

УДК 631.95: 546.36

ОСОБЛИВОСТІ НАКОПИЧЕННЯ ^{137}Cs В БІОЦЕНОЗАХ ПАСОВИЩ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО СЛІДУ АВАРІЇ НА ЧАЕС

В.А. Проневич, кандидат сільськогосподарських наук, докторант
Інститут агроєкології і природокористування НААН України

Найзабрудненіше молоко одержано від корів, яких випасали на пасовищі розташованому на торфовому ґрунті, при цьому пасовищний травостій мав найвищу активність ^{137}Cs . Максимальні коефіцієнти переходу ^{137}Cs з ґрунту пасовищ у молоко визначено за випасання корів у лісових масивах, де була висока забрудненість пасовищної рослинності. Застосування контрзаходів у господарствах поліського регіону сприяло значному зменшенню інтенсивності міграції ^{137}Cs за біологічними ланцюгами, але неможливість їх проведення на неугіддях та в лісових масивах, де випасається основна маса корів приватних господарств, підвищує «критичність» цих територій. Повені та розливи річок змінюють концентрацію радіонуклідів у ландшафтах і сприяють додатковому їх входженню в кормовий та харчовий ланцюги.

Ключові слова: накопичення ^{137}Cs , біоценози пасовищ, аварія на ЧАЕС, молоко.

Екологічне значення радіаційного фактора особливо зросло в зв'язку з найбільшою в історії атомної енергетики аварією на ЧАЕС та викидом великої кількості продуктів радіоактивного розпаду в біосферу. Дослідження радіоекології кормових угідь, виконані в нашій країні та за кордоном, переконливо показали, що сінокоси і пасовища є одними з найбільш «критичних» типів природних комплексів, радіаційне забруднення яких є стійким упродовж тривалого періоду, які найбільше впливають на опромінення населення поліського регіону [1,2,7–10].

На природних лукопасовищних угіддях у кругообіг надходить від 0,01 до 0,2% ^{137}Cs , який присутній в біоценозі [3]. На постійних пасовищах ^{137}Cs , який випав з атмосфери, потрапляє і сорбується в верхньому (1 см) шарі органічного матеріалу, що накопичився в результаті життєдіяльності рослин на поверхні ґрунту. Це перешкоджає фіксації ^{137}Cs в кристалічних ґратках мінералів і створює умови для додаткового надходження радіоцезію в рослини, особливо в умовах високої вологості. У цьому випадку відбувається сорбція ^{137}Cs стеблами, вузлами куштиння та поверхнею листків рослин. Крім того, своєрідний мінералогічний склад ґрунтів, у яких відсутні глинясті мінерали в мулистій фракції ґрунтів Українського Полісся, за переваги фульвокислот порівняно з гуміновими, низький вміст муистої фракції, водонасиченість внаслідок надлишкового зволоження – все це забезпечує підвищене надходження ^{137}Cs в пасовищні рослини [3,6].

Основним джерелом накопичення людиною ^{137}Cs нині є молоко і молочна продукція. Залежно від типу харчування значна частина надходження ^{137}Cs до організму людини відбувається з овочами і злаками. У деяких випадках з рослинною їжею до організму людини може надходити до 40–60% всього ^{137}Cs [4].

На особливу увагу заслуговують результати досліджень, що свідчать про надходження значної частини радіонуклідів у молоко. Встановлено, що на другий рік після радіоактивного забруднення навколишнього природного середовища основними забруднювачами молока стають ^{137}Cs і ^{90}Sr . Воно є основним дозоутворювальним продуктом і тому зниження рівня надходження до нього радіонуклідів за ведення тваринництва в умовах радіоактивного забруднення, є однією з першочергових завдань [5].

Об'єкти і методика досліджень. Дослідження проводили на території західного сліду радіонуклідних випадів аварії на ЧАЕС в КСП «Хлібороб» та «Колос» Дубровицького району Рівненської області. На території господарств підібрали чотири пасовища, які різнилися за ґрунтами та травостоєм, де випасалися молочні корови сільських приватних та колективних господарств.

Для досліду відібрали корів, яких розділили на чотири групи по 10 голів у кожній. Їх випасали упродовж травня-вересня на відведених для цієї мети дослідних пасовищах. У середньому, як показав облік, кожна корова поїдала до 50–60 кг зеленої маси пасовищного корму за добу. Для проведення аналізів раз у сім днів від кожної групи корів відбирали середній зразок молока об'ємом 1 л. Відбір, підготовка зразків ґрунту і рослин до аналізу при радіологічному обстеженні здійснювали згідно з методичними вказівками з оцінки радіаційної обстановки на забруднених територіях. Для визначення вмісту гамма-випромінюючих радіонуклідів використовували напівпровідниковий гамма-спектрометр з Ge-Li з детектором типу ДГДК-100 та багатоканальним амплітудним аналізатором імпульсів АМ-А-02Ф1. Для математичного аналізу та узагальнення експериментальних даних використовували пакет прикладних програм у складі MS Excel-2003 і «Statistics».

Результати досліджень. Одним з основних «критичних» продуктів харчування є молоко, вплив якого зростає за вживання його дітьми, адже перевищення допустимих рівнів вмісту ^{137}Cs найчастіше відбувається в молоці великої рогатої худоби приватних господарств. Результати вивчення забруднення молока у індивідуальному секторі поліського регіону Рівненської області за 1989–1995 рр. досліджень показано в табл. 1.

Найвищий рівень забруднення молока радіонуклідами відзначали в 1989р., при цьому 36% проб перевищувало тимчасово ДР-91. У наступні роки частка проб з перевищенням допустимих рівнів зменшувалася і в 1995 р. становила 10,8 %. Але і в подальшому в окремих населених пунктах визначали високі рівні забруднення молока – близько 3000 Бк/л. У селах Переходичі, Дроздинь, Ст. Село, Вежиця Рокитнівського, Лугове, Будимля, Черемель, Переброди Дубровицького, Біле, Журавлине, Березине, Городок Володимирецького, Рудня-Карпилівська, Карпилівка, Карасин Сарненського районів, 90% добових надоїв молока перевищували ТДР-91 протягом 1991–1993 рр.

Це свідчить про те, що через заболочення місцевості та високу залісненість території, профілактичні заходи, спрямовані на зниження рівнів забруднення молока в індивідуальних господарствах вчасно не проводились і саме ці райони найбільше постраждали внаслідок весняної повені. Через затоплення пасовищ населення випасало худобу в лісах, що спричинило зростання рівнів забруднення молока. В Дубровицькому районі з 39 тис. га сільськогосподарських угідь у весняний період під водою перебуває понад 30 тис. га. площ, у т. ч. сінокосів і пасовищ.

1. Рівні забруднення молока ^{137}Cs в особистих підсобних господарствах за даними моніторингу в населених пунктах Рівненської області

Рік	Загальна кількість проб, шт.	У т.ч. вище ТДР-91		Максимальна активність, Бк/л	Кількість населених пунктів, з перевищенням ТДР забруднення молока ^{137}Cs
		кількість, шт.	%		
1989	9339	3362	36,0	3544	154
1990	10566	1885	17,8	9916	151
1991	10242	2412	23,6	3520	157
1992	12233	1989	16,3	3604	133
1993	2538	702	27,7	3050	42
1994	2944	367	12,5	2620	44
1995	3023	325	10,8	1780	39

У колективних господарствах, порівняно з приватними, вже в 1993 р. все молоко відповідало вимогам ТДР-91. Зниженню рівнів забруднення молока сприяло проведення заходів, спрямованих на зменшення накопичення радіонуклідів у кормах – перезалуження пасовищ, внесення мінеральних і органічних добрив, вапнування ґрунту.

В особистих підсобних господарствах тварин випасали на пасовищах, де протягом проведення досліджень спеціальні заходи не проводили і коефіцієнти переходу радіоцезію в трави та молоко в 10–25 разів були вищими, ніж в громадському секторі тваринництва.

За даними досліджу найзабрудненіше молоко одержане від корів, яких випасали на пасовищі, розташованому на торфовому ґрунті – 600 Бк/кг, при цьому пасовищний травостій мав найвищу забрудненість ^{137}Cs – 9,82 кБк/кг (табл.2). На лісовому і лучному пасовищах на дерново-підзолистому ґрунті активність молока була нижчою і більше вирівняна в часі. Питома активність молока корів, яких випасали в урочищі «Заплава», становила 45–93 Бк/кг, в урочищі «Став» 315–920 Бк/кг.

Максимальні коефіцієнти переходу ^{137}Cs з ґрунту пасовищ у молоко (5,7) визначено за випасання корів у лісових масивах, де відзначена висока забрудненість пасовищної рослинності – 8,37 кБк/кг. Коефіцієнти переходу ^{137}Cs з пасовищного корму в молоко на всіх пасовищах були у межах 0,7–1,2. Споживання молока від корів за випасання на неполіпшених пасовищах призводило до підвищення внутрішнього опромінення населення.

2. Накопичення ^{137}Cs в молоці корів (n=10) за 1991–1995 рр. КСП «Хлібороб» Дубровицького району Рівненської області

Тип та назва пасовища	Активність ґрунту ділянки, кБк/м ²	Молоко		Травостій	
		^{137}Cs , Бк/кг	КП, (м ² /кг)	^{137}Cs , кБк/кг	КП, (м ² /кг)
Лучне на дерново-підзолистому ґрунті, урочище «Заплава», 7,55 Кі/км ² (279,4 кБк/м ²)	287	70 (45–93)	0,24	0,820	2,8
Лісове на дерново- підзолистому ґрунті с. Міляч, 1,55 Кі/км ² (57,4 кБк/м ²)	70	400 (180–630)	5,7	8,37	120
Лучне на осушеному торфовищі, урочище «Став», 3,31 Кі/км ² (122,5 кБк/м ²)	172	600 (315–920)	3,5	9,82	57
Лучне на торфово-болотному ґрунті, урочище «Озеро», 4,89 Кі/км ² (180,8 кБк/м ²)	112	280 (157–500)	2,5	6,03	54

У колективному господарстві КСП "Хлібороб"Дубровицького району, порівняно з приватними, забрудненість молока ^{137}Cs була значно нижчою. Зміни концентрації радіонукліду в часі показані на рисунку. Починаючи з 1989 р. все молоко господарства відповідало вимогам ТДР-91. На початку 1988 р. середня активність молока в господарстві становила близько 500 Бк/л, навесні 1989р. – 110–160 Бк/л, і на кінець 1993 р. – 50-60 Бк/л. Зниженню рівнів

забруднення молока сприяло проведення заходів, спрямованих на зменшення накопичення радіонуклідів у кормах. У 1988 і 1991 роках на більшості колективних пасовищ проведено глибоку оранку, вапнування та внесено підвищені дози мінеральних добрив.

За пасовищного утримування худоби рівень надходження ^{137}Cs з кормом був вищим, ніж за стійлового, оскільки виникала можливість потрапляння його в ротovu порожнину безпосередньо з поверхні дернини. Крім того, ^{137}Cs , затриманий лучною дерниною, відрізняється значно більшою доступністю з лучною травою [3,6] порівняно із сіяними травами та іншими культурами, з орних ґрунтів, які є основною частиною кормів за стійлового утримування худоби. Вплив характеру утримування молочної худоби на рівень ^{137}Cs в молоці підтверджено й іншими авторами [4].

Рівень забруднення кормів ^{137}Cs , які згодовувались великій рогатій худобі в зимово-стійловий період, вивчали на полях та угіддях КСП "Хлібороб" (табл. 3). Найвище накопичення радіоцезію визначено в сіні та сінажі багаторічних трав, відповідно 1112–1829 та 1036–1630 Бк/кг, найменше – у соломі озимого жита 164–329 Бк/кг.

3. Рівні забруднення кормів ^{137}Cs з полів та угідь КСП "Хлібороб" Дубровицького району

Корм	Активність ^{137}Cs , Бк/кг											
	1993 р.						1994 р.					
	повторення					середнє	повторення					середнє
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
Сіно	1112	1150	1720	1829	1141	1390	1243	1119	1618	1243	1257	1296
Солома озимого жита	260	234	228	296	312	266	164	329	234	179	317	244
Сінаж	1134	1056	1630	1124	–	1236	1568	1291	1036	1291	1374	1312
Силос	384	367	342	389	444	385	384	368	374	435	392	390
Буряк кормовий	560	432	546	484	502	504	444	421	368	246	297	355

Дані багатьох авторів свідчать про можливість значного (2,5–50 разів) зниження коефіцієнтів переходу довгоживучих радіонуклідів з ґрунту в рослини за проведення заходів докорінного покращання природних сінокосів та пасовищ, що включають подрібнення та заорювання дернини з подальшим залуженням, або посівом кормових культур.

Результати порівняння концентрації ^{137}Cs в молоці корів колективного і приватних господарств на території КСП "Хлібороб" показано на рисунку. Як видно з даних активність ^{137}Cs в молоці корів колективного господарства знижувалась помітно швидше з 1988 р., коли спеціальні контрзаходи провели на великих масивах.

У приватних господарствах на природних пасовищах, зниження вмісту ^{137}Cs в молоці відбувалось поступово, впродовж 1991–1995 рр., за винятком випадку затоплення частини пасовища урочища «Став» повенежими водами у 1993 р. Тварини в цей період були переведені на стійлове утримання.

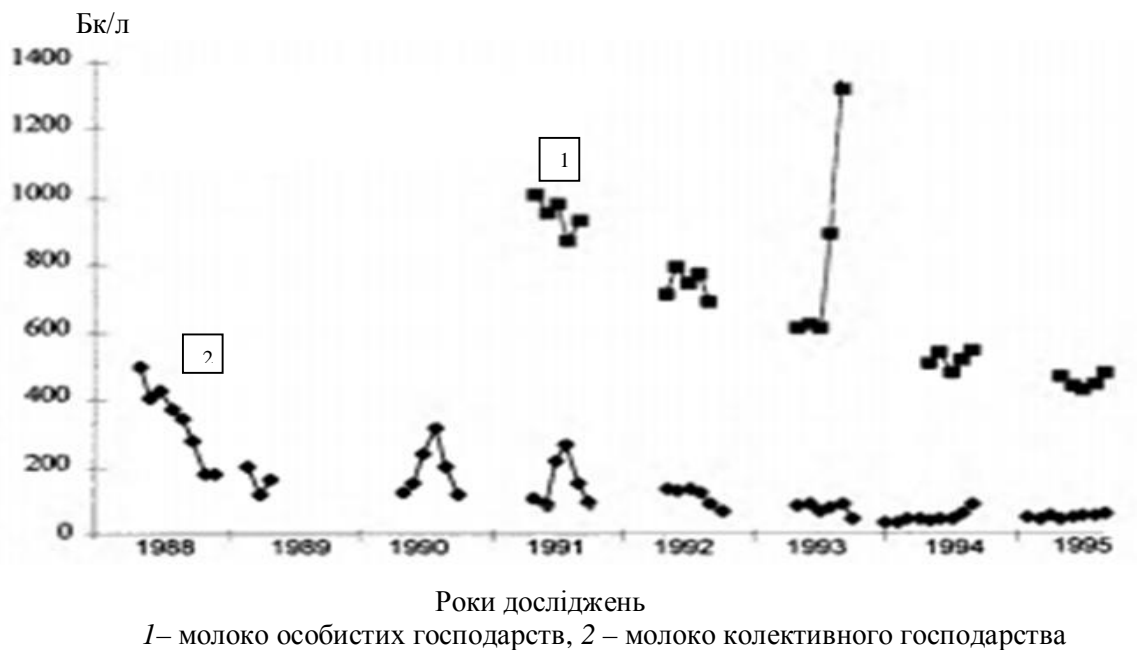


Рис. Порівняння вмісту ^{137}Cs в молоці корів колективного і приватних господарств на території КСП "Хлібороб" Дубровицького району, Бк/л

Після наступного відростанням трав, активність молока при випасанні корів зросла до 1100–1420 Бк/л, або майже удвічі і залишалась високою до

закінчення пасовищного сезону, що свідчить про зв'язок між повенями і рівнями радіоцезію у молоці. Таким чином, повені та розливи річок можуть змінювати концентрацію радіонуклідів у ландшафтах і призводити до додаткового їх надходження до кормового та харчового ланцюгів.

Застосування контрзаходів у господарствах сприяло значному зменшенню інтенсивності міграції радіоцезію за біологічними ланцюгами, але їх неможливо було застосовувати на неугіддях та в лісових масивах, де випасалася основна маса корів приватних господарств.

Тому в 1995 р. в приватних господарствах вміст ^{137}Cs в молоці залишався ще порівняно високим – близько 450 Бк/л, тоді як у колективному господарстві він виявився на рівні 50–70 Бк/л. Загалом, індивідуальна мінливість одержаних даних була незначною (коефіцієнт варіації нижче 15%).

Проведення докорінного покращення найзабрудненіших луків та пасовищ Поліських районів Рівненської області сприяло зниженню надходження забрудненого радіоцезієм молока з особистих підсобних господарств. Середня його активність зменшилася з 349 Бк/л у 1990р. до 186 Бк/л у 1995р. (табл. 4).

4. Вплив докорінного поліпшення луків та пасовищ на забруднення молока ^{137}Cs в особистих підсобних господарствах Рівненської області

Район	Перезалужено, га						Середня активність молока, Бк/л					
	всього	у т.ч. за роками					у т.ч. за роками					
		1991	1992	1993	1994	1995	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Володимирецький	15965	4953	3050	3174	2622	2166	209	186	153	236	165	156
Дубровицький	18970	5010	3380	4173	3257	3150	723	283	241	262	225	168
Зарічненський	13447	4464	2500	2540	2224	1719	326	263	245	272	195	182
Рокитнівський	11675	4938	2444	1500	1191	1602	463	398	430	453	416	438
Сарненський	12237	4338	1990	2500	1919	1490	229	171	260	274	260	213
Всього	72294	23703	13364	13887	11213	10127	349	230	219	245	195	186

Результати досліджень активності ^{137}Cs молока корів в особистих підсобних господарствах Рівненської області показано в табл. 5. Протягом 2013

року перевищення допустимих рівнів активності молока спостерігалось в 34 селах з 107 досліджених. При цьому межі максимальної активності були на рівні 100 – 998 Бк/л.

5. Активність ^{137}Cs молока корів особистих підсобних господарств Рівненської області за даними радіологічного контролю АПК, 2013р.

Район	Досліджено проб, всього	Кількість проб з перевищенням ДР-2006*	Межі максимальної активності, Бк/л	Кількість досліджених населених пунктів	
				всього	з перевищенням ДР-2006
Дубровицький	288	32	101- 472	26	7
Зарічненський	186	73	100- 360	26	6
Рокитнівський	495	219	105- 998	26	11
Сарненський	335	47	109- 248	27	10
Всього	1304	371	100- 998	107	34

* - Допустимі рівні активності ^{137}Cs молока – 50 Бк/л

Висновки

1. Найзабрудненіше молоко одержане від корів, яких випасали на пасовищі, розташованому на торфовому ґрунті – 600 Бк/кг, при цьому, пасовищний травостій мав найвищу активність ^{137}Cs – 9,82 кБк/кг. Максимальні коефіцієнти переходу ^{137}Cs з ґрунту пасовищ у молоко визначено за випасання корів у лісових масивах, де відзначено високу забрудненість пасовищної рослинності – 8,37 кБк/кг.
2. Застосування контрзаходів у господарствах поліського регіону сприяло значному зменшенню інтенсивності міграції ^{137}Cs за біологічними ланцюгами, але неможливість їх проведення на неугіддях та в лісових масивах, де випасається основна маса корів приватних господарств, підвищує критичний стан цих територій. Проведення докорінного поліпшення найзабрудненіших луків та пасовищ знизило надходження ^{137}Cs у молоко корів в особистих підсобних господарствах, при цьому середня його активність зменшилася з 349 Бк/л у 1990р. до 186 Бк/л у 1995р.
3. Повені та розливи річок змінюють концентрацію радіонуклідів у ландшафтах і сприяють додатковому їх входженню в кормовий та харчовий ланцюги.

4. На забруднених ^{137}Cs територіях західного сліду аварії на ЧАЕС, необхідно терміново проводити комплекс агроеліоративних заходів щодо зв'язування рухомих форм радіонуклідів з метою недопущення їх міграції в молоко корів.

Список літератури

1. *Медведев В.В.* Мониторинг почв Украины. Итоги. Задачи. (2-е пересмотренное и дополненное издание) / *В.В. Медведев* /. – Харьков : КП «Городская типография. – 2012. – 536 с.
2. *Пристер Б.С.* Проблемы сельскохозяйственной радиобиологии и радиозоологии при загрязнении окружающей среды молодой смесью продуктов ядерного деления. Монография / *Б. С. Пристер* / Ин-т проблем безопасности АЭС НАН Украины, ЗАТ «Книга». – 2008. – 320 с.
3. *Пристер Б.С.* Миграция радионуклидов в почве и переход их в растения в зоне аварии ЧАЭС / *Б.С. Пристер, Н.П. Омеляненко, Л.В. Перепелятников* / Почвоведение. – 1990. – N 10. – С. 51 - 60.
4. Проблемы безопасности атомной энергетики. Уроки Чернобыля. Монография / [*Б.С. Пристер, А. А. Ключников, В. М. Шестопалов, В. П. Кухарь*] / Ин-т проблем безопасности АЭС НАН Украины. – К.: ЗАТ «Книга». – 2013. – 200 с.
5. Проблемы применения контрмер в сельском хозяйстве Украины после аварии на Чернобыльской АЭС / [*Б.С. Пристер, Ю.А. Иванов, Л.В. Перепелятникова, В.А. Проневич*] // Вісник аграрної науки. — 1996. — №1. — С. 74-81.
6. *Проневич В.А.* Накоплення та міграція ^{137}Cs в ґрунтах і рослинах природних пасовищ в умовах Волинського Полісся України / *В.А. Проневич, С.Т. Вознюк, С.І. Веремеско* // Вісник НУВГП: Зб. наукових праць. Рівне, 2006. – Вип. 2 (34). – Ч.1. – С.21 – 28.
7. *Bachhuber H. et al.* The migration of cesium-137 and strontium-90 in multilayered soils : results from bathc, column and fallout investigations Nuklear Technolog.– 1982.– vol. 59.– P. 291 – 301

8. *Bunze K., Schimmack W., Kreutzer K., Schiel R.* Interception and retention of Chernobyl derived ^{134}Cs , ^{137}Cs and Ru-106 in Spruce Stand Sci. Total Environ. – 1989. – vol. 78. – P. 77 – 87.
9. *Desmet G.M.* Chemical speciation and bioavailability of elements in the environment and their relevance to radioecology / *G.M.Desmet, L.R Van Loon., B.J. Howard* // The science of total environment, 100 (1991), – P. 105- 124.
10. *Cornell R.V.* Adsorption of cesium on minerals: a review / *R.V. Cornell* // Journ. of Anal, and Nuclear chem. – 1993. – Vol. 171. – N°2, – P.483-500.

Особенности накопления ^{137}Cs в биоценозах пастбищ в условиях западного следа аварии на ЧАЭС
В.А. Проневич

Наиболее загрязненное молоко получено от коров, которых пасли на пастбище расположенном на торфяных почвах, при этом, пастбищный травостой имел высокую активность ^{137}Cs . Максимальные коэффициенты перехода ^{137}Cs из почвы пастбищ в молоко определено при выпасе коров в лесных массивах, где отмечено высокое загрязнение пастбищной растительности. Наводнения и разливы рек изменяют концентрацию радионуклидов в ландшафтах и вызывают дополнительное их вхождение в кормовую и пищевую цепи.

Ключевые слова: накопление ^{137}Cs , биоценозы пастбищ, авария на ЧАЭС, молоко.

Regularity of ^{137}Cs accumulation in pasturesbiocenosis in west toward contamination of Cernobyl incident
V.A. Pronevych

Most contaminated milk obtained from cows which grazed on pasture located on peat soil, while pasture herbage had the highest activity ^{137}Cs . The maximum coefficients of ^{137}Cs transfer from soil to pasture for grazing milk cows identified in the forests, which marked a high contamination pasture vegetation.. Floods and flooding changing the concentration of radionuclides in the landscape and causing them additional entry in the feed and food chain.

Keywords: activity ^{137}Cs , pasture grazing, milk cows.