

## ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ВМІСТУ $^{137}\text{CS}$ У ПЛОДАХ ЧОРНИЦІ ЗВИЧАЙНОЇ ТА ПЛОДОВИХ ТІЛАХ ДЕЯКИХ ВИДІВ ГРИБІВ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА «ДРЕВЛЯНСЬКИЙ»

Риженко Н.О., Шимончук П.П.

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління  
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, 03135, м. Київ  
alsko2011@ukr.net

У статті представлено результати досліджень проведеного екологічного моніторингу вмісту  $^{137}\text{Cs}$  у плодах чорниці звичайної та плодових тілах деяких видів грибів лісових екосистем природного заповідника «Древлянський» протягом 2015–2018 років. Найбільшим значеннями середньої питомої радіоактивності  $^{137}\text{Cs}$  у плодовій частині фітомаси чорниці на всій досліджуваній території характеризувалось Народицьке ПНДВ. Встановлено, що загалом протягом 2015–2018 років відбувалось зменшення питомої радіоактивності в ягодах чорниці звичайної. Виявлено, що майже всі зразки свіжих ягід *Vaccinium myrtillus* L. та плодових тіл білих грибів *Boletus edulis* L., *Cantharellus cibarius* Fr., *Tricholoma flavovirens* Paul Kummer мали перевищення встановлених нормативів допустимих рівнів. Моніторинг радіозабруднення лісових екосистем природного заповідника «Древлянський» доцільно продовжувати із проведенням стаціонарних досліджень із вивченням динаміки питомої радіоактивності в біоті з метою контролю та прогнозування наслідків радіоактивного забруднення території. *Ключові слова*: моніторинг,  $^{137}\text{Cs}$ , радіозабруднення, *Vaccinium myrtillus* L., *Boletus edulis* L., *Cantharellus cibarius* Fr., *Tricholoma flavovirens* Paul Kummer.

**Экологический мониторинг содержания  $^{137}\text{Cs}$  в плодах черники обычной и плодовых телах некоторых видов грибов лесных экосистем природного заповедника «Древлянский».** Риженко Н.А., Шимончук П.П. В статье представлены результаты исследований проведенного экологического мониторинга содержания  $^{137}\text{Cs}$  в плодах черники обыкновенной и плодовых телах некоторых видов грибов лесных экосистем Природного заповедника «Древлянский» в течение 2015–2018 годов. Самыми высокими значениями средней удельной радиоактивности  $^{137}\text{Cs}$  в плодовой части фитомассы черники на всей исследуемой территории характеризовалось Народицкое ПНДВ. Установлено, что в целом в течение 2015–2018 годов наблюдалось уменьшение удельной радиоактивности в ягодах черники обыкновенной. Выявлено, что почти все образцы свежих ягод *Vaccinium myrtillus* L. и плодовых тел белых грибов *Boletus edulis* L., *Cantharellus cibarius* Fr., *Tricholoma flavovirens* Paul Kummer имели превышение установленных нормативов допустимых уровней. Мониторинг радиозагрязнения лесных экосистем природного заповедника «Древлянский» целесообразно продолжать с проведением стационарных исследований с изучением динамики удельной радиоактивности биоты с целью контроля и прогнозирования последствий радиоактивного загрязнения территории. *Ключевые слова*: мониторинг,  $^{137}\text{Cs}$ , радиозагрязнение, *Vaccinium myrtillus* L., *Boletus edulis* L., *Cantharellus cibarius* Fr., *Tricholoma flavovirens* Paul Kummer.

**Ecological monitoring of content  $^{137}\text{Cs}$  in frogs of the current of fish and foreign fatals of some species of forests of forest ecosystems of natural reserve “Drevlyansky”.** Ryzenko N., Shimonchuk P. The paper presents the results of environmental monitoring of  $^{137}\text{Cs}$  in blueberries and some species of mushrooms in forest ecosystems in the Drevlyansky Nature Reserve during 2015–2018. The highest values of  $^{137}\text{Cs}$  were in berries of blueberries in Naroditske location. In general, there was a decrease of  $^{137}\text{Cs}$  in berries of blueberries from 2015 to 2018. Almost all samples of fresh berries of *Vaccinium myrtillus* L. and the fruiting bodies of *Boletus edulis* L., *Cantharellus cibarius* Fr., *Tricholoma flavovirens* Paul Kummer have exceeded the existing norms of permissible levels. Monitoring radioactive contamination of forest ecosystems in the Drevlyansky Natural Reserve is expedient to continue with stationary studies to research the dynamics of  $^{137}\text{Cs}$  in biota for control and predict the consequences of radioactive contamination of the territory. *Key words*: monitoring,  $^{137}\text{Cs}$ , radio contamination, *Vaccinium myrtillus* L., *Boletus edulis* L., *Cantharellus cibarius* Fr., *Tricholoma flavovirens* Paul Kummer.

**Постановка проблеми.** Проведення моніторингу й екотоксикологічного оцінювання небезпечності радіозабруднених територій, особливо на теренах природних заповідників, дозволяє не тільки контролювати компоненти біоти на вміст радіонуклідів із подальшим прогнозуванням їхньої поведінки, але й забезпечити збереження унікальних природно-заповідних територій, однією з яких є природний запо-

відник (далі – ПЗ) «Древлянський» [18; 21; 22; 24; 33]. Фітокомпонент, як і решта складників екосистеми, потребує контролю за рівнем питомої радіоактивності таких довгоживучих радіоактивних забрудників, як  $^{137}\text{Cs}$ , не тільки як біологічна система, але і як продукція побічного користування лісу, зокрема плодові тіла грибів і ягоди, які традиційно широко вживані в населення [1; 3; 9; 11–14].

**Актуальність дослідження.** Ядерна катастрофа такого масштабу, як аварія на Чорнобилі, уперше спіткала світову цивілізацію, тому й нині, через 30 років, її наслідки привертають увагу фахівців [2; 7; 8; 15; 29; 32]. Одним із наслідків Чорнобильської катастрофи стало формування широкого радіоактивного сліду, який став джерелом тривалого зовнішнього гамма-опромінення людини довгоживучими радіонуклідами [17; 20; 23; 31; 33; 34]. Із плином часу радіаційний стан довкілля змінився як завдяки фізико-хімічним показникам, так і в результаті заходів із ліквідації аварії, що привело до змін у використанні окремих територій [4–6]. Території, рівень яких дозволяє отримувати продукцію в межах національних допустимих норм, повернуті в сільськогосподарське призначення, а землі із значним рівнем радіоактивного забруднення були, зокрема, передані до природних заповідників [25; 28–30; 34]. Одним із таких природних заповідників став «Древлянський», який утворений згідно з Указом Президента України № 1038/2009 від 11 грудня 2009 р. у Народицькому районі Житомирської області, на південь та південний схід від райцентру – смт Народичі [16; 26]. Зважаючи на те, що дезактивація лісових площ наявними методами є складною, лісові насадження дуже міцно утримують радіонукліди (основну частину радіозабруднення становлять довгоживучі  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$ ), а використання в їжу продукції побічного користування лісу не зменшується [11–13], контроль та моніторинг за станом лісових екосистем природного заповіднику «Древлянський» є особливо актуальними.

**Матеріали і методи.** Визначення  $^{137}\text{Cs}$  у біологічних об'єктах здійснювалось за допомогою гама-радіометра РУГ-91 «Адані». Збір проб плодової частини рослин *Vaccinium myrtillus* L. та плодових тіл грибів *Boletus edulis* L., *Cantharellus cibarius* Fr., *Tricholoma flavovirens* Paul Kummer відбувався за загальноприйнятими методиками, повторність чотириразова. Коефіцієнт варіації, осциляції та інші статистичні показники – за загальноприйнятими методиками в біометрії [10]. Дослідження проводили на території природного заповідника «Древлянський» протягом 2015–2018 рр.

**Виклад основного матеріалу.** Результати середньої питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у ягодах чорниці звичайної (*Vaccinium myrtillus* L.) на території ПЗ «Древлянський» (2015–2018 рр.) наведено в таблиці 1.

Оскільки коефіцієнт варіації більше 70%, то значення середньої питомої активності у плодовій частині фітомаси чорниці в різних районах достовірно відрізняються. Середня питома активність  $^{137}\text{Cs}$  у плодовій частині фітомаси свіжої чорниці була найбільша в Народицькому ПНДВ і становила від 931 до 971 Бк/кг, що майже удвічі перевищує встановлений норматив (500 Бк/кг) [19; 27; 35]. Загалом перевищення нормативу спостерігалось в умовах Розсохівського та Народицького ПНДВ. Найменшою питомою радіоактивністю за максимальними значеннями достовірно характеризувався Мотківське ПНДВ, а найбільшою – Народицьке ПНДВ (табл. 2).

За значеннями середньої питомої радіоактивності  $^{137}\text{Cs}$  у плодовій частині фітомаси *Vaccinium myrtillus* L. досліджуваної території ПЗ «Древ-

Таблиця 1

Середня питома активність  $^{137}\text{Cs}$  у свіжих ягодах чорниці,  $P_{05}$ 

Місце відбору зразків	Квартал	Середня питома активність $^{137}\text{Cs}$ у зразках ягід, сира речовина, Бк/кг
Розсохівське ПНДВ*	57	496 ± 6,25
	52	278 ± 1,72
Народицьке ПНДВ	10	971 ± 8,95
	16	950 ± 8,95
	17	931 ± 9
Базарське ПНДВ	32	88 ± 2,50
	151	6,2 ± 0,5
	8	6,8 ± 0,5
	урочище Моху Рябого	3,9 ± 0,4
	урочище Болото Голе	327 ± 5
Мотківське ПНДВ		2,04 ± 0,5
		2,6 ± 0,5
		1,5 ± 0,5
<b>Допустимий вміст, Бк/кг</b>		<b>500</b>
<i>R</i> (розмах варіації)		969,5
<i>V</i> (коефіцієнт варіації), %		95,82
<i>Kr</i> (коефіцієнт осциляції), %		239,23
<i>Sс</i> (стандартна помилка виборки для середнього)		187,1

\*ПНДВ – природоохоронне науково-дослідне відділення заповідника.

лянський» встановлено такий низхідний ряд: Народицьке ПНДВ > Розсохівське ПНДВ > Базарське ПНДВ > Мотіківське ПНДВ.

У зв'язку з тим, що Народицьке ПНДВ характеризується найбільшим рівнем забруднення продукції  $^{137}\text{Cs}$ , динаміку питомої радіоактивності у фітомасі ягід та грибів за роками досліджували саме в Народницькому ПНДВ. Результати експериментальних досліджень 2015 р. наведено в таблиці 3.

Виявлено, що у 2015 р. питома радіоактивність перевищувала встановлені допустимі нормативи у плодівих тілах (надземна біомаса) сухих білих грибів у 6,8–9,8 рази; свіжих – у 2,3–8,3 разів. Питома радіоактивність свіжих ягід чорниці звичайної перевищувала встановлені нормативи в 1,14–5,7 разів. Найбільшу небезпеку для вживання в їжу становили сухі білі гриби. Експериментальні результати дослідження питомої радіоактивності

Таблиця 2

**Порівняння питомої радіоактивності  $^{137}\text{Cs}$  у плодівій частині фітомаси чорниці (*Vaccinium myrtillus* L.) у досліджуваних районах**

<b>Розсохівське ПНДВ</b>	<b>Народицьке ПНДВ</b>
$S^2 = 8\,312,7$	$S^2 = 266,9$
$F_{\text{експ.}} = 31,15; F_{\text{теор.}} = 9,3; F_{\text{експ.}} > F_{\text{теор.}}$	
<b>Базарське ПНДВ</b>	<b>Мотіківське ПНДВ</b>
$S^2 = 15\,493,1$	$S^2 = 0,2$
$F_{\text{експ.}} = 77\,465; F_{\text{теор.}} = 9; F_{\text{експ.}} > F_{\text{теор.}}$	
<b>Базарське ПНДВ</b>	<b>Народицьке ПНДВ</b>
$S^2 = 15\,493,1$	$S^2 = 266,9$
$F_{\text{експ.}} = 58; F_{\text{теор.}} = 9; F_{\text{експ.}} > F_{\text{теор.}}$	

Таблиця 3

**Питома радіоактивність  $^{137}\text{Cs}$  у фітомасі ягід та грибів продукції побічного користування лісу у 2015 р.,  $P_{05}$**

Дата відбору проб і визначення питомої радіоактивності	Вид рослин та грибів	Фракція фітомаси	Середня питома активність $^{137}\text{Cs}$ у продукції, Бк/кг	Допустимий вміст, Бк/кг
21 січня 2015 р.	Гриби білі ( <i>Boletus edulis</i> L.), сушені	Плодове тіло (надземна біомаса)	16 875	2 500
11 березня 2015 р.			23 833	
16 квітня 2015 р.			24 677	
$V$ (коефіцієнт варіації), %			16,04	
25 вересня 2015 р.	Гриби білі ( <i>Boletusedulis</i> L.), свіжі	Плодове тіло (надземна біомаса)	3 447	500
25 вересня 2015 р.			2 131	
28 вересня 2015 р.			1 183	
30 вересня 2015 р.			4 146	
30 вересня 2015 р.			4 117	
7 вересня 2015 р.			3 645	
$V$ (коефіцієнт варіації), %			35,11	
15 червня 2015 р.	Чорниця звичайна ( <i>Vaccinium myrtillus</i> L.), свіжа	Плодова фракція фітомаси	684	500
19 червня 2015 р.			572	
23 червня 2015 р.			692	
23 червня 2015 р.			857	
24 червня 2015 р.			642	
25 червня 2015 р.			921	
26 червня 2015 р.			879	
1 липня 2015 р.			1 527	
2 липня 2015 р.			1 100	
7 липня 2015 р.			1 276	
8 липня 2015 р.			924	
13 липня 2015 р.			2 500	
17 липня 2015 р.			2 625	
22 липня 2015 р.			2 843	
$V$ (коефіцієнт варіації), %				

у фітомасі ягід та плодівих тілах грибів у 2016 р. наведено в таблиці 4.

Найбільшу різницю серед відібраних проб грибів та ягід щодо питомої радіоактивності мали плодови

тіла маслюків. Зразки, відібрані на різних пробних площах, різнилися за значеннями питомої радіоактивності в 14 разів: одні проби мали показники 562 Бк/кг, а інші – 7 200 Бк/кг, що свідчить про різне

Таблиця 4

**Питома радіоактивність  $^{137}\text{Cs}$  у фітомасі ягід та грибів продукції побічного користування лісу у 2016 р.,  $P_{05}$**

Дата відбору проб та визначення питомої радіоактивності	Вид рослин та грибів	Фракція фітомаси	Середня питома активність $^{137}\text{Cs}$ у продукції, Бк/кг	Допустимий вміст, Бк/кг
20 травня 2016 р.	Гриби білі ( <i>Boletus edulis</i> L.), сушені	Плодове тіло (надземна біомаса)	16 372	2 500
17 травня 2016 р.	Гриби білі ( <i>Boletus edulis</i> L.), свіжі	Плодове тіло (надземна біомаса)	3 745	500
17 вересня 2016 р.			4 112	
18 травня 2016 р.			964	
19 травня 2016 р.			4 147	
23 травня 2016 р.			4 055	
<i>V</i> (коефіцієнт варіації), %			36,09	
17 червня 2016 р.	Чорниця звичайна ( <i>Vaccinium myrtillus</i> L.), свіжа	Плодова фракція фітомаси	647	500
22 червня 2016 р.			954	
29 червня 2016 р.			1 339	
8 липня 2016 р.			1 285	
15 липня 2016 р.			1 081	
27 липня 2016 р.			6 218	
27 липня 2016 р.			6 833	
27 липня 2016 р.			6 218	
27 липня 2016 р.			6 833	
27 липня 2016 р.			3 875	
29 липня 2016 р.			2 037	
29 липня 2016 р.			2 596	
29 липня 2016 р.			1 500	
<i>V</i> (коефіцієнт варіації), %				
20 жовтня 2016 р.	Гриби свіжі, маслюки ( <i>Suillus luteus</i> L.)	Плодове тіло (надземна біомаса)	562	500
24 жовтня 2016 р.			7 200	
25 листопада 2016 р.	Гриби свіжі, зеленушки ( <i>Tricholoma flavovirens</i> Paul Kummer)	Плодове тіло (надземна біомаса)	1 591	500

Таблиця 5

**Питома радіоактивність  $^{137}\text{Cs}$  у фітомасі ягід та грибів продукції побічного користування лісу у 2017 р.,  $P_{05}$**

Дата відбору проб та визначення питомої радіоактивності	Вид рослин та грибів	Фракція фітомаси	Середня питома активність $^{137}\text{Cs}$ у продукції, Бк/кг	Допустимий вміст, Бк/кг
9 серпня 2017 р.	Гриби білі ( <i>Boletus edulis</i> L.), свіжі	Плодове тіло (надземна біомаса)	845	500
11 вересня 2017 р.			896	
12 вересня 2017 р.			3 000	
14 вересня 2017 р.			4 000	
15 вересня 2017 р.			570	
<i>V</i> (коефіцієнт варіації), %			74,03	

значення забрудненості субстрату даних грибів. Усі зразки свіжих та сушених білих грибів перевищували встановлені нормативи. Ягоди чорниці перевищували значення встановлених нормативів у 1,3–13,7 разів. Найбільше значення питомої раді-

оактивності серед усіх проб рослинного матеріалу та грибів мали білі гриби, сушені. Експериментальні результати дослідження питомої радіоактивності плодівих тіл білих грибів у 2017 р. наведено в таблиці 5.

Таблиця 6

Питома радіоактивність  $^{137}\text{Cs}$  у фітомасі ягід та грибів продукції побічного користування лісу у 2018 р.,  $P_{05}$

Дата відбору проб та визначення питомої радіоактивності	Вид рослин та грибів	Фракція фітомаси	Середня питома активність $^{137}\text{Cs}$ у продукції, Бк/кг	Допустимий вміст, Бк/кг
30 січня 2018 р.	Гриби білі ( <i>Boletus edulis</i> L.), сушені	Плодове тіло (надземна біомаса)	3 971	2 500
27 лютого 2018 р.			7 241	
5 грудня 2018 р.			5 750	
6 липня 2018 р.	Гриби білі ( <i>Boletus edulis</i> L.), свіжі	Плодове тіло (надземна біомаса)	796	500
26 липня 2018 р.			774	
27 липня 2018 р.			836	
9 жовтня 2018 р.			4 191	
11 жовтня 2018 р.			2 850	
<i>V</i> (коефіцієнт варіації), %			69,16	
14 червня 2018 р.	Чорниця звичайна ( <i>Vaccinium myrtillus</i> L.), свіжа	Плодова фракція фітомаси	943	500
20 червня 2018 р.			847	
22 червня 2018 р.			876	
25 червня 2018 р.			842	
10 липня 2018 р.			2 025	
11 липня 2018 р.			740	
12 липня 2018 р.			1 245	
17 липня 2018 р.			696	
18 липня 2018 р.		578		
<i>V</i> (коефіцієнт варіації), %			41,94	
28 липня 2018 р.	Гриби лисички ( <i>Cantharellus cibarius</i> Fr.), свіжі	Плодове тіло (надземна біомаса)	605	500
23 липня 2018 р.			658	
24 липня 2018 р.			1 250	
25 липня 2018 р.			744	
26 серпня 2018 р.			943	
30 серпня 2018 р.			542	
30 серпня 2018 р.			896	
<i>V</i> (коефіцієнт варіації), %			28,15	



Рис. 1. Питома радіоактивність  $^{137}\text{Cs}$  у ягодах чорниці звичайної (2017 р.)

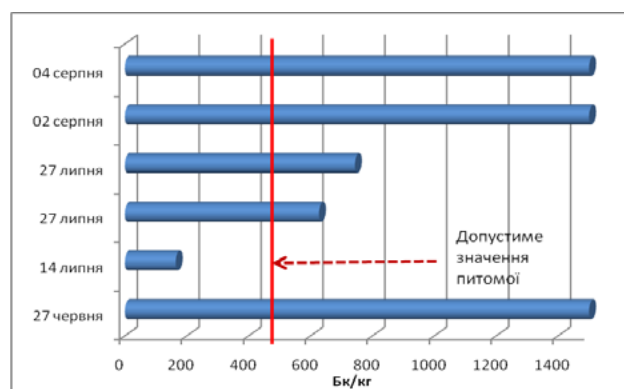


Рис. 2. Питома радіоактивність  $^{137}\text{Cs}$  у плодовому тілі свіжих грибів *Cantharellus cibarius* Fr. (2017 р.)

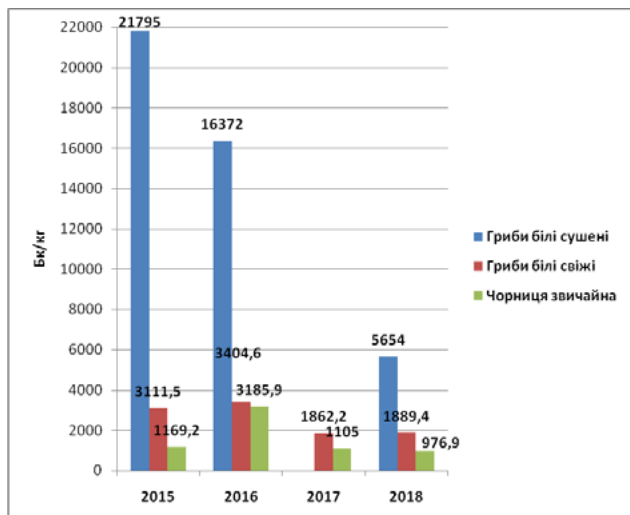


Рис. 3. Динаміка середніх значень питомої радіоактивності  $^{137}\text{Cs}$  у ягодах чорниці та плодівому тілі свіжих та сушених білих грибів (2015–2018 рр.)

Усі відібрані зразки ягоди чорниці звичайної у 2017 р. характеризувалися перевищенням установлених нормативів щодо питомої радіоактивності (рис. 1).

Установлено, що у всіх зразках плодівих тіл свіжих грибів лисичок справжніх у 2017 р. наявне перевищення встановлених нормативів питомої радіоактивності в 1,3–6,2 разів (рис. 2).

Експериментальні дані щодо питомої радіоактивності у плодівому тілі грибів та плодівій фітомасі чорниці звичайної у 2018 р. наведено в таблиці 6.

Усі зразки плодівій частини фітомаси чорниці та плодівих тіл досліджуваних видів грибів характеризувалися високим рівнем питомої радіоактивності  $^{137}\text{Cs}$  у 2018 р. Так, надземна біомаса свіжих грибів виду *Cantharellus cibarius* Fr. перевищувала допустимі нормативи в 1,2–2,5 рази, виду *Boletus edulis* L. – в 1,6–8,4 разів. Фітомаса свіжих ягід *Vaccinium myrtillus* L. перевищувала встановлені нормативи в 1,2–4,1 разів. Загалом установлено, що протягом 2015–2018 рр. спостерігалось зменшення питомої радіоактивності в ягодах чорниці звичайної (*Vaccinium myrtillus* L.) (рис. 3). У плодівих тілах свіжих та сушених білих грибів (*Boletus edulis* L.) достовірної різниці у значеннях питомої радіоактивності  $^{137}\text{Cs}$  не виявлено. Майже в усіх зразках свіжих ягід чорниці звичайної та плодівих тіл білих грибів спостерігалось перевищення встановлених санітарно-гігієнічних допустимих нормативів.

**Головні висновки.** Найбільш забрудненим районом на всій території дослідження виявилось Народицьке ПНДВ: усім зразкам чорниці звичайної властиве перевищення встановлених нормативів  $^{137}\text{Cs}$  майже удвічі. Найменшим забрудненням характеризувалось Мотіківське ПНДВ. За значеннями середньої питомої радіоактивності  $^{137}\text{Cs}$  у плодівій частині фітомаси чорниці (*Vaccinium myrtillus* L.) досліджуваної території ПЗ «Древлянський» установлено такий низхідний ряд: Народицьке ПНДВ > Розсохівське ПНДВ > Базарське ПНДВ > Мотіківське ПНДВ.

Установлено, що загалом протягом 2015–2018 рр. відбувалося зменшення питомої радіоактивності в ягодах чорниці звичайної (*Vaccinium myrtillus* L.). У плодівих тілах свіжих та сушених білих грибів (*Boletus edulis* L.) достовірної різниці у значеннях питомої радіоактивності  $^{137}\text{Cs}$  не виявлено.

Виявлено, що майже всі зразки свіжих ягід чорниці звичайної (*Vaccinium myrtillus* L.) і плодівих тіл білих грибів (*Boletus edulis* L.), лисичок (*Cantharellus cibarius* Fr.), зеленушок (*Tricholoma flavovirens* Paul Kummer) характеризувалися перевищенням установлених нормативів допустимих рівнів. У 2015 р. питома радіоактивність  $^{137}\text{Cs}$  перевищувала встановлені допустимі нормативи у плодівих тілах сухих білих грибів (*Boletus edulis* L.) у 6,8–9,8 разів; свіжих – у 2,3–8,3. Питома радіоактивність свіжих ягід чорниці звичайної (*Vaccinium myrtillus* L.) перевищувала встановлені нормативи в 1,14–5,7 разів. У 2016 р. у всіх зразках свіжих та сушених білих грибів спостерігалось перевищення встановлених нормативів. У ягодах чорниці – в 1,3–13,7 разів. Установлено, що у всіх зразках 2017 р. дослідження плодівих тіл свіжих грибів лисичок справжніх наявне перевищення встановлених нормативів питомої радіоактивності в 1,3–6,2 разів. У 2018 р. надземна біомаса свіжих грибів виду *Cantharellus cibarius* Fr. перевищувала допустимі нормативи в 1,2–2,5 разів, виду *Boletus edulis* L. – в 1,6–8,4. У надземній фітомасі свіжих ягід *Vaccinium myrtillus* L. зафіксовано перевищення встановлених нормативів в 1,2–4,1 разів.

Моніторинг радіозабруднення лісових екосистем природного заповідника «Древлянський» доцільно продовжувати із проведенням стаціонарних досліджень, вивченням динаміки питомої радіоактивності біоти з метою контролю та прогнозування наслідків радіоактивного забруднення території.

#### Література

1. Radio cesium in fungi: Accumulation pattern in the Kiev district of Ukraine including the Chernobyl zone / A.A. Grodzinskaya et al. *Sydowia*. 1995. № 10. P. 88–96.
2. Gudkov I.M., Vinnichuk M.M. Radiobiology and Radioecology. Kyiv : NAUU, 2006, 295 p.
3. Алексахин Р.М., Фесенко С.В., Спиридонов С.И. О снижении содержания  $^{137}\text{Cs}$  в продукции растениеводства, подвергшейся загрязнению после аварии на Чернобыльской АЭС. *Доклады РАСХН*. 1995. № 3. С. 20–21.
4. Булигін С.Ю., Дутов О.І. Пріоритетність організації заходів з ліквідації наслідків ядерних катастроф у віддалений період (на прикладі аварії на ЧАЕС). *Екологічні науки*. 2012. № 2. С. 61–67.

5. Щодо програми безпечного ведення сільськогосподарського виробництва на територіях, забруднених радіонуклідами внаслідок Чорнобильської катастрофи / С.Ю. Булигін та ін. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 5. С. 53–57.
6. Визначення критичності агропродукції в землеробстві радіоактивно забруднених регіонів / С.Ю. Булигін та ін. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 1. С. 55–59.
7. Ведення сільськогосподарського виробництва на територіях, забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи, у віддалений період : методичні рекомендації / за заг. ред. Б.С. Пристера. Київ : Атіка-Н, 2007. 196 с.
8. Аккумулятивна активність макроміцетов в условиях радионуклидного загрязнения территории Украины / А.А. Гродзинская и др. *Микобиота Украинского Полесья : последствия Чернобыльской катастрофы*. Гл. 6. Киев : Наукова думка, 2013. С. 217–260, 368–373.
9. Гудков І.М. Радіобіологія. Київ : НУБіП України, 2016, 485 с.
10. Ивантер Э.В., Коросов А.В. Элементарная биометрия. Петрозаводск : Изд-воПетрГУ, 2010. 104 с.
11. Краснов В.П. Наукові основи використання продукції лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення лісів : автореф. дис. ... докт. с-г. Наук. Київ, 2000, 37 с.
12. Краснов В.П. Радіоекологічні дослідження у лісових екосистемах України. *Наукові праці Лісівничої академії наук України* : збірник наукових праць. Вип. 14. Львів : РВВ НЛТУ України, 2016. С. 210–218.
13. Краснов В.П., Орлов О.О., Гетьманчук А.І. Радіоекологія лікарських рослин : монографія. Житомир : Полісся, 2005. 214 с.
14. Кутлахмедов Ю.О., Войціцький В.М., Хижняк С.В. Радіобіологія. Київ : ВПЦ «Київський університет», 2011. 543 с.
15. Ландін В.П., Гродзинська Г.А. Акумуляція радіонуклідів макроміцетами в українському поліссі. *Agroecological journal*. 2014. №. 4. С. 32–37.
16. Літопис природи природного заповідника «Древлянський». 5-й том. 2017. 256 с.
17. Дози опромінення / І.А. Ліхтарьов та ін. *Медицинські наслідки Чорнобильської катастрофи: 1986–2011* : монографія / за ред. А.М. Сердюка, В.Г. Бекешка, Д. А. Базики. Тернопіль : ТДМУ, 2011. С. 35–64.
18. Ліхтарьов І.А., Ковган Л.М., Федосенко Г.В. Загальнодозиметрична паспортизація та результати ЛВЛ-моніторингу в населених пунктах України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чорнобильської аварії. Дані за 2011 р. Збірка 15. МНС України ; ДУ «ННЦРМН АМН України» ; ІРЗ АТН України. Київ, 2013. 34 с.
19. Про затвердження Державних гігієнічних нормативів «Допустимі рівні вмісту радіонуклідів <sup>137</sup>Cs та <sup>90</sup>Sr у продуктах харчування та питній воді : наказ МОЗ України № 256 від 3 травня 2006 р. *Офіційний вісник України*. 2006. № 29. С. 142.
20. Національна доповідь України. 25 років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього. Київ : КІМ, 2011, 356 с.
21. Національна екологічна політика України: оцінка і стратегія розвитку / Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, Програма Розвитку ООН, Глобальний Екологічний Фонд. Київ, 2008, 184 с.
22. Національна парадигма сталого розвитку України / за заг. ред. Б.Є. Патона. Київ : Державна установа «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку Національної академії наук України», 2012. 72 с.
23. Моніторинг доз внутрішнього опромінення населення на пізньому етапі аварії на ЧАЕС з використанням лічильників випромінювання людини / С.Ю. Нечаєв та ін. Київ : ДУ «НЦРМ АМН України», 2010, 24 с.
24. Нові види флори судинних рослин ПЗ «Древлянський» (2016) та їх короткий аналіз / О.О. Орлов та ін. *Стан і біорізноманіття екосистем Шацького національного природного парку та інших природоохоронних територій* : Наукова конференція, Шацьк, 11–16 вересня 2016 р. Львів : СПОЛОМ. С. 74–78.
25. Орлов А.А., Краснов В.П., Иванюк И.Д. Основные закономерности радиоактивного загрязнения лесных пастбищных и сенокосных угодий. *Проблема экологии леса и лесокористування на Поліссі України*. 2002. Вип. 3 (9), С. 100–117.
26. Офіційні сайт природного заповідника «Древлянський». URL: <http://drevlyansky.in.ua/>.
27. Про норми радіаційної безпеки України доповнення: Радіаційний захист від джерел потенційного опромінення (НРБУ-97/Д-2000) : постанова головного державного санітарного лікаря України № 116 від 12 липня 2000 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0116488-00>.
28. Прикладная радиоэкология леса : монография / В.П. Краснов и др. ; под ред. В.П. Краснова. Житомир : Полісся, 2007, 680 с.
29. Пристер Б.С. Радиоэкологические принципы и методология обеспечения радиационной безопасности населения на территории, загрязненной в результате аварии на ЧАЭС. *Журнал НАМН Украины*. 2011, Т. 17. № 2. С. 127–131.
30. Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи : Закон України № 791а-ХІІ від 27 лютого 1991 р., у редакції Закону № 182/97-ВР від 4 квітня 1997 р. *Соціальний, медичний та протирадіаційний захист постраждалих в Україні внаслідок Чорнобильської катастрофи* : офіційне видання. Київ, 2001, С. 272–282.
31. Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи : Закон України № 796–ХІІ від 28 лютого 1991 р. URL: <http://zakon.rada.gov.ua>.
32. Радиационная гигиена. 2009. Т. 2. № 1. С. 15–19.
33. Риженко Н.О. Біоаккумуляція Pb, Cd, Zn, Cu при імпактіному забрудненні – екотоксикологічний критерій якості довкілля. *Екологічні науки*. 2012. № 1. С. 46–55.
34. Романчук Л.Д. Особливості формування доз внутрішнього опромінення мешканців північної частини України за рахунок продукції тваринництва. *Вісник ЖНАЕУ*. 2011. № 1. С. 236–241.
35. Чоботько Г.М., Райчук Л.А., Писковий Ю.М. Формирование дозы внутреннего облучения населения Украинского Полесья вследствие употребления пищевых продуктов лесного происхождения. *Агроэкологический журнал*. 2011. № 1. С. 37–42.