

Радіоекологічний аналіз зони забруднення Волинської області України

■ **Ільїн Л. В.**

Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки, м. Луцьк, Україна
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4180-0544>

■ **Громик О. М.**

Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, Україна
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1316-8390>

■ **Ільїна О. В.**

Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки, м. Луцьк, Україна
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8965-0629>

■ **Зінчук М. І.**

Волинська філія ДУ «Інститут охорони ґрунтів України», м. Луцьк, Україна
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2868-7417>

Недостатність наукових знань про закономірності формування складу ґрунтово-рослинних комплексів, зокрема щодо концентрації в них забруднюючих речовин (насамперед радіонуклідів і важких металів), призводить до серйозних помилок у виборі об'єктів і ділянок господарювання, негативних екосередовищних наслідків. Проаналізовано особливості поширення радіонуклідів Cs-137, Sr-90 та важких металів у ґрунтах та рослинах у межах зони радіоактивного забруднення Волинської області. Визначено максимальну концентрацію вмісту Cs-137, Sr-90. Виявлено перевищення допустимих рівнів вмісту важких металів у рослинницькій продукції.

Узагальнення фактичного матеріалу щодо вмісту радіонуклідів і важких металів різноманітних типів ґрунтів, сільськогосподарських рослин у різних природних умовах є необхідною умовою для з'ясування закономірностей формування їхнього впливу на геоекологічний стан; це дає можливість підняти стан їх вивчення на новий теоретичний рівень, здійснювати радіаційний моніторинг та забезпечити радіаційний захист місцевого населення. Враховуючи подібність фізико-географічних умов та наявних ґрунтово-рослинних комплексів, типовість для території Українського Полісся, комплексність аналітичних даних, їх можна вважати репрезентативними для зони хвойно-широколистяних лісів Східноєвропейської рівнини. Дані про них необхідні для оцінювання теперішнього стану і прогнозування майбутніх станів забруднення, екстраполяції їх у просторі та часі.

Ключові слова: радіонукліди, радіаційна безпека, важкі метали, гранично допустима концентрація, радіоактивне забруднення.

© Ільїн Л. В., Громик О. М., Ільїна О. В., Зінчук М. І., 2020

Постановка завдання

Дотримання допустимих меж радіаційного впливу на населення, встановлених нормами, – важливе завдання радіаційної безпеки. У зонах радіоактивного забруднення в Україні зосереджено 2293 населених пункти, в яких постійно проживають понад 2 млн осіб, зокрема близько 0,5 млн дітей до 18 років. Волинська область є однією з

найбільш забруднених [1]. Унаслідок вживання сільськогосподарської продукції, що виробляється на території радіоактивного забруднення, отримується понад 90 % загальної дози опромінення, а зняття обмежень щодо ведення агропромислового виробництва є обов'язковою умовою реабілітації території [2].

Дослідження структури і трансформації полів радіоактивного забруднення у сучасних умовах становить актуальну наукову проблему. Інформа-

ція про їх радіоекологічний стан дозволяє розробити особливі структури землекористування, які призводять, на відміну від традиційних, до зменшення дозових навантажень для місцевих жителів. Інтенсивність та характер агроекологічних проблем вимагає особливої уваги саме до негативних сторін екологічно безпечного розвитку сільськогосподарського виробництва, що потребує інтегрального аналізу стану, тенденцій розвитку і особливостей функціонування агроєкосистем.

Перед фахівцями різних галузей постають завдання щодо організації проведення дозиметричного і радіометричного контролю різних об'єктів забруднення, радіаційної безпеки, удосконалення та іноді заміни звичайних загальноприйнятих технологій сільськогосподарського виробництва з метою зменшення надходження та нагромадження радіоактивних речовин рослинницькою продукцією і тваринами й одержання продукції з допустимими рівнями якості.

Забруднення важкими металами можуть бути додатковим чинником, який посилює дію радіації. Під впливом важких металів ці реакції протікають особливо інтенсивно. Відоме дослідження з проблеми комбінованого впливу чинників оточуючого середовища на біоту [3]. Тому, під час проведення досліджень, особлива увага приділялась важким металам.

Незважаючи на значний обсяг радіоекологічних досліджень, проведених в аграрних біогеоценозах протягом післяварійного періоду, залишається низка невирішених питань необхідних для планування реабілітації забруднених територій та ведення сільськогосподарського виробництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

З'ясування шляхів потрапляння радіонуклідів та важких металів в організм людини і тварин, оцінка природних умов забруднення радіонуклідами, харчових продуктів для людей, тварин та формування дозових навантажень людини є важливою складовою радіаційної безпеки у забруднених регіонах України та суміжних територіях. Визначення радіаційно-екологічних підходів до раціонального використання забруднених земель з метою зниження рівнів опромінення населення та реабілітації радіаційно небезпечних територій – актуальне завдання, яке належить до основних стратегічних засад державної екологічної політики та радіаційної безпеки.

Проблемі забруднення території дослідження токсичними речовинами присвячена значна кількість робіт. Особливу увагу заслуговують праці В. М. Самойленка, який запропонував комплексне районування радіоактивно забруднених територій та можливі радіоекологічні наслідки ресур-

сокористування [4], Ю. С. Таврова, який визначив найбільш екологічно небезпечні локальні комплекси та види користування водними, біологічними і земельними ресурсами геосистем водойм Полісся та півночі Лісостепу [5], Л. В. Ільїна, який вивчив природні водойми як середовища осадо-нагромадження й акумуляції відкладів і встановив геохімічні індикатори їхніх станів, дослідив техногенні трансформаційні процеси та джерела надходження і види токсичних речовин в умовах Українського Полісся [6] – [9], Л. Д. Романчук, яка провела радіоекологічну оцінку формування дозового навантаження мешканців сільських територій Полісся України [10], О. М. Громик, яка здійснила еколого-географічне обґрунтування оптимізації агроландшафтів у зоні радіоактивного забруднення Волинської області [11] – [12] тощо. Втім, важливі просторово-часові аспекти поширення та акумуляції забруднювачів, особливо поблизу населених пунктів потребують детальних досліджень.

Виклад основного матеріалу та інтерпретація результатів

Мета дослідження – аналіз вмісту радіонуклідів і важких металів у ґрунтах та рослинності в зоні радіоактивного забруднення Волинської області (Маневицький, Любешівський та Камінь-Каширський адміністративні райони), їх просторової диференціації.

Для оцінки наслідків забруднення використані характеристики поверхневого забруднення ґрунтів радіонуклідами Cs-137 і Sr-90 (Ки/км²). Вибір зазначених показників зумовлений тим, що на територіях, які зазнали радіоактивного забруднення, оцінюються передусім ці два радіонукліди. Завдяки своїм фізичним і хімічним властивостям вони легко включаються у біотичні процеси, заміщуючи собою стабільні ізотопи. В них у порівнянні з іншими, які були наявні у аварійних викидах, найбільш тривалі періоди напіврозпаду – 30,2 роки (Cs-137) і 28,6 (Sr-90).

Під час польових та лабораторних досліджень застосовувались стандартні способи відбору та вимірювання проб згідно з чинними методиками. Усі виміри здійснені у Лабораторії екологічної безпеки земель і якості продукції Волинської філії державної установи «Інститут охорони ґрунтів України» (м. Луцьк).

Радіоекологічний аналіз передбачає застосування комплексного підходу, який ґрунтується на використанні показників щільності забруднення ґрунту, типу ґрунту, потрапляння радіонуклідів у рослини та особливості харчового раціону. Вагоме значення мають особливості міграції та акумуляції Cs-137 та Sr-90 у ґрунтово-рослинних комплексах. Зазначені показники мають ключове значення в радіоактивному забрудненні сільськогосподарської продукції та дозах опромінення, що отримує населення.

Найбільше перевищень вмісту радіонуклідів (ДР-1997 і ДР 2006), як засвідчують результати окремих досліджень, у Волинській області виявлено в м'ясі (724 випадки або 32,2 %), у дарах лісу (670 випадків або 29,8 %), молоці (575 випадків або 25,6 %), кормах (192 випадки або 8,5 %) та овочах (91 випадок або 4 %), а споживання продуктів власного виробництва, зокрема молока – 62,2 %, м'яса та м'ясопродуктів – 58,6 %, картоплі – 40,8 %, риби – 19,6 % [13]. Така ситуація зумовлює занепокоєння щодо можливого внутрішнього опромінення місцевого населення довгоживучими радіонуклідами.

Cs-137, Sr-90 є головними з погляду радіаційної безпеки нуклідами на досліджуваній території, яка зазнала радіоактивного забруднення. Очевидно, що їхні міграційні властивості в ґрунтово-рослин-

них комплексах суттєво відрізняються залежно від видів ґрунтів, механічного складу, видових відмінностей рослин.

Основними типами ґрунтів території дослідження є дерново-підзолисті, опідзолені, дернові та болотні, серед яких найбільшу площу займають дерново-підзолисті й болотні. За результатами аналізу забруднень ґрунтів на контрольованих ділянках у населених пунктах радіонуклідами та важкими металами (свинець, цинк, мідь, кадмій) встановлено, що забруднення Cs-137 становить від 0,01–0,52 Ки/км². Максимальний уміст накопичення радіонукліда в ґрунті зафіксовано у населених пунктах с. Прилісне (0,52 Ки/км²), с. Лишнівка (0,39 Ки/км²) та с. Костюхнівка (0,41 Ки/км²) Маневицького адміністративного району (таблиця 1).

Таблиця 1 – Щільність забруднення ґрунту Cs-137, 2011–2018 рр.

№ з/п	Населений пункт	Cs-137, Ки/км ²							
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Маневицький район									
1	Цміни	0,25	0,30	0,2	0,18	0,11	0,01	0,03	0,03
2	Яблунька	0,23	0,24	0,19	0,15	0,12	0,13	0,011	0,15
3	Ситниця	0,27	0,02	0,12	0,13	0,11	0,1	0,11	0,09
4	Комарово	0,13	0,16	0,11	0,09	0,06	0,04	0,05	0,08
5	Прилісне	0,51	0,52	0,48	0,36	0,32	0,29	0,22	0,27
6	Лишнівка	0,39	0,43	0,36	0,37	0,36	0,35	0,32	0,31
7	Костюхнівка	0,41	0,39	0,35	0,28	0,27	0,24	0,22	0,24
Камінь-Каширський									
1	Раків Ліс	0,07	0,07	0,08	0,08	0,06	0,05	0,04	0,05
2	Оленіно	0,12	0,15	0,09	0,12	0,09	0,07	0,05	0,07
Любешівський район									
1	Велика Глуша	0,18	0,18	0,19	0,18	0,14	0,14	0,12	0,11
2	Воля Любешівська	0,24	0,24	0,21	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12
3	Седлище	0,22	0,23	0,18	0,18	0,15	0,16	0,17	0,18

Аналіз рослинницької продукції відібраної в населених пунктах регіону засвідчує, що найбільший уміст Cs-137 і Sr-90 у рослинницькій продукції виявлено у населених пунктах с. Лишнівка Cs-137 (69,2 Бк/кг – 2012 р.), Sr-90 (30,3 Бк/кг – 2012 р.), с. Прилісне Cs-137 (26,4 Бк/кг – 2018 р.) Маневицького, с. Оленіно Cs-137 (7,2 Бк/кг – 2017 р.) Камінь-Каширського і с. Велика Глуша Cs-137 (9,4 Ки/км² – 2014 р.) Любешівського адміністративних районів (таблиця 2). Вміст Cs-137, Sr-90 у коренеплодах на контрольованих ділянках досліджених населених пунктах не перевищує допустимих рівнів (у продуктах харчування та питній воді).

Результати аналізу вмісту солей важких металів у рослинницькій продукції засвідчили перевищення гранично допустимих концентрацій (Cu – 5,0 мг/кг, Zn – 10,0 мг/кг, Pb – 0,5 мг/кг, Cd – 0,03 мг/кг). Перевищення встановлено у 2012 р. с. Цміни Маневицького у гарбузах (Cu – 1,04 раза, Zn – 1,1 раза, Cd – 3,3 раза) та с. Велика Глуша Любешівського районів у картоплі (Cu – 1,02 раза, Cd – 2,4 раза). Для 2013 р. – у с. Велика Глуша Любешівського району в картоплі (Cd – 1,5 раза). У 2014 р. перевищення зафіксовано у картоплі с. Комарово (Zn – 1,1 раза, Cd – 1,6 раза) та с. Раків Ліс (Cu – 1,1 раза, Zn – 1,4 раза, Cd – 1,7 раза), с. Оленіно (Cu – 1,4 раза, Zn – 1,4 раза, Cd – 1,3 раза) Камінь-Каширського адміністративних районів.

Таблиця 2 – Вміст Cs-137, Sr-90 у рослинницькій продукції, Бк/кг

Населений пункт	Рослинницька продукція	2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018	
		Cs-137	Sr-90	Cs-137	Sr-90	Cs-137	Sr-90	Cs-137	Sr-90	Cs-137	Sr-90	Cs-137	Sr-90	Cs-137	Sr-90
Маневицький район															
Цміни	Гарбуз	<2,5	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Буряк коренеплід	-	-	<2,5	<0,5	3,6	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-
	Багаторічні трави	-	-	-	-	3,7	3	4,1	3,2	4	2,8	5,7	1,7	6,8	1,7
Яблунька	Багаторічні трави	<2,5	9,4	4,2	0,7	-	-	-	-	<2,5	2,8	3,5	2,2	4,7	3,2
	Буряк коренеплід	-	-	-	-	3,6	0,8	3,2	2,7	-	-	-	-	-	-
Ситниця	Багаторічні трави	<2,5	14	3,4	1,2	3,6	1,5	4,8	1,2	4,3	1,3	4,7	1,6	3,8	1,2
Комарово	Багаторічні трави	7,46	1,2	3,4	1,2	3,6	1,5	4,8	1,2	4,3	1,3	5,4	2,4	6,1	2,2
Прилісне	Багаторічні трави	14,4	9,2	15	5,7	14	4,8	17,2	3,7	17,6	3,7	23,2	4,2	26,4	4,8
Лишнівка	Багаторічні трави	69,2	30	26,4	18,2	30,2	16	28,2	12	26,4	10,4	30,4	11	32,1	10,2
Костюхнівка	Багаторічні трави	<2,5	14	3,2	0,7	3,7	1,2	12,3	2,3	13	1,8	14,7	1,9	17,2	2,4
Камінь-Каширський район															
Раків Ліс	Буряк коренеплід	-	-	<2,5	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Картопля	-	-	-	-	2,2	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-
	Багаторічні трави	-	-	-	-	-	-	4,2	3	-	-	-	-	-	-
	Картопля	-	-	-	-	-	-	-	-	4	<0,5	-	-	-	-
	Кукурудза	<2,5	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,6	<0,5
	Кабачок	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,2	1,2	-
Оленіно	Картопля	<2,5	1,5	-	-	<2,5	<0,5	-	-	6,2	2,8	-	-	-	-
	Кукурудза	-	-	<2,5	<0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Гарбуз	-	-	-	-	-	-	5,3	2,7	-	-	-	-	6,4	2,6
	Пшенична солома	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,2	2,7	-	-
Любешівський район															
Велика Глуша	Картопля	<2,5	3,7	<2,5	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	5,7	2,3
	Багаторічні трави	-	-	-	-	9,4	2,4	-	-	-	-	-	-	-	-
	Гарбуз	-	-	-	-	-	-	5,7	2,6	4	2,5	8,4	2,3	-	-
Воля Любешівська	Багаторічні трави	<2,5	4,5	2,8	0,6	3,4	2,4	7,8	4,3	4,9	2,4	5,6	2,2	5,1	1,7
Седлище	Багаторічні трави	<2,5	4	3,4	1,2	3,6	1,5	2,8	0,8	4,3	1,3	3,4	1,9	4,1	1,1

Перевищення нормативів солей важких металів виявлено у 2015 р у с. Комарово Маневицького у гарбузі (Cu – 2,2 рази, Zn – 3 рази), с. Оленіно Камінь-Каширського (Cu – 1,7 рази, Zn – 3,1 рази, Cd – 2 рази) та с. Велика Глуша Любешівського районів у картоплі (Cu – 2,2 рази, Zn – 3 рази). Найбільшими акумуляторами у 2016 р. важких металів є рослинна продукція – гарбузи у с. Комарово (перевищення становить Cu – 2,3 рази, Zn – 3 рази), с. Велика Глуша Любешівського (Cu – 2,2 рази, Zn – 2,8 рази) та у картоплі с. Раків Ліс (Cu – 1,02 рази, Zn – 1,02 рази), Оленіно (Cu – 1,06 рази, Zn – 1,09 рази) Камінь-Каширського районів (таблиця 3). Перевищення гранично допустимих концентрацій у 2017 р. спостерігалось у с. Раків Ліс у кабачках (Cu – 2,1 рази, Zn – 2,9 рази) Камінь-Каширського та с. Велика Глуша у гарбузах Любешівського районів (Zn – 1,12 рази). Для 2018 р. перевищення виявлено у гарбузах с. Оленіно Камінь-Каширського (Cu – 1,04 рази, Zn – 2,7 рази) та незначне у картоплі с. Велика Глуша Любешівського адміністративних районів (Cu – 1,06 рази, Zn – 1,2 рази) (таблиця 3).

Таблиця 3 – Вміст солей важких металів у рослинницькій продукції

№ з/п	Населений пункт	Назва рослини	Уміст солей важких металів (мг/кг)			
			Cu	Zn	Pb	Cd
2012						
Маневицький район						
1	Цміни	гарбуз	5,2	11,4	0,29	0,1
2	Яблунька	багаторічні трави	15,6	10,5	0,18	0,09
3	Ситниця	багаторічні трави	17,9	6,5	0,3	0,093
4	Комарово	багаторічні трави	5,2	13,4	0,25	0,072
5	Прилісне	багаторічні трави	6,3	34,4	0,23	0,06
6	Лишнівка	багаторічні трави	6	38,5	0,17	0,063
7	Костюхнівка	багаторічні трави	4,8	17,2	0,29	0,069
Камінь-Каширський район						
1	Раків Ліс	кукурудза	4,7	10,5	0,23	0,037
2	Оленіно	багаторічні трави	4,7	5,7	0,21	0,081
Любешівський район						
1	Велика Глуша	картопля	5,1	9,2	0,32	0,071
2	Воля Любешівська	картопля	4,8	6	0,29	0,052
3	Седлище	багаторічні трави	3,4	24,1	0,29	0,087

Продовження Таблиці 3

№ з/п	Населений пункт	Назва рослини	Уміст солей важких металів (мг/кг)			
			Cu	Zn	Pb	Cd
2013						
Маневицький район						
1	Цміни	кормовий буряк	4,3	25,4	0,24	0,025
2	Яблунька	багаторічні трави	8,5	18,7	0,18	0,059
3	Ситниця	багаторічні трави	3,8	14,3	0,23	0,06
4	Комарово	багаторічні трави	4,2	18,3	0,19	0,063
5	Прилісне	багаторічні трави	4,8	23,3	0,17	0,059
6	Лишнівка	багаторічні трави	4,8	31	0,26	0,087
7	Костюхнівка	багаторічні трави	3,6	17,4	0,18	0,059
Камінь-Каширський район						
1	Раків Ліс	кормовий буряк	4,3	20	0,32	0,051
2	Оленіно	кукурудза на силос	3,5	20,4	0,23	0,039
Любешівський район						
1	Велика Глуша	картопля	4,4	10,1	0,22	0,045
2	Воля Любешівська	багаторічні трави	5,5	20,6	0,18	0,09
3	Седлище	багаторічні трави	4	27,1	0,29	0,067
2014						
Маневицький район						
1	Цміни	багаторічні трави	4,4	26	0,23	0,025
2	Яблунька	буряк	6,9	24,6	0,31	0,027
		коренеплід гичка буряка	3,6	9,4	0,24	0,025
3	Ситниця	багаторічні трави	4,1	13	0,22	0,058
4	Комарово	картопля	3,3	11	0,3	0,05
5	Прилісне	багаторічні трави	6,6	36	0,16	0,061
6	Лишнівка	багаторічні трави	8,4	33,1	0,24	0,09
7	Костюхнівка	багаторічні трави	5,5	26,6	0,18	0,061
Камінь-Каширський район						
1	Раків Ліс	картопля	5,5	13,7	0,3	0,05
2	Оленіно	картопля	7,2	14,3	0,22	0,04
Любешівський район						
1	Велика Глуша	багаторічні трави	6,2	23,6	0,21	0,045
2	Воля Любешівська	багаторічні трави	7,4	30,3	0,18	0,082

Продовження Таблиці 3

№ з/п	Населений пункт	Назва рослини	Уміст солей важких металів (мг/кг)			
			Cu	Zn	Pb	Cd
3	Седлище	багаторічні трави	6	35,5	0,22	0,065
2015 рік						
Маневицький район						
1	Цміни	багаторічні трави	4,3	16,7	0,21	0,02
2	Яблунька	буряк	9,6	25,1	0,22	0,02
		гичка	3,7	13,9	0,15	0,02
3	Ситниця	багаторічні трави	4,8	15,1	0,12	0,03
4	Комарово	гарбуз	11,2	30,6	0,03	0,009
5	Прилісне	багаторічні трави	5,7	20,8	0,1	0,009
6	Лишнівка	багаторічні трави	6,3	29	0,11	0,01
7	Костюхнівка	багаторічні трави	5,8	21,2	0,09	0,02
Камінь-Каширський район						
1	Раків Ліс	багаторічні трави	4,7	14,4	0,09	0,02
2	Оленіно	гарбуз	8,5	31,3	0,04	0,006
Любешівський район						
1	Велика Глуша	гарбуз	11	29,8	0,08	0,02
2	Воля Любешівська	багаторічні трави	6,9	22	0,11	0,05
3	Седлище	багаторічні трави	5,2	24,7	0,1	0,04
2016						
Маневицький район						
1	Цміни	багаторічні трави	4,5	16,2	0,18	0,043
2	Яблунька	багаторічні трави	8,9	17,4	0,24	0,036
3	Ситниця	багаторічні трави	4,6	14,7	0,06	0,027
4	Комарово	гарбуз	11,4	30	0,04	0,018
5	Прилісне	багаторічні трави	5,5	21,6	0,09	0,029
6	Лишнівка	багаторічні трави	6,7	24,7	0,03	0,025
7	Костюхнівка	багаторічні трави	5,7	22,3	0,04	0,042
Камінь-Каширський район						
1	Раків Ліс	картопля	5,1	10,2	0,09	0,026
2	Оленіно	картопля	5,3	10,9	0,09	0,029
Любешівський район						
1	Велика Глуша	гарбуз	10,8	27,7	0,08	0,039
2	Воля Любешівська	багаторічні трави	7,2	21,7	0,16	0,072
3	Седлище	багаторічні трави	4,9	22,9	0,07	0,038

Завершення Таблиці 3

№ з/п	Населений пункт	Назва рослини	Уміст солей важких металів (мг/кг)			
			Cu	Zn	Pb	Cd
2017						
Маневицький район						
1	Цміни	багаторічні трави	4,7	19,4	0,11	0,027
2	Яблунька	багаторічні трави	8,5	17,9	0,2	0,031
3	Ситниця	багаторічні трави	4,4	13,2	0,05	0,041
4	Комарово	багаторічні трави	5,7	15,4	0,07	0,063
5	Прилісне	багаторічні трави	5,8	20,7	0,05	0,048
6	Лишнівка	багаторічні трави	7,2	37,2	0,08	0,053
7	Костюхнівка	багаторічні трави	5	25	0,04	0,049
Камінь-Каширський район						
1	Раків Ліс	кабачок	10,7	28,8	0,08	0,011
2	Оленіно	пшенична солома	3,2	20,2	0,08	0,008
Любешівський район						
1	Велика Глуша	гарбуз	5	11,2	0,07	0,009
2	Воля Любешівська	багаторічні трави	7	20,3	0,11	0,051
3	Седлище	багаторічні трави	5,2	24,7	0,12	0,063
2018						
Маневицький район						
1	Цміни	багаторічні трави	5,2	22,3	0,1	0,026
2	Яблунька	багаторічні трави	8	18,9	0,15	0,021
3	Ситниця	багаторічні трави	5,2	14,2	0,11	0,028
4	Комарово	багаторічні трави	4,7	17,8	0,012	0,046
5	Прилісне	багаторічні трави	5,5	25,2	0,1	0,056
6	Лишнівка	багаторічні трави	7,5	33,3	0,14	0,037
7	Костюхнівка	багаторічні трави	4,7	22,2	0,15	0,041
Камінь-Каширський район						
1	Раків Ліс	кукурудза	4,5	12,7	0,08	0,021
2	Оленіно	гарбуз	8,5	27,3	0,16	0,016
Любешівський район						
1	Велика Глуша	картопля	5,3	12	0,07	0,008
2	Воля Любешівська	багаторічні трави	6,2	26,2	0,26	0,029
3	Седлище	багаторічні трави	4,2	28,2	0,18	0,027

Дослідження дають змогу стверджувати, що на території Волинської області зосереджено незначний вміст радіоактивних елементів. Результати комплексного радіологічного моніторингу за період 2012–2018 рр. засвідчують зниження вмісту радіоактивних елементів у ґрунтах. Уміст Cs-137, Sr-90 у рослинницькій продукції не перевищує гранично допустимих концентрацій. Проте, встановлено значний вміст солей важких металів (перевищення гранично допустимих концентрацій у гарбузах у с. Комарово Маневицького, с. Велика Глуша Любешівського, с. Оленіно Камінь-Каширського та у картоплі с. Раків Ліс, с. Оленіно Любешівського адміністративних районів.

Висновки і перспективи подальших досліджень

Результати пропонованого дослідження важливі для раціональної організації радіоактивно забруднених земель на локальному рівні. Особливе значення ці результати мають для територій, де переважають дерново-підзолисті й болотні ґрунти та території із помірним і слабким радіоактивним забрудненням, які використовуються у сільському господарстві.

Отримані дані необхідні для прийняття рішень локального рівня щодо проблем проживання населення та використання забруднених територій під час ведення підсобного господарства та агропромислового виробництва, істотно розширюють базу даних про концентрацію радіонуклідів у довкіллі й харчових продуктах, містять інформацію щодо формування доз опромінення критичної групи населення залежно від умов проживання, різних видів природокористування, дають можливість виявити найбільш критичні компоненти раціону, можуть бути широко екстрапольовані й використані для інших забруднених радіонуклідами територій.

Для регіонального радіоекологічного дослідження важливим є створення бази інформації про розподіл радіонуклідів (інших забруднювачів), умови їх утворення, геохімію окремих елементів. Розподіл радіонуклідів у компонентах природи, їхня властивість мігрувати в екологічних ланцюгах і концентруватися в окремих харчових ланках потребують подальшого контролю радіоактивного забруднення сільськогосподарських угідь, ґрунтів, кормів, продукції, зумовлює необхідність цілеспрямованого моніторингу агропромислового комплексу. Реалізація раціонального природокористування можлива під час врахування всіх складових агропромислового виробництва (виготовлення засобів виробництва, сфера обслуговування, власне виробництво, заготівля, зберігання, первинна переробка та реалізація). Оптимізація використання забруднених земель зумовлена виробництвом радіоекологічно безпечної

сільськогосподарської продукції і спрямована на зменшення як індивідуальної ефективної дози опромінення в продуктах харчування, так і колективної для певних груп споживачів (з урожаєм сільськогосподарських культур).

Список використаної літератури

1. Національна доповідь України «25 років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього». Київ: КІМ, 2011. 395 с.
2. Дутов О. І. Агроекологічні підходи до мінімізації доз опромінення населення у віддалений період розвитку радіологічної ситуації після аварії на ЧАЕС. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. 2014. № 1 (5). С. 24–30.
3. Петин В. Г., Сынзыныс Б. И. Комбинированное воздействие факторов окружающей среды на биологические системы. Обнинск: ОИАЭ, 1998. 73 с.
4. Самойленко В. М. Комплексне районування радіоактивно забруднених територій Полісся і півночі Лісостепу за гідрологічно-ландшафтними умовами та можливими радіоекологічними наслідками місцевого водо- і ресурсокористування. Київ: Ніка-Центр, 1999. 280 с.
5. Тавров Ю. С. Мінливість розподілу і співвідношення радіоактивної забрудненості між ланками екосистем Полісся та півночі Лісостепу. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2001. Том 2. С. 689–695.
6. Ilyin L. V. Geochemical peculiarities of bottom sediments in polytypic lakes of Ukrainian Polissya. *Limnological review*. 2002. № 2. P. 155–163.
7. Ільїн Л. В. Лімноккомплекси Українського Полісся. У 2-х т. Т. 2: Регіональні особливості та оптимізація. Луцьк: Ред.-вид. відд. «Вежа» Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки, 2008. 400 с.
8. Ильин Л. В. Тяжелые металлы и радионуклиды донных отложений разнотипных озер Полесья Украины. Геоэкологические проблемы современности: доклады 3-й Международной научной конференции (Владимир, 23–25 сентября 2010 г.). Владимир: ВГУ, 2010. С. 10–13.
9. Ільїн Л. В., Громик О. М. Уміст радіонуклідів у лімносистемах Західного Полісся (на прикладі водойми зони радіоактивного забруднення Волинської області). *Науковий вісник Волинського національного університету імені Лесі Українки. Географічні науки*. 2012. № 18 (243). С. 4–10.
10. Романчук Л. Д. Радіоекологічна оцінка формування дозового навантаження у мешканців сільських територій Полісся України. Житомир: Полісся, 2015. 300 с.
11. Громик О. М., Ільїна О. В. Радіонукліди та важкі метали в ґрунтах і водах території радіоактивного забруднення Волинської області. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Географічні науки*. 2016. № 15 (340). С. 30–39.
12. Hromyk O. M., Ilyina O. V. Radionuclides and heavy metals in soils and waters on the territory of radioactive contamination in Volyn region. *Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences*. 2017. Vol. (14). Issue 132. P. 17–19.

13. Бойко П. К., Куртяк Б. М., Зінчук М. І., Пундяк Т. О., Панащук І. В., Гнатюк Р. М., Дудковська Н. В., Цісс М. М., Хомович Л. В. Характеристика рівнів забруднення довго існуючими радіонуклідами ^{137}Cs і ^{90}Sr кормів, продуктів тваринництва і рослинництва на території Волинської області за період 1991–2016 рр. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*. 2017. Т. 19. № 78. С.13–17.

References

1. National report of Ukraine "25 years after the Chernobyl accident. Safety of the future". Kyiv, 2011, 395.
2. Dutov, O. (2014). Agroecological approaches to radiation dose minimization for the population in the long-term development of radiological situation after the Chernobyl accident, *Ecological Sciences: Scientific and Practical Journal*, 1(5), 24–30.
3. Petin, V., Synzynyns, B. (1998). Combined effect of environmental factors on biological systems. Obninsk, 73.
4. Samoilenko, V. (1999). Complex division of radioactive contaminated territories of Polissya and north of forest steppe according to hydrologic and landscape conditions and possible radioecological effects on local water and resource use. Kyiv, 280.
5. Tavrov, Yu. (2001). Variability of division and interrelations of radioactive contamination among parts of Polissya and north of forest steppe ecosystems. *Hydrology, Hydrochemistry and Hydroecology*, No. 2, 689–695.
6. Ilyin, L. (2002). Geochemical peculiarities of bottom sediments in polytypic lakes of Ukrainian Polissya. *Limnological Review*, No. 2, 155–163.
7. Ilyin, L. V. (2008). Limnologic complexes of Ukrainian Polissya. Regional features and optimization, Lutsk, RVV "Vezha", 400.
8. Ilyin, L. (2010). Heavy metals and radionuclides in bottom sediments of polytypic lakes of Ukrainian Polissya. *Geoecological Issues of Modern Times: Proceedings of the 3rd International Scientific Conference*, Vladimir, 10–13.
9. Ilyin, L., Hromyk, O. (2012). Content of radionuclides in limestone systems of Western Polissya (on the example of reservoirs in the area of radioactive contamination of the Volyn region). *Scientific Bulletin of Lesya Ukrainka Volyn National University. Geographical Sciences*, 2012(18), 4–10.
10. Romanchuk, L. (2015). Radioecological assessment of radiation dose formation among inhabitants of rural territories in Ukrainian Polissya. Zhytomir, Polissya, 300.
11. Hromyk, O., Ilyina, O. (2016). Radionuclides and heavy metals in soils and waters of the territory of radioactive contamination in the Volyn region. *Scientific Bulletin of Lesya Ukrainka Eastern European National University. Geographical Sciences*, 2016 (15), pp. 30–39. (Ukr).
12. Hromyk, O., Ilyina, O. (2017). Radionuclides and heavy metals in soils and waters on the territory of radioactive contamination in the Volyn region. *Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences*, 14 (132), 17–19.

13. Boiko, P., Kurtiak, B., Zinchuk, M., et al. (2017). Assessment of contamination levels for feedstuff, livestock and plant production contaminated by long-lived radionuclides ^{137}Cs and ^{90}Sr on the territory of the Volyn Region within 1991–2016. *Scientific Bulletin of Stepan Gzhytskyi Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 19(78), 13–17.

Radioecological Analysis of the Contamination Area in the Volyn Region of Ukraine

Ilyin L. ¹, Hromyk O. ², Ilyina O. ¹, Zinchuk M. ³

¹ Lesya Ukrainka East European National University, Lutsk, Ukraine

² Lutsk National Technical University, Lutsk, Ukraine

³ Volyn Branch of State Institution "Soil Protection Institute of Ukraine", Lutsk, Ukraine

Lack of scientific knowledge on the patterns of formation of soil and plant complexes, including the concentration of contaminants in them (especially radionuclides and heavy metals) leads to serious errors in the selection of objects and sites of management, negative environmental consequences. The peculiarities of the propagation of Cs-137, Sr-90 radionuclides and heavy metals in soil and plants within the area of radioactive contamination of the Volyn region are analyzed. The maximum concentration of Cs-137, Sr-90 content was determined. Exceeding of the permissible levels of heavy metals content in crop production is revealed.

Generalization of the actual material on the content of radionuclides and heavy metals of different types of soils, agricultural plants in different natural conditions is a necessary condition for clarifying the patterns of formation, their influence on the geo-ecological state; this makes it possible to raise the state of their study to a new theoretical level, to carry out radiation monitoring and to provide radiation protection for the local population. Taking into account the similarity of physical and geographical conditions and existing soil and plant complexes, the typicality for the territory of Ukrainian Polissya, the complexity of analytical data can be considered to be representative for the area of coniferous-deciduous forests of the Eastern European plain. These data are necessary for estimating the present state and forecasting the future states of pollution, for extrapolating them in space and time.

Keywords: radionuclides, radiation safety, heavy metals, maximum permissible concentration, radioactive contamination.

Отримано 08.10.2019.