УДК 630.1:546.79:621.039

АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ТА ОЦІНКА ПЕРСПЕКТИВ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВНОЇ ДЕРЕВИНИ, ОТРИМАНОЇ НА ТЕРИТОРІЯХ ЗАБРУДНЕНИХ ВНАСЛІДОК АВАРІЇ НА ЧАЕС

Л. М. ОТРЕШКО, *кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник*
Л. В. ЙОЩЕНКО, *інженер*
Д. М. ГОЛЯКА, *кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник*
https://orcid.org/0000-0001-6286-0063
С. В. ПОЛІЩУК, *науковий співробітник*
https://orcid.org/0000-0002-1050-6406
О. В. КОСАРЧУК, *кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник*
https://orcid.org/0000-0001-9669-1747 ,
Український науково-дослідний інститут сільськогосподарської радіології
Національний університет біоресурсів і природокористування України
М. М. ЛАЗАРЄВ, *кандидат біологічних наук, доцент*
https://orcid.org/0000-0001-6286-0063
С. М. ГРИСЮК, *кандидат сільськогосподарських наук, доцент*
https://orcid.org/0000-0002-7523-427X
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Email: laz_rev@i.ua

https://doi.org/10.31548/bio2019.04.005

Визначення рівнів забруднення паливної деревини північної частини Українського Полісся, що відбулося внаслідок аварії на Чорнобильський АЕС, є актуальною задачею. Дослідження вмісту 137Cs і 90Sr проводили шляхом аналізу зразків ґрунту і деревини стандартними методами гамма-, бета-спектрометрії та радіохімії. Встановлено відмінності у накопиченні радіонуклідів хвойними та листяними рослинами. Виявлено, що 1,1 % проб деревини перевищує питому радіоактивність за 137Cs згідно ГНПАР–2005, а 14,7 % зразків – за 90Sr. Зафіксовано наявність проб деревини із питомою радіоактивністю за 90Sr понад 100 Бк/кг, що значно перевищує галузеві нормативи. Питома радіоактивність золи, отриманої при спалюванні такої деревини, перевищує 10 кБк/кг. Можливості використання деревини на паливо із забруднених радіонуклідами лісів потребує ретельного радіологічного контролю та введення відповідних допустимих рівнів для паливних енергетичних установок.

Keywords: *лісові екосистеми, паливна деревина, питома радіоактивність,* ^{90}Sr, ^{137}Cs, *гігієнічні нормативи*

Актуальність. Аварія на Чорнобильській АЕС призвела до радіоактивного забруднення значних територій України. Максимальна кількість радіонуклідів випала у Зоні Українського Полісся. Особливо забрудненими виявилися території Житомирської, Рівненської, Київської, Чернігівської і Волинської областей, де зосереджено

майже 40 % лісових площ нашої країни, де відбуваються значні обсяги заготівлі деревини. За наслідками Чорнобильської аварії була заборонена лісогосподарська діяльність на площі 40,8 тис. га, а на 101,5 тис. га лісів введена регламентація використання деревної продукції (Краснов В.П., 1998). Лісові масиви, які потрапили у зону радіоактивного забруднення, зосереджені на оторфованих, торф'яних та дерново-підзолистих ґрунтах із різним ступенем зволоження. Вони мають високу кислотність (pH до 3,2), малий вміст гумусу, наявність дрібнодисперсних частинок, обмінних катіонів та глинистих мінералів. У цих умовах ізотопи ^{137}Cs та ^{90}Sr мають високу біологічну доступність, що може призводити до їх високих концентрацій у різних компонентах лісових екосистем.

На сьогодні у світі все частіше починають використовувати деревину в якості альтернативного виду палива, зокрема, у теплових котлах, які мають великий коефіцієнт корисної дії і виробляють електричну енергію. Саме тому, особливої актуальності набувають дослідження щодо встановлення вмісту радіонуклідів у деревних рослинах, що зростають на радіоактивно-забрудненій території та аналізу відповідності отриманої паливної деревини (ПД) гігієнічним нормативам. Саме тому важливим є контроль лісової продукції на підприємствах, що функціонують у радіаційно забруднених зонах.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У післяаварійні роки на більшій частині території України радіоекологічна ситуація істотно покращилася (Краснов, 1998). У той же час, в північних районах Полісся, де обсяги заготівлі деревини є значними, вона все ще залишається напруженою. Частка лісів у Житомирській та Київській областях із щільністю забруднення ґрунту ^{137}Cs понад 37 кБк/м^2 становить відповідно 60,0 % та 52,0 % від загальної площі лісового фонду (Kashparov, 2016).

Білоруськими вченими з Об'єднаного інституту енергетичних та ядерних досліджень було встановлено, що під час спалювання ПД з питомою радіоактивністю 740 Бк/кг за ^{137}Cs існує висока ймовірність (> 50 %) утворення золи з питомою активністю 10 000 Бк/кг, яка відноситься до категорії радіоактивних відходів. При використанні ПД з питомою радіоактивністю 300 Бк/кг ця ймовірність знижується до < 30 %. У подальшому ними були запропоновані концептуальні положення з використання дров'яної сировини у якості палива із забруднених радіонуклідами територій (**Соловьев** и др., 2010). Науковці з Литви зафіксували високу радіоактивність за ^{137}Cs у пелетах, що імпортувалися із України, та оцінили можливі радіологічні ризики для населення унаслідок використання деревного палива у паливних енергетичних установках (ПЕУ) (Ladygiené, 2010). Дослідження, проведені співробітниками Українського науково-дослідного інституту сільськогосподарської радіології в умовах зони відчуження навколо ЧАЕС, дозволили встановити, що при щільності забруднення ^{90}Sr території понад 4 кБк/м^2 можливе перевищення допустимого рівня даного радіонукліду (60 Бк/кг) у неокореній маломірній паливній деревині (**Отрешко**, Журба, Билоус, Йощенко, 2015). У подальших дослідженнях, які проводились на території лісових масивів Іванківського району Київської області, було зафіксовано, що 85 % відібраних проб деревини перевищують показники ГНПАР–2005 (ГНПАР-2005) для дров паливних та паливних пучків. Визначено, що таке перевищення за ^{90}Sr у дровах і паливних пучках (хмизі) спостерігається вже за незначних рівнях забруднення території – 1 кБк/м^2 (**Отрешко**, Журба, Билоус, Йощенко, 2015). Однак в Україні нормативи вмісту радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у деревині та продукції з деревини (ГНПАР-2005) існують лише для особи-

стих підсобних господарств, а для ПЕУ вони відсутні (*Лось та ін., 2008*).

Мета дослідження. Метою дослідження є обґрунтування можливостей використання паливної деревини для ПЕУ із територій лісу, що зазнали радіоактивного забруднення внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження проводили на території лісовихмасивівпівнічноїчастиниЖитомирської (Народицький, Овруцький, Олевський, Лугинський, Малинський райони) та Рівненської областей (Сарнинський, Рокитнівський райони). Оцінку рівнів забруднення ПД проводили шляхом спряженого відбору проб ґрунту та неокореної деревини найпоширеніших листяних та хвойних порід дерев у даних лісових масивах.

У кожній точці відбору проб за допомогою приймача GPSmap 78s (Garmin, США) встановлювались географічні координати у системі WGS84 із нанесенням їх на карту (рис. 1).

Проби ґрунту відбирали згідно до СОУ 74.14-37-425:2006 з урахуванням загальноприйнятих стандартних підходів, методології, вимог оптимізації відбору проб і вимірювань зразків при радіоекологічному моніторингу (СОУ 74.14-37-425:2006). Дослідження проводили на 38 зразках ґрунту та 95 зразках неокореної деревини. Відбір зразків деревини проводили на висоті стовбура 1–1,3 м з тих самих ділянок, що й проб ґрунту. Для відбору використовували спеціальний віковий бур діаметром 0,55 см (3–5 уколів) (рис. 2).

У відібраних зразках ґрунту та деревини вимірювали активність ^{137}Cs та ^{90}Sr за допомогою стандартних методів гамма-, бета-спектрометрії та радіохімії (Методические указания по определению стронция–90 и цезия –137 в почвах и растениях, 1985). Вміст ^{137}Cs у попередньо підготовлених пробах визначався за допомогою високоефективного гама-спектрометра з напівпровідниковим детектором із високочистого германію «GEM-30185» фірми «EG & ORTEC» США. Вміст ^{90}Sr у пробах визначали після його радіохімічного виділення за активністю його дочірнього радіонукліду ^{90}Y на

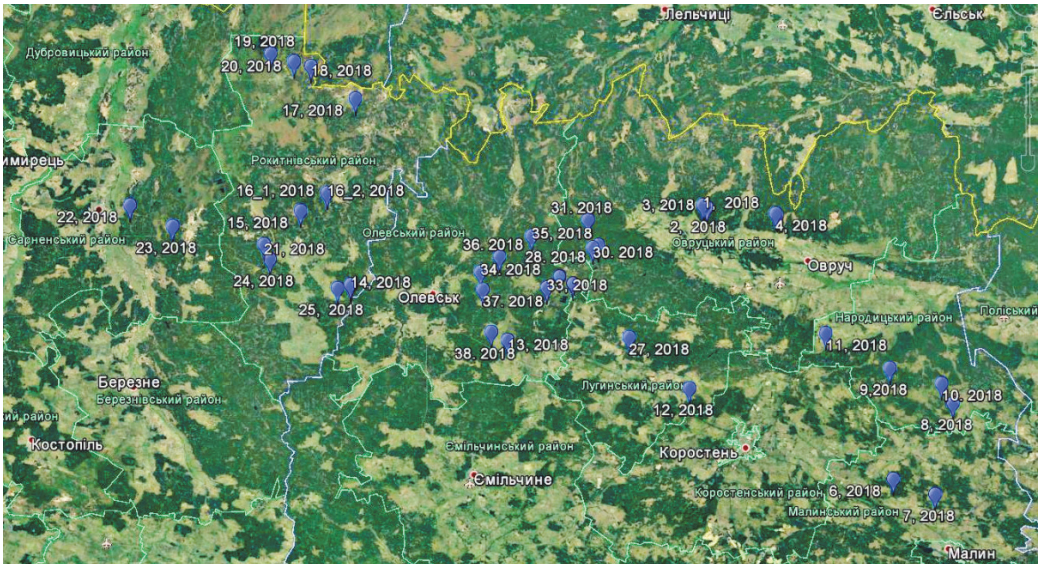

Рис. 1. Локації відбору зразків ґрунту та деревини, 2018 рр.

Рис. 2. Вигляд зразка деревини (одиночного уколу), відібраного з певного дерева

бета-спектрометрі СЕБ–01 (АКП, Україна). Обробку масивів первинної інформації здійснювали із застосуванням стандартного пакету програм MS Excel 2010.

У зразках ґрунту визначали кислотність ґрунтового розчину (pH) та вміст обмінного кальцію.

Результати досліджень та їх обговорення. Визначено, що питома активність лісових ґрунтів за ^{137}Cs **та** ^{90}Sr становить, відповідно, 149 Бк/кг (33÷675 Бк/кг) і 6,7 Бк/кг (1,5÷51 Бк/кг), що відповідає щільності забруднення 20–100 кБк/м^2 за ^{137}Cs і 0,2–4 кБк/м^2 за ^{90}Sr (табл. 1). У більшості проб зафіксовано значне зменшення вмісту ^{90}Sr по відношенню до ^{137}Cs у 20-сантиметровому шарі лісового ґрунту. Встановлено, що вміст ^{137}Cs у ґрунті в 22 рази перевищував вміст ^{90}Sr.

Кислотність ґрунтової витяжки змінювалася в межах pH=4,0–7,4 і в середньому становила pH=6,4. Вміст обмінного кальцію, переважно, був дуже низьким і в середньому становив 0,7 мг-екв./100 г ґрунту (0,06÷2,1мг-екв./100 г), що є характерним для лісових ґрунтів регіону.

Вміст ^{137}Cs у деревині становить від <2,0 до 690±83 Бк/кг. Визначено, що близько 98 % проаналізованих зразків (крім – точки відбору проб № 15, зразок 15я), відповідали ГНПАР-2005 щодо вмісту ^{137}Cs у ПД (600 Бк/кг) (табл. 2). Вміст ^{90}Sr у зразках деревини знаходився межах від 11±1,0 до 473±37 Бк/кг, а перевищенням його допустимого рівня зафіксовано у 14,7 % проб.

На нашу думку, низькі рівні обмінного **С**а у бідних дерново середньо- та слабопідзолистих супіщаних лісових ґрунтах призводять до зростання швидкості вертикальної міграції ^{90}Sr, що викликає збільшення відношення ^{137}Cs/^{90}Sr у ґрунті, яке становило **від 5,6** ± 1 **до 162** ± 64 (в середньому 44 ± 17).

Саме цим можна пояснити значне надходженням даного радіонукліда у біомасу лісових насаджень.

Аналіз співвідношення ^{137}Cs/^{90}Sr за деревними породами дозволив виявити, що у зразках деревини листяних порід дане співвідношення в середньому становило 1,4 ± 0,6 (змінювалося від 0,05 ± 0,02 до 0,71 ± 0,37). У зразках хвойних порід даний показник співвідношення характеризувався широкою амплітудою (змінювався від 0,14 ± 0,05 до 32,9 ± 8,7) і становив, у середньому, 4,82 ± 2. На нашу думку, це зумовлене значним просторовим варіюванням щільності забруднення ґрунту ^{137}Cs та ^{90}Sr і типом лісорослинних умов.

За породним складом співвідношення ^{137}Cs/^{90}Sr у деревині складає такий ряд: сосна звичайна > береза > дуб > вільха > граб > осика.

Ряд проб деревини, що були проаналізовані в процесі дослідження, мали питому активність за ^{90}Sr понад 100 Бк/кг. Проведені нами дослідження щодо вмісту ^{137}Cs та ^{90}Sr у золі після спалювання деревини у печах приватних осель ряду населених пунктів Народицького і Овруцького районів Житомирської області свідчать про перевищення її питомої радіоактивності понад 10 кБк/кг, що згідно з ОСПУ–2005 (ОСПУ–2005)

1. Агрохімічні та радіологічні властивості зразків ґрунту місць проведення досліджень

№ точки відбору проби	Координати місця відбору проби		Питома активність радіонуклідів, Бк/кг		Ca, мг-екв на 100 г ґрунту	pH	Співвідношення питомої радіоактивності $^{137}Cs/^{90}Sr$
	N	E	^{137}Cs	^{90}Sr			
1	51.382620°	28.469040°	177±15	18±2	0,38	6,8	10,1±1,9
2	51.382630°	28.473920°	74±7	6±1	0,44	6,8	13,5±3,5
3	51.378670°	28.482100°	95±9	5±1	0,31	6,7	18,3±4,9
4	51.372630°	28.695410°	330±28	51±4	0,56	6,5	6,5±5,5
5	51.369470°	28.700810°	211±19	38±3	0,81	6,6	5,6±1
6	50.868503°	29.093296°	90±9	2±0,7	0,75	6,7	40,9±17
7	50.841795°	29.223958°	213±21	2±0,6	0,31	6,9	112±46,5
8	51.019614°	29.268211°	73±4	5±0,7	0,31	6,2	14,6±20,1
9	51.083081°	29.068774°	81±8	4 ±0,7	1,12	6,4	19,3±31,8
10	51.056944°	29.230833°	244±20	2±0,5	0,75	6,6	128±44
11	51.145556°	28.866667°	101±11	2,6±0,6	0,38	6,8	38,9±13,2
12	51.027929°	28.454459°	100±11	1,9±0,5	0,38	6,2	52,6±19,6
13	51.103611°	27.890000°	138±19	2,7±0,6	0,63	6,8	51,1±18,4
14	51.192500°	27.398611°	75±6	2,9±0,6	0,19	7,0	25,9±7,4
15	51.328889°	27.231389°	87±8	1,8±0,6	0,13	6,8	48,3±20,6
16_1	51.366389°	27.308889°	58±3	2,5±0,7	0,06	6,4	23,3±7,8
16_2	51.366363°	27.309249°	89±8	1,4±0,7	0,06	6,4	63,6±37,5
17	51.551944°	27.378889°	50±3	1,6±0,6	1,56	6,7	31,3±13,6
18	51.609444°	27.234444°	59±3	1,6±0,7	0,06	6,9	36,9±18
19	51.628733°	27.107233°	304±79	23±2	0,30	4,1	13,1±4,5
20	51.616283°	27.181700°	675±398	278±33	0,30	4,0	24,2±4,1
21	51.260006°	27.125820°	159±22	2,5±0,9	0,31	6,9	63,6±31,7
22	51.317960°	26.704540°	38±2	1,6±0,7	0,63	5,6	23,8±11,6
23	51.283050°	26.840680°	88±8	3,3±0,6	0,56	6,4	26,7±7,3
24	51.231710°	27.147191°	78±6	4,3±0,8	0,44	6,4	18,1±4,8
25	51.184440	27.360240°	40±2	2,2±0,6	0,44	7,3	18,2±5,9
26	51.190510°	27.401080°	77±5	7,0±1,5	4,70	7,1	11±3,1
27	51.120740°	28.262126°	331±36	3,2±0,6	0,70	6,6	103,4±30,6
28	51.14916°	28.152610°	454±48	2,8±0,8	0,63	6,9	162±63,5
29	51.219051°	28.081110°	222±25	2,7±0,7	0,50	6,2	82,2±30,6
30	51.290411°	28.136401°	128±16	2,8±0,6	1,40	5,3	45,7±15,5
31	51.343261	28.117290°	104±17	3,2±0,6	0,43	5,0	32,5±11,4
32	51.231330	28.038660°	167±20	1,7±0,5	0,37	6,7	98,2±40,7
33	51.208660°	28.001810°	33±10	1,5±0,5	0,31	6,0	22±14
34	51.231691°	27.795672°	128±17	2,9±0,6	2,06	7,3	44,1±15
35	51.306730°	27.946830°	51±5	2,4±0,5	0,63	6,9	21,3±6,5
36	51.263111°	27.851081°	182±36	3,7±0,6	1,25	6,8	24,3±7,5
37	51.198280	27.805450°	137±18	2,6±0,5	1,00	5,3	52,7±17,1
38	51.117310°	27.838672°	220±26	5,3±0,7	1,63	5,2	41,5±10,4

2. Вміст 137Cs та 90Sr у зразках паливної деревини основних видів деревних рослин

№ проби	Листяні породи					Хвойні породи				
	Шифр зразка	Питома активність деревини, Бк/кг		Відповідність ГНПАР-2005	А 137Cs/А 90Sr в деревині	Шифр зразка	Питома активність деревини, Бк/кг		Відповідність ГНПАР-2005	А 137Cs/А 90Sr в деревині
		137Cs	90Sr				137Cs	90Sr		
1	-	-	-	-	-	1с)	36±11	62±7	ні	0,58±0,2
2	-	-	-	-	-	2с)	67±17	80±7	ні	0,84±0,3
3	3б)	11±3	214±21	ні	0,05±0,02	3с)	6±4	23±4	так	0,26±0,2
4	4б)	125±10	473±37	ні	0,26±0,04	4с)	24±7	170±14	ні	0,14±0,05
5	5б)	13±3	277±21	ні	0,05±0,01	5с)	13±6	93±9	ні	0,14±0,08
15	15б)	7±1	26±3	так	0,27±0,07	15с)	<2	13±3	так	0,15±0,1
	15о)	10±3,7	14±2	так	0,71±0,37	15ял)	690±83	21±3	ні	32,9±8,7
26	26гр)	<6	84±8	ні	0,07±0,04	-	-	-	-	
28	28б)	42±11	87±7	ні	0,48±0,17	28с)	70±6	11±1	так	6,36±1,12
30	30б)	53±14	80±7	ні	0,66±0,23	30с)	42±13	25±2	так	1,68±0,65
32	32б)	22±11	80±6	ні	0,28±0,16	32с)	29±10	28±3	так	1,04±0,47
35	35д)	35±11	58±5	ні	0,6±0,24	35с)	<7	18±3	так	0,39±0,26

Примітка: б) – береза повисла; о) – осика (тополя тремтяча); гр) – граб звичайний; с) – сосна звичайна; ял) – ялина європейська

відноситься до низькоактивних радіоактивних відходів (РАВ) та вимагає відповідного поводження із ними (табл. 3).

Таким чином за умов безконтрольного спалювання радіоактивно забрудненої деревини у печах сільських приватних будинків відбувається утворення золи, що перевищує межу низькоактивних радіоактивних відходів.

Аналіз отриманих результатів дозволив виявити, що навіть із радіоактивно-забруднених лісових масивів із незначною щільністю забруднення ^{90}Sr (<4 кБк/м^2) можливо отримати деревину з вмістом ^{90}Sr вище гігієнічного нормативу для дров паливних та паливних пучків (ГНПАР–2005), що вимагає обмеження на використання паливної та маломірної деревини із даних територій. Однак дані нормативи в Україні встановлені лише для особистих підсобних господарств, а для використання деревини у ПЕУ вони відсутні (*Лось та ін., 2008*).

Висновки і перспективи. Встановлено, що листяні породи акумулюють ^{90}Sr значно інтенсивніше, ніж сосна звичайна.

Визначено, що 14,7 % зразків деревини за вмістом ^{90}Sr та 1,1 % за вмістом ^{137}Cs перевищують гігієнічний норматив для дров паливних та паливних пучків згідно ГНПАР–2005 (відповідно 60 Бк/кг та 600 Бк/кг).

У радіоактивно-забруднених лісових масивах із щільністю забруднення території ^{90}Sr 4 кБк/м^2 існує вірогідність отримати деревину з вмістом ^{90}Sr вище гігієнічного нормативу для дров паливних та паливних пучків (ГНПАР–2005), що вимагає обмеження на використання такої паливної та маломірної деревини.

3. Вміст ^{137}Cs та ^{90}Sr у зразках золи паливної деревини приватних господарств північних районів Житомирської області

Населений пункт	Питома активність ^{137}Cs та ^{90}Sr у золі			Співвідношення $^{137}Cs/^{90}Sr$
	^{137}Cs, Бк/кг	^{90}Sr, Бк/кг	Сумарна питома активність, (^{137}Cs+^{90}Sr) Бк/кг	
с. Бігунь	3820	1750	5570	2,18
с. Верпа	6300	2790	9090	2,26
с. Можари	18000	7120	25120	2,53
с. Можари	5600	4700	10300	1,19
с. Можари	2680	2230	4910	1,20
с. Можари	1550	6480	8030	0,24
с. Можари	680	8890	9570	0,08
с. Поліське	18200	11300	29500	1,61
с. Піщаниця	9340	24350	33690	0,38
с. Піщаниця	1100	1650	2750	0,67
с. Піщаниця	730	1410	2140	0,52
смт. Народичі	20900	14750	35650	1,42
смт. Народичі	14800	2790	17590	5,30
смт. Народичі	11000	930	11930	11,83
смт. Народичі	9760	1190	10950	8,20

При спалюванні радіоактивно забрудненої деревини підтверджена можливість отримання зольного залишку з питомою активністю понад 10 кБк/кг, який, згідно з ОСПУ-2005, відповідає критерію низькоактивних РАВ і потребує відповідного поводження.

Отримані результати свідчать про необхідність проведення додаткового територіального районування лісових масивів за щільністю забруднення їх ^{137}Cs та ^{90}Sr щодо можливості використання деревини у якості палива для ПЕУ.

Потребує ретельного радіологічного контролю використання паливної деревини із територій, які постраждали внаслідок аварії на ЧАЕС. Важливою проблемою, яка потребує вирішення є ситуація з використанням паливної деревини для паливних енергетичних установок в Україні, допустимі рівні радіоактивності якої законодавчо не врегульовані.

Література

1. Краснов В. П. Радіоекологія лісів Полісся України. Житомир: Волинь, 1998. 128 с.
2. Report Chernobyl: 30 Years of Radioactive Contamination Legacy / Valery A. Kashparov. Commissioned by Greenpeace, Belgium. Kyiv.•2016 59 p.
3. Радиоэкологические аспекты сжигания древесного топлива на крупных энергетических установках Беларуси / Соловьев В. Н. [и др.]. Энергетическая стратегия. 2010. № 1(13). С. 50–54.
4. Ladygiené, R. Radiological investigation of wood used for combustion Ladygiené, R. et al. EKOLOGIJA. 2010. Vol. 56. No. 3–4. P. 87–93.

5. Отрешко Л. Н., Журба М. А., Билоус А. М., Йощенко Л. В. Содержание 90Sr и 137Cs в древесине на южном топливном следе чернобыльских радиоактивных выпадений. Ядер. фізика та енергетика. 2015. 16, № 2. С. 183–192. https://doi.org/10.15407/jnpae2015.02.183
6. Гігієнічний норматив питомої активності радіонуклідів 137Cs та 90Sr у деревині та продукції з деревини (ГНПАР-2005). Затверджено Наказом МОЗ України від 31.10.2005. № 573. 3 с.
7. Обґрунтування нормативу на вміст радіонуклідів у паливній деревині та оцінка його виправданості. / І. П. Лось [та ін.]. Довкілля та здоров'я. 2008. № 2. С. 19–22.
8. СОУ 74.14-37-425:2006 «Якість ґрунту. Методи відбору проб ґрунту для радіаційного контролю». Київ. Міністерство аграрної політики України. 2006. 15 с.
9. Методические указания по определению стронция-90 и цезия -137 в почвах и растениях. Москва. ЦИНАО. 1985. 46 с.
10. ОСПУ – 2005. Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України: наказ МОЗ України від 02.02.2005 № 54, зареєстровано в М-ві юстиції України від 20 травня 2005 р. № 552/10832. URL: (http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0552-05)

References

1. Krasnov V. P. (1998). Radioecology of forests of Polesie of Ukraine (Radioekolohiya lisiv Polissya Ukrayiny). Zhytomyr: Volyn, 128 p.
2. Kashparov V. A. Report Chernobyl: 30 Years of Radioactive Contamination Legacy (2016). Commissioned by Greenpeace, Belgium. Kyiv. 59 p.
3. Radioecological Aspects of Burning Wood Fuel at Large Power Plants of Belarus (2010) (Radioekologicheskiye aspekty szhiganiya drevesnogo topliva na krupnykh energeticheskikh ustanovkakh Belarusi) / Solov'ev V. N., Zhemzhurov M. L., Levchuk A. S. [and others]. Energy strategy. № 1 (13). PP. 50–54.
4. Ladygiené, R. Radiological investigation of wood used for combustion. (2010). Ladygiené, R. et al. ECOLOGY. Vol. 56. No. 3–4. P. 87–93.
5. Otreshko L.N., Zhurba M.A., Bilous A.M., Yoshchenko L.V. (2015). Content of 90Sr and 137Cs in wood on the southern fuel trace of Chernobyl radioactive fallout (Soderzhaniye 90Sr i 137Cs v drevesine na yuzhnom toplivnom slede chernobyl'skikh radioaktivnykh vypadeniy). Nuclear physics and energy. 16, № 2. P. 183–192. https://doi.org/10.15407/jnpae2015.02.183
6. Hygienic norm for the specific activity of 137Cs and 90Sr radionuclides in wood and wood products (Hihiyenichnyy normatyv pytomoyi aktyvnosti radionuklidiv 137Cs ta 90Sr u derevyni ta produktsiyi z derevyny (HNPAR–2005). Zatverdzheno Nakazom MOZ Ukrayiny vid 31.10.2005) (GNPAR–2005). Approved by the Ministry of Education and Science of Ukraine. Order dated 31.10.2005. № 573. 3 p.
7. Los I. P., Shabunina N. D., Orlov O. O., Krasnov V. P., Landin V. P. (2008). Substantiation of a standard for the content of radionuclides in fuel wood and evaluation of its justification (Obgruntuvannya normatyvu na vmist radionuklidiv u palyvniy derevyni ta otsinka yoho vypravdanosti). Environment and health, № 2. P. 19–22.
8. SOU 74.14-37-425: 2006 Soil quality. Soil sampling methods for radiation control (2006) (Yakist′ gruntu. Metody vidboru prob gruntu dlya radiatsiynoho kontrolyu). Kyiv. Ministry of Agrarian Policy of Ukraine. 15 p.
9. Guidelines for the determination of strontium-90 and cesium – 137 in soils and plants (1985). (Metodicheskiye ukazaniya po opredeleniyu strontsiya – 90 i tseziya – 137 v pochvakh i rasteniyakh). Moscow, CINAO. 46 p.
10. OSPU – 2005. Basic Sanitary Rules for Ensuring Radiation Safety of Ukraine. (Osnovni sanitarni pravyla zabezpechennya radiatsiynoyi bezpeky): Order of the Ministry of Health of Ukraine dated 02.02.2005 No. 54, registered at the Ministry of Justice of Ukraine dated May 20, 2005 No. 552/10832. URL: (http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0552-05)

SUMMARY

L. M. Otreshko, L. V. Yoshchenko, D. M. Holiaka, S. V. Polishchuk, O. V. Kosarchuk, M. M. Lazariev, S. M. Hrysiuk. *Problem analysis and assessment of the prospects of fuel wood use obtained in the territories of the pollution by Chernobyl accident. Biological Resources and Nature Managment. 2019.* ***11****, №5–6. P.39–47. https://doi.org/ 10.31548/bio2019.04.005*

Abstract. *Determining the levels of contamination of fuel wood in the northern part of the Ukrainian Polissya, which occurred as a result of the Chernobyl accident, is an urgent task. ^{137}Cs and 90Sr content studies were performed by analyzing soil and wood samples using standard methods of gamma, beta spectrometry and radiochemistry. Differences in the accumulation of radionuclides by coniferous and deciduous plants were established. It was found that 1.1% of wood samples exceed the specific radioactivity by ^{137}Cs according to GNPAR-2005, and 14.7% of samples by ^{90}Sr. Samples of wood with a specific radioactivity at ^{90}Sr over 100 Bq / kg have been recorded, far exceeding industry standards. The specific radioactivity of the ash obtained by burning such wood exceeds 10 kBq / kg. The use of wood for radionuclide contaminated forests requires careful radiological monitoring and the introduction of appropriate permissible levels for fuel power plants.*

Keywords: *forest ecosystems, fuel wood, specific radioactivity, ^{90}Sr, ^{137}Cs, hygiene standards*

АННОТАЦИЯ

Л. Н. Отрешко, Л. В. Йощенко, Д. М. Голяка, С. В. Поліщук, О. В. Косарчук, Н. М. Лазарев, С. Н. Грисюк. *Анализ проблем и оценка перспективы использования топливной древесины, полученной на территории загрязненной вследствие аварии на ЧАЭС. Биоресурсы и природопользование. 2019.* ***11****, №5–6. С.39–47. https://doi.org/ 10.31548/bio2019.04.005*

Аннотация. *Определение уровней загрязнения топливной древесины северной части Украинского Полесья, произошедшее вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, является актуальной задачей. Исследование содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr проводили путем анализа образцов почвы и древесины стандартными методами гамма-, бета-спектрометрии и радиохимии. Установлены различия в накоплении радионуклидов хвойными и лиственными деревьями. Выявлено, что 1,1% проб древесины превышает удельную радиоактивность по ^{137}Cs согласно ГНПАР-2005, а 14,7 % образцов - по 90Sr. Зафиксировано наличие проб древесины с удельной радиоактивностью по ^{90}Sr более 100 Бк/кг, что значительно превышает отраслевые нормативы. Удельная радиоактивность золы, полученной при сжигании такой древесины превышает 10 кБк/кг. Возможности использования древесины на топливо из загрязненных радионуклидами лесов требует тщательного радиологического контроля и введения соответствующих допустимых уровней для топливных энергетических установок.*

Ключевые слова: *лесные экосистемы, топливная древесина, удельная радиоактивность, ^{90}Sr, ^{137}Cs, гигиенические нормативы*