

Литература

1. Клечковский В.М. О поведении радиоактивных продуктов деления в почвах, их поступлении в растения и накоплении в урожае. - М.: Изд-во АН СССР, 1956.
2. *Radioactivity and Human Diet*. Ed. by R.S.Russell, Oxford, Pergamon Press, 1966.

3. Fesenko S., Jacob P., Ulanovsky A., Chupov A., Bogdevich I., Sanzharova N., Kashparov V., A. Panov A., Zhuchenko Yu. Justification of remediation strategies in the long term after the Chernobyl accident // Journal of Environmental Radioactivity, 2013. Vol. 119. - P. 30-47.
4. *Руководство по применению контролер в сельском хозяйстве в случае аварийного выброса радионуклидов в окружающую среду*. - МАГАТЭ, Вена, 1994, IAEA – TECDOC-745, ISSN 1011-4289.

MEASURES FOR THE AGRICULTURAL AND AGROCHEMICAL REHABILITATION OF RADIOACTIVELY CONTAMINATED AREAS

R.M. Aleksakhin

**Research Institute of Agricultural Radiology and Agroecology, Russian Academy of Sciences,
Kievskoe sh. 109 km, Obninsk, Kaluga oblast, 249032 Russia**

УДК 631.8:633.2.03:539



СИСТЕМА УДОБРЕНИЯ ПОЛЕВОГО И ЛУГОВОГО КОРМОПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ

**Н.М. Белоус, д.с.-х.н.; В.Ф. Шаповалов, д.с.-х.н.;
Е.В. Смольский, к.с.-х.н.; Брянский ГАУ**

Проведены исследования на радиоактивно загрязненной территории по эффективности применения различных систем удобрения при производстве кормов на полевых и луговых угодьях. Установлено, что калийные и фосфорно-калийные удобрения снижают удельную активность корма и переход ^{137}Cs по пищевой цепи. Азотные удобрения повышают продуктивность кормовых угодий, но увеличивают переход ^{137}Cs из почвы в корма. Высокие дозы калийных удобрений нивелируют действие азотных. Для получения кормов и продукции животноводства с луговых угодий с допустимым содержанием ^{137}Cs необходимо применять полное минеральное удобрение в дозе $\text{N}_{120}\text{P}_{60}\text{K}_{180}$.

Ключевые слова: минеральные удобрения, кормовые угодья, продуктивность, радиоактивное загрязнение, корма.

Повышение эффективности кормопроизводства - один из первостепенных условий стабилизации агропромышленного комплекса страны [1]. При этом главными факторами удовлетворения возрастающих потребностей общества в продуктах питания становятся рациональное использование земельных ресурсов и расширенное воспроизводство плодородия почв [2-4]. Особую актуальность эти факторы приобретают в условиях радиоактивного загрязнения агросферы, когда существование региона связано с развитием территории, загрязненной долгоживущими искусственными радионуклидами [5-8].

Несмотря на существенное улучшение радиационной обстановки, до сих пор не удалось полностью решить проблему обеспечения населения и КРС безопасными молоком и кормами [9-12]. Риск получения продукции животноводства и кормопроизводства, не соответствующей принятым нормативам, при ведении как общественного

хозяйствования, так и личного, по некоторым видам кормов достигает 50% [13].

Методика. Применение систем удобрения как основы ведения кормопроизводства в условиях радиоактивного загрязнения территории отрабатывали в полевых и луговых опытных участках Новозыбковского района Брянской области в 2009-2015 г.

Почва полевого опыта по возделыванию кормовых культур на зеленую массу - дерново-подзолистая песчаная. Агрохимическая характеристика: гумус - 1,3-1,5%, pH_{KCl} - 5,5-5,8, P_2O_5 - 247-294 мг/кг, K_2O - 37-67 мг/кг. Плотность загрязнения ^{137}Cs колебалась от 820 до 850 кБк/м².

Почва полевого опыта по возделыванию кормовых культур на сено - дерново-подзолистая песчаная. Агрохимическая характеристика: гумус - 1,5-1,7%, pH - 5,5-5,8, P_2O_5 - 155-180 мг/кг, K_2O - 80-120 мг/кг. Плотность загрязнения ^{137}Cs колебалась от 335 до 385 кБк/м².

Почва лугового опыта по возделыванию кормовых культур на зеленую массу и сено - аллювиальная песчаная. Агрохимическая характеристика: гумус - 3,08-3,33%, pH - 5,2-5,6, P_2O_5 - 620-840 мг/кг, K_2O - 133-180 мг/кг. Плотность загрязнения ^{137}Cs колебалась от 559 до 867 кБк/м².

Схема полевого опыта по возделыванию кормовых культур на зеленую массу включала одновидовые посева люпина желтого (сорт Престиж), овса (сорт Скакун), райграса однолетнего (сорт Изорский), суданской травы (сорт Кинельская 100), проса посевного (сорт Квартет). Система удобрения представлена тремя фонами: контроль (без удобрений), K_{180} , K_{210} . Применяли удобрения под предпосевную культивацию. Площадь опытной делянки 170 м², повторность трехкратная, размещение делянок систематическое. Учет укосного урожая зеленой массы люпина желтого проводили в фазе си-

зоблестящего боба, мятликовых культур – в фазе выхода в трубку - начала выметывания.

Схема полевого опыта по возделыванию кормовых культур на сено включала одновидовые посевы люцерны изменчивой (сорт Сарга), тимopheевки луговой (сорт Марусинская 297), костреца безостого (Моршанский 760), а также травосмеси люцерны с тимopheевкой и люцерны с кострцом при соотношении компонентов: 60% – бобовые и 40% – мятликовые. Система удобрения представлена пятью фонами удобрений: контроль (без удобрений), $P_{60}K_{120}$; $P_{60}K_{150}$; $P_{60}K_{180}$; $P_{60}K_{210}$. Площадь опытной делянки 30 м². Повторность вариантов трехкратная, размещение систематическое. На сено

люцерну убирали в фазе бутонизации - начала цветения, мятликовые травы — в фазе выхода в трубку - начала выметывания, травосмеси — убирали в фазе бутонизации - начала цветения люцерны.

Естественный травостой пойменного луга представлен мятликовыми травами (рис.). Система удобрения включала следующие варианты: контроль (без удобрений), $P_{60}K_{90}$; $P_{60}K_{120}$; $N_{90}P_{60}K_9$; $N_{90}P_{60}K_{12}$; $N_{90}P_{60}K_{15}$; $N_{120}P_{60}K_{12}$; $N_{120}P_{60}K_{15}$; $N_{120}P_{60}K_{180}$. Площадь посевной делянки 63 м², уборочной – 24 м², повторность вариантов опыта трехкратная.

Применяли аммиачную селитру, простой гранулированный суперфосфат, калий хлористый.



Рис. Пойменный луг опытного участка

Учет урожая зеленой массы проводили сплошным поделяночным методом при помощи скашивания травостоя косилкой Е-302 и последующего взвешивания. Урожайность сена определяли путем высушивания зеленой массы с 1 м² до воздушно-сухого состояния [14].

Удельную активность ¹³⁷Cs в исследуемых растительных образцах устанавливали на комплексе универсальном спектрометрическом УКС Гамма Плюс (НИИ «Доза», Россия), аппаратная ошибка измерений не превышала 30 % [15].

Вынос ¹³⁷Cs с урожаем вычисляли как произведение урожайности зеленой массы или сена кормовых культур на удельную активность ¹³⁷Cs в корме.

Кратность снижения ¹³⁷Cs рассчитывали как отношение удельной активности ¹³⁷Cs в кормах, полученных без применения удобрений, к удельной активности ¹³⁷Cs в кормах, полученных с применением удобрений.

Удельную активность молока и мяса рассчитывали как произведение суточного поступления корма (зеленая масса 50 кг, сено 5 кг), удельной активности корма и равновесного коэффициента перехода радионуклида в продукцию животноводства [16].

Результаты и их обсуждение. При возделывании сельскохозяйственных культур на зеленую массу в одновидовых посевах наиболее высокой урожайностью характеризуется желтый люпин. Урожайность его в зависимости от доз удобрения составляла от 23,3 до 26,6 т/га. Урожайность зеленой массы мятликовых кормовых культур была ниже по сравнению с желтым люпином (табл. 1).

Самый низкий урожай зеленой массы формировал райграс однолетний. Наиболее высокий урожай среди мятликовых кормовых имела суданская трава. Урожайность её по вариантам опыта изменялась от 15,7

до 17,3 т/га. Урожайность зеленой массы овса и проса в сравнении с суданской травой ниже. Калийные удобрения в целом слабо влияли на изменение уровня урожайности кормовых культур.

1. Действие систем удобрения на продуктивность полевого кормового угодья и миграцию ¹³⁷Cs по цепи почва–корм–продукция животноводства (среднее за 2011-2014 г.)

Вариант опыта	Урожайность зеленой массы, т/га	Удельная активность ¹³⁷ Cs в кормах, Бк/кг	Вынос с урожаем, кБк/га	Кратность снижения ¹³⁷ Cs, раз	Удельная активность ¹³⁷ Cs	
					в молоке, Бк/л	в мясе, Бк/кг
<i>Люпин желтый</i>						
Контроль	23,3	170	3949	–	85	339
K ₁₈₀	25,6	89	2266	1,9	44	177
K ₂₁₀	26,6	69	1822	2,5	34	137
<i>Овёс</i>						
Контроль	8,0	61	486	–	30	121
K ₁₈₀	11,2	36	400	1,7	18	71
K ₂₁₀	12,3	26	315	2,4	13	51
<i>Райграс однолетний</i>						
Контроль	5,7	68	390	–	34	137
K ₁₈₀	7,7	48	371	1,4	24	96
K ₂₁₀	8,7	29	251	2,4	14	58
<i>Суданская трава</i>						
Контроль	15,7	59	919	–	29	117
K ₁₈₀	16,3	45	739	1,3	23	91
K ₂₁₀	17,3	31	544	1,9	16	63
<i>Просо</i>						
Контроль	14,1	72	1017	–	36	144
K ₁₈₀	14,9	44	662	1,6	22	89
K ₂₁₀	16,7	28	459	2,6	14	55

Наибольшая удельная активность ¹³⁷Cs выявлена в зеленой массе желтого люпина в контрольном варианте. Она составляла 170 Бк/кг при нормативе 100 Бк/кг [17] (табл. 1).

Применение возрастающих доз калийных удобрений снижает удельную активность корма до нормативного уровня. В зеленой массе мятликовых кормовых культур в зависимости от видового состава удельная активность ¹³⁷Cs изменялась от 26 до 72 Бк/кг, т.е. соответствовала нормативу. Внесение калия в дозах от K₁₈₀ до K₂₁₀ снижало удельную активность ¹³⁷Cs в зеленой массе всех культур в 1,4-2,6 раза. Наибольший вынос последнего с урожаем отмечен в контрольном варианте, с увеличением доз калийных удобрений миграция из почвы ¹³⁷Cs в продукцию кормопроизводства снижалась.

При скормливание молочному скоту полученной зеленой массы кормовых культур не более 50 кг/сут, молоко будет соответствовать требованиям норматива - не более 100 Бк/л [18]. Для получения мяса, соответствующего нормативу, - не более 160 Бк/кг [18] необходимо скормливать не более 50 кг/сут зеленого корма мятликовых трав, а также зеленой массы люпина при использовании калийных удобрений в дозе K₂₁₀ и больше.

Урожайность сена кормовых культур в полеводческом кормопроизводстве на контроле варьировала от 3,40 до 7,26 т/га в зависимости от биологических особенностей выращиваемых культур. Смешанные посевы, по сравнению с одновидовыми, формировали больше сена (табл. 2).

Внесение фосфорно-калийных удобрений в дозе P₆₀K₁₂₀ способствовало росту урожайности как одновидовых посевов от 0,45 до 1,08 т/га в зависимости от вида трав, так и смешанных посевов от 0,97 до 1,16 т/га.

При последовательном увеличении дозы калийных удобрений (K₃₀, K₆₀, и K₉₀) в составе фосфорно-калийных (P₆₀K₁₂₀) отмечали тенденцию к повышению урожайности. Выявили, что увеличение соотношения калия к фосфору в фосфорно-калийных удобрениях при возделывании как одновидовых, так и смешанных посевов дает положительный эффект. Максимальная продуктивность во всех вариантах опыта в 1,45-1,86 раза больше, чем на контроле; она получена при внесении P₆₀K₂₁₀.

Наибольшая отзывчивость на фосфорно-калийные удобрения выявлена в одновидовых посевах люцерны посевной, при улучшении обеспеченности этими элементами питания урожайность существенно возрастала - в 1,9 раза.

2. Действие удобрений на продуктивность полевого кормового угодья и миграцию ¹³⁷Cs по цепи почва–корм–продукция животноводства (среднее за 2011-2014 г.)

Вариант опыта	Урожайность сена, т/га	Удельная активность ¹³⁷ Cs в кормах, Бк/кг	Вынос с урожаем, кБк/га	Кратность снижения ¹³⁷ Cs, раз	Удельная активность ¹³⁷ Cs	
					в молоке, Бк/л	в мясе, Бк/кг
<i>Люцерна посевная</i>						
Контроль	5,56	386	2146	–	19	77
P ₆₀ K ₁₂₀	6,64	246	1633	1,6	12	49
P ₆₀ K ₁₅₀	7,51	192	1442	2,0	10	38
P ₆₀ K ₁₈₀	9,21	142	1308	2,7	7	28
P ₆₀ K ₂₁₀	10,36	103	1067	3,8	5	21
<i>Кострец безостый</i>						
Контроль	3,95	256	1011	–	13	51
P ₆₀ K ₁₂₀	4,4	136	598	1,9	7	27
P ₆₀ K ₁₅₀	4,89	94	460	2,7	5	19
P ₆₀ K ₁₈₀	5,24	77	403	3,3	4	15
P ₆₀ K ₂₁₀	5,73	55	315	4,7	3	11
<i>Тимофеевка луговая</i>						
Контроль	3,4	239	813	–	12	48
P ₆₀ K ₁₂₀	4,17	107	446	2,2	5	21
P ₆₀ K ₁₅₀	4,61	141	650	1,7	7	28
P ₆₀ K ₁₈₀	5,13	83	426	2,9	4	17
P ₆₀ K ₂₁₀	5,61	69	387	3,5	3	14
<i>Люцерна + кострец безостый</i>						
Контроль	7,26	315	2287	–	16	63
P ₆₀ K ₁₂₀	8,23	197	1621	1,6	10	39,4
P ₆₀ K ₁₅₀	9,00	133	1197	2,4	7	26,6
P ₆₀ K ₁₈₀	9,89	91	900	3,5	5	18,2
P ₆₀ K ₂₁₀	11,10	80	888	3,9	4	16
<i>Люцерна + тимофеевка луговая</i>						
Контроль	6,77	291	1970	–	15	58
P ₆₀ K ₁₂₀	7,93	207	1642	1,4	10	41
P ₆₀ K ₁₅₀	8,86	111	983	2,6	6	22
P ₆₀ K ₁₈₀	9,93	75	745	3,9	4	15
P ₆₀ K ₂₁₀	10,66	40	426	7,3	2	8

Примечание. Урожайность в сумме за 2 укоса, т/га, удельная активность в среднем за 2 укоса, Бк/кг

Наибольшая удельная активность ¹³⁷Cs в одновидовых посевах выявлена в сене люцерны в контрольном варианте; она составляет 386 Бк/кг при нормативе 400 Бк/кг [17] (табл. 2). В сене одновидовых посевов мятликовых трав и в смешанных посевах удельная активность ¹³⁷Cs была ниже, чем в сене люцерны. Применение возрастающих доз калийных удобрений при совместном внесении с фосфорными удобрениями снижает

удельную активность корма в 1,6-3,9 раза в зависимости от состава травостоя.

Наибольший вынос ^{137}Cs с урожаем был в контрольном варианте, с увеличением доз калия в составе фосфорно-калийных удобрений снижалась миграция ^{137}Cs из почвы в сено.

При скармливании молочному и мясному скоту полученного сена кормовых культур не более 5 кг/сут молоко и мясо будут соответствовать требованиям норматива.

Естественный травостой пойменного луга представлен следующими видами мятликовых трав: овсяница луговая – 30%, лисохвост луговой – 50, тимофеевка луговая – 20%. Урожайность зеленой массы и сена естественного травостоя в сумме за два укоса составила, соответственно, 6,59 и 1,63 т/га (табл. 3).

Применение возрастающих доз калийных удобрений в составе фосфорно-калийных увеличивало урожайность зеленой массы и сена до 2,7 раз по сравнению с контролем.

При внесении азотных удобрений в дозе N_{90} совместно с $\text{P}_{60}\text{K}_{90}$ увеличивался сбор зеленой массы и сена в 1,5 раза по сравнению с $\text{P}_{60}\text{K}_{120}$. Повышение дозы калийных удобрений до K_{150} в составе $\text{N}_{90}\text{P}_{60}$ способствовало росту урожайности зеленой массы и сена в 1,1 раз по сравнению с $\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$.

3. Действие удобрений на продуктивность лугового кормового угодья и миграцию ^{137}Cs по цепи почва–корм–продукция животноводства

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Удельная активность ^{137}Cs в кормах, Бк/кг	Вынос с урожаем, кБк/га	Кратность снижения ^{137}Cs , раз	Удельная активность ^{137}Cs	
					в молоке, Бк/л	в мясе, Бк/кг
<i>Зеленая масса</i>						
Контроль	6,59	1169	7704	–	585	2338
$\text{P}_{60}\text{K}_{90}$	15,43	143	2206	8,2	72	286
$\text{P}_{60}\text{K}_{120}$	17,50	111	1943	10,5	56	222
$\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$	26,93	311	8375	3,8	156	622
$\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$	28,09	250	7023	4,7	125	500
$\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{150}$	29,57	140	4140	8,4	70	280
$\text{N}_{120}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$	33,39	167	5576	7,0	84	334
$\text{N}_{120}\text{P}_{60}\text{K}_{150}$	34,44	94	3237	12,4	47	188
$\text{N}_{120}\text{P}_{60}\text{K}_{180}$	37,77	74	2795	15,8	37	148
<i>Сено</i>						
Контроль	1,63	3276	5340	–	164	655
$\text{P}_{60}\text{K}_{90}$	3,73	456	1701	7,2	23	91
$\text{P}_{60}\text{K}_{120}$	4,35	346	1505	9,5	17	69
$\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$	6,57	1309	8600	2,5	65	262
$\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$	6,86	786	5392	4,2	39	157
$\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{150}$	7,50	400	3000	8,2	20	80
$\text{N}_{120}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$	8,00	505	4040	6,5	25	101
$\text{N}_{120}\text{P}_{60}\text{K}_{150}$	8,68	355	3081	9,2	18	71
$\text{N}_{120}\text{P}_{60}\text{K}_{180}$	9,1	263	2393	12,5	13	53

Примечание. Урожайность в сумме за 2 укоса, т/га (среднее за 2009-2015 г.), удельная активность в среднем за 2 укоса, Бк/кг (среднее за 2009-2014 г.)

С увеличением дозы азотных удобрений до N_{120} совместно с $\text{P}_{60}\text{K}_{120}$ возрастала урожайность зеленой массы и сена в 1,2 раза по сравнению с $\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$. Увеличение калийных удобрений до K_{180} в составе $\text{N}_{120}\text{P}_{60}$ увеличивало урожайность зеленой массы и сена в 1,1 раз по сравнению с $\text{N}_{120}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$. Главным фактором повышения продуктивности кормовых угодий были азотные удобрения.

Применение минеральных удобрений способствует значительному снижению поступления ^{137}Cs в растения из

почвы. Так, в контрольном варианте на естественном травостое удельная активность зеленой массы и сена многолетних трав в среднем за два укоса составила, соответственно, 1169 и 3276 Бк/кг, что превышает нормативный показатель в 11,7 и 8,2 раза (см. табл. 3).

Внесение азотных удобрений в дозе N_{90} совместно с $\text{P}_{60}\text{K}_{90}$ увеличивало удельную активность зеленой массы и сена, соответственно, в 2,8 и 3,7 раза по сравнению с $\text{P}_{60}\text{K}_{120}$. Увеличение калийных удобрений до K_{150} в составе $\text{N}_{90}\text{P}_{60}$ снижало удельную активность как зеленой массы, так и сена. Однако корм не соответствовал нормативному требованию.

Получение корма, соответствующего нормативу, возможно при применении полного минерального удобрения в дозах $\text{N}_{120}\text{P}_{60}\text{K}_{150}$ и $\text{N}_{120}\text{P}_{60}\text{K}_{180}$.

Наибольший вынос ^{137}Cs с урожаем отмечен в варианте с применением азотных удобрений в дозе N_{90} при соотношении с калийными 1:1, с увеличением доз калийных удобрений снижалась миграция из почвы ^{137}Cs в продукцию кормопроизводства.

Внесение минеральных удобрений в дозе $\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ снижало удельную активность ^{137}Cs в зеленой массе и сене, соответственно, в 8,2 и 7,2 раза, но корм не соответствовал нормативным требованиям. Применение минеральных удобрений в дозе $\text{P}_{60}\text{K}_{120}$ снижало удельную активность сена до нормативного уровня, зеленая масса ему не соответствовала.

Удельная активность ^{137}Cs в молоке и мясе в контрольном варианте превышает нормативный показатель, соответственно, в 5,9 и 14,6 раза при скармливании зеленой массы и в 1,6 и 4,1 раза при скармливании сена.

Получение молока и мяса, соответствующих нормативным требованиям, обеспечивается кормлением скота зеленой массой с пойменного луга при использовании минеральных удобрений: для молока - в дозах $\text{P}_{60}\text{K}_{90}$, $\text{P}_{60}\text{K}_{120}$, $\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{150}$, $\text{N}_{120}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$, $\text{N}_{120}\text{P}_{60}\text{K}_{150}$ и $\text{N}_{120}\text{P}_{60}\text{K}_{180}$, для мяса - в дозе $\text{N}_{120}\text{P}_{60}\text{K}_{180}$.

Кормление скота сеном пойменного луга с использованием при выращивании трав минеральных удобрений в исследуемых дозах обеспечивает получение молока и мяса, соответствующего нормативным требованиям. Для получения мяса, соответствующего нормативным требованиям, на луга вносят минеральные удобрения в дозах $\text{P}_{60}\text{K}_{90}$, $\text{P}_{60}\text{K}_{120}$, $\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$, $\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{150}$, $\text{N}_{120}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$, $\text{N}_{120}\text{P}_{60}\text{K}_{150}$ и $\text{N}_{120}\text{P}_{60}\text{K}_{180}$.

Заключение. Исследованиями установлено, что при ведении полевого и лугового кормопроизводства в условиях радиоактивного загрязнения сельскохозяйственных угодий необходимо отдавать предпочтение кормовым культурам, которые в наименьшей степени накапливают радионуклиды. Выявлено, что бобовые культуры накапливают ^{137}Cs в своей биомассе больше, чем мятликовые. Применение калийных и фосфорно-калийных удобрений снижает удельную активность корма и переход ^{137}Cs по пищевой цепи. Азотные удобрения повышают продуктивность кормовых угодий, но увеличивают переход ^{137}Cs из почвы в корма. Высокие дозы калийных удобрений нивелируют действие азотных удобрений. Для получения кормов для животноводства с луговых угодий с допустимым содержанием ^{137}Cs необходимо применять полное минеральное удобрение в дозе $\text{N}_{120}\text{P}_{60}\text{K}_{180}$.

Литература

1. Косолапов В.М. Современное кормопроизводство - основа успешного развития АПК и продовольственной безопасности России // Земледелие. – 2009. – № 6. – С. 3–5.
2. Сычев В.Г., Шафран С.А. Агрохимические свойства почв и эффективность минеральных удобрений. - М.: ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, 2013. – 296 с.
3. 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 (73). – С. 25–27.
4. Бельченко С.А., Ториков В.Е., Шаповалов В.Ф., Белоус И.Н. Технологии возделывания кормовых культур в условиях радиоактивного загрязнения и их влияние на содержание тяжелых металлов и цезия - 137 // Вестник Брянской ГСХА. – 2016. - № 2 (54). – С. 58–67.
5. Алексин Р.М., Лунёв М.И. Техногенное загрязнение сельскохозяйственных угодий (исследования, контроль и реабилитация территорий) // Плодородие. – 2011. – №3. – С. 32–35.
6. Харкевич Л.П., Белоус И.Н., Анишина Ю.А. Реабилитации радиоактивно загрязненных сенокосов и пастбищ. - Брянск: Брянская ГСХА, 2011. – 211 с.
7. Подольяк А.Г., Тимофеев С.Ф., Гребенщикова Н.В., Арастович Т.В., Жданович В. Прогнозирование накопления ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в травостоях основных типов лугов Белорусского Полесья по агрохимическим свойствам почв // Радиационная биология. Радиозоология. – 2005. – Т. 45. – № 1. - С. 100–11.
8. Белоус И.Н., Харкевич Л.П., Шаповалов В.Ф. Влияние удобрений и обработки почвы на миграцию ¹³⁷Cs в почве кормовых угодий // Земледелие. – 2012. – №8. – С. 8–10.
9. Белоус Н.М., Шаповалов В.Ф., Смольский Е.В., Чесалин С.Ф. Ра-

- диационная оценка применения минеральных удобрений на естественных кормовых угодьях // Проблемы агрохимии и экологии. – 2013. – № 1. – С. 9–15.
10. Prosyannikov E.V., Silaev A.L., Koshelev I.A. Specific ecological features of ¹³⁷Cs behavior in river floodplains // Russian Journal of Ecology. – 2000. – Т. 31. – №2. – Р. 132–135.
11. Корнев В.Б., Воробьева Л.А., Белоус И.Н. Урожайность кормовых и зерновых культур и накопление ¹³⁷Cs в зависимости от внесения возрастающих доз калийных удобрений // Вестник Брянской ГСХА. – 2013. – №5. – С. 3–6.
12. Белоус Н.М., Сидоров И.И., Смольский Е.В., Чесалин С.Ф., Дробышевская Т.В. Риск получения молока и кормов, не соответствующих нормативам по содержанию цезия-137, в условиях юго-запада Брянской области // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т.30. – №5. – С. 75–77.
13. Методика опытов на сенокосах и пастбищах. - М.: ВНИИ кормов им. В.П. Вильямса, 1971. Ч. 2. - 176 с.
14. Методические указания по определению естественных радионуклидов в почвах и растениях. - М.: ЦИНАО, 1985. - 20 с.
15. Фокин А.Д., Лурье А.А., Торшин С.П. Сельскохозяйственная радиология: учебник. 2-е изд., перераб. и доп. СПб.: Лань, 2011. – 416 с.
16. Ветеринарно-санитарные требования к радиационной безопасности кормов, кормовых добавок, сырья кормового. Допустимые уровни содержания радионуклидов ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs. Ветеринарные правила и нормы. ВП 13.5.13/06-01 // Ветеринар. патология. - 2002. - №4. - С. 44–45.
17. Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов: Санитарно-эпидемиологические правила и нормы СанПиН 2.3.2.1078-01. - М.: Минздрав РФ, 2002. - 164 с.

FERTILIZING SYSTEM OF FIELD AND MEADOW FORAGE PRODUCTION IN RADIOACTIVELY CONTAMINATED AREAS

**N.M. Belous, V.F. Shapovalov, E.V. Smolsky, Bryansk State Agricultural University
ul. Sovetskaya 2a, Kokino, Vygonichsky district, Bryansk oblast, 243365 Russia,
E-mail: bgsha@bgsha.com**

The efficiency of different fertilizing systems in the production of forage on field and meadow lands under radioactive contamination has been studied. It is established that the use of potash and phosphorus-potassium fertilizers reduces the specific activity of forage and the transfer of ¹³⁷Cs in the food chain. Nitrogen fertilizers increase the productivity of fodder lands, as well as the transfer of ¹³⁷Cs from the soil to forage. High doses of potash level the effect of nitrogen fertilizers. On meadow lands, it is necessary to apply the complete mineral fertilizer N₁₂₀P₆₀K₁₈₀ to obtain forage and livestock products with permissible contents of ¹³⁷Cs.

Keywords: mineral fertilizers, fodder lands, productivity, radioactive pollution, forage.

ИННОВАЦИОННЫЕ РЕГУЛЯТОРЫ РОСТА РАСТЕНИЙ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ



**О.Г. Сняшин, акад. РАН;
О.А. Шаповал, д.с.-х.н., ВНИИА;**

**М.М. Шулаева, к.х.н.,
Институт органической и
физической химии КазНЦ РАН**



Эффективность сельскохозяйственного производства сегодня в значительной мере определяется степенью использования достижений научно-технического прогресса. Основой его является научно-исследовательская и инновационная деятельность, направленная на получение, распространение и использование новых знаний и технических решений в сельском хозяйстве (Ефремов, 2014).

Среди всех инновационных достижений в сельском хозяйстве этим критериям больше всего удовлетворяют регуляторы роста растений. Созданные на основе пе-

редовых научных достижений в химии, биологии, физиологии растений, биохимии, знаний о росте и развитии растений регуляторы роста растений обладают широким спектром физиологической активности, безопасным для человека и окружающей среды. Низкие нормы расхода и возможность управления процессами роста и развития растений определяют перспективность более широкого применения регуляторов роста в сельскохозяйственном производстве. Регуляторы роста растений должны пользоваться не меньшим