

РАСТЕНИЕВОДСТВО

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА МЕРОПРИЯТИЙ ПО КОРЕННОМУ УЛУЧШЕНИЮ ЕСТЕСТВЕННЫХ КОРМОВЫХ УГОДИЙ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОМ ЦЕЗИЙ-137

**В.Ф. Шоповалов¹, В.Г. Плющиков²,
Н.М. Белоус¹, А.А. Курганов³**

¹Брянская государственная сельскохозяйственная академия
*ул. Советская, 2а, с. Кокино, Выгоничский район,
Брянская область, Россия, 243365*

²Кафедра безопасности жизнедеятельности управления
природными и техногенными рисками

³Кафедра почвоведения, земледелия и земельного кадастра
Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 8/2, Москва, Россия, 117198

В условиях радиоактивного загрязнения окружающей среды разработаны комплексные приемы (агротехнические и агрохимические) по реабилитации естественных кормовых угодий, обеспечивающие получение кормов соответствующих санитарно-гигиеническим нормативам. Дана оценка эффективности проводимых мероприятий по снижению накопления Cs^{137} в естественном и сеяном травостое заливного луга.

Ключевые слова: пастбище, азотные и калийные удобрения, зеленая масса, урожайность, многолетние травы, радионуклиды, Cs^{137} .

Почвы юго-запада Брянской области подверглись значительному загрязнению долгоживущими радионуклидами в результате аварии на Чернобыльской АЭС. Всего в Брянской области загрязнено 1762,3 тыс. га сельхозугодий, из них около 491 тыс. га естественных сенокосов и пастбищ [1].

Целью многолетних исследований явилось научное обоснование разработки технологических приемов реабилитации радиоактивно загрязненных естественных кормовых угодий.

В качестве основной задачи ставилось разработать комплекс эффективных мероприятий, обеспечивающих получение высоких урожаев земляной массы и сена луговых трав с хорошим качеством в условиях радиоактивного загрязнения окружающей среды.

Длительный опыт «Разработка и научное обоснование технологических приемов реабилитации естественных кормовых угодий в условиях радиоактивного загрязнения окружающей среды в отдаленный период после аварии на ЧАЭС» проводится на луговом участке центральной поймы реки Ипуть (Новозыбковский район Брянской области).

Средняя плотность загрязнения Cs^{137} опытного участка 1221....1554 кБк/м².

Схема опыта:

- 1) контроль (без обработок);
- 2) обработка гербицидом раундап 5л/га;
- 3) дискование;
- 4) вспашка обычным плугом;
- 5) вспашка двухъярусным плугом.

Варианты внесения удобрений:

- 1) контроль;
- 2) $P_{90}K_{120}$;
- 3) $N_{120}P_{90}K_{120}$;
- 4) $N_{120}P_{90}K_{180}$;
- 5) $N_{120}P_{90}K_{240}$;
- 6) $P_{120}K_{180}$;
- 7) $N_{180}P_{120}K_{180}$;
- 8) $N_{180}P_{120}K_{270}$;
- 9) $N_{180}P_{120}K_{360}$.

Исследования по влиянию систем удобрений и систем обработки почвы проводились на естественном травостое и сеяной злаковой травосмеси.

Состав сеяной травосмеси:

- коострец безостый — 8 кг;
- овсяница луговая — 8 кг;
- тимофеевка луговая — 5 кг;
- канареечник тростникововидный — 5 кг;
- лисохвост луговой — 5 кг.

Азотные и калийные удобрения вносили в два приема: половина расчетной дозы под первый укос, вторая половина — под второй укос. Фосфорные — в один прием — весной. Перед закладкой опыта участок произвесткован доломитовой мукой по полной гидролитической кислотности. Площадь посевных делянок 63 м², учетных делянок 24 м², повторность опыта трехкратная.

Почва опытного участка: аллювиальная дерново-оглеенная со следующей агрохимической характеристикой: гумус 3,0—4,0% (по Тюрину); $pH_{\text{сол}}$ 4,4—5,4; гидролитическая кислотность 3,8 мг/экв на 100 г почвы; сумма поглощенных оснований 11,5 мг/экв на 100 г почвы; содержание P_2O_5 — 12—16 мг на 100 г почвы; K_2O — 4—8 мг на 100 г почвы (по Кирсанову).

Влияние способа обработки почвы и минеральных удобрений на урожайность зеленой массы и сена многолетних трав. Анализ полученного в опыте урожая зеленой массы и сена многолетних трав показал, что проведение чисто агротехнических мероприятий (поверхностное и коренное улучшение с посевом травосмесей луговых трав) позволяет незначительно повысить продуктивность улучшенных кормовых угодий. Прибавки урожая зеленой массы составляют порядка 24—36 ц/га, сена — 7,6—12,9 ц/га, то есть увеличение урожайности зеленой массы составляет 12,9—14,4%, сена — 28,9—40,0% (табл. 1).

Таблица 1

Влияние способов обработки почвы и минеральных удобрений на урожайность зеленой массы многолетних трав в сумме за два укоса, ц/га

Вариант	Естественный травостой		Злаковая травосмесь								
	урожайность	прибавка	обработка раундапом		обработка дисками		обычная вспашка		двухъярусная вспашка		
			урожайность	прибавка	урожайность	прибавка	урожайность	прибавка	урожайность	прибавка	
1 Контроль	82	—	110	—	106	—	118	—	106	—	
2 P ₉₀ K ₁₂₀	189	+107	232	+122	237	+131	246	+128	240	+134	
3 N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀	419	+337	486	+376	483	+377	530	+412	533	+427	
4 N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	387	+305	449	+339	433	+327	451	+333	462	+356	
5 N ₁₂₀ P ₉₀ K ₂₄₀	375	+293	445	+335	450	+344	443	+325	475	+369	
6 P ₁₂₀ K ₁₈₀	235	+153	266	+156	285	+179	270	+152	282	+176	
7 N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₈₀	477	+395	519	+409	510	+404	536	+418	535	+429	
8 N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₂₇₀	437	+355	501	+391	509	+403	532	+414	528	+422	
9 N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₃₆₀	446	+364	497	+387	495	+389	522	+404	515	+409	
НСР _{0,5} общая	36										
НСР _{0,5} обработка почвы	12										
НСР _{0,5} влияние удобрений	16										
P, %	6,9										

Фосфорно-калийные удобрения повышали урожайность зеленой массы и сена многолетних трав на естественном травостое на 107 ц/га и 24,6 ц/га соответственно, что в процентном выражении составляет 130,5 и 93,5% по отношению к контролю.

При поверхностном улучшении лугов прибавки урожая зеленой массы возрастали на 122—131 ц/га или 110,9—123,6%, сена — на 26,7—28,2 ц/га или 78,8—81,9% по сравнению с контролем.

При коренном способе улучшения естественных кормовых угодий прибавки урожая зеленой массы многолетних трав достигали уровня 128—134 ц/га, сена — 21,4—24,4 ц/га по сравнению с контролем.

Наибольшее влияние на продуктивность травосмесей оказало полное минеральное удобрение, главная роль в котором принадлежит азоту (табл. 2).

Таблица 2

Влияние способов обработки почвы и минеральных удобрений на урожайность сена многолетних трав за два укоса, ц/га

Вариант		Естественный травостой		Злаковая травосмесь							
		урожай жай-ность	прибавка	обработка раундапом		обработка дисками		обычная вспашка		двухъярусная вспашка	
				урожай жай-ность	прибавка	урожай жай-ность	прибавка	урожай-ность	прибавка	урожай жай-ность	прибавка
1	Контроль	26,3	—	34,4	—	33,9	—	39,2	—	34,8	—
2	P ₁₂₀ K ₁₂₀	50,9	+24,6	62,6	+28,2	60,6	+26,7	63,6	+24,4	56,2	+21,4
3	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀	105,0	+78,7	126,8	+92,4	127,5	+93,6	134,8	+95,5	139,9	+105,1
4	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	98,1	+71,8	120,9	+86,5	115,6	+81,7	120,1	+80,9	119,3	+84,5
5	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₂₄₀	94,9	+68,6	117,2	+82,8	128,9	+95,0	117,2	+78,0	125,4	+90,6
6	P ₁₂₀ K ₁₈₀	62,2	+35,9	65,4	+31,0	70,4	+36,5	79,7	+40,5	71,8	+37,0
7	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₈₀	123,0	+96,7	136,7	+102,3	142,1	+108,2	135,6	+96,4	139,5	+104,7
8	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₂₇₀	112,6	+86,3	125,8	+91,4	123,8	+89,9	136,8	+97,6	136,9	+102,1
9	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₃₆₀	111,6	+85,3	124,4	+90,0	123,4	+89,5	129,8	+90,5	127,1	+92,3
НСР _{0,5} общая		9,1									
НСР _{0,5} обработка почвы		3,0									
НС _{0,5} влияние удобрений		4,1									
Р, %		6,6									

Оптимальными по продуктивности естественного травостоя и сеяных травосмесей независимо от способа обработки почвы оказались дозы с соотношением N : P : K, равном 1 : 0,75 : 1 (варианты 3 и 7). Прибавки урожая зеленой массы на естественном травостое от азота по сумме двух укосов равнялись 230—242 ц/га, сена — 54,1—60,8 ц/га. Эффективность азотного удобрения возрастала на фоне агротехнических приемов. Так, при поверхностном улучшении лугов прибавки урожая зеленой массы составили 225—254 ц/га, сена — 64,2—71,7 ц/га, при коренном улучшении прибавки урожая зеленой массы были в пределах 253—293 ц/га, сена на уровне 55,9—83,5 ц/га.

Возрастающие дозы калийных удобрений в составе полного минерального удобрения не приводили к росту урожайности зеленой массы и сена многолетних трав по сумме двух укосов.

Таким образом, полное минеральное удобрение в оптимальных дозах (соотношение N : P : K равно 1 : 0,75 : 1) обеспечивает получение урожая зеленой массы естественных кормовых угодий 419—477 ц/га, сена — 105—123 ц/га. При поверх-

ностном улучшении урожай зеленой массы составил 486—519 ц/га, сена — 126,8—142,1 ц/га. При коренном улучшении урожайность зеленой массы составляет 530—536 ц/га, сена — 134,8—139,9 ц/га, причем преимущества двухярусной вспашки по сравнению с другими способами обработки почвы не наблюдалось.

Влияние комплексного применения агротехнических и агрохимических приемов на содержание радиоцезия в зеленой массе и сене многолетних трав.

Содержание Cs¹³⁷ в зеленой массе многолетних трав на контрольном варианте (абсолютный контроль) естественного травостоя составляло 1276 Бк/кг, что превышало норматив в 3,4 раза (табл. 3). Замена естественного травостоя на сеяный после обработки гербицидом сплошного действия (раундапом) понизила содержание Cs¹³⁷ до 919 Бк/кг, по фону обработки дисками — до 876, по обычной вспашке — до 635 и по 2-х ярусной до 588 Бк/кг, то есть проведение обработки почвы и замена травостоя уменьшили накопление Cs¹³⁷ в 1,4; 1,5; 2,0; 2,2 раза соответственно.

Таблица 3

Влияние способов обработки почвы и минеральных удобрений на содержание Cs¹³⁷ в зеленой массе многолетних трав, Бк/кг

Вариант	Естественный травостой		Злаковая травосмесь							
	содержание	Кен*	обработка раундапом		обработка дисками		обычная вспашка		двухярусная вспашка	
			содержание	Кен*	содержание	Кен*	содержание	Кен*	содержание	Кен*
Контроль	1 276	—	919	—	876	—	635	—	588	—
P ₉₀ K ₁₂₀	238	5,4	202	4,5	172	5,1	135	4,7		5,0
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀	388	3,3	352	2,6	306	2,9	248	2,6	212	2,8
N ₁₂₀ P ₉₀ M ₁₈₀	165	7,7	142	6,5	130	6,7	94	6,8	93	6,3
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₂₄₀	116	11,0	89	10,3	78	11,2	60	10,6	68	8,6
P ₁₂₀ K ₁₈₀	172	7,4	82	11,2	92	9,5	81	7,8	82	7,2
N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₈₀	263	4,9	214	4,3	174	5,0	190	3,3	142	4,1
N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₂₇₀	105	12,2	78	11,8	74	11,8	76	8,3	65	9,0
N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₃₆₀	83	15,4	60	15,3	52	16,8	48	13,2	45	13,1

*Примечание: Кен — кратность снижения.

Внесение фосфорно-калийного удобрения (P₉₀K₁₂₀) резко снизило содержание Cs¹³⁷ в зеленой массе трав (в 4,5—5,4 раза). При этом эффективность минеральных удобрений возрастала по фонемам обработки почвы. Полученная продукция соответствовала требованиям норматива, но урожайность зеленой массы на излучаемых фонах обработки почвы были низкой — 189—246 ц/га за 2 укоса, внесение N₁₂₀ в дополнение к P₉₀K₁₂₀ резко повысило урожайность многолетних трав (до 419—

533 ц/га), но и содержание Cs^{137} в зеленой массе также возросло. На естественном травостое продукция не соответствовала нормативу, а по фону поверхностных обработок обычной и двухярусной пахоты трава была годна к скармливанию животным без ограничений.

Повышение дозы калия до 180 кг/га ($N : K = 1 : 1,5$) приводило к дальнейшему снижению содержания Cs^{137} в зеленой массе трав, и она по содержанию радионуклида соответствовала требованиям норматива, а увеличение дозы калийного удобрения до 240 кг/га ($N : K = 1 : 2$) также давало снижение, но эффективность двойной дозы калия в составе NPK снижалась и ее применение экономически неоправданно. Эффективность полного минерального удобрения при коренном улучшении почвы оказалась выше по сравнению с естественным травостоем и поверхностными способами (обработки раундапом и дискование) [3].

Для получения нормативно чистой зеленой массы на естественном травостое (не более 370 Бк/кг) необходимо вносить не менее 180 кг/га K_2O в сочетании с азотно-фосфорным удобрением ($N_{120}P_{90}$). После уничтожения естественного травостоя раундапом, при проведении механических обработок почвы (дискование, вспашка) и посева злаковых трав нормативно чистый зеленый корм можно получить при соотношении $N : K = 1 : 1$, т.е. при минимальных затратах калийных удобрений [2].

В сене естественного травостоя содержалось 4158 Бк/кг Cs^{137} , по фону раундапа — 3151 Бк/кг, по фону обработки почвы дисками — 3566 Бк/кг, по обычной вспашке 2438 Бк/кг и по двухярусной 2277 Бк/кг. Проведение обработок почвы и посевов злаковой травосмеси привело к снижению Cs^{137} в сене в 1,3; 1,7; 1,8 раза соответственно, но оно оставалось выше норматива (600 Бк/кг) в 3,8—5,9 раза.

Внесение $P_{90}K_{120}$ снижает содержание Cs^{137} в сене в 4,0—5,2 раза по отношению к фону без удобрений, но только по фону вспашки (обычной и двухярусной) сено соответствовало требованиям норматива (493 и 514 Бк/кг соответственно). Внесение N_{120} в дополнение к $P_{90}K_{120}$ увеличивало содержание Cs^{137} в сене до уровня, превышающего норматив, на всех изучаемых фонах.

Повышение дозы калия в составе NPK до 180 кг/га (отношение $N : K = 1 : 1,5$) привело к снижению содержания Cs^{137} в сене, но лишь только по фону вспашки (обычной и двухярусной) корм соответствовал нормативу, а для получения нормативно чистого сена при поверхностных способах улучшения лугов необходимо увеличивать соотношение $N : K$ до 1 : 2 при дозе азота 120 кг/га, но на естественном травостое и это соотношение не обеспечивает получение нормативно чистого сена, и только при внесении $N_{180}P_{120}K_{360}$ на естественном травостое возможно гарантированное получение нормативно чистого сена.

Таким образом, при коренных способах обработки почвы (обычная и двухярусная вспашка) и посева травосмеси возможно получение нормативно чистого сена при внесении минеральных удобрений в дозе $N_{120}P_{90}K_{180}$ (отношение $N : K =$

= 1 : 1,5), при проведении поверхностного улучшения (обработки раундапом, дискование) при соотношении N : K = 1 : 2 (доза K — 240 кг/га), а при дозе N₁₈₀ — при соотношении N : K = 1 : 2 на всех фонах обработки почвы включая естественный травостой.

Заключение

При улучшении естественных кормовых угодий агротехнические мероприятия позволяют повысить продуктивность сеяных многолетних злаковых травосмесей на 12,9—14,4% зеленой массы и сена 28,9—40,0% по сравнению с естественным травостоем. Эффективность азотно-фосфорно-калийных удобрений возрастала на фоне поверхностного и коренного улучшения лугов. Урожай зеленой массы составил 230—242 ц/га, сена 54,1—60,8 ц/га. Оптимальный вариант внесения N₁₂₀P₉₀K₁₂₀.

Проведение специальных обработок почвы и замена естественного травостоя сеяным понижало содержание Cs¹³⁷ в зеленой массе трав в 1,4—2,2 раза, в сене — в 1,1—1,8 раза. При этом содержание радионуклидов превышало допустимое (370 Бк/кг) в зеленой массе в 1,6—2,5 раза, в сене (при нормативе 600 Бк/кг) в 3,8—5,9 раза.

С естественных кормовых угодий получение зеленой массы многолетних трав с содержанием Cs¹³⁷ 143—148 Бк/кг возможно при ежегодном внесении полного минерального удобрения в дозе N₁₂₀P₉₀K₁₈₀ (соотношение N : K = 1 : 1,5). Получение нормативно чистого сена с уровнем содержания Cs¹³⁷, не превышающего 600 Бк/кг, гарантированно достигается только при внесении калия в дозе 360 кг/га в составе полного минерального удобрения N₁₈₀P₁₂₀K₃₆₀ (соотношение N : K = 1 : 2).

При поверхностном улучшении лугов экологически безопасный зеленый корм с содержанием Cs¹³⁷ менее 370 Бк/кг может быть получен при внесении полного минерального удобрения при соотношении N : K в удобрении 1 : 1 в дозах N₁₂₀P₉₀K₁₂₀ или N₁₈₀P₁₂₀K₁₈₀. Получение нормативно чистого сена достигается соотношением N : K в удобрении 1 : 2 при дозе азота N₁₂₀ и 1 : 1,5 при более высокой дозе азота (N₁₈₀).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Воробьев Г. Т. Почвы Брянской области. — Брянск: Мега, 2003.
- [2] Плющиков В. Г. Разработка мероприятий по снижению рисков и ущербов от чрезвычайных ситуаций в АПК как составляющая часть национальной безопасности России // Материалы 2 Всероссийской научно-практической конференции МЧС — России. — М.: МЧС РФ, 2000.
- [3] Шоповалов В. Ф. Экологическая оценка систем удобрения дерново-подзолистых песчаных почв. — М., 2006.

DEVELOPMENT OF A SET OF MEASURES TO RADICALLY IMPROVE THE NATURAL ROOT LAND CONTAMINATED BY RADIONUCLIDE CESIUM-137

V.F. Shopovalov¹, V.G. Pluschikov²,
N.M. Belous¹, A.A. Kurganov³

¹Bryansk State Agricultural academy
*Sovetskaya str., 2a, Kokino village, Vygonitchy district,
Bryansk region, Russia, 243365*

²Department of life safety and management
of natural and technological risks

³Department of soil science, agriculture and land management
Russian People's Friendship University
Miklukho-Maklaya str., 8/2, Moscow, Russia, 117198

In terms of radioactive contamination of the environment has developed comprehensive techniques (agro and agro-chemical) for the rehabilitation of natural lands Root systems producing fodder appropriate sanitary standards. Evaluate the effectiveness of interventions to reduce the accumulation of ¹³⁷Cs in the natural and sown herbage water meadows.

Key words: grazing, nitrogen and potash fertilizers, green mass yield, lot of summer grasses.

REFERENCES

- [1] Vorob'ev G.T. Pochvy Brjanskoj oblasti. — Brjansk: Mega, 2003.
- [2] Pljushhikov V.G. Razrabotka meroprijatij po snizheniju riskov i ushherbov ot chrezvychajnyh situacij v APK kak sostavljajushhaja chast' nacional'noj bezopasnosti Rossii // Materialy 2 Vse-rossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii MChS — Rossii. — M.: MChS RF, 2000.
- [3] Shopovalov V.F. Jekologicheskaja ocenka sistem udobrenija dernovo-podzolistyh peschanyh pochv. — M., 2006.