойчивости к жаре и засухе, а также высоким питательным качествам. Это делает их важными и ценными зелеными кормами [4]. Солома проса сопоставима с сеном однолетних трав [5]. Просо богато необходимыми макро- и микроэлементами, белками, витаминами группы В и минералами. Корма на основе проса особенно полезны для жвачных животных, так как способствуют лучшему усвоению пищи и повышению продуктивности [4; 6; 7].

В Брянской области ситуация усложняется из-за загрязнения кормов радионуклидами. Поэтому одной из основных задач ведения сельскохозяйственного производства на загрязненной радионуклидами территории является получение растениеводческой продукции, соответствующей санитарно-гигиеническим нормам. Это является важным условием для снижения поступления радионуклидов в организм человека через продукты питания и уменьшения внутреннего облучения [8]. Одним из способов повышения урожайности и снижения загрязнения сельскохозяйственной продукции цезием-137 является применение калийных удобрений.

В связи с этим научные исследования, посвященные выбору сортов, агрономическим методам, оценке питательных свойств и возможным направлениям использования проса в регионе, становятся особенно важными.

Цель наших исследований — разработать технологии производства зеленой и зерносенажной массы на основе проса и провести количественную и качественную оценки качества полученной продукции, в том числе и по соответствию санитарно-гигиеническим нормам по содержанию  $^{137}\text{Cs}$ .

**Методика исследований.** Исследования проводились в 2021–2023 гг. на опытном поле Новозыбковской сельскохозяйственной опытной станции. Почва опытного участка дерново-подзолистая песчаная. Содержание органического вещества в пахотном слое почвы — 1,3–1,5 %,  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  — 5,3, сумма поглощенных оснований — 2,2 ммоль/100 г почвы, содержание подвижного  $\text{P}_2\text{O}_5$  и обменного  $\text{K}_2\text{O}$  (по Кирсанову) — 35,7 и 10,8 мг/100 г почвы соответственно. Плотность загрязнения опытного участка — 850 кБк/м<sup>2</sup> (22,9 Ки/км<sup>2</sup>).

Объект исследований — просо (сорт Квартет). Общая площадь опытной делянки — 30 м<sup>2</sup>, учетная — 10 м<sup>2</sup>, повторность трехкратная,

размещение делянок систематическое. Опыт заложен по следующей схеме: 1 – контроль (без удобрений), 2 –  $K_{180}$ , 3 —  $K_{240}$ . Калийные удобрения — калий хлористый (56 %  $K_2O$ ) — вносили под предпосевную обработку почвы. Полевые и лабораторные исследования проводились по общепринятым методикам [9; 10].

Предшественниками проса в разные годы исследований являлись озимая рожь и овес. Под озимую рожь вносили  $N_{120}$ , под овес —  $N_{90}$ .

Климатические условия в годы проведения исследований были не самыми благоприятными для роста и развития культур. Так, вегетационный период 2021 г. характеризовался низкими температурами воздуха и избыточными осадками в начальной стадии роста растений.

Вегетационные сезоны 2022 и 2023 гг. отличались повышенным температурным фоном и неравномерным распределением осадков. Редкие сильные дожди сменялись длительными засушливыми периодами, что, в свою очередь, негативно сказалось на уровне урожайности культур.

**Результаты исследований.** Формирование урожайности зеленой массы и зерносемена проса зависело как от применения минеральных удобрений, так и от климатических условий в течение вегетационных периодов. В 2021 г. был получен максимальный уровень урожайности зеленой массы и зерносемена за годы исследований, в 2022 г. — самый низкий (табл. 1, 2).

### 1. Влияние калийных удобрений на урожайность зеленой массы проса, т/га

Вариант	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Среднее за 3 года	Прибавка к контролю
Контроль	12,2	10,3	11,9	11,5	—
$K_{180}$	13,2	11,0	12,6	12,3	0,8
$K_{240}$	14,4	12,0	13,8	13,4	1,9
$НСР_{05}$				0,3	

### 2. Влияние калийных удобрений на урожайность зерносемена проса, т/га

Вариант	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Среднее за 3 года	Прибавка к контролю
Контроль	12,2	9,3	10,1	10,5	—
$K_{180}$	13,0	9,9	10,9	11,3	0,8
$K_{240}$	14,1	10,8	12,0	12,3	1,8
$НСР_{05}$				0,3	

Средняя урожайность в рамках эксперимента составила 12,4 т/га зеленой массы. Калийные удобрения способствовали увеличению урожайности зеленой массы проса во все годы исследований. В среднем за три года на контроле было получено 11,5 т/га зеленой массы (табл. 1).

Калийное удобрение в дозе 180 кг/га действующего вещества и 240 кг/га увеличивало урожайность зеленой массы на 6,9–16,0 % относительно контроля. Так, при внесении 180 кг/га получено 12,3 т/га зеленой массы проса, при внесении 240 кг/га — 13,4 т/га. Прибавки относительно контроля составили 0,8 и 1,9 т/га соответственно.

Применение калийных удобрений оказывало заметное влияние на урожайность зерносенажа проса (табл. 2). В среднем за период исследований контрольный вариант показал урожайность в 10,5 т/га. Увеличение доз калийных удобрений способствовало росту урожайности зерносенажа проса. В частности, при внесении калия в количестве 180 кг/га действующего вещества урожай достиг 11,3 т/га, а при дозе  $K_{240}$  — 12,3 т/га. Приросты по сравнению с контролем составили 0,8 и 1,8 т/га соответственно.

В среднем за три года исследований минимальное количество сухого вещества (2,7 т/га) было зафиксировано на контрольном варианте, в то время как максимальный показатель достиг 3,1 т/га в варианте с внесением 240 кг/га калия (табл. 3). В варианте  $K_{240}$  получены самые высокие показатели по сбору сырого протеина, кормовых единиц и обменной энергии. По сравнению с контролем количество сухого вещества в этом варианте увеличилось на 14 %, сырого протеина — на 28 %, кормовых единиц — на 6 %, обменной энергии — на 17 %.

### 3. Влияние калийных удобрений на продуктивность зеленой массы проса (2021–2023 гг.)

Вариант	Содержание в зеленой массе			
	сухого вещества, т/га	сырого протеина, т/га	кормовых единиц, тыс.	обменной энергии, ГДж/га
Контроль	2,7	0,21	1,54	22,54
$K_{180}$	2,8	0,23	1,69	24,37
$K_{240}$	3,1	0,27	1,63	26,30

Применение минеральных удобрений способствовало улучшению не только количественных, но и качественных показателей урожая. Погодные условия вегетационных периодов также оказывали влияние на качественные показатели зеленой массы проса. На варианте без применения удобрений в сухом веществе зеленой массы проса (контроль) выход сырого протеина составлял 8,13 %, сырого жира — 1,41 %, клетчатки — 28,11 % (табл. 4).

Наиболее высокая концентрация сырого протеина (8,65 %) отмечена в варианте с внесением  $K_{240}$ . Внесение калийных удобрений оказало влияние на содержание в корме сырого жира, сырой клетчатки и БЭВ.

#### 4. Влияние калийных удобрений на качественные показатели зеленой массы проса (2021–2023 гг.)

Вариант	Сырой протеин, %	Сырой жир, %	Сырая клетчатка, %	БЭВ, %	<sup>137</sup> Cs, Бк/кг
Контроль	8,13	1,41	28,11	47,86	233
К <sub>180</sub>	7,94	1,47	27,03	49,36	106
К <sub>240</sub>	8,65	1,30	27,47	47,70	101

Экологическая безопасность является ключевым критерием качества продукции в условиях радиоактивного загрязнения почв, вызванного Чернобыльской катастрофой. В таких условиях получение продукции, соответствующей нормативам по содержанию радионуклидов, является важной задачей для сельскохозяйственного производства [11]. Использование калийных удобрений является одним из эффективных способов снижения уровня радионуклидов в сельскохозяйственных культурах.

Гамма-спектрометрический анализ показал, что независимо от варианта содержание радионуклида <sup>137</sup>Cs в зеленой массе не превышало установленный норматив в 400 Бк/кг (табл. 4). Самый высокий уровень удельной активности зеленой массы отмечен в контрольном варианте — 233 Бк/кг. Применение калийных удобрений способствовало уменьшению содержания радионуклидов в кормах. В частности, внесение 180 кг/га действующего вещества калия позволило снизить удельную активность зеленой массы в 2,2 раза по сравнению с контролем, а внесение 240 кг/га действующего вещества калия — в 2,3 раза.

Таким образом, калийные удобрения способствовали увеличению урожайности зеленой массы и зерносенажа проса и снижали содержание <sup>137</sup>Cs в продукции. Калийное удобрение в дозе 240 кг/га обеспечило самую высокую урожайность зеленой массы и зерносенажа проса в опыте за годы исследований. В этом же варианте получен максимальный объем сырого протеина (0,27 т/га), сухого вещества (3,1 т/га) и обменной энергии (26,3 ГДж/га). Удельная активность <sup>137</sup>Cs в продукции, полученной в опыте, не превышала санитарно-гигиенический норматив. Минимальное значение этого показателя отмечено в варианте с внесением калия в дозе 240 кг/га действующего вещества

#### Литература

1. Цветкова Л. А., Бриг С. А. Современные проблемы повышения эффективности выращивания кормовых культур // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2016. – № 5. – С. 191–195.
2. Косолапов В. М., Трофимов И. А. Проблемы и перспективы развития кормопроизводства // Кормопроизводство. – 2011. – № 2. – С. 4–7.

3. Косолапов В. М., Трофимов И. А., Трофимова Л. С. Кормопроизводство в сельском хозяйстве, экологии и рациональном природопользовании: теория и практика. – М. : Типография Россельхозакадемии, 2014. – 135 с.
4. Агафонов В. А., Бояркин Е. В. Смешанные посевы проса с высокобелковыми культурами для кормопроизводства Прибайкалья // Вестник КрасГАУ. – 2022. – № 8. – С. 42–50.
5. Киреева О. В., Родина Т. В., Сучкова М. Г. Оценка исходного материала проса посевного (*Panicum miliaceum*) в условиях Нижнего Поволжья // Сетевой научный журнал РГАТУ. – 2023. – № 2. URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-ishodnogo-materiala-prosa-posevnogo-panicum-miliaceum-v-usloviyah-nizhnego-povolzhya> (Дата обращения 17.10.2024).
6. Агафонов В. А., Бояркин Е. В. Смешанные посевы проса с высокобелковыми культурами для кормопроизводства Предбайкалья // Кормопроизводство. – 2019. – № 3. – С. 13–17.
7. Питательная ценность и продуктивность кормов на основе малораспространенных двухкомпонентных смесей однолетних культур в Красноярском крае / А. Т. Аветисян, Л. П. Байкалова, Ю. Ф. Едимаичев [и др.] // Кормопроизводство. – 2019. – № 6. – С. 28–23.
8. Чернобыль: радиационный мониторинг сельскохозяйственных угодий и агрохимические аспекты снижения последствий радиоактивного загрязнения почв (к 30-летию техногенной аварии на Чернобыльской АЭС) / В. Г. Сычев, В. И. Лунев, П. М. Орлов, Н. М. Белоус. – М. : ВНИИА, 2016. – 184 с.
9. Методические указания по определению естественных радионуклидов в почвах и растениях. // М.: ЦИНАО, 1985. – С. 22.
10. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями. Ч. 1. М. : ВИУА, 1975. – 167 с.; Ч. 2. М. : ВИУА, 1983. – 171 с.; Ч. 3. М. : ВИУА, 1985. – 131 с.
11. Ветеринарно-санитарные требования к радиационной безопасности кормов, кормовых добавок, сырья кормового. Допустимые уровни содержания стронция-90, цезия-137. Ветеринарные правила и нормы ВП 13.5.13/09-00. Утверждены Министром сельского хозяйства Российской Федерации 19.12.2000 г.

### **EFFECT OF POTASH FERTILIZERS ON THE YIELD AND QUALITY INDICATORS OF MILLET WHEN GROWN ON SOD-PODZOLIC SANDY SOILS UNDER CONDITIONS OF RADIOACTIVE CONTAMINATION**

**L. P. Kharkevich, D. M. Sitnov, V. N. Adamko, D. N. Prishchep**

*During the field experiment, the effect of potash fertilizers on the yield and quality indicators of the green mass of millet was studied. It was found that the highest yield of green mass (13.4 t/ha) and grain bearing (12.3 t/ha) on average over three years of research was provided by a dose of potassium fertilizer 240 kg/ha. The maximum volume of crude protein (0.27 t/ha), dry matter (3.1 t/ha) and metabolic energy (26.3 GJ/ha) were also obtained with the addition of K<sub>240</sub>. The specific activity of <sup>137</sup>Cs in the products obtained in the experiment did not exceed the sanitary and hygienic standard (400 Bq/kg). Potash fertilizers reduced the intake of radionuclide into the crop. The minimum value of this indicator was noted in the variant with the addition of potassium at a dose of 240 kg/ha of active substance.*

**Keywords:** millet, yield, green mass, grain growth, crude protein, feed units, metabolic energy, <sup>137</sup>Cs.