



О. І. Врадїй

асистент кафедри екології та охорони навколишнього середовища агрономічного факультету, Вінницький національний аграрний університет (м. Вінниця), Україна

УДК 504.5: 635.8 (477.4+292.485)
DOI 10.31395/2310-0478-2018-1-96-99



Б. Д. Міщенко

студент 3-го курсу факультету технології виробництва та переробки продукції тваринництва, Вінницький національний аграрний університет (м. Вінниця), Україна
E-mail: oksanavradii@gmail.com

МОНІТОРИНГ ЗАБРУДНЕННЯ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ ЇСТІВНИХ ГРИБІВ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Анотація. Досліджено інтенсивність забруднення важкими металами грибів різної кулінарної обробки. Виявлено, що у білих (*Boletus edulis*) висушених грибах спостерігалось перевищення гранично допустимих концентрацій свинцю, кадмію та цинку у 4,2 рази, 32,1 і 2,8 рази відповідно. У маслюках звичайних (*Suillus luteus*) маринованих перевищення свинцю було у 1,4 та кадмію 10,8 рази. У рижиках справжніх (*Lactarius deliciosus*) маринованих спостерігалось перевищення тільки цинку у 3,4 рази. В опеньках справжніх (*Armillaria mellea*) маринованих перевищення гранично допустимих концентрацій виявлено за кадмієм у 1,5 рази. У всіх інших досліджуваних грибах перевищень за свинцем, цинком, кадмієм і міддю не виявлено.

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

О. И. Врадий

ассистент кафедры экологии и охраны окружающей среды агрономического факультета Винницкого национального аграрного университета (г. Винница), Украина

Б. Д. Мищенко

студент 3-го курса факультета технологии производства и переработки продукции животноводства Винницкого национального аграрного университета (г. Винница), Украина

МОНІТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕННЯ ТЯЖЕЛИМИ МЕТАЛАМИ СЪЕДОБНЫХ ГРИБОВ В УСЛОВИЯХ ПРАВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

Аннотация. Исследована интенсивность загрязнения тяжелыми металлами грибов различной кулинарной обработки. Виявлено, что в белых (*Boletus edulis*) высушенных грибах наблюдалось превышение предельно допустимых концентраций свинца, кадмия и цинка в 4,2 раза, 32,1 и 2,8 раза соответственно. В маслятах обыкновенных звичайних (*Suillus luteus*) маринованных превышение свинца было в 1,4 и кадмия в 10,8 рази. В рижиках настоящих (*Lactarius deliciosus*) маринованных наблюдалось превышение только цинка в 3,4 рази. В опятах настоящих (*Armillaria mellea*) маринованных превышение предельно допустимых концентраций выявлено по кадмию в 1,5 рази. Во всех остальных исследуемых грибах превышений по свинцу, цинку, кадмию и меди не обнаружено.

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

O. Vradiy

Assistant Professor of the Department of Ecology and Environmental Protection of Agronomy Faculty, Vinnytsia National Agrarian University (Vinnytsia), Ukraine

B. Mishchenko

3rd year Student of the Faculty of Technology of Production and Processing Animal Foodstuffs, Vinnytsia National Agrarian University (Vinnytsia), Ukraine

MONITORING THE POLLUTION OF EDIBLE MUSHROOMS BY HEAVY METALS IN THE CONDITIONS OF RIGHT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE

Abstract. One of the main tasks of the state today is to provide the population of the planet with high quality and safe food raw materials. However, at present there are cases of noticeable decrease in the quality and safety of food raw materials due to anthropogenic impact, which is accompanied by increasing pollution of the environment by harmful substances, in particular, by the pollutants. It has happened historically that these pollutants have been powerful agents causing the environmental pollution in Ukraine for years. The content of these substances in the environment has significantly increased after the Chernobyl catastrophe, It usually has a negative impact on the environment.

A large number of pollutants in the environment passes into food by trophic chains, significantly reducing its quality and safety. Such heavy metals as lead, cadmium, zinc and copper are a major danger for the population. These compounds are characterized by prevalence, high toxicity and the ability to accumulate in living organisms causing a lot of negative disorders.

The risk of heavy metals entering the environment is determined by the fact that, unlike organic pollutants, they do not collapse, but pass from one form to another, in particular, they are included into the salts, oxides, organometallic compounds. The intensity of contamination of different culinary processing mushrooms by heavy metals was investigated. It was found that dried caps (*Boletus edulis*) exceeded the maximum allowable concentrations of lead, cadmium and zinc by 4.2 times,

32.1 and 2.8 times, respectively. The marinated oil usual mushrooms (*Suillus luteus*) had the excess of lead by 1.4 times and that of cadmium by 10.8 times. The excess of only zinc by 3.4 times was observed in the marinated orange agaric these (*Lactarius deliciosus*). The excess in maximum allowable concentrations of cadmium by 1.5 times was detected in the marinated honey agaric these (*Armillaria mellea*). All other studied mushrooms did not exceed the content of lead, zinc, cadmium and copper.

Key words: heavy metals, mushrooms, concentration, cadmium, zinc, copper, lead, maximum allowable concentrations, excess.

Постановка проблеми. Одним з головних завдань держави є забезпечення населення якісною та безпечною продовольчою сировиною. Однак, нині спостерігаються випадки помітного зниження якості та безпеки продовольчої сировини внаслідок антропогенного впливу, який супроводжується зростаючим забрудненням навколишнього середовища шкідливими речовинами, зокрема поллютантами. Історично склалось так, що на території України впродовж багатьох років діють потужні чинники забруднення довкілля саме цими поллютантами. А в зв'язку ще й з Чорнобильською катастрофою, вміст цих речовин у навколишньому середовищі помітно підвищився, що звичайно має негативні наслідки [1].

Велика кількість поллютантів, що зустрічаються в навколишньому середовищі, переходить у продукти харчування по трофічних ланцюгах, суттєво знижуючи її якість і безпеку. Велику небезпеку для населення становлять важкі метали, зокрема – свинець, кадмій, цинк і мідь. Ці сполуки характеризуються поширеністю, високою токсичністю та здатністю до накопичення в живих організмах викликаючи цілу низку негативних порушень [2].

Небезпека надходження у навколишнє середовище важких металів визначається тим, що на відміну від органічних забруднювачів вони не руйнуються, а переходять з однієї форми в іншу, зокрема включаються у склад солей, оксидів, металоорганічних сполук [3].

Аналіз вітчизняної та зарубіжної літератури свідчить, що в екологічній геохімії все більше уваги приділяється дослідженню поведінки важких металів та їх форм знаходження в ґрунтах. Це зумовлено тим, що ґрунти є головним регулятором геохімічних процесів та індикатором екологічного стану і стійкості ландшафтів до техногенного впливу [3].

На відміну від інших середовищ, у ґрунтах відсутня можливість їх швидкого очищення. Хімічні забруднювачі можуть зберігатися в ньому значний період, входить до різних екологічних ланцюгів, зумовлюючи тривалу дію токсикантів [4].

Основними джерелами забруднення ґрунтів важкими металами є: вихлопні гази транспортних засобів; вивезення на поля мулу після очищення стічних вод; зрошення стічними водами; залишки та викиди при експлуатації шахт і промислових майданчиків, внесення фосфорних та органічних добрив; застосування пестицидів. За таких умов спостерігається інтенсивне накопичення важких металів у продукції рослинництва, що створює загрозу одержання небезпечної продовольчої сировини [5–7].

Особливо це явище властиве продукції лісівництва, де існуючі заходи перешкоджання міграції важких металів у системі «ґрунт–рослина» малоперспективні [2].

В лісових біогеоценозах, поряд із ґрунтом, накопичувачем атмосферних забруднень є рослинність. У рослинах і ґрунті існують зв'язки, пов'язані з транслокацією важких металів зокрема свинцю, кадмію, цинку та міді [1].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Нині у зв'язку з економічною ситуацією в Україні зріс попит населення до поповнення харчового раціону продукцією лісівництва, зокрема грибами дикорослими. Особливо ці продукти харчування є традиційними для мешканців лісових регіонів. Певна частина населення використовує гриби зібрані неподалік автомобільних трас та в місцях забруднених територій [3].

Споживання продукції харчування забрудненої важкими металами призводить до їхнього накопичення у тканинах організму. Досягаючи певної концентрації в організмі,

вони – викликають отруєння і мутації. При цьому важкі метали спричиняють забруднення печінкових і ниркових каналів що супроводжується забрудненням ниркових і печінкових каналів, що знижує фільтраційну здатність цих органів. Як наслідок, це призводить до накопичення токсинів у клітинах, що спричиняє самоотруєнням організму [8].

Виходячи з цього, виникає потреба в постійному моніторингу концентрації важких металів у продовольчій сировині (особливо у продукції лісівництва) для прогнозування інтенсивності надходження харчовим ланцюгом важких металів у організмі людини [2].

У науковій літературі висвітлена порівняно невелика кількість робіт стосовно довготривалих систематичних досліджень щодо накопичення в грибах важких металів і можливої небезпеки для людини при вживанні цієї харчової продукції. Однак існує низка робіт присвячених особливостям і закономірностям накопичення важких металів у ґрунтах і рослинній продукції. Це роботи С.А. Балюка, В.В. Добровольського, Є.А. Жовінського, Н.Г. Зиріної, В.Б. Ільїна, А. Кабата-Пендіс, В.А. Ковди, Б.Б. Полинової, А.І. Фатєєвої, А.Є., А.Є. Ферсмана, та ін. Автори відмічають важливі закономірності і фактори, що найбільш суттєво впливають на накопичення важких металів [1, 4, 8].

Мета статті – вивчити інтенсивність забруднення істивних грибів свинцем, кадмієм, цинком і міддю в умовах Лісостепу Правобережного України.

Методика дослідження. Моніторинг забруднення грибів проводили на території лісового господарства смт Тиврів Вінницького району в умовах Лісостепу Правобережного України протягом півріччя 2017 року. Дослідження концентрації важких металів виконували в науково-вимірній 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 [9]. Для оцінки ступеня небезпечно-ті елемента-забруднювача використовували коефіцієнт небезпеки – співвідношення між концентрацією поллютанта в ґрунті або плодівому тілі гриба за його гранично допустимую концентрацією.

$$K_{\text{не}} = \frac{C}{ГДК}$$

Відповідно до ГОСТ 17.4.3.03-85 (СТ СЕВ 4469-84) метод визначення речовини, що забруднює ґрунт, повинен забезпечувати:

- визначення кількості забруднювача (елемента) на порядок нижче ГДК;
- відтворюваність методу не більше 30%;
- селективність відносно компоненту, який аналізують;
- використання реактивів із зазначенням їхньої чистоти і приладів, що забезпечують відтворення методу.

Метод атомної абсорбції ґрунтується на використанні здатності вільних атомів певних елементів селективно поглинати резонансне випромінювання з довжиною хвилі властивої конкретному елементу.

Принцип методу полягає в тому, що для кількісного визначення використовується здатність атомізованих, тобто визволених від хімічних зв'язків елементів, селективно поглинати у вузькому діапазоні довжини хвилі емісію збуджених атомів цих же елементів. Звільнення елементів від хімічних зв'язків, дисоціація, досягається вприскуванням розчину досліджуваного елементу в

полум'я, де іони металу переходять у стан атомного пару. Механізм атомізації розчину зразка складається з декількох ступенів. Розпилувач перетворює розчин в аерозоль, який подається на пальник і вприскується в полум'я. В полум'ї краплі повинні висохнути, залишок – розплавитись і випаруватись, а всі сполуки – дисоціювати до вільних атомів.

Більшість атомів у полум'ї в основному знаходиться в енергетичному стані, завдяки чому вони можуть поглинати резонансне випромінювання з відповідною довжиною хвилі, яке створюється лампою з порожнистим катодом, виготовленим з елементу, що визначається. Поглинання випромінювання розраховується монохроматором, який ізолює цю лінію від інших ліній спектру і вимірюється реєструючим обладнанням.

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

Основні результати дослідження. Аналізуючи забруднення грибів важкими металами (табл. 1), необхідно відмітити, що у білих висушених грибах концентрація свинцю, кадмію та цинку перевищували ГДК у 4,2 рази, 32,1 та 2,8 рази відповідно. Тоді як концентрація міді була нижча за ГДК у 7,6 рази.

У маслюках спостерігалось перевищення концентрації свинцю і кадмію в порівнянні з ГДК у 1,4 і 10,8 рази відповідно, а концентрація міді і цинку була нижчою за ГДК у 63 і 2,8 рази відповідно. Гриби рижиками мали перевищення ГДК лише за цинком в 3,4 рази. Концентрація свинцю, кадмію та міді була нижчою від ГДК у 1,5, 2,0 та 83,3 рази. У опеньках перевищення за ГДК встановле-

но лише за кадмієм. Концентрація свинцю, цинку та міді була нижча у 2,1, 19,6 та 111 рази відповідно.

Водночас, необхідно відмітити, що найвища концентрація свинцю була виявлена в маслюках – понаднормова у 2,0 і 2,8 рази порівняно з рижиками та опеньками маринованими. Концентрація кадмію також була вищою у маслюках маринованих порівняно з рижиками та опеньками маринованими відповідно у 21,2 та 7,2 рази. Концентрація цинку була вища у рижиках маринованих порівняно з маслюками та опеньками маринованими відповідно у 9,7 та 67,2 рази. Концентрація міді спостерігалась найвищою в маслюках маринованих порівняно з рижиками та опеньками маринованими відповідно у 1,3 та 1,7 рази.

Аналізуючи показники відображені в таблиці 2, необхідно відмітити, що найвищий коефіцієнт небезпечності спостерігається за кадмієм у білих висушених грибах

Зокрема він був вищий порівняно з таким за свинцем, цинком та міддю у 7,6, 11 та 247 рази. У маслятах маринованих коефіцієнт небезпечності був найвищим також у кадмію. Зокрема порівняно зі свинцем, цинком та міддю у 8 рази, 31 та 1 рази.

У рижиках маринованих найвищий коефіцієнт небезпечності спостерігався за цинком. Порівняно зі свинцем, кадмієм та міддю коефіцієнт небезпечності цинку у рижиках маринованих був вищим у 5, 6,7 та 342 рази відповідно.

У грибах опеньках маринованих найвищий коефіцієнт небезпечності спостерігався за кадмієм. Він був вищим порівняно зі свинцем, цинком та міддю у 3,1, 29,4 та 167 рази.

Таблиця 1

Концентрація важких металів у грибах, мг/кг протягом півріччя 2017 року

Вид грибів	Важкий метал							
	Свинець	ГДК	Кадмій	ГДК	Цинк	ГДК	Мідь	ГДК
Білі (сушені)	2,12±0,02	0,5	3,21±0,04	0,1	56,77±0,08	20	1,31±0,02	10
Маслюки (мариновані)	0,68±0,01	0,5	1,08±0,02	0,1	7,09±0,02	20	0,16±0,02	10
Рижиками (мариновані)	0,34±0,03	0,5	0,051±0	0,1	68,5±0	20	0,12±0,03	10
Опеньки (мариновані)	0,24±0,03	0,5	0,15±0,02	0,1	1,02±0	20	0,09±0,01	10

Таблиця 2

Коефіцієнт небезпечності важких металів

Вид грибів	Важкий метал			
	Свинець	Кадмій	Цинк	Мідь
Білі (сушені)	4,240	32,100	2,830	0,130
Маслюки (мариновані)	1,360	10,800	0,350	0,010
Рижиками (мариновані)	0,680	0,510	3,420	0,010
Опеньки (мариновані)	0,480	1,500	0,051	0,009

Висновки. У грибах, одержаних в умовах лісового господарства смт Тиврів Вінницького району з території Лісостепу Правобережного України виявлено перевищення ГДК за свинцем, кадмієм та цинком. Зокрема у білих (*Boletus edulis*) висушених грибах спостерігалось перевищення гранично допустимих концентрацій свинцю, кадмію та цинку у 4,2 рази, 32,1 і 2,8 рази відповідно. У маслюках звичайних (*Suillus luteus*) маринованих перевищення свинцю було у 1,4 та кадмію 10,8 рази. У рижиках справжніх (*Lactarius deliciosus*) маринованих спостерігалось перевищення тільки цинку у 3,4 рази. В опеньках справжніх (*Armillaria mellea*) маринованих перевищення гранично допустимих концентрацій виявлено за кадмієм у 1,5 рази. У всіх інших досліджуваних грибах перевищень за свинцем, цинком, кадмієм і міддю не виявлено.

Література

1. Фатеев А.І., Я.В. Пашенко, С.А. Балюка Фоновий вміст мікроелементів у ґрунтах України. Харків ННЦ «УГА ім. О.М. Соколовського». 117 с.
2. Дворник А.М. Доза внутрішнього облучения населения от пищевой продукции леса. Тез. докл. III съезда по радиационным исследованиям. 14-17 окт. 1997 г. Москва : Пушино, 1997. С. 283-284.
3. Некос А.Н., О.О. Рукавичка Особливості накопичення важких металів у системі «гриб – лісова підстилка – ґрунт» (на прикладі Дубровицького району Рівненської області). Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2008. № 1-2. С. 54-61.
4. Стецюк Ю., Сідлецький Ю. Основи мікології. К. : Четверта хвиля, 2000. 368 с.
5. Черненко Т.В. Реакция лесной растительности на промышленное загрязнение. М: Наука, 2002. 191 с.
6. Ita B.N., Essien J.P., Ebong G.A. Heavy metal levels in fruiting bodies of edible and non-edible mushrooms from the Niger Delta Region of Nigeria J. Agr. Soc. Sci. 2006. Vol. 2. P. 84-87.
7. Mushin K., Afyon A., Yagiz D. Minor element and heavy metal contents

of wild growing and edible mushrooms from western black sea region of Turkey *Fresenius Environmental Bulletin*. 2007. Vol. 16. № 11a. P. 1359–1362.

8. Булавик І.М. Накоплення Cs-137 в харчовій продукції лісу. *Проблема лісів і лісогосподарства в Поліссі України* за ред. Булавик І.М. Житомир, 1996. Вип. 4. С. 31–35.

9. 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.

References

1. Fatieyev A.I., Pashchenko Ya.V., Baliuka S.A. Background content of microelements in the soils of Ukraine. Kharkiv ESC "UPA named after O.M. Sokolovskiy". 117 p.

2. Dvornik A.M. Dose of population's internal irradiation from forest food production. Thesis of reports of the III Congress on radiation research. October 14–17. 1997. Moscow : Pushchino, 1997. P.283–284.

3. Nekos A.N., Rukavychka O.O. Peculiarities of heavy metals accumulation

in the system "mushroom – duff – soil" (on the example of Dubrovysia district Rivne region). *Man and environment. Problems of neocology*. 2008. № 1–2. P. 54–61.

4. Stetsiuk Yu., Sidletskiy Yu. Basis of microbiology. K. : Chetverta Khvyliia, 2000. 368 p.

5. Chernenkova T.V. Reaction of forest fauna on industrial pollution. M : Nauka, 2002. 191 p.

6. Ita B.N., Essien J.P., Ebong G.A. Heavy metal levels in fruiting bodies of edible and non-edible mushrooms from the Niger Delta Region of Nigeria *J. Agri. Soc. Sci*. 2006. Vol. 2. P. 84–87.

7. Mushin K., Afyon A., Yagiz D. Minor element and heavy metal contents of wild growing and edible mushrooms from western black sea region of Turkey *Fresenius Environmental Bulletin*. 2007. Vol. 16. № 11a. P. 1359–1362.

8. Bulavik I.M. Accumulation of Cs-137 in the forest food production. *Problem of forests and forest use in Ukraine's Polissia* Scientific work Bulavik I.M. Polissia ALNIS. Zhytomir : 1996. Ed. 4. P. 31–35.

9. Decree of Ministry of Health of Ukraine. No 368. 13.05.2013. <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0845-06>