

СОСТОЯНИЕ ПАСТБИЩ НА ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ ТОРФЯНО-БОЛОТНЫХ ПОЧВАХ

О. И. Портухай, кандидат биологических наук
С. М. Лыко, кандидат сельскохозяйственных наук
Ровенский государственный гуманитарный университет
г. Ровно, Украина

Ключевые слова: кормопроизводство, радионуклиды, торфяно-болотные почвы.

Введение

Наиболее критическими природными агроэкосистемами, которые в некоторой степени формируют дозу облучения населения как в первый период, так и на протяжении длительного времени после радиационной катастрофы, выступают сенокосы и пастбища. Их критичность обусловлена способностью аккумулировать радионуклиды в дернине, которые становятся доступными для растений и мигрируют в трофической цепи почва — растение — животное (продукция животноводства) — человек.

Начальным звеном миграции ^{137}Cs в среде и агроэкосистемах является почва, от агрохимических свойств которой зависит поступление его в растения и следующие звенья трофической цепи. Торфяно-болотные почвы характеризуются высокими коэффициентами перехода ^{137}Cs из почвы в растения, поэтому контроль их радиологического состояния остается актуальным и в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС. В связи с тем, что основным продуктом питания, который осуществляет дозу внутреннего облучения людей выступает молоко, большее внимание следует уделять оценке состояния почв под сенокосами и пастбищами.

Закономерности поступления радионуклидов в луговую растительность и особенности организации и ведения растениеводства на радиоактивно загрязненных территориях освещены в работах Б.Н. Анненкова, Р.М. Алесахина, Е.В. Юдинцева, И.Н. Гудкова, Б.С. Пристер, В.В. Долина и др. [1,2,3,6,8,9]. Анализ литературных источников показал, что остается недостаточно изученной взаимосвязь между агрофизическими показателями почвы и миграционной способностью радионуклидов, поэтому новизна темы исследования заключается в оценке показателей агрофизического и радиологического состояния почвы, которые будут влиять на ее экологическое состояние и пригодность для использования в сельском хозяйстве.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования являются процессы миграции ^{137}Cs в луговую растительность на торфяно-болотных почвах. Предмет исследования — удельная активность растений и почвы, влажность и плотность почвы.

Опытные участки были заложены на пастбище в с. Старое Село Рокитновского

района Ровенской области (Украина), которое используется для выпаса крупного рогатого скота местным населением. Уровень загрязнения почв ^{137}Cs определялся по методике комплексного радиационного обследования загрязненных территорий (за исключением территории зоны отчуждения) [4]. Определение содержания ^{137}Cs проводилось в лаборатории экологической безопасности земель, окружающей среды и качества продукции Ровенского филиала государственного учреждения «Институт охраны почв Украины» на гамма-спектрометре СЕГ-1 со сцинтилляционным детектором в литровых сосудах Мари-нелли с временем экспозиции 1:00. Для определения плотности почвы и влажности использовались методы лабораторного исследования, утвержденные нормативными документами ГОСТ 5180-84, ГОСТ 28268-89.

Результаты исследования

На территории Рокитновского района торфяно-болотные почвы являются преобладающими в Березовском, Вежицком, Старосельском, Томашгородском, Блаживском, Каменском, Билевежском сельских советах. Для сравнения уровня загрязнения почв под сенокосами и пастбищами на территории названных сельских советов нами были проанализированы данные плотности загрязнения почв, полученные в результате агрохимической паспортизации полей и земельных участков, которая проводилась в 2010 году Ровенским филиалом государственного учреждения «Институт охраны плодородия почв». В результате анализа было выявлено, что наиболее загрязненные пастбища и сенокосы находятся на территории Томашгородского, Старосельского и Вежицкого сельских советов, где содержание ^{137}Cs в почвах вдвое превышает допустимые уровни (ПДК 37,0 кБк/м²) [4, 7].

Для исследования было выбрано естественное пастбище в с. Старое Село на торфяно-болотных почвах, которое является типичным для Полесья и характеризуется кислой реакцией почвенного раствора и низким обеспечением элементами питания. Плотность загрязнения пастбища изменяется от 50 до 70 кБк/м² и превышает допустимые уровни содержания ^{137}Cs (более 37,0 кБк/м²). Для анализа вертикального распределения ^{137}Cs под естественными пастбищами на торфяно-болотных почвах в отдаленный период после Чернобыльской катастрофы образцы почв отбирались с различной глубиной. Полученные результаты приведены в табл. 1.

Наибольшее количество радионуклидов сосредоточено в дернине (0—5 см), что, безусловно, становится существенным источником поступления радионуклидов в растения и непосредственно в организм животных за счет случайного захватывания и поедания животными радиоактивных частиц почвы и дернины на бедном природном пастбище, травостой которого слабо развит и выбит.

Из полученных данных можно сделать предположение, что на территории пастбища не проводились мероприятия, которые способствовали бы улучшению травостоя, и следовательно — уменьшению поступления в него радионуклидов, что и обусловило его

дальнейшую миграцию в трофической цепи. В соответствии с рекомендациями ведения сельскохозяйственного производства на территориях, загрязненных в результате Чернобыльской катастрофы в отдаленный период, такие высокие уровни загрязнения торфя-

Таблица 1 — Вертикальное распределение ^{137}Cs на торфяно-болотных почвах под пастбищем

№ точки отбора проб	Плотность загрязнения почвы, Бк/кг			
	Дернина 0-5 см	5-15 см	15-25 см	Корнесодержащий слой
1	195	48	19	87
2	198	51	22	90
3	210	54	23	96
4	256	55	22	111
5	227	72	25	108
6	230	59	24	104
7	240	61	25	109
8	254	59	29	114
9	290	72	29	130
10	307	80	33	140
Среднее	241	61	25	109

ных почв не позволяют обеспечить поголовье чистыми кормами без проведения соответствующих мероприятий. Так, пастбища на торфяных осушенных почвах можно использовать с плотностью загрязнения ^{137}Cs не более 37 кБк/м². Сено, собранное из различных по плотности загрязнения лугов, складировать отдельно и используют для разных групп животных. Сено, собранное из участков лугов, загрязненных ^{137}Cs до 37 кБк/м² на торфяно-болотной осушенной почве, используют для молочного и мясного стада на заключительной стадии откорма, а из остальных участков — для молодняка и мясного стада на начальной стадии откорма [2].

Концентрация радионуклидов в продукции растениеводства, полученной на загрязненных территориях, определяется суммарным действием двух факторов — плотностью загрязнения, которая может отличаться на соседних полях в несколько раз из-за неравномерного пространственного распределения радиоактивных выпадений, и свойствами почвы, также существенно отличающимися в реальных ландшафтных условиях Полесья даже в пределах одного хозяйства.

Усвоение радионуклидов корневыми системами является главным фактором, определяющим радиационную опасность на загрязненной территории. В качестве главного параметра, который характеризует поведение радионуклидов в системе «почва — растение», используется коэффициент перехода (КП). По убыванию КП ^{137}Cs сельскохозяйственные культуры, независимо от типа почвы, на которой они выращиваются, можно расположить в следующей последовательности: сено естественных трав, сено сеяных злаковых трав, зеленая масса кормовых культур [2].

Для анализа уровня загрязнения растительности на пастбищах с торфяно-болотной почвой с опытных участков в п. Старое Село отбирались смешанные образцы

зеленой массы растений. Полученные результаты использовались для расчета коэффициентов перехода (Кп) и коэффициентов накопления (Кн) ^{137}Cs и приведены в табл. 2.

В пределах одного пастбища наблюдается значительное отличие удельной активности растений и превышение содержания ^{137}Cs в травах (по ДСТУ 4674-2006 она не должна превышать 600 Бк/кг).

Таблица 2 — Коэффициенты перехода и коэффициенты накопления ^{137}Cs на торфяно-болотных почвах луговой растительностью

№ точки отбора проб	Удельная активность растений, Бк/кг	Кн	Кп, $\frac{\text{Бк/кг}}{\text{кБк/м}^2}$
1	1940	22,2	85,4
2	2262	25,0	96,2
3	2460	25,8	98,9
4	2480	22,3	85,8
5	2880	26,8	102,8
6	2666	25,6	98,2
7	2793	25,7	98,8
8	2940	25,8	98,9
9	2965	22,8	87,4
10	2973	21,3	81,6
Среднее	2636	24,3	93,4

На исследуемом пастбище торфяно-болотные почвы характеризуются высокими Кп и Кн ^{137}Cs в растения, что приводит к превышению допустимых уровней загрязнения сена, а также трав естественных кормовых угодий и в результате — получению молока, удельная активность которого превышает допустимые уровни содержания ^{137}Cs (100 Бк/л), рис. 1.

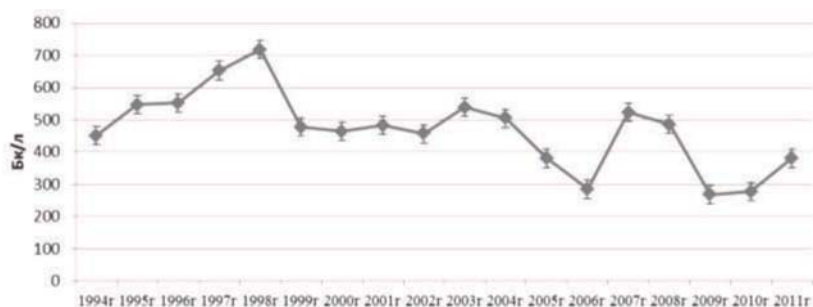


Рисунок 1 — Динамика удельной активности молока, Бк/л (по данным Рокитновской санитарно-эпидемиологической станции)

Между удельной активностью растений и удельной активностью почвы был проведен корреляционный анализ. Установлено, что коэффициент корреляции возрастает с глубиной от 0,775 до 0,874, что свидетельствует о прямой и тесной связи, а именно: с ростом удельной активности почвы возрастает удельная активность растений, табл. 3.

Полученные результаты исследований использовались для построения трендовой модели, которая позволяет делать прогнозные расчеты удельной активности расте-

Таблица 3 — Корреляционный анализ между удельной активностью растений и удельной активностью почвы опытных участков

№ точки отбора проб	Удельная активность растений, Бк/гк	Удельная активность почвы, Бк/кг			
		Дернина 0-5 см	5-15 см	15-25 см	Корнесодержащий слой
1	1940	195	48	19	87
2	2262	198	51	22	90
3	2460	210	54	23	96
4	2480	256	55	22	111
5	2880	227	71	24	108
6	2666	230	59	24	104
7	2793	240	61	25	109
8	2940	254	59	29	114
9	2965	290	72	29	130
10	2973	307	80	33	140
<i>r</i>		0,775	0,841	0,874	0,826

ний от содержания ¹³⁷Cs в торфяно-болотной почве:

$$y = 17,264x + 756,38 \quad (R^2 = 0,6825)$$

Изучение влияния влажности на миграцию радионуклидов в системах почва — растение и вода — почва — растение позволили установить несколько закономерностей: во-первых, оптимальное обеспечение влагой в процессе онтогенеза растений минимизирует поступление радионуклидов, во-вторых, на естественных лугах и пастбищах травостой чрезмерно увлажненных угодий всегда будет более загрязненным радионуклидами, чем сухостойные участки [2,5].

Опытные участки закладывались через 50 м в направлении от магистрального канала до низинного болота, где грунтовые воды часто выходят на поверхность. Влажность почвы соответственно возрастает от 1-й до 10-й точек отбора образцов. Влияние влажно-

Таблица 4 — Корреляционный анализ между удельной активностью растений и влажностью почвы опытных участков

№ точки отбора проб	Удельная активность растений, Бк/гк	Влажность почвы, %			
		Дернина 0-5 см	5-15 см	15-25 см	Корнесодержащий слой
1	1940	167,93	248,35	358,39	258,22
2	2262	250,30	312,90	462,01	341,74
3	2460	230,67	308,30	452,78	330,58
4	2480	231,10	335,50	509,20	358,60
5	2880	261,21	346,25	486,54	364,67
6	2666	256,10	324,02	484,31	354,81
7	2793	291,30	337,58	511,52	380,13
8	2940	298,79	349,61	493,25	380,55
9	2965	248,95	335,65	507,64	364,08
10	2973	301,75	327,91	549,04	392,90
<i>r</i>		0,844	0,859	0,847	0,894

сти торфяно-болотной почвы на удельную активность растений приведены в табл. 4.

Коэффициент корреляции, изменяется от 0,844 до 0,894, что свидетельствует о

прямой и тесной связи, а именно: удельная активность растений возрастает при увеличении влажности. На основе полученных данных была построена трендовая модель зависимости удельной активности растений от влажности для торфяно-болотной почвы:

$$y = 8,1497x - 237,92 \quad (R^2 = 0,7998)$$

Важным агрофизическим показателем, который влияет на рост корневой системы растений, водно-воздушный режим, является плотность почвы, представляющей собой массу абсолютно сухой почвы в единице объема с ненарушенным строением, то есть вместе с грунтовыми порами. В результате корреляционного анализа плотности почвы и ее влажности установлена тесная обратная корреляционная связь ($r = -0,959$) — при

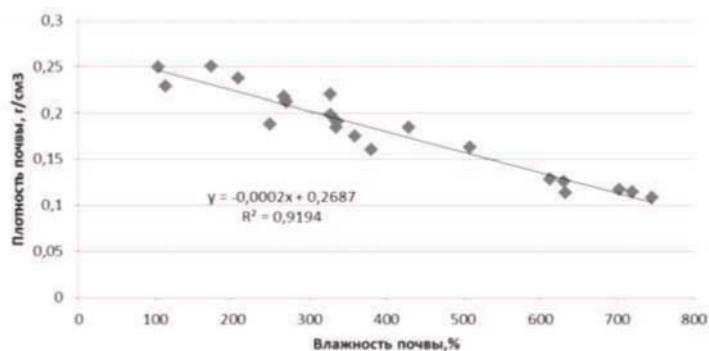


Рисунок 2 — Взаимосвязь между плотностью почвы и ее влажностью

увеличении плотности почвы наблюдается уменьшение его влажности, рис. 2.

При уменьшении плотности почвы увеличивается влажность, а чем больше влажность, как указывалось ранее, тем выше удельная активность растений. Поэтому можно предположить, что с уменьшением плотности почвы происходит увеличение удельной активности растений. Для подтверждения этого был проведен корреляционный анализ

Таблица 5 — Коэффициенты корреляции между удельной активностью растений и плотностью почвы опытных участков

№ точки отбора проб	Удельная активность растений, Бк/гк	Плотность почвы, г/см ³			
		Дернина 0-5 см	5-15 см	15-25 см	Корнесодержащий слой
1	1940	0,239	0,222	0,173	0,211
2	2262	0,216	0,201	0,165	0,194
3	2460	0,221	0,202	0,167	0,196
4	2480	0,250	0,195	0,163	0,203
5	2880	0,213	0,193	0,159	0,188
6	2666	0,215	0,198	0,159	0,191
7	2793	0,206	0,195	0,153	0,184
8	2940	0,204	0,192	0,157	0,184
9	2965	0,218	0,195	0,154	0,192
10	2973	0,220	0,197	0,145	0,187
<i>r</i>		-0,592	-0,845	-0,884	-0,852

между плотностью почвы и удельной активностью растений, табл. 5.

Коэффициент корреляции между удельной активностью растений и плотностью почвы изменяется в пределах от $-0,592$ до $-0,884$, что свидетельствует о наличии между ними обратной связи, которая возрастает с глубиной от средней к сильной. На основе полученных данных была построена трендовая модель зависимости удельной активности растений от плотности почвы. Она имеет следующий вид:

$$y = -34396x + 9274,3 \quad (R^2 = 0,7259)$$

Выводы

В результате проведенных исследований установлено, что содержание ^{137}Cs в торфяно-болотных почвах под пастбищами значительно превышает предельно допустимое содержание радионуклидов, которое приводит к загрязнению растительности и соответственно к высоким уровням содержания ^{137}Cs в молоке. Основная часть радионуклидов остается в дернине и лишь незначительная их часть включена в процессы нисходящей миграции.

В результате корреляционного анализа удельной активности растений и соответственно удельной активности почвы, ее влажности и плотности почвы установлено:

— с глубиной возрастает коэффициент корреляции между удельной активностью растений и удельной активностью почвы, достигая своего наибольшего значения на глубине 15—25 см ($r = 0,874$). Между этими показателями наблюдается прямая и тесная связь, свидетельствующая о том, что с увеличением удельной активности почвы будет возрастать удельная активность растений;

— между удельной активностью растений и влажностью почвы коэффициент корреляции изменяется в незначительных пределах от 0,844 до 0,894, и указывает на прямую тесную связь, а именно: при увеличении влажности почвы возрастает удельная активность растений;

— между удельной активностью растений и плотностью почвы установлена тесная обратная связь: при увеличении показателей плотности почвы наблюдается уменьшение удельной активности растений. Коэффициент корреляции при этом составляет 0,852.

Таким образом, к основным факторам оценки радиологического и агроэкологического состояния почв следует отнести не только уровень загрязнения почв и их физико-химические свойства, но и агрофизические показатели.

Библиографический список

1. Анненков, Б.Н. Ведение сельского хозяйства в районах радиоактивного загрязнения (радионуклиды в продуктах питания) / Б. Н. Анненков, В. С. Аверин. — Минск : Пропилей, 2003. — 111 с.

2. Ведення сільськогосподарського виробництва на територіях, забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи, у віддалений період / Методичні рекомендації ; За заг. редакцією академіка УААН Прістер Б.С. — К. : Атіка — Н, 2007. — 196 с.
3. Гудков, И. Н. Основы общей и сельскохозяйственной радиобиологии : Учеб. для вузов. / И. Н. Гудков. — Киев : Изд-во УСХА, 1991. — 328 с.
4. Лико, С. М. Екологічний стан ґрунтів сінокосів та пасовищ найбільш забруднених територій Рівненської області / С. М. Лико, О. І. Портухай // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету : науково-теоретично, науково-практичний журнал / Головний редактор А.С. Кобець – Дніпропетровськ : ДДАУ, 2012. — С. 66—71
5. Методика комплексного радіаційного обстеження забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи територій (за винятком території зони відчуження). / [В. А. Кашпаров, Л. В. Калиненко, Г. П. Перепелятников та ін.] — К.: Атіка-Н, 2007. — 60 с.
6. Основы сельскохозяйственной радиологии / [Б. С. Пристер, Н. А. Лоцилов, О. Ф. Немец, В. А. Поярков] . — К. : Урожай, 1988. — 256 с.
7. Портухай, О.И. Оценка состояния торфяно-болотных почв под сенокосами и пастбищами Ровенской области (Украина) / О.И. Портухай // Молодёжь и инновации – 2013: Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых. В 4-х ч. / Гл. ред. А.П. Курдеко. — Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2013. — С. 165—168.
8. Руководство по ведению сельскохозяйственного производства на радиоактивно загрязненных территориях Республики Беларусь и Российской Федерации / Р.М. Алексахин, Н.И. Санжарова, С.В. Фесенко [и др]. — Минск-Москва, 2005. — 142 с.
9. Самоочищення природного середовища після Чорнобильської катастрофи. / [В. В. Долін, Г. М. Бондаренко, О.О. Орлов] ; за ред. академіка НАН України Е. В. Собоновича. — К. : Наукова думка, 2004. — 215 с.

Summary

O. Portukhay, S. Lyko

CONDITION OF PASTURES ON THE PEAT SOILS LANDS POLLUTED BY RADIONUCLIDES

The condition of pastures on peat soils according to the specific activity of the soil and the plants on the basis of which the transfer factors and rates of ^{137}Cs accumulation in meadow plants are calculated. The dynamics of ^{137}Cs content in milk from 1996 to 2011 is demonstrated. A correlation analysis of the specific activity of plants and, consequently, the specific activity of the soil and moisture analysis is conducted. The correlation coefficient between the content of ^{137}Cs in plants and soil density is calculated. It is discovered that plants specific activity increasing is observed when parameters of ^{137}Cs content in soil increase, when there are moisture conditions and density of peat-bog soils decrease.

Поступила 03.03.14