

**ДИНАМІКА ЗАБРУДНЕННЯ ОРНИХ ЗЕМЕЛЬ ТА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ
РОСЛИН РАДІОНУКЛІДАМИ ЦЕЗІЮ-137 В ХАРКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ
ВПРОДОВЖ 2001-2011 РОКІВ**

Роман Б.В., Десенко В.Г., Жадан Б.І.

Харківська філія державної установи «Інститут охорони ґрунтів України»

Визначено вміст та динаміку радіонуклідів цезію-137 в ґрунтах та сільськогосподарській продукції області за період VIII-го та IX-го турів агрохімічного обстеження ґрунтів (2001-2005 та 2006-2011 роки).

*щільність радіологічного забруднення, радіонукліди цезію-137, радіоцезій, ґрунти,
с/г продукція, агроґрунтові райони області*

Вступ. Радіоактивне забруднення є одним з найнебезпечніших видів деградації ґрунтового покриву. Це питання набуло особливої актуальності після катастрофи на Чорнобильській АЕС. Харківській області в ситуації, яка виникла в той критичний час, дуже пощастило тим, що радіоактивний бруд, який здійнявся над реактором після вибуху, понесло в протилежний від області бік [I(129)]. Та, не дивлячись на це, рівень забруднення довкілля області радіонуклідами підвищився, але це підвищення, в основному майже не перевищувало фонового рівня – 1 Кі/км². Зважаючи на невисокі рівні радіологічного забруднення довкілля, особливих заходів в області щодо його зниження, крім постійного спостереження, не застосовувалось. Відтоді, впродовж часу, який минув після катастрофи, в радіологічній ситуації області все ж таки відбулися деякі зміни. Основними радіонуклідами, що визначають на забрудненій території, найбільшу небезпеку представляють радіоізотопи цезію-137 та стронцію-90, з періодом напіврозпаду – 30 і, відповідно, 29 років [III (103)]. В кінцевому результаті вони з повітрям, водою, продукцією рослинництва та тваринництва попадають в організм людини. Цезій-137 є аналогом калію, бере активну участь в обмінних процесах організму і порівняно швидко виводиться з організму. Стронцій-90 є аналогом кальцію, активно засвоюється організмом, повільно виводиться з організму, накопичуючись в кісткових тканинах [I (265)].

Мета даної роботи. Визначення стану та динаміки рівнів радіологічного забруднення ґрунтів та с/г продукції області радіонуклідами цезію-137 впродовж VIII-го та IX-го турів агрохімічного обстеження земель.

Методика досліджень. В ґрунтових зразках, які відбирались з орного шару при агрохімічному обстеженні земель вимірювали рівень забруднення ґрунтів радіонуклідами цезію-137. Також відбирались зразки рослинної продукції для визначення їх радіологічного забруднення. Рослинні зразки відбирались з майданчиків спостереження та з господарств районів після завершення збиральних робіт. Радіологічне забруднення вимірювалось методом спектрометрії на аналізаторі АМА-03-Ф. Забруднення рослинної продукції визначали також радіометром «Бета» (РУБ-01П).

Результати досліджень. Узагальнені результати радіологічних досліджень надаються в таблицях 1-3. При вивченні таблиці 1 помітно, що вміст радіонуклідів цезію-137 в ґрунтах області в середньорічній величині за період VIII-го туру обстеження, в 2001-2005 роках, в жодному районі області не виходив за межі природного фону, тобто не перевищував 1 Кі/км² і складав 0,43 Кі/км² в усіх агроґрунтових зонах. Обстеження ґрунтів в IX турі – 2006-2011 роки – показало, що забруднення ґрунтів на цей час помітно знизилось також в

Таблиця 1. Динаміка вмісту радіонуклідів цезію-137 в орних землях Харківської області в 2001-2011 роках

№	Агрогрунтові райони області	Вміст радіонуклідів цезію-137, Кі/км ²		Зміни між VIII і IX турами	
		2001-2005 (VIII)	2006-2011 (IX)	Кі/км ²	%
<i>Лісостеп</i>					
1	Богодухівський	0,40	0,33	0,07	17,5
2	Валківський	0,37	0,29	0,08	21,6
3	Дергачівський	0,44	0,42	0,02	4,5
4	Золочівський	0,44	0,41	0,03	6,8
5	Зміївський	0,46	0,36	0,10	21,7
6	Краснокутський	0,46	0,45	0,01	2,2
7	Коломацький	0,45	0,44	0,01	2,2
8	Н. Водолазький	0,35	0,32	0,03	8,6
9	Печенізький	0,43	0,41	0,02	4,7
10	Харківський	0,44	0,43	0,01	2,3
11	Чугуївський	0,44	0,33	0,11	25,6
<i>Степ східний</i>					
1	Балаклійський	0,43	0,41	0,02	4,6
2	Борівський	0,45	0,44	0,01	2,2
3	Барвінківський	0,40	0,32	0,08	20,0
4	Вовчанський	0,44	0,42	0,02	4,5
5	Великобурлуцький	0,47	0,40	0,07	14,9
6	Дворічанський	0,39	0,30	0,09	23,1
7	Куп'янський	0,43	0,39	0,04	9,3
8	Ізюмський	0,41	0,36	0,05	12,2
9	Шевченківський	0,43	0,39	0,04	9,3
<i>Степ південний</i>					
1	Близнюківський	0,44	0,42	0,02	4,5
2	Зачепилівський	0,39	0,35	0,04	10,3
3	Кегичівський	0,43	0,37	0,06	13,9
4	Красноградський	0,37	0,32	0,05	13,5
5	Лозівський	0,49	0,44	0,05	10,2
6	Первомайський	0,46	0,44	0,02	4,3
7	Сахновщинський	0,47	0,38	0,09	19,1
Середнє по області		0,43	0,38	0,05	11,6

усіх агрогрунтових районах, і середньорічна величина його склала уже 0,38 Кі/км². Тобто щільність забруднення ґрунтів радіоцезієм зменшилась за 5 років на 0,05 Кі/км², цебто на 11,6% [IV(87,147), II(173)].

Близькість числових значень рівнів забруднення ґрунтів радіонуклідами цезію-137 можна пояснити тим, що узагальнювали результати ґрунтів, близьких за своїми природно-кліматичними, механічними та агрохімічними властивостями. Ґрунти області мають близькі за властивостями типи ґрунтів – чорноземи типові, чорноземи звичайні та невелику кількість опідзолених ґрунтів. Реакція ґрунтового розчину в ґрунтах обстежених районів в ос-

новному нейтральна та близька до нейтральної, лише в окремих випадках зустрічаються ґрунти зі слабкислою реакцією [I(174), II(173)].

Порівняна вирівняність [IV(43)] забруднення ґрунтів області радіонуклідами цезію-137 може свідчити про те, що генетичні, механічні та агрохімічні властивості ґрунтів області мають невіршальний вплив на ступінь їх забруднення радіонуклідами цезію-137, тим більше, що ці властивості близькі між собою. Вирішальний вплив на забруднення довкілля має величина радіоактивних викидів [IV(125)].

Паралельно з узагальненням результатів вмісту радіонуклідів цезію-137 в ґрунтах області проводилось і узагальнення вмісту його в сільськогосподарській продукції.

З районів області доставлялись зразки основної та побічної продукції, яку аналізували на вміст радіонуклідів за допомогою радіометра «Бета» та спектрометра АМА-03-Ф. Крім того, вміст радіонуклідів визначали також і в основній рослинній продукції, вирощеній на майданчиках спостереження. Узагальнені результати вимірювань вмісту радіонуклідів в рослинній продукції наведені в таблицях 2 і 3.

Таблиця 2. Динаміка вмісту радіонуклідів цезію-137 у сільськогосподарській рослинній продукції, вирощеній на майданчиках спостереження

№ майданчика	Район	Вміст цезію-137, Бк/кг за роками					
		2006	2007	2008	2009	2010	2011
2	Лозівський	11	7	3	3	4	12
5	Ізюмський	8	6	5	3	3	3
12	Балаклійський	12	9	-	9	3	7
13	Зміївський	15	8	3	3	22	33
29	Шевченківський	17	6	3	9	7	3
41	Нововодолазький	-	-	6	-	17	25
42	Золочівський	-	-	-	3	5	17
43	Золочівський	-	-	9	3	4	6

Таблиця 3. Динаміка вмісту радіонуклідів цезію-137 у сільськогосподарській рослинній продукції, вирощеній на полях області (сумарна β -активність)

Вид сільськогосподарської продукції	Вміст цезію-137, Бк/кг					
	2010 рік			2011 рік		
	міні-мальний	середній	максимальний	міні-мальний	середнє	максимальний
Озима пшениця, зерно	78	96	132	74	88	104
Ячмінь, зерно	86	122	138	96	120	143
Овес, зерно	81	118	138	103	115	126
Жито, зерно	79	105	113	-	-	-
Зерно фураж	64	121	143	67	101	121
Горох зерно	121	139	161	149	163	184
Соя зерно	122	149	173	152	164	189
Зелена маса багаторічних бобових трав	-	-	-	345	365	385
Зелена маса злакових бобових трав	-	-	-	376	449	522
Трав'яна мука багаторічних бобових трав	-	-	-	332	368	404
Трав'яна мука злакових бобових трав	-	-	-	463	494	524

Наведені в табл. 2 результати вимірювань забруднення сільськогосподарської рослинної продукції радіонуклідами цезію у пробах, взятих на спеціальних майданчиках спостереження, виявляють тенденцію до стійкого зниження вмісту радіонуклідів цезію-137 із року в рік на кожному майданчику [4, 10]. Однак, починаючи з 2010 р., виявлено різке зростання забруднення рослин радіоцезієм на деяких майданчиках. Вважаємо, що причиною цього, особливо в Зміївському районі, міг стати випадковий викид в атмосферу радіонуклідів цезію-137 і випадіння його на окремих ділянках.

Вміст радіонуклідів цезію-137 в загальній сільськогосподарській рослинній продукції, вирощеній в господарствах області (табл. 3), виявився близьким за параметрами для всіх зернових культур, за винятком зернобобових, які накопичують найбільшу кількість радіонуклідів цезію [11].

Набагато більше радіоцезію містить зелена маса багаторічних бобових трав, що є відомим фактом, завдяки якому бобові культури навіть рекомендовані як ефективні «очишувачі» від радіонуклідів.

Відомо також, що вміст радіонуклідів в рослинній сільськогосподарській продукції залежить від їхнього вмісту в ґрунті [12], а інтенсивність накопичення в рослинах – від гранулометричного складу, гумусованості та кислотності. Однак, дію цих факторів ми не досліджували.

Очевидно, зниження щільності забруднення радіоцезієм земель області та вирощених на них сільськогосподарських культур є результатом природного розпаду радіонуклідів (розпад цезію-137 триває 30 років), постійного перемішування ґрунту під час обробітку, впливу ерозійної міграції ґрунтових часток та виносу радіонуклідів з зібраним врожаєм [2, 13].

Висновки. Узагальнені дані радіологічної ситуації в області свідчать, що вона стабільна. В усіх агроґрунтових районах області з плином часу спостерігається зменшення щільності забруднення ґрунтів радіонуклідами цезію-137. Зменшення щільності забруднення ґрунтів радіонуклідами цезію-137 сприяло зменшенню їх надходження в сільськогосподарську продукцію, тому вміст радіонуклідів в рослинній продукції також постійно зменшується.

Радіонукліди в значно більшій мірі накопичуються в бобових культурах, особливо в вегетативній масі багаторічних бобових трав.

Список використаних джерел

1. Козирь С.В. Профільний розподіл радіонукліда ^{137}Cs у ґрунтах // Охорона родючості ґрунтів. – Вип. 2. Київ, 2006 р. – С. 129-133
2. Сахно В.П., Голоха В.М., Мартиненко В.М., Голоха В.В. Особливості поширення та міграції радіонуклідів в об'єктах Сумщини // Охорона родючості ґрунтів. – Вип. 2, Київ, 2006. – С. 197-203
3. Мельник А.И. Радиологическая обстановка в сельском хозяйстве Черниговской области // Охорона родючості ґрунтів. – Вип. 2, Київ, 2006. – С. 171-175
4. Мельник А.И., Приходько А.Н., Бурдело Н.С., Олейник С.И. Динамика радиологического состояния территории обязательного отселения Черниговской области // Охорона родючості ґрунтів. – Вип. 3, Київ, 2007. – С. 171-175
5. Орник Б.І., Черній Б.С. Наслідки Чорнобильської катастрофи на Тернопіллі // Охорона родючості ґрунтів. – Вип. 5. Київ, 2009. – С. 95-102
6. Пасічняк В.І., Косяк Є.М., Палуба Р.С., Зімін В.А., Зіміна В.В., Мазай О.П. Динаміка забруднення ґрунтів радіонуклідами на контрольних стаціонарних ділянках Вінничини // Охорона родючості ґрунтів. – Вип. 5. Київ, 2009. – С. 103-104
7. Макарова Г.А., Троїцький Н.М., Протченко Н.М., Зубко А.В. Поставарійна динаміка ^{137}Cs та ^{90}Sr в ґрунтах агроландшафтів північного Причорномор'я // Охорона родючості ґрунтів. – Вип. 7. Київ, 2011. – С. 84-94
8. Черній Б.С., Дзяба Г.М., Бровко О.З. Радіаційна ситуація на Тернопіллі // Охорона родючості ґрунтів. – Вип. 7. Київ, 2011. – С. 142-149

9. Демчишин А.М., Віщак В.М. Радіологічний стан сільськогосподарських угідь Львівської області // Охорона родючості ґрунтів. – Вип. 7. Київ, 2011. – С. 40-45
10. Пасічняк О.Р., Пензеник Ю.Ю., Матієка В.П., Поличко В.С. Динаміка вмісту цезію-137 в ґрунтах Закарпаття // Охорона родючості ґрунтів. – Вип. 7. Київ, 2011. – С. 120-126
11. Сахно В.П., Мартиненко В.М., Безверхий В.Г. Радіологічна оцінка забруднення ґрунтового покриву сільськогосподарської продукції на моніторингових ділянках Сумщини // Охорона родючості ґрунтів. – Вип. 7. Київ, 2011. – С. 132-141
12. Якимів Б.М., Середюк Б.М., Булавець В.М., Агапова О.Г. Радіологічний моніторинг земель сільськогосподарського призначення Івано-Франківської області // Охорона родючості ґрунтів. – Вип. 7. Київ, 2011. – С. 150-155

References

1. Kozyr S.V. Profile distribution of the radionuclide ^{137}Cs in soils. Protection of soil fertility. Kyiv. 2006. 2: 129-133
2. Sahno V.P., Goloha V.M., Martynenko V.M., Goloha V.V. Peculiarities of expansion and migration of radionuclides in objects of the Sumy region. Protection of soil fertility. Kyiv. 2006. 2: 197-203
3. Melnyk A.I. Radiological situation in agriculture in the Chernihiv region. Protection of soil fertility. – Kyiv. 2006. 2: 171-175
4. Melnyk A.I., Prykhodko A.N., Burdelo N.S., Olejnyk S.I. Dynamics of radiological status of the territory of obligatory resettlement in the Chernihiv region. Protection of soil fertility. Kyiv. 2007. 3: 171-175
5. Ornyk B.I., Chernij B.E. Consequences of the Chernobyl disaster in the Ternopil region. Protection of soil fertility. Kyiv. 2009. 5: 95-102
6. Pasichnyak V.I., Kosyuk E.M., Paluba R.S., Zimin V.A., Zimina V.V., Mazaj O.P. Dynamics of soil contamination with radionuclides in control stationary plots in the Vinnitsa region. // Protection of soil fertility. Kyiv. 2009. 5: 103-104
7. Makarova G.A., Troyitskiy N.M., Protchenko N.M., Zubko A.V. Post-disaster dynamics of ^{137}Cs and ^{90}Sr in soils of agricultural landscapes in the Northern Black Sea region. Kyiv. 2011. 7: 84-94
8. Tchernih B.S., Dzyaba G.M., Brovko O.Z. Radiation situation in the Ternopil region. Protection of soil fertility. Kyiv. 2011. 7:142-149
9. Demchyshyn A.M., Vishak V.M. Radiological status of agricultural lands in the Lviv region. Protection of soil fertility. Kyiv. 2011. 7: 40-45
10. Pasichnyak O.R., Penzenyk Yu.Yu., Matyeka V.P., Polychko V.S. Dynamics of $^{137}\text{cesium}$ in soils of Transcarpathia. Protection of soil fertility. Kyiv. 2011. 7: 120-126
11. Sahno V.P., Martynenko V.M., Bezverhyj V.G. Radiological assessment of contamination of soil mantle for agricultural products on monitoring plots in the Sumy region. Protection of soil fertility. Kyiv. 2011. 7: 132-141
12. Yakymiv B.M., Seredyuk B.M., Bulavenets V.M., Agapova O.G. Radiological monitoring of agricultural lands in the Ivano-Frankivsk region. Protection of soil fertility. Kyiv. 2011. 7: 150-155

ДИНАМИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ РАДИОНУКЛИДАМИ ЦЕЗИЯ-137 В ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ В ТЕЧЕНИЕ 2001-2011 ГОДОВ

Роман Б.В., Десенко В.Г., Жадан Б.И.

Харьковский филиал государственного учреждения «Институт охраны почв Украины»

плотность радиологического загрязнения, радионуклиды цезия-137, радиоцезий, почвы, с/х продукция, агрогрунтовые районы области

Определены содержание и динамика радионуклидов цезия-137 в почвах и в сельскохозяйственной продукции области за период VIII-го и IX-го туров агрохимического обследования почв (2001-2005 и 2006-2011 гг.).

Цель работы. Определение состояния и динамики уровней радиологического загрязнения почв и сельскохозяйственной продукции области радионуклидами цезия-137 в течение VIII-го и IX-го туров агрохимического обследования земель.

Методика исследований. В грунтовых образцах, которые отбирались из пахотного слоя при агрохимическом обследовании земель, измеряли уровень загрязнения почв радионуклидами цезия-137. Также отбирались образцы растительной продукции для определения их радиологического загрязнения. Растительные образцы отбирались из площадок наблюдения и с хозяйств районов после завершения уборочных работ. Радиологическое загрязнение измерялось методом спектрометрии на анализаторе АМА-03-Ф. Загрязнение растительной продукции определяли также радиометром «Бета» (РУБ-01П).

Результаты исследований. Обобщенные результаты радиологических исследований показывают, что содержание радионуклидов цезия-137 в почвах области в среднегодовой величине за период VIII-го тура обследования, в 2001-2005 годах, ни в одном районе области не превышало уровня естественного фона, то есть не превышало 1 Ки / км² и составляло 0,43 Ки/км² во всех агропочвенных зонах. Обследование почв в IX туре - 2006-2011 годы - показало, что загрязнение почв в настоящее время заметно снизилось также во всех агропочвенных районах, и среднегодовая величина его составила уже 0,38 Ки/км², то есть плотность загрязнения почв радиоцезием уменьшилась за 5 лет на 0,05 Ки / км² (на 11,6%).

Результаты измерений загрязнения сельскохозяйственной растительной продукции радионуклидами цезия в пробах, взятых на специальных площадках наблюдения, проявляют тенденцию к стойкому снижению содержания радионуклидов цезия-137 из года в год на каждой площадке. Однако, начиная с 2010, обнаружено резкий рост загрязнения растений радиоцезием на некоторых площадках. Считаем, что причиной этого, особенно в Змиевском районе, мог стать случайный выброс в атмосферу радионуклидов цезия-137 и выпадание его на отдельных участках.

Очевидно, снижение плотности загрязнения радиоцезием земель области и выращенных на них сельскохозяйственных культур является результатом естественного распада радионуклидов (распад цезия-137 длится 30 лет), постоянного перемешивания почвы при обработке, влияния эрозионной миграции почвенных частиц и выноса радионуклидов с собранным урожаем.

Выводы. Обобщенные данные радиологической ситуации в области свидетельствуют о том, что она стабильна. Во всех агропочвенных районах области с течением времени наблюдается уменьшение плотности загрязнения почв радионуклидами цезия-137. Уменьшение плотности загрязнения почв радионуклидами цезия-137 способствовало уменьшению их поступления в сельскохозяйственную продукцию, поэтому содержание радионуклидов в растительной продукции также постоянно уменьшается.

Радионуклиды в значительно большей степени накапливаются в бобовых культурах, особенно в вегетативной массе многолетних бобовых трав.

CONTAMINATION DYNAMICS OF ARABLE LAND AND AGRICULTURAL PLANTS WITH CESIUM-137 IN THE KHARKIV REGION DURING 2001-2011

Roman B.V., Desenko V.G., Jadan B.I.

Kharkiv Branch of the State Institution "Soils Protection Institute of Ukraine "

density of radiological contamination, cesium-137 radionuclides, radiocaesium, soil, agricultural production, regional agronomic areas

Content and dynamics of cesium-137 radionuclides in soils and agricultural production in the region over the period of rounds VIII and IX rounds of agrochemical soil survey (2001-2005 and 2006-2011.) were determined.

Purpose. To define the status and dynamics of radiological contamination levels of the regional soils and agricultural production with cesium-137 radionuclides over the period of rounds VIII and IX rounds of agrochemical soil survey.

Methods. The level of soil contamination with cesium-137 radionuclides was measured in ground samples, which were collected from tilth-top soil during the agrochemical soil survey. Plant products were also sampled to determine their radiological contamination. Plant samples were collected from monitoring sites and farm areas after the completion of harvesting. Radiological contamination was measured by spectrometry with an analyzer AMA-03-F. Contamination of plant products were also determined with a radiometer "Beta" (RUB-01P).

Results. The summarized results of the radiological studies show that contents of cesium-137 radionuclides in the regional soils in the annual average value for the period of round VIII of the survey, in 2001-2005, did not exceed natural background levels in any regional area, that is, not more than $1 \text{ Ci} / \text{km}^2$, and was $0.43 \text{ Ci} / \text{km}^2$ in all the agronomic zones. The examination of soils in round IX (2006-2011) showed that then soil contamination was also significantly decreased in all the agronomic areas, and the average annual value was as low as $0.38 \text{ Ci} / \text{km}^2$, ie, the density of soil contamination with radioactive cesium had decreased by $0.05 \text{ Ci} / \text{km}^2$ (11.6%) over 5 years.

The results of measurements of contamination of agricultural plant products with cesium radionuclides in the samples taken at special monitoring sites tend to a consistent reduction in the contents of cesium-137 radionuclides from year to year at each site. However, a sharp increase in plant contamination with radioactive cesium has been observed at some sites since 2010. We believe that this could be caused, especially in Zmyiv district, by an accidental release of cesium-137 radionuclides into the atmosphere and drop-out in some areas.

It is obviously that the reduction in the density of radioactive cesium contamination of regional lands and crops grown on them is a result of natural radionuclide decay (decay of cesium-137 lasts 30 years), constant overturn of soil during tillage, effect of erosional migration of soil particles and removal of radionuclides with harvested crops.

Conclusions. The summarized data on the radiological situation in the region indicate that it is stable. In all the regional agronomic areas a decrease in the density of soil contamination with cesium-137 radionuclides is observed over time. The decrease in the density of soil contamination with cesium-137 radionuclides contributed to a decrease in their intake in agricultural products, therefore, radionuclide contents in plant products are also constantly decreasing. Radionuclides are to a greater degree accumulated in legumes, especially in vegetative mass of perennial leguminose grasses.