

Научная статья

УДК: 631.82:633.13:631.442.1:546.36

DOI 10.24888/2541-7835-2024-32-84-91

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОВСА, ВОЗДЕЛЫВАЕМОГО НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Воробьева Людмила Алексеевна^{1✉}, Анищенко Валерий Александрович²,
Адамко Василий Николаевич³

^{1,2,3}Новозыбковская СХОС – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», Брянская область,
Новозыбков, Россия

^{1,2,3}ngsos-vniia@yandex.ru ✉

Аннотация. В статье представлены результаты исследований, полученные в длительном полевом опыте на дерново-подзолистой почве легкого гранулометрического состава с плотностью загрязнения ^{137}Cs – 20 и более $\text{Ки}/\text{км}^2$, было изучено влияние длительного применения минеральных удобрений в разных дозах на продуктивность и качество зерна овса, и на переход радионуклидов в зерно и побочную продукцию овса. В результате исследований было установлено, что максимальное увеличение урожайности зерна овса было получено от применения минеральных удобрений в дозе $\text{N}_{90}\text{K}_{90}$, прибавка – 122%, данный вариант минерального питания растений максимально снижал удельную активность ^{137}Cs : в зерне в 3,4 раза, в соломе овса в два раза. Применение минеральных удобрений повышало содержание сырого белка в зерне овса, максимальное увеличение содержания белка отмечалось в варианте $\text{N}_{90}\text{K}_{90}$ на 1,07%. Проведенные исследования показали достоверное увеличение, за счет вносимых удобрений, показателей биохимического состава зерна, таких как сырого жира и сырой золы. Отмечена тенденция к повышению содержания клетчатки в зерне овса. Дана оценка действию минеральных удобрений на технологические (физические) свойства зерна: масса 1000 зёрен и натура зерна.

Ключевые слова: овес, дерново-подзолистая почва, минеральные удобрения, урожайность, качество, накопление, ^{137}Cs

Для цитирования: Воробьева Л.А., Анищенко В.А., Адамко В.Н. Влияние минеральных удобрений на продуктивность и качество зерна овса, возделываемого на дерново-подзолистой песчаной почве в условиях радиоактивного загрязнения // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 2(32). С.26-35. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-32-84-91>.

Original article

THE EFFECT OF MINERAL FERTILIZERS ON THE PRODUCTIVITY AND QUALITY OF OATS GRAIN CULTIVATED ON SOD-PODZOLIC SANDY SOIL UNDER CONDITIONS OF RADIOACTIVE CONTAMINATION

Lyudmila A. Vorobyova^{1✉}, Valery A. Anishchenko², Vasily N. Adamko³

^{1,2,3}Novozybkovskaya Agricultural Farm – branch of the Federal Research Center
«V.R. Williams VIC», Bryansk region, Novozybkov, Russia

^{1,2,3}ngsos-vniia@yandex.ru ✉

Abstract. The article presents the results of research obtained in a long-term field experiment on sod-podzolic soil of light granulometric composition with contamination density ^{137}Cs – 20 and more Ku/km^2 , the effect of prolonged use of mineral fertilizers in different doses on the productivity and quality of oat grain, and on the transition of radionuclides into grain and by-products of oats was studied. As a result of research, it was found that the maximum increase in oat grain yield was obtained from the use of mineral fertilizers at a dose of $\text{N}_{90}\text{K}_{90}$, an increase of 122%, this variant of mineral nutrition of plants maximally reduced the specific activity ^{137}Cs : in grain by 3.4 times, in oat straw by two times. The use of mineral fertiliz-

ers increased the crude protein content in oat grain, the maximum increase in protein content was noted in the N₉₀ K₉₀ variant by 1,07%. The conducted studies showed a significant increase, due to the applied fertilizers, indices of the biochemical composition of grain, such as crude fat and crude ash. There was a tendency to increase the fiber content in oat grains. The effect of mineral fertilizers on the technological (physical) properties of grain is assessed: the weight of 1000 grains and the nature of the grain

Keywords: oats, sod-podzolic soil, mineral fertilizers, yield, quality, accumulation, ¹³⁷Cs

For citation: Vorobyova L.A., Anishchenko V.A., Adamko V.N. The effect of mineral fertilizers on the productivity and quality of oats grain cultivated on sod-podzolic sandy soil under conditions of radioactive contamination. *Agro-industrial technologies of Central Russia*, 2024, no. 2(32), pp. 84-91. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2024-32-84-91>.

Введение

Овес – важнейшая и наиболее распространенная зернофуражная культура в Нечерноземной зоне, которая используется как на продовольственные (его используют при производстве круп, геркулеса, толокна, галет, кофе), так и на кормовые цели. В России зерновое хозяйство составляет основу растениеводства, и одной из главных зерновых культур является овес. Зерно овса – незаменимый концентрированный корм для животных. Овсяная солома и мякина, идущие на корм животных, по питательным свойствам более ценны, чем солома и мякина других зерновых культур. В настоящее время овес является перспективной сельскохозяйственной культурой с точки зрения новых способов переработки исходного сырья, поскольку обладает рядом ценных свойств, отвечающих требованиям функциональности продуктов питания, а также позволяющих использовать его в кормовых и медико-профилактических целях [10]. Важной задачей растениеводства в Нечерноземной зоне является увеличение производства зерна овса, это возможно за счет применения минеральных удобрений [2].

В Нечерноземной зоне России распространён тип почвы – дерново-подзолистые, особенностью дерново-подзолистой песчаной почвы является низкое естественное плодородие, которое не обеспечивает получения высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур. Для интенсивного земледелия и повышения продуктивности зерновых культур, и воспроизводства почвенного плодородия большое значение имеет научно обоснованное применение органических и минеральных удобрений [13]. На почвах легкого гранулометрического состава необходим целый комплекс агроприемов, среди них главное – рациональное применение удобрений и мелиорантов [11;9;4;8]. Вместе с тем применение минеральных удобрений на почвах, загрязненных ¹³⁷Cs, существенно влияет на поступление радионуклидов в растения и их накопление в урожае. Снижение накопления радионуклидов в растениях является важнейшей задачей сельскохозяйственных производителей. Система применения удобрений должна способствовать уменьшению поступления в растения радионуклидов [1;5;12].

Целью исследований было изучение эффективного применения различных доз минеральных удобрений на урожайность и качество зерна овса, на снижение поступления радионуклидов в конечную продукцию.

Материалы и методы исследований

Изучение влияния длительного применения удобрений на продуктивность и качественные показатели овса проводилось в длительном стационарном полевом опыте, заложенном в 1954-1955 годах на полях Новозыбковской сельскохозяйственной опытной станции – филиал ФНЦ «ВИК им В.Р. Вильямса» в севообороте со следующим чередованием культур: 1. Люпин на удобрение. 2. Озимая рожь. 3. Картофель. 4. Овес. 5. Горох. 6. Озимая рожь. 7. Люпин на зерно. 8. Ячмень. Исследования проводились в 2013-2020 гг. (восьмая ротация севооборота).

Агрохимическая характеристика опытного участка в начале восьмой ротации при проведении исследований была следующей (среднее по опыту): гумус (по Тюрину) 1,38-1,98%;

pH_{KCl} 4,5 - 4,7; Hr – 2,22 - 3,34 мг. экв/100 г почвы; P_2O_5 21,5 – 39,7 и K_2O 3,6 - 11,1 мг/100 г почвы.

Плотность загрязнения опытного участка во время проведения опыта цезием 137 – 560-700 кБк/м².

Опыт имеет в натуре 8 полей. Размер посевных делянок $38,4 \times 7,2 = 276,48$ м², учетная – $5,2 \times 30 = 156$ м². Повторность опыта трехкратная.

В опыте под овес использовались следующие удобрения: аммиачная селитра (34,4% N), калий хлористый (56% K₂O) и CaCO₃.

Опыт включает в себя следующие варианты минеральных удобрений: 1) N₉₀K₉₀, 2) N₆₀K₆₀, 3) N₆₀, 4) N₆₀K₆₀, 5) контроль (без удобрений), 6) N₆₀K₆₀, 7) N₆₀K₆₀, 8) N₉₀K₉₀.

Всю расчетную дозу минеральных удобрений под овес вносили вручную в предпосевную обработку почвы, CaCO₃ вносили под вспашку участка. Предшественником овса является картофель, где применялись органические удобрения в разных дозах, так в вариантах 1,2,3 и 6 органические удобрения в дозе 40 т/га, в 7 и 8 вариантах применялась двойная доза органических удобрений – 80 т/га, а варианты 4 и 5 – без применения органических удобрений под предшественник.

Объектом исследований в опыте являлся овес, сорт Скакун. Норма высева 5,5 млн. всхожих зерен на 1 га.

Предпосевную подготовку почвы и уход за растениями в опыте осуществляли с учетом технологии по интенсивному возделыванию зерновых культур, рекомендованной для дерново-подзолистых песчаных почв.

Закладка полевого опыта, лабораторно-аналитические работы и статистический анализ проводились по методикам [3;7;6].

Оценивая метеорологические условия в годы проведения исследований, можно сказать, что вегетационные периоды этих лет существенно различались по увлажнению и теплообеспеченности. Так 2013, 2017 и 2019 гг. были засушливыми и отличались низким запасом продуктивной влаги в почве, неравномерным распределением весенне-летних осадков и более высокой температурой воздуха в первой половине вегетации растений. Также стоит отметить года (2014, 2015 и 2020 гг.), которые характеризовались достаточным количеством осадков и температурой воздуха близкой к среднемноголетним значениям.

Результаты исследований и их обсуждение

Средняя урожайность овса за восемь лет, за 8 ротацию севооборота (2013-2020 гг.) представлена в таблице 1.

Как видно из приведенных в таблице данных, урожайность зерна овса в контрольном варианте 0,84 т/га, применение в схеме опыта только азотных удобрений в дозе 60 кг/га, на фоне последствия 40 т/га органических удобрений урожайность зерна овса увеличилась на 60 %. В варианте опыта с внесением минеральных удобрений в дозе N₆₀K₆₀, на фоне последствия 40 т/га органических удобрений урожайность зерна овса увеличилась на 0,86 т/га (вариант 2).

В схеме опыта присутствует вариант минерального питания, где в севообороте в этом варианте не вносятся органические удобрения. Минеральные под овес в этом варианте вносятся в дозе N₆₀K₆₀, урожай составил 1,53 т/га, прибавка к контролю 0,69 т/га (вариант 4). В проводимых нами исследованиях максимальная доза минеральных удобрений – N₉₀K₉₀, от применения этой дозы минеральных удобрений и последствия органики урожайность зерна овса увеличилась до 1,86 т/га, прибавка к контрольному варианту составила 110%. В схеме опыта есть два варианта последствия 80 т/га органических удобрений, вносимых под предшественник (картофель) с дозами минеральных удобрений – N₆₀K₆₀ и N₉₀K₉₀ вариант 7 и 8 (табл. 1), значительного повышения урожая за счет последствия двойной дозы органики не отмечалось, присутствовала устойчивая тенденция к повышению урожайности зерна.

Установлено, что в условиях вегетационных периодов в наших исследованиях наибольшая урожайность зерна овса была получена в вариантах с максимальными дозами минеральных удобрений – N₉₀K₉₀.

Урожай соломы овса на контроле – 2,1 т/га (табл. 1), действие минеральных удобрений и последствие органических удобрений было таким же, как и на урожайность зерна овса, максимальный сбор соломы в вариантах с дозами минеральных удобрений – N₉₀K₉₀ (вариант 1 и 8), прибавка 121 и 127%.

Таблица 1. Влияние длительного применения минеральных удобрений на урожайность овса, т/га (средняя, 2013-2020 гг.)

Вариант	Зерно			Солома			Окупаемость удобрений прибавкой зерна, кг/кг	
	урожайность, т/га	прибавка		урожайность, т/га	прибавка			
		т/га	%		т/га	%		
1	N ₉₀ K ₉₀ + CaCO ₃ 5 т/га последствие навоз 40 т/га	1,86	1,02	110	4,3	2,2	121	5,7
2	N ₆₀ K ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га последствие навоз 40 т/га	1,70	0,86	85	3,8	1,7	102	7,2
3	N ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га последствие навоз 40 т/га	1,43	0,59	60	3,3	1,2	70	9,8
4	N ₆₀ K ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га	1,53	0,69	76	3,7	1,6	82	5,8
5	CaCO ₃ 5 т/га контроль	0,84	-	-	2,1	-	-	-
6	N ₆₀ K ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га последствие навоз 40 т/га	1,60	0,76	85	3,9	1,8	90	6,3
7	N ₆₀ K ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га последствие навоз 80 т/га	1,73	0,89	99	4,2	2,1	106	7,4
8	N ₉₀ K ₉₀ + CaCO ₃ 5 т/га последствие навоз 80 т/га	1,91	1,07	122	4,6	2,5	127	5,9
НСР ₀₅ , т/га		0,14	-	-	0,6	-	-	-

Наибольшая окупаемость 1 кг д.в. минеральных удобрений прибавкой урожая зерна зафиксирована в варианте с применением N₆₀ и составила 9,8 кг (табл. 1), с возрастанием доз минеральных удобрений, применяемых в схеме опыта, наблюдалось снижение окупаемости.

Таблица 2. Влияние длительного применения минеральных удобрений на содержание N-NO₃ в зерне овса и удельную активность ¹³⁷Cs в зерне и соломе овса, Бк/кг (среднее, 2013-2020 гг.)

Вариант	Зерно			Солома		
	содержание, N-NO ₃ , мг/кг	содержание, Бк/кг	кратность снижения, раз	содержание, Бк/кг	кратность снижения, раз	
1	N ₉₀ K ₉₀ + CaCO ₃ 5 т/га последствие навоз 40 т/га	92	26	3,4	161	2,0
2	N ₆₀ K ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га последствие навоз 40 т/га	86	33	2,7	183	1,7
3	N ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га последствие навоз 40 т/га	82	50	1,8	233	1,4
4	N ₆₀ K ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га	88	45	1,9	204	1,5
5	CaCO ₃ 5 т/га контроль	65	88	-	315	-
6	N ₆₀ K ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га	83	38	2,3	189	1,7

	последствие навоз 40 т/га					
7	N ₆₀ K ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га последствие навоз 80 т/га	86	37	2,4	186	1,7
8	N ₉₀ K ₉₀ + CaCO ₃ 5 т/га последствие навоз 80 т/га	95	32	2,8	164	1,9
НСР ₀₅ , мг/кг, Бк/кг		9	7		19	

Примечание: для продовольственного зерна требование ПДУ ТРТС 015 / 2011 – 60 Бк/кг, для фуражного зерна ПДУ ТРТС 015 / 2011 – 180 Бк/кг. для соломы ВП – 13.5.13./ 06 – 01 – 400 Бк/кг. ПДК нитратов для зернофуража – 300 мг/кг.

При возделывании сельскохозяйственных культур на почвах, загрязненных радионуклидами, важным показателем качества является содержание ¹³⁷Cs в конечной продукции растениеводства, соответствующей нормативным требованиям. Удельная активность ¹³⁷Cs в зерне и соломе овса в среднем за восемь лет представлена в таблице 2.

Анализируя табличные данные, можно отметить, что удельная активность ¹³⁷Cs в зерне овса, в среднем за восемь лет, на неудобренном контрольном варианте самая высокая - 88 Бк/кг (вариант 5), что выше требования ПДУ ТРТС 015 / 2011 (60 Бк/кг) для использования зерна в продовольственных целях. Анализ динамики концентрации ¹³⁷Cs в зерне овса показывает, что за счет применения минеральных удобрений отмечается снижение накопления радионуклидов по всем вариантам их применения, максимальное снижение в варианте с дозой удобрения N₉₀K₉₀ в 3,4 раза. То есть, с увеличением урожайности зерна под влиянием применяемых систем удобрений за счет эффекта биологического разбавления отмечено достоверное уменьшение удельной активности ¹³⁷Cs в урожае конечной продукции.

Удельная активность ¹³⁷Cs в соломе (как и зерна) самая высокая на контрольном варианте – 315 Бк/кг, применение минеральных удобрений по схеме опыта способствовало снижению удельной активности цезия – 137, в сравнении с контрольным вариантом в соломе в 1,4-2 раза.

Применение азотных удобрений может приводить к накоплению нитратов в конечной продукции овса. Накопление нитратов в зерне овса колебалось по вариантам опыта от 65 до 95 мг/кг, повышение уровня минерального питания овса способствовало повышению содержания нитратов в зерне, но содержание нитратов в зерне овса по всем вариантам опыта было ниже ПДК.

Содержание белка в зерне овса (в среднем за 8 лет) на варианте без применения минеральных удобрений – 6,77% (табл. 3). От применения минеральных удобрений содержание белка повышалось. В вариантах с дозами N₉₀K₉₀ содержание белка было 7,73%. Максимальный сбор белка зерном овса обеспечили варианты с применением повышенных доз минеральных удобрений.

На контрольном варианте содержание жира 3,49% (средне за 8 лет), за счет применения минеральных удобрений содержание жира повышается до 3,91% в варианте N₉₀K₉₀.

Таблица 3. Влияние длительного применения минеральных удобрений на биохимический состав зерна овса, % (среднее, 2013-2020 гг.)

Вариант		Сырой протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка	Сырая зола	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	N ₉₀ K ₉₀ + CaCO ₃ 5 т/га последствие навоз 40 т/га	7,77	3,78	12,65	2,36	0,55	0,63
2	N ₆₀ K ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га последствие навоз 40 т/га	7,63	3,76	12,61	2,31	0,55	0,61
3	N ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га последствие навоз 40 т/га	7,45	3,61	12,52	2,25	0,54	0,62
4	N ₆₀ K ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га	7,11	3,61	12,71	2,26	0,52	0,62
5	CaCO ₃ 5 т/га контроль	6,70	3,49	12,35	1,99	0,51	0,62

6	N ₆₀ K ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га последействие навоз 40 т/га	7,29	3,72	12,72	2,28	0,52	0,63
7	N ₆₀ K ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га последействие навоз 80 т/га	7,38	3,79	12,80	2,28	0,54	0,64
8	N ₉₀ K ₉₀ + CaCO ₃ 5 т/га последействие навоз 80 т/га	7,45	3,91	12,78	2,39	0,54	0,64
НСР _{05, %}		0,41	0,12	1,42	0,09	0,03	0,02

В варианте без применения минеральных удобрений содержание сырой клетчатки – 12,35% (табл. 3), применение минеральных удобрений по схеме опыта дало устойчивую тенденцию к повышению содержания клетчатки в зерне овса.

Сырой золы в варианте без применения минеральных удобрений – 1,99%, все дозы минеральных удобрений, а также последействие органических удобрений, применяемых в схеме опыта, повышали содержание золы до 2,39%.

Содержание фосфора (P₂O₅) в зерне овса в условиях опыта варьировало от 0,51 до 0,54% (табл. 3). Наиболее высокие показатели по содержанию фосфора были получены в вариантах минеральной системы и последействия органических удобрений.

От применения минеральных удобрений значительных изменений в содержании калия (K₂O) в зерне овса не наблюдалось, оно было близко по всем вариантам опыта.

Важное значение среди технологических (физических) свойств зерна – масса 1000 зёрен и натура зерна (табл. 4). Следует отметить, что натура зерна представлена объёмной массой 1 л зерна в граммах.

В наших исследованиях натура зерна средняя за 8 лет на варианте без применения минеральных удобрений самая низкая – 397 г, применение минеральных удобрений по схеме опыта увеличивало натуру зерна, самая высокая натура зерна была получена от применения минеральных удобрений в дозе N₉₀K₉₀ – 439 г.

Таблица 4. Влияние длительного применения минеральных удобрений на технологические свойства зерна овса (среднее, 2013-2020 гг.)

Вариант		Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л
1	N ₉₀ K ₉₀ + CaCO ₃ 5 т/га последействие навоз 40 т/га	34,8	439
2	N ₆₀ K ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га последействие навоз 40 т/га	33,9	425
3	N ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га последействие навоз 40 т/га	34,0	419
4	N ₆₀ K ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га	33,7	413
5	CaCO ₃ 5 т/га контроль	32,4	397
6	N ₆₀ K ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га последействие навоз 40 т/га	34,7	438
7	N ₆₀ K ₆₀ + CaCO ₃ 5 т/га последействие навоз 80 т/га	34,8	425
8	N ₉₀ K ₉₀ + CaCO ₃ 5 т/га последействие навоз 80 т/га	35,0	435
НСР _{05, г/л,}		1,0	14

В проводимых нами исследованиях самая низкая масса 1000 зёрен отмечается в контрольном варианте (без применения минеральных удобрений) и составляет – 32,4 г, в вариантах с применением минеральных удобрений по схеме опыта масса 1000 зёрен увеличивалась на 1,3-2,6 г.

Выводы

1. Из вышеизложенного материала можно отметить, что в полевом опыте, проводимом на дерново-подзолистой песчаной почве, для получения максимальной урожайности зерна овса оптимальные дозы минеральных удобрений – N₉₀K₉₀, прибавка составила 1,07 т/га (122%).

2. Установлено, что максимальное снижение удельной активности ^{137}Cs в зерне и соломе овса было получено в варианте с применением минеральных удобрений в дозе $\text{N}_{90}\text{K}_{90}$, накопление радионуклидов в зерне овса снижалось в 3,4 раза, в соломе 1,4-2 раза.

3. Содержание белка в зерне овса, за счет применения минеральных удобрений, повышалось на 1,07%. Максимальный сбор белка зерном овса обеспечил вариант с применением повышенных доз минеральных удобрений.

4. Накопление нитратов в зерне овса было низким, применение минеральных удобрений способствовало повышению содержания нитратов в зерне, но содержание нитратов в зерне овса по всем вариантам опыта было ниже ПДК.

Список источников

1. Белоус Н.М. и др. Радиологические аспекты применения минеральных удобрений на радиоактивно загрязненных кормовых угодьях / Н.М. Белоус, А.Г. Подоляк, Е.В. Смольский, А.Ф. Карпенко // *Агрехимический вестник*. 2016. № 2. С. 10-14.

2. Белоус Н.М. и др. Потенциал продуктивности овса посевного в условиях Запада Брянской области / Н.М. Белоус, Е.В. Смольский, Г.П. Малякко, В.Ф. Шаповалов, И.Н. Белоус // *Агрехимический вестник*. 2023. № 4. С. 22-25.

3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

4. Драганская М.Г., Белоус Н.М., Бельченко С.А. Продуктивность севооборотов в зависимости от систем и технологий возделывания культур // *Проблемы агрохимии и экологии*. 2011. № 2. С. 13-19.

5. Коренев В.Б., Воробьева Л.А., Белоус И.Н. Урожайность кормовых и зерновых культур, и накопление ^{137}Cs в зависимости от внесения возрастающих доз калийных удобрений // *Вестник Брянской ГСХА*. 2013. № 5. С. 3-6.

6. Методические указания по определению естественных радионуклидов в почвах и растениях. Москва: ЦИНАО, 1985. 22 с.

7. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями. Ч. 1. Москва: ВИУА. 1975. 167 с.; Ч. 2. Москва: ВИУА. 1983. 170 с.; Ч. 3. Москва: ВИУА. 1985. 175 с.

8. Милютина Е.М. Агроэкологическая оценка комплексного применения средств химизации при возделывании овса в условиях радиоактивного загрязнения агроценозов: автореф. дис. ... к.с.-х. н. / Е.М. Милютина. Брянск: ФБГОУ ВО Брянский ГАУ, 2021. 24 с.

9. Минеев В.Г. Агрехимия / В.Г. Минеев. Москва: Колос, 2004. 718 с.

10. Мишенькина О.Г., Захаров В.Г. Новые высокопродуктивные ценные по качеству сорта овса для Производства безопасных продуктов питания // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2017. № 4. С. 91-96.

11. Сычев В.Г. Агрехимические свойства почв и эффективность минеральных удобрений / В.Г. Сычев, С.А. Шафран. Москва: Издательство ВНИИА, 2013. 296 с.

12. Сычев В.Г. и др. Чернобыль: радиационный мониторинг сельскохозяйственных угодий и агрехимические аспекты снижения последствий радиоактивного загрязнения почв (к 30-летию техногенной аварии на Чернобыльской АЭС) / В.Г. Сычев, В.И. Лунёв, П.М. Орлов, Н.М. Белоус // *Сборник статей*. Москва ВНИИА, 2016. С. 184.

13. Федулова А.Д. Сравнительная агроэкологическая оценка последствий органических и минеральных удобрений в различных дозах и сочетания при возделывании овса на дерново-подзолистой почве: автореф. дис. ... к.б.н. / А.Д. Федулова. – Москва: ВНИИА. 2020. 26 с.

References

1. Belous N.M. et al. Radiological aspects of the use of mineral fertilizers on radioactively contaminated fodder plants. N.M. Belous, A.G. Podolyak, E.V. Smolsky, A.F. Karpenko. Agrochemical Bulletin, 2016, no. 2, pp. 10-14.
2. Belous N.M. et al. Productivity potential of sown oats in the conditions of the West of the Bryansk region. N.M. Belous, E.V. Smolsky, G.P. Malyavko, V.F. Shapovalov, I.N. Belous. Agrochemical Bulletin, 2023, no. 4, pp. 22-25.
3. Dospikhov B. A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: Agropromizdat Publ., 1985. 351 p.
4. Draganskaya M.G., Belous N.M., Belchenko S.A. Productivity of crop rotations depending on systems and technologies of crop cultivation. Problems of agrochemistry and ecology, 2011, no. 2, pp. 13-19.
5. Korenev V.B., Vorobyova L.A., Belous I.N. Productivity of forage and grain crops, and accumulation of ^{137}Cs depending on the application of increasing doses of potash fertilizers. Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy, 2013, no. 5, pp. 3-6.
6. Methodological guidelines for the determination of natural radionuclides in soils and plants. Moscow: TSINAO Publ., 1985. 22 p.
7. Methodological guidelines for conducting research in long-term experiments with fertilizers. Part 1. Moscow: VIUA Publ., 1975. 167 p.; Part 2. Moscow: VIUA Publ., 1983. 170 p.; Part 3. Moscow: VIUA Publ., 1985. 175 p.
8. Milyutina E.M. Agroecological assessment of the integrated use of chemicals in the cultivation of oats in conditions of radioactive contamination of agrocenoses: abstract. Dissertation of the Candidate of agricultural Sciences Bryansk: FSBEI HE Bryansk State Agricultural University, 2021. 24 p.
9. Mineev V.G. Agrochemistry. Moscow: Kolos Publ., 2004. 718 p.
10. Mishenkina O.G., Zakharov V.G. New highly productive varieties of oats valuable in quality for the production of safe food products. Legumes and cereals, 2017, no. 4, pp. 91-96.
11. Sychev V.G. Shafran S.A. Agrochemical properties of soils and the effectiveness of mineral fertilizers. Moscow: VNIIA Publishing House Publ., 2013. 296 p.
12. Sychev V.G. et al. Chernobyl: radiation monitoring of agricultural lands and agrochemical aspects of reducing the effects of radioactive soil pollution (to the 30th anniversary of the man-made accident at the Chernobyl nuclear power plant). V.G. Sychev, V.I. Lunev, P.M. Orlov, N.M. Belous. Collection of articles. Moscow VNIIA Publ., 2016, p. 184.
13. Fedulova A.D. Comparative agroecological assessment of the aftereffect of organic and mineral fertilizers in various doses and combinations when cultivating oats on sod-podzolic soil: abstract. Dissertation Candidate of Biological Sciences Moscow: VNIIA Publ., 2020. 26 p.

Информация об авторах

Л.А. Воробьева – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биологического земледелия;

В.А. Анищенко – аспирант;

В.Н. Адамко – кандидат сельскохозяйственных наук, директор.

Information about the authors

L.A. Vorobyova – Candidate of agricultural sciences; leading researcher biological farming laboratories;

V.A. Anishchenko – Postgraduate student;

V.N. Adamko – Candidate of agricultural sciences, director.