ЗАБРУДНЕННЯ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ ЇСТИВНИХ ГРИБІВ РОДУ *PLEUROTUS* У МЕЖАХ СЕЛІТЕБНИХ ТЕРИТОРІЙ

Мартенюк Г.М.¹, Герасимчук Л.О.², Валерко Р.А.², Гладич Н.О.²

¹Житомирський агротехнічний коледж
вул. Покровська, 96, 10031, м. Житомир;

²Поліський національний університет
бульв. Старий, 7, 10008, м. Житомир

funtikgo@rambler.ru, valerko_ruslana@ukr.net, gerasim4uk@ukr.net

Важкі метали є одними з пріоритетних антропогенних забруднювачів довкілля. Найбільш сильно забрудненню важкими металами піддаються ґрунти урбоєкосистем, що є територіями, де безпосередньо локалізовані процеси техногенезу. Населення активно культивує міські ландшафти, а вирощена в їх межах продукція споживається місцевими жителями. Така рослинна продукція з урбоєкосистем може містити значні кількості важких металів, та її споживання може створювати ризики для здоров'я населення. Здійснена оцінка забруднення важкими металами плодових тіл *Pleurotus ostreatus* та деревного субстрату, розраховані коефіцієнти біоаккумуляції важких металів у плодових тілах грибів, що ростуть на території міста і споживаються місцевими жителями. Дослідження проводили на базі атестованої вимірювальної лабораторії навчально-наукового центру екології та охорони навколишнього середовища Поліського національного університету. Вміст важких металів у грибах і субстраті визначали методом атомно-адсорбційної спектроскопії. Встановлено, що гриби можуть функціонувати за умов техногенного забруднення, нагромаджуючи важкі метали в кількостях, що перевищують їх нормативний вміст у компонентах довкілля. Накопичення важких металів залежить від вмісту металу в субстраті та біодоступності металу. Вміст Cu у плодових тілах грибів перевищував гранично допустимі значення у 3 рази, Zn – у 19,5 рази, Pb – у 3,7 рази, а максимальне перевищення спостерігалось за вмістом Cd – у 488,3 рази. Розраховані значення коефіцієнтів біоаккумуляції важких металів (Cu – 1,65, Zn – 1,76, Cd – 4,01) свідчать про їх активне накопичення у плодових тілах *Pleurotus ostreatus* і суттєво перевищують дані для природних екосистем. **Ключові слова:** урбанізовані території, ксилотрофи, плодове тіло, субстрат, коефіцієнти біоаккумуляції Cu, Zn, Pb і Cd.

Heavy metal pollution of edible mushrooms of the genus *Pleurotus* within residential territories. Marteniuk H., Herasymchuk L., Valerko R., Hladych N.

Heavy metals are one of the priority anthropogenic pollutants. The soils of urban ecosystems, which are areas where the processes of technogenesis are directly localized, are most exposed to heavy metal pollution. The population is actively cultivating urban landscapes, and the products grown within them are consumed by locals. Such plant products from urban ecosystems can contain significant amounts of heavy metals and their consumption can pose risks to public health. Heavy metal contamination of fruiting bodies of *Pleurotus ostreatus* and wood substrate was estimated, bioaccumulation coefficients of heavy metals in fruiting bodies of fungi growing in the city and consumed by locals were calculated. The research was conducted on the basis of a certified measuring laboratory of the Training and Research Center for Ecology and Environmental Protection of Polissya National University. The content of heavy metals in fungi and substrate was determined by atomic adsorption spectrometry. It is established that fungi can function under conditions of man-made pollution, accumulating heavy metals in quantities exceeding their content in the components of the environment. The accumulation of heavy metals depends on the metal content in the substrate and the bioavailability of the metal. The content of Cu in the fruiting bodies of fungi exceeded the maximum allowable values 3 times, Zn – 19.5 times, Pb – 3.7 times, and the maximum excess was observed for the content of Cd – 488.3 times. The calculated values of bioaccumulation coefficients of heavy metals (Cu – 1.65, Zn – 1.76, Cd – 4.01) indicate their active accumulation in the fruiting bodies of *Pleurotus ostreatus* and significantly exceed the data for natural ecosystems. **Key words:** urban areas, xylophiles, fruiting bodies, substrate, bioaccumulation coefficients Cu, Zn, Pb and Cd.

Постановка проблеми. До важких металів зараховують більше 40 елементів періодичної системи Д. І. Менделєєва, густина яких, за даними різних дослідників, перевищує 4,5–5,8 г/см³, а атомна маса становить понад 40 атомних одиниць маси. Всі важкі метали, за винятком заліза і марганцю, належать до рідкісних і розсіяних у природі хімічних елементів, тобто мікро- та ультрамікроелементів. Значна більшість їх є корисною для рослин, тварин і людини в невеликих дозах і виявляє токсичну дію при значних концентраціях. Вже давно встановлений небезпечний вплив кадмію, ртуті, нікелю, хрому, свинцю, кобальту,

міді, цинку, марганцю та інших, більшість з яких є мікроелементами в мікродозах [1].

Але не всі метали характеризуються однаковою небезпекою для живих організмів. Саме свинець, цинк, мідь та кадмій є одними з найбільш пріоритетних забруднювачів біосфери та є характерними забруднювачами для зони Житомирського Полісся [2–7].

Важкі метали посідають нині одне з провідних місць серед антропогенних забруднювачів. Найсильніше піддаються такому забрудненню ґрунти урбоєкосистем, що є територіями, де безпосередньо локалізовані процеси техногенезу [2–7].

Актуальність дослідження. У зв'язку із складною екологічною ситуацією в Україні населення культивує міські ландшафти. На територіях міст, що характеризуються високими рівнями антропогенного забруднення важкими металами, влаштовуються грядки і городи, де місцеве населення вирощує зелень та овочі.

Крім того, на території міста збирається і використовується для потреб населення дикоросла продукція: гриби, ягоди, лікарські рослини.

Рослинна продукція з урбоекосистем може містити значні кількості важких металів і її споживання може створювати ризики для населення.

У зв'язку з цим актуальним є дослідження забруднення важкими металами харчових продуктів із міських екосистем.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Дослідження виконувалось у рамках науково-дослідної роботи «Еколого-соціальна оцінка стану сільських селітебних територій у контексті сталого розвитку» (державний реєстраційний № 0120U104233) та може бути використано представниками Держпродспоживслужби та Управління екології та природних ресурсів для інформування населення про безпечність продуктів харчування та стан навколишнього середовища.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження міграції важких металів у ґрунті та рослинах розпочалися ще в середині минулого століття [1]. Значна кількість досліджень присвячена оцінці їх вмісту в рослинницькій продукції агроселітебних територій [1–8].

Питанням особливостей акумуляції важких металів різними видами їстівних грибів присвячено низку досліджень [9–11]. Доведено, що гриби здатні біоакумулювати сліди металів із ґрунту завдяки ефективному механізму накопичення цих елементів, а значення вмісту окремих важких металів перевищували рекомендовану межу для споживання [12–15], а накопичення важких металів варіюється залежно від видів грибів, вмісту металу в субстраті та біодоступності металу [14].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття, та новизна досліджень. Наявні дослідження зорієнтовані, перш за все, на акумуляцію важких металів грибами в лісових масивах, а не на урбанізованих територіях. Саме тому метою наших досліджень було вивчення забруднення грибів, що ростуть на території міста і споживаються місцевими жителями.

Методологічне значення. Дослідження проводили на базі атестованої вимірювальної лабораторії навчально-наукового центру екології та охорони навколишнього середовища Поліського національного університету. Вміст важких металів у грибах і субстраті визначали методом атомно-адсорбційної спектроскопії. Попередньо зразки піддавались сухому озоненню в муфельній печі з наступним одержанням зольного розчину. Далі проводилось визначення рівнів забруднення важкими металами плодових тіл *Pleurotus ostreatus* та деревного субстрату, розраховувалися коефіцієнти біоаккумуляції важких металів у плодових тілах грибів. Всі дані про вміст досліджуваних важких металів у зразках обро-

Рис. 1. Гриби роду *Pleurotus* на вулиці Покровській, м. Житомир

Рис. 2. *Pleurotus ostreatus* на вулиці Лесі Українки, м. Житомир

блялися методом описової статистичної обробки на рівні мінімальних і максимальних значень, середніх значень та стандартного відхилення.

Виклад основного матеріалу. Їстівні гриби можна зустріти не лише у лісах, але й на луках і пасовищах, у садах і парках. Маючи високу екологічну пластичність, вони здатні зростати в умовах урбанізованих територій: у зелених зонах міст, на подвір'ях, газонах і клумбах.

Найчастіше на території міст зустрічаються представники гумусових сапротрофів. Гумусові сапротрофи утворюють групу видів, що беруть участь у розкладі гумусу ґрунту. Міцелій їх розміщується в нижньому шарі підстилки і верхньому шарі ґрунту. У природних умовах вони найчастіше зустрічаються на угноєному ґрунті, багатому органікою лісовому і лучному перегної, корі відмерлих дерев і мурашниках. Проте вони можуть рости і на зовсім оголених, позбавлених підстилки ділянках.

Нерідко в містах зустрічаються і представники групи ксилотрофів (дерево руйнуючих грибів). Відомими ксилотрофами є представники роду *Pleurotus*, типовий представник роду – плеврот черепчастий (*Pleurotus ostreatus*) – популярний їстівний гриб. Він поширений у районах із помірним кліматом і добре пристосовується до умов середовища та субстратів. Росте групами, рідше – поодинокі, на пнях, хмизі, сухостійних або ослаблених живих деревах листяних (дуже рідко хвойних) порід у лісах, парках і садах [16].

Рис. 3. Коефіцієнти біоаккумуляції важких металів у плодових тілах *Pleurotus ostreatus*

Гриби можуть функціонувати за умов техногенного забруднення, нагромаджуючи важкі метали в кількостях, що перевищують їх нормативний вміст у компонентах довкілля.

Згідно з метою досліджень нами вивчалось накопичення важких металів плодовими тілами плевроту звичайного (*Pleurotus ostreatus*), що зростає на території м. Житомир. Зразки плодових тіл *Pleurotus ostreatus* відбирали на ділянках зелених насаджень вздовж доріг (рис. 1, 2).

Результати визначення вмісту важких металів у плодових тілах *Pleurotus ostreatus* наведені в таблиці 1.

Вміст важких металів у плодових тілах грибів перевищував гранично допустимі значення: Cu –

Таблиця 1

Вміст важких металів у плодових тілах *Pleurotus ostreatus* і деревному субстраті

	Вміст, мг/кг			
	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Pb</i>	<i>Cd</i>
Плодові тіла грибів	15,19±1,01	194,685±9,125	1,845±0,055	1,465±0,005
Субстрат (деревина)	9,185±2,375	110,64±13,66	2,11±0,02	0,365±0,095
ГДК	5	10	0,5	0,003

у 3 рази, Zn – у 19,5 рази, Pb – у 3,7 рази. Найбільше перевищення ГДК спостерігалось за вмістом Cd – у 488,3 рази. При цьому варто зазначити, що подібні результати отримані і в інших дослідженнях [9].

Рівні забруднення плодів тїл *Pleurotus ostreatus* важкими металами були значно більшими, ніж в умовах природних екосистем. При цьому вміст важких металів у субстраті (деревині) знаходився на рівні, характерному для умов природних ландшафтів.

На основі отриманих нами даних вмісту Cu, Zn, Pb і Cd були розраховані коефіцієнти біоаккумуляції важких металів плодами тїлами грибів (рис. 3).

Значення коефіцієнта біоаккумуляції для Cd становило 4,01, що свідчить про активне його нагромадження в плодах тїлах і суттєво перевищує дані для

природних екосистем. Причиною значного забруднення плодів тїл *Pleurotus ostreatus* Cd може бути також аеральне надходження.

Головні висновки та перспективи використання результатів дослідження. Рівні забруднення плодів тїл *Pleurotus ostreatus* важкими металами були значно більшими, ніж в умовах природних екосистем, при вмісті у субстраті (деревині) на рівні, характерному для умов природних ландшафтів. Вміст Cu, Zn, Pb і Cd у плодах тїлах грибів значно перевищував гранично допустимі значення.

Перспективами подальших досліджень є оцінка можливості споживання грибів на основі оцінки ризику та оцінка їх внеску в щоденне споживання токсичних елементів.

Література

1. Соколов О.А., Черников В.А. Атлас распределения тяжелых металлов в объектах окружающей среды. Пушино : ОНТИ ПНЦ РАН, 1999. 164 с.
2. Валерко Р.А., Мислива Т.М., Герасимчук Л.О. Особливості акумуляції свинцю в урбаноземах і фітоценозах на території м. Житомира. *Вісник ЖНАЕУ*. 2011. № 1, т. 1. С. 179–188.
3. Валерко Р.А. Забруднення важкими металами ґрунтового покриву і фітоценозів на території м. Житомира та прилеглих до нього агроекосистем. *Вісник ДАЕУ*. 2008. № 1 (22). С. 356–366.
4. Герасимчук Л.О., Валерко Р.А. Екологічна оцінка якості овочевої продукції агроселітебних територій приміської зони м. Житомира. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 3. С. 76–82.
5. Мислива Т.М., Онопрієнко Л.О. Важкі метали в урбодифотопах і фітоценозах на території м. Житомира. *Вісник ХНАУ. Сер. Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів*. 2009. № 1. С. 89–95.
6. Valerko R. A., Herasymchuk L. O., Martenyuk G. M., Kravchuk M. M. Ecological assessment of vegetable products grown in the city of Zhytomyr and its residential suburb. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. Vol. 8, № 1. P. 927–938. DOI: 10.15421/2018_295.
7. Мислива Т.М., Герасимчук Л.О. Важкі метали в урбаноземах агроселітебних ландшафтів південно-західної частини м. Житомира. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер. Агрономія*. 2011. Т. 162. С. 155–165.
8. Вирощування екологічно чистої продукції рослинництва / Е.Г. Дегодюк та ін.; за ред. Е.Г. Дегодюка. Київ : Урожай, 1992. 320 с.
9. Білявський Ю.А. Особливості накопичення важких металів їстівними грибами. *Збірник наук. пр. Ін-т біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. № 17, т. 2. С. 303–309.
10. Разанов С.Ф., Врадій О.І. Оцінка інтенсивності забруднення їстівних грибів важкими металами в умовах Правобережного Лісостепу України. *Збалансоване природокористування*. 2019. № 1. С. 57–65. DOI: 10.33730/2310-4678.1.2019.170591.
11. Вінічук М.М., Скиба Г.В., Єльнікова Т.О., Мандро Ю.Н. біоаккумуляція окремих металів та неметалів у міцелії та плодів тїлах ектомікоризних грибів. *Вісник ХНУ імені В.В. Каразіна. Серія: Екологія*. 2019. № 20. С. 23–31.
12. Sithole S. C., Mugivhisa L. L., Amoo S. O., Olowoyo J. O. Pattern and concentrations of trace metals in mushrooms harvested from trace metal-polluted soils in Pretoria, South Africa. *South African Journal of Botany*. 2017. Vol. 108. P. 315–320. DOI: 10.1016/j.sajb.2016.08.010.
13. Zsigmond A. R., Varga K., Harangi S., Baranyai E., Urak I. Elemental profile of edible mushrooms from a forest near a major Romanian city. *Acta universitatis sapientiae agriculture and environment*. 2015. Vol. 7. P. 98–107. DOI: 10.1515/ausae-2015-0009.
14. Ndimele C. C., Ndimele P. E., Chukwuka K. S. Accumulation of heavy metals by wild mushrooms in Ibadan, Nigeria. *Journal of health and pollution*. 2017. Vol. 7. P. 26–30. DOI: 10.5696/2156-9614-7.16.26.
15. Lalotra P., Gupta D., Yangdol R., Sharma Y.P., Gupta S.K. Bioaccumulation of heavy metals in the sporocarps of some wild mushrooms. *Current research in environmental & applied mycology*. 2016. Vol. 6. 159–165. DOI: 10.5943/cream/6/3/2.
16. Антоняк Г.Л., Калинець-Мамчур З.І., Дудка І.О. Екологія грибів : монографія. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2013. 628 с.