

УДК 504.5:635.8:664.8.022.7

DOI: 10.37128/2707-5826-2020-4-19

**ВПЛИВ РІВНЯ МІНЕРАЛІЗАЦІЇ
ВОДИ НА КОНЦЕНТРАЦІЮ
ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ГРИБАХ**

О.І. ВРАДІЙ, асистент,
Вінницький національний аграрний
університет

Досліджено вплив вимочування грибів у воді без мінерального залишку із додаванням солі. Встановлено, що за вимочування грибів протягом 3-х годин у воді без мінерального залишку концентрація цинку у них знизилась: від 1,02 до 1,37 рази; міді – від 1,14 до 1,5 рази; свинцю – від 1,09 до 1,13 рази; кадмію – від 1,3 до 1,5 рази. За вимочування грибів протягом 3-х годин у воді без мінерального залишку із додаванням солі, концентрація цинку у них знизилась: від 1,23 до 1,28 рази; міді – від 1,2 до 1,36 рази; свинцю – від 1,31 до 1,38 рази; кадмію – від 1,41 до 1,6 рази.

Ключові слова: гриби, концентрація, цинк, мідь, свинець, кадмій, вода без мінерального залишку, додавання солі.

Табл. 4. Рис. 4. Літ. 14.

Постановка проблеми. Сучасний екологічний стан лісових насаджень характеризується високим антропогенним навантаженням в результаті діяльності населення. Наслідки впливу людини проявляються у порушенні природних ландшафтів, забрудненні атмосферного повітря, гідросфери, руйнуванні літосфери, неконтрольованим вичерпанням лісових ресурсів, в результаті чого зменшуються та вимирають величезна кількість видів тварин і рослин. В результаті роботи різних видів промисловості, утворюються хімічні сполуки, які перетворюються в біосфері та надходять до всіх живих організмів. Тому у взаємовідношенні природи і людини виникають серйозні проблеми. Вплив людини на навколишнє середовище надзвичайно потужний і очевидно, що біосфера в результаті цього впливу втрачає здатність до саморегуляції і це не дає їй нормально функціонувати [1].

На території України спостерігається дефіцит лісових ресурсів, її територія є малозалісною. В результаті чого постає першочергове завдання розробити тактику і стратегію ведення лісового господарства, яка могла б запропонувати раціональне використання та збереження лісів. У результаті економічного і соціального розвитку, який інтенсивно здійснюється територією України при максимальному використанні багатств природи в тому числі лісових ресурсів, без належного дотримання екологічних вимог, відбувається процес зниження стійкості ландшафтів природи, в тому числі і екосистем лісу, знижується їх здатність до самовідновлення та самоочищення, в результаті чого відбувається протиріччя між людськими потребами та можливостями природи. У результаті людської діяльності, незважаючи на відмінні складові України, численність лісів набагато знизилась, на даний час їх відсоток становить 17, тоді як середньосвітовий – 31 [1].

Зміни у лісових екосистемах, спричинені дією різного роду факторів: природних біотичних та абіотичних та антропогенних, які пов'язані між собою тісною взаємодією, що спричиняють зниження стабільних та стійких показників лісових екосистем. Зменшення площ лісових насаджень відбувається в результаті впливу різних чинників, а саме: несприятливі кліматичні умови, пожежі; пошкодження диким тваринами та шкідниками лісу, нестале та занедбане ведення лісового господарства, незаконні рубки лісу, забруднення навколишнього середовища [2]. Ліси, що знаходяться на території лісових господарств та входять до сфери управління Держлісагенства, щороку пошкоджуються на площах, що становлять більше 600 тис. га від шкідників та хвороб. Санітарний та екологічний стан лісів України потребує підтримки та покращення тому, що на нього здійснюється постійне техногенне та антропогенне навантаження з несприятливим кліматичними умовами [3].

Однією з сучасних екологічних проблем, яка загрожує рослинам, тваринам і здоров'ю людини та якості навколишнього середовища є забруднення важкими металами. Дані речовини поступово потрапляють до рослин, тварин і людини через повітря, воду та харчовий ланцюг протягом певного періоду [4]. Токсичність металів завдає прямих наслідків на флору, що являється невід'ємною ланкою екосистем. Ці наслідки призводять до змін в біохімічних, фізіологічних та метаболічних процесах, що проходять в рослинах, які безпосередньо зростають на територіях з підвищеним вмістом важких металів.

Важкі метали, які накопичуються можуть мати токсичний вплив на стан здоров'я людей та компоненти навколишнього середовища. За дослідженнями [4] встановлено, що при накопиченні кадмію у рослинах, що має безпосереднє значення, оскільки його концентрація, що осідає на листках є досить високою, а вони використовуються у харчуванні тварин та людей. У кругообігу поживних речовин, а саме у підтримці родючості ґрунту при допомозі органічного розпаду матерії, ключову роль відіграють мікроорганізми. На зменшення їх кількості можуть безпосередньо впливати такі стрес-фактори, як екстремально високі температури, рН, солоність та хімічні забруднювачі [5].

Під час дослідження токсичної дії важких металів та механізму стійкості рослин до них визначальною залишається проблема розповсюдження їх в автотрофному блоці екосистем лісу [6]. Також немалий інтерес виявляють дослідження, що стосуються процесів біоаккумуляції важких металів у різноманітних типах фітоценозів, тому що рослини, як автотрофна ланка екосистеми, несуть важливу роль у розподіленні хімічних елементів між відокремленими складовими біосфери. Надзвичайно важливе значення в цьому процесі відіграють лісові ландшафти, як домінуючі геохімічні регулятори циклічних потоків маси важких металів на глобальному рівні [7-8]. Перевищені концентрації важких металів у навколишньому середовищі, що є вищими від природних, можуть безпосередньо впливати на життєдіяльність фітоценозів, зменшувати біотичну продуктивність лісових екосистем, пригноблювати їх

рекреаційний потенціал, змінювати показники якісних характеристик деревини, що можуть мати наслідки на її екологічних характеристиках. У сукупності досліджень продуктивності біоти, дослідження значення деревостанів у біогеоценозах лісу щодо розповсюдження та накопичення важких металів, особливо у зонах техногенного забруднення є актуальним питанням, вирішення якого дасть змогу віднайти механізми селективних можливостей лісотвірних порід до депонування та поглинання важких металів у тканинах та вилучити їх на досить довгий час із кругообігу. Перевищені концентрації елементів групи важких металів в повній мірі можуть мати вплив на фізіологічні процеси, що відображені у змінах інтегрального показника функціонування деревостанів у фітомасі. За даними досліджень [9, 10], деревні рослини проявляють реакцію на забруднене навколишнє середовище, у вигляді зниження їх біотичної продуктивності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У вітчизняних наукових роботах відсутні дослідження, що стосуються виявлення та розповсюдження важких металів у деревині лісових порід на території техногенно-забруднених земель. Лісові екосистеми регіонів України зазнають значного антропогенного навантаження. Їх розглядають в площині потенційних депонаторів забруднюючих речовин різної природи. Особливої актуальності заслуговує питання здатності деревини лісової дендрофлори до акумуляції забруднюючих речовин так, як накопичені токсичні речовини на певний період виключаються з кругообігу у екосистемах лісу. Кореневою системою рослин ефективно поглинається особливо токсичний елемент – кадмій, який не є необхідним елементом росту для рослин [11]. При збільшенні концентрації кадмію в ґрунті, надходження його до рослин зростає. В науковій літературі відсутня єдина думка, щодо форм транспортування цього елемента. На думку А. Kabata-Pendis, транспортування кадмію по рослині відбувається за допомогою речовини-носія аналогічній цинку, але в обмежених масштабах за рахунок того, що він з легкістю займає значну частину обмінних позицій в активних речовинах клітинних стінок. Деякими дослідниками доведено, що кадмій переходить в наземні частини у катіонній формі тому, що в міжклітинних розчинах тканин листків та коренів він відображається у формі йона Cd^{2+} [6, 9]. R. J. Reid довів, що при умовах надходження кадмію у рослини через листя спостерігається швидкісний перехід елемента до всіх інших вегетативних частин рослини по флоемі. Існує багато факторів, що безпосередньо впливають на потрапляння цинку в рослину: при наявності сполук кадмію у складі поліелементного потрапляння у довкілля, цинк виступає його антагоністом [8]. Що стосується взаємодії кадмію та цинку необхідно відмітити, що існують дослідження, як про антагонізм, так і про синергізм між ними в процесах накопичення та транспортування [12].

Незважаючи на те, що свинець є металом, що має малу біологічну доступність і найбільше його накопичення спостерігається в коренях, великою

кількістю досліджень доведено, що рослини його поглинають як з ґрунту, так і з повітря. І.В. Серьогін доводить, що надходження свинцю в рослини є пасивним. Оскільки, свинець має здатність до утворення ковалентних зв'язків не зважаючи на рН ґрунту, на процеси його розповсюдження рН ґрунту не впливає [4-5]. Перехід свинцю з кореневих частин рослини до надземних досить незначний і близько 7% політантау транслюється до стеблової частини. Як висновок, можна стверджувати, що свинець не поглинається безпосередньо кореневою системою з ґрунту, а всмоктується з відмерлих рослинних решток, що розташовуються неподалік неї [13].

Поглинання та переміщення нікелю в рослинах досліджені небагато. Нікель в розчинних формах активно всмоктується кореневою системою рослин, враховуючи що поглинання даного елемента досить корелює з вмістом його у вирощуваному середовищі [2-3, 8].

Методика та умови досліджень. Зразки їстівних лісових грибів відбирали на території лісових господарств Тиврівського, Вінницького та Калинівського районів в умовах Лісостепу Правобережного України. Дослідження концентрації важких металів виконували в науково-вимірвальній агрохімічній лабораторії кафедри екології та охорони навколишнього середовища факультету агрономії та лісівництва на базі Вінницького національного аграрного університету. Концентрації Cu, Zn, Pb та Cd досліджуваних грибів визначали методом атомно-абсорбційної спектрометрії після сухої мінералізації. Дослідження впливу кулінарної обробки на концентрацію важких металів у грибах проводили за наступною схемою: 1. контрольний варіант: гриби, очищені та промиті водопровідною водою; 2. варіант 1: гриби, витримані протягом 3-х годин у воді без мінерального залишку; 3. гриби, витримані протягом 3-х годин у воді без мінерального залишку із додаванням солі (на 1 кг грибів – 1 л води та 10 г солі) [15].

Метою статті є дослідження використання води без мінерального залишку із додаванням солі для ефективного зниження вмісту важких металів у лісових грибах.

Виклад основного матеріалу досліджень. Результати досліджень показали певний вплив витримування грибів у воді без мінерального залишку із додаванням солі на концентрацію у них важких металів (табл. 1-4). Зокрема, за вимочування грибів протягом 3-х годин у воді без мінерального залишку концентрація цинку у них знизилась: у лисичках (*Cantharëllus cibãrius (Lat.)*) – у 1,02 рази, синяках (*Gyroporus cyanescens (Lat.)*) – у 1,03 рази, сірчано-жовтих трутовиках (*Laetiporus sulphureus (Lat.)*) – у 1,03 рази, боровиках королівських (*Butyriboletus regius (Lat.)*) – у 1,04 рази, бабках (*Leccinum (Lat.)*) – у 1,04 рази, сирійжках (*Russula Pers. (Lat.)*) – у 1,04 рази, білих грибах (*Boletus edulis (Lat.)*) – у 1,03 рази, маремухах (*Amanita rubescens (Lat.)*) – у 1,02 рази, підберезниках (*Leccinum scabrum (Lat.)*) – у 1,03 рази, підосиковиках (*Armillaria mellea (Lat.)*) – у 1,02 рази та у опеньках (*Armillaria mellea (Lat.)*) – 1,37 рази.

Таблиця 1

Концентрація цинку у грибах, мг/кг

Вид грибів	ГДК	Контроль	Варіант 1	Варіант 2
Лисички (<i>Cantharëllus cibãrius</i> (Lat.))	20	6,41±0,018	6,24±0,02***	5,11±0,01***
Синяки (<i>Gyroporus cyanescens</i> (Lat.))	20	7,09±0,02	6,88±0,02***	5,58±0,02***
Сірчано-жовті трутовики (<i>Laetiporus sulphureus</i> (Lat.))	20	5,04±0,016	4,85±0,03**	3,94±0,02***
Боровики королівські (<i>Butyriboletus regius</i> (Lat.))	20	10,99±0,01	10,53±0,03***	8,88±0,02***
Бабки (<i>Leccinum</i> (Lat.))	20	7,86±0,18	7,52±0,01	6,14±0,02***
Сироїжки (<i>Russula Pers.</i> (Lat.))	20	11,18±0,12	10,68±0,01**	8,83±0,01***
Білі гриби (<i>Boletus edulis</i> (Lat.))	20	11,41±0,40	10,98±0,02	9,06±0,02**
Маремухи (<i>Amanita rubescens</i> (Lat.))	20	6,59±0,01	6,4±0,05**	5,32±0,02***
Підберезники (<i>Leccinum scabrum</i> (Lat.))	20	4,16±0,01	4,03±0,03**	3,35±0,01***
Підосиковики (<i>Leccinum aurantiacum</i> (Lat.))	20	10,32±0,01	10,04±0,01***	8,1±0,01***
Опеньки (<i>Armillaria mellea</i> (Lat.))	20	0,074±0,005	0,054±0,02	0,059±0,02

Примітка: *, **, *** - вірогідність різниць між контролем та дослідом (*- $p \leq 0,05$; ** - $p \leq 0,01$; *** - $p \leq 0,001$).

Джерело сформовано на основі власних результатів досліджень

За вимочування грибів протягом 3-х годин у воді без мінерального залишку із додаванням солі, концентрація цинку у них знизилась: у лисичках (*Cantharëllus cibãrius* (Lat.)) – у 1,25 рази, синяках (*Gyroporus cyanescens* (Lat.)) – у 1,27 рази, сірчано-жовтих трутовиках (*Laetiporus sulphureus* (Lat.)) – 1,27 рази, боровиках королівських (*Butyriboletus regius* (Lat.)) – у 1,23 рази, бабках (*Leccinum* (Lat.)) – у 1,28 рази, сироїжках (*Russula Pers.* (Lat.)) – у 1,26 рази, білих грибах (*Boletus edulis* (Lat.)) – у 1,25 рази, маремухах (*Amanita rubescens* (Lat.)) – у 1,23 рази, підберезниках (*Leccinum scabrum* (Lat.)) – у 1,24 рази, підосиковиках (*Armillaria mellea* (Lat.)) – 1,27 та опеньках (*Armillaria mellea* (Lat.)) – у 1,25 рази (рис. 1).

У табл. 2 показано, що за вимочування грибів протягом 3-х годин у воді без мінерального залишку концентрація міді у них знизилась: у лисичках (*Cantharëllus cibãrius* (Lat.)) – у 1,18 рази, синяках (*Gyroporus cyanescens* (Lat.)) – у 1,21 рази, сірчано-жовтих трутовиках (*Laetiporus sulphureus* (Lat.)) – у 1,5 рази, боровиках королівських (*Butyriboletus regius* (Lat.)) – у 1,2 рази, бабках (*Leccinum* (Lat.)) – у 1,19 рази, сироїжках (*Russula Pers.* (Lat.)) – у 1,23 рази, білих грибах (*Boletus edulis* (Lat.)) – у 1,23 рази, маремухах (*Amanita rubescens* (Lat.)) – у 1,14 рази, підберезниках (*Leccinum scabrum* (Lat.)) – у 1,22 рази,

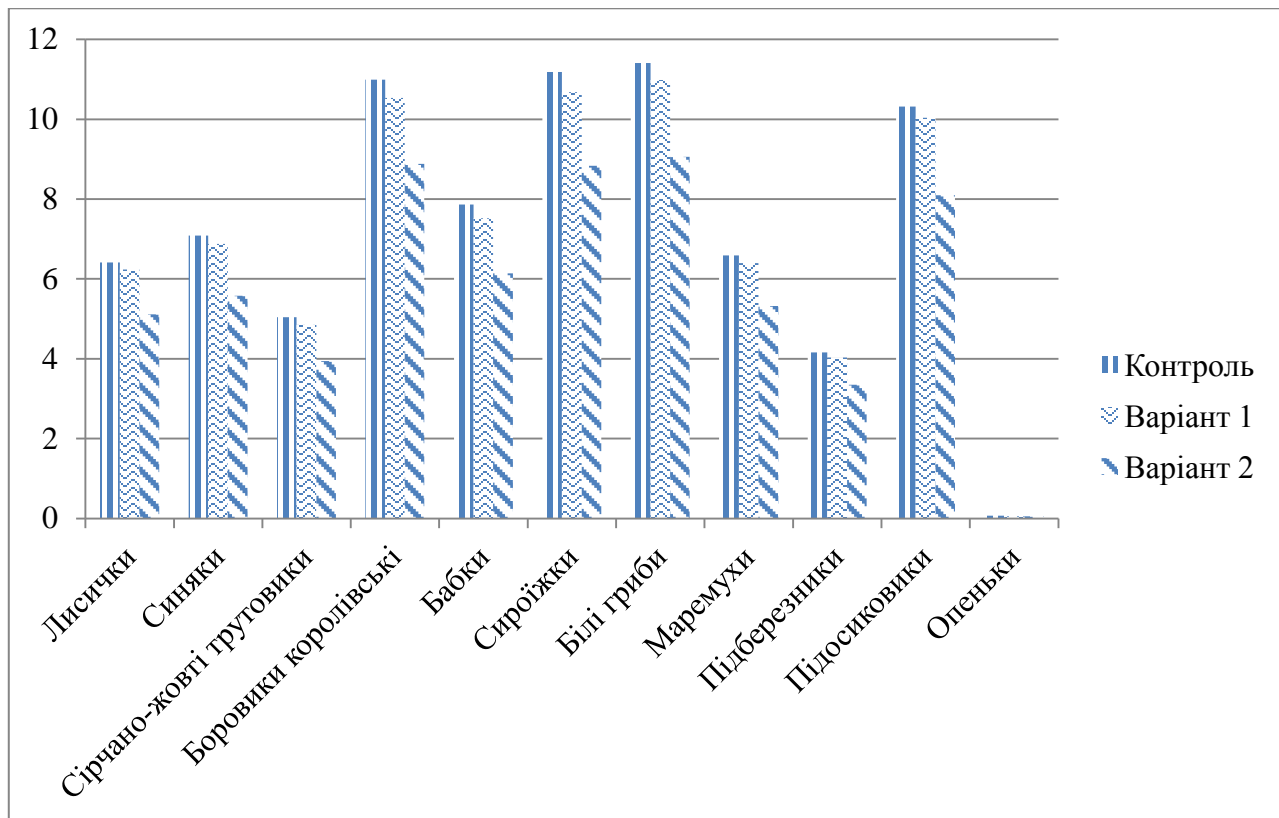


Рис. 1 Концентрація цинку у грибах

Джерело сформовано на основі власних результатів досліджень

підосиковиках (*Armillaria mellea (Lat.)*) – у 1,16 рази та у опеньках (*Armillaria mellea (Lat.)*) – 1,23 рази.

Таблиця 2

Концентрація міді у грибах, мг/кг

Вид грибів	ГДК	Контроль	Варіант 1	Варіант 2
Лисички (<i>Cantharellus cibarius (Lat.)</i>)	10	0,32±0,002	0,27±0,03	0,25±0,01***
Синяки (<i>Gyroporus cyanescens (Lat.)</i>)	10	0,63±0,008	0,52±0,02**	0,47±0,02***
Сірчано-жовті трутовики (<i>Laetiporus sulphureus (Lat.)</i>)	10	0,06±0,003	0,04±0,01	0,05±0,03
Боровики королівські (<i>Butyriboletus regius (Lat.)</i>)	10	0,18±0,003	0,15±0,01*	0,14±,03
Бабки (<i>Leccinum (Lat.)</i>)	10	0,25±0,01	0,21±0,02	0,19±0,03
Сироїжки (<i>Russula Pers. (Lat.)</i>)	10	0,64±0,01	0,52±0,02**	0,47±0,02***
Білі гриби (<i>Boletus edulis (Lat.)</i>)	10	0,26±0,05	0,21±0,01	0,2±0,03
Маремухи (<i>Amanita rubescens (Lat.)</i>)	10	0,16±0,003	0,14±0,01	0,13±0,01**
Підберезники (<i>Leccinum scabrum (Lat.)</i>)	10	0,70±0,01	0,57±0,03**	0,52±0,02***
Підосиковики (<i>Leccinum aurantiacum (Lat.)</i>)	10	0,14±0,001	0,12±0,03	0,11±0,04
Опеньки (<i>Armillaria mellea (Lat.)</i>)	10	2,80±0,022	2,26±0,04***	2,1±0,02***

Примітка: *, **, *** - вірогідність різниць між контролем та дослідом (*- $p \leq 0,05$; ** - $p \leq 0,01$; *** - $p \leq 0,001$).

Джерело сформовано на основі власних результатів досліджень

За вимочування грибів протягом 3-х годин у воді без мінерального залишку із додаванням солі, концентрація міді у них знизилась: у лисичках (*Cantharëllus cibãrius (Lat.)*) – у 1,28 рази, синяках (*Gyroporus cyanescens (Lat.)*) – у 1,34 рази, сірчано-жовтих трутовиках (*Laetiporus sulphureus (Lat.)*) – 1,2 рази, боровиках королівських – у 1,28 рази, бабках (*Leccinum (Lat.)*) – у 1,31 рази, сиріюжках (*Russula Pers. (Lat.)*) – у 1,36 рази, білих грибах (*Boletus edulis (Lat.)*) – у 1,3 рази, маремухах (*Amanita rubescens (Lat.)*) – у 1,23 рази, підберезниках (*Leccinum scabrum (Lat.)*) – у 1,34 рази, підосиковиках (*Armillaria mellea (Lat.)*) – 1,27 та опеньках (*Armillaria mellea (Lat.)*) – у 1,33 рази.

Тобто при вимочування грибів у підсоленій воді без мінерального залишку спостерігалось зниження в них концентрації цинку та міді (рис. 2).

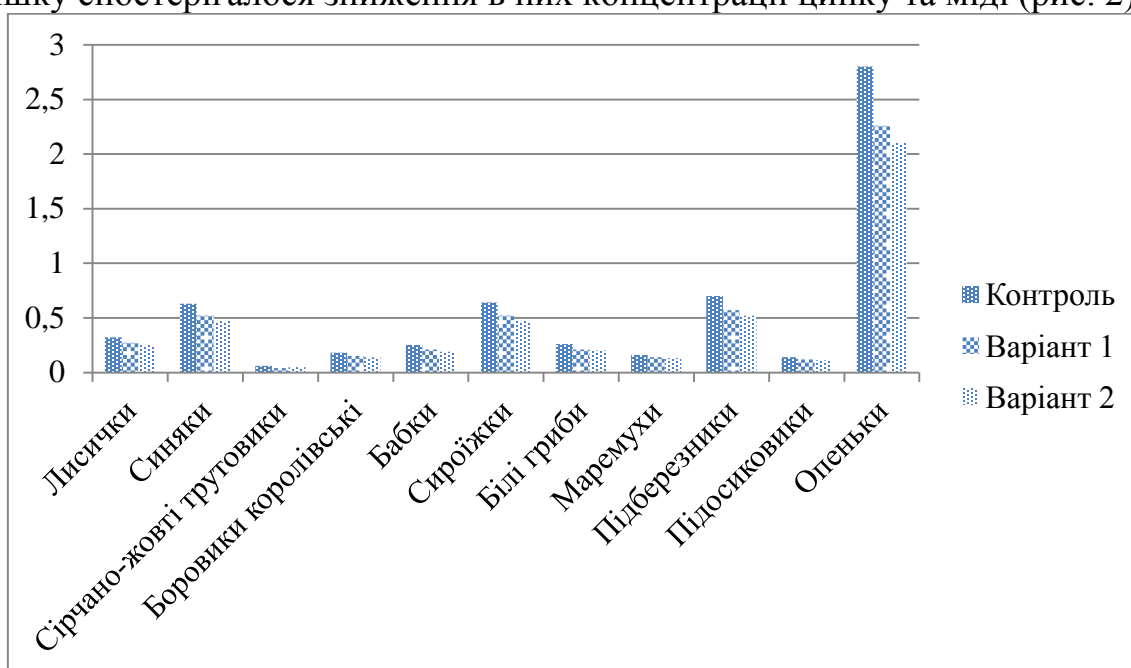


Рис. 2 Концентрація міді у грибах

Джерело сформовано на основі власних результатів досліджень

За вимочування грибів протягом 3-х годин у воді без мінерального залишку (табл. 3) концентрація свинцю у них знизилась: у лисичках (*Cantharëllus cibãrius (Lat.)*) – у 1,1 рази, синяках (*Gyroporus cyanescens (Lat.)*) – у 1,1 рази, сірчано-жовтих трутовиках (*Laetiporus sulphureus (Lat.)*) – у 1,12 рази, боровиках королівських (*Butyriboletus regius (Lat.)*) – у 1,09 рази, бабках (*Leccinum (Lat.)*) – у 1,12 рази, сиріюжках (*Russula Pers. (Lat.)*) – у 1,1 рази, білих грибах (*Boletus edulis (Lat.)*) – у 1,15 рази, маремухах (*Amanita rubescens (Lat.)*) – у 1,12 рази, підберезниках (*Leccinum scabrum (Lat.)*) – у 1,13 рази, підосиковиках (*Armillaria mellea (Lat.)*) – у 1,1 рази та у опеньках (*Armillaria mellea (Lat.)*) – 1,11 рази.

За вимочування грибів протягом 3-х годин у воді без мінерального залишку із додаванням солі, концентрація свинцю у них знизилась: у лисичках

(*Cantharēllus cibārius* (Lat.)) – у 1,31 рази, синяках (*Gyroporus cyanescens* (Lat.)) – у 1,37 рази, сірчано-жовтих трутовиках (*Laetiporus sulphureus* (Lat.)) – 1,35 рази, боровиках королівських (*Butyriboletus regius* (Lat.)) – у 1,33 рази, бабках (*Leccinum* (Lat.)) – у 1,33 рази, сиріюжках (*Russula Pers.* (Lat.)) – у 1,31 рази, білих грибах (*Boletus edulis* (Lat.)) – у 1,35 рази, маремухах (*Amanita*

Таблиця 3

Концентрація свинцю у грибах, мг/кг

Вид грибів	ГДК	Контроль	Варіант 1	Варіант 2
Лисички (<i>Cantharēllus cibārius</i> (Lat.))	0,5	0,21±0,02	0,19±0,01***	0,16±0,02
Синяки (<i>Gyroporus cyanescens</i> (Lat.))	0,5	0,22±0,03	0,20±0,01	0,16±0,01
Сірчано-жовті трутовики (<i>Laetiporus sulphureus</i> (Lat.))	0,5	0,27±0,01	0,24±0,02	0,20±0,01**
Боровики королівські (<i>Butyriboletus regius</i> (Lat.))	0,5	0,24±0,01	0,22±0,02	0,18±0,02*
Бабки (<i>Leccinum</i> (Lat.))	0,5	0,28±0,02	0,25±0,03	0,21±0,02*
Сиріюжки (<i>Russula Pers.</i> (Lat.))	0,5	0,21±0,04	0,19±0,03	0,16±0,02
Білі гриби (<i>Boletus edulis</i> (Lat.))	0,5	0,23±0,01	0,20±0,04	0,17±0,03
Маремухи (<i>Amanita rubescens</i> (Lat.))	0,5	0,27±0,05	0,24±0,05	0,20±0,02
Підберезники (<i>Leccinum scabrum</i> (Lat.))	0,5	0,26±0,02	0,23±0,05	0,19±0,01*
Підосиковики (<i>Leccinum aurantiacum</i> (Lat.))	0,5	0,22±0,01	0,20±0,03	0,16±0,02*
Опеньки (<i>Armillaria mellea</i> (Lat.))	0,5	0,29±0,02	0,26±0,04	0,21±0,04

Примітка: *, **, *** - вірогідність різниць між контролем та дослідом (*- $p \leq 0,05$; ** - $p \leq 0,01$; *** - $p \leq 0,001$).

Джерело сформовано на основі власних результатів досліджень

rubescens (Lat.)) – у 1,35 рази, підберезниках (*Leccinum scabrum* (Lat.)) – у 1,36 рази, підосиковиках (*Armillaria mellea* (Lat.)) – 1,37 та опеньках (*Armillaria mellea* (Lat.)) – у 1,38 рази (рис. 3).

За вимочування грибів протягом 3-х годин у воді без мінерального залишку (табл. 4) концентрація кадмію у них знизилась: у лисичках (*Cantharēllus cibārius* (Lat.)) – у 1,5 рази, синяках (*Gyroporus cyanescens* (Lat.)) – у 1,33 рази, сірчано-жовтих трутовиках (*Laetiporus sulphureus* (Lat.)) – у 1,36 рази, боровиках королівських (*Butyriboletus regius* (Lat.)) – у 1,4 рази, бабках (*Leccinum* (Lat.)) – у 1,3 рази, сиріюжках (*Russula Pers.* (Lat.)) – у 1,3 рази, білих грибах (*Boletus edulis* (Lat.)) – у 1,3 рази, маремухах (*Amanita rubescens* (Lat.)) – у 1,36 рази, підберезниках (*Leccinum scabrum* (Lat.)) – у 1,3 рази, підосиковиках (*Armillaria mellea* (Lat.)) – у 1,3 рази та у опеньках (*Armillaria mellea* (Lat.)) – 1,3 рази.

За вимочування грибів протягом 3-х годин у воді без мінерального залишку із додаванням солі, концентрація кадмію у них знизилась: у лисичках (*Cantharëllus cibãrius (Lat.)*) – у 1,5 рази, синяках (*Gyroporus cyanescens (Lat.)*) –

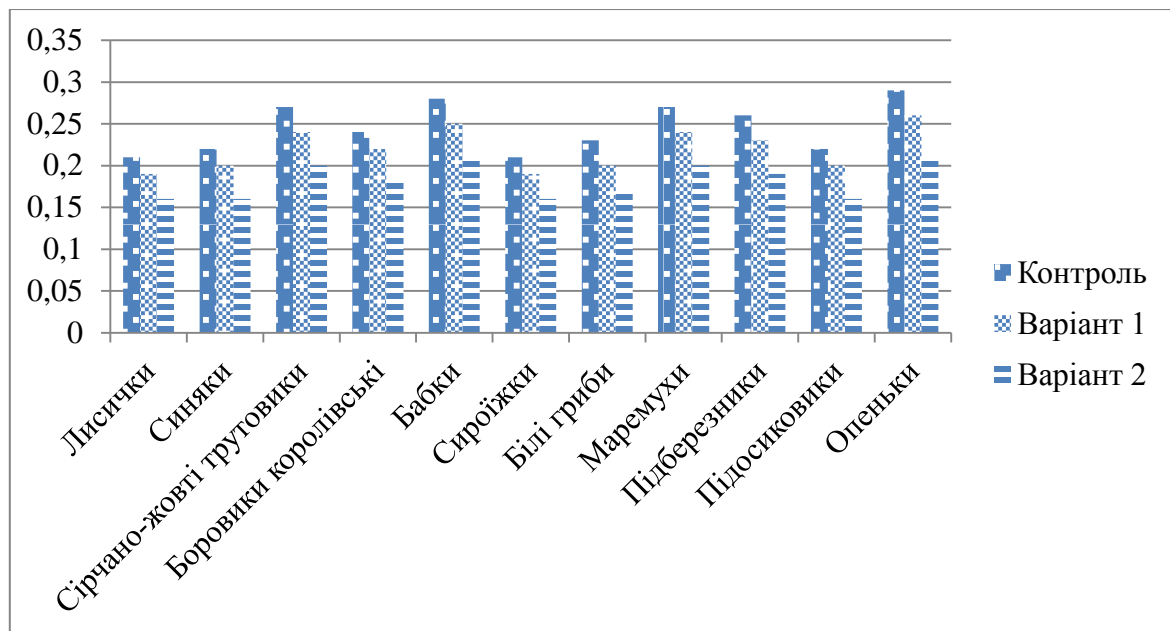


Рис. 3 Концентрація свинцю у грибах

Джерело сформовано на основі власних результатів досліджень

у 1,6 рази, сірчано-жовтих трутовиках (*Laetiporus sulphureus (Lat.)*) – 1,5 рази, боровиках королівських (*Butyriboletus regius (Lat.)*) – у 1,55 рази, бабках (*Leccinum (Lat.)*) – у 1,54 рази, сироїжках (*Russula Pers. (Lat.)*) – у 1,44 рази, білих грибах (*Boletus edulis (Lat.)*) – у 1,54 рази, маремухах (*Amanita rubescens*

Таблиця 4

Концентрація кадмію у грибах, мг/кг

Вид грибів	ГДК	Контроль	Варіант 1	Варіант 2
Лисички (<i>Cantharëllus cibãrius (Lat.)</i>)	0,1	0,06±0,003	0,04±0,04	0,04±0,05
Синяки (<i>Gyroporus cyanescens (Lat.)</i>)	0,1	0,16±0,03	0,12±0,02	0,10±0,04
Сірчано-жовті трутовики (<i>Laetiporus sulphureus (Lat.)</i>)	0,1	0,15±0,02	0,11±0,02	0,10±0,03
Боровики королівські (<i>Butyriboletus regius (Lat.)</i>)	0,1	0,14±0,02	0,10±0,02	0,09±0,01
Бабки (<i>Leccinum (Lat.)</i>)	0,1	0,17±0,02	0,13±0,03	0,11±0,01*
Сироїжки (<i>Russula Pers. (Lat.)</i>)	0,1	0,65±0,02	0,50±0,02**	0,45±0,01***
Білі гриби (<i>Boletus edulis (Lat.)</i>)	0,1	0,17±0,18	0,13±0,01	0,11±0,02
Маремухи (<i>Amanita rubescens (Lat.)</i>)	0,1	0,15±0,02	0,11±0,01	0,10±0,03
Підберезники (<i>Leccinum scabrum (Lat.)</i>)	0,1	0,17±0,003	0,13±0,02	0,11±0,02*
Підосиковики (<i>Leccinum aurantiacum (Lat.)</i>)	0,1	0,13±0,002	0,10±0,02	0,09±0,04
Опеньки (<i>Armillaria mellea (Lat.)</i>)	0,1	0,17±0,01	0,13±0,01*	0,12±0,03

Примітка: *, **, *** - вірогідність різниць між контролем та дослідом (*- $p \leq 0,05$; ** - $p \leq 0,01$; *** - $p \leq 0,001$).

Джерело сформовано на основі власних результатів досліджень

(*Lat.*) – у 1,5 рази, підберезниках (*Leccinum scabrum (Lat.)*) – у 1,54 рази, підосиковиках (*Armillaria mellea (Lat.)*) – 1,44 та опеньках (*Armillaria mellea (Lat.)*) – у 1,41 рази (рис. 4).

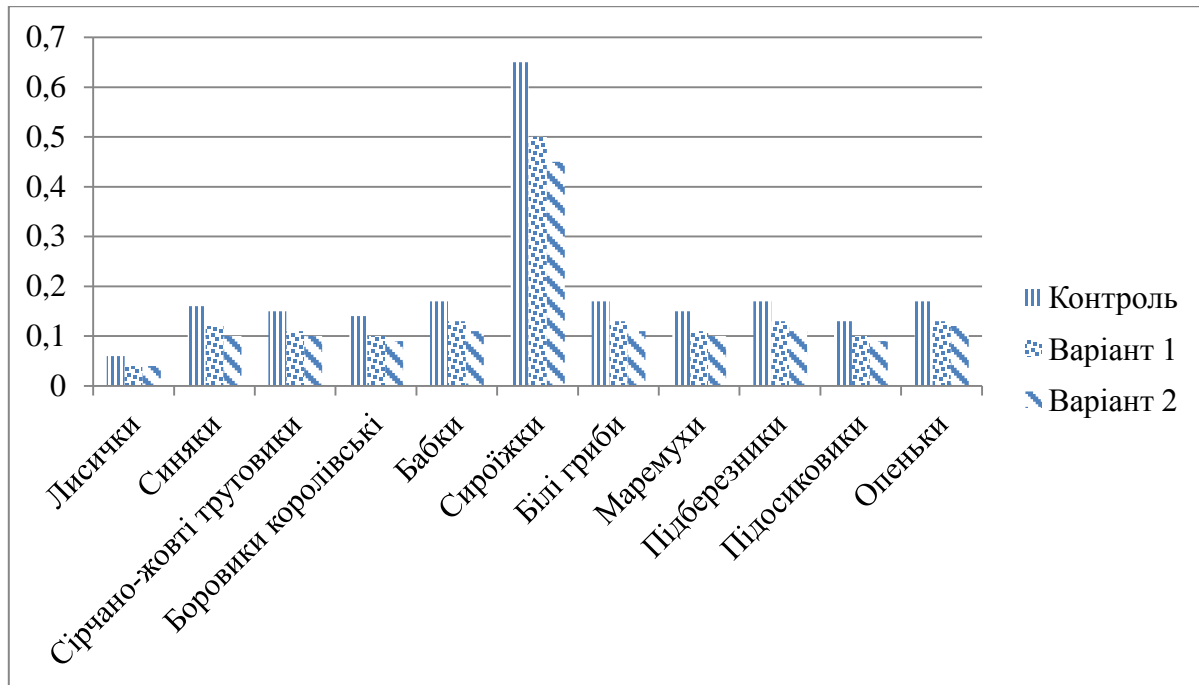


Рис. 4 Концентрація кадмію у грибах

Джерело сформовано на основі власних результатів досліджень

На рис. 3-4 видно, що застосування досліду 1 та 2 веде до суттєвого зменшення концентрації свинцю та кадмію у лісових грибах.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Узагальнюючи одержані результати необхідно відмітити, що за вимочування грибів протягом 3-х годин у воді без мінерального залишку концентрація цинку у них знизилась: від 1,02 до 1,37 рази; міді – від 1,14 до 1,5 рази; свинцю – від 1,09 до 1,13 рази; кадмію – від 1,3 до 1,5 рази. За вимочування грибів протягом 3-х годин у воді без мінерального залишку із додаванням солі, концентрація цинку у них знизилась: від 1,23 до 1,28 рази; міді – від 1,2 до 1,36 рази; свинцю – від 1,31 до 1,38 рази.; кадмію – від 1,41 до 1,6 рази. При вимочуванні грибів у підсоленій воді без мінерального залишку спостерігалось зниження в них концентрації цинку, міді, свинцю та кадмію.

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»*. Збірник тез / за заг. ред. д. п. н., професора В. В. Вербицького. Київ: «НЕНЦ», 2017. С. 35–38.

2. Державне агентство лісових ресурсів України. URL: [http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish / article?art_id=62921](http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art_id=62921) (дата звернення: 12.03.2018).

3. Замула Х.П. Сучасний стан ведення лісового господарства в Україні. *Агросвіт*, 2013. Вип. 19. С. 54-59.

4. Публічний звіт за 2016 рік. Державне агентство лісових ресурсів. Київ, 2016. 41 с.

5. Мигаль А.В., Бокоч В.В. Недеревні ресурси: навч. посіб. Вид-во УжНУ «Говерла». Ужгород, 2017. 128 с.

6. Ткачук О.П., Яковець Л.А. Особливості забруднення зернової продукції важкими металами в умовах Вінницької області. *Збірник наукових праць ВНАУ. Сільське господарство та лісівництво*, 2016. № 4. С.179-186.

7. Сторожук Т.М., Дружинська Н.С. Удосконалення класифікації лісових ресурсів. *Бізнес Інформ*, 2015. Вип. 7. С. 138-142.

8. Порядок заготівлі другорядних лісових матеріалів і здійснення побічних лісових користувань в лісах України від 23 квіт. 1996 р. № 449. 1996.

9. Щербаченко О.І. Важкі метали як токсичний фактор забруднення природного середовища. Стійкість і адаптація рослин до їх впливу. *Наукові записки державного природознавчого музею*, 2014. Вип. 30. С.157-182.

10. Купчик О.Ю. Визначення кореляції між вмістом важких металів у продуктах рослинництва та ґрунті при екологічному моніторингу. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсовикористання*, 2016. №1 (13). С.85-91.

11. Матчук С.Ф. Класифікація лісових ресурсів. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: Юридичні науки*, 2014. Вип. 2. Том 2. С. 140-143.

12. Краснов В.П. Радіоекологічні дослідження у лісових екосистемах України. *Збірник наукових праць: Екологія та природно-заповідна справа*, 2016. Вип. 14. С. 210-216.

13. Буяльська Н., Денисова Н., Купчик О., Прус Т. Дослідження вмісту важких металів у молоці як елемент реалізації системи НАССР. *Технічні науки та технології*, 2017. Вип. 2 (8). С. 179-187.

14. Разанов С.Ф., Вradій О.І. Оцінка впливу води за кулінарної обробки грибів на концентрацію в них цинку і міді. *Збалансоване природокористування*. 2019. №4. С. 63-68.

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 in the conditions of anti-terrorist operation in the east of Ukraine]. *Vseukrainska naukovopraktychna konferentsiia «Vidtvorymo lisy razom» – «Let's recreate the forests together»*. Zbirnyk tez / za zah. red. d. p. n., profesora V. V. Verbytskoho. Kyiv: «NENTs», 35–38 [in Ukrainian].

2. Derzhavne ahentstvo lisovykh resursiv Ukrainy (2018). [State Agency of Forest Resources of Ukraine]. URL: http://dkg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art_id=62921 (data zvernennia: 12.03.2018) [in Ukrainian].
3. Zamula Kh.P. (2013). Suchasnyi stan vedennia lisovoho hospodarstva v Ukraini [The current state of forestry in Ukraine]. *Ahrosvit – Agrosvit*, Issue. 19. 54-59 [in Ukrainian].
4. Publichnyi zvit za 2016 rik (2016). [Public report for 2016]. Derzhavne ahentstvo lisovykh resursiv. Kyiv. [in Ukrainian].
5. Myhal A.V., Bokoch V.V. Nederevni resursy (2017). [Non-timber resources]: navch. Posib. Vyd-vo UzhNU «Hoverla». Uzhhorod. [in Ukrainian].
6. Tkachuk O.P., Yakovets L.A. (2016). Osoblyvosti zabrudnennia zernovoi produktsii vazhkymy metalamy v umovakh Vinnytskoi oblasti [Features of contamination of grain products with heavy metals in the Vinnytsia region]. *Zbirnyk naukovy`x prac` VNAU. Sil`s`ke gospodarstvo ta lisivny`cztvo – Collection of scientific works of VNAU. Agriculture and forestry*. № 4. 179-186 [in Ukrainian].
7. Storozhuk T.M., Druzhynska N.S. (2015). Udoskonalennia klasyfikatsii lisovykh resursiv. [Improving the classification of forest resources]. *Biznes Inform – Business Inform*. Issue 7. [in Ukrainian].
8. Poriadok zahotivli druhoriadnykh lisovykh materialiv i zdiisnennia pobichnykh lisovykh korystuvan v lisakh Ukrainy vid 23 kvit. (1996). [Procedure for harvesting secondary forest materials and carrying out secondary forest uses in the forests of Ukraine 23 apr. (1996)]. № 449. [in Ukrainian].
9. Shcherbachenko O.I. (2014). Vazhki metaly yak toksychnyi faktor zabrudnennia pryrodnoho seredovishcha. Stiikist i adaptatsiia roslyn do yikh vplyvu. [Heavy metals as a toxic factor in environmental pollution. Resistance and adaptation of plants to their influence]. *Naukovi zapysky derzhavnoho pryrodoznavchoho muzeiu – Scientific notes of the State Natural History Museum*. Issue. 30. 157-182 [in Ukrainian].
10. Kupchyk O.Iu. (2016). Vyznachennia koreliatsii mizh vmistom vazhkykh metaliv u produktakh roslynnytstva ta hrunti pry ekolohichnomu monitorynhu. [Determination of the correlation between the content of heavy metals in crop products and soil in environmental monitoring]. *Ekolohichna bezpeka ta zbalansovane resursovykorystannia – Environmental safety and balanced resource use*. №1 (13). 85-91 [in Ukrainian].
11. Matchuk S.F. (2014). Klasyfikatsiia lisovykh resursiv. [Classification of forest resources]. *Naukovyi visnyk Khersonskoho derzhavnoho universytetu. Serii: Yurydychni nauky – Scientific Bulletin of Kherson State University. Series: Legal Sciences*, Issue 2. Vols 2. 140-143 [in Ukrainian].
12. Krasnov V.P. (2016). Radioekolohichni doslidzhennia u lisovykh ekosystemakh Ukrainy [Radioecological research in forest ecosystems of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats: Ekolohiia ta pryrodno-zapovidna sprava – Collection of scientific works: Ecology and nature reserve business*. Issue. 14. 210-216 [in Ukrainian].
13. Buialska N., Denysova N., Kupchyk O. (2017). Doslidzhennia vmistu vazhkykh metaliv u molotsi yak element realizatsii systemy NASSR [Research of heavy metals content in milk as an element of HACCP system implementation]. *Tekhnichni nauky ta*

teknologii – Technical sciences and technologies. Issue. 2 (8). 179-187 [in Ukrainian].

14. Razanov S.F., Vradii O.I. (2019). Otsinka vplyvu vody za kulinarnoi obrobky hrybiv na kontsentratsiiu v nykh tsynku i midi [*Estimation of influence of water at culinary processing of mushrooms on concentration in them of zinc and copper*]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia – Balanced nature management. №4. 63-68 [in Ukrainian].*

АННОТАЦИЯ

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ВОДЫ НА КОНЦЕНТРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ГРИБАХ

Исследовано влияние вымачивания грибов в воде без минерального остатка с добавлением соли. Установлено, что при вымачивании грибов в течение 3-х часов в воде без минерального остатка концентрация цинка в них снизилась от 1,02 до 1,37 раза; меди - от 1,14 до 1,5 раза; свинца - от 1,09 до 1,13 раза; кадмия - от 1,3 до 1,5 раза. При вымачивании грибов в течение 3-х часов в воде без минерального остатка с добавлением соли, концентрация цинка в них снизилась от 1,23 до 1,28 раза; меди - от 1,2 до 1,36 раза; свинца - от 1,31 до 1,38 раза; кадмия - от 1,41 до 1,6 раза.

Ключевые слова: грибы, концентрация, цинк, медь, свинец, кадмий, вода без минерального остатка, добавление соли.

Табл. 4. Рис. 4. Лит. 14.

ANNOTATION

INFLUENCE OF THE LEVEL OF WATER MINERALIZATION ON THE CONCENTRATION OF HEAVY METALS IN MUSHROOMS

The current ecological condition of forest plantations has been characterized by high anthropogenic load as a result of population activity. The consequences of the human impact have been manifested in the disturbance of natural landscapes, air pollution, hydrosphere, destruction of the lithosphere, uncontrolled depletion of forest resources, resulting in a decrease and extinction of a huge number of species of animals and plants. In the result of various industries' work chemical compounds have been formed, which have been transformed into the biosphere and enter all living organisms. Therefore, there are serious problems in the relationship between nature and man. The human impact on the environment is extremely powerful and it is obvious that the biosphere as a result of this impact loses the ability to self-regulate and it does not allow it to function properly.

One of the current environmental problems that threatens plants, animals and human health and the quality of the environment is heavy metal pollution. These substances gradually enter plants, animals and humans through the air, water and food chain over a period of time [4]. Toxicity of metals has a direct effect on flora, which is an integral part of ecosystems. These effects lead to changes in the biochemical, physiological and metabolic processes that take place in plants that grow directly in areas with high levels of heavy metals.

Samples of edible forest mushrooms were taken on the territory of forests of Tyvriv, Vinnytsia and Kalyniv districts in the Forest-Steppe of the Right Bank of Ukraine. Studies of the concentration of heavy metals were performed in the research and measurement agrochemical laboratory of the Department of Ecology and Environmental Protection, Faculty of Agronomy and Forestry on the basis of Vinnytsia National Agrarian University. The concentrations of Cu, Zn, Pb and Cd of the studied fungi were determined by atomic absorption spectrometry after dry mineralization. Studies of the effect of cooking on the concentration of heavy metals in mushrooms were carried out according to the following scheme: 1. control option: mushrooms, cleaned and washed with tap water; 2. option 1: mushrooms soaked for 3 hours in water without mineral residue; 3. mushrooms soaked for 3 hours in water without mineral residue with the addition of salt (1 kg of mushrooms – 1 liter of water and 10 g of salt).

The effect of soaking mushrooms in water without mineral residue with the addition of salt was studied. It was found that when soaking mushrooms for 3 hours in water without mineral residue, the concentration of zinc in them decreased: from 1.02 to 1.37 times; copper - from 1.14 to 1.5 times; lead - from 1.09 to 1.13 times; cadmium - from 1.3 to 1.5 times. When soaking mushrooms for 3 hours in water without mineral residue with the addition of salt, the concentration of zinc in them decreased: from 1.23 to 1.28 times; copper - from 1.2 to 1.36 times; lead - from 1.31 to 1.38 times; cadmium - from 1.41 to 1.6 times.

Key words: mushrooms, concentration, zinc, copper, lead, cadmium, water without mineral residue, salt addition.

Table. 4. Fig. 4. Lit. 14.

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: oksana.vradii@gmail.com).

Врадій Оксана Игоревна – ассистент кафедры экологии и охраны окружающей среды Винницкого национального аграрного университета, (21008, г. Винница, ул. Солнечная, 3, e-mail: oksanavradii@gmail.com).

Vradiy Oksana Ihorivna – assistant of the Department of Ecology and Environmental Protection, Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, 3, Soniachna St., e-mail: oksanavradii@gmail.com).