

ПОЙМЕННЫЕ ЗЕМЛИ – РЕЗЕРВ КОРМОВ ДЛЯ ЖИВОТНОВОДСТВА НА ЗАГРЯЗНЕННОЙ РАДИОНУКЛИДАМИ ТЕРРИТОРИИ

Т. В. ЛАСЬКО

ГНУ «Институт радиобиологии»,
г. Гомель, Республика Беларусь, 246000

(Поступила в редакцию 16.02.2022)

В статье анализируются результаты исследований миграции ^{137}Cs в многолетние травы, произрастающие на загрязненных пойменных землях.

Цель исследований – оценка поступления радионуклидов в многолетние травы пойменных ландшафтов юго-востока Беларуси при смене гидрологического режима территории.

Полевые исследования проводились путем отбора сопряженных растительных и почвенных образцов на реперных площадках. Проведены аналитические работы по определению основных агрохимических показателей почвы, удельной активности ^{137}Cs в почве и растительных пробах. Математически обработаны данные и рассчитаны коэффициенты перехода ^{137}Cs для многолетних трав.

В результате проведенных исследований определены параметры перехода ^{137}Cs на пойменных почвах в преобладающий травостой в отдаленный постчернобыльский период. Установлена тенденция снижения значений K_p ^{137}Cs для травяных кормовых культур со временем. При составлении рациона кормления сельскохозяйственных животных необходимо учитывать содержание радионуклидов в кормах. Используя актуализированные коэффициенты перехода ^{137}Cs возможно составить прогноз удельной активности радионуклидов в животноводческой продукции.

Определена предельная плотность загрязнения пойменных земель ^{137}Cs при заготовке кормов из травостоя для получения молока цельного и мяса на заключительный откорм, соответствующих РДУ-99.

Ключевые слова: радионуклиды, коэффициенты перехода, корма, цезий-137, пойменные почвы, многолетние травы.

The article analyzes the results of studies of ^{137}Cs migration into perennial grasses growing on polluted floodplain lands.

The purpose of the research is to assess the intake of radionuclides into perennial grasses of the floodplain landscapes of the South-East of Belarus when the hydrological regime of the territory changes.

Field studies were carried out by selecting conjugated plant and soil samples at reference sites. Analytical work was carried out to determine the main agrochemical indicators of the soil, the specific activity of ^{137}Cs in the soil and plant samples. The data were mathematically processed and transfer factors of ^{137}Cs for perennial grasses were calculated.

As a result of the research, ^{137}Cs parameters transfer on floodplain soils to the predominant herbage in the remote post-Chernobyl period were determined. A trend of decreasing values of ^{137}Cs TF for herbal fodder crops over time has been established. When planning the diet of farm animals, it is necessary to take into account the content of radionuclides in feed.

Using the updated conversion factors for ^{137}Cs , it is possible to predict the specific activity of radionuclides in livestock products.

The limiting density of ^{137}Cs contamination of floodplain lands was determined during the harvesting of fodder from the herbage to obtain whole milk and meat for final fattening, corresponding to RDU-99.

Key words: *radionuclides, transfer factors, fodder, caesium-137, floodplain soils, perennial grasses.*

Введение Луга в Республике Беларусь занимают более 3,2 млн га, на долю пойменных приходится 5,2 % лугов. В Гомельской области всего 0,6 млн га лугов, из них пойменных – 92,1 тыс. га, или более половины (54,6 %) всех пойменных лугов Беларуси. Значительные площади пойменных лугов Гомельщины связаны с поймой рек Сож и Припять.

Природные луга в пойме р. Сож являются важными природно-ландшафтными комплексами и ценными естественными кормовыми угодьями. Рациональное использование, улучшение и охрана естественных кормовых угодий, в том числе пойменных, имеет важное народнохозяйственное значение. С увеличением поголовья крупного рогатого скота в регионах подвергшихся загрязнению в результате катастрофы на ЧАЭС возрастает потребность в травяных кормах. В связи с этим отмечается возврат к более интенсивному использованию пойменных лугов. В силу высокого уровня первичной биологической продуктивности луговые экосистемы играют важную роль в круговороте биогенных элементов, а через продукцию животноводства служат источником поступления микроэлементов и загрязняющих веществ в рацион человека. После аварии на Чернобыльской АЭС значительные площади луговых сообществ в поймах рек Днепр, Сож, Припять и их притоков оказались загрязнены долгоживущими радионуклидами, которые включаются в пищевые цепи, ведущие к человеку, при вовлечении лугов в хозяйственный оборот.

В зависимости от времени и продолжительности паводков, почвенных условий, уровня грунтовых вод и интенсивности сельскохозяйственного использования, пойменные луга характеризуются выраженным динамизмом временных и пространственных параметров. Данное обстоятельство делает их надежным индикатором дестабилизации природных систем под давлением изменения климата.

Луговые экосистемы довольно быстро отвечают на изменения факторов среды, в отличие, например, от лесных. Перестройка видового состава растений сопровождается трансформацией биопродукционных процессов, изменением выноса элементов и радионуклидов из почвы в растительный покров и скорости их возврата в почву при разложении

органических остатков. Причиной этому является не только изменение доли видов с различной аккумулирующей способностью, но и перераспределение элементов по формам с различной биологической доступностью и их подвижности в прикорневой зоне почвы. Изучение лугов всегда имело большое прикладное значение, и было направлено на выработку практических рекомендаций по достижению максимальной продуктивности лугов и высоких питательных качеств сена.

Через 35 лет после первичного загрязнения пойменных лугов радионуклидами в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС на пойме продолжается процесс перераспределения радионуклидов. Это связано с аллювиально-фациальной дифференциацией вещества паводковыми водами, отложением наилок, процессами переувлажнения и заболачивания, подтоками грунтовых вод, сорбцией органическим веществом, окислами железа и глинистыми минералами. Травянистые растения также могут по-разному накапливать радионуклиды в зависимости от видовых особенностей [1].

В настоящее время плотность загрязнения пойменных лугов продолжает оставаться достаточно высокой. Большая часть пойменных лугов р. Сож составляет по прогнозным оценкам от 5 Ки/км² до 15 Ки/км².

Заливные пойменные луга в ряде случаев не подлежат коренному улучшению и могут использоваться для заготовки «чистых» кормов и выпаса скота только с учетом предельных плотностей радиоактивного загрязнения [2].

На загрязненной территории получение животноводческой продукции с известным содержанием радионуклидов начинается с прогнозирования накопления ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в растениях. Установленная зависимость накопления ¹³⁷Cs для травосмесей от содержания в почве подвижного калия позволяет прогнозировать удельную активность ¹³⁷Cs в урожае на различных по обеспеченности калием почвах [3].

Прогноз загрязнения кормов радионуклидами на основе многолетних травосмесей пойменных фитоценозов позволяет заблаговременно планировать рацион для сельскохозяйственных животных, с учетом плотности загрязнения почв и различное их использование [4].

Глобальные изменения климата оказывают существенное влияние на состояние сельскохозяйственной отрасли. Для обеспечения продовольственной безопасности страны и развития сельскохозяйственной отрасли необходимо принятие мер по реагированию на изменения

климата, деградацию сельскохозяйственных земель и решению энергетических проблем.

Повышение среднегодовой температуры воздуха привело к смещению агроклиматических зон с юга на север и появлению на юге Брестской и Гомельской областей новой агроклиматической зоны с более продолжительным вегетационным периодом. Отмечен рост повторяемости засух, особенно на почвах лёгкого гранулометрического состава (песчаных, супесчаных).

В целом, пойменные луга мало пригодны для сельскохозяйственного возделывания, но зато благоприятны для кормовой базы. Значительные площади поймы (вся прирусловая и часть высокого уровня центральной зоны) используются под постоянные пастбища. Пастбищное использование возрастает в связи с наличием сухих лугов. Здесь, в основном, проводится одноразовое скашивание травостоя, а во вторую половину лета эти площади используются как пастбища [5].

Цель исследований – оценка поступления радионуклидов в многолетние травы пойменных ландшафтов юго-востока Беларуси при смене гидрологического режима территории.

Основная часть. Объектом исследований являлись луговые экосистемы в поймах рек Сож и Припять, почва и растительный покров на участках поймы, загрязненных техногенными радионуклидами.

Методы исследований: полевой, гамма-спектрометрический, агрохимический, статистического анализа.

Полевые исследования проводились путем отбора проб растительных образцов в фазы технической спелости и сопряженных почвенных образцов в производственных посевах методом учетных площадок. Представительные пробы формировались из точечных проб. Объемная масса воздушно-сухого образца почвы для проведения анализа на содержание радионуклидов ^{137}Cs составляла 1,0 л. Из точечных растительных проб массой 0,6–1,0 кг формировали объединенную пробу в зависимости от содержания золы и сухого вещества массой 2 кг. Почвенные образцы отбирали методом конверта, т.е. один смешанный образец состоял из 5 индивидуальных проб, взятых на глубину перегнойного горизонта с площади 1 м² с помощью почвенного тростевого бура [6].

Аналитические работы выполнены в лаборатории радиоэкологии и массовых анализов. При расчете значений параметров перехода радионуклидов (Кп) использовались данные удельной активности ^{137}Cs (Бк/кг) сопряженных проб почв и растений. Определение удельной

активности ^{137}Cs (Бк/кг) почвы и растений выполнено на гамма-спектрометрическом комплексе «Canberra-Packard» с погрешностью не более 30 %. Статистическая обработка результатов исследований проводилась по Б. А. Доспехову [7].

Центральная пойма имеет наибольшее хозяйственное значение, т. к. обладает благоприятным водным режимом и плодородными почвами и используется как естественная кормовая база. Поэтому реперные участки для отбора проб были выбраны в центральной зоне поймы р. Припять на территории радиоактивного загрязнения. Выбран ландшафтный профиль поймы р. Сож возле н. п. Шерстин Ветковского района Гомельской области. На 3 реперных участках профиля притеррасном, центральном и прирусловом установлены смотровые скважины для контроля уровней грунтовых вод (УГВ), выполнены и описаны почвенные разрезы. На каждом участке произведен отбор сопряженных проб замеры УГВ.

Диапазон удельной активности ^{137}Cs и основных агрохимических параметров почвы реперных участков представлен в табл. 1.

Таблица 1. Удельная активность ^{137}Cs и основные агрохимические характеристики реперных участков в пойме р. Припять и р. Сож

Название поймы	Реперный участок	Удельная активность почвы, Бк/кг	pH _{KCl}	K ₂ O	P ₂ O ₅	Гумус
		^{137}Cs		мг/кг		%
Центральная пойма р. Припять	Участок №1	5493–6180	4,47	49–50	48–63	3,2–3,3
	Участок №2	7361–8279	4,34	95–100	34	7,7–7,8
Пойма р. Сож	Участок 1 Притеррасная пойма	918–2208	4,63–4,74	59–81	65–118	2,2–4,3
	Участок 2 Центральная пойма	850–1266	4,32–4,64	72–120	65–152	4,2–5,5
	Участок 3 Прирусловая пойма	3493–4405	4,73–5,95	87–138	141–277	4,3–5,3

Результаты показали, что почвы реперных участков в пойме р. Припять по степени обменной кислотности относятся к I группе (сильнокислая), по содержанию подвижного калия к I – II группам (низкое), фосфора – I группе (очень низкое). Содержание гумуса в

почве высокое – более 3 %, с повышенным обменным Са и средним содержанием Mg.

Почвы в пойме р. Сож по степени обменной кислотности относятся ко II группе (среднекислая), по содержанию подвижного калия к I–II группам (низкое), фосфора – II–IV группам (от низкого до повышенного). Содержание гумуса в почве высокое – более 3 %, с высоким обменным кальцием и повышенным магнием.

В зависимости от плотности загрязнения радионуклидами территории удельная активность ^{137}Cs в почве находилась в пределах 850–6180 Бк/кг.

Уровни содержания радионуклидов в почве и растениях на выбранных реперных участках, а также параметры перехода ^{137}Cs для трав различных зон поймы р. Сож представлены в табл. 2.

Таблица 2. Параметры перехода радионуклидов для сена растительных ассоциаций реперных участков поймы р.Сож

Почва			Растения		
^{137}Cs , Бк/кг	^{137}Cs , кБк/м ²	^{137}Cs , ки/км ²	^{137}Cs , Бк/кг	^{137}Cs , Кп Бк/кг:кБк/м ²	^{137}Cs , Кн
притеррасная пойма, МАЭД – 0,26 мкЗв/час разнотравно-злаковая ассоциация (участок 1)					
918±54	226	6	98±6	0,44	0,11
2208±110	543	15-	111±8	0,20	0,05
1984±118	488	13-	210±11	0,43	0,11
центральная пойма, МАЭД – 0,11 мкЗв/час разнотравно-осоковая ассоциация (участок 2)					
1266±75	253	7	351±19	1,39	0,28
850±50	170	5	845±45	4,97	0,99
1080±49	216	6	458±25	2,12	0,42
приусловая пойма, МАЭД – 0,32 мкЗв/час разнотравно-злаковая ассоциация (участок 3)					
4404±260	793	21	59±5	0,07	0,01
4137±244	745	20	59±4	0,08	0,01
3493±205	629	17	64±4	0,10	0,02

Удельная активность ^{137}Cs почвы варьировала в пределах от 850 Бк/кг на реперном участке 2 центральной поймы до 4400 Бк/кг на участке 3 приусловой поймы. Удельная активность ^{137}Cs в сене луговых трав на пойменных землях реперных участков, в зависимости от вида травостоя, варьировала от 63 до 890 Бк/кг, что не превысило норматива 1300 Бк/кг в сене для получения молока цельного.

Для травостоя злаковых ассоциаций на притеррасной пойме Кп ^{137}Cs находились в пределах 0,20–0,44 Бк/кг:кБк/м². В центральной

пойме, где преобладает осока острая, установлены максимальные параметры перехода ^{137}Cs , которые находились в пределах от 1,39 до 4,97 Бк/кг:кБк/м². В прирусловой пойме, представленной разнотравно-злаковой ассоциацией с преобладанием вейника, Кп ^{137}Cs не превышала значений 0,10 Бк/кг:кБк/м².

Предельно допустимая плотность загрязнения почвы радионуклидом (кБк/м²), при которой полученный урожай будет соответствовать РДУ, определяется путем деления допустимой величины загрязнения продукции на величину Кп при соответствующем уровне плодородия почв.

При прогнозировании загрязнения других видов кормов необходимо значения Кп для сена разделить на поправочный коэффициент: для сенажа (влажность 55 %) – 1,8, силоса (влажность 75 %) – 3,4, зеленой массы (82 %) – 4,6.

Предельная плотность загрязнения почвы ^{137}Cs при заготовке кормов из травостоя с преобладанием осоки, для получения молока цельного и мяса на заключительный откорм, соответствующего РДУ-99, не должна превышать 7,0 Ки/км² при оптимальных агрохимических характеристиках почвы. Заготовка сена и зеленой массы из злаковой травосмеси в пойме р. Сож возможна для любых целей без ограничений по плотности загрязнения почвы ^{137}Cs , при которой ведется сельскохозяйственное производство (до 40 Ки/км²). Выпас скота на пастбищах, покрытых злаковыми травосмесями, также возможен без ограничений по плотности загрязнения почвы ^{137}Cs .

При превышении допустимых уровней содержания радионуклидов в кормах для скота, дающего цельное молоко, возможно использование их для получения молока-сырья и для начальной стадии откорма КРС.

Заключение. Мониторинг уровней увлажнения 20 см слоя почвы на 3 реперных участках (притеррасном, центральном и прирусловом) поймы р. Сож показал, что только на участке притеррасной поймы за вегетационный период запас продуктивной влаги почвы уменьшался до 6 раз, а на участках прирусловой и центральной показатели влажности не подвергались значительным колебаниям. В целом по запасу продуктивной влаги условия для произрастания растений в пойме р. Сож были хорошие и удовлетворительные. Установлено, что на дерново-глеевой, развивающейся на супесчаном аллювии, почве наблюдается тенденция преобладающего влияния на аккумуляцию радионуклида ^{137}Cs биологических особенностей доминантных видов

растений, по сравнению с влиянием режима увлажнения. Для травостоя злаковых ассоциаций на притеррасной и прирусловой зонах поймы р. Сож Кп ^{137}Cs не превышали значений $0,44 \text{ Бк/кг:кБк/м}^2$. В центральной пойме, где преобладает осока острая, установлены максимальные параметры перехода ^{137}Cs , которые находились в пределах от $1,39$ до $4,97 \text{ Бк/кг:кБк/м}^2$. Заготовка сена и зеленой массы из злаковых травосмесей, возможна для любых целей без ограничений по плотности загрязнения почвы ^{137}Cs . Предельная плотность загрязнения почвы ^{137}Cs при заготовке кормов из травостоя с преобладанием осоки, для получения молока цельного и мяса на заключительный откорм, соответствующего РДУ-99, не должна превышать $7,0 \text{ Ки/км}^2$.

Эффективное использование и улучшение естественных сенокосов и пастбищ должно быть основано на оценке их природного потенциала и современного состояния с учетом изменения гидрологического режима и уровня радиоактивного загрязнения. Возрастающая потребность в кормах диктует необходимость введения в систему кормопроизводства новых высокопродуктивных культур, способных обеспечить стабильно высокие урожаи в условиях недостатка влаги.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дайнеко, Н. М., Состояние луговых экосистем бассейна р. Сож в постчернобыльский период: монография / Н. М. Дайнеко, С. Ф. Тимофеев. – Чернигов: Десна Полиграф, 2018. – 167 с.
2. Рекомендации по ведению агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь на 2021–2025 гг. / Н. Н. Цыбулько [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2021 – 144 с.
3. Ласько, Т. В. Оценка и прогноз накопления радионуклидов основными сельскохозяйственными культурами в отдаленный постчернобыльский период / Т. В. Ласько, С. А. Тагай // Женщины-ученые Беларуси и России: материалы международной научно-практической конференции, Минск, 26 марта 2021 г. / БГУ; [редкол.: И. В. Казакова (отв. ред.) и др.]. – Минск: БГУ, 2021. – С. 201–205.
4. Рекомендации по возделыванию многолетних бобово-злаковых многокомпонентных травосмесей на загрязненных радионуклидами торфяных почвах / Т. В. Ласько [и др.]; РНИУП «Институт радиологии» – Минск, 2015. – 33 с.
5. Логинов, В. Ф. Проблемы повышения адаптивной способности Республики Беларусь к изменениям климата / В. Ф. Логинов, В. В. Коляда // Природопользование. Сб. науч. тр. – 2015. – Вып.28. – С. 5–13.
6. Крупномасштабное агрохимическое и радиологическое обследование почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: методические указания / И. М. Богдевич [и др.]; под ред. И. М. Богдевича. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2012. – 48 с.
7. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: (С основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – (учебники и учеб. пособия для высш. с.-х. учеб. заведений) – М.: Колос, 1979. – 416 с.