

ДЕЙСТВИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ ТРАВосмЕСЕЙ, ВЫРАЩИВАЕМЫХ В ЗОНЕ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Л. П. Харкевич^{1,2}, доктор сельскохозяйственных наук
Д. М. Ситнов¹

В. Н. Адамко¹, кандидат сельскохозяйственных наук

¹Новозыбковская СХОС – филиал ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса»,
п. Опытная станция Брянской области, Россия, ngsos-vniia@yandex.ru

²Брянский государственный аграрный университет, с. Кокино Брянской области,
Россия, bgsha@bgsha.com

Представлены результаты, полученные в стационарном опыте Новозыбковской СХОС – филиале ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Изучены одновидовые посевы люпина желтого, овса и травосмесь на их основе на фоне различных доз калийных удобрений ($K_{180-240}$). Рассмотрено влияние калийных удобрений на урожайность и качество исследуемых культур, их смешанных посевов, а также на снижение содержания ^{137}Cs в продукции. Установлено, что самая высокая урожайность получена в варианте K_{240} . Наибольший уровень урожайности среди изучаемых культур отмечен в травосмеси люпин + овес. По выходу кормовых единиц и обменной энергии с гектара травосмесь превосходила одновидовые посевы. Исследованиями установлено, что гарантированное получение нормативно чистых кормов обеспечивается применением калийного удобрения в дозе 240 кг/га.

Ключевые слова: урожайность, калийные удобрения, люпин, овес, одновидовой посев, смешанный посев, ^{137}Cs .

Кормопроизводство, являясь частью растениеводства, выступает как стабилизирующий фактор продуктивности и устойчивости агроландшафтов в целом [1–3]. Производство кормов должно быть дешевым, а сами корма — высококачественными, сбалансированными по элементам питания, способствующими повышению плодородия почвы и урожайности следующих за ними культур [4; 5].

Развитие полевого кормопроизводства России в перспективе предусматривает расширение площадей бобовых видов трав в травосмесях с их участием до 50 %, что существенно уменьшит белковый дефицит в объемистых кормах и повысит их агрохимическую роль в системах земледелия [6; 7]. Укрепление и дальнейшее развитие полевого кормопроизводства неразрывно связано с совершенствованием структуры посевов, восстановлением площадей под кормовыми культурами, повышением энергетической и протеиновой полноценности всех видов кормов,

получением экологически безопасной продукции, сохранением и расширением воспроизводства почвенного плодородия [8–10].

Весьма эффективным бобовым компонентом для смешанных посевов однолетних трав является кормовой люпин [11]. Зеленая масса люпина богата белком, сбалансированным по аминокислотному составу, что значительно повышает качество получаемых кормосмесей и зернофуража. Кроме того, биологические особенности люпина позволяют успешно возделывать его на разных по механическому составу и окультуренности почвах [12].

На легких песчаных и супесчаных почвах смеси зерновых культур с люпином имеют бесспорное преимущество перед другими зернобобовыми культурами. В настоящее время широкое распространение получили смеси люпина с овсом, ячменем, яровой пшеницей для получения высоких урожаев зеленой массы и зернофуража [13; 14].

Особую актуальность ведение кормопроизводства приобретает в условиях радиоактивного загрязнения территории [15; 16]. Важными являются исследования, направленные на изучение продуктивности кормовых культур и качества получаемой продукции, позволяющие в условиях радиоактивного загрязнения научно обосновать применение минерального удобрения на аллювиальных и дерново-подзолистых почвах легкого гранулометрического состава. В связи с этим необходима разработка адаптированных технологий возделывания одновидовых и смешанных посевов бобовых и злаковых кормовых культур, корма из которых соответствуют нормативам по содержанию ^{137}Cs .

Методика исследований. Исследования проводились на опытном поле Новозыбковской сельскохозяйственной опытной станции на дерново-подзолистой песчаной почве. Содержание органического вещества в пахотном слое почвы — 1,3–1,5 %, $\text{pH}_{\text{KCl}} = 5,3$, сумма поглощенных оснований — 2,2 мг-экв/100 г почвы, содержание подвижного P_2O_5 и обменного K_2O (по Кирсанову) — 35,7 и 10,8 мг/100 г почвы соответственно. Плотность загрязнения опытного участка — 850 кБк/м² (22,9 Ки/км²).

В опыте изучали люпин (сорт Новозыбковский 100) и овес (сорт Скакун) как в чистом виде, так и в травосмеси. Норма высева семян люпина в одновидовом посеве — 1,2 млн шт./га, овса — 5,0 млн шт./га, в смешанном — 1,0 и 3,5 млн шт./га соответственно. Общая площадь опытной делянки — 30 м², учетная — 10 м², повторность трехкратная. Изучение продуктивности кормовых культур проводили на трех фонах: первый фон — без удобрений, второй фон — K_{180} , третий фон — K_{240} . Форма калийных удобрений — калий хлористый (56 % K_2O). Урожай зеленой массы учитывали в фазу сизо-блестящего боба люпина желтого. Полевые и лабораторные исследования проводили по общепринятым

методикам [17]. Определение содержания ^{137}Cs проводили на УСК «Гамма Плюс» с программным обеспечением «Прогресс-2000».

Результаты исследований. В среднем за три года исследований самая высокая урожайность в одновидовом посеве среди изучаемых кормовых культур отмечена у люпина желтого (табл. 1).

1. Урожайность зеленой массы кормовых культур в одновидовых и смешанных посевах (сухое вещество), среднее за 2019–2021 гг., т/га

Вариант	Люпин		Овес		Люпин + овес	
	урожай	+ к контролю	урожай	+ к контролю	урожай	+ к контролю
Контроль	2,92	—	2,03	—	4,32	—
К ₁₈₀	3,44	0,52	2,16	0,13	4,45	0,13
К ₂₄₀	3,63	0,71	2,38	0,35	4,79	0,47
НСР _{05(общая)} — 0,64; НСР _{05А(травосмесь)} — 0,37; НСР _{05В(удобрения)} — 0,37.						

Внесение калийного удобрения в дозе 180 и 240 кг/га действующего вещества способствовало росту урожайности как люпина, так и овса. Так, по отношению к контролю прибавки составили у люпина 0,52 и 0,71 т/га, у овса — 0,13 и 0,35 т/га в зависимости от дозы минерального удобрения.

Люпино-овсяная травосмесь по уровню урожайности превосходила чистые посевы люпина в 1,5 раза, овса — в 2,1 раза. Уровень минерального питания положительно влиял на урожай зеленой массы.

Зоотехнический анализ зеленой массы кормовых культур в одновидовом посеве показал, что люпин, как бобовая культура, по сравнению с овсом имел явное преимущество по таким показателям, как выход переваримого протеина, кормовых единиц и обменной энергии с единицы площади как в контроле, так и на фонах применения калийного удобрения в дозах К₁₈₀ и К₂₄₀ (табл. 2). В среднем за три года исследований выход переваримого протеина с 1 га в контрольном варианте составлял 0,35 т, кормовых единиц — 1,82 тыс., обменной энергии — 25,1 ГДж/га. На фоне последовательно возрастающих доз калия эти показатели также увеличивались, достигая максимальных значений в варианте с внесением калия в дозе 240 кг/га действующего вещества. По сравнению с овсом выход переваримого протеина с единицы площади в этом варианте был выше в 3,5–4,7 раза в зависимости от фона удобрений.

Травосмесь люпин + овес характеризовалась более высокими показателями выхода переваримого протеина, кормовых единиц и обменной энергии с гектара, чем одновидовые посевы культур. По сравнению с чистыми посевами в травосмеси отмечено увеличение показателей пи-

тательности корма в зависимости от фона удобрений: выход кормовых единиц с гектара вырос для люпина желтого в 1,5–1,7 раза, в 2,5–3,0 раза для овса; обменной энергии — в 1,3–1,6 раза для люпина и в 1,3–2,4 раза для овса. Максимальная продуктивность как одновидовых посевов, так и травосмеси отмечена в варианте с внесением K_{240} .

2. Продуктивность одновидовых и смешанных посевов бобово-злаковых культур (среднее за 2019–2021 гг.)

Вариант	Выход переваримого протеина, т/га	Выход кормовых единиц, тыс.	Выход обменной энергии, ГДж/га
Люпин			
Контроль	0,35	1,82	25,1
K_{180}	0,38	2,06	29,1
K_{240}	0,47	2,19	31,2
Овес			
Контроль	0,08	1,05	16,2
K_{180}	0,11	1,20	18,2
K_{240}	0,10	1,31	19,8
Люпин + овес			
Контроль	0,35	3,13	38,8
K_{180}	0,35	3,14	39,2
K_{240}	0,37	3,24	40,6

В условиях радиоактивного загрязнения почвы главным показателем качества произведенной продукции является ее экологическая безопасность. Получение продукции, соответствующей действующим нормативам ВП 13.5. 13/06-01 по содержанию радионуклидов (400 Бк/кг), является важнейшей задачей, которую решают сельхозпроизводители в регионе. Одним из действенных факторов, позволяющих снижать поступление радионуклидов в сельскохозяйственные растения, является внесение повышенных доз калийных удобрений.

Самый высокий уровень удельной активности ^{137}Cs среди одновидовых посевов кормовых культур отмечен у желтого люпина, обладающего наибольшей способностью к накоплению радиоцезия (табл. 3).

3. Удельная активность цезия-137 в зеленой массе кормовых культур (воздушно-сухая масса), в среднем за 2019–2021 гг.

Культура	^{137}Cs , Бк/кг		
	контроль	K_{180}	K_{240}
Люпин	667	522	338
Овес	171	54	40
Люпин + овес	285	167	105

НСП_{05(общая)} — 51; НСП_{05А} (травосмесь) — 30; НСП_{05В} (удобрения) — 37.

Примечание: допустимый уровень для грубых кормов — 400 Бк/кг, ВП 13.5. 13/06-01.

Удельная активность ^{137}Cs в зеленой массе на удобренном фоне (контроль) составила 667 Бк/кг, что превышает норматив в 1,7 раза. Внесение калийного удобрения в дозе 180 кг действующего вещества на 1 га приводило к снижению удельной активности ^{137}Cs в зеленой массе люпина в 1,3 раза, внесение калия в максимальной дозе K_{240} снизило содержание ^{137}Cs на 51 % — до 338 Бк/кг, что уже соответствует нормативу в 400 Бк/кг.

Зеленая масса овса во всех вариантах соответствовала нормативу, а внесение калийного удобрения снижало содержание ^{137}Cs в 3,2 (K_{180}) и в 4,3 раза (K_{240}) по сравнению с контролем.

В среднем за три года исследований в опыте не отмечено превышение предельно допустимого уровня содержания ^{137}Cs (400 Бк/кг) в кормах в смешанных посевах люпина с овсом. Содержание ^{137}Cs в смеси люпин + овес было ниже, чем в одновидовом посеве люпина в 2,3 раза (контроль). Содержание цезия в смеси на вариантах с внесением калия снизилось в 1,7 (K_{180}) и 2,7 раза (K_{240}).

Таким образом, самые высокие показатели урожайности зеленой массы и питательности кормов отмечены в варианте люпин + овес при внесении калийного удобрения в дозе 240 кг/га действующего вещества.

Гарантированное получение нормативно чистых кормов на основе люпина желтого при плотности загрязнения почвы 22,9 Ки/км² обеспечивает применение калийного удобрения в дозе 240 кг/га, либо использование люпина желтого в смеси с овсом.

Литература

1. Косолапов В. М., Трофимов И. А. Всероссийский НИИ кормов: итоги научной деятельности за 2010 и 2006–2010 годы // Кормопроизводство. – 2011. – № 1. – С. 3–4.
2. Кормопроизводство, рациональное природопользование и агроэкология / В. М. Косолапов, Трофимов И. А., Бычков Г. Н. [и др.] // Кормопроизводство. – 2016. – № 8. – С. 3–8.
3. Косолапов В. М., Чернявских В. И. Кормопроизводство: состояние, проблемы и роль ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» в их решении // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т. 36. – № 4. – С. 5–14.
4. 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.
5. Шпаков А. С. Средообразующая роль многолетних трав в Нечерноземной зоне // Кормопроизводство. – 2014. – № 9. – С. 12–17.
6. Косолапов В. М., Чернявских В. И., Костенко С. И. Новые сорта кормовых культур и технологии для сельского хозяйства России // Кормопроизводство. – 2021. – № 6. – С. 22–26.
7. Косолапов В. М., Чернявских В. И., Костенко С. И. Развитие современной селекции и семеноводства кормовых культур в России // Вавиловский журнал ге-

- нетики и селекции. – 2021. – Т. 25. – № 4. – С. 401–407.
8. Кормопроизводство Нечерноземной зоны: состояние и перспективы развития / А. С. Шпаков, А. А. Кутузова, Д. М. Тебердиев, В. Т. Воловик // Адаптивное кормопроизводство. – 2020. – № 4. – С. 6–20.
 9. Трофимов И. А., Трофимова Л. С. Оценка агроландшафтов, вызовы их мониторинга и управления // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2018. – № 72. – С. 343–347.
 10. Влияние длительного применения средств химизации на продуктивность плодосменного севооборота и плодородие дерново-подзолистой песчаной почвы в условиях радиоактивного загрязнения / Н. М. Белоус, В. Г. Сычев, В. Ф. Шаповалов, И. Н. Белоус // Плодородие. – 2013. – № 3. – С. 1–3.
 11. Такунов И. П., Кадыров Ф. Г. Люпино-злаковые кормосмеси // Кормопроизводство. – 1996. – № 1. – С. 37.
 12. Такунов И. П. Люпин — эффективное средство биологической интенсификации кормопроизводства // Кормопроизводство. – 2005. – № 6. – С. 2.
 13. Слесарева Т. Н. Эффективность производства люпина в условиях серых лесных почв юго-западного региона Нечерноземной зоны России : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Брянск, 1999. – 23 с.
 14. Кононов А. С. Эффективность минерального питания растений в гетерогенном люпино-злаковом агроценозе // Тезисы докл. Междунар. науч.-практ. конф. – Брянск, 2005. – С. 136.
 15. Белоус Н. М. Дела чернобыльские // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 2. – С. 3–8.
 16. Радиоэкологическая оценка сельскохозяйственных земель и продукции юго-западных районов Брянской области, загрязненных радионуклидами в результате аварии на Чернобыльской АЭС / А. В. Панов, П. В. Прудников, И. Е. Титов [и др.] // Радиационная гигиена. – 2019. – Т. 12. – № 1. – С. 25–35.
 17. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями. – М. : ВИУА, 1985. – 175 с.

EFFECT OF MINERAL FERTILIZERS ON THE PRODUCTIVITY AND QUALITY INDICATORS OF LEGUME-CEREAL GRASS MIXTURES GROWN IN THE ZONE OF RADIOACTIVE CONTAMINATION

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

The results obtained in the stationary experiment of the Novozybkovskaya Agricultural Experiment Station are presented. In the experiment, single-species crops of yellow lupine, oats and grass mixtures based on them were studied against the background of various doses of potash fertilizers ($K_{180-240}$). The influence of potash fertilizers on the yield and quality of legumes and cereals and their mixed crops and a decrease in the content of ^{137}Cs in products is considered. It was found that the highest yield was obtained in the K_{240} variant. The highest level of yield among the studied crops was noted in the grass mixture lupin + oats. In terms of the yield of feed units and exchange energy per hectare, the grass mixture exceeded single-species crops. Studies have established that the guaranteed receipt of normatively clean feed is provided by the use of potash fertilizer at a dose of 240 kg/ha.

Keywords: *yield, potash fertilizers, lupin, oats, single-species sowing, mixed sowing, ^{137}Cs .*