

УДК 631.438:633.2/3

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПРИ УЛУЧШЕНИИ РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЁННЫХ ПОЙМЕННЫХ КОРМОВЫХ УГОДИЙ В ОТДАЛЁННЫЙ ПЕРИОД ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧАЭС

БОКАТУРО Н. Н.

ПОЦЕПАЙ С. Н.

БЕЛОУС Н. М., доктор сельскохозяйственных наук

ХАРКЕВИЧ Л. П., доктор сельскохозяйственных наук

СМОЛЬСКИЙ Е. В., кандидат сельскохозяйственных наук

ШАПОВАЛОВ В. Ф., доктор сельскохозяйственных наук

БЕЛЬЧЕНКО С. А., доктор сельскохозяйственных наук

ФГБОУ ВО «Брянский ГАУ»

243365, Россия, Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кокино, ул. Советская, д. 2а

E-mail: bgsha@bgsha.com

В статье представлены результаты исследований эффективности использования агротехнических приёмов в комплексе с агрохимическими мероприятиями для получения зелёных и грубых кормов (сена), соответствующих санитарно-гигиеническому нормативу удельной активности в них  $^{137}\text{Cs}$ . Исследования проводились в Новозыбковском районе Брянской области в 2014–2016 годах в стационарном опыте на участке, заложенном в 1994 году, в центральной пойме р. Ипуть. Плотность загрязнения почвы цезием-137 в период проведения исследований составляла в среднем 559–867 кБк/м<sup>2</sup>. Сеяный агроценоз был представлен следующими видами многолетних трав: овсяница луговая (6 кг/га), лисохвост луговой (5 кг/га), двукосточник тростниковый (7 кг/га). Система обработки почвы включала поверхностную обработку почвы (дискование бороной БДФ-2,4) и коренное улучшение (вспашку двухъярусным плугом ПЯ-40 на глубину 40 см). Удобрения в опыте вносили дробно: 1/2 дозы азотных и калийных удобрений и полная доза фосфорных удобрений — под первый укос и 1/2 дозы азотных и калийных удобрений — под второй укос. Миграция цезия-137 по пищевой цепи зависела от агротехнических и агрохимических приёмов. Наиболее значимый эффект получен при коренном улучшении луга (вспашке двухъярусным плугом). Проведён расчёт миграции  $^{137}\text{Cs}$  по пищевой цепи (из кормов — в молоко, мясо). Применение минерального удобрения при соотношении N:K, равном 1:1,5, независимо от обработки почвы позволяло снизить удельную активность цезия-137 в продукции животноводства и внутреннюю дозу облучения человека до уровней, соответствующих нормативу радиационной безопасности.

**Ключевые слова:** способы обработки почвы, минеральные удобрения, агроландшафты,  $^{137}\text{Cs}$ , зелёная масса, сено, молоко, мясо, доза внутреннего облучения.

Существенным источником разнообразных кормов для сельскохозяйственных животных служат кормовые агроландшафты, обладающие большим биоразнообразием и различной степенью естественного плодородия и продуктивности (Шаповалов, 2014). В России более 2/3 площадей естественных кормовых угодий относятся к категории низкопродуктивных и мелиоративно неустроенных (Косолапов, 2011). В результате глобальной катастрофы на Чернобыльской АЭС только в Брянской области более 491 тыс. га кормовых угодий подверглось радиоактивному загрязнению, значительная их часть из-за низкого культуртехнического состояния позволяет получать в среднем не более 3–5 т/га зелёной массы, что является основной причиной дефицита зелёных и грубых кормов для общественного животноводства в последние 20 лет (Белоус, 2012; 2013; Шаповалов, 2011). Естественные кормовые угодья имеют более высокую степень

радиоактивного загрязнения по сравнению с агроценозами улучшенных сенокосов и пастбищ и многолетних трав на пашне (Шаповалов, 2015). В этих условиях имеет приоритет производство продуктов питания с концентрацией радионуклидов, соответствующей санитарно-гигиеническим нормативам, поскольку в формировании доз облучения в отдалённый период после аварии преобладает внутренняя составляющая, возникающая за счёт потребления радиоактивно загрязнённых продуктов питания (Панов, 2001; Белоус, 2012).

Широкое применение защитных мероприятий на радиоактивно загрязнённых агроландшафтах значительно снижает риск производства сельскохозяйственной продукции, не соответствующей нормативам по радиационной безопасности и дозе общего облучения, при этом наиболее эффективным приёмом является коренное улучшение в комплексе со

средствами химизации, в которых особая роль принадлежит калийным удобрениям (Алексахин, 2011; Аверин, 2010; Богдевич, 2005; Харкевич, 2011; Белоус, 2012; 2016; Подоляк, 2007).

Проведение защитных мероприятий в сельскохозяйственном производстве позволяет свести к минимуму концентрацию радионуклидов в производимой продукции (Sanzharova, 1996; Vidal, 2000; Semioshina, 2006; Харкевич, 2011), тем самым исключив риск радиационных эффектов облучения (коллективную дозу) (Подоляк, 2007; Fesenko, 2009).

Цель исследований — агроэкологическая оценка применения защитных мероприятий в условиях радиоактивного загрязнения пойменных кормовых угодий.

**Методика исследований.** Исследования проведены в стационарном опыте на участке центральной поймы в Новозыбковском районе Брянской области в 2014–2016 годах. Почва опытного участка пойменная дерново-оглеенная, песчаная, с мощностью пахотного горизонта 17–18 см. Плотность загрязнения опытного участка цезием-137 в период проведения исследований составляла в среднем 559–867 кБк/м<sup>2</sup>. Почва характеризовалась следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса — 3,08–3,33 % (по Тюрину), рН<sub>ксл</sub> — 5,2–5,6, подвижных форм фосфора и обменного калия — 620–840 и 133–180 мг/кг соответственно (по Кирсанову).

Агротехнические мероприятия включали поверхностную обработку дернины дисковой бороной БДФ-2,4 в двух направлениях под углом 90° и коренное улучшение — обработка с проведением вспашки дернины плугом ПЯ-40 с последующим дискованием пласта дисковой бороной БДФ-2,4. Перед посевом проводили прикатывание катком ЗКВГ-1,5. Сеяли смесь многолетних мятликовых трав сеялкой зернотравяной СЗТ-3,6. Состав травосмеси: овсяница луговая — 6 кг/га, лисохвост луговой — 5 кг/га, двукисточник тростниковый — 7 кг/га.

Применялись следующие виды минеральных удобрений: аммиачная селитра (N — 34,4%), суперфосфат двойной гранулированный (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 48%), калий хлористый (K<sub>2</sub>O — 56%). Схема опыта: контроль (без удобрений); P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>; P<sub>60</sub>K<sub>120</sub>; N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>; N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>120</sub>; N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>150</sub>; N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>120</sub>; N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>150</sub>; N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>180</sub>. Азотные и калийные удобрения вносили дробно: половину расчётной дозы — под первый укос, вторую половину — под второй укос; фосфорные удобрения: всю расчётную дозу — весной под первый укос.

Урожайность многолетних трав учитывали методом сплошной поделочной уборки и отбора пробного снопа. В сезон проводили два укоса (первый укос — с 1 по 10 июня, второй укос — с 23 августа по 1 сентября).

Удельную активность <sup>137</sup>Cs в исследуемых растительных образцах определяли на универсальном спектрометрическом комплексе УКС «Гамма Плюс» (НПП «Доза», Россия), аппаратная ошибка измерений не превышала 30%. Удельную активность молока и мяса рассчитывали как произведение суточного поступления корма (зелёная масса — 50 кг, сено — 5 кг), удельной активности корма и равновесного перехода радионуклида в продукцию животноводства; дозу внутреннего облучения, получаемую за счёт молока и мяса, определяли, руководствуясь методическими указаниями (Фокин, 2011). Потребление молока и молочных изделий в пересчёте на молоко в год принимали равными 200,8 л, мяса — 31,4 кг (согласно закону Брянской области от 08.06.2001 № 45-3 в редакции от 12.10.2001 «О потреби-

тельской корзине в Брянской области»). Согласно нормам радиационной безопасности (НРБ 99/2009) суммарная доза внешнего и внутреннего облучения не должна превышать 1000 мкЗв в год (СанПиН 2.6.1.2523-09; Нормы рациональной безопасности, 2009).

Повторность вариантов опыта трёхкратная. 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 зелёной массы (6,0 т/га) и сена первого укоса (1,56 т/га) с наибольшей удельной активностью цезия-137 была получена в контрольном варианте (без удобрений) на фоне поверхностного улучшения луга. На фоне коренного улучшения урожайность зелёной массы в контрольном варианте составляла 7,0 т/га, сена — 1,59 т/га. Максимальная урожайность зелёной массы и сена в первом укосе независимо от способа обработки почвы была отмечена при применении полного минерального удобрения в дозе N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> (соотношение N:K=1:1,5) (табл. 1).

Урожайность зелёной массы и сена во втором укосе в контрольном варианте как на фоне поверхностного, так и на фоне коренного улучшения оказалась на одном уровне и составляла в среднем 0,2 и 0,51 т/га соответственно. Максимальную урожайность сена многолетних трав во втором укосе независимо от способа обработки почвы обеспечивало внесение минерального удобрения в дозе N<sub>60</sub>K<sub>90</sub> (соотношение N:K=1:1,5). Урожайность зелёной массы и сена в этом варианте при поверхностном улучшении достигала 15,6 и 3,77 т/га, на фоне коренного улучшения — 16,0 и 3,85 т/га соответственно.

В результате проведённых лабораторно-аналитических исследований установлено, что в среднем за годы исследований удельная активность цезия-137 в зелёной массе в первом укосе контрольного варианта при поверхностном улучшении лугов по сравнению с коренным улучшением была выше на 510 Бк/кг и в сене — на 1108 Бк/кг.

Внесение фосфорно-калийного удобрения в дозах P<sub>60</sub>K<sub>45</sub> и P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> приводило к снижению удельной активности <sup>137</sup>Cs в зелёной массе первого укоса при обработке дернины дисками в 7,2–13,5 раза, в сене — в 7,0–9,6 раза; при двухъярусной вспашке в зелёной массе — в 9,3–12,8 раза, в сене — в 6,3–9,6 раза по сравнению с контрольным вариантом. По уровню удельной активности полученный корм соответствовал нормативу (400 Бк/кг), однако урожайность в этих вариантах была относительно невысокой: зелёной массы — 13,6–15,0 т/га, сена — 3,10–3,75 т/га при поверхностном улучшении, зелёной массы — 13,7–15,1 т/га и сена — 3,17–3,54 т/га при коренном улучшении.

Применение азотных удобрений в дозе N<sub>45</sub> по фону фосфорно-калийных в дозе P<sub>60</sub>K<sub>45</sub> способствовало повышению не только урожайности зелёной массы и сена, но одновременно — удельной активности <sup>137</sup>Cs в корме более чем в 2 раза относительно РК-фона. Применение калийного удобрения в дозах K<sub>60</sub> и K<sub>75</sub> в добавление к N<sub>45</sub>P<sub>60</sub> снижало удельную активность <sup>137</sup>Cs как на фоне поверхностной обработки почвы, так и на фоне коренного улучшения в сравнении с вариантом N<sub>45</sub>P<sub>60</sub>K<sub>45</sub> в зелёной массе в 1,06–1,6, и 1,03–1,6 раза и в сене — в 1,6–3,0 и 1,8–3,2 раза соответственно. Полученный корм в варианте N<sub>45</sub>P<sub>60</sub>K<sub>75</sub> по удельной активности <sup>137</sup>Cs соответствовал нормативу.

### 1. Эффективность защитных мероприятий при реабилитации радиоактивно загрязнённых естественных пойменных лугов при возделывании трав на зелёную массу и сено (среднее за 2014-2016 гг.)

Вариант	Поверхностное улучшение					Коренное улучшение				
	урожай- ность, т/га	удельная активность, Бк/кг			доза внут- реннего облуче- ния, мкЗв	урожай- ность, т/га	удельная активность, Бк/кг			доза внут- реннего облуче- ния, мкЗв
		корма	молока	мяса			корма	молока	мяса	
<b>Первый укос (зелёная масса)</b>										
Контроль	6,0	1575	787	3150	3332	7,0	1065	533	2130	2255
P <sub>60</sub> K <sub>45</sub>	13,6	218	109	436	461	13,7	115	57	230	243
N <sub>45</sub> P <sub>60</sub> K <sub>45</sub>	21,7	225	113	450	478	23,0	215	107	430	453
N <sub>45</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	23,4	213	105	418	443	24,4	209	106	426	450
N <sub>45</sub> P <sub>60</sub> K <sub>75</sub>	24,4	137	69	274	291	27,8	135	67	270	284
P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	15,0	117	59	234	248	15,1	83	41	166	175
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	25,6	173	87	346	367	27,1	162	81	324	343
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>75</sub>	28,6	101	51	202	217	29,3	98	49	196	207
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	29,9	84	42	168	178	30,7	76	38	152	161
HCP <sub>0,5общ.</sub>	1,9	70	-	-	-	-	-	-	-	-
HCP <sub>0,5обр. почвы</sub>	0,6	23	-	-	-	-	-	-	-	-
HCP <sub>0,5удобр.</sub>	0,8	49	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Второй укос</b>										
Контроль	2,0	1614	807	3228	3416	2,1	1150	575	2300	2434
K <sub>45</sub>	5,9	136	68	272	288	6,1	88	44	176	186
N <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	11,2	307	153	614	659	11,0	256	128	512	542
N <sub>45</sub> K <sub>60</sub>	11,7	255	127	510	538	12,0	219	109	438	462
N <sub>45</sub> K <sub>75</sub>	13,1	147	73	294	310	13,4	137	69	274	291
K <sub>60</sub>	6,9	115	57	230	242	6,9	119	59	238	250
N <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	14,1	186	93	372	394	14,3	183	91	366	386
N <sub>60</sub> K <sub>75</sub>	14,9	116	58	232	246	15,1	106	53	212	225
N <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	15,6	84	42	168	178	16,0	83	41	166	175
HCP <sub>0,5общ.</sub>	0,6	37	-	-	-	-	-	-	-	-
HCP <sub>0,5обр. почвы</sub>	0,2	12	-	-	-	-	-	-	-	-
HCP <sub>0,5удобр.</sub>	0,4	26	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Первый укос (сено)</b>										
Контроль	1,53	3352	168	670	711	1,59	2244	112	449	547
P <sub>60</sub> K <sub>45</sub>	3,10	476	24	95	102	3,17	357	18	70	76
N <sub>45</sub> P <sub>60</sub> K <sub>45</sub>	5,08	1113	56	225	238	5,24	822	41	165	174
N <sub>45</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	5,44	691	35	140	148	5,61	463	23	95	99
N <sub>45</sub> P <sub>60</sub> K <sub>75</sub>	5,73	375	19	75	81	6,50	256	13	50	54
P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3,71	348	17	70	73	3,54	233	12	47	49
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	6,01	458	23	90	97	6,65	292	17	70	73
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>75</sub>	6,68	302	15	60	63	6,80	245	15	58	58
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	7,08	243	12	50	51	7,15	228	11	45	47
HCP <sub>0,5общ.</sub>	0,56	85	-	-	-	-	-	-	-	-
HCP <sub>0,5обр. почвы</sub>	0,20	28	-	-	-	-	-	-	-	-
HCP <sub>0,5удобр.</sub>	0,23	60	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Второй укос</b>										
Контроль	0,51	3197	160	640	679	0,51	2172	109	435	462
K <sub>45</sub>	1,42	364	18	75	71	1,42	350	18	70	66
N <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	2,64	851	43	170	153	2,61	786	39	155	165
N <sub>45</sub> K <sub>60</sub>	2,78	502	25	100	106	2,77	472	24	95	102
N <sub>45</sub> K <sub>75</sub>	3,12	278	14	55	58	3,12	264	13	55	56
K <sub>60</sub>	1,68	258	13	50	54	1,64	246	12	50	51
N <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3,27	383	19	75	74	3,42	363	18	75	78
N <sub>60</sub> K <sub>75</sub>	3,46	326	19	65	77	3,56	284	14	70	66
N <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	3,77	253	13	50	54	3,85	243	12	50	51
HCP <sub>0,5общ.</sub>	0,14	112	-	-	-	-	-	-	-	-
HCP <sub>0,5обр. почвы</sub>	0,06	37	-	-	-	-	-	-	-	-
HCP <sub>0,5удобр.</sub>	0,04	79	-	-	-	-	-	-	-	-

Внесение азота в дозе  $N_{60}$  в дополнение к фосфорно-калийному удобрению в дозе  $P_{60}K_{60}$  способствовало повышению удельной активности цезия-137 в зелёной массе по сравнению с вариантом  $P_{60}K_{60}$  при поверхностной обработке почвы в 1,48 раза, при коренном улучшении — в 1,95 раза, в сене при поверхностной обработке — в 1,3 раза, при коренном улучшении — в 1,25 раза.

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 зелёной массе в зависимости от способа обработки почвы в 1,7–2,1 и 1,6–2,1, в сене — в 1,5–1,9 и 1,2–1,3 раза по отношению к варианту  $N_{60}P_{60}K_{90}$ .

Гарантированное получение в первом укосе сена, соответствующего ветеринарно-санитарному нормативу по удельной активности  $^{137}Cs$ , в условиях проводимого эксперимента с максимальной урожайностью при изучаемых способах обработки почвы вполне вероятно при применении минерального удобрения в дозе  $N_{60}P_{60}K_{90}$  (соотношение N:P:K, равное 1:1:1,5).

Поступление радиоцезия в зелёную массу и сено в первом и втором укосах в зависимости от комплекса проводимых защитных мероприятий практически не отличалось.

Удельная активность цезия-137 в зелёной массе второго укоса в контрольном варианте при коренном улучшении была в 1,4 раза, а в сене — в 1,3 раза ниже по сравнению с поверхностной обработкой. В зелёной массе и сене второго укоса, как и в первом укосе, последовательное увеличение доз калийного удобрения как при отдельном применении (вариант 2, б), так и в составе NK-удобрения способствовало снижению удельной активности  $^{137}Cs$  в корме. Самая высокая продуктивность зелёной массы (15,6–16,0 т/га) во втором укосе вне зависимости от способа обработки почвы и сена (3,77–3,85 т/га) с удельной активностью  $^{137}Cs$  ниже ветеринарно-санитарного норматива (ВП 13.5.13/06-01) получена при применении  $N_{60}K_{90}$ .

Расчёт периода радиоцезия из зелёной массы и сена первого и второго укосов в продукцию животноводства показал, что, независимо от способа обработки почвы, для

гарантированного получения молока и мяса, соответствующих санитарно-гигиеническим нормативам по содержанию в них цезия-137 (100 Бк/л и 160 Бк/кг соответственно), необходимо вносить под первый укос полное минеральное удобрение в дозе  $N_{60}P_{60}K_{90}$ , под второй укос —  $N_{60}K_{90}$ . При производстве мясной продукции, соответствующей санитарно-гигиеническому нормативу (160 Бк/кг), животным при стойловом содержании можно скармливать зелёную массу и сено, полученные при двуукосном использовании травостоев, применяя минеральные удобрения в тех же дозах.

**Заключение.** Комплексное применение поверхностного и коренного улучшения в условиях радиоактивного загрязнения естественных кормовых угодий позволяет выращивать корма, соответствующие санитарно-гигиеническому нормативу. Выращивание экологически безопасных зелёных и грубых кормов с удельной активностью  $^{137}Cs$ , не превышающей 100 и 400 Бк/кг (ВП 13.5 13/06-01), с использованием агротехнических приёмов при двуукосном использовании травостоев возможно при применении минерального удобрения в дозе  $N_{60}P_{60}K_{90}$  под первый укос, в подкормку под второй укос отавы необходимо вносить  $N_{60}K_{90}$  (соотношение N:K=1:1,5).

Использование зелёной массы многолетних мятликовых трав первого укоса и отавы как при поверхностном, так и при коренном улучшении дернины при стойловом содержании крупного рогатого скота обеспечивало удельную активность молока на уровне 41–42 Бк/л, мяса — в пределах 166–168 Бк/кг, доза внутреннего облучения составляла 175–178 мкЗв в год.

При скармливании сена первого и второго укосов удельная активность молока не превышала 12–13 Бк/л, мяса — 46–50 Бк/кг, доза внутреннего облучения составляла 50–52 мкЗв в год.

Применение полной дозы минерального удобрения NPK при соотношении элементов минерального питания в нём N:K=1:1,5 способствовало формированию высокой продуктивности сена многолетних трав и предотвращало превышение санитарно-гигиенических нормативов радиационной безопасности.

## Литература

1. Разработка комплекса мероприятий по коренному улучшению естественных кормовых угодий, загрязнённых радионуклидом цезия-137 / В. Ф. Шаповалов, В. Г. Плющиков, Н. М. Белоус, А. А. Курганов // Вестник РУДН. — 2014. — № 1. — С.13–20.
2. Косолапов В. М. Проблемы и перспективы развития кормопроизводства / В. М. Косолапов, И. А. Трофимов // Кормопроизводство. — 2011. — № 2. — С.4–7.
3. Влияние удобрений на продуктивность и накопление радионуклидов при возделывании мятликовых трав в одновидовых посевах / Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов, Н. К. Симоненко, Е. В. Смольский // Агротехнический вестник. — 2012. — № 5. — С.22–24.
4. Белоус И. Н. Влияние удобрений и обработки почвы на урожай сена многолетних трав и миграцию  $^{137}Cs$  в почве / И. Н. Белоус, Л. П. Харкевич, В. Ф. Шаповалов // Земледелие. — 2012. — № 8. — С.8–10.
5. Шаповалов В. Ф. Продуктивность и качество зелёной массы многолетних трав в зависимости от условий минерального питания и способов обработки почв / В. Ф. Шаповалов, Л. П. Харкевич, И. Н. Белоус // Агротехнический вестник. — 2011. — № 3. — С.6–8.
6. Белоус Н. М. Социально-экономическое развитие районов Брянской области, пострадавших от Чернобыльской катастрофы / Н. М. Белоус // Вестник Брянской ГСХА. — 2013. — № 4. — С.41–48.
7. Продуктивность одновидовых и смешанных посевов многолетних трав, возделываемых в условиях радиоактивного загрязнения / В. Ф. Шаповалов, Н. М. Белоус, Т. П. Малякко, Л. П. Харкевич, О. А. Маркелов // Кормопроизводство. — 2015. — № 5. — С.17–21.
8. Панов А. В. Эффективность мероприятий, направленных на снижение доз облучения жителей сельских населённых пунктов в отдалённый период после аварии на Чернобыльской АЭС / А. В. Панов, С. В. Фесенко, Р. М. Алексахин // Радиационная биология. Радиоэкология. — 2001. — Т. 41. — № 6. — С.682–694.
9. Белоус И. Н. Влияние удобрений и обработки почвы на миграцию  $^{137}Cs$  в почве кормовых угодий. / И. Н. Белоус, Л. П. Харкевич, В. Ф. Шаповалов // Земледелие. — 2012. — № 8. — С.8–10.
10. Алексахин Р. М. Техногенное загрязнение сельскохозяйственных угодий (исследования, контроль и реабилитация территорий) / Р. М. Алексахин, М. И. Лунёв // Плодородие. — 2011. — № 3. — С.32–35.
11. Аверин В. С. Роль защитных мероприятий для снижения доз облучения населения и получения нормативно чистой сельскохозяйственной продукции / В. С. Аверин, А. Г. Подоляк // Белорусское сельское хозяйство. — 2010. — № 4 (96). — С.18–22.

21. Radiologicheskaya otsenka zashchitnykh meropriyatiy, primenyaemykh v agropromyshlennom komplekse Respubliki Belarus v 2000–2005 godakh (k 20-y godovshchine avarii na Chernobylskoy AES) / A.G. Podolyak, I.M. Bogdevich, V.Yu. Ageets, S.F. Timofeev // Radiatsionnaya biologiya. — 2007. — No. 47 (3). — P.356–370.
22. Review of Russian language studies on radionuclide behavior in agricultural animals: part 3. Transfer to muscle. / S. Fesenko, N. Isamov, B.J. Howard, N.A. Beresford et al. // J. Environ. Radioactiv. — 2009. — P.100: 215–231 (doi: 10.1016/j.jenvrad.2008.12.003).
23. Fokin A. D. Selskokhozyaystvennaya radiologiya / A. D. Fokin, A. A. Lure, S. P. Troshin. — St. Petersburg: Lan, 2011. — 416 p.
24. Normy ratsionalnoy bezopasnosti (NRB 99/2009) SanPiN 2.6.1.2523-09 Rossiyskaya gazeta. Spetsialnyy vypusk. — 2009. 171/1 (prilozhenie).

## IMPROVEMENT OF CONTAMINATED FORAGE LANDS AFTER THE CHERNOBYL ACCIDENT

BOKATURO N. N.

POTSEPAY S. N.

BELOUS N. M., Dr. Agr. Sc.

KHARKEVICH L. P., Dr. Agr. Sc.

SMOLSKIY E. V., PhD Agr. Sc.

SHAPOVALOV V. F., Dr. Agr. Sc.

BELCHENKO S. A., Dr. Agr. Sc.

*Bryansk State Agrarian University*

*243365, the Bryansk region, Vygonichskiy rayon, selo Kokino (village), Sovetskaya str., 2a*

E-mail: bgsha@bgsha.com

The investigation tested the effectiveness of tillage and chemical treatment, aimed at obtaining of green and roughage feeds (hay), meeting the health-based exposure limit of  $^{137}\text{Cs}$  specific activity. It took place in the Bryansk region in 2014–2016 on the long-term trial field, used from 1994 in the central floodplain of the Iput River. Soil contamination density by  $^{137}\text{Cs}$  averaged to 559–867 kBq/m<sup>2</sup> in the period of the experiment. Agroecosis consisted of meadow fescue (6 kg ha<sup>-1</sup>), common foxtail (5 kg ha<sup>-1</sup>) and reed canary grass (7 kg ha<sup>-1</sup>). Cultivation complex comprised disking by harrow BDF-2.4 and plowing by double deck plow PYA-40 at the depth of 40 cm. Fertilization happened fractionally: 1/2 of NK rate and full dose of P — before the first cut and 1/2 of NK rate — before the second one.  $^{137}\text{Cs}$  migration within a food chain depended on tillage method and fertilization. Plowing gave the most significant effect. Migration of  $^{137}\text{Cs}$  within the food chain was estimated (from fodder — into milk and meat). Rate of N:K, being 1:1.5 resulted in decrease of  $^{137}\text{Cs}$  specific activity in animal products and internal dose in human body, meeting the Radiation Safety Standard, irrespective of tillage technique.

**Keywords:** tillage techniques, mineral fertilizer, agrolandscape,  $^{137}\text{Cs}$ , green mass, hay, milk, meat, internal dose.

**ДЕНЬ  
ВОРОНЕЖСКОГО  
ПОЛЯ  
2018**

**XII МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ВЫСТАВКА-ДЕМОНСТРАЦИЯ**

**28-29 ИЮНЯ 2018**

**ВОРОНЕЖСКАЯ ОБЛАСТЬ,  
РАМОНСКИЙ РАЙОН, П. КОМСОМОЛЬСКИЙ,  
ООО НПКФ «АГРОТЕХ-ГАРАНТ-БЕРЕЗОВСКИЙ»**

ОРГАНИЗАТОРЫ:  
Департамент аграрной политики  
Воронежской области  
Выставочная фирма «Центр»

ЦЕНТР  
ВЫСТАВочная ФИРМА

КОНТАКТЫ:  
Т./ф. (473) **233-09-60**  
E-mail: agro@vfcenter.ru  
[www.dvp36.ru](http://www.dvp36.ru)

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СПОНСОР: **Воронежкомплект**  
ОФИЦИАЛЬНЫЙ СПОНСОР: **Мировая Техника**  
СПОНСОР РЕГИСТРАЦИИ: **16**  
ПАРТНЕРЫ ВЫСТАВКИ: **ЭКОИВА ЭКОИВА**, **АГРОЦЕНТР**, **АГРО-Лидер**, **АГРОНова**, **РОСТСЕЛЬМАШ**  
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПАРТНЕРЫ: **Бизнес Онлайн**, **PERFECTAGRO**