

10. Physicochemical forms of ^{90}Sr and ^{137}Cs in components of Glyboke Lake ecosystem in the Chornobyl exclusion zone / Ganzha Ch., Gudkov D., Ganzha D., Klenus V., Nazarov A. // Journal of Environmental Radioactivity. Elsevier. – 2014. – Vol. 127. P. 176–181.

ОЦІНКА МІГРАЦІЇ ^{137}Cs І ^{90}Sr НА РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ АГРОЛАНДШАФТАХ ЛІСОСТЕПУ У ВІДДАЛЕНИЙ ПЕРІОД ПІСЛЯ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ

О. І. Розпутній, доктор с.-г. наук, професор

І. В. Перцьовий, канд. с.-г. наук, доцент

В. Ю Герасименко, канд. с.-г. наук, доцент

М. Є. Савеко, канд. військових наук, доцент

Білоцерківський національний аграрний університет

Після Чорнобильської катастрофи минуло вже понад три десятиліття. В результаті розпаду ^{137}Cs і ^{90}Sr площі територій з високою щільністю забруднення зменшилася в середньому в 1,5–2 рази, але проблема радіоактивного забруднення й нині залишається актуальною [1]. Маючи хімічні властивості подібні до калію та кальцію, ^{137}Cs і ^{90}Sr інтенсивно включаються в систему «грунт-рослина» в біогенну міграцію накопичуючись у продукції рослинного й тваринного походження і, у подальшому надходять в організм людини [2]. Тому проживання населення на радіоактивно забруднених територіях зумовлює необхідність проведення постійного моніторингу радіаційної ситуації, з'ясування процесів і закономірностей міграції ^{137}Cs і ^{90}Sr трофічними ланцюгами агроєкосистем [1].

Провідними вченими (Прістер Б. С., Гудков І. М, Кашпаров В. О., Лазарєв М. М. , Романчук Л. Д., Кучма М. Д. та ін.) проведено доволі великий обсяг наукових досліджень з вивчення міграції ^{137}Cs і ^{90}Sr в об'єктах аграрного виробництва та їх накопичення у продовольчій продукції. При цьому основна увагу науковців зосереджена на зоні Полісся. До того ж, більше уваги приділяється ^{137}Cs , що є основним дозоутворюючим радіонуклідом. Поряд з цим, на радіоактивно забруднених територіях Лісостепу значна частка забруднення припадає і на ^{90}Sr , інтенсивність міграції якого, на думку вчених, поступово буде збільшуватися [1–5], що й зумовило необхідність вивчення стану міграції ^{137}Cs і ^{90}Sr трофічним ланцюгом «грунт – рослина – тварина» на радіоактивно забруднених агроландшафтах у віддалений період після Чорнобильської катастрофи.

Метою нашої роботи була оцінка міграції ^{137}Cs і ^{90}Sr трофічними ланцюгами агроєкосистем, що зазнали радіаційного забруднення внаслідок

Чорнобильської катастрофи в умовах лісостепової ґрунтово-кліматичної зони південної частини Київської області.

Матеріал і методи досліджень. Моніторингові дослідження були виконані упродовж 2010–2017 років у ТОВ «Надія», с. Йосипівка, ТОВ ФК «Агро-Лідер Україна», с. Іванівка та на присадибних ділянках сіл Йосипівка та Тарасівка Білоцерківського району Київської області. Для проведення досліджень було відібрано зразки ґрунтів, зерна, картоплі та іншої овочевої продукції, молока. Питому активність ^{137}Cs і ^{90}Sr визначали на УСК «Гамма Плюс U» з програмним забезпеченням «Прогрес 2000» у лабораторії кафедри безпеки життєдіяльності Білоцерківського НАУ. Активність ^{137}Cs визначали на сцинтиляційному гамма-спектрометричному тракті приладу в посудині Марінеллі об'ємом 1л у нативних зразках чи після їх фізичного концентрування, а ^{90}Sr – після радіохімічного виділення на сцинтиляційному бета-спектрометричному тракті приладу згідно з методиками проведення вимірювань [6–7].

Результати дослідження. Наші дослідження показали, що у ТОВ «Надія» рівень забруднення ґрунтів ^{137}Cs складав від 105 до 397 кБк/м², а ^{90}Sr – від 9,5 до 36 кБк/м². Поля у ТОВ ФК «Агро-Лідер Україна» мали щільність забруднення ^{137}Cs 37,5–284 кБк/м² і ^{90}Sr – 7,5–32 кБк/м². Щільність забруднення ґрунтів у НВЦ БНАУ ^{137}Cs складала від 4,2 до 8,7 кБк/м² і ^{90}Sr – від 0,5 до 0,9 кБк/м². Щільність забруднення ґрунтів присадибних ділянок с. Йосипівка ^{137}Cs складала від 206 до 380 кБк/м², а ^{90}Sr – від 24 до 38 кБк/м², а в середньому рівень забруднення ^{137}Cs складав 278 кБк/м² та ^{90}Sr – 32 кБк/м². Рівень забруднення ґрунтів присадибних ділянок с. Тарасівка ^{137}Cs становив від 58 до 136 кБк/м² та ^{90}Sr – 10–20 кБк/м². В середньому щільність забруднення ^{137}Cs становила 104 кБк/м² та ^{90}Sr – 16 кБк/м².

Дослідження зразків зерна, показали, що активність ^{137}Cs і ^{90}Sr варіювала у досить широких межах, залежно від щільності забруднення ґрунтів і виду культур (табл. 1, 2). Найнижча активність ^{137}Cs була у зерні пшениці озимої, кукурудзи, а найвища – гороху, гречки та сої.

Коефіцієнти переходу (Кп) ^{137}Cs і ^{90}Sr у зерно також варіювали у доволі широких межах (табл. 1, 2). При цьому коефіцієнти переходу ^{90}Sr у 10–20 разів вищі, ніж ^{137}Cs . Найменшим був коефіцієнт переходу ^{137}Cs і ^{90}Sr у зерно пшениці озимої та кукурудзи, а найбільшими – у зерно сої, гороху та гречки.

Перехід ^{137}Cs у зерно різних культур зростав у такій послідовності: пшениця озима < кукурудза < ячмінь < горох < соя < гречка; а ^{90}Sr – пшениця озима < кукурудза < ячмінь < гречка < соя < горох, що узгоджується з даними літератури. Встановлено, що між активністю ^{137}Cs і ^{90}Sr у продукції

« Чорнобильська катастрофа.**Актуальні проблеми, напрямки та шляхи їх вирішення »**

рослинництва та щільністю забруднення ґрунтів існує пряма пропорційна залежність, що також підтверджується і даними літературних джерел (Прістер Б.С., Гудков І.М., Кашпаров В.О. та інші).

Таблиця 1**Накопичення ^{137}Cs і ^{90}Sr у зерні ТОВ «Надія»**

Культура	^{137}Cs		^{90}Sr	
	Бк/кг	Кп	Бк/кг	Кп
Пшениця озима	1,8–3,8	0,01	1,8–3,9	0,10–0,12
Ячмінь ярий	2,8–3,6	0,03	3,5–4,0	0,12
Кукурудза	1,2–1,5	0,01	1,3–2,0	0,12
Горох	9,3–11,7	0,10	4,8–6,0	0,46
Гречка	22,7–28,8	0,24	2,6–3,7	0,26
Соя	19,4–45,3	0,22	4,3–3,3	0,26

Примітка: Кп – коефіцієнти переходу.

Таблиця 2**Накопичення ^{137}Cs і ^{90}Sr у зерні ТОВ ФК «Агро-Лідер Україна»**

Культура	^{137}Cs		^{90}Sr	
	Бк/кг	Кп	Бк/кг	Кп
Пшениця озима	0,5 – 2,35	0,01	0,8 – 2,2	0,09–0,11
Ячмінь ярий	1,2 – 6,4	0,03	2,8 – 7,4	0,12
Кукурудза	1,73 – 2,40	0,01	1,8 – 2,3	0,10 – 0,12
Горох	9,3	0,12	4,06	0,46
Гречка	31,7	0,26	2,9	0,20
Соя	49,4	0,24	4,4	0,25

Отримані дані щодо активності ^{137}Cs і ^{90}Sr у продукції НВЦ БНАУ, яке знаходиться на умовно чистих територіях, показали значно нижчі рівні, порівняно з продукцією одержаною у ТОВ «Надія» та ТОВ ФК «Агро-Лідер Україна». Так активність ^{137}Cs і ^{90}Sr у зерні становила, відповідно, Бк/кг: пшениця озима – 0,06 і 0,08; пшениця яра – 0,3 і 0,2; ячмінь – 0,3 і 0,3; горох – 0,1 і 0,30; гречка – 2,2 і 0,1; соя – 2,2 і 0,3; кукурудза – 0,06 і 0,06; жито – 0,14 і 0,18; овес – 0,45 і 0,18.

Надходження ^{137}Cs та ^{90}Sr із кормами добового раціону, їх активність у молоці корів та коефіцієнти переходу наведені у табл. 3.

Таблиця 3

Накопичення ^{137}Cs і ^{90}Sr у молоці корів*, $M \pm m$, $n = 36$

Показники		Активність у добовому раціоні, Бк	Активність у молоці, Бк/л**	Коефіцієнт переходу в 1 л молока, %	Коефіцієнт переходу в добовий надій, %
ТОВ «Надія»	^{137}Cs	$\frac{545 \pm 194,2}{200-930}$	$\frac{4,1 \pm 1,3}{1,7-6,6}$	$\frac{0,75 \pm 0,04}{0,7-0,8}$	$\frac{7,4 \pm 0,38}{6,7-8,0}$
	^{90}Sr	$\frac{805 \pm 215,5}{400-1186}$	$\frac{1,4 \pm 0,4}{0,72-2,0}$	$\frac{0,2 \pm 0,01}{0,16-0,19}$	$\frac{1,7 \pm 0,11}{1,5-1,9}$
ТОВ ФК «Агро-Лідер Україна»	^{137}Cs	$\frac{298 \pm 70}{162-442}$	$\frac{1,8 \pm 0,5}{0,96-2,4}$	$\frac{0,6 \pm 0,08}{0,4-0,7}$	$\frac{5,7 \pm 0,5}{4,3-6,4}$
	^{90}Sr	$\frac{396 \pm 54}{350-576}$	$\frac{0,5 \pm 0,07}{0,4-0,6}$	$\frac{0,1 \pm 0,01}{0,1-0,2}$	$\frac{1,2 \pm 0,4}{1,0-1,4}$
НВЦ БНАУ	^{137}Cs	$\frac{17 \pm 3,3}{14-25}$	$\frac{0,13 \pm 0,03}{0,11-0,20}$	$\frac{0,8 \pm 0,04}{0,7-0,9}$	$\frac{6,8 \pm 0,56}{6,0-7,7}$
	^{90}Sr	$\frac{17 \pm 2,9}{13-22}$	$\frac{0,02 \pm 0,003}{0,02-0,03}$	$\frac{0,1 \pm 0,01}{0,1-0,2}$	$\frac{1,25 \pm 0,17}{1,0-1,4}$

Примітка: *У чисельнику подано середнє значення, а у – знаменнику мінімальне та максимальне. **Допустимі рівні активності у молоці: ^{137}Cs – 100, а ^{90}Sr – 20 Бк/л [8].

З даних табл. 3 видно, що найвищою активність ^{137}Cs і ^{90}Sr була у добовому раціоні корів ТОВ «Надія», де щільність забруднення угідь найвища, значно ж нижчою, в середньому вдвічі – у добовому раціоні корів ТОВ ФК «Агро-Лідер Україна», де й рівень забруднення полів значно нижчий. Досить низькою активність ^{137}Cs і ^{90}Sr була в добовому раціоні корів НВЦ БНАУ, так як господарство розташоване на умовно чистій території. Упродовж дослідного періоду радіонукліди ^{137}Cs і ^{90}Sr в організм корів надходили нерівномірно, що зумовлено тим, що щільність забруднення полів неоднорідна та різні кормові культури накопичують неоднакову кількість радіонуклідів. Також дослідження показали, що активність ^{137}Cs і ^{90}Sr у молоці корів прямо пропорційно залежала від їх активності у кормах середньодобового раціону. Отримані коефіцієнти переходу ^{137}Cs і ^{90}Sr у молоко узгоджується з даними літературних джерел (Прістер Б.С., Кашпаров В.О., Лазарєв М.М. та інші). Результати дослідження активності ^{137}Cs і ^{90}Sr в овочевих культурах та коефіцієнти їх переходу на присадибних ділянках села Йосипівка наведено у таблиці 4, а села Тарасівка – у таблиці 5. З даних табл. 4 видно, що на присадибних ділянках с. Йосипівка найнижча активність ^{137}Cs була у картоплі, цибулі та огірках. У кабачках та солодкому перці вона була вдвічі, моркві та помідорах майже вчетверо, буряках

та редьці майже у 8, а квасолі – у 10 разів вищою. Найнижча активність ^{90}Sr була у цибулі, вдвічі вищою – помідорах та огірках, вчетверо вищою була у перці солодкому, майже вдесятеро вищою – у картоплі та капусті, у 20 разів вищою – кабачках і у 30 разів була вищою у столових буряках, моркві та квасолі.

Таблиця 4

**Накопичення ^{137}Cs і ^{90}Sr овочевими культурами
на присадибних ділянках с. Йосипівка**

Культура	Активність, $n = 16$, Бк/кг		Кп	
	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr
картопля	$2,8 \pm 0,5$	$2,4 \pm 0,5$	0,01	0,09
капуста	$5,6 \pm 1,1$	$2,4 \pm 0,5$	0,02	0,09
буряки столові	$14,0 \pm 2,82$	$8,0 \pm 1,7$	0,05	0,30
морква	$8,4 \pm 1,7$	$7,5 \pm 1,5$	0,03	0,28
цибуля	$2,8 \pm 0,5$	$0,3 \pm 0,05$	0,01	0,01
помідори	$8,22 \pm 1,68$	$0,5 \pm 0,11$	0,03	0,02
огірки	$2,8 \pm 0,56$	$0,5 \pm 0,10$	0,01	0,02
кабачки	$5,6 \pm 1,11$	$4,6 \pm 0,86$	0,02	0,17
перець солодкий	$5,6 \pm 1,12$	$1,0 \pm 0,22$	0,02	0,04
редька біла	$16,7 \pm 3,38$	$7,0 \pm 1,56$	0,06	0,26
квасоля	$25,0 \pm 5,08$	$8,0 \pm 1,65$	0,09	0,30

З даних табл. 5 видно, що в середньому найнижча активність ^{137}Cs і ^{90}Sr у овочевих культурах, вирощених на присадибних ділянках села Тарасівка, вдвічі нижча порівняно із с. Йосипівка. Коефіцієнти переходу ^{137}Cs і ^{90}Sr із ґрунту в овочеві культури вирощені на присадибних ділянках с. Тарасівка майже однакові, що й у с. Йосипівка і складають ^{137}Cs – від 0,01 до 0,09 та ^{90}Sr – від 0,01 до 0,30. Це пояснюється тим, що ґрунти на присадибних ділянках цих населених пунктів складають чорноземи типові легко- й середньосуглинкові з середнім вмістом гумусу (3,2–3,8 %), нейтральною реакцією середовища водної витяжки (6,8–7,7), щільністю ґрунту 1,18–1,26 г/см³, середнім вмістом обмінного калію (82–120 мг/кг) та кальцію (16–22 мг-екв/100 г).

З даних табл. 4 і 5 видно, що найнижчий коефіцієнт переходу ^{137}Cs у картоплі, цибулі та огірків. У капусті, кабачків та перцю солодкого коефіцієнт переходу вдвічі вищий, а у моркви й помідорів втричі вищий, у буряків – в 5 разів, редьки в 6 і квасолі в 9 разів вищий. Найнижчий коефіцієнт переходу ^{90}Sr у цибулі, у помідорів та огірків він вдвічі вищий, у перцю в 4 рази вищий, картоплі й капусті – у 9 разів вищий, а у буряків столових, моркви, редьки та квасолі у 26 – 30 разів вищий.

Таблиця 5

**Накопичення ^{137}Cs і ^{90}Sr в овочевих культурах
на присадибних ділянках с. Тарасівка**

Культура	Активність, n = 12, Бк/кг		Кп	
	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr
картопля	$1,0 \pm 0,21$	$1,5 \pm 0,24$	0,01	0,09
капуста	$2,1 \pm 0,18$	$1,5 \pm 0,21$	0,02	0,09
буряки столові	$5,2 \pm 1,16$	$5,0 \pm 0,96$	0,05	0,31
морква	$3,0 \pm 0,70$	$4,8 \pm 0,92$	0,03	0,28
цибуля	$1,0 \pm 0,22$	$0,2 \pm 0,03$	0,01	0,01
помідори	$3,0 \pm 0,67$	$0,4 \pm 0,06$	0,03	0,02
огірки	$1,0 \pm 0,21$	$0,4 \pm 0,07$	0,01	0,02
кабачки	$2,0 \pm 0,46$	$2,8 \pm 0,55$	0,02	0,18
перець солодкий	$2,0 \pm 0,42$	$0,8 \pm 0,13$	0,02	0,04
редька біла	$6,0 \pm 1,41$	$4,4 \pm 0,85$	0,06	0,26
квасоля	$9,4 \pm 2,11$	$5,0 \pm 0,98$	0,09	0,29

Результати досліджень свідчать, що між активністю ^{137}Cs і ^{90}Sr у овочевих культурах та щільністю забруднення ґрунту існує пряма пропорційна залежність, що дає можливість на основі отриманих нами коефіцієнтів переходу ^{137}Cs і ^{90}Sr можливість проводити прогнозування вирощування овочевих культур на радіоактивно забруднених територіях Лісостепу.

Висновки.

1. Дослідження показують, що на продовольчі потреби на чорноземах типових зерно сої та гречки можна вирощувати тільки на полях з щільністю забруднення ^{137}Cs не більше 185 кБк/м^2 , а пшениці, кукурудзи та ячменю – й на угіддях з більш високим забрудненням. Питома активність ^{137}Cs і ^{90}Sr в овочевих культурах, вирощених на присадибних ділянках Центрального Лісостепу у зонах радіоактивного забруднення, не перевищує гігієнічних нормативів, що дає змогу вирощувати овочеву продукцію без обмежень. Активність ^{137}Cs і ^{90}Sr у продукції рослинництва прямо пропорційно залежить від щільності забруднення ґрунтів та виду культур.

2. Молоко, отримане на радіоактивно забруднених територіях Центрального Лісостепу, відповідає критеріям радіаційної безпеки за активністю ^{137}Cs і ^{90}Sr . Дослідження показали, що на угіддях з високими рівнями радіоактивного забруднення можна вирощувати кормові культури для годівлі тварин і отримувати молоко без обмежень. Активність ^{137}Cs і ^{90}Sr у молоці прямо пропорційно залежить від активності цих радіонуклідів у добовому раціоні.

Список використаної літератури:

1. Гудков І. М., Кашпаров В. О. Актуальні завдання і проблеми сільськогосподарської радіоекології через чверть століття після аварії на Чорнобильській АЕС. Вісник ЖНАЕУ. 2012. № 1, Т. 1. С. 27–36.
2. Кашпаров В. О. Поліщук С. В., Отрешко Л. М. Радіологічні проблеми ведення сільськогосподарського виробництва на забрудненій в результаті Чорнобильської катастрофи території України. Чорнобильський науковий вісник. Бюлетень екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. 2011. № 2 (38). С. 13-30.
3. Лазарєв М. М., Левчук С. Є., Косарчук О. В., Можар А. О. Проблеми забруднених радіонуклідами сільськогосподарських територій на сучасному етапі. Вісник ЖНАЕУ. 2016. № 1 (55), Т. 3. С. 191-201.
4. Прістер Б. С. Проблеми радіаційного захисту населення на територіях, забруднених унаслідок аварії на Чорнобильській АЕС. Вісник НАН України. 2011. № 4. С. 3-11.
5. Kashparov V. Chernobyl: 30 Years of Radioactive Contamination Legacy. Report. Ukrainian Institute of Agricultural Radiology (UIAR) of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (NUBiP of Ukraine). 2016, Kyiv. 59 p.
6. Методика измерения активности бета-излучающих радионуклидов в счетных образцах с использованием программного обеспечения «Прогресс». М., 1996. 27 с.
7. Методика измерения активности радионуклидов в счетных образцах на сцинтилляционном гамма-спектрометре с использованием программного обеспечения «Прогресс». М., 1996. 38 с.
8. Державні гігієнічні нормативи «Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді». ГН 6.6.1.1-130-2006. http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/RE12719.html.

**ФОРМУВАННЯ ПРОТОЕКОСИСТЕМ ВСЕРЕДИНІ ЗРОЙНОВАНОГО
ЕНЕРГООБЛОКУ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ АЕС**

О. Ю. Паренюк
К. Є. Шаванова
В. В. Ілленко
К. Нанба
І. М. Гудков

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Інститут радіоактивності навколишнього середовища,
Університет Фукусіми, Японія

Вивчення впливу біорізноманіття і зміни мікрофлори всередині та поблизу об'єктів ядерного паливного циклу (ЯПЦ), як і оцінка біологічних ризиків, пов'язані з мікрофлорою (в тому числі корозійні ризики), є важливими

Збірник наукових праць

**Чорнобильська катастрофа.
Актуальні проблеми,
напрямки
та шляхи їх вирішення**



**Міністерство освіти і науки України
Житомирський національний агроекологічний університет
Управління екології та природних ресурсів
Житомирської обласної державної адміністрації
Інститут агроекології і природокористування НААН України
Природний заповідник «Древлянський»
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Державна природоохоронна науково-дослідна
установа «Поліський державний радіаційно-екологічний заповідник»
(Республіка Білорусь)**

**ЧОРНОБИЛЬСЬКА КАТАСТРОФА.
АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ, НАПРЯМКИ
ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ**

**Житомир
2018**

Збірник тез міжнародної науково-практичної конференції
**« Чорнобильська катастрофа.
Актуальні проблеми, напрямки та шляхи їх вирішення »**

УДК 63:338.439:551.52

Редакційна колегія

Скидан Олег Васильович

– д. е. н., професор, Житомирський національний
агроєкологічний університет;

Романчук Людмила Донатівна

– д. с.-г. н., професор, Житомирський
національний агроєкологічний університет;

Борщенко Валерій Володимирович

– д. с.-г. н., доцент, Житомирський національний
агроєкологічний університет;

Федонюк Тетяна Павлівна

– к. с.-г. н., доцент, Житомирський національний
агроєкологічний університет;

Чайкін Олександр Валентинович

– к. е. н., Житомирський національний
агроєкологічний університет;

Рубашенко Михайло Михайлович

– директор, Державної природоохоронної
науково-дослідної установи «Поліський
державний радіаційно-екологічний
заповідник» (Білорусь)

Ч-75 Чорнобильська катастрофа. Актуальні проблеми, напрямки та шляхи
їх вирішення. – Житомир: ЖНАЕУ, 2018. – 412 с.

Ч-75 Чернобыльская катастрофа. Актуальные проблемы, направления и
пути их решения. – Житомир: ЖНАЭУ, 2018. – 412 с.

Ч-75 Chernobyl Disaster. Actual Problems, Directions and Ways of their
Solution. – Zhytomyr: ZNAEU, 2018. – 412 p.

ISBN 978-966-8706-96-7

До збірника увійшли матеріали доповідей учасників Міжнародної науково-практичної конференції «Чорнобильська катастрофа. Актуальні проблеми, напрямки та шляхи їх вирішення». Висвітлено результати наукових досліджень та практичний досвід щодо вирішення актуальних проблем виробництва та переробки сільськогосподарської продукції, якості і безпеки харчових продуктів в Україні.

Відповідальність за зміст поданих матеріалів та точність наведених даних несуть автори.

Передрук, тиражування, розповсюдження інформації без письмового дозволу Житомирського національного агроєкологічного університету забороняється.

ISBN 978-966-8706-96-7

© Житомирський національний агроєкологічний
університет, 2018