

ПРИЕМЫ ПОВЕРХНОСТНОГО И КОРЕННОГО УЛУЧШЕНИЯ КОРМОВЫХ УГОДИЙ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

С.Н. Поцепай, А.А. Справцев, Л.П. Харкевич, д.с.-х.н.,

С.А. Бельченко, д.с.-х.н., В.Ф. Шаповалов, д.с.-х.н.

Брянский государственный аграрный университет, e-mail: bgsha@bgsha.com

Представлены результаты исследования по изучению влияния минерального удобрения и приемов поверхностного и коренного улучшения на урожайность сена многолетних трав 1-го и 2-го укосов и содержание в нем ^{137}Cs . Выявлено, что самую высокую урожайность сена обеспечивает внесение $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$. Более высокая урожайность отмечена на фоне коренного улучшения. Проведение агротехнических и агрохимических мероприятий способствовало улучшению качественных показателей сена 1-го укоса. С ростом доз вносимых минеральных удобрений увеличивалось содержание сырого протеина, сырой золы, сырой клетчатки, сырого жира и каротина в корме. Более высокие значения этих показателей отмечены на фоне коренного улучшения. Концентрация нитратного азота в сене многолетних трав 1 укоса находилась ниже предельно допустимого уровня. В первом и втором укосах многолетних трав азотные удобрения в составе НРК способствовали увеличению удельной активности сена. Снижение концентрации ^{137}Cs в сене обуславливало применение калийных удобрений в последовательно возрастающих дозах. Комплексное применение агротехнических и агрохимических приемов в условиях радиоактивного загрязнения естественных кормовых угодий позволяет выращивать корма, соответствующие санитарно-гигиеническому нормативу.

Ключевые слова: кормовые угодья, поверхностное улучшение, коренное улучшение, минеральные удобрения, многолетние травы, урожайность, качество, ^{137}Cs .

METHODS OF SURFACE AND RADICAL IMPROVEMENT OF FORAGE LANDS UNDER RADIATION CONTAMINATION

S.N. Potsepai, A.A. Spravtsev, Dr.Sci. L.P. Kharkevich, Dr.Sci. S.A. Bel'chenko, Dr.Sci. V.F. Shapovalov

Bryansk State Agrarian University, e-mail: bgsha@bgsha.com

The results of researches on studying of a mineral fertilizer influence and methods of surface and radical improvement of perennial grasses hay yields of the 1st and 2nd cuttings and its ^{137}Cs content have been presented. It has been revealed that the highest hay yields are provided by the introduction of $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$. The higher yields are marked against the background of the radical improvement. The agrotechnical and agrochemical measures contributed to improving the quality indicators of hay of the 1st cutting. With increasing doses of fertilizer applied, the content of crude protein, crude ash, crude fiber, crude fat and carotene in the feed has been increased. The higher values of these indicators have been noted against the background of the radical improvement. The concentration of nitrate nitrogen in the hay of perennial grass of the 1st cutting was below the maximum permissible level. In the first and second cuttings of perennial grasses, nitrogen fertilizers in the composition of NRK contributed to an increase in the specific activity of hay. The decrease of ^{137}Cs concentration in the hay caused the application of potassium fertilizers in consistently increasing doses. The complex application of agrotechnical and agrochemical methods in the conditions of radioactive contamination of natural forage lands allows to grow food that meets the sanitary and hygienic standard.

Keywords: forage lands, surface improvement, radical improvement, mineral fertilizers, perennial grasses, yields, quality, ^{137}Cs .

Создание устойчивой кормовой базы является основным условием развития животноводческой отрасли. Это диктует необходимость увеличения производства кормов за счет изменения структуры севооборотов и созданием культурных сенокосов и пастбищ, а также требует решения вопросов орга-

низации заготовки, хранения и использования кормов [1, 2]. Источником кормов для сельскохозяйственных животных могут служить естественные кормовые угодья, однако их продуктивность очень низка и требует улучшения [3, 4]. При улучшении природных кормовых угодий в целях производства

объемистых кормов для мясного и откормочного скота возможно повышение продуктивности сенокосов и пастбищ в 3-5 раз и получение дешевого высококачественного корма, богатого энергией, белком и витаминами [5, 6].

Для Брянской области эта проблема усугубляется еще и тем, что в результате аварии на Чернобыльской АЭС более 491 тыс. га кормовых угодий подверглось радиоактивному загрязнению. Естественные кормовые угодья имеют более высокую степень радиоактивного загрязнения по сравнению с агрофитоценозами на пашне, а продукция, получаемая с этих угодий, занимает значительный объем в рационе крупного рогатого скота [7-11]. В связи с этим проведение комплекса реабилитационных мероприятий весьма актуально, поскольку способствует снижению поступления радионуклидов в корма и продукцию животноводства.

Условия и методика исследований. Исследования проводили в стационарном опыте, заложенном в 1994 г. в Новозыбковском районе Брянской области на участке центральной поймы реки Ипуть. Почва аллювиальная дерново-оглеенная песчаная с содержанием гумуса 3,08-3,33%, pH_{KCl} 5,2-5,6, подвижного фосфора и обменного калия соответственно 620-840 и 133-180 мг/кг. Плотность загрязнения почвы ^{137}Cs на период проведения исследований составляла в среднем 559-867 кБк/м².

Схема опыта двухфакторная: первый фактор – обработка почвы, второй фактор – минеральные удобрения. Схемой предусмотрены следующие фоны обработки почвы: 1. Поверхностная обработка дернины дисковой бороной БДФ-2,4 в двух направлениях под углом 90°. 2. Коренная обработка с проведением вспашки дернины плугом ПЯ-40.

Минеральные удобрения вносили в форме аммиачной селитры (34,4% N), суперфосфата двойного (48% P₂O₅), калия хлористого (56% K₂O). Азотные и калийные удобрения вносили дробно: половину расчетной дозы под первый укос, вторую половину под второй укос. Фосфорные – всю расчетную дозу весной под первый укос.

Схема внесения минерального удобрения: 1. Контроль – без удобрений; 2. P₆₀K₄₅ под первый укос, K₄₅ под второй укос; 3. N₄₅P₆₀K₄₅ под первый укос, N₄₅K₄₅ под второй укос; 4. N₄₅P₆₀K₆₀ под первый укос, N₄₅K₆₀ под второй укос; 5. N₄₅P₆₀K₇₅ под первый укос, N₄₅K₇₅ под второй укос; 6. P₆₀K₆₀ под первый укос, K₆₀ под второй укос; 7. N₆₀P₆₀K₆₀ под первый укос, N₆₀K₆₀ под второй укос; 8. N₆₀P₆₀K₇₅ под первый укос, N₆₀K₇₅ под второй укос; 9. N₆₀P₆₀K₉₀ под первый укос, N₆₀K₉₀ под второй укос. Повторность опыта трехкратная, площадь делянки 63 м². Расположение вариантов рендомизированное.

Перед посевом проводили прикатывание катками ЗКВГ-1,5. Посев травосмеси проводили сеялкой зернотравяной СЗТ-3,6. Состав травосмеси: овсяница луговая (*Festuca pratensis*) – 6 кг/га, лисохвост луговой (*Alopecurus pratensis*) – 5 кг/га, двукосточник тростниковый (*Phalaris arundinacea*) – 7 кг/га.

Первый укос проводили в середине июня. Урожайность сена определяли, высушивая зеленую массу с 1 м² до воздушно-сухого состояния с последующим пересчетом урожая на сено. Для определения содержания ^{137}Cs в сене отбирали пробы, которые анализировали, руководствуясь методическими указаниями по определению радионуклидов в почве и растениях. Измерения проводили на универсальном спектрометрическом комплексе УСК «Гамма плюс» с программным обеспечением «Прогресс-2000».

Исследования проводили по общепринятым методикам. Полученные данные подвергали дисперсионному и корреляционному анализу с использованием программ Microsoft Excel 7.0 и Statistica 7.0 («StatSoft, Inc.», США).

Результаты исследований. Минимальная урожайность сена первого укоса в опыте (1,56 т/га) была получена в контрольном варианте, как при поверхностном, так и при коренном улучшении (табл. 1). Двухъярусная вспашка повышала урожайность сена первого укоса на 0,06 т/га. Внесение фосфорно-калийного удобрения под первый укос в дозе P₆₀K₄₅ на фоне поверхностного улучшения увеличивало урожайность на 1,57 т/га или в 2,6 раза по отношению

1. Урожай сена многолетних трав пойменного луга двух укосов (среднее за 2014-2016 гг.), т/га

Вариант	Поверхностное улучшение		Коренное улучшение		
	урожай	± к контролю	урожай	± к контролю	от обработки
Контроль	1,53 / 0,49	-	1,59 / 0,51	-	0,06 / 0,02
P ₆₀ K ₄₅	3,10 / 1,40	1,57 / 0,91	3,17 / 1,42	1,58 / 0,91	0,07 / 0,02
N ₄₅ P ₆₀ K ₄₅	5,08 / 2,58	3,55 / 2,09	5,24 / 2,61	3,65 / 2,10	0,16 / 0,03
N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀	5,44 / 2,66	3,91 / 2,17	5,61 / 2,77	4,02 / 2,26	0,17 / 0,11
N ₄₅ P ₆₀ K ₇₅	5,73 / 3,09	4,20 / 2,60	6,50 / 3,12	4,91 / 2,61	0,77 / 0,03
P ₆₀ K ₆₀	3,71 / 1,68	2,18 / 1,19	3,54 / 1,64	1,95 / 1,13	-0,17 / -0,04
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	6,01 / 3,27	4,48 / 2,78	6,65 / 3,43	5,06 / 2,92	0,64 / 0,16
N ₆₀ P ₆₀ K ₇₅	6,68 / 3,46	5,15 / 2,97	6,80 / 3,56	5,21 / 3,05	0,12 / 0,10
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	7,08 / 3,77	5,55 / 3,28	7,15 / 3,85	5,56 / 3,34	0,07 / 0,12

Примечание. В числителе 1-й укос, в знаменателе 2-й укос.

1-й укос: НСР₀₅ 0,56; НСР_{05(обработка)} 0,20; НСР_{05(удобрения)} 0,23.

2-й укос: НСР₀₅ 0,43; НСР_{05(обработка)} 0,14; НСР_{05(удобрения)} 0,30.

к контролю. По фону коренного улучшения получена прибавка 0,07 т/га. Увеличение дозы калия до 60 кг/га д.в. повышало урожайность сена по сравнению с дозой калия 45 кг/га д.в. на обоих фонах.

Внесение азотного удобрения в дозе 45 кг/га в дополнение к $P_{60}K_{45}$ более чем в 3 раза повышало урожайность сена 1-го укоса по сравнению с контролем, как при поверхностном, так и при коренном улучшении. Дальнейшее увеличение доз калия до 60 кг/га и 75 кг/га д.в. также увеличивало урожайность. Аналогичная тенденция наблюдалась при внесении N_{60} в дополнение к $P_{60}K_{60}$ и увеличении доз калия с 60 до 90 кг/га. Максимальная урожайность сена многолетних трав первого укоса независимо от способа обработки почвы была отмечена при применении полного минерального удобрения в дозе $N_{60}P_{60}K_{90}$ (соотношение N:K = 1:1,5).

Урожайность сена отавы в контрольном варианте при поверхностном и коренном способе улучшения лугов практически не различалась между собой и составила 0,49-0,51 т/га (табл. 1). Применение фосфорно-калийных удобрений в дозе $P_{60}K_{45}$ увеличивало урожайность сена 2-го укоса по отношению к контролю в 2,8 раза, как на фоне поверхностного улучшения, так и на фоне коренного. Внесение азота в составе полного минерального удобрения в дозе 45 кг/га д.в. повышало урожайность сена 2-го укоса. Прибавки по отношению к контролю составили 2,09-2,60 т/га. При увеличении дозы азота до 60 кг/га д.в. повышался и уровень урожайности сена. Также, как и в первом укосе, самая высокая урожайность сена отмечена при внесении $N_{60}P_{60}K_{90}$ (соотношение N:K = 1:1,5).

Проведение агротехнических и агрохимических мероприятий способствовало улучшению качественных показателей корма. Содержание сырого протеина в сене 1-го укоса в среднем за годы исследований в контроле на фоне поверхностного улучшения составило 10,11%, на фоне коренного – 10,25% (табл. 2). Фосфорно-калийные удобрения ($P_{60}K_{45}$) увеличивали содержание сырого протеина в сене на обоих изучаемых фонах. Дополнение фосфорно-калийного удобрения ($P_{60}K_{45}$) азотом в дозе 45 кг/га способствовало росту содержания сырого протеина в сене. Последовательно возрастающие дозы калия в составе $N_{45}P_{60}$ повышали содержание сырого протеина в сене многолетних трав как естественного, так и сеяных травостоев луговых трав. Так, содержание сырого протеина в варианте $N_{45}P_{60}K_{75}$ по сравнению с вариантом $N_{45}P_{60}K_{60}$ увеличилось на фоне поверхностного улучшения на 0,39%, а по сравнению с вариантом $N_{45}P_{60}K_{45}$ на 0,87%, на фоне коренного улучшения – на 0,37% и 0,87% соответственно. Повышение дозы фосфорно-калийных удобрений до $P_{60}K_{60}$ увеличивало содержание сырого протеина в сене по сравнению с вариантом $P_{60}K_{45}$ на фоне поверхностного улучшения до 11,60%, на фоне коренной обработки почвы – до 11,75%. Внесение азота в дозе 60 кг/га в дополнение к $P_{60}K_{60}$ увеличило содержание сырого протеина в сене многолетних трав на всех изучаемых травостоях. Возрастающие дозы калия на фоне $N_{60}P_{60}$ также приводили к увеличению содержания сырого протеина в сене многолетних трав. Самое высокое содержание сырого протеина в сене многолетних трав первого укоса в среднем за три года независимо

2. Влияние минеральных удобрений на качество сена многолетних трав 1-го укоса

Вариант	Сырой протеин, %	Клетчатка, %	Сырой жир, %	Каротин, мг/кг	Нитраты, мг/кг
Поверхностное улучшение					
Контроль	10,11	26,38	3,28	18,3	180
$P_{60}K_{45}$	10,30	27,86	3,46	18,9	212
$N_{45}P_{60}K_{45}$	14,11	28,56	3,70	25,4	236
$N_{45}P_{60}K_{60}$	14,59	30,47	3,82	28,6	244
$N_{45}P_{60}K_{75}$	14,98	29,36	3,93	30,4	248
$P_{60}K_{60}$	11,60	28,75	3,50	20,6	218
$N_{60}P_{60}K_{60}$	14,67	29,57	3,78	28,8	252
$N_{60}P_{60}K_{75}$	15,13	31,30	3,91	31,4	260
$N_{60}P_{60}K_{90}$	15,30	31,96	3,93	31,9	264
Коренное улучшение					
Контроль	10,25	27,28	3,30	18,7	186
$P_{60}K_{45}$	10,50	28,26	3,51	19,4	215
$N_{45}P_{60}K_{45}$	14,25	29,68	3,74	26,1	236
$N_{45}P_{60}K_{60}$	14,75	30,57	3,83	29,3	246
$N_{45}P_{60}K_{75}$	15,12	29,47	3,91	30,4	251
$P_{60}K_{60}$	11,75	29,05	3,53	20,8	218
$N_{60}P_{60}K_{60}$	14,75	30,75	3,82	29,3	253
$N_{60}P_{60}K_{75}$	15,37	31,35	3,90	31,4	267
$N_{60}P_{60}K_{90}$	15,56	32,06	3,96	32,3	275
НСР ₀₅	0,27	0,46	0,09	3,5	7
НСР ₀₅ (обработка)	0,09	0,15	0,03	1,2	2
НСР ₀₅ (удобрения)	0,19	0,33	0,07	2,5	5

от вида травостоя отмечено в варианте с внесением минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{90}$.

Проведение агротехнических мероприятий и внесение минеральных удобрений способствовало росту содержания в сене клетчатки, сырого жира, каротина. Наименьшие значения этих показателей отмечены на контроле, наибольшие – в варианте $N_{60}P_{60}K_{90}$ независимо от фона обработки почвы. Следует отметить, что на фоне коренного улучшения (двухъярусная вспашка) наблюдалось более высокое содержание жира, клетчатки и каротина в сене, чем при поверхностном улучшении.

Концентрация нитратного азота в сене многолетних трав 1 укоса находилась ниже предельно допустимого уровня, как на фоне поверхностного улучшения, так и на фоне коренного.

Самая высокая удельная активность корма отмечена в контрольном варианте – 3352 Бк/кг на фоне поверхностного улучшения и 2244 Бк/кг на фоне коренного улучшения (рис. 1). Внесение фосфорно-калийного удобрения $P_{60}K_{45}$ и $P_{60}K_{60}$ снижало удельную активность ^{137}Cs в сене многолетних трав при обработке дернины дисками в 7,0-9,6 раза, по фону двухъярусной вспашки от 6,1 до 9,1 раз по сравнению с контрольным вариантом. По уровню удельной активности полученный корм соответствовал нормативу (400 Бк/кг), однако уровень урожайности сена в этих вариантах был относительно невысоким.

Применение азотного удобрения в дозе N_{45} совместно с $P_{60}K_{45}$ повышало урожайность сена, но одновременно способствовало росту его удельной активности более чем в 2 раза относительно РК-фона независимо от способа обработки почвы. Применение калийного удобрения K_{60} и K_{75} в дополнение к $N_{45}P_{60}$ снижало удельную активность ^{137}Cs как по фону поверхностной обработки почвы,

так и по коренной по сравнению с вариантом $N_{45}P_{60}K_{45}$ в 1,6-3,0 и 1,7-3,1 раза соответственно. Полученные корма в варианте $N_{45}P_{60}K_{75}$ по удельной активности ^{137}Cs соответствовали нормативу (348 Бк/кг на фоне поверхностного улучшения, 256 Бк/кг на фоне коренного).

Применение фосфорно-калийного удобрения в дозе $P_{60}K_{60}$ понижало содержание ^{137}Cs в сене 1-го укоса в 1,3-1,5 раза по сравнению с вариантом $P_{60}K_{45}$ в зависимости от фона обработки почвы. Уровень удельной активности сена составил 348 Бк/кг на фоне поверхностного улучшения и 233 Бк/кг на фоне коренного.

Внесение азота в дозе N_{60} в дополнение к фосфорно-калийному удобрению $P_{60}K_{60}$ способствовало повышению удельной активности ^{137}Cs в сене многолетних трав по сравнению с вариантом $P_{60}K_{60}$ при поверхностной обработке почвы в 1,45 раза, по фону коренной обработки в 1,43 раза и составило 458 и 345 Бк/кг соответственно.

Применение последовательно возрастающих доз калия K_{75} и K_{90} в дополнение к $N_{60}P_{60}$ при соотношении N:K, равном 1:1,25 и 1:1,5 приводило к снижению удельной активности ^{137}Cs в сене многолетних трав в сравнении с вариантом $N_{60}P_{60}K_{60}$ с 302 до 251 Бк/кг на фоне поверхностного улучшения и с 292 до 243 Бк/кг на фоне коренного (в 1,5-1,8 и 1,2-1,5 раза соответственно).

В сене второго укоса многолетних трав (отава) содержание ^{137}Cs ниже, чем в сене первого укоса (рис. 2). Так, в контроле уровень его содержания в сене составил 3197 Бк/кг при обработке почвы дисками и 2172 Бк/кг при двухъярусной вспашке. Наибольшее влияние на размеры накопления радиоцезия в сене второго укоса оказали минеральные удобрения. Также, как и в первом укосе, азотные удобрения в составе полного минерального

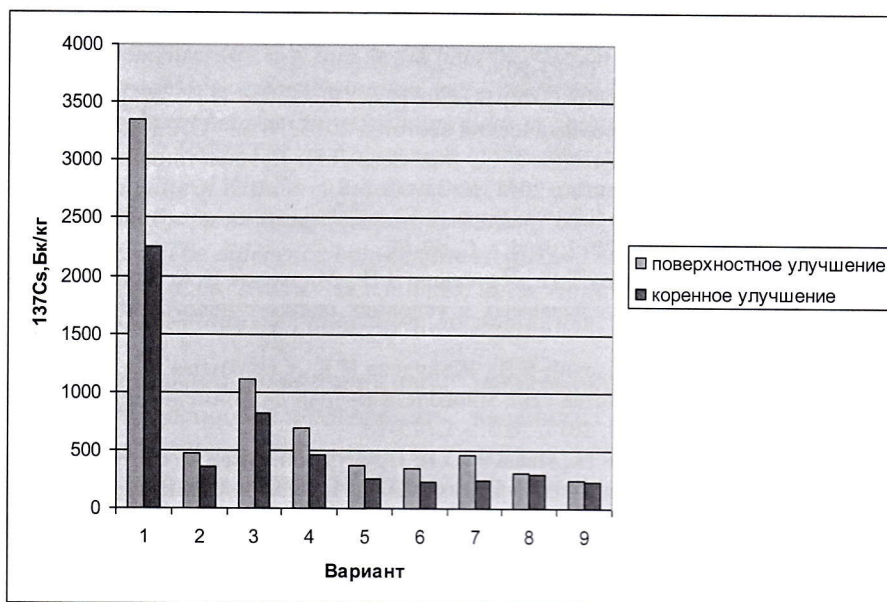


Рис. 1. Содержание ^{137}Cs в сене многолетних трав 1-го укоса

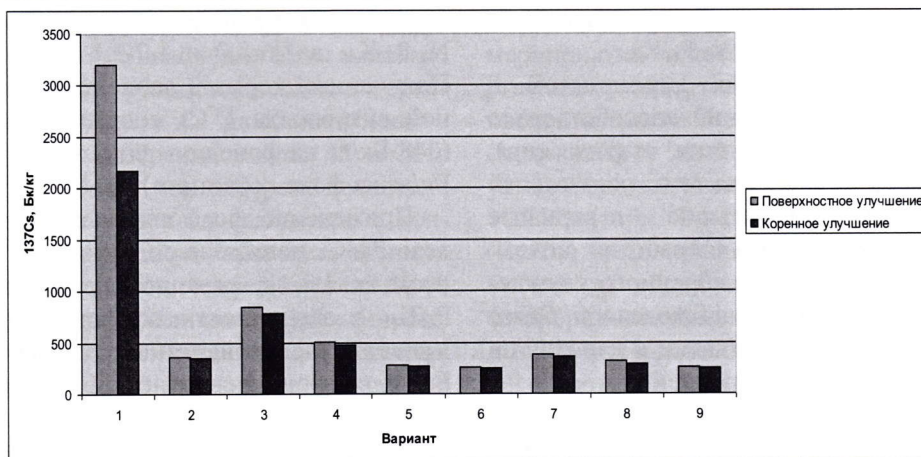


Рис. 2. Содержание ^{137}Cs в сене многолетних трав 2-го укоса

удобрения приводили к повышению содержания радиоцезия в корме, а последовательно возрастающие дозы калия снижали содержание ^{137}Cs в сене.

Таким образом, значительное влияние на урожайность сена 1-го и 2-го укосов оказали минеральные удобрения. Самую высокую урожайность сена обеспечивает внесение $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$. На фоне коренного улучшения действие минеральных удобрений было более эффективным. В первом укосе многолетних трав с ростом доз вносимых минеральных удобрений увеличивалось содержание сырого протеина, сырой золы, сырой клетчатки, сырого жира и каротина в корме. Наименьшие значения этих показателей отмечены на контроле, наибольшие в варианте $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$ на обоих изучаемых фонах. Концентра-

ция нитратного азота в сене многолетних трав 1-го укоса находилась ниже предельно допустимого уровня.

В первом и втором укосах многолетних трав азотные удобрения в составе NPK способствовали увеличению удельной активности сена. Снижение концентрации ^{137}Cs в сене обуславливало применение калийных удобрений в последовательно возрастающих дозах. Выращивание экологически безопасных грубых кормов с удельной активностью ^{137}Cs , не превышающей 400 Бк/кг на фоне агротехнических приемов при двухукосном использовании травостоев возможно в случае применения минерального удобрения в дозе $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$.

Литература

1. Шпаков А.С., Гришина Н.В. Устойчивая продуктивность кормовых культур в Центральном районе // Кормопроизводство, 2008, № 11. – С. 20-22.
2. Дьяченко В.В., Дронов А.В., Дьяченко О.В. Высокоурожайные бобово-мятликовые травосмеси для агроклиматических условий юго-западной части Центрального региона // Земледелие, 2016, № 7. – С. 31-35.
3. Шаповалов В.Ф., Плющиков В.Г., Белоус Н.М., Курганов А.А. Разработка комплекса мероприятий по коренному улучшению естественных кормовых угодий, загрязненных радионуклидом цезий-137 // Вестник РУДН. Серия «Агрономия и животноводство», 2014, № 1. – С. 13-20.
4. Смольский Е.В., Харкевич Л.П., Чесалин С.Ф., Божин И.А., Бокатуро Н.Н. Эффективность мероприятий по улучшению продуктивности сенокосов // Агрохимический вестник, 2015, № 5. – С. 25-28.
5. Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Л.П. Лугопастбищные экосистемы в биосфере и сельском хозяйстве России // Кормопроизводство, 2011, № 3. – С. 5-8.
6. Трофимова Л.С., Кулаков В.А. Управление травяными экосистемами из многолетних трав // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук, 2012, № 4. – С. 67-69.
7. Шаповалов В.Ф., Белоус Н.М., Малявко Т.П., Харкевич Л.П., Маркелов О.А. Продуктивность одновидовых и смешанных посевов многолетних трав, возделываемых в условиях радиоактивного загрязнения // Кормопроизводство, 2015, № 5. – С. 17-21.
8. Харкевич Л.П., Шаповалов В.Ф., Смольский Е.В., Жолудева Н.К., Сердюкова К.А. Влияние удобрений и агротехнологических мероприятий при производстве сена многолетних трав на пойменном лугу в условиях радиоактивного загрязнения // Агрохимический вестник, 2017, № 3. – С. 15-18.
9. 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. – С. 29-31.
10. Белоус Н.М., Шаповалов В.Ф., Смольский Е.В., Чесалин С.Ф. Радиационная оценка применения минеральных удобрений на естественных кормовых угодьях // Проблемы агрохимии и экологии, 2013, № 1. – С. 9-15.
11. Харкевич Л.П., Белоус Н.М., Смольский Е.В., Чесалин С.Ф. Воздействие агротехнических и агрохимических мероприятий на урожайность многолетних трав и плодородие почвы // Плодородие, 2013, № 4. – С. 25-27.