

УДК: 633.2.031:631.82:546.36:546.42

Накопление ^{137}Cs и ^{90}Sr в травостое пойменных лугов в зависимости от агрохимических свойств и степени окультуренности аллювиально-дерновых почв

А. Г. Подоляк

Введение. Центральную часть территории Полесья занимает долина р. Припяти. Преобладающими почвами здесь являются разновидности аллювиальных (пойменных) дерновых заболоченных и аллювиальных (пойменных) торфяно-болотных типов: аллювиальные дерново-глеевые, аллювиальные дерново-глееватые, дерново-болотные, аллювиальные торфяно-болотные низинные. На этих почвах формируются пойменные луга, которые в регионе занимают 11,5% сельскохозяйственных угодий и используются в основном под естественные и улучшенные сенокосы и пастбища [1-3].

Главный недостаток этих лугов – их краткосрочное весеннее затопление, которое способствует увеличению в структуре травостоя малоценных в кормовом отношении видов трав, отличающихся высокими переходами радионуклидов. С другой стороны, почвы пойменных лугов характеризуются оптимальными агрохимическими показателями: содержанием гумуса 3-5% (гуматный тип гумуса преобладает над фульватным); обменная кислотность $\text{pH}_{(\text{KCl})}$ – 5,5-6,5; емкость поглощения – 18,3-20,5 мг-экв на 100г почвы; содержание подвижного K_2O и P_2O_5 – 100-180 мг/кг почвы; степень насыщенности основаниями – 90-95% [4, 5].

Приведенные данные свидетельствуют о высоком потенциальном плодородии почв этого типа, что свидетельствует о возможности и необходимости разработки комплекса защитных мероприятий, обеспечивающих увеличение как продуктивности, так и снижения поступления радионуклидов в травостой пойменных лугов.

Для рационального использования таких кормовых угодий в условиях радиоактивного загрязнения необходимо:

- проводить прогноз содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr в кормах (зеленая масса, сено) с учетом плотности загрязнения и основных агрохимических свойств почв;
- увеличить их продуктивность;
- обеспечить получение дешёвых кормов отвечающих требованиям РДУ-99 по содержанию радионуклидов за счёт применения различных агротехнических и агрохимических мероприятий (контрмер).

В ряде нормативных документов, действующих на территории Белоруссии, России и Украины, в условиях производства на загрязнённых территориях для прогноза содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr в сельскохозяйственных культурах и кормах на всех типах почв используются только два агрохимических показателя: содержание подвижного калия (для прогноза ^{137}Cs) и величина обменной кислотности $\text{pH}_{(\text{KCl})}$ (для прогноза ^{90}Sr) [4-8].

В работах ряда отечественных и зарубежных учёных приводятся данные, свидетельствующие о наличии более тесной корреляционной зависимости между коэффициентами перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr и другими агрохимическими показателями луговых почв (гидролитической кислотностью, содержанием обменного Ca и Mg, содержанием гумуса, степенью насыщенности основаниями и др.) [9-12].

Одна из задач настоящей работы – на основе массива данных, полученных в стационарном многолетнем опыте, установить корреляционные зависимости между величиной коэффициентов перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr в травостое пойменных лугов и основными агрохимическими свойствами аллювиальных дерновых почв, изменяющимися в зависимости от различных способов их улучшения, и составить уравнения линейной и множественной регрессии,

позволяющие прогнозировать величину коэффициентов перехода радионуклидов и степень загрязнения травостоя в отдаленный период после аварии на ЧАЭС.

Методика исследований. Результаты исследований получены при выполнении Государственной программы Республики Беларусь по минимизации и преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС по теме: «Разработка и оптимизация комплекса мер по эффективному землепользованию и снижению радиоактивного загрязнения сельскохозяйственной продукции, направленных на уменьшение доз облучения населения».

В период с 1997 по 2001 год в условиях стационарного полевого эксперимента (д. Тульговичи Хойникского района Гомельской области) изучали влияние различных агротехнических и агрохимических способов улучшения пойменного луга на изменение коэффициентов перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr в естественный и культурный травостой.

Почва опытного участка аллювиальная дерново-глеявая песчаная, развивающаяся на связнопесчаном аллювии, сменяемом рыхлыми песками с глубины 0,5 м со следующими агрохимическими показателями: $\text{pH}_{(\text{KCl})}$ – 5,0-5,5, N_{T} – 2,0-2,2 смоль/кг, подвижный K_2O – 77-105 мг/кг, подвижный P_2O_5 – 96-150 мг/кг, обменный Ca – 515-675 мг/кг, обменный Mg – 170-210 мг/кг, содержание гумуса 3,4-4,2 %, индекс агрохимической окультуренности (Иок) – 0,60-0,75 [5].

Дозы минеральных удобрений в эксперименте рассчитывали при помощи балансового метода, основанного на знании выноса питательных веществ урожаем, обеспеченности почвы питательными элементами, коэффициентов использования питательных веществ из почвы и удобрений. Нормы известковых удобрений рассчитывали с учетом гидролитической кислотности почв и величины $\text{pH}_{(\text{KCl})}$ из расчёта доведения реакции почвенной среды до оптимальных значений. Также проводилась корректировка доз минеральных и известковых удобрений с учётом плотности загрязнения почв радионуклидами (^{137}Cs – 864 кБк/м², ^{90}Sr – 71,5 кБк/м²). Схема опыта с удобрениями приведена в таблице. 1.

Таблица 1.

Схема опыта и распределение удобрений при улучшении и эксплуатации пойменного луга (1997-2001 гг.)

№ варианта	Система обработки почвы и удобрений в год перезалужения (1997 г.)	Система удобрений в годы эксплуатации (1998-2001 гг.)	
		I укос	II укос
1.	Естественный травостой (абсолютный контроль)	–	–
2.	$\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$ поверхностно	$\text{N}_{30}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$	$\text{N}_{30}\text{K}_{60}$
3.	$\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$ поверхностно	$\text{N}_{45}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$	$\text{N}_{45}\text{K}_{60}$
4.	$\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{180}$ поверхностно	$\text{N}_{45}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$	$\text{N}_{45}\text{K}_{90}$
5.	Доломитовая мука 3 т/га поверхностно	–	–
6.	Доломитовая мука 3 т/га + $\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$ поверхностно	$\text{N}_{45}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$	$\text{N}_{45}\text{K}_{60}$
7.	Дискование без удобрений	–	–
8.	Дискование + $\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$	$\text{N}_{45}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$	$\text{N}_{45}\text{K}_{60}$
9.	Дискование + $\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$ + K_{150}	$\text{N}_{45}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$	$\text{N}_{45}\text{K}_{60}$
10.	Доломитовая мука 3 т/га, дискование + $\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$	$\text{N}_{45}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$	$\text{N}_{45}\text{K}_{60}$
11.	Доломитовая мука 3 т/га, дискование + $\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$ + K_{150}	$\text{N}_{45}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$	$\text{N}_{45}\text{K}_{60}$
12.	Дискование, вспашка без удобрений	–	–
13.	Дискование, вспашка + $\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$	$\text{N}_{45}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$	$\text{N}_{45}\text{K}_{60}$
14.	Дискование, вспашка + $\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$ + K_{150}	$\text{N}_{45}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$	$\text{N}_{45}\text{K}_{60}$
15.	Дискование, вспашка, доломитовая мука 3 т/га, дискование + $\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$	$\text{N}_{45}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$	$\text{N}_{45}\text{K}_{60}$
16.	Дискование, вспашка, доломитовая мука 3 т/га, дискование + $\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$ + K_{150}	$\text{N}_{45}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$	$\text{N}_{45}\text{K}_{60}$

Основные агрохимические показатели почвы определяли по общепринятым методам: гумус – по Тюрину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26212-91); pH (KCl) – потенциомет-

рическим методом (ГОСТ-26483-85); гидролитическую кислотность – по Каппену (ГОСТ 26212-84); сумму поглощенных оснований – по Каппену-Гильковицу (ГОСТ 27821-88); подвижные формы фосфора и калия – по Кирсанову (ГОСТ 26207-91); обменный кальций и магний – на атомно-абсорбционном спектрофотометре ААС-30 (ГОСТ 26487-85); степень насыщенности почв основаниями и индекс агрохимической окультуренности почв – расчетным методом.

Содержание ^{137}Cs в исследуемых образцах (почва, растения) определяли на γ -спектрометрических комплексах фирм «Canberra» и «Tennelec». Радиохимическое выделение ^{90}Sr проводили по стандартной методике ЦИНАО с радиометрическим окончанием на аттестованном α - β -счетчике «Canberra-2400». Аппаратурная ошибка измерений не превышала 15-20 %.

Для количественной оценки поступления радионуклидов из почвы в растения рассчитывали коэффициенты пропорциональности по следующей формуле:

$$K_{\text{П}} = (\text{Бк/кг}) : (\text{кБк/м}^2) \quad (1)$$

Все полученные данные подвергали статистической обработке методом дисперсионного и регрессионного анализов с использованием стандартного компьютерного программного обеспечения (Excel 7.0, Statistic 7.0).

Результаты и их обсуждение. Результаты исследований показали, что самый эффективный способ улучшения пойменного луга – внесение 3 т/га доломитовой муки и минеральных удобрений в дозе $\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{180}$ в два приёма, за счёт которого удалось добиться самого наибольшего снижения величины перехода радионуклидов (в 4,7 раза ^{137}Cs и в 2,6 раза ^{90}Sr) в естественный травостой и дополнительно снизить в 1,7 раза величину перехода ^{137}Cs и в 1,8 раза ^{90}Sr по сравнению с базовым вариантом (табл. 2). Содержание радионуклидов в сене изменялось в следующих пределах: ^{137}Cs – 184–1298 Бк/кг ($K_{\text{П}}$ – 0,21–1,50), ^{90}Sr – 297–534 Бк/кг ($K_{\text{П}}$ – 4,15–7,47) и могло быть использовано для получения молока с обязательной дальнейшей переработкой [5-8].

Перезалужение пойменного луга с использованием только обработки почвы (дискование и вспашка без внесения доломитовой муки и минеральных удобрений) и создание нового культурного травостоя из многолетних злаковых трав позволило снизить содержание только ^{137}Cs (в среднем в 1,4–2,8 раза) до 1559–3091 Бк/кг ($K_{\text{П}}$ – 1,81–3,58) – на дисковании и 535–1714 Бк/кг ($K_{\text{П}}$ – 0,62–2,0) на вспашке и увеличить поступление ^{90}Sr (в среднем в 1,1–1,4 раза) до 851–2056 Бк/кг ($K_{\text{П}}$ – 11,91–28,76) – на дисковании и до 528–2241 Бк/кг ($K_{\text{П}}$ – 7,38–31,35) на вспашке по сравнению с величиной перехода радионуклидов в естественный травостой в контроле.

Улучшение условий питания многолетних злаковых трав за счёт ежегодного внесения полного минерального удобрения в дозе $\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$ в два приёма после дискования и вспашки (табл. 2) обеспечило дальнейший рост их урожайности и дальнейшее снижение перехода радионуклидов (в 2,8–4,8 раза ^{137}Cs и в 1,7–2,6 раза ^{90}Sr) по сравнению с контрольным вариантом. В полученном сене содержалось в среднем: в варианте 8 – 731–1314 Бк/кг ^{137}Cs ($K_{\text{П}}$ – 7,1–9,9) и 303–555 Бк/кг ^{90}Sr ($K_{\text{П}}$ – 6,58–12,05), в варианте 13 – 259–849 Бк/кг ^{137}Cs ($K_{\text{П}}$ – 0,30–0,98) и 360–392 Бк/кг ^{90}Sr ($K_{\text{П}}$ – 5,03–5,49), что могло быть использовано только для производства молока с обязательной переработкой в другие молочные продукты.

Внесение 3 т/га доломитовой муки и полного минерального удобрения $\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$ в два приёма под дискование и вспашку обеспечило дальнейшее снижение размеров перехода радионуклидов (в 4,6–7,7 раза ^{137}Cs и в 2,2–2,7 раза ^{90}Sr) по сравнению с контролем и в 1,6–1,7 – раза ^{137}Cs и в 1,1–1,3 раза ^{90}Sr – по сравнению с вариантами без доломитовой муки. В сене, полученном в этих вариантах, в среднем содержалось: 138–818 Бк/га ^{137}Cs ($K_{\text{П}}$ – 0,16–0,95) и 320–497 Бк/кг ^{90}Sr ($K_{\text{П}}$ – 4,48–6,95) т.е. превышало установленный норматив 260 Бк/кг для ^{90}Sr и могло быть использовано только для получения молока на переработку.

Применение повышенных доз калия в составе полного минерального удобрения ($\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{270}$) при улучшении пойменного луга под вспашку и дискование с ежегодным внесением минеральных удобрений в дозе $\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$ в два приёма обеспечило еще большее сни-

Таблица 2.

Влияние различных способов улучшения пойменного луга на урожайность и накопление ^{137}Cs и ^{90}Sr в естественном травостое и многолетних злаковых сеяных травах (в среднем за 1998-2001 гг.)

Варианты опыта	Урожайность, ц/га		^{137}Cs		^{90}Sr	
	Среднее	Прибавка к контролю	Бк/кг	КП Бк/кг:кБк/м ²	Бк/кг	КП Бк/кг:кБк/м ²
1. Естественный травостой (абсолютный контроль)	31,3	—	2924±540	3,39±0,63	980±61	13,71±0,86
2. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀ поверхностно	58,6	27,3	781±567	0,91±0,65	619±184	8,65±2,57
3. N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀ поверхностно	67,3	36,0	1050±707	1,22±0,82	714±213	9,99±3,00
4. N ₉₀ P ₆₀ K ₁₈₀ поверхностно	71,3	40,0	623±504	0,72±0,58	469±204	6,56±2,85
5. Доломитовая мука 3 т/га поверхностно	35,0	3,7	840±692	0,97±0,80	396±15	5,54±0,21
6. Доломитовая мука 3 т/га + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₈₀ поверхностно	73,2	41,9	620±595	0,72±0,69	381±133	5,33±1,86
7. Дискование без удобрений	39,5	8,2	2144±828	2,48±0,96	1323±643	18,51±9,00
8. Дискование + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	72,6	41,3	1044±294	1,21±0,34	561±130	7,85±1,82
9. Дискование + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + K ₁₅₀	80,3	49,0	356±303	0,41±0,35	352±53	4,92±0,74
10. Доломитовая мука 3 т/га, дискование + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	76,3	45,0	628±215	0,73±0,25	453±49	6,34±0,68
11. Доломитовая мука 3 т/га, дискование + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + K ₁₅₀	88,3	57,0	235±123	0,27±0,14	310±26	4,32±0,36
12. Дискование, вспашка без удобрений	42,3	11,0	1058±601	1,23±0,70	1106±983	15,46±13,76
13. Дискование, вспашка + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	78,2	46,9	607±309	0,70±0,36	380±18	5,32±0,25
14. Дискование, вспашка + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + K ₁₅₀	87,5	56,2	272±175	0,32±0,20	291±47	4,07±0,67
15. Дискование, вспашка, доломитовая мука 3 т/га, дискование + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	82,8	51,5	383±229	0,44±0,26	357±72	5,00±1,00
16. Дискование, вспашка, доломитовая мука 3 т/га, дискование + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + K ₁₅₀	93,9	62,6	151±75	0,18±0,09	201±34	2,82±0,47
НСР₀₅	2,6					

жение перехода радионуклидов в злаковые травы (до 8,3–10,6 раза ^{137}Cs и до 2,8–3,4 раза ^{90}Sr) по сравнению с контролем и в 1,8–3,0 раза ^{137}Cs и в 1,2–1,8 раза ^{90}Sr – по сравнению с базовыми вариантами. В сене в среднем содержалось: 93–705 Бк/кг (Кп – 0,11–0,82) ^{137}Cs и 256–403 Бк/кг ^{90}Sr (Кп – 3,58–5,64) (табл. 2).

Совместное внесение доломитовой муки и повышенных доз калия в составе полного минерального удобрения ($\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{270}$) под вспашку и дискование с ежегодным внесением минеральных удобрений в дозе $\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{130}$ в два приема обеспечило наибольшее снижения поступления радионуклидов в многолетние злаковые травы (до 18 раз ^{137}Cs и до 5 раз ^{90}Sr) по сравнению с естественным контролем и в 4,0 раза ^{137}Cs и в 2,0 раза ^{90}Sr – по сравнению с базовыми вариантами. Сено, полученное в этом варианте, полностью отвечало всем требованиям по содержанию радионуклидов 85–232 Бк/кг (Кп – 0,10–0,27) ^{137}Cs и 166–233 Бк/кг ^{90}Sr (Кп – 2,32–3,26) и могло быть использовано для получения молока цельного в течение всех лет исследований.

Результаты исследований показали, что эффективность применяемых защитных мероприятий по снижению перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr в травостой пойменного луга связана с оптимизацией основных агрохимических показателей аллювиальной дерново-глеевой почвы.

За счёт известкования по величине гидролитической кислотности (3 т/га доломитовой муки) при улучшении удалось довести уровень $\text{pH}_{(\text{КС})}$ до оптимальных значений 5,5–6,2, увеличить содержание обменного Са и Mg соответственно до 1030–1220 и 290–330 мг/кг, снизить гидролитическую кислотность с 1,3–1,5 до 1,0–1,2 смоль/кг, увеличить сумму обменных оснований до 8,5–9,3 смоль/кг почвы и степень насыщенности основаниями до 88–90%.

Применение повышенных доз калийных удобрений (до 250 кг.д.в.) при перезалужении и их ежегодное внесение в составе полного минерального удобрения ($\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$) позволило довести содержание обменного K_2O до 22–30 мг/100 г почвы, что составило 7,0–8,5% от суммы поглощённых оснований, улучшить степень окультуренности почвы ($\text{Иок} = 0,9\text{--}1,0$), что и обеспечило снижение размеров перехода ^{137}Cs в 8–20 раз и ^{90}Sr в 2,2–4,8 раза.

С целью выявить степень влияния отдельных агрохимических свойств аллювиальной дерново-глеевой песчаной почвы на величину коэффициентов перехода радионуклидов в урожай многолетних злаковых трав произведён корреляционный анализ массива данных за 1998–2000 гг. (табл. 3).

Таблица 3.

Коэффициенты корреляции (r) между Кп, радионуклидов в травостой и агрохимическими показателями аллювиально-дерновой почвы пойменного луга

Агрохимические показатели	^{137}Cs	^{90}Sr
$\text{pH}_{(\text{КС})}$	-0,62	-0,63
Нг , смоль/кг почвы	0,66	0,64
S , смоль/кг почвы	-0,60	-0,62
T , смоль/кг почвы	-0,60	-0,62
V , %	-0,67	-0,72
Обменный Са, мг/кг почвы	-0,65	-0,70
Обменный Mg, мг/кг почвы	-0,49	-0,60
Подвижный K_2O , мг/кг почвы	-0,61	-0,69
Подвижный P_2O_5 , мг/кг почвы	-0,42	-0,48
Содержание гумуса, %	0,18	0,26
Индекс агрохим. окультуренности Иок .	-0,62	-0,68

Результаты анализа показали, что величина коэффициентов перехода ^{137}Cs в урожай многолетних злаковых трав пойменного луга зависит от таких агрохимических свойств аллювиальной дерново-глеевой почвы, как: степень насыщенности основаниями, V ($r = -0,67$), величина гидролитической кислотности, Нг ($r = 0,66$), содержание обменного Са ($r = -0,65$), величина обменной кислотности $\text{pH}_{(\text{КС})}$, величина индекса окультуренности почвы ($r = -0,62$) и содержание обменного K_2O ($r = -0,61$),

Величина коэффициентов перехода ^{90}Sr в урожай многолетних злаковых трав определяется теми же свойствами, что и величина перехода ^{137}Cs : степенью насыщенности основа-

ниям, V ($r = -0,72$), содержанием обменного Ca ($r = -0,70$), содержанием обменного K_2O ($r = -0,69$), индексом агрохимической окультуренности почвы ($r = -0,68$), величиной гидролитической Hг ($r = 0,64$) и обменной кислотности $\text{pH}_{(\text{KCl})}$ ($r = -0,63$).

На основе результатов исследований установлены оптимальные параметры агрохимических свойств аллювиально-дерновых глеевых почв, при достижении которых наблюдаются минимальные величины коэффициентов перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr в травостой низинных лугов, загрязнённых радионуклидами (табл. 4) (рис. 1 и 2), и составлены уравнения линейной и

Таблица 4.

Оптимальные параметры агрохимических свойств и показателей почвенного плодородия пойменных лугов на аллювиально-дерновых почвах

Агрохимические показатели	
Содержание гумуса, %	3,5-4,0
Обменная кислотность $\text{pH}_{(\text{KCl})}$	6,0-6,5
Подвижный K_2O , мг/кг	250-300
Подвижный P_2O_5 , мг/кг	200-250
Степень насыщенности основаниями V , %	80-90
Индекс агрохимической окультуренности почв Иок.	0,8-1,0

множественной регрессий, позволяющие рассчитывать величину коэффициентов перехода радионуклидов в травостой по основным агрохимическим показателям луговых почв (табл. 5).

Таблица 5.

Уравнения регрессии для определения величины $\text{Kп}^{137}\text{Cs}$ и ^{90}Sr в травостой низинных лугов на торфяно-болотных почвах

^{137}Cs		^{90}Sr	
$\text{KП}^{137}\text{Cs} = -0,12V + 10,86$	$R^2 = 0,449$	$\text{KП}^{90}\text{Sr} = -0,43V + 40,80$	$R^2 = 0,518$
$\text{KП}^{137}\text{Cs} = 1,79\text{Hг} - 1,98$	$R^2 = 0,436$	$\text{KП}^{90}\text{Sr} = -0,016\text{Ca} + 21,28$	$R^2 = 0,490$
$\text{KП}^{137}\text{Cs} = -0,004\text{Ca} + 4,68$	$R^2 = 0,423$	$\text{KП}^{90}\text{Sr} = -0,32\text{K}_2\text{O} + 11,94$	$R^2 = 0,476$
$\text{KП}^{137}\text{Cs} = -1,79\text{pH} + 10,99$	$R^2 = 0,384$	$\text{KП}^{90}\text{Sr} = -16,91\text{Иок} + 19,18$	$R^2 = 0,462$
$\text{KП}^{137}\text{Cs} = -4,68\text{Иок} + 4,47$	$R^2 = 0,384$	$\text{KП}^{90}\text{Sr} = 5,99\text{Hг} - 3,23$	$R^2 = 0,410$
$\text{KП}^{137}\text{Cs} = -0,085\text{K}_2\text{O} + 2,38$	$R^2 = 0,372$	$\text{KП}^{90}\text{Sr} = -5,93\text{pH} + 39,87$	$R^2 = 0,397$
$\text{KП}^{137}\text{Cs} = 7,50 - 0,97\text{pH} - 0,00003\text{Ca} - 0,036\text{P}_2\text{O}_5$		$R^2 = 0,436$	
$\text{KП}^{90}\text{Sr} = 30,84 - 2,0\text{pH} - 0,006\text{Ca} - 0,42\text{K}_2\text{O}$		$R^2 = 0,384$	

Таким образом, анализ результатов исследований показал, что получение кормов, отвечающих существующим нормативам по содержанию радионуклидов, на пойменных лугах зависит прежде всего от условий питания луговых растений и степени окультуренности аллювиально-дерновых почв.

Внесение научно обоснованных доз известковых удобрений, повышенных доз калия в сочетании с азотными, фосфорными удобрениями позволяет получать корма соответствующих как зоотехническим, так и радиологическим требованиям.

Выводы

1. Минимальные величины коэффициентов перехода ^{137}Cs (0,3-0,7) и ^{90}Sr (2,8-5,0) в травостой пойменных лугов наблюдаются при достижении оптимальных значений агрохимических свойств почв и высокого уровня почвенного плодородия (Иок-0,9-1,0) за счёт применения агрохимических и агротехнических приёмов их улучшения (контрмер).

2. Для прогноза содержания радионуклидов в травостоях пойменных лугов в отдалённый период после аварии целесообразно использовать коэффициенты перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr , установленные не только по содержанию подвижного калия и величине обменной кислотности

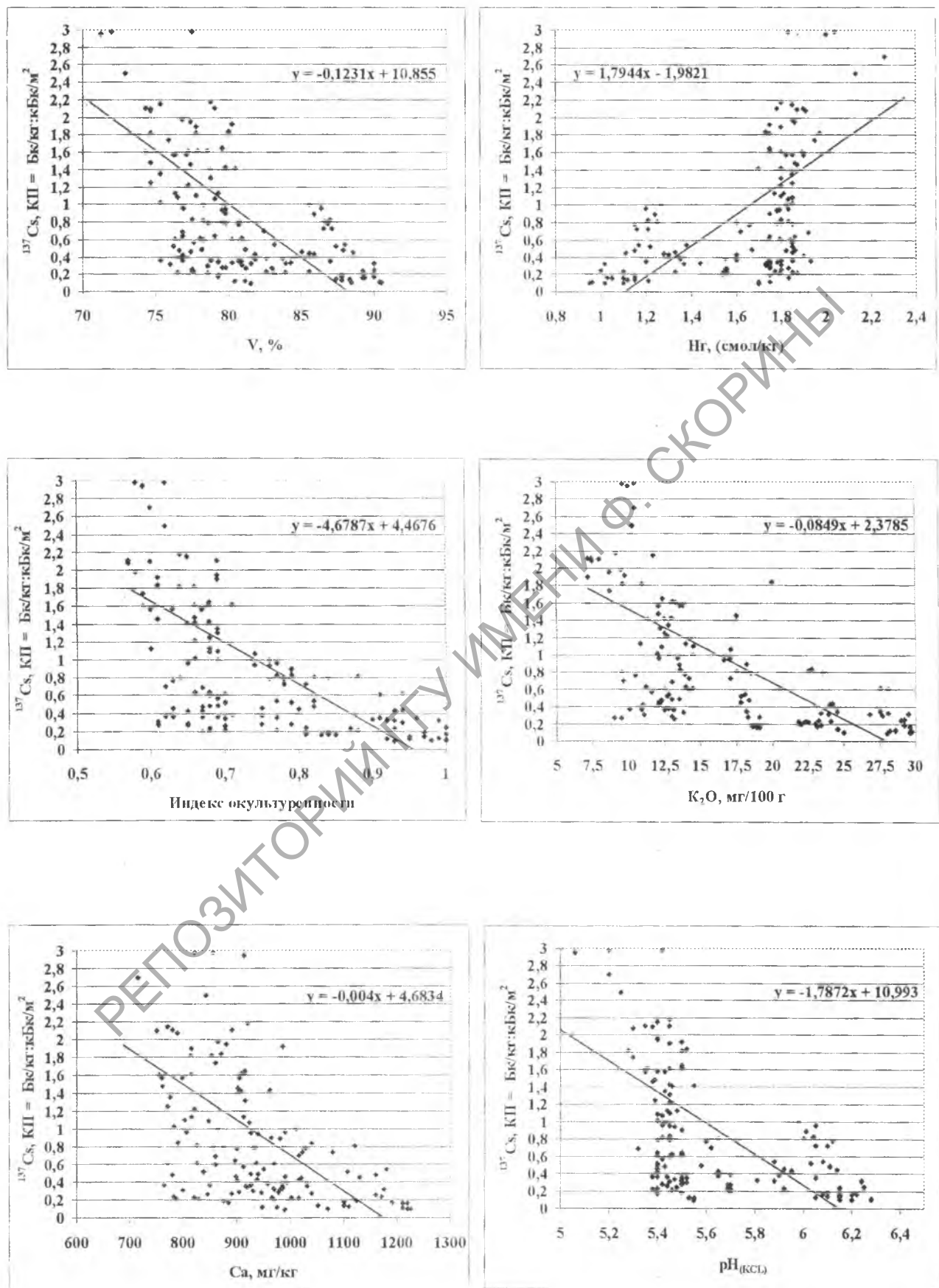


Рис. 1. Влияние основных агрохимических свойств аллювиально-дерновой почвы на величину коэффициентов перехода ^{137}Cs в травостой пойменного луга

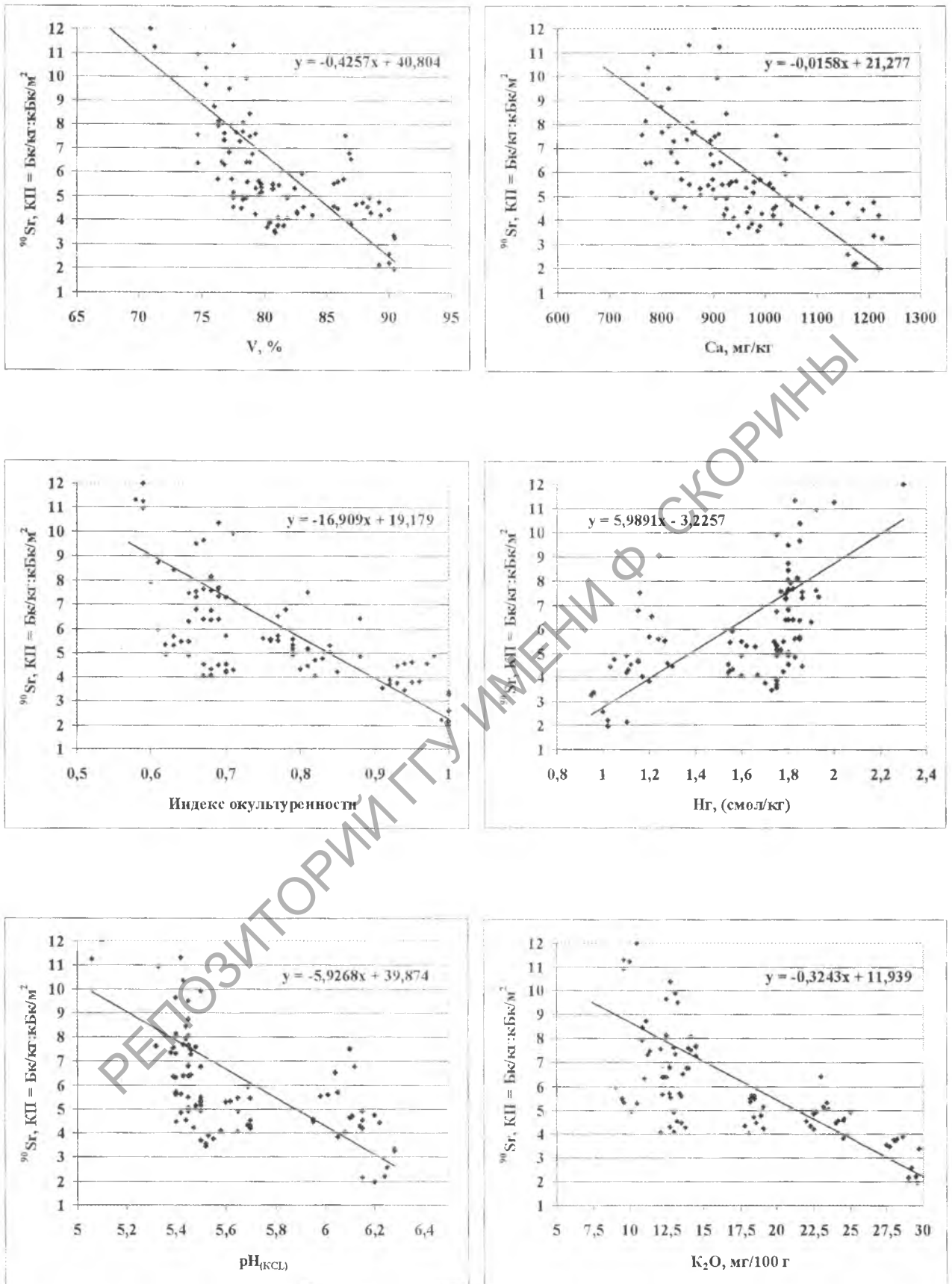


Рис. 2. Влияние основных агрохимических свойств аллювиально-дерновой почвы на величину коэффициентов перехода ^{90}Sr в травостой пойменного луга

сти аллювиально-дерновых почв, а и по комплексным агрохимическим показателям – индексу агрохимической окультуренности почв ($I_{ок}$) и степени насыщенности основаниями ($V, \%$).

3. На пойменных лугах, представленных аллювиальными дерново-глебоватыми песчаными почвами с низкой плотностью радиоактивного загрязнения (до 555 кБк/м^2 ^{137}Cs и до $18,5 \text{ кБк/м}^2$ ^{90}Sr) и высокой долей в структуре травостоя злаковых трав, эффективно поверхностное внесение 3 т/га доломитовой муки с ежегодным поверхностным внесением минеральных удобрений в дозе $\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{180}$ в два приёма ($\text{N}_{45}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$ под I укос и $\text{N}_{45}\text{K}_{90}$ под II укос)

Abstract. On the basis of long-term stationary experience it was established that the minimum accumulation quantities for ^{137}Cs and ^{90}Sr in the herbage of Belarus Polesie flood-plain meadows contaminated by Chernobyl radionuclides are determined when the optimum basic agrochemical soil properties are achieved with application of the scientifically reasonable protective measures.

Литература

1. *Рекомендации по ведению агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь на 2003-2005 гг.* / Под ред. И. М. Богдевича. Минск, 2003.

2. *Рекомендации по ведению растениеводства на радиоактивно загрязненных территориях России* / Р. М. Алексахин, А. Н. Ратников, Т. Л. Жигарева и др., Москва, 1997.

3. В. О. Кашпаров, М. М. Лазарев, Л. В. Перепелятникова, Б. С. Прістер, Ю. О. Иванов та ін., *Ведення сільського господарства в умовах радіоактивного забруднення території України внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС на період 1999-2002 рр.*, Методичні рекомендації. МінАПК України, МНС України, УНДІСГР, Київ, 1998.

4. Н. А. Корнеев, С. К. Фирсакова и др., *Прогнозирование поступления ^{90}Sr из дернины*, Агрохимия, № 3 (1983), 103–107.

5. А. Г. Подоляк, *Влияние агрохимических и агротехнических приёмов улучшения основных типов лугов Белорусского Полесья на поступление ^{137}Cs и ^{90}Sr в травостои*, Автореф. дис. канд. с.-х. наук: 06.01.04, Минск, 2002.

6. А. Г. Подоляк, Т. В. Арастович, С. Ф. Тимофеев, Т. А. Мышлен, *Как снизить содержание радионуклидов в кормах*, Белорусское сельское хозяйство, № 9 (2003), 20–21.

7. И. М. Богдевич, А. Г. Подоляк, Т. В. Арастович, *Повышение окультуренности почв – основной путь снижения загрязнения кормов радионуклидами*, Земляробства і ахова раслін. № 6 (2003), 14–6.

8. А. Г. Подоляк, С. Ф. Тимофеев, Н. В. Гребенщикова и др., *Прогнозирование накопления ^{137}Cs и ^{90}Sr в травостоях основных типов лугов Белорусского Полесья по агрохимическим свойствам почв*, Радиационная биология. Радиоэкология, № 1 (2005), 100–111.

9. П. Ф. Бондарь, *Влияние почвенно-климатических условий на накопление ^{90}Sr растениями из почвы и прогнозирование уровня загрязнения урожая*, Агрохимия, № 7 (1983), 69–79.

10. Е. А. Егорова, *О подвижности ^{90}Sr в различных типах почв*, Почвоведение, № 7 (1987), 117–121.

11. П. Ф. Бондарь, Е. В. Юдинцева, *Оценка влияния некоторых свойств почв на поступление в растения ^{137}Cs и прогнозирование накопления его в урожае овса*, Агрохимия. № 9 (1984), 85–93.

12. А. В. Коноплёв, И. В. Коноплёва, *Параметризация перехода ^{137}Cs из почвы в растения на основе ключевых почвенных характеристик*, Радиационная биология. Радиоэкология, 39, № 4 (1999), 455–461.