

УДК 504.5 : 635.8 (477.4+292.485)

ОЦІНКА ІНТЕНСИВНОСТІ ЗАБРУДНЕННЯ ЇСТІВНИХ ГРИБІВ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

С.Ф. Разанов*доктор сільськогосподарських наук, професор
Вінницький національний аграрний університет
(Україна, м. Вінниця; e-mail: razanov@vsau.vin.ua)***О.І. Врадій***Вінницький національний аграрний університет
(Україна, м. Вінниця; e-mail: oksanavradii@gmail.com)*

Стаття присвячена оцінюванню рівня інтенсивності забруднення їстівних грибів свинцем, кадмієм, цинком і міддю в умовах Правобережного Лісостепу України. Дослідження здійснювались у лісових угіддях Вінницького та Калинівського районів Вінницької області. Дослідження концентрації важких металів проводили в науково-вимірвальній агрохімічній лабораторії кафедри екології та охорони навколишнього середовища агрономічного факультету на базі Вінницького національного аграрного університету. Концентрації важких металів плодових тіл досліджуваних грибів визначали методом атомно-абсорбційної спектрометрії після сухої мінералізації. Аналіз антропогенного впливу на навколишнє природне середовище свідчить, що інтенсивність забруднення важкими металами усіх компонентів довкілля на деяких територіях стрімко зростає, що певною мірою зумовлює забруднення природної харчової сировини цими токсинами. За результатами дослідження виявлено перевищення гранично допустимих концентрацій кадмію у грибах синяках у 1,6 раза, сірчано-жовтих трutowиках — у 1,5, боровиках королівських — 1,4, бабках — у 1,7, сирожках — у 6,5, білих грибах — у 1,7, маремухах — у 1,5, підберезниках — у 1,7, підосиковиках — у 1,3 та опеньках — у 1,7 раза, тоді як концентрація свинцю, цинку та міді була нижчою за ГДК. Водночас необхідно зауважити, що найвища концентрація свинцю була виявлена у опеньках (порівняно з іншими досліджуваними грибами — у 1,03–1,04; концентрація кадмію була найвищою у сирожках; концентрація цинку виявилась найвищою у білих грибах зі значним розмахом значень — у 1,02–154; концентрація міді була найвищою у опеньках — 4,0–20 разів відповідно).

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

.....

Постановка проблеми. Екосистема лісів України одним із основних осередків впливу на населення, оскільки використовується для забезпечення комфортних умов життєдіяльності людини, задовольняючи потреби у відпочинку та оздоровленні. На жаль, Україна є найменш лісистою державою Європи, яка не може задовольнити власних потреб у деревині, а її лісовий потенціал неспроможний належною мірою забезпечити екологічну рівновагу. Слід зауважити, що збереження лісових екосистем здійснює позитивний вплив на формування мікроклімату, гідрологічного режиму, захищає антропогенно-змінені ландшафти від несприятливих природних та техногенних чинників. Вони є одним з найважливіших та найефективніших засобів стабілізації різноманітних природних процесів. На сьогодні лісові ландшафти є основою формування природоохоронних територій, що насамперед, обумовлено

з неухильним зростанням населення нашої планети, яке потребує відповідного збільшення видобутку й виготовлення життєвих ресурсів для забезпечення свого проживання.

Наслідки впливу людини на навколишнє природне середовище є доволі негативними й викликають занепокоєння адже: порушуються природні угруповання й ландшафти, забруднюється атмосфера, морські акваторії і прісні водойми, руйнується ґрунтовий покрив, зменшуються лісові ресурси та чисельність видів рослин і тварин, хімічні сполуки, які циркулюють у біосфері, шкодять здоров'ю людини та всьому живому. Тож у стосунках з природою людство зіткнулося із серйозними і складними проблемами. Цілковито очевидно, що вплив людини на природу нині значно перевищує здатність біосфери до саморегуляції і ставить загалом під загрозу можливість її існування як системи [1].

Невід'ємними компонентами лісу є неде-ревні 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 нині знизилась, але значення цих продуктів у жодному разі не зменшилось, а цінність — навіть зросла. Розвиток науки, техніки та суспільства спонукає до зростання значення таких ресурсів у харчуванні і лікуванні людей та збільшенні частки в доходах лісогосподарських підприємств. Гриби і ягоди є своєрідними делікатесами. Гриби також широко застосовуються у медицині, ветеринарії, харчовій і текстильній промисловості. Спосіб та перелік використуваних недеревних ресурсів є невичерпним, і з розвитком технологій постійно розширюється [2].

Серед лісових ресурсів недеревного походження особливе вподобання серед споживачів становлять гриби. За смаковими властивостями гриби поділяють на чотири категорії. До першої належать найцінніші за смаковими і поживними якостями, як-от: білий гриб, хрящ-молочник справжній, рижик; до другої — підберезник, маслюк, печериця, польський гриб, синяк; до третьої — моховик, більшість сироїжок, лисичка, опеньок осінній; до четвертої — козяк, глива, опеньок літній, гриб-баран та інші, що використовуються, переважно, для соління. Повної згоди щодо складу кожної категорії як у літературі, так і на практиці, поки що не існує. Нинішню класифікацію, украде-но доволі давно, тому деякі гриби, які широко використовуються населенням, безпідставно залишаються недооціненими. Як справедливо зауважують Є.І. Сенько та О.І. Фурдичко [4], наразі заслуговують на значне підвищення в категорії глива, а також печериці та сироїжки. Водночас деякі гриби доцільно перевести до нижчої категорії якості (цінності), а свинушку слід загалом, виключити із категорії їстівних. На думку авторів, настав час затвердити єдину класифікацію господарської цінності грибів, усебічно обґрунтувавши їх господарське значення [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, рогоподібного панцира рака), низка мікроелементів (калій, фосфор, магній, натрій, кальцій, залізо, сірка, хлор тощо), вітаміни, а також нікотина 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: у 100 г сухих грибів міститься в середньому близько 250 кКал енергії. Гриби сушать, маринують, солять, з них виготовляють порошки й екстракт.

Багато видів грибів утворюють антибіотики: білі — смертельні для паличок Коха; лисички, рядовки зелені — протидіють різним гнійним захворюванням. Маслюки модринові містять особливі смолисті речовини, що знімають гострий головний біль. Препарати з жовчного гриба поліпшують роботу печінки. З боровиків отримано алкалоїд, що підвищує життєздатність організму і є протипухлинну дію. Деякі їстівні гриби (гнойовики) містять речовини, що можуть розчинюватись тільки у спирті. У разі вживання з цими грибами алкоголю настає отруєння, симптоми якого проявляються через 1–2 год. Це явище використовують у боротьбі з алкоголізмом [5, 6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Науковці у своїх роботах приділяють значну увагу питанням освоєння та значення недеревних лісових ресурсів для населення та економіки України. Натомість недооціненими часто залишаються освоєння та безпечне використання недеревних лісових ресурсів [2]. Численні публікації останніх десятиліть присвячено високим акумулятивним властивостям грибів щодо важких металів (ВМ), радіонуклідів природного і техногенного походження [10–16]. Відомо, що метали за надходження в організм можуть викликати низку метаболічних порушень, переважно окислювально-відновних процесів. Хімічні сполуки металів із різними компонентами клітини можуть спричинити пошкодження мембран, а також пригнічення активності різних ферментів.

Характеризуючи токсичність деяких ВМ для живого організму, підкреслимо, що кадмій, наприклад, належить до токсикантів, з високою здатністю акумулюватися в тканинах. Період виведення цього металу з організму становить 13–40 років, а смертельна доза для людини становить 150 мг/кг. Свинець є небезпечним токсикантом глобального значення. За перорального надходження цей елемент, залежно від сполуки, засвоюється дорослими на 10%, а дітьми — на 20%. Максимально допустимою дозою для організму людини має бути концентрація у межах 0,0004–0,005 мг/кг. У разі інтоксикації свинцем у організмі людини можуть відзначатися як загальні (підвищення чутливості до інфекції, скорочення тривалості

життя), так і специфічні порушення, що проявляються в нефрологічних та енцефалопатичних змінах. Мідь як біомікроелемент бере участь у тканинному диханні та кровотворенні. У разі надходження з їжею в кишківнику всмоктується близько 30% цього елемента. У людини одноразова доза 10–20 мг/кг маси тіла викликає нудоту, блювоту і інші симптоми інтоксикації міддю. Добове споживання елемента не повинне перевищувати 0,5 мг/кг (до 30 мг/кг у раціоні) за нормального вмісту в їжі молібдену і цинку, що є фізіологічними антагоністами міді.

Цинк стимулює поділ клітин і загоєння уражених тканин, але у високих дозах спричиняє утворення ракових клітин. Серцево-судинні захворювання можуть розвиватися через порушення в організмі рівноваги вмісту цинку. Для харчових продуктів рекомендовані допустимі величини вмісту цинку, зокрема: для м'яса — до 20 мг/кг, напоїв — до 5, фруктів та овочів — до 100 мг/кг [3].

Аналіз антропогенного впливу на навколишнє природне середовище свідчить, що інтенсивність забруднення важкими металами усіх компонентів довкілля на деяких територіях стрімко зростає, що певною мірою зумовлює забруднення природної харчової сировини цими токсинами. Зважаючи на це, постає потреба у постійному контролі за транслокацією ВМ у продукції лісівництва, в т. ч. і гриби.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. На сьогодні залишається недостатньо вивченою інтенсивність забруднення різновидів грибів свинцем, кадмієм, цинком та міддю в умовах лісових угідь Правобережного Лісостепу України.

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

Матеріали та методи. Моніторинг забруднення грибів проводили на території лісових господарств Вінницького та Калинівського районів в умовах Правобережного Лісостепу України впродовж 2018 р. Частка лісів та інших лісовкритих площ становить 14,2% території Вінницької обл. Ліси області належать до типу середньоевропейських і на сьогодні становлять 13,8% за оптимальної потреби 15% [8].

Дослідження концентрації ВМ проводили 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 спектрометрії після сухої мінералізації [7].

Метод полягає у вилученні рухомої форми іонів міді, цинку та свинцю з грибів ацетатно-амонійним буферним розчином з рН = 4,8. За цих умов до розчину переходить частина обмінних катіонів, відбувається гідроліз сполук, утворюються ацетатні або амонійні комплексні сполуки. Завдяки високій буферній ємності розчину реакція середовища під час вилучення ВМ із різних видів грибів залишається стабільною. Дослідження на спектрофотометрі після атомізації проби в повітряно-ацетиленовому полум'ї ґрунтується на властивості атомів у основному стані поглинати світло визначених і специфічних для кожного типу атомів довжин хвиль. Масову концентрацію міді, цинку, кадмію та свинцю у пробах с, в міліграмах на кілограм розраховують за формулою:

$$X = K \times c \times V - c_x \times V_x / m,$$

де K — коефіцієнт розбавлення ($K = V_{\text{заг}} / V_{\text{алікв}}$); c — концентрація металу у розбавленому розчині мінералізату або екстракту, мг/см³; V — вихідний об'єм розчину мінералізату, см³; c_x — концентрація металу у розчині контрольного зразка, мг/см³; V_x — об'єм розчину контрольного зразка, см³; m — маса вихідного зразка, г.

Для проведення досліду застосовують: 1) кислоту азотну (HNO₃), концентровану, розчини 10, та 30%-й; 2) кислоту соляну (HCl), розчини 3,7 та 0,37%-й; 3) натрію гідроксид (NaOH), 4%-й розчин; 4) амонію гідроксид (NH₄OH) концентрований; 5) магній азотнокислий (Mg(NO₃)₂), який не містить кристалічну воду, 50%-й розчин; 6) амонію піролідидіокарбамат (C₆H₁₂S₂N₂); 7) кислоту лимонну (C₆H₈O₇·H₂O); 8) метиловий оранжевий, 2%-й спиртовий розчин; 9) метилізобутилкетон безводний (C₆H₁₂O); 10) бромтімоловий синій, 0,1%-й розчин; 11) металічну мідь; 12) основний розчин міді; 13) цинк металічний; 14) основний розчин цинку; 15) свинець азотнокислий (Pb(NO₃)₂); 16) основний розчин свинцю; 17) кадмію окис (CdO); 18) основний розчин кадмію [9].

Для оцінки ступеня небезпечності ВМ використовували коефіцієнт небезпеки елемента-забруднювача — співвідношення між концентрацією полютанта в плодівому тілі гриба та його гранично допустимою концентрацією. За нормальних умов коефіцієнт небезпеки має бути меншим або рівним 1. Визначається за формулою: $K_{\text{неб}} = C_i / \text{ГДК}_i \geq 1$, де C_i — концентрація i -ої забруднювальної речовини, мг/кг; ГДК_i — гранично допустима концентрація i -ої забруднювальної речовини, мг/кг.

Для оцінки ступеня накопичення ВМ (і можливості переходу їх рухомих форм із ґрунту в гриби) використовували коефіцієнт

накопичення елемента-забруднювача — співвідношення концентрації забруднювача в рослинній продукції до його концентрації у ґрунті. Визначається за формулою: $K_n = C_{ip} / C_{igr}$, де C_{ip} — концентрація i -ої забруднювальної речовини у рослині, мг/кг; C_{igr} — концентрація i -ої забруднювальної речовини у ґрунті, мг/кг.

Об'єктами досліджень були різні види грибів, що ростуть на території Правобережного Лісостепу України і мають різну глибину залягання основної частини міцелію у ґрунті а також ВМ (Zn, Cd, Cu, Pb).

Викладення основного матеріалу дослідження. Аналізуючи забруднення грибів ВМ (табл. 1) необхідно відзначити, що у грибах лисичках концентрація свинцю, кадмію, цинку та міді була нижчою від ГДК у 2,4, 1,7, 3,1 та 31,3 раза відповідно.

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

У сиріжках також виявлено перевищення кадмію у 6,5 раза. Щодо свинцю, цинку та міді, перевищень не виявлено — їх концентрація була нижчою за ГДК у 2,4, 1,8 та 15,6 раза відповідно. У білих грибах рівень кадмію перевищував ГДК у 1,7 раза, тоді як концентрація свинцю, цинку та міді була нижчою у 2,2, 1,8 та 38,5 раза відповідно. У маремухах перевищення концентрації кадмію була у 1,5 раза. Концентрація свинцю, цинку та міді — нижчою за ГДК у 1,9, 3 та 62,5 раза відповідно. У підберезниках також спостерігалось перевищення щодо кадмію у 1,7 раза, тоді як концентрація свинцю, цинку та міді була нижчою у 1,9, 4,8 та 14,3 раза відповідно. У підосиковиках концентрація кадмію перевищувала ГДК у 1,3 раза, а щодо свинцю, цинку та міді перевищень не виявлено — їх концентрація була нижчою у 2,3, 1,9 та 71,4 раза відповідно. У грибах опеньках зафіксовано перевищення кадмію у 1,7 раза, а концентрація свинцю, цинку та міді була нижчою за ГДК у 1,7, 270,3 та 3,6 раза відповідно.

Водночас необхідно наголосити, 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 раза відповідно. Концентрація кадмію була найвищою у сиріжках порівняно з лисичками, синяками, сірчано-жовтими трутовиками, боровиками королівськими, бабками,

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 (ячник)	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
Сиріжки	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
Підосичник	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

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 — 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 разів 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 коефіцієнта небезпеки ВМ (табл. 2) необхідно відзначити, що у лисичках, синяках, сірчано-жовтих трутовиках, боровиках королівських, бабках, сиріжках, білих грибах, маремухах, підберезниках, підосиковиках та опеньках його значення було найвищим щодо кадмію.

Зокрема, коефіцієнт небезпеки кадмію порівняно із свинцем, цинком та міддю був вищим у грибах лисичках — у 1,42, 1,87 та 20 разів; синяках — у 3,63, 4,57 та 25,3; сірчано-жовтих трутовиках — у 2,77, 6 та 250; боровиках королівських — у 2,91, 2,59 та 77,7; бабках — у 3,03, 4,35 та 68; у сиріжках — у 51,4, 39,2 та 337, 5; у білих грибах — у 3,69, 2,98 та 65,3 рази; у маремухах — у 2,77, 4,68 та 93,7; у підберезниках —

у 3,26, 8,5 та 24,2 рази; у підосиковиках — у 2,95, 2,54 та 92,8; у опеньках — у 2,93, 566,6 та 6,07 разів відповідно.

Результати аналізу показників коефіцієнта накопичення ВМ (табл. 3) свідчать, що стосовно свинцю найвищим цей показник був у сірчано-жовтих трутовиках: порівняно з лисичками, синяками, боровиками, бабками, сиріжками, білими грибами, маремухами, підберезниками, підосиковиками та опеньками у 1,47, 1,32, 1,26, 1,05, 1,44, 1,2, 1,24, 1,35, 1,47 та 1,09 разів відповідно. Найвищий коефіцієнт накопичення кадмію було виявлено у сиріжках: порівняно з лисичками, синяками, сірчано-жовтими трутовиками, боровиками королівськими, бабками, білими грибами, маремухами, підберезниками, підосиковиками та опеньками — у 8,3, 2,6, 3,05, 3,8, 3,3, 4,2, 4,3, 3,3, 5,3 та 2,7 разів відповідно.

Коефіцієнт накопичення цинку був найвищим у білих грибах: порівняно з лисичками, синяками, сірчано-жовтими трутовиками, боровиками королівськими, бабками, сиріжками, маремухами, підберезниками, підосиковиками та опеньками — у 3,3, 5,7, 7,7, 3,6, 5,3, 2,5, 3,3, 5,1, 2,4 та 683 разів відповідно. Аналізуючи коефіцієнт накопичення міді, зауважимо, що найвищим цей показник був у боровиках королівських: порівняно з лисичками, синяками, сірчано-жовтими трутовиками, бабками, сиріжками, білими грибами, маремухами, підберезниками, підосиковиками та опеньками — у 1,6, 2,2, 12, 6,6, 3, 3,4, 15,7, 4,1, 16,8 та 1,2 разів відповідно.

Таблиця 2

Коефіцієнт небезпеки 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

Коефіцієнт накопичення важких металів

Вид грибів	Важкий метал											
	Свинець		КН	Кадмій		КН	Цинк		КН	Мідь		КН
	Фактичне значення	грунт		Фактичне значення	грунт		Фактичне значення	грунт		Фактичне значення	грунт	
Лисички	0,21	0,38	0,55	0,06	0,13	0,46	6,41	3,11	2,06	0,32	0,03	10,6
Синяк	0,22	0,36	0,61	0,16	0,11	1,45	7,09	5,94	1,19	0,63	0,08	7,87
Сірчано-жовтий трутовик	0,27	0,33	0,81	0,15	0,12	1,25	5,04	5,71	0,88	0,06	0,04	1,5
Боровик королівський (яччик)	0,24	0,37	0,64	0,14	0,14	1,0	10,99	5,85	1,87	0,18	0,01	18
Бабки	0,28	0,36	0,77	0,17	0,15	1,13	7,86	6,17	1,27	0,25	0,09	2,7
Сироїжки	0,21	0,37	0,56	0,65	0,17	3,82	11,18	4,18	2,67	0,64	0,11	5,81
Білі гриби	0,23	0,34	0,67	0,17	0,19	0,89	11,41	1,67	6,83	0,26	0,05	5,2
Маремуха	0,27	0,41	0,65	0,15	0,17	0,88	6,59	3,25	2,02	0,16	0,14	1,14
Підберезник	0,26	0,43	0,60	0,17	0,15	1,13	4,16	3,14	1,32	0,70	0,16	4,37
Підосиковик	0,22	0,40	0,55	0,13	0,18	0,72	10,32	3,74	2,75	0,14	0,13	1,07
Опеньки	0,29	0,39	0,74	0,17	0,12	1,41	0,074	5,98	0,01	2,80	0,19	14,7

Висновки. В умовах досліджуваних лісових угідь Вінницького та Калинівського районів Вінницької області виявлено перевищення гранично допустимих концентрацій кадмію у грибах, зокрема: у синяках у 1,6 раза, сірчано-жовтих трутовиках — у 1,5, боровиках королівських — у 1,4, бабках — у 1,7 раза, сироїжках — у 6,5, білих грибах — у 1,7, маремухах — у 1,5, підберезниках — у 1,7, підосиковиках — у 1,3 та опеньках — 1,7 раза, 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, сироїжками, білими грибами, маремухами, підберезником та підосиковиком — у 1,4, 1,3, 1,07, 1,2, 1,03, 1,4, 1,2, 1,07, 1,1 та 1,3 раза відповідно. Концентрація кадмію була найвищою у сироїжках порівняно з лисичками, синяком, сірчано-жовтим трутовиком, боровиком королівським, бабками, білими грибами, маремухами, підберезником, підосиковиком

та опеньками — у 36, 1,4, 14,4, 15,4, 12,7, 12,7, 14,4, 12,7, 16,6 та 12,7 раза відповідно.

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

Найвищим коефіцієнт небезпеки свинцю було зафіксовано у опеньках; кадмію — у сироїжках; цинку — у білих грибах; міді — у опеньках. Найвищий коефіцієнт накопичення свинцю спостерігався у сірчано-жовтих трутовиках; кадмію — у сироїжках; цинку — у білих грибах; міді — у боровиках королівських.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Міненко Г.М., Шевирьова Г.Г. Стан лісових екосистем в умовах антитерористичної операції на сході України // Відтворимо ліси разом: Збірник тез Всеукр. наук.-практ. конф. / за заг. ред. д.п.н., професора В.В. Вербицького К.: «НЕНЦ», 2017. С. 35–38.

2. Сторожук Т.М., Дружинська Н.С. Недеревні лісові ресурси // Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія: Економіка і менеджмент. 2015. Вип. 10. С. 260–263.
3. Важкі метали — хімічне забруднення навколишнього середовища [Електронний ресурс]. 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. Вид-во УжНУ «Говерла». Ужгород, 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. Окршко С.Є. Аналіз стану лісового господарства у Вінницькій області // Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія: Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство та лісове господарство. 2014. №1. С. 88–93.
9. 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 спектروفотометрії: ДСТУ 4770.1-9:2007.
10. Dighton J., Clint G.M., Poskitt J. Uptake and accumulation of ¹³⁷Cs by upland grassland soil fungi: a potential pool of Cs immobilization. Mycol. Res. 1991. 95(9): 1052.
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.
12. Gadd G.M. Influence of microorganisms on the environmental fate of radionuclides. Endeavour. 1996. 20: 150.
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). 217–260; 368–373.
14. Гродзинская А.А., Сырчин С.А., Вассер С.П., Кучма Н.Д. Аккумулятивная активность макромицетов в условиях радионуклидного загрязнения Украины. В кн.: Микобиота Украинского Полесья: Последствия чернобыльской катастрофы (под общ. ред. Н.Н. Ждановой). К.: Наукова думка, 2013. 217–260; 368–373.
15. Вradій О.І., Б.Д. Міщенко Моніторинг забруднення важкими металами їстівних грибів в умовах Правобережного Лісостепу України // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2018. Вип. 1. 96–99.
16. Вradій О.І. Моніторинг забруднення важкими металами лісових ягід в умовах Лісостепу Правобережного України // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Сільське господарство та лісівництво. 2018. Вип. 9. 178–186.

Інформація про авторів

Разанов Сергій Федорович — доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри екології та охорони навколишнього середовища агрономічного факультету, Вінницький національний аграрний університет (Україна, 21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3; e-mail: razanov@vsau.vin.ua);

Вradій Оксана Ігорівна — асистент кафедри екології та охорони навколишнього середовища, Вінницький національний аграрний університет (Україна, 21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3; e-mail: oksanavradii@gmail.com).

S.F. Razanov
 Doctor of Agricultural Sciences, Professor
 Vinnytsia National Agrarian University
 (Ukraine, Vinnytsia; e-mail: razanov@vsau.vin.ua)

O.I. Vradiy
 Vinnytsia National Agrarian University
 (Ukraine, Vinnytsia; e-mail: oksanavradii@gmail.com)

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

The article is devoted to assessing the level of pollution of edible mushrooms by lead, cadmium, zinc and copper in the conditions of the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine. Studies were carried out in the forest areas of the Vinnitsa and Kalinovskiy districts of the Vinnitsa region. The study of the concentration of heavy metals was carried out in the scientific-measuring agrochemical laboratory of the department

of ecology and environmental protection of the agronomical faculty on the basis of Vinnitsa National Agrarian University. The concentration of heavy metals in the fruit bodies of the fungi studied was determined by atomic absorption spectrometry after dry mineralization. Analysis of the anthropogenic impact on the environment shows that the intensity of contamination by heavy metals of all components of the environment in some areas is growing rapidly, to a certain extent leads to contamination of natural food raw materials with these toxins. According to the study revealed an excess of the maximum permissible concentrations of cadmium in *Gyroporus cyanescens* (Lat.) 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.

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]. Vidtvorymo lisy razom: Vseukrainska naukovo-praktychna konferentsiia [All-Ukrainian Scientific and Practical Conference «Let's Reproduce the Woods together»]. Kyiv: NENC, 35–38. (In Ukr.)
2. Storozhuk T.M. & Druzhynska N.S. (2017). Nederevni lisovi resursy [Non-timber forest resources]. *Naukovyi visnyk Mizhnarodnoho humanitarnoho universytetu. Seriya: Ekonomika i menedzhment* [Scientific Herald of the International Humanitarian University. Series: Economics and Management], 10, 260–263. (In Ukr.)
3. Vazhki metaly — khimichne zabrudnennia navkolyshnoho seredovyshcha [Heavy metals — chemical pollution of the environment]. [Electronic source]. URL: <http://www.ecomoscow.ru/modules/smartsection>.
4. Storozhuk T.M. & Druzhynska N.S. (2015). Udoskonalennia klasyfikatsii lisovykh resursiv [Improving the classification of forest resources]. *Business Inform [Biznes Inform]*, 7, 138–142. (In Ukr.)
5. Myhal A.V. & Bokoch V.V. (2017). *Nederevni resursy: navch. posib [Non-real resources]*. Uzhhorod: Hoverla, 308. (In Ukr.)
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]*, 1, 36–37. (In Ukr.)
7. Rehlament maksimalnykh rivniv okremykh zabrudniuiuchykh rehovyn u kharchovykh produktakh [Regulation of maximum levels of individual pollutants in food products]. Derzhavni hihienichni pravyla i normy. № 368. DR-2013 [Chynnyi vid 2013-05-13]. Kyiv. 2013. 10. (In Ukr.)
8. Okrshko, S.Ie. (2014). Analiz stanu lisovoho hospodarstva u Vinnytskii oblasti [Analysis of forestry situation in Vinnytsia region]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu Seriya: Hruntoznavstvo, ahrokhimiya, zemlerobstvo ta lisove hospodarstvo [Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Series: Soil Science, Agrochemistry, Agriculture and Forestry]*. 1, 88–93. (In Ukr.)
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 vyiazhtsi z rN 4,8 metodom atomno-absorbtsiinoi spektrofotometrii [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 Ukr.)
10. Dighton J., Clint G.M. & Poskitt J. (1991). Uptake and accumulation of ¹³⁷Cs by upland grassland soil fungi: a potential pool of Cs immobilization. *Mycol. Res.*, 95(9). 1052 r.
 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). 217.
 12. Gadd, G.M. (1996). Influence of microorganisms on the environmental fate of radionuclides. *Endeavour.* 20. 150.
 13. Grodzinskaya, A.A., Sychin, 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 Ukr.)
 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]. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo — Agriculture and forestry.*
 15. Vradii O.I. & Mishchenko B.D. (2018). Monitorynh zabrudnennia vazhkymy metalamy ystivnykh hrybiv v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Monitoring of pollution of heavy metals of edible fungi in the conditions of the Right Bank Forest-steppe of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva [Collection of scientific works of Uman National University of Horticulture]*, 1. 96–99. (In Ukr.)
 16. 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]. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho aharnoho universytetu. Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo [Collection of scientific works of Vinnytsia National Agrarian University. Agriculture and forestry]*, 9, 178–186. (In Ukr.)

Authors

Razanov Serhiy Fedorovich — Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Ecology and Environmental Protection, Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, 3 Sonaychna St.; e-mail: razanov@vsau.vin.ua);

Vradii Oksana Ihorivna — Assistant of the Department of Ecology and Environmental Protection, Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, 3 Sonaychna St.; e-mail: vradii_oksana@mail.ru).

Новини
Новини

Новини • Новини • Новини

НЕДОТРИМАННЯ ВИСНОВКУ ПРО ОВД МОЖЕ СТАТИ ПРИЧИНОЮ ЗУПИНКИ РОБОТИ ПІДПРИЄМСТВА

У період із початку дії Закону України «Про оцінку впливу на довкілля» в Єдиному реєстрі з ОВД зареєстровано 2365 справ та видано 490 висновків про оцінку впливу на довкілля.

Водночас у Міністерстві екології та природних ресурсів нагадують, що суб'єкт господарювання після отримання висновку з оцінки впливу на довкілля має здійснювати післяпроектний моніторинг щодо дотримання його умов (частина перша статті 13 Закону України «Про оцінку впливу на довкілля») та інформувати про результати моніторингу Мінприроди чи уповноважений територіальний орган, який видавав висновок.

«Доводимо до відома замовників планованої діяльності, щодо якої було отримано висновки з оцінки впливу на довкілля та якими встановлено обов'язок здійснення післяпроектного моніторингу, про необхідність виконання екологічних умов висновку, зокрема, в частині здійснення післяпроектного моніторингу та належного інформування органу про його результати», — йдеться в офіційному зверненні Мінприроди до суб'єктів господарювання, які отримали чи планують отримувати висновок з ОВД.