

**УДК 504.5:546.95:634.7(477.4+292.485)  
ОЦІНКА ІНТЕНСИВНОСТІ  
ЗАБРУДНЕННЯ ІСТІВНИХ  
ГРИБІВ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ  
В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ  
ПРАВОБЕРЕЖНОГО УКРАЇНИ**

**О.І. ВРАДІЙ**, асистент,  
Вінницький національний аграрний  
університет<sup>1</sup>

*Досліджено інтенсивність забруднення важкими металами істівних грибів. Виявлено, що перевищення гранично допустимих концентрацій по кадмію було у грибах синяках у 1,6 рази, сірчано-жовтих трутовиках у 1,5 рази, боровиках королівських у 1,4 рази, бабках у 1,7 рази, сиріжках у 6,5 рази, білих грибах – 1,7 рази, маремухах – 1,5 рази, підберезниках – 1,7 рази, підосиковиках – 1,3 рази та опеньках – 1,7 рази, тоді як концентрація свинцю, цинку та міді була нижча за ГДК. Водночас необхідно відмітити, що найвища концентрація свинцю була виявлена у опеньках порівняно з лисичками, синяками, сірчано-жовтими трутовиками, боровиками королівськими, бабками, сиріжками, білими грибами, маремухами, підберезовиками та підосиковиками у 1,4, 1,3, 1,07, 1,2, 1,03, 1,4, 1,2, 1,07, 1,1 та 1,3 рази відповідно. Концентрація кадмію була найвищою у сиріжках, в порівнянні з лисичками, синяками, сірчано-жовтими трутовиками, боровиками королівськими, бабками, білими грибами, маремухами, підберезовиками, підосиковиками та опеньками у 36, 1,4, 14,4, 15,4, 12,7, 12,7, 14,4, 12,7, 16,6 та 12,7 разів відповідно. Концентрація цинку виявилась найвищою у білих грибах. Вона була вищою порівняно з лисичками, синяками, сірчано-жовтими трутовиками, боровиками королівськими, бабками, сиріжками, маремухами, підберезовиками, підосиковиками та опеньками у 1,7, 1,6, 2,3, 1,03, 1,5, 1,02, 1,7, 2,7, 1,1 та 154 рази відповідно. Концентрація міді була найвищою у опеньках, порівняно з лисичками, синяками, сірчано-жовтими трутовиками, боровиками королівськими, бабками, сиріжками, білими грибами, маремухами, підберезовиками та підосиковиками у 8,7, 4,4, 46,6, 15,5, 11,2, 4,4, 10,8, 17,5, 4 та 20 разів відповідно.*

**Ключові слова:** важкі метали, гриби, концентрація, кадмій, цинк, мідь, свинець, гранично допустимі концентрації, перевищення.

**Табл. 2. Літ. 15.**

**Постановка проблеми.** Екосистема лісів України виступає основним осередком впливу з боку людини, оскільки використовується для забезпечення комфортних умов життєдіяльності людини, задовольняючи потреби у відпочинку та оздоровленні. Ліси України – національне багатство, що належать українському народу, тому кожен громадянин української держави

<sup>1</sup> Науковий керівник, доктор с.-г. наук, проф. Разанов С.Ф.

має право на отримання повної інформації як про стан лісів, так і про переваги та недоліки проваджуваної політики щодо лісів [1].

Невід'ємними компонентами лісу є недеревні лісові ресурси, до яких належать їстівні гриби, дикорослі ягоди, плоди тощо. З розвитком науково-технічного прогресу і значним збільшенням частки культурних плодів, ягід і овочів роль дикорослих ягід, плодів і грибів як джерела харчування і доходів знизилась, але значення цих продуктів у жодному випадку не зменшилось, а цінність навіть зростає. Розвиток науки, техніки та суспільства в цілому спонукає до зростання значення таких ресурсів у харчуванні і лікуванні людей та збільшенні частки в доходах лісогосподарських підприємств. Гриби і ягоди є свого роду делікатесами. Гриби також широко застосовуються у медицині, ветеринарії, в харчовій і текстильній промисловості. Спосіб та перелік використовуваних недеревних ресурсів є невичерпним та з розвитком технологій постійно розширюється [2].

Серед лісових ресурсів недеревного походження особливе вподобання серед людей припадає на гриби [4]. Гриби містять 84-92 % води, а також білки, вуглеводи та інші речовини. До складу грибів входять важливі амінокислоти, глікоген (тваринний крохмаль), ферменти, ефірні олії, фунгін (ідентичний хітину, наприклад, роговидного панцира рака), багато мікроелементів (калій, фосфор, магній, натрій, кальцій, залізо, сірка, хлор тощо), вітаміни, а також нікотинова та пантотенова кислоти. Вміст у грибах цукрів значно підвищує їх поживність і надає їм приємного солодкуватого присмаку. Гриби містять і ароматичні речовини, які покращують їх смакові якості. Білки багатьох видів грибів за своєю поживною цінністю не поступаються тваринним білкам. Калорійність грибів невелика: в 100 г сухих грибів міститься в середньому до 250 ккал енергії [5, 6].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Т.М. Сторожук та ін. [2] у своїх роботах приділяють значну увагу питанням освоєння та значення недеревних лісових ресурсів для населення та економіки України. Ряд науковців О.П. Ткачук, Л.С. Яковець [14] вказують, що поза увагою часто залишаються освоєння та безпечне використання недеревних лісових ресурсів. Численні публікації останніх десятиліть присвячені високим акумулятивним властивостям грибів щодо важких металів, радіонуклідів природного і техногенного походження [10–13].

Відомо, що метали при надходженні в організм можуть викликати низку метаболічних порушень, переважно окислювально-відновних процесів. Характеризуючи токсичність деяких важких металів для організму, підкреслюємо, що кадмій, наприклад, належить до токсикантів, що має високу здатність акумулюватися в тканинах. Свинець є небезпечним токсикантом глобального значення. При пероральному надходженні він у залежності від сполуки, в якій знаходиться, засвоюється дорослими на 10%, а дітьми – на 20%. Максимально допустима доза для організму людини повинна бути в межах

0,0004...0,005 мг/кг. Мідь як біомікроелемент бере участь у тканинному диханні та кровотворенні. Цинк стимулює поділ клітин і загоєння уражених тканин, але у високих дозах сприяє і утворенню ракових клітин [3].

**Методика та умови досліджень.** Моніторинг забруднення грибів проводили на території лісових господарств Вінницького та Калинівського районах в умовах Лісостепу Правобережного України упродовж 2018 року.

У Вінницькій області під лісами та іншими лісовкритими площами знаходиться 14,2% території. Ліси Вінницької області належать до типу середньоєвропейських. На даний час лісистість Вінниччини складає 13,8 %, при оптимальній потребі 15 % [8, 15]. Дослідження концентрації важких металів виконували в науково-вимірювальній агрохімічній лабораторії кафедри екології та охорони навколишнього середовища агрономічного факультету на базі Вінницького національного аграрного університету. Концентрації Cd, Cu, Pb, Zn плодівих тіл досліджуваних грибів визначали методом атомно-абсорбційної спектроскопії після сухої мінералізації [7, 9].

Для оцінки ступеня небезпечності елемента-забруднювача використовували коефіцієнт небезпечності – співвідношення між концентрацією полутанта в плодівому тілі гриба за його гранично допустимою концентрацією.  $K_{нб} = \frac{C}{ГДК}$ .

Об'єктами досліджень були різні види грибів, що росли на території Лісостепу Правобережного України, а також важкі метали (Zn, Cd, Cu, Pb).

**Метою статті** є вивчення інтенсивності забруднення їстівних грибів свинцем, кадмієм, цинком і міддю в умовах Лісостепу Правобережного України.

**Викладення основного матеріалу.** Аналізуючи забруднення грибів важкими металами (табл. 1) необхідно відмітити, що у грибах лисичках концентрація свинцю, кадмію, цинку та міді була нижчою від ГДК у 2,4, 1,7, 3,1 та 31,3 рази відповідно.

У грибах синяках перевищення виявлено лише за кадмієм у 1,6 рази. Тоді як концентрація свинцю, цинку та міді була нижчою від ГДК у 2,2, 2,8 та 15,9 рази. Гриби сірчано-жовті трутовики також мали перевищення по кадмію у 1,5 рази. Концентрація свинцю, цинку та міді була нижчою за ГДК у 1,9, 4 та 166,7 рази відповідно. У досліджуваних грибах боровиках королівських перевищення виявлено по кадмію у 1,4 рази, тоді як концентрація свинцю, цинку та міді нижча за ГДК у 2,1, 1,8 та 55,6 рази. У грибах бабаках перевищення виявлено по кадмію у 1,7 рази. Концентрація свинцю, цинку та міді виявилась нижчою у 1,8, 2,5 та 40 разів відповідно. У сиріжках також перевищення виявлено по кадмію у 6,5 рази. По свинцю, цинку та міді перевищень не виявлено, їх концентрація була нижчою за ГДК у 2,4, 1,8 та 15,6 рази відповідно.

У білих грибах кадмій перевищував ГДК у 1,7 рази. Тоді як концентрація свинцю, цинку та міді була нижчою за ГДК у 2,2, 1,8 та 38,5 рази відповідно. У маремухах перевищення концентрації по кадмію було у 1,5 рази.

Таблиця 1

## Концентрація важких металів у грибах, мг/кг

Вид грибів	Важкий метал							
	Свинець	ГДК	Кадмій	ГДК	Цинк	ГДК	Мідь	ГДК
Лисички	0,21±0,02	0,5	0,06±0,003	0,1	6,41±0,018	20	0,32±0,002	10
Синяк	0,22±0,03	0,5	0,16±0,03	0,1	7,09±0,02	20	0,63±0,008	10
Сірчано-жовтий трутовик	0,27±0,01	0,5	0,15±0,02	0,1	5,04±0,016	20	0,06±0,003	10
Боровик королівський (ясчник)	0,24±0,01	0,5	0,14±0,02	0,1	10,99±0,01	20	0,18±0,003	10
Бабки	0,28±0,02	0,5	0,17±0,02	0,1	7,86±0,18	20	0,25±0,01	10
Сироїжки	0,21±0,04	0,5	0,65±0,02	0,1	11,18±0,12	20	0,64±0,01	10
Білі гриби	0,23±0,01	0,5	0,17±0,18	0,1	11,41±0,40	20	0,26±0,05	10
Маремуха	0,27±0,05	0,5	0,15±0,02	0,1	6,59±0,01	20	0,16±0,003	10
Підберезник	0,26±0,02	0,5	0,17±0,003	0,1	4,16±0,01	20	0,70±0,01	10
Підосиковик	0,22±0,01	0,5	0,13±0,002	0,1	10,32±0,01	20	0,14±0,001	10
Опеньки	0,29±0,02	0,5	0,17±0,01	0,1	0,074±0,005	20	2,80±0,022	10

*Джерело сформовано на основі власних результатів досліджень*

Концентрація свинцю, цинку та міді – нижча за ГДК у 1,9, 3 та 62,5 рази. У підберезниках також спостерігалось перевищення по кадмію у 1,7 рази. Тоді, як по свинцю, цинку та міді концентрація була нижчою за ГДК у 1,9, 4,8 та 14,3 рази. У підосиковиках концентрація кадмію перевищувала у 1,3 рази. По свинцю, цинку та міді перевищень не виявлено, їх концентрація була нижчою за ГДК у 2,3, 1,9 та 71,4 рази відповідно. У грибах опеньках перевищення кадмію спостерігалось у 1,7 рази, а концентрація свинцю, цинку та міді була нижчою за ГДК у 1,7, 270,3 та 3,6 рази відповідно.

Водночас необхідно відмітити, що найвища концентрація свинцю була виявлена у опеньках порівняно з лисичками, синяками, сірчано-жовтими трутовиками, боровиками королівськими, бабками, сироїжками, білими грибами, маремухами, підберезовиками та підосиковиками у 1,4, 1,3, 1,07, 1,2, 1,03, 1,4, 1,2, 1,07, 1,1 та 1,3 рази відповідно. Концентрація кадмію була найвищою у сироїжках, в порівнянні з лисичками, синяками, сірчано-жовтими трутовиками, боровиками королівськими, бабками, білими грибами, маремухами, підберезовиками, підосиковиками та опеньками у 36, 1,4, 14,4, 15,4, 12,7, 12,7, 14,4, 12,7, 16,6 та 12,7 разів відповідно.

Концентрація цинку виявилась найвищою у білих грибах. Вона була вищою порівняно з лисичками, синяками, сірчано-жовтими трутовиками, боровиками королівськими, бабками, сироїжками, маремухами, підберезовиками, підосиковиками та опеньками у 1,7, 1,6, 2,3, 1,03, 1,5, 1,02, 1,7, 2,7, 1,1 та 154 рази відповідно. Концентрація міді була найвищою у

опеньках, порівняно з лисичками, синяками, сірчано-жовтими трутовиками, боровиками королівськими, бабками, сиріжками, білими грибами, маремухами, підберезовиками та підосиковиками у 8,7, 4,4, 46,6, 15,5, 11,2, 4,4, 10,8, 17,5, 4 та 20 разів відповідно.

Аналізуючи показники коефіцієнту небезпечності важких металів (табл. 2) видно, що у лисичках він був найвищим по кадмію. Зокрема, він був вищий порівняно з свинцем, цинком та міддю у 1,42, 1,87 та 20 разів відповідно. По синяках показник коефіцієнту небезпечності був вищим по кадмію, порівняно зі свинцем, цинком та міддю у 3,63, 4,57 та 25,3 рази. У сірчано-жовтих трутовиках найвищий показник був також по кадмію, порівняно із свинцем, цинком та міддю у 2,77, 6 та 250 разів. Коефіцієнт небезпечності у боровиках королівських був вищим також по кадмію порівняно зі свинцем, кадмієм та міддю у 2,91, 2,59 та 77,7 рази відповідно.

Таблиця 2

**Коефіцієнт небезпечності важких металів**

Вид грибів	Важкий метал			
	Свинець	Кадмій	Цинк	Мідь
Лисички	0,42	0,6	0,32	0,03
Синяк	0,44	1,6	0,35	0,063
Сірчано-жовтий трутовик	0,54	1,5	0,25	0,006
Боровик королівський (яечник)	0,48	1,4	0,54	0,018
Бабки	0,56	1,7	0,39	0,025
Сиріжки	0,42	21,6	0,55	0,064
Білі гриби	0,46	1,7	0,57	0,026
Маремуха	0,54	1,5	0,32	0,016
Підберезник	0,52	1,7	0,20	0,07
Підосиковик	0,44	1,3	0,51	0,014
Опеньки	0,58	1,7	0,003	0,28

*Джерело сформовано на основі власних результатів досліджень*

У грибах бабках коефіцієнт небезпечності був вищим також по кадмію порівняно із свинцем, цинком та міддю у 3,03, 4,35 та 68 разів відповідно. У сиріжках показник коефіцієнту небезпечності був найвищим по кадмію. Порівняно зі свинцем, цинком та міддю він був вищим у 51,4, 39,2 та 337,5 рази відповідно. У білих грибах вищим також був показник по кадмію порівняно зі свинцем, цинком та міддю у 3,69, 2,98 та 65,3 рази. У маремухах показник коефіцієнту небезпечності також був вищим по кадмію порівняно зі свинцем,

цинком та міддю у 2,77, 4,68 та 93,7 рази. Аналізуючи коефіцієнт небезпечності по підберезниках видно, що він виявився найвищим по кадмію.

Зокрема, він був вищим порівняно зі свинцем, цинком та міддю у 3,26, 8,5 та 24,2 рази. У підосиковиках коефіцієнт небезпечності по кадмію також був вищим в порівнянні зі свинцем, цинком та міддю у 2,95, 2,54 та 92,8 рази відповідно. У грибах опеньках коефіцієнт небезпечності був вищим також по кадмію порівняно зі свинцем, цинком та міддю у 2,93, 566,6 та 6,07 рази.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** В умовах досліджуваних лісових угідь Вінницького та Калинівського районів виявлено перевищення гранично допустимих концентрацій кадмію у грибах, зокрема у синяках у 1,6 рази, сірчано-жовтих трутовиках у 1,5 рази, боровиках королівських у 1,4 рази, бабках у 1,7 рази, сиріожках у 6,5 рази, білих грибах – 1,7 рази, маремухах – 1,5 рази, підберезниках – 1,7 рази, підосиковиках – 1,3 рази та опеньках – 1,7 рази, тоді як концентрація свинцю, цинку та міді була нижча за ГДК. Водночас необхідно відмітити, що найвища концентрація свинцю була виявлена у опеньках порівняно з лисичками, синяком, сірчано-жовтим трутовиком, боровиком королівським, бабками, сиріожками, білими грибами, маремухами, підберезовиком та підосиковиком у 1,4, 1,3, 1,07, 1,2, 1,03, 1,4, 1,2, 1,07, 1,1 та 1,3 рази відповідно. Концентрація кадмію була найвищою у сиріожках, в порівнянні з лисичками, синяком, сірчано-жовтим трутовиком, боровиком королівським, бабками, білими грибами, маремухами, підберезовиком, підосиковиком та опеньками у 36, 1,4, 14,4, 15,4, 12,7, 12,7, 14,4, 12,7, 16,6 та 12,7 разів відповідно.

Концентрація цинку виявилась найвищою у білих грибах. Вона була вищою порівняно з лисичками, синяком, сірчано-жовтим трутовиком, боровиком королівським, бабками, сиріожками, маремухами, підберезовиком, підосиковиком та опеньками у 1,7, 1,6, 2,3, 1,03, 1,5, 1,02, 1,7, 2,7, 1,1 та 154 рази відповідно. Концентрація міді була найвищою у опеньках, порівняно з лисичками, синяком, сірчано-жовтим трутовиком, боровиком королівським, бабками, сиріожками, білими грибами, маремухами, підберезовиком та підосиковиком у 8,7, 4,4, 46,6, 15,5, 11,2, 4,4, 10,8, 17,5, 4 та 20 разів відповідно.

### Список використаної літератури

1. Міненко Г.М., Шевирьова Г.Г. Стан лісових екосистем в умовах антитерористичної операції на сході України. *Всеукраїнська науково-практична конференція «Відтворимо ліси разом»*. Київ. 2017. С. 35-38.
2. Сторожук Т.М., Дружинська Н.С. Недревні лісові ресурси. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія: Економіка і менеджмент*. 2015. Вип. 10. С. 260-263.
3. Важкі метали – хімічне забруднення навколишнього середовища. URL: <http://www.ecomoscow.ru/modules/smartsection>.
4. Сторожук Т.М., Дружинська Н.С. Удосконалення класифікації лісових ресурсів. *Бізнес Інформ*. 2015. Вип. 7. С. 138-142.

5. Мигаль А.В., Бокоч В.В. Недеревні ресурси: навч. посіб. Ужгород.: Вид-во УжНУ «Говерла». 2017. 128 с.
6. Сахарнацька Л.І. Раціональне використання продуктів побічного користування лісу – запорука сталого розвитку лісових екосистем. *Збалансоване природокористування*. 2014. Вип. 1. С. 36-37.
7. Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах. Державні гігієнічні правила і норми. № 368. ДР-2013 [Чинний від 2013-05-13]. Київ. 2013. 10 с.
8. Окрушко С.Є. Аналіз стану лісового господарства у Вінницькій області. *Вісник Харківського національного аграрного університету*. 2014. №1. С. 88-93.
9. ДСТУ 4770.1-9:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук марганцю (цинку, кадмію, заліза, кобальту, міді, нікелю, хрому, свинцю) в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії.
10. Dighton J., Clint G.M., Poskitt J. Uptake and accumulation of <sup>137</sup>Cs by upland grassland soil fungi: a potential pool of Cs immobilization. *Mycol. Res.*, 1991. 95 (9). 1052 p.
11. Steiner M., Linkov I., Yoshida S. The role of fungi in the transfer and cycling of radionuclides in forest ecosystems. *J. Environ. Radioact.* 2002. 58(2-3). 217 p.
12. Gadd G.M. Influence of microorganisms on the environmental fate of radionuclides. *Endeavour*. 1996. 20. 150 p.
13. Grodzinskaya A.A., Syrchin S.A., Wasser S.P., Kuchma N.D. Macromycetes accumulative activity in radionuclide contamination conditions of the Ukraine territory. In: Zhdanova N.N. (ed.). *Mycobiota of Ukrainian Polesie: Consequences of the Chernobyl disaster*. Kyiv: Naukova Dumka, 2013. P. 217–260.
14. Ткачук О.П., Яковець Л.С. Особливості забруднення зернової продукції важкими металами в умовах Вінницької області. *Збірник наукових праць. Сільське господарство та лісівництво*. 2016. №. 4. С. 179-186.
15. Врадій О.І. Моніторинг забруднення важкими металами лісових ягід в умовах Лісостепу Правобережного України. *Збірник наукових праць. Сільське господарство та лісівництво*. 2018. №. 9. С. 178-186.

#### Список використаної літератури у транслітерації / References

1. Minienko H.M., Shevyrova H.H. (2017) Stan lisovykh ekosystem v umovakh antyterrorystychnoi operatsii na skhodi Ukrainy. [State of forest ecosystems under the conditions of antiterrorist operation in eastern Ukraine]. *Vseukrainska naukovopraktychna konferentsiia «Vidtvorymo lisy razom» – All-Ukrainian Scientific and Practical Conference "Let's Reproduce the Woods together"*. Kyiv. [in Ukrainian].

2. Storozhuk T.M., Druzhynska N.S. (2015). Nederevni lisovi resursy [Non-timber forest resources]. *Naukovyi visnyk Mizhnarodnoho humanitarnoho universytetu – Scientific Herald of the International Humanitarian University. Issue. 10.* 260-263 [in Ukrainian].
3. Vazhki metaly – khimichne zabrudnennia navkolyshnoho seredovyshcha. [Heavy metals – chemical pollution of the environment]. URL: <http://www.ecomoscow.ru/modules/smartsection> [in Ukrainian].
4. Storozhuk T.M., Druzhynska N.S. (2015). Udoskonalennia klasyfikatsii lisovykh resursiv. [Improving the classification of forest resources]. *Biznes Inform – Business Inform. Issue. 7.* 138-142 [in Ukrainian].
5. Myhal A.V., Bokoch V.V. (2017). Nederevni resursy [Non-real resources]: navch. posib. Vyd-vo UzhNU «Hoverla». Uzhhorod [in Ukrainian].
6. Sakharnatska L.I. (2014). Ratsionalne vykorystannia produktiv pobichnoho korystuvannia lisu – zaporuka staloho rozvytku lisovykh ekosystem. [The rational use of forest products is the key to the sustainable development of forest ecosystems]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia – Balanced nature management. Issue. 1.* 36-37 [in Ukrainian].
7. Rehlament maksimalnykh rivniv okremykh zabrudniuiuchykh rehovyn u kharchovykh produktakh (2013). [Regulation of maximum levels of individual pollutants in food products]. Derzhavni hihienichni pravyla i normy. № 368. [Chynnyi vid 2013-05-13]. Kyiv. [in Ukrainian].
8. Okrshko S.Ie. (2014). Analiz stanu lisovoho hospodarstva u Vinnytskii oblasti (2014). [Analysis of forestry situation in Vinnytsia region]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu – Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. 1.* 88-93 [in Ukrainian].
9. DSTU 4770.1-9:2007. Yakist gruntu. Vyznachennia vmistu rukhomykh spoluk marhantsiu (tsynku, kadmiu, zaliza, kobaltu, midi, nikeliu, khromu, svyntsiu) v grunti v bufernii amoniino-atsetatnii vytiashysi z rN 4,8 metodom atomno-absorbtsiinoi spektrofotometrii (2007). [The quality of the soil. Determination of the content of mobile compounds of manganese (zinc, cadmium, iron, cobalt, copper, nickel, chromium, lead) in a soil in a buffer ammonium acetate extract with a pH of 4.8 by atomic absorption spectrophotometry] [in Ukrainian].
10. Dighton J., Clint G.M., Poskitt J. (1991). Uptake and accumulation of <sup>137</sup>Cs by upland grassland soil fungi: a potential pool of Cs immobilization. *Mycol. Res.*, 95(9). [in United Kingdom].
11. Steiner M., Linkov I., Yoshida S. (2002). The role of fungi in the transfer and cycling of radionuclides in forest ecosystems. *J. Environ. Radioact.* 58 (2-3). [in Netherlands].
12. Gadd G.M. (1996). Influence of microorganisms on the environmental fate of radionuclides. *Endeavour.* 20. [in United Kingdom].



13. Grodzinskaya A.A., Syrchin S.A., Wasser S.P., Kuchma N.D. (2013). Macromycetes accumulative activity in radionuclide contamination conditions of the Ukraine territory. In: Zhdanova N.N. (ed.). Mycobiota of Ukrainian Polesie: Consequences of the Chernobyl disaster. Kyiv: Naukova Dumka, 217-260 [in Ukrainian].

14. Tkachuk O.P., Yakovets L.S. (2016). Osoblyvosti zabrudnennia zernovoi produktsii vazhkymy metalamy v umovakh Vinnytskoi oblasti [Features of contamination of grain products by heavy metals in the conditions of Vinnytsia region]. *Zbirnik naukovih prats VNAU "Silske gospodarstvo ta lisivnitstvo"* – Collection of scientific works VNAU "Agriculture and forestry" 4. 179-186 [in Ukrainian].

15. Vradii O.I. (2018). Monitorynh zabrudnennia vazhkymy metalamy lisovykh yahid v umovakh Lisostepu Pravoberezhnoho Ukrainy [Monitoring of pollution of heavy metals of forest berries in the conditions of the Forest-steppe of the Right-bank Ukraine]. *Zbirnik naukovih prats VNAU "Silske gospodarstvo ta lisivnitstvo"* – Collection of scientific works VNAU "Agriculture and forestry" 9. 178-186 [in Ukrainian].

#### **АННОТАЦИЯ**

#### **ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СЪЕДОБНЫХ ГРИБОВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ПРАВОБЕРЕЖНОЙ УКРАИНЫ**

*Исследована интенсивность загрязнения тяжелыми металлами съедобных грибов. Выявлено, что превышение предельно допустимых концентраций по кадмию было в грибах синяках в 1,6 раза, серно-желтых трutowиках в 1,5 раза, боровиках королевских в 1,4 раза, бабках в 1,7 раза, сыроежках в 6,5 раза, белых грибах – 1,7 раза, маремухах – 1,5 раза, подберезовиках – 1,7 раза, подосиновиках – 1,3 раза и опятах – 1,7 раза, тогда как концентрация свинца, цинка и меди была ниже ПДК. Вместе с тем необходимо отметить, что самая высокая концентрация свинца была обнаружена в опятах по сравнению с лисичками, синяками, серно-желтыми трutowиками, боровиками королевскими, бабками, сыроежками, белыми грибами, маремухами, подберезовиками и подосиновиками в 1,4, 1,3, 1,07, 1,2, 1,03, 1,4, 1,2, 1,07, 1,1 и 1,3 раза соответственно. Концентрация кадмия была самой высокой в сыроежках, в сравнении с лисичками, синяками, серно-желтыми трutowиками, боровиками королевскими, бабками, белыми грибами, маремухами, подберезовиками, подосиновиками и опятами в 36, 1,4, 14,4, 15,4, 12,7, 12,7, 14,4, 12,7, 16,6 и 12,7 раз соответственно. Концентрация цинка оказалась самой высокой в белых грибах. Она была выше по сравнению с лисичками, синяками, серно-желтыми трutowиками, боровиками королевскими, бабками, сыроежками, маремухами, подберезовиками, подосиновиками и опятами в 1,7, 1,6, 2,3, 1,03, 1,5, 1,02, 1,7, 2,7, 1,1 и 154 раза соответственно. Концентрация меди была самой высокой в опятах по сравнению с лисичками, синяками, серно-желтыми трutowиками, боровиками*

королевскими, бабками, сыроежками, белыми грибами, маремухами, подберезовиками и подосиновиками в 8,7, 4,4, 46,6, 15,5, 11,2, 4,4, 10,8, 17,5, 4 и 20 раз соответственно.

**Ключевые слова:** тяжелые металлы, грибы, концентрация, кадмий, цинк, медь, свинец, предельно допустимые концентрации, превышение.

**Табл. 2. Лит. 15.**

**ANNOTATION**  
**EVALUATION OF THE INTENSITY OF EDIBLE MUSHROOMS**  
**CONTAMINATION BY HEAVY METALS IN THE CONDITIONS OF RIGHT-**  
**BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE**

The intensity of contamination of edible mushrooms by heavy metals was investigated. It was found that *Gyroporus cyanescens* (Lat.) exceeded the maximum permissible concentrations of cadmium by 1,6 times, *Laetiporus sulphureus* (Lat.) – by 1.5 times, *Boletus regius* (Lat.) – by 1,4 times, *Xerocomus* (Lat.) – by 1,7 times, *Russula* (Lat.) – by 6,5 times, *Boletus edulis* (Lat.) – by 1,7 times, *Amanita rubescens* (Lat.) – by 1.5 times, *Leccinum scabrum* (Lat.) – by 1,7 times, *Leccinum aurantiacum* (Lat.) – by 1,3 times and *Armillaria mellea* (Lat.) – by 1,7 times, while the concentration of lead, zinc and copper was lower than MPC. At the same time, it should be noted that the highest concentration of lead was found in *Armillaria mellea* (Lat.) compared to *Cantharellus cibarius* (Lat.), *Gyroporus cyanescens* (Lat.), *Laetiporus sulphureus* (Lat.), *Boletus regius* (Lat.), *Xerocomus* (Lat.), *Russula* (Lat.), *Boletus edulis* (Lat.), *Amanita rubescens* (Lat.), *Leccinum scabrum* (Lat.) and *Leccinum aurantiacum* (Lat.) by 1,4, 1,3, 1,07, 1,2, 1,03, 1,4, 1,2, 1,07, 1,1 and 1,3 times, respectively. The concentration of cadmium was the highest in *Russula* (Lat.), in comparison with *Cantharellus cibarius* (Lat.), *Gyroporus cyanescens* (Lat.), *Laetiporus sulphureus* (Lat.), *Boletus regius* (Lat.), *Xerocomus* (Lat.), *Boletus edulis* (Lat.), *Amanita rubescens* (Lat.), *Leccinum scabrum* (Lat.), *Leccinum aurantiacum* (Lat.) and *Armillaria mellea* (Lat.) by 36, 1,4, 14,4, 15,4, 12,7, 12,7, 14,4, 12,7, 16,6 and 12,7 times, respectively. The concentration of zinc was the highest in *Boletus edulis* (Lat.), in comparison with *Cantharellus cibarius* (Lat.), *Gyroporus cyanescens* (Lat.), *Laetiporus sulphureus* (Lat.), *Boletus regius* (Lat.), *Xerocomus* (Lat.), *Russula* (Lat.), *Amanita rubescens* (Lat.), *Leccinum scabrum* (Lat.), *Leccinum aurantiacum* (Lat.) and *Armillaria mellea* (Lat.) by 1,7, 1,6, 2,3, 1,03, 1,5, 1,02, 1,7, 2,7, 1,1 and 154 times, respectively. The concentration of copper was the highest in *Armillaria mellea* (Lat.), in comparison with *Cantharellus cibarius* (Lat.), *Gyroporus cyanescens* (Lat.), *Laetiporus sulphureus* (Lat.), *Boletus regius* (Lat.), *Xerocomus* (Lat.), *Russula* (Lat.), *Boletus edulis* (Lat.), *Amanita rubescens* (Lat.), *Leccinum scabrum* (Lat.) and *Leccinum aurantiacum* (Lat.) by 8,7, 4,4, 46,6, 15,5, 11,2, 4,4, 10,8, 17,5, 4 and 20 times, respectively.

**Keywords:** heavy metals, mushrooms, concentration, cadmium, zinc, copper, lead, maximum permissible concentrations, excess.

**Табл. 2. Лит. 15**

### **Інформація про автора**

**Врадій Оксана Ігорівна** – асистент кафедри екології та охорони навколишнього середовища Вінницького національного аграрного університету, (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3, e-mail: vradiy\_oksana@mail.ru).

**Врадий Оксана Игоревна** – ассистент кафедры экологии и охраны окружающей среды Винницкого национального аграрного университета, (21008, г. Винница, ул. Солнечная, 3, e-mail: vradiy\_oksana@mail.ru).

**Vradiy Oksana Ihorivna** – Assistant of the Department of Ecology and Environmental Protection, Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, Soniachna Str. 3, e-mail: vradiy\_oksana@mail.ru).