

УДК 631.82:632.118.3:633.2.03

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-343-11-108-111>

Оригинальное исследование/Original research

Чесалин С.Ф.,
Смольский Е.В.,
Харкевич Л.П.

ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, 243365, Россия,
Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кокино,
ул. Советская 2а, sev_84@mail.ru

Ключевые слова: радиоактивное загрязнение, кормопроизводство, система удобрения, урожайность, эффективность

Для цитирования: Чесалин С.Ф., Смольский Е.В., Харкевич Л.П., Калийные удобрения в продуктивности кормовых культур в условиях радиоактивного загрязнения территории. *Аграрная наука.* 2020; 343 (11): 108–111.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-343-11-108-111>**Конфликт интересов отсутствует**

Sergey F. Chesalin,
Evgeny V. Smolsky,
Lyudmila P. Kharkevich

Department of Agrochemistry, Soil Science
and Ecology, 243365, Russia, Bryansk Region,
Vygonichsky District, village Kokino, st.
Sovetskaya 2a., FSBEI HE Bryansk SAU

Key words: radioactive contamination, fodder production, fertilizer system, yield, efficiency

For citation: Chesalin S.F., Smolsky E.V., Kharkevich L.P., Potash fertilizers in the productivity of fodder crops in conditions of radioactive contamination of the territory. *Agrarian Science.* 2020; 343 (11): 108–111. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-343-11-108-111>**There is no conflict of interests**

Калийные удобрения в продуктивности кормовых культур в условиях радиоактивного загрязнения территории

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В обстановке радиоактивного загрязнения основным фактором снижение перехода радионуклидов из почвы в зеленые корма является применение калийного удобрения, действие которого на урожайность кормовых культур в условиях легких почв с низким естественным плодородием недостаточно изучено, поэтому цель исследований — установить роль калийного удобрения в повышении урожайности кормовых культур.

Материал и методика. Исследования проводили на люпине желтой, люцерне изменчивой, суданской траве, просе, костреце безостом, тимофеевке луговой, райграсе однолетнем, овсе, двукосточнике тростниковом, овсянице луговой, ежеборной в условиях юго-запада Брянской области на пойменной дерновой оглеенной супесчаной, дерново-подзолистой песчаной и супесчаной почве.

Результаты. Наибольшую продуктивность 23,1–26,2 т/га зеленой массы обнаружили при возделывании люпина желтого. Установили, что наилучшая эффективность систем удобрения при возделывании кормовых угодий выявлена на пойменной дерновой оглеенной супесчаной почве, на каждый внесенный кг д. в. получили от 59,0 до 72,5 кг прибавки урожая.

Potash fertilizers in the productivity of fodder crops in conditions of radioactive contamination of the territory

ABSTRACT

Relevance. In the situation of radioactive contamination, the main factor in reducing the transition of radionuclides from soil to green feed is the use of potash fertilizer, the effect of which on the yield of fodder crops in light soils with low local fertility is not sufficiently studied, therefore, the goal of the studies is to establish the role of potash fertilizer in increasing the yield of fodder crops.

Methods. Studies were carried out on lupine yellow, alfalfa variable, sudanese grass, millet, stockade beast, meadow timothy, annual raigras, oats, reed double-tine, meadow oatmeal, national team hedge in the south-west of the Bryansk region on floodplain sod cucumber, sod-podzolista.

Results. The highest productivity of 23.1–26.2 t/ha of green mass was found when cultivating yellow lupin. It was found that the best efficiency of fertilizer systems in the cultivation of fodder lands was revealed on floodplain sod stubble sandy soil, for each added kg received from 59.0 to 72.5 kg of crop increase.

Поступила: 23.09.
После доработки: 19.11.
Принята к публикации: 10 сентября

Received: 23.09.
Revised: 19.11.
Accepted: 10 september

Введение

Проблема эффективного развития лугопастбищного хозяйства в Российской Федерации должно стать стратегическим направлением в ускоренном развитии животноводства, в том числе и Брянской области [1, 2]. Об этом говорил Президент РФ 28 июля 2016 года в Тверской области на совещании по развитию сельского хозяйства Центрального Нечерноземья. Он обратил особое внимание на развитие молочного и мясного скотоводства, которые должны стать якорными. В Центральном Нечерноземье есть все возможности: обширные земельные ресурсы, кормовая база. Им подчеркнута также значение производство кормов для скота на сенокосах и пастбищах [3].

Однако часть территории Центрального Нечерноземья пострадало от аварии на Чернобыльской АЭС, огромные территории выведены из сельскохозяйственного оборота, до сих пор сохраняется вероятность производства кормов, не соответствующих допустимым уровням содержания ^{137}Cs в них. Это в первую очередь обусловлено наличием в почвенном покрове легких почв с низким естественным плодородием [4–7].

Поэтому в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС необходимо внесение калийного удобрения [8–10], которое уменьшает переход радионуклидов из почвы в зеленые корма [11].

Цель исследования — установить роль калийного удобрения в повышении урожайности кормовых культур на почвах легкого гранулометрического состава в условиях радиоактивного загрязнения.

Материалы и методы

Исследования по действию калийного удобрения на урожайность кормовых культур проводили в условиях юго-запада Брянской области на пойменной дерновой оглеенной супесчаной почве с показателями почвенного плодородия: pH_{KCl} — 5,2–5,6 ед., гумус — 3,0–3,3%, P_2O_5 — 620–840 мг/кг, K_2O — 130–180 мг/кг и плотностью загрязнения ^{137}Cs в среднем за годы исследования — 714 кБк/м²; дерново-подзолистой песчаной почве с показателями почвенного плодородия: pH_{KCl} — 5,7–5,9 ед., гумус — 1,3–1,5%, P_2O_5 — 350–380 мг/кг, K_2O — 70–110 мг/кг и плотностью загрязнения ^{137}Cs в среднем за годы исследования — 850 кБк/м²; дерново-подзолистой супесчаной почве с показателями почвенного плодородия pH_{KCl} — 5,5–5,8 ед., гумус — 1,5–1,7%, P_2O_5 — 156–180 мг/кг, K_2O — 90–120 мг/кг и плотностью загрязнения ^{137}Cs в среднем за годы исследования — 238 кБк/м².

На долю исследуемых почв приходится 101,7 тыс. га или 35,1% от всех почв пастбищ [12].

Агротехника возделывания кормовых культур, общепринятая для зоны, виды кормовых культур и система удобрения представлена в таблице 2.

Учет продуктивности зеленой массы кормовых культур проводили сплошным поделяночным методом, скошенную массу взвешивали на весах, повторность опытов трехкратная, бобовые культуры убирали

в фазу сизо-блестящего боба, мятликовые культуры в фазу цветения.

Полученные экспериментальные данные обрабатывались статистическими методами дисперсионного и корреляционного анализов с использованием стандартного компьютерного программного обеспечения (Excel 7.0, Statistic 7.0).

Результаты и их обсуждения

Природно-климатические ресурсы юго-запада Брянской области дают возможность получать урожай зеленой массы в зависимости от семейства и вида культуры в среднем от 5,8 до 23,1 т/га (табл. 1). Колебание продуктивности кормовых культур зависит как от погодных условий, так и от биологических особенностей кормовой культуры. По урожайности кормовые культуры расположились в следующий убывающий ряд: люпин желтый, суданская трава, люцерна изменчивая, просо, костреч безостый, тимофеевка луговая, райграс однолетний, овес, двукосточник тростниковый, овсяница луговая, ежа сборная. Выявили, что виды семейства бобовых, наиболее продуктивные кормовые культуры на низкоплодородных легких по гранулометрическому составу почв.

Применение калийного и (или) фосфорно-калийного удобрения в условиях юго-запада Брянской области вело к повышению урожайности кормовых культур (табл. 2).

Внесение фосфорно-калийного удобрения в дозе $\text{P}_{60}\text{K}_{45}$ на пойменной дерновой оглеенной супесчаной почве достоверно повышало урожайность зеленой массы ежи сборной в 2,1 раз в сравнении с вариантом без удобрения, при возделывании овсяницы луговой и двукосточника тростникового достоверное увеличение урожайности соответственно в 2,5 и 2,4 раза в сравнении с вариантов без удобрения, установили при внесении удобрения в дозе $\text{P}_{60}\text{K}_{60}$. Установили сильную корреляционную связь между возрастающими дозами калийного удобрения в фосфорно-калийном и урожайностью зеленой массы ежи сборной ($r = 0,82$), овсяницы луговой ($r = 0,76$) и двукосточника тростникового ($r = 0,76$).

Таблица 1. Продуктивность зеленой массы кормовых культур, т/га

Table 1. Productivity of green mass of forage crops, t / ha

Культура / почва	среднее	Отклонение ±		
		2009	2010	2011
Пойменная дерновая оглеенная				
Ежа сборная	5,9	– 1,4	0,9	0,6
Овсяница луговая	5,8	– 1,5	0,9	0,5
Двукосточник тростниковый	6,1	– 1,6	0,8	0,8
Дерново-подзолистая песчаная				
Люпин желтый	23,1	– 7,8	3,6	4,2
Овес	7,8	– 1,5	0,9	0,5
Райграс однолетний	7,2	1,1	– 0,1	– 0,9
Суданская трава	15,4	2,6	– 1,1	– 1,5
Просо	13,8	2,4	– 3,1	0,8
Дерново-подзолистая супесчаная				
Люцерна изменчивая	14,5	1,7	– 3,0	1,3
Костреч безостый	12,2	0,7	– 1,2	0,4
Тимофеевка луговая	9,8	0,0	– 2,0	2,1

Таблица 2. Роль минерального удобрения в повышении продуктивности зеленой массы кормовых культур, т/га

Table 2. The role of mineral fertilizers in increasing the productivity of green mass of forage crops, t / ha

Вариант	Культура	Ежа сборная	Овсяница луговая	Двукосточник тростниковый		
среднее 2009–2011 года						
без удобрения		5,9	5,8	6,1		
P ₆₀ K ₄₅		12,1	13,3	13,5		
P ₆₀ K ₆₀		13,2	14,5	14,8		
НСР ₀₅		5,3	7,9	7,8		
среднее 2011–2013 года						
Вариант	Культура	Люпин желтый	Овес	Райграс однолетний	Суданская трава	Просо
без удобрения		23,1	7,8	6,2	15,4	13,8
K ₁₈₀		25,4	11,0	7,4	15,9	15,8
K ₂₁₀		26,2	12,2	8,1	16,9	16,4
НСР ₀₅		12,4	6,7	6,6	4,6	3,9
среднее 2013–2015 года						
Вариант	Культура	Люцерна изменчивая	Кострец безостый	Тимофеевка луговая		
без удобрения		14,5	12,2	9,8		
P ₆₀ K ₆₀		16,6	13,4	11,6		
P ₆₀ K ₇₅		17,8	14,7	13,2		
P ₆₀ K ₉₀		19,3	15,6	15,1		
P ₆₀ K ₁₀₅		21,4	16,2	15,9		
НСР ₀₅		7,3	3,4	4,1		

Таблица 3. Окупаемость прибавки урожая зеленой массы кормовых культур минеральным удобрением, кг/кг д.в.

Table 2. Payback of the increase in the yield of green mass of forage crops by mineral fertilizer, kg/kg a.i.

Вариант	Культура	Ежа сборная	Овсяница луговая	Двукосточник тростниковый		
среднее 2009–2011 года						
без удобрения		–	–	–		
P ₆₀ K ₄₅		59,0	71,4	70,5		
P ₆₀ K ₆₀		60,8	72,5	72,5		
среднее 2011–2013 года						
Вариант	Культура	Люпин желтый	Овес	Райграс однолетний	Суданская трава	Просо
без удобрения		–	–	–	–	–
K ₁₈₀		12,8	17,8	6,7	2,8	11,1
K ₂₁₀		14,8	21,0	9,0	7,1	12,4
среднее 2013–2015 года						
Вариант	Культура	Люцерна изменчивая	Кострец безостый	Тимофеевка луговая		
без удобрения		–	–	–		
P ₆₀ K ₆₀		17,5	10,0	15,0		
P ₆₀ K ₇₅		24,4	18,5	25,2		
P ₆₀ K ₉₀		32,0	22,7	35,3		
P ₆₀ K ₁₀₅		41,8	24,2	37,0		

Внесение возрастающих доз калийного удобрения на дерново-подзолистой песчаной почве достоверно не повышало урожайность зеленой массы кормовых культур, обнаружили тенденцию к её повышению. Установили среднюю корреляционную связь между возрастающими дозами калийного удобрения и урожайностью зеленой массы овса ($r = 0,56$) и проса ($r = 0,56$) и слабую — у люпина желтого ($r = 0,25$), райграса однолетнего ($r = 0,27$) и суданской травы ($r = 0,26$).

Внесение возрастающих доз калийного в составе фосфорно-калийного удобрения на дерново-подзолистой супесчаной почве достоверно повышало урожайность зеленой массы тимофеевки луговой при дозе P₆₀K₉₀ и выше в 1,5 раза и костреца безостого — в 1,3 раза при дозе P₆₀K₁₀₅ в сравнении с вариантом без удобрения. Выявили тенденцию к повышению урожайности люцерны изменчивой при внесении возрастающих доз калийного в составе фосфорно-калийного удобрения. Установили среднюю корреляционную связь между возрастающими дозами калийного удобрения в фосфорно-калийном и урожайностью зеленой массы люцерны изменчивой ($r = 0,45$), костреца безостого ($r = 0,53$) и тимофеевки луговой ($r = 0,66$).

Эффективность применения систем удобрения в условиях юго-запада Брянской области при возделывании кормовых угодий зависела от почвенно-климатических условий, доз и видов минерального удобрения и биологических особенностей возделываемых культур (табл. 3).

Внесение фосфорно-калийного удобрения в дозах P₆₀K₄₅–P₆₀K₆₀ на пойменной дерновой оглееной супесчаной почве позволяет на каждый внесенный кг д. в. получать от 59,0 до 72,5 кг зеленой массы кормовых культур, наиболее отзывчивы на применение минерального удобрения были овсяница луговая и двукосточник тростниковый в 1,2 раза в сравнении с ежой сборной.

Внесение калийного удобрения в дозах K₁₈₀–K₂₁₀ на дерново-подзолистой песчаной почве позволяет на каждый внесенный кг д. в. получать от 2,8 до 21,0 кг зеленой массы кормовых культур, эффективность удобрения изменялась до 7,5 раз в зависимости от дозы удобрения и кормовой культуры. Наиболее отзывчивы на применения минерального удобрения были овес и люпин жёл-

тый. Установили, что при возделывании суданской травы эффективность калийного удобрения возрастала до 2,5 раз с возрастом дозы.

Внесение возрастающих доз калийного в составе фосфорно-калийного удобрения на дерново-подзолистой супесчаной почве позволяет на каждый внесенный кг д. в. получать от 10,0 до 41,8 кг зеленой массы кормовых культур, эффективность удобрения изменялась до 4,2 раз в зависимости от дозы удобрения и кормовой культуры. Наиболее отзывчивы на применения минерального удобрения была люцерна изменчивая.

Выводы

В условиях юго-запада Брянской области продуктивность агроценозов зависит от почвенных условий и био-

логических особенностей кормовых культур, наибольшую урожайность зеленой массы 23,1 т/га получили при возделывании люпина желтого.

Применение возрастающих доз калийного и (или) фосфорно-калийного удобрения в условиях эксперимента вело к достоверному повышению урожайности ежи сборной, овсяницы луговой, двукисточника тростникового, костреца безостого и тимopheевки луговой и к тенденции повышения урожайности люпина желтого, овса, райграса однолетнего, суданской травы, проса и люцерны изменчивой.

Наилучшая эффективность систем удобрения при возделывании кормовых угодий выявлена на пойменной дерновой оглеенной супесчаной почве, где на каждый внесенный кг д. в. получили от 59,0 до 72,5 кг прибавки урожая.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Чирков Е.П., Дронов А.В., Ларетин Н.А. Система ведения кормопроизводства в условиях инновационного развития. *АПК: регионы России*. 2012;(9): 36–42. [Chirkov E.P., Dronov A.V., Laretin N.A. System of fodder production in conditions of innovative development. *AIC: regions of Russia*. 2012;(9): 36–42 (In Russ.).]
2. Белоус Н.М. Развитие радиоактивно загрязненных территорий Брянской области в отдельный период после аварии на Чернобыльской АЭС. *Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии*. 2018;(1): 3–11. [Belous N.M. The development of radioactively contaminated territories of the Bryansk region in a separate period after the accident at the Chernobyl nuclear power plant. *Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy*. 2018;(1): 3–11].
3. Совещание по развитию сельского хозяйства Центрального Нечерноземья. *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2016;(8): 2–9. [Meeting on Agricultural Development of Central Non-Black Earth Region. *Economy of agricultural and processing enterprises*. 2016;(8): 2–9 (In Russ.).]
4. Алексахин Р.М., Лунёв М.И. Техногенное загрязнение сельскохозяйственных угодий (исследования, контроль и реабилитация территорий). *Плодородие*. 2011;(3): 32–35. [Aleksakhin R.M., Lunev M.I. Man-made pollution of agricultural land (research, control and rehabilitation of territories). *Plodородie*. 2011;(3): 32–35 (In Russ.).]
5. Просянников Е.В., Кошелев И.А., Силаев А.Л. Радиоэкологические аспекты адаптивного использования естественных пойменных кормовых угодий. *Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук*. 2000;(3): 35–38. [Prosyannikov E.V., Koshelev I.A., Silaev A.L. Radioecological aspects of the adaptive use of natural floodplain feed lands. *Vestnik of the Russian agricultural sciences*. 2000;(3): 35–38 (In Russ.).]
6. Сычев ВГ, Лунёв ВИ, Орлов ПМ, Белоус НМ. Чернобыль: радиационный мониторинг сельскохозяйственных угодий и агрохимические аспекты снижения последствий радиоактивного загрязнения почв (к 30-летию техногенной аварии на Чернобыльской АЭС). М.: *ВНИИА*. 2016. 184 с. [Sychev VG,

Lunev VI, Orlov PM, Belous NM. Chernobyl: radiation monitoring of agricultural land and agrochemical aspects of reducing the consequences of radioactive soil pollution (on the 30th anniversary of the man-made accident at the Chernobyl nuclear power plant). М.: *VNIИ Agrokhimii*. 2016. 184 p. (In Russ.).]

7. Воробьев ГТ, Гучанов ДЕ, Курганов АА, Маркина ЗН, Новиков АА, Светов ВА. Цезий-137 в почвах и продукции растениеводства Брянской, Калужской, Орловской и Тульской областей за 1986–1992 годы. Брянск. 1993. 91 с. [Vorobyov GT, Guchanov DE, Kurganov AA, Markina ZN, Novikov AA, Svetov VA. Caesium-137 in soils and crop production of the Bryansk, Kaluga, Oryol and Tula regions for 1986–1992 years. Bryansk. 1993. 91 p. (In Russ.).]

8. Белоус И.Н., Прищеп Д.Н., Анишина Ю.А., Смольский Е.В. Оценка коренного улучшения лугов, загрязненных ¹³⁷Cs. *Аграрная наука*. 2011;(12): 11–13. [Belous I.N., Prishchep D.N., Anishina Yu.A., Smolsky E.V. Assessment of the indigenous improvement of meadows contaminated with ¹³⁷Cs. *Agrarian science*. 2011;(12): 11–13 (In Russ.).]

9. Белоус НМ, Ториков ВЕ, Моисеенко ИЯ, Мельникова ОВ. Многолетние бобовые и злаковые травы: биология и технология возделывания. Отраслевые регламенты. Брянск. 2010. 150 с. [Belous NM, Torikov VE, Moiseenko IYa, Melnikova OV. Perennial legumes and cereal herbs: biology and cultivation technology. Industry regulations. Bryansk. 2010. 150 p. (In Russ.).]

10. Минеев ВГ и др. Агрохимия: учебник. Москва. 2017. 854 с. [Mineev VG and others. *Agrochemistry: textbook*. Moscow. 2017. 854 p. (In Russ.).]

11. Шаповалов В.Ф., Белоус Н.М., Белоус И.Н., Иванов Ю.И. Продуктивность и качество одновидовых и смешанных посевов кормовых культур в условиях радиоактивного загрязнения. *Агрохимический вестник*. 2015;(5): 29–31. [Shapovalov V.F., Belous N.M., Belous I.N., Ivanov Yu.I. Productivity and quality of single-species and mixed crops of fodder crops in conditions of radioactive contamination. *Agrochemical Herald*. 2015;(5): 29–31 (In Russ.).]

12. Воробьев ГТ. Почвы Брянской области. Брянск. 1993. 160 с. [Vorobyov GT. *Soils of the Bryansk region*. Bryansk. 1993. 160 p. (In Russ.).]

ОБ АВТОРАХ:

Чесалин Сергей Федорович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии, почвоведения и экологии ФГБОУ ВО Брянский ГАУ

Смольский Евгений Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии, почвоведения и экологии ФГБОУ ВО Брянский ГАУ

Харкевич Людмила Петровна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и экологии ФГБОУ ВО Брянский ГАУ

ABOUT THE AUTHORS:

Chesalin Sergey Fedorovich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Department of Agrochemistry, Soil Science and Ecology, FSBEI HE Bryansk SAU

Smolsky Evgeny Vladimirovich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agrochemistry, Soil Science and Ecology, FSBEI HE Bryansk SAU

Kharkevich Lyudmila Petrovna, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Department of Agrochemistry, Soil Science and Ecology, FSBEI HE Bryansk SAU