

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

ВРАДІЙ ОКСАНА ІГОРІВНА

УДК 502 [635. 8 + 634. 7] (477. 4 - 292. 485)

ДИСЕРТАЦІЯ
ЕКОТОКСИКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ХАРЧОВИХ НЕДЕРЕВНИХ
ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО

Спеціальність 03.00.16 – екологія (сільськогосподарські науки)

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело



Оксана ВРАДІЙ

Науковий керівник: **Разанов Сергій Федорович**, доктор
сільськогосподарських наук, професор

Дніпро – 2023

АНОТАЦІЯ

Врадій О.І. Екотоксикологічна оцінка харчових недеревних лісових ресурсів Лісостепу Правобережного. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.16 «Екологія». – Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Дніпро, 2023.

Дисертація присвячена дослідженню інтенсивності забруднення їстівних грибів та лісових ягід важкими металами – свинцем, кадмієм, цинком і міддю в умовах Лісостепу Правобережного. На основі проведених досліджень оптимізовано технологічні аспекти заходів по зменшенню вмісту важких металів у грибах для підвищення їх рівня екологічної безпеки. Досліджувані політанти, перебуваючи в нормі з продуктами харчування, втім числі із грибами та ягодами, потрапляють до організму людини, накопичуються в їх тканинах та викликають цілий ряд змін на клітинному, тканинному, органному і організмовому рівнях. Ці наслідки призводять до змін в біохімічних, фізіологічних і метаболічних процесах, що викликають цілу низку захворювань населення.

На основі проведених досліджень встановлені рівні забруднення грибів та лісових ягід важкими металами. Визначено коефіцієнти небезпеки та накопичення їх в залежності від рівня забруднення ґрунтів, їх типів, оптимізовано обробку їстівних грибів з метою зниження в них концентрації Zn, Cd, Cu, Pb. На прикладі Тиврівської міської об'єднаної територіальної громади, що включали Гніванське та Тиврівське лісництва Вінницької області досліджено інтенсивність забруднення ґрунтів лісових угідь важкими металами (Zn, Cd, Cu, Pb) та проведено моніторинг забруднення їстівних грибів та ягід.

Автором з'ясовано, що в умовах лісових угідь Вінницької області спостерігається перевищення ГДК кадмію у грибах: гіропорах березових синіючих (синяк) (*Gyroporus cyanescens* (Lat.)) – у 1,6 раз, трутовиках

сірчано-жовтих (*Laetiporus sulphureus* (Lat.)) – у 1,5 раз, боровиках королівських (*Butyriboletus regius* (Lat.)) – у 1,4 раз, лецінелумах (бабка) (*Leccinellum* (Lat.)) – у 1,7 раз, мухоморах червоніючих (маремуха) (*Amanita rubescens* (Lat.)) – у 6,5 раз, підберезовиках (*Leccinum scabrum* (Lat.)) – у 1,7 раз, підосиковиках (*Leccinum aurantiacum* (Lat.)) – у 1,3 раз та опеньках осінніх справжніх (*Armillaria mellea* (Lat.)) – у 1,7 раз. Вміст свинцю, цинку та міді у грибах був нижчий ГДК в межах від 1,7 – 2,4 раз, 1,8 – 270,2 раз та 3,5 – 166,6 раз відповідно.

Встановлено, перевищення ГДК важких металів по кадмію у 3,0 рази у ягодах суниці лісової (*Fragaria vesca* (Lat.)). Концентрація цинку і міді була нижча ГДК. Одночасно необхідно відмітити, що у ягодах ожини лісової (*Eubatus* (Lat.)), плодах яблуні лісової (*Malus sylvestris* Mill. (Lat.)), плодах груші лісової (*Pyrus pyraster* (Lat.)), ягодах суниці лісової (*Fragaria vesca* (Lat.)) та ягодах черешні лісової (*Prunus avium* (Lat.)) свинцю не виявлено.

В умовах досліджуваних лісових угідь Вінниччини виявлено найвищий коефіцієнт небезпеки свинцю в грибах – опеньках осінніх справжніх (*Armillaria mellea* (Lat.)) – 0,58, кадмію – у сиріжках (*Russula Pers.* (Lat.)) – 21,6, цинку – у білих грибах (*Boletus edulis* (Lat.)) – 0,57 та міді у – опеньках осінніх справжніх (*Armillaria mellea* (Lat.)) – 0,28. Найвищий коефіцієнт небезпеки цинку і міді спостерігався у ягодах суниці лісової (*Fragaria vesca* (Lat.)). Коефіцієнт небезпеки свинцю у лісових ягодах та плодах – не виявлено, а кадмію – тільки у ягодах суниці лісової (*Fragaria vesca* (Lat.)) – 0,3.

Характеризуючи коефіцієнти накопичення важких металів у харчових недеревних лісових ресурсах рослинного походження, необхідно відмітити, що найвища концентрація свинцю була у трутовиках сірчано-жовтих (*Laetiporus sulphureus* (Lat.)) – 0,81, кадмію – у сиріжках (*Russula Pers.* (Lat.)) – 3,82, цинку – у білих грибах (*Boletus edulis* (Lat.)) – 6,83 та міді – у боровиках королівських (*Butyriboletus regius* (Lat.)) – 18.

Поряд з цим, необхідно відмітити, що серед лісових ягід та плодів, найвищий коефіцієнт накопичення кадмію і цинку спостерігається у ягід суниці лісової (*Fragaria vesca (Lat.)*). Зокрема, коефіцієнт накопичення цинку у ягодах суниці лісової (*Fragaria vesca (Lat.)*) був вищим порівняно із ягодами ожини лісової (*Eubatus (Lat.)*) – у 2,04 раз, плодами яблуні лісової (*Malus sylvestris Mill. (Lat.)*) – у 4,6 раз, плодами груші лісової (*Pyrus pyraeaster (Lat.)*) – у 2,21 раз та ягодами черешні лісової (*Prunus avium (Lat.)*) – у 2,75 раз. По міді найвищий коефіцієнт накопичення був також у ягодах суниці лісової (*Fragaria vesca (Lat.)*), в порівнянні із ягодами ожини лісової (*Eubatus (Lat.)*) – у 0,9 раз, плодами яблуні лісової (*Malus sylvestris Mill. (Lat.)*) – у 9,0 раз, плодами груші лісової (*Pyrus pyraeaster (Lat.)*) – у 4,27 раз та ягодами черешні лісової (*Prunus avium (Lat.)*) – у 3,6 раз.

В результаті проведених досліджень, виявлено, що за вимочування грибів протягом 2-х годин у водопровідній воді за температури зовнішнього середовища 22-24 °С концентрація цинку в них знижується від 1,59 до 1,85 раз; міді – від 3,0 до 3,7 раз; свинцю – від 2,41 до 2,62 раз; кадмію – від 1,96 до 2,16 раз. При вимочуванні грибів протягом 2-х годин в одновідсотковому вмісті солі у воді, концентрація цинку в них знижується: від 1,2 до 1,63 раз; міді – від 2,0 до 2,64 раз; свинцю – від 3,62 до 4,4 раз; кадмію – від 3,4 до 6,0 раз. За вимочування грибів протягом 4-х годин в одновідсотковому вмісті солі у воді, концентрація цинку в них знизилась: від 1,23 до 1,48 раз; міді – від 1,34 до 2,15 раз; свинцю – від 12,0 до 23,0 раз; кадмію – від 1,08 до 1,2 раз. А при вимочуванні грибів протягом 6-ти годин в одновідсотковому вмісті солі у воді концентрація цинку в них знизилась: від 1,16 до 1,29 раз; міді – від 1,5 до 1,73 раз; свинцю – від 3,5 до 4,2 раз; кадмію – від 1,5 до 2,0 раз.

Доведено, що видалення мінерального залишку з води шляхом температурної обробки (кип'ятіння) сприяє зниженню свинцю у грибах від 1,08 до 1,16 раз, кадмію – від 3,4 до 12,0 раз, цинку – від 1,35 до 2,17 раз та міді – від 5,95 до 16,0 раз (за вимочування грибів протягом 1-ї доби).

Досліджено, що вимочування грибів у дистильованій воді знижує у грибах концентрацію свинцю від 1,52 до 1,92 раз, кадмію – від 4,6 до 6,5 раз, цинку – від 1,25 до 1,85 раз та міді – від 0,3 до 1,8 раз.

На основі проведених досліджень встановлено що, за маринування грибів маслюків звичайних (*Suillus luteus (Lat.)*), рижиків смачних (*Lactarius deliciosus (Lat.)*) та опеньок осінніх справжніх (*Armillaria mellea (Lat.)*) знижується концентрація в них Pb у 1,14, 1,29 та 1,08 раз; Cd – у 1,62, 1,68, та 1,4 раз; Zn – у 1,2, 1,4 та 1,1 раз; Cu – у 1,3, 2,2 та 1,8 раз відповідно. При сушінні грибів (білих грибів (*Boletus edulis (Lat.)*) концентрація Pb підвищується у 7,0 раз, Cd та Zn – у 7,1 раз, Cu – у 5,55 раз.

Ключові слова: гриби, лісові ягоди, цинк, мідь, кадмій, свинець, дистильована вода, вода без мінерального залишку, коефіцієнт небезпеки, коефіцієнт накопичення.

SUMMARY

Vradiy O.I. Ecotoxicological assessment of food non-wood forest resources of the Forest-Steppe of the Right Bank. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of agricultural sciences on a specialty 03.00.16 «Ecology». – Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, 2023.

The dissertation is devoted to the study of the intensity of contamination of edible mushrooms and forest berries with heavy metals – lead, cadmium, zinc and copper in the conditions of the Forest-Steppe of the Right Bank. On the basis of the conducted research, the technological aspects of measures to reduce the content of heavy metals in mushrooms were optimized to increase their level of environmental safety. The studied pollutants, being in the norm with food products, including mushrooms and berries, enter the human body, accumulate in their tissues and cause a number of changes at the cellular, tissue, organ and organismal levels. These consequences lead to changes in biochemical, physiological and metabolic processes that cause a number of diseases of the population.

Based on the conducted research, the levels of heavy metal contamination of mushrooms and wild berries were established. The coefficients of danger and their accumulation depending on the level of soil pollution and their types were determined, the culinary processing of edible mushrooms was optimized in order to reduce the concentration of Zn, Cd, Cu, and Pb in them. Using the example of the Tyvrivsk urban united territorial community, which included the Hnivansk and Tyvrivsk forests of the Vinnytsia region, the intensity of soil contamination of forest lands with heavy metals (Zn, Cd, Cu, Pb) was investigated and the contamination of edible mushrooms and berries was monitored.

The author found out that in the conditions of the forest lands of the Vinnytsia region, there is an excess of the MPC of cadmium in mushrooms: *Gyroporus cyanescens* (Lat.) – by 1.6 time, *Laetiporus sulphureus* (Lat.) – 1.5 time, *Butyriboletus regius* (Lat.) – 1.4 time, *Leccinellum* (Lat.) – 1.7 time, *Amanita*

rubescens (Lat.) – by 6.5 time, *Leccinum scabrum* (Lat.) – by 1.7 time, *Leccinum aurantiacum* (Lat.) – by 1.3 time, and *Armillaria mellea* (Lat.) – 1.7 time. The content of lead, zinc and copper in mushrooms was lower than the MPC in the range of 1.7 – 2.4 time, 1.8 – 270.2 time and 3.5 – 166.6 time, respectively.

It was established that the maximum limit of heavy metals for cadmium was exceeded by 3.0 times in *Fragaria vesca* (Lat.) berries. The concentration of zinc and copper was lower than the MPC. At the same time, it should be noted that in berries *Eubatus* (Lat.), fruits *Malus sylvestris* Mill. (Lat.), fruits *Pyrus pyraster* (Lat.), berries *Fragaria vesca* (Lat.) and berries *Prunus avium* (Lat.) no lead was detected.

In the conditions of the investigated forest areas of Vinnytsia region, the highest danger coefficient of lead was found in mushrooms – *Armillaria mellea* (Lat.) – 0.58, cadmium – in *Russula Pers.* (Lat.) – 21.6, zinc – in *Boletus edulis* (Lat.) – 0.57, and copper in *Armillaria mellea* (Lat.) – 0.28. The highest hazard ratio of zinc and copper was observed in *Fragaria vesca* (Lat.) berries. The hazard ratio of lead in wild berries and fruits was not detected, and cadmium was only found in berries *Fragaria vesca* (Lat.) – 0.3.

Characterizing the coefficients of accumulation of heavy metals in food non-wood forest resources of plant origin, it should be noted that the highest concentration of lead was in *Laetiporus sulphureus* (Lat.) – 0.81, cadmium – in *Russula Pers.* (Lat.) – 3.82, zinc – in *Boletus edulis* (Lat.) – 6.83, and copper – in *Butyriboletus regius* (Lat.) – 18.

Along with this, it should be noted that among forest berries and fruits, the highest coefficient of accumulation of cadmium and zinc is observed in berries *Fragaria vesca* (Lat.). In particular, the coefficient of zinc accumulation in wild berries *Fragaria vesca* (Lat.) was higher compared to berries *Eubatus* (Lat.) – by 2.04 time, *Malus sylvestris* Mill. (Lat.) – by 4.6 time, by fruits of *Pyrus pyraster* (Lat.) – by 2.21 time and by berries of *Prunus avium* (Lat.) – by 2.75 time. In terms of copper, the highest coefficient of accumulation was also found in berries *Fragaria vesca* (Lat.), in comparison with berries *Eubatus* (Lat.) – by 0.9 time,

fruits *Malus sylvestris* Mill. (Lat.) – by 9.0 time, by fruits of *Pyrus pyraeaster* (Lat.) – by 4.27 time and by berries of *Prunus avium* (Lat.) – by 3.6 time.

As a result of the research, it was found that after soaking mushrooms for 2 hours in tap water at an ambient temperature of 22-24 °C, the concentration of zinc in them decreases from 1.59 to 1.85 time; copper – from 3.0 to 3.7 time; lead – from 2.41 to 2.62 time; cadmium – from 1.96 to 2.16 time. When soaking mushrooms for 2 hours in one percent salt content in water, the concentration of zinc in them decreases: from 1.2 to 1.63 time; copper – from 2.0 to 2.64 time; lead – from 3.62 to 4.4 time; cadmium – from 6.0 to 3.4 time. According to after keeping mushrooms for 4 hours in one percent salt content in water, the concentration of zinc in them decreased: from 1.23 to 1.48 time; copper – from 1.34 to 2.15 time; lead – from 23.0 to 12.0 time; cadmium – from 1.08 to 1.2 time. And when mushrooms are soaked for 6 hours in one percent salt content in water, the concentration of zinc in them decreased: from 1.16 to 1.29 time; copper – from 1.5 to 1.73 time; lead – from 3.5 to 4.2 time; cadmium – from 1.5 to 2.0 times.

It is proved that the removal of mineral residue from water by heat treatment (boiling) reduces lead in mushrooms from 1.08 to 1.16 time, cadmium – from 3.4 to 12.0 time, zinc – from 1.35 to 2.17 time and copper – from 5.95 to 16.0 time (for soaking mushrooms for 1 day).

It was studied that soaking mushrooms in distilled water reduces the concentration of lead in mushrooms from 1.52 to 1.92 time, cadmium – from 4.6 to 6.5 time, zinc – from 1.25 to 1.85 time and copper – from 0.3 to 1.8 time.

On the basis of the conducted researches it is established that, with use of marinating of mushrooms of *Suillus luteus* (Lat.), *Lactarius deliciosus* (Lat.) and *Armillaria mellea* (Lat.) the concentration in them of Pb in 1.14, 1.29 and 1.08 time; Cd – 1.62, 1.68, and 1.4 time; Zn – 1.2, 1.4 and 1.1 time; Cu – 1.3, 2.2 and 1.8 time, respectively. When drying mushrooms (*Boletus edulis* (Lat.)), The concentration of Pb increases 7,0 time, Cd and Zn – 7.1 time, Cu – 5.55 time.

Key words: mushrooms, wild berries, zinc, copper, cadmium, lead, distilled water, water without mineral residue, hazard coefficient, accumulation coefficient.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз даних Web of Science

1. Razanov S., Melnyk V., Symochko L., Dydiv A., **Vradii O.** et. all. Agroecological assessment of gray forest soils under intensive horticulture. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES)*. 2022. Vol. 12 (4). P. 459-464. (Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання статті)

Статті у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних:

2. **Врадій О.І.**, Міщенко Б.Д. Моніторинг забруднення важкими металами їстівних грибів в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2018. Вип. 1. С. 96 – 99. (Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання статті)

3. Разанов С.Ф., **Врадій О.І.** Оцінка інтенсивності забруднення їстівних грибів важкими металами в умовах Лісостепу Правобережного України. *Збалансоване природокористування*. 2019. №1. С. 57-65. (Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання статті)

4. Разанов С.Ф., **Врадій О.І.** Оцінка впливу води за кулінарної обробки грибів на концентрацію в них цинку і міді. *Збалансоване природокористування*. 2019. №4. С. 63-68. (Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання статті)

Статті у фахових наукових виданнях України:

5. **Врадій О.І.** Моніторинг забруднення важкими металами лісових ягід в умовах Лісостепу Правобережного України. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018. Вип. №2 (9). С. 178-186. (Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання статті)

6. Мазур В.А., **Врадій О.І.** Вплив водно-солевого розчину на вміст важких металів у грибах. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. Вип. №1 (20). С. 16-32. (Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання статті)

7. Разанов С.Ф., Гетман Н.Я., **Врадій О.І.**, Коруняк О.П. Зміна концентрації важких металів у грибах за їх консервування. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. Вип. № 3 (26). С. 205-215. (Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання статті)

Тези наукових доповідей:

8. **Врадій О.І.** Аналіз забруднення важкими металами лісових ягід в умовах Лісостепу Правобережного України. *Вплив змін клімату на онтогенез рослин*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 3-5 жовтня 2018 року, м. Миколаїв: МНАУ. 2018. С. 161-163. (Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання тези)

9. **Врадій О.І.**, Вергеліс В.І. Аналіз забруднення важкими металами їстівних грибів Вінницького району. *Регіональні геоекологічні проблеми в умовах сталого розвитку*: збірник наукових праць III Міжнародної науково-практичної конференції, 18-20 жовтня 2018 року, м. Рівне: РДГУ. 2018. С. 118-122. (Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання тези)

10. **O. Vradiy** Monitoring the pollution of forest berries by heavy metals in the conditions of Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Kluczowe aspekty naukowej dzialalnosci – 2018-2019*: матеріали XV Міжнародної наукової конференції, 31 грудня 2018 – 07 січня 2019 року, м. Перемишль. 2019. С. 10-11. (Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання тези)

11. **Врадій О.І.** Аналіз забруднення їстівних грибів важкими металами в умовах Лісостепу Правобережного України. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти*: збірник тез II

Міжнародної науково-практичної конференції, 10-12 квітня 2019 року, Київ – Миколаїв – Херсон. ДУ НМЦ «Агроосвіта». 2019. С. 139-142. (*Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання тези*)

12. Разанов С.Ф., Алексєєв О.О., **Врадій О.І.**, Вергеліс В.І. Моніторинг забруднення їстівних грибів важкими металами в умовах Лісостепу Правобережного України. *Vin Smart Eco*: збірник наукових праць І Науково-практичної конференції, 16-18 травня 2019 року, м. Вінниця: КВНЗ – Вінницька академія неперервної освіти. 2019. С. 218-220. (*Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання тези*)

13. Алексєєв О.О., **Врадій О.І.** Дослідження впливу терміну вимочування у водно-сольовому розчині грибів на концентрацію в них цинку. *Integration system of education, science and production in the modern information space*: матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції м. Тернопіль, 24 жовтня 2019 року, м. Тернопіль: Крок. 2019. С. 17-19. (*Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання тези*)

14. **Врадій О.І.** Зниження концентрації міді у грибах за вимочування їх у водно-сольовому розчині. *Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту*: збірник тез Міжнародної науково-практичної конференції м. Біла Церква, 31 жовтня 2019 року. Біла Церква: БНАУ. 2019. С. 3-5. (*Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання тези*)

15. **Врадій О.І.** Вплив застосування води при кулінарній обробці грибів на концентрацію в них цинку. *Ефективне функціонування екологічно-стабільних територій у контексті стратегій стійкого розвитку: агроекологічний, соціальний та економічний аспекти*: збірник матеріалів III Міжнародної науково-практичної конференції Інтернет-конференції м. Полтава, 12 грудня 2019 року. Полтава: ПДАА. 2019. С. 68-69. (*Особистий*

внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання тези)

16. А. Разанова, О. **Врадій** Зміни концентрації важких металів у грибах за їх кулінарної обробки та консервування. *Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу та сільських територій: матеріали XXIII Міжнародного науково-практичного форуму. 4-6 жовтня 2022 р. Львів: ЛНУП. 2022. С. 255-258. (Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання тези)*

Які додатково відображають наукові результати дисертації:

17. **Врадій О.І.** Моніторинг забруднення їстівних грибів важкими металами в умовах Лісостепу Правобережного. Міжнародна науково-практична інтернет-конференція молодих вчених та студентів «Проблеми і перспективи інноваційного розвитку аграрного сектора економіки в умовах інтеграційних процесів». 15-16 травня 2019 року, м. Вінниця.

18. **Врадій О.І.** Вплив терміну вимочування у водно-сольовому розчині грибів на концентрацію в них цинку та міді. *Вісник Уманського національного університету садівництва. 2019. №2. С.75-78. (Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання статті)*

19. **Врадій О.І.** Оцінка інтенсивності забруднення їстівних грибів важкими металами в умовах Лісостепу Правобережного України. *Сільське господарство та лісівництво. 2019. Вип. №1 (12). С. 225-235. (Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання статті)*

20. **О. Vradiy** Analysis of the efficiency of using the culinary processing of mushrooms in order to reduce the concentration of heavy metals in them. *Сільське господарство та лісівництво. 2020. №2 (17). С. 209-222. (Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання статті)*

21. **Врадій О.І.** Вплив рівня мінералізації води на концентрацію важких металів у грибах. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. Вип. №4 (19). С. 229-242. *(Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання статті)*

22. **Врадій О.І.** 2020. Аналіз ефективності застосування кулінарної обробки грибів для зменшення в них концентрації важких металів. *Dynamics of the development of world science. Abstracts of the 7-th International scientific and practical conference*. March 18-20, Vancouver. P. 295-304. *(Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання тези)*

23. **Врадій О.І.**, Разанов С.Ф. 2020. Спосіб зниження концентрації важких металів у їстівних грибах за кулінарної їх обробки: пат. на корисну модель 142065 України: МПК А23L 31/00 А23L 5/00; власник Вінницький національний аграрний університет: № u201911420, заявл. 25.11.19; опубл. 12.05.2020, Бюл. 9.

24. **Врадій О.І.** Міжнародна науково-практична інтернет конференція молодих вчених та студентів «Сучасні тенденції розвитку агропромислового сектора економіки в умовах конвергенції», 14-15 травня 2020 року, м. Вінниця.

25. **Врадій О.І.** Міжнародна науково-практична конференція «Напрями досліджень в аграрній науці: стан та перспективи», 5-6 листопада 2020 року, м. Вінниця.

26. **Врадій О.І.** Всеукраїнська науково-практична конференція «Розвиток аграрної науки в умовах змін клімату та діджиталізації землеробства», 9-10 червня 2022 року, м. Вінниця.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	16
РОЗДІЛ 1 ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН НЕДЕРЕВНИХ ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ В УМОВАХ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ (огляд літератури)....	22
1.1. Характеристика недеревних лісових ресурсів та наслідки техногенного їх забруднення.....	22
1.2. Екологічний стан лісових насаджень в Україні.....	36
1.3. Вплив техногенного забруднення на якість недеревних лісових ресурсів.....	43
1.4. Наслідки забруднення недеревних лісових ресурсів важкими металами.....	49
1.5. Сучасний стан лісових екосистем та ґрунтового покриву на території Вінницької області.....	54
Висновки до Розділу 1.....	61
РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	63
2.1. Еколого-географічна характеристика регіону досліджень.....	63
2.2. Програма і методика досліджень	71
РОЗДІЛ 3 ОЦІНКА ІНТЕНСИВНОСТІ ЗАБРУДНЕННЯ НЕДЕРЕВНИХ ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ В УМОВАХ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО.....	79
3.1. Вміст важких металів у недеревних лісових ресурсах.....	79
3.2. Коефіцієнт небезпеки важких металів у недеревних лісових ресурсах.....	85
3.3. Коефіцієнт накопичення важких металів у недеревних лісових ресурсах.....	91
Висновки до Розділу 3.....	97
РОЗДІЛ 4 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ ЩОДО ЗНИЖЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ГРИБАХ.....	100

4.1. Зміни концентрації важких металів у грибах внаслідок первинної їх водно-сольової обробки.....	100
4.2. Вплив безмінеральноговодного розчину на концентрацію у грибах Pb, Cd, Zn та Cu.....	107
4.3. Вплив обробки температурою та консервації грибів на вміст в них важких металів.....	113
Висновки до Розділу 4.....	118
ВИСНОВКИ.....	121
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	123
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	124
ДОДАТКИ.....	151

ВСТУП

Актуальність теми. Важливою складовою розвитку лісівництва є його недеревні ресурси, до складу яких належать дикорослі ягоди, їстівні гриби, плоди та ін. Відомо, що у зв'язку з низькою їх собівартістю та високою поживністю значення цих продуктів у житті людини не зменшилась, а цінність і потреба їх навіть зросла [1]. Це пов'язано з широким застосуванням їх у харчовій промисловості, медицині та ветеринарії. Продукти лісу рослинного походження, а саме їх заготівля, має велике значення для виконання програми виробництва продовольчої сировини з метою забезпечення потреб населення у продуктах харчування, що є одним із головних завдань нашої країни [3].

Одночасно підвищуються вимоги і до якості цієї продукції, що тісно пов'язано з екологічним станом лісових угідь, які на сьогоднішній день характеризуються зростаючим рівнем забруднення різними токсикантами внаслідок антропогенної діяльності населення. Забруднення навколишнього середовища відбувається переважно в результаті роботи підприємств енергетики, хімічної, нафтохімічної і нафтопереробної промисловості, транспорту та сільськогосподарського виробництва. За даними літературних джерел, сьогодні близько 60 тисяч різних шкідливих хімічних сполук потрапляє в навколишнє природне середовище, і з кожним роком до них додається ще 200 нових [2].

З продуктами харчування через трофічні ланцюги до організму людини надходять близько 80 різних металів, серед яких велику частку складають важкі метали, в тому числі Pb, Cd, Zn та Cu. Ці метали входять до групи найбільш токсичних, а мідь та цинк до групи найбільш поширених у природі важких металів [4].

Аспекти моніторингу якості лісової недеревної продукції на предмет забруднення важкими металами висвітлені в працях Н.А. Некос та ін., 2013; Т.М. Сторожук, 2015; Н.С. Дружинська, 2015; Т.В. Єрем, 2015; А.А. Дубініна

та ін., 2016; О.Ю. Купчик, 2016; А.В. Мигаль та ін., 2017; Н.Ю. Фатєєва та ін., 2018.

Використання продукції, забрудненої важкими металами в харчуванні населення призводить до підсилення негативного впливу її на організм людини, що супроводжується різноманітним порушенням її гомеостазу на клітинному, органному та організмовому рівнях. Важкі метали, які нагромаджуються в організмі людини викликають фізіологічні порушення, зокрема: токсикоз, алергію, онкологічні захворювання та ін. [5].

За таких умов надзвичайно важливим на сьогодні є зниження негативного впливу важких металів на організм людини. Це потребує постійного моніторингу та контролю за концентрацією важких металів у продукції харчування, в тім числі і грибах для прогнозування та перешкоджання надходження даних токсикантів до організму людини [6].

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано згідно плану науково-дослідної роботи кафедри екології та охорони навколишнього середовища Вінницького національного аграрного університету «Екотоксикологічна оцінка харчових недеревних лісових рослинних ресурсів Лісостепу Правобережного» (шифр держреєстрації 0120U102135 термін виконання 2019-2022 р.р. за кодом тематичної рубрики 68.47.94 від 23.04.2020) за напрямом «Охорона довкілля в умовах лісового господарства».

Мета і завдання досліджень. Мета роботи – дослідити інтенсивність накопичення у їстівних грибах і лісових ягодах важких металів в умовах лісових насаджень (узлісся) Лісостепу Правобережного та удосконалити шляхи зниження в цій сировині Pb, Cd, Zn та Cu.

Для досягнення поставленої мети необхідно було виконати ряд **завдань:**

– з'ясувати рівень наукового вивчення даної теми та повноти її висвітлення у базових виданнях України та за кордоном;

- провести моніторинг забруднення важкими металами (Zn, Cd, Cu, Pb) ґрунтів лісових екосистем, їстівних грибів та лісових ягід;
- розрахувати коефіцієнти небезпеки важких металів у недеревних лісових продуктах;
- обчислити коефіцієнти накопичення важких металів у їстівних лісових грибах;
- удосконалити технологічні операції переробки їстівних грибів з метою зниження в них концентрації Zn, Cd, Cu, Pb;
- показати екологічну ефективність одержаних результатів досліджень.

Об’єкт дослідження – їстівні гриби та лісові ягоди, одержані в умовах лісових насаджень (узлісся) Лісостепу Правобережного.

Предмет дослідження – інтенсивність і особливості накопичення їстівними лісовими грибами і лісовими ягодами Pb, Cd, Zn та Cu та удосконалення технологічних операцій, щодо підвищення їх якості.

Методи досліджень – загальнонаукові (аналізу, експерименту, спостереження, гіпотези, індукції, дедукції) – для вибору напрямів досліджень й опрацювання фактичного матеріалу; спеціальні – польовий (вивчення взаємодії об’єкта з антропічними чинниками); хімічний – визначення вмісту елементів у ґрунті, основної продукції лісівництва; статистичний – встановлення достовірності отриманих результатів і зв’язків між різними чинниками.

Наукова новизна одержаних результатів. Проведені дослідження дозволили визначити рівні накопичення важких металів (Pb, Cd, Zn та Cu) у їстівних лісових грибах і ягодах та зміни цих токсикантів за удосконалення технологічних операцій переробки цієї продукції, одержаної в умовах лісових насаджень (узлісся) Лісостепу Правобережного.

Вперше:

- вивчено інтенсивність накопичення важких металів їстівними грибами та ягодами;

- встановлено інтенсивність накопичення важких металів у грибах, залежно від їх виду;
- встановлені величини коефіцієнту накопичення і небезпеки важких металів у лісових ягодах та грибах, залежно від їх виду;
- показано технологічні операції переробки грибів, які сприяють зниженню концентрації важких металів у грибах.

Удосконалено технологію переробки їстівних лісових грибів, яка сприяє зменшенню вмісту в них Pb, Cd, Zn та Cu.

Набуло подальшого розвитку прогнозування інтенсивності забруднення грибів важкими металами та зниження їх концентрації в даній сировині.

Практичне значення отриманих результатів. Результати проведених досліджень є основою для розробки заходів щодо зниження вмісту важких металів у харчовій недеревній продукції лісництва, зокрема ягід і грибів, та підвищення рівня їх якості й екологічної безпеки.

Основні положення дисертаційної роботи увійшли до методичних рекомендацій: «Особливості заготівлі та переробки їстівних грибів в умовах техногенного забруднення лісових угідь» та патенту на корисну модель: Спосіб зниження концентрації важких металів у їстівних грибах за кулінарної їх обробки: пат. на корисну модель 142065 України: МПК А23L 31/00 А23L 5/00; власник Вінницький національний аграрний університет: № u201911420, заявл. 25.11.19; опубл. 12.05.2020, Бюл. 9.

Наукові розробки можуть бути використані у навчальному процесі при підготовці студентів спеціальності 101 «Екологія» при вивченні дисциплін «Екологічна безпека» та «Моніторинг довкілля». Наукові розробки впроваджено у їх викладання.

Особистий внесок здобувача полягає у проведенні теоретичних і експериментальних досліджень, їх узагальнення, обробці.

Програма та методика проведення досліджень, патентування, публікація статей, формулювання висновків та рекомендацій досліджень виконувались у співавторстві з науковим керівником.

Апробація результатів дослідження. Основні положення дисертації доповідалися на міжнародних конференціях з питань захисту довкілля:

1. Міжнародна науково-практична конференція *«Вплив змін клімату на онтогенез рослин»*, 3-5 жовтня 2018 року, м. Миколаїв.
2. III Міжнародна науково-практична конференція *«Регіональні геоecологічні проблеми в умовах сталого розвитку»*, 18-20 жовтня 2018 року, м. Рівне.
3. XV Міжнародна наукова конференція *«Kluczowe aspekty naukowej dzialalnosci – 2018-2019»*, 31 грудня 2018 – 07 січня 2019 року, м. Перемишль.
4. Міжнародна науково-практична конференція *«Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти»*, 10-12 квітня 2019 року, Київ – Миколаїв – Херсон.
5. I Науково-практична конференція *«Vin Smart Eco»*, 16-18 травня 2019 року, м. Вінниця.
6. V Міжнародна науково-практична конференція *«Integration system of education, science and production in the modern information space»*, 24 жовтня 2019 року, м. Тернопіль.
7. Міжнародна науково-практична конференція *«Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту»*, 31 жовтня 2019 року, м. Біла Церква.
8. III Міжнародна науково-практична інтернет-конференція *«Ефективне функціонування екологічно-стабільних територій у контексті стратегій стійкого розвитку: агроecологічний, соціальний та економічний аспекти»*, 12 грудня 2019 року, м. Полтава.
9. Міжнародна науково-практична інтернет-конференція молодих вчених та студентів *«Проблеми і перспективи інноваційного розвитку»*

аграрного сектора економіки в умовах інтеграційних процесів», 15-16 травня 2019 року, м. Вінниця.

10. International scientific and practical conference «*Dynamics of the development of world science*», March 18-20. 2020, Vancouver.

11. Міжнародна науково-практична інтернет конференція молодих вчених та студентів «*Сучасні тенденції розвитку агропромислового сектора економіки в умовах конвергенції*», 14-15 травня 2020 року, м. Вінниця.

12. Міжнародна науково-практична конференція «*Напрями досліджень в аграрній науці: стан та перспективи*», 5-6 листопада 2020 року, м. Вінниця.

13. Всеукраїнська науково-практична конференція «*Розвиток аграрної науки в умовах змін клімату та діджиталізації землеробства*», 9-10 червня 2022 року, м. Вінниця.

14. XXIII Міжнародний науково-практичний форум «*Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу та сільських територій*», 4-6 жовтня 2022 року, м. Львів.

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 23 наукових праці, у тому числі 1 стаття у наукових журналах, що входять до міжнародних фахових наукометричних баз Web of Science, 3 статті у наукових фахових виданнях, 3 статті у виданнях України, які включені до міжнародних наукометричних баз, 9 тез доповідей, 1 патент на корисну модель.

Структура дисертації. Дисертаційна робота викладена на 167 сторінках машинописного тексту, складається із вступу, 4 розділів, загальних висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел, 4 додатків. Обсяг основного тексту дисертації складає 120 сторінок друкованого тексту. Робота ілюстрована 31 таблицею, 6 рисунками. Список використаних джерел містить 271 найменування, з них 191 кирилицею та 80 латиницею.

РОЗДІЛ 1

ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН НЕДЕРЕВНИХ ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ В УМОВАХ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ

(огляд літератури)

1.1. Характеристика недеревних лісових ресурсів та наслідки їх техногенного забруднення

Важливим складовим лісівництва є недеревні його ресурси, до складу яких належать дикорослі ягоди, їстівні гриби, плоди та ін. З розвитком сільськогосподарського виробництва і високим підвищенням вирощування культурних плодів, ягід і овочів роль дикорослих ягід, плодів і грибів у харчуванні людини помітно знизилась. Однак, значення цих продуктів у житті людини не зменшилась, а цінність їх в останні роки навіть зросла, в зв'язку з широким застосуванням їх у медицині, ветеринарії, в харчовій і текстильній промисловості [1].

Автор І.М. Синякевич розділяє на категорії рослинні культивовані лісові ресурси, до них він відносить гриби та ягоди, що розміщуються на плантаціях відкритого ґрунту, а також тваринні культивовані ресурси лісу, до яких відносять звірі, вирощені в звіромисливських господарствах. Гриби – лісові ресурси недеревного походження. Існують чотири категорії смакових властивостей грибів. Першу групу представляють найцінніші за смаком і поживністю до яких необхідно віднести: білий гриб, хрящ-молочник справжній, рижик; другу – підберезник, маслюк, печериця, польський гриб, синяк; третю категорію – моховик, більшість сиріжок, лисичка, опеньок осінній; четверту – козяк, глива, опеньок літній, баран-гриб та інші, які використовують найчастіше для соління [2].

Гриби та інші складові лісових ресурсів недеревного походження являються частиною продуктів харчування людей, а також цінним ресурсом харчової, фармацевтичної та інших галузей народного та сільського господарства. Продукти лісу рослинного походження, а саме їх заготівля має

величезне значення для підприємств лісової галузі, саме у забезпеченні людей продуктами харчування високої цінності. Зокрема, гриби і ягоди інколи доповнюють раціон людей, але бувають і випадки, коли вони виступають головними продуктами харчування, навіть на одному рівні з хлібом, м'ясом та овочами. Нині зацікавленість людини на ці лісові продукти харчування ще більше зростає, але фермерські та спілково-кооперативні ринкові умови та державна роздрібна торгівля не можуть її охопити через те, що сировина дикорослих рослин заготовлюється в недостатньому об'ємі. Величезна кількість продуктів харчування, що відносяться до продуктів недеревного походження, в тому числі харчових, заготовляють тільки в літньо-осінній період, тому ця діяльність несе переважно сезонний характер [3].

Недеревна рослинність лісу має надзвичайно важливе значення в частині існування самого лісу, а саме: лісові ягоди, горіхи, гриби та інші різні плоди являються кормом для диких тварин; також вони відіграють важливу роль в розкладанні лісової підстилки, що сприяє утворенню гумусу, що в свою чергу підвищує родючість лісових ґрунтів [4].

Використання недеревних ресурсів у народногосподарських, промислових, лікарських і технічних потребах набуває все більшої актуальності. Саме ці види користування лісовими ресурсами стають однією з невід'ємних частин ведення лісового господарства. Велика кількість рослин, що ростуть в лісі є продуктами харчування для людей. Відомо, що на території України зустрічаються понад 100 видів плодових рослин. Головне місце у промисловій заготівлі займають такі плодові рослини: горобина, груша, глід, айва, ірга; кісточкові: вишня, черемха, терен, кизил, маслинка, обліпіха. А чорницю, брусницю, журавлину, лохину, малину, ожину, калину, жимолость їстівну, шипшину, а також виноград лісовий, актинідію, лимонник китайський та інші, відносять до найпоширеніших дикорослих плодових [5].

Продукти лісу наповнюють раціон людини. За кількістю білка вони подібні з помідорами, цибулею, морквою, капустою та іншими овочами. Також, окрім високого вмісту білка у плодах лісу містяться цукрові сполуки, кислоти, пектинові речовини, амінокислоти, вітаміни, мікро- та мікроелементи та інші корисні сполуки. За рік норма споживання свіжих плодів на одну людину повинна бути не менше 130 кг. Лісові ягоди вміщують в собі велику кількість вітамінів, пектинів, біологічно активних речовин, органічних кислот, мікроелементів та масу інших корисних для людського організму речовин. Чорниця, брусниця, лохина, малина, ожина, суниця, журавлина та інші, відносяться до найважливіших дикорослих ягідних рослин, які поширені в лісах та верхових і перехідних болотах Карпат та Полісся та Лісостепу [6-7].

Білки, вуглеводи та 84-92% води – це склад грибів. Окрім цих речовин гриби містять також важливі амінокислоти, глікоген (тваринний крохмаль), багато мікроелементів (калій, фосфор, магній, натрій, кальцій, залізо, сірка, хлор, тощо), вітаміни, а також нікотинова та пантотенова кислота, ферменти, ефірні олії, фугін (ідентичний хітину, як приклад роговидного панцира рака). Якщо у грибах міститься велика кількість цукрів це підвищує їх поживність та смакові якості. Білки, що містяться у грибах не поступаються своєю поживною якістю продуктам, що містять тваринні білки, але калорійність грибів не дуже висока: у 100 г сухих грибів вміщується приблизно 50 ккал енергії. Існують 4 групи, на які поділяються гриби за харчовими властивостями. А також існують різні види кулінарної обробки грибів: соління, маринування, з них можна виготовити порошки та екстракти. Також з різних видів грибів виготовляють різноманітні антибіотики: з білих – смертельні для паличок Коха; з лисичок та рядовок зелених – проти різних гнійних захворювань [7].

Дуже смолисті речовини містять такі гриби, як масляки модринові, ці речовини зменшують сильний головний біль. Для поліпшення роботи печінки можна вживати препарати із із жовчного гриба. У грибах боровиках

містяться спеціальні алкалоїди, які володіють протипухлинною дією, а також надають сили людському організму. Є такі гриби, як гнойовики, вони містять такі речовини, що розчиняються тільки у спирті. Якщо вживати такі гриби з алкоголем, людина отруюється і симптоми цього отруєння видно за 1-2 години. Такі методи використовуються для профілактики алкоголізму [7].

Цінними продуктами харчування завжди були і є гриби, а страви, що з них готуються – одні з найулюбленіших страв багатьох народів світу. Це все тому, що гриби містять велику кількість органічних і мінеральних речовин, які за своїм хімічним складом наближені до овочів та продуктів харчування тваринного походження [10, 46]. У грибах, що знаходяться у свіжому вигляді вміст води складає 84-94%, азотистих сполук від 2 до 6% (80% з яких – білки), вуглеводів від 1 до 3%, жирів від 0,2 до 6,0%, мінеральні сполуки та вітаміни групи А, В1, В2, С, D, РР [1-3].

Завдяки високому вмісту хітину, який в свою чергу утворює взаємокомплекси з білками, пігментами, солями кальцію, саме цим і відрізняється від рослинної клітковини – целюлози, в свою чергу перешкоджає абсолютно повноцінному засвоєнню страв із грибів під час перетравлення. Вміст протеїнів у грибах дуже високий саме у сухій речовині близько 40% [46], це означає, що він вищий ніж у насінні квасолі та гороху. Від 54 до 85% становить засвоюваність білків, що містяться у грибах, а це означає, що вона приблизна до рослинних. 70% вуглеводів, що містяться у сухій речовині грибів, засвоюється на 93-99%. Глікоген (тваринний крохмаль), тригалога, глюкоза, мікоза, маніт – вуглеводи, що містяться у грибах. Саме завдяки цим речовинам супроводжується солодкий присмак у грибах. Такі види грибів, як сиріжки та хрящі-молочники, містять високий вміст вуглеводів у сухій речовині та мають широке поширення та застосування у кулінарії, а саме в процесі соління [76, 85, 108]. Вміст жироподібних сполук у грибах таких, як фосфатиди, холестерин та ергостерин, що засвоюються на 92-97%, більший ніж у картоплі та інших овочах [90]. У плодових тілах грибів містяться екстрактивні речовини,

каротин, пантотенова кислота, ензими, антибіотичні речовини, що подібні до речовин, що містяться у фруктах [118, 141, 145].

Лисички справжні (*Cantharēllus cibārius (Lat.)*) – гриби, що входять до групи їстівних, та мають лікувальні властивості. З цих грибів готують не тільки смачні страви, а й засоби для лікування та профілактики різних захворювань. Дані гриби володіють багатим хімічним складом. До їх складу входять: вітаміни А, В1, В2, С, D, Е, РР, жири, вуглеводи, білки, клітковина, бета каротин, хітинманноза, траметонолінова кислота, мінерали: Zn, Cu, Fe, Mg, K, Ca, P і ін., ергостерол, моносахариди і дисахариди, зола, жирні кислоти, амінокислоти, антиоксиданти та ін. Лисички справжні – гриби, що є найчистішими у наших лісах, їх не поїдають ніякі черви, через вміст у них хітинманнози – природного протипаразитного засобу, що знищує паразитів та їх личинки. Саме в цьому і полягає їх перевага перед деякими аптечними засобами, що винищують виключно тільки дорослі особини [147, 148].

Даний вид грибів має здатність припиняти ріст онко пухлин в печінці, грудній клітці, підшлунковій залозі. Траметонолінова кислота, що міститься в них може боротися з вірусом гепатиту С, саме тому ергостерол важливий і корисний для печінки. У грибах лисичках вміст каротину вищий, ніж у моркві, тому вживання даних продуктів поліпшує зір та є профілактичним для лікування офтальмологічних захворювань. Марганець, що міститься у лисичках поліпшує обмін жирів і вуглеводів та захищає підшлункову залозу та відновлює імунітет. Вживання грибів лисичок покращує сон, знімають головний біль та зміцнюють вцілому організм, а також допомагають виведенню з організму токсинів та радіоактивних речовин, омолоджують шкіру та внутрішні органи. Двні гриби рекомендують використовувати при цукровому діабеті, туберкульозі, синдромі хронічної втоми, анемії, гемарої, остеопорозі, рахіті, бронхіальній астмі, хворобах підшлункової залози, при зайвій вазі, аскаридозі, дисбактеріозі, фурункульозі, ангіні, курячій сліпоті, при враженнях різних інфекцій [150].

Гіропор березовий синіючий (синяк) (*Gyroporus cyanescens* (Lat.)). В даних грибах міститься пігментна речовина – болетол, що володіє антибіотичною властивістю. Гіропор березовий синіючий використовується протягом довгих часів у народній медицині. В наш час, з даних грибів вчені отримують різні препарати, що борються із різними штамми різних бактерій. Багато видів даних грибів володіють активними компонентами, що здатні зупинити бактеріальні розмноження. Компоненти, що знаходяться у м'якуші цих грибів мають протигрибкові властивості. А при лікуванні захворювань лімфатичної та ендокринної системи, плевриті, туберкульозі легень та бронхіальній астмі застосовують препарати, що виготовляються із спор даних грибів. Тому цінність цього виду грибів дуже велика у медицині [152, 154].

Також даний вид грибів *Gyroporus cyanescens* (Lat.) є корисним продуктом харчування, в якому міститься велика кількість рослинного білку. Тому страви з цього гриба включають в раціон людей, що дотримуються посту та вегетаріанців. Наявність цього рослинного білку в грибах, замінює споживання м'яса. Але даний білок важкий в засвоєнні, тому рекомендацією дієтологів є при приготуванні страви з нього, подрібнювати м'якуш до максимуму. Тоді білок засвоюється на 88% [167].

Трутовик сірчано-жовтий (*Laetiporus sulphureus* (Lat.)) – даний вид грибів зростає на стовбурах листяних дерев, які хворі, заражені, старі чи мертві. До таких дерев відносять: дуб, вербу, трішки рідше – грушу і клен. Найчастіше це групові поселення, рідше – поодинокі. Даний вид грибів найбільш плодоносний в період з кінця травня по кінець червня. Вцілому грибок є паразитом для дерева, на якому оселився, викликаючи буру конічну гниль. Але для людини він володіє лікувальними властивостями та має чудові смакові якості. В ньому містяться антибіотичні речовини, що вбивають стафілококову інфекцію, а також його вживання підходить для економії м'яса. Потрібно пам'ятати, що чим старший за віком грибок, тим кількість токсинів у ньому вища, вживання таких грибів можуть викликати

нудоту і блювоту, але кількість старих грибів має бути досить великою, що в принципі само по собі неможливо [40, 172].

Боровики королівські (*Butyriboletus regius (Lat.)*). Хімічний склад цих грибів дуже багатий та різномітний. До його складу входять: вуглеводи і клітковина, білки, жири, вітаміни групи Е і В, Са, Рт (фтор), Zn, Р, Na, I, Mg і аскорбінова кислота, Fe, зольні з'єднання, К. В складі боровиків містяться білки високого засвоювання, але також наявність хітину в них, не супроводжує недостатню їх засвоюваність. Щоб уникнути цього, гриби рекомендують сушити. В грибах містяться і вуглеводи, тому бета-глюкоанат є дуже сильним антиоксидантом. Цей вид вуглеводів захищає людський організм від вірусів та бактерій, токсинів та грибкових захворювань, тим самим зміцнює імунітет [174].

Лецитин, що міститься у грибах допомагає при атеросклерозі. Саме цей компонент запобігає утворенню бляшок холестеринів, що можуть утворюватись на стінках судин. У медицині при недокрів'ї з цього гриба виготовляють спеціальний порошок, що приводить в норму рівень гемоглобіну. Також даний гриб рекомендується вживати людям, що мають зайву вагу, тому що його калорійність мінімальна і він розщеплює жири. Також за рахунок вживання боровиків можна позбутися хронічної втоми. Настоянка з даних грибів допомагає привести до ладу нервову систему та позбавити від безсоння. Рибофловін, що міститься в боровиках позитивно впливає на роботу щитоподібної залози та прискорює ріст нігтів, зміцнюючи їх. Є дослідження, що свідчать, що при вживанні даного гриба можна боротися із онкологічними захворюваннями. Вживання даних грибів несуть тонізуючий, протиінфекційний та ранозагоюючий ефекти [36, 180].

Підберезовики (*Leccinum scabrum (Lat.)*). У складі м'якуша містяться білки та мінеральні компоненти, а також клітковина, жири і вуглеводи, К, вітаміни групи В, А, РР та Р. Підберезовики, саме завдяки високому вмісту вітаміну В перевищують навіть вживання зернових культур, а по вмісту вітаміну РР – печінку і дріжджі. Вміст білків у цих грибах – високий, але

засвоюваність їх нижча, ніж все-таки тваринних. Окрім всіх цих речовин, у м'якуші даних грибів присутня велика кількість амінокислот, які є незамінними у всіх процесах, що відбуваються в організмі, особливо під час відновлення імунітету. Після перенесення організмом інфекційного захворювання, рекомендується включення страв у раціон саме цих видів грибів. Калорійність даного виду – 22 кілокалорії на 100 грам продукту, а саме: білків – 2,3 г; вуглеводів – 3,7 г, жирів – 0,7 г, ненасичених жирних кислот – 0,1 г, клітковини – 5,1 г [35, 181].

Завдяки високому вмісту білків, у м'якуші грибів, вони нагадують вплив «пилососа» на організм. Також в народній медицині застосування підберезників рекомендоване при захворюваннях нирок. За допомогою настоянок з м'якуші даного гриба можна лікувати такі недуги, як дизбактеріоз, депресію, атеросклероз та ін. Наприклад, захворювання шлунку та кишечника. Регулярне вживання даного продукту призводить до поліпшення стану крові, кольору обличчя та підняття імунної системи [33, 184].

Сироїжки (*Russula Pers. (Lat.)*). Гриби даного роду являються низькокалорійними, але все ж таки містять багато корисних речовин. Калорійність даних грибів складає 19 ккал та у 100 г свіжого продукту міститься 0,7 г жирів, 15 г вуглеводів. Приємний смак продукту забезпечує наявність великої кількості корисних елементів. У їх складі містяться вітаміни групи В, Е, РР та аскорбінова кислота. Мінерали, що входять до складу цих грибів: Fe, Na, Mg, K, Ca, P приносять безперечну користь для людського організму [32, 194].

Роботи по вивченню по вивченню біохімічних особливостей роду цих грибів в порівняльному аспекті вивчені недостатньо. Багато авторів [1-4, 181-182, 184] у своїх наукових роботах подають інформацію про загальний хімічний склад в «сироїжках», хоча окремі їх види мають відмінну кількість поживних і мінеральних речовин. Ці дані також відрізняються у різних авторів, щодо вмісту певних сполук. Для прикладу, вміст жирів, за даними

[226] коливається від 0,2 до 1,1% в сухій масі, а інші [42, 228] – навіть і до 6,0%. Також, часто не описують вміст поживних речовин у шапці та ніжці гриба, поживність у яких значно відрізняється. Тому вивчення біохімічних особливостей у грибах складає значне наукове та практичне значення.

Склад сиріжок налічує цілющі речовини, наприклад нікотинова кислота та рибофлавін насичують їх антибактеріальними продуктами. Загалом, дані гриби володіють такими лікувальними властивостями:

- профілактика та лікування хвороб шлунково-кишкового тракту;
- позитивний вплив на кровоносну систему, профілактика запобігання загущення крові та утворення тромбів;
- для позитивної роботи серця корисними є кисломолочні продукти, приготовлені з молока за допомогою цих грибів;
- нариви можна лікувати за допомогою видів з фіолетовим капелюшком, вони діють як антибіотичні речовини;
- можна знизити вагу, за рахунок вживання даних видів грибів, не лише за рахунок їх низької калорійності, а й за рахунок того, що при їх споживанні голод не відчувається досить довгий час [31, 240].

Білі гриби (*Boletus edulis (Lat.)*) – це різновид грибів, що на відміну від інших, засвоюється нашим організмом дуже легко, тому їх можна вживати у великих кількостях та бути впевненим, що всі корисні речовини швидко поглинаються і поширюються по організму. До даного виду грибів входять 80% амінокислот, що в змозі засвоїтись нашим організмом, з яких наш організм може синтезувати корисні білки. Найкращий вміст протеїну містять молоді шапки грибів [11, 30].

До складу білих грибів входять вітаміни РР, С, В та ін. Наприклад, при відмові від вживання хлібу, зернових чи печінки, можна просто вживати білі гриби, що компенсують речовини, що входять до їх складу. Білий гриб є рекордсменом по вмісту вітаміну В1, адже дуже мало рослин мають такий ж його вміст, як білий гриб. Саме через великий вміст вітаміну РР, при вживанні страв з білого гриба, можна забути про проблеми із внутрішніми

органами, але дози їх споживання мають бути дуже великими. Це ідеальний продукт харчування, що допоможе при браку даних елементів. Вміст таких мікроелементів, як Cu, Zn та I є дуже високим у даного вида грибів, які є надзвичайно корисними для людського організму. Білі гриби з легкістю можуть замінити морепродукти, морську рибу, морську капусту для отримання потрібного запасу йоду [10].

Після довготривалих хвороб вживання білих грибів відновлює організм, завдяки компонентам, що входять до їх складу можна тонізувати їх м'язи та підвищити їх властивість. Саме тому даний продукт рекомендується вживати людям, що займаються спортом, особливо бігом чи плаванням [46].

Підосиковики (*Leccinum aurantiacum (Lat.)*) також містять у своєму складі білки, жири, вуглеводи, клітковину та мінеральні речовини. В їх склад входять K, Fe, P, а також вітаміни групи A, C, PP і B. По вмісту вітаміну PP підосиковики прирівнюються до печінки та дріждів, а по вмісту вітаміну B – до зернових культур. Особливо рекомендується вживати дані гриби при відновленні ослабленого організму, наприклад після перенесення інфекційних захворювань, операцій чи запальних процесів в організмі, адже вміст білків у цих грибах вищий, ніж у м'ясі, хоча ці білки засвоюються важче, тваринних [76, 81].

Опеньок осінній справжній (*Armillaria mellea (Lat.)*) – гриб, що має калорійність 17 ккал на 100 г. Вміст білків, що містяться в даних грибах дуже високий приблизно 2,2 г в 100 г, який дуже добре засвоюється організмом. Опеньки осінні справжні містять велику кількість вітаміну B1, C, E, PP, в тому числі Zn, Cu, які позитивно впливають на коровообіг людини. За вмістом Ca і P, споживання опеньок осінній справжній практично прирівнюються до споживання риби. Na, Fe, Mg, що входять до складу цих грибів також несуть позитивний вплив на людський організм. Якщо споживати сушені опеньки осінні справжні, їх вміст білка в 2 рази більший, ніж у яловичині. Якщо даний продукт споживати хоча б по 100 г в день, то можна збагатити організм добовою нормою вітамінів B1 і C [27, 90, 117].

До складу свіжих грибів входять аскорбінова кислота, що позитивно впливає на здоров'я людини, підвищуючи захисні властивості імунної системи. Ця кислота виводить токсини з організму, загоює рани на шкірі та позитивно впливає на стан судин, серця також і за рахунок вмісту в них К та Mg зміцнюється волосся, нігті та проявляється позитивний вплив на шкірний покрив за рахунок вмісту вітаміну В2. Дані гриби при споживанні мають гарні послаблюючі ефекти, що несе користь для людей, що мають проблеми із закрепами. Також їх споживання позитивно впливає на роботу щитовидної залози та сприяє підвищенню рівня гемоглобіну, що дає позитивний ефект для людей, що страждають анемією. Вживання грибів опеньок осінніх справжніх корисне для людей, що страждають цукровим діабетом та атеросклерозом. Також є дослідження, що стверджують що регулярно вживання даного виду грибів, попереджають утворення ракових пухлин. Осінні справжні опеньки, наприклад можна використовувати в процесі виготовлення білкового хліба, який є корисним для людей, що страждають на цукровий діабет [26, 85, 116].

Лісові черешні (*Prunus avium (Lat.)*). Дані продукти, що відносяться до природних дарів містять велику кількість вітамінів і мікроелементів, а також носять позитивно легкий характер засвоювання, що не перевантажує органи травної системи. В одній ягоді лісової черешні містяться багато цукрів, органічні кислоти, в тому числі яблучна, пектини, клітковина, вітаміни А, В1, В2, В6, С, Е, Н і РР, а також К, Са, Mg, Zn, Fe, I, P [7-8].

Черешня лісова гарно активує обмінні процеси в організмі, покращує травлення та апетит, активізує роботу мозку. Завдяки вмісту біологічно активних речовин, а саме каротиноїдів та флавоноїдів покращуються процеси згортання крові, вживання черешні лісової попереджує утворення тромбів, а також зміцнює судинні стінки, сприяє зниженню тиску, очищає судини від надлишку холестерину та в цілому поліпшує самопочуття. Найкращими для споживання є темні сорти черешні, адже саме в них містяться антоціани, що

володіють здатністю до зміцнення капілярів. Калій, що міститься у стиглих плодах черешні дуже корисний для нормальної роботи серця [9-11, 36].

Яблука лісові (*Malus sylvestris* Mill. (Lat.)). У лісовому яблуці міститься до 85% води, близько 0,2% білків, до 14% вуглеводів та 0,8% жирів. Існують дослідження, проведені на протязі багатьох років, що стверджують, що плоди лісових яблук мають набагато більше корисних речовин, ніж одомашнені види. З даних плодів яблук виготовляють лікарські препарати, що здатні боротися з недокрів'ям, для прикладу. Найчастіше зустрічаються «Екстракт яблучно-кислого заліза». Близько 1,9% органічних кислот містяться у плодах лісової яблуні. В цих плодах також присутні такі корисні речовини: 16% різних типів цукрів, ефірні олії, дубильні речовини, фітонциди і флаваноїди, кислоти: яблучна, винна, лимонна – приблизно 2,4%, більше 30 видів мінералів, серед яких: К, Zn, Са, Fe, а м'якоть яблука містить близько 1,7% пектинових речовин. Більша їх кількість накопичується тільки у листі дерев, приблизно 13%, а ще каротин, вітаміни А, РР, С. В плодах лісових яблук міститься від 0,27 мг до 2,9 мг каротину. А листя даної рослини можна використовувати для приготування різних соусів, маренадів, ліків, тому що саме в листках міститься близько 460 мг вітаміну С [22].

В народній медицині застосовують плоди яблуні лісової, а саме яблука за багатьма рецептами лікарських препаратів. За допомогою лікарських препаратів, що виготовляються з яблук можна позбутися таких хвороб, як нефрит, ангіна, болі в суглобах, варикоз, ожиріння, запор, гастрит та алергія [39].

Груша лісова (*Pyrus pyraeaster* (Lat.)). Це джерело харчових волокон, що є натуральним. У 100 г даного продукту міститься близько 14% добової потреби, а також міститься 17% кремнію, 10% міді, 12% заліза та 6% калію. Невелика кількість 5-6% вітаміну С міститься у груші лісовій. У лісовій яблуні його вміст більший, складає 11% на 100 г від добової потреби. Також у складі лісової груші, а саме в її листі міститься багато різних інших компонентів, а саме вітаміни групи В, фолієва кислота, фенольні сполуки,

дубильні речовини та ін. А у м'якоті міститься 10-12 г вуглеводів на 100 г фрукту. Груша містить також фруктозу, так як і яблуко, але і також солодкий сорбітол, що робить її солодшою за яблуко [74].

Сполуки, що містяться у лісовій груші у вигляді калію мають сечогінні властивості, що сприяють виведенню солей. В процесах кроутворення важливу роль відіграє фолієва кислота, що міститься у груші, а також фенольні сполуки, що змінюють капіляри та мають протизапальну дію. У лісових грушах міститься велика кількість клітковини, вона подразнює слизову оболонку кишківника, тому у разі загострення хвороб органів травлення не слід вживати в раціон даний продукт. Також у великій кількості в груші міститься і фруктоза, але при надлишковому вживанні її може виникнути збільшення газоутворення [75, 104].

Ожина лісова (*Eubatus (Lat.)*) зростає у вигляді чагарнику, який повністю наповнений корисними речовинами, а саме: вітамінами, цінними кислотами, дубильними речовинами, пектинами, токоферолом і біофлаваноїдами, також в ній багато мінеральних солей. Ожиною лісовою лікують застуду та респіраторні захворювання, тому що вона багата на вітаміни. Темнозabarвлені та смачні плоди ожини несуть патогінну та жарознижувальну дію, а також мають протизапальні властивості [94].

Антоцини, які містяться в ожині лісовій у великій кількості беруть участь у окислювальних процесах організму. За такої великої кількості антоцинів ягоди ожини порівнюють із чорносливом та темними родзинками. Більше їх тільки у гранаті. Також у ягодах ожини лісової містяться пектини, що призводять до очищення організму від солей важких металів, пестицидів та різних отруйних речовин. Дані сполуки покращують обмінні процеси у організмі та знижують вміст холестеринів, що позитивно при лікуванні ожиріння. Також споживання даних ягід корисно при цукровому діабеті та печінкових захворюваннях [95, 134].

Ягоди можна споживати у вигляді, як свіжих, так і сушених, що позитивно впливає на стан нервової системи, позбавляє проблем зі сном,

дипресією та стресом. А ще споживання даних ягід допомагає при атеросклерозі. Споживання недозрілих плодів призводить до закрєпів, в той час, як перезрілих – до проносних властивостей. При хворобах суглобів та сечостатевої системи рекомендоване регулярне споживання ягід ожини. Окрім корисних речовин, що містяться у ягодах, величезна їх кількість у листі чагарнику. Листя ожини, мають патогінні, загою вальні та в'язучі властивості [109, 135].

При дизентерії, харчових отруєннях та при лікуванні виразкової хвороби використовують настої та відвари з листя ожини. При екземі, лишаях та іншого роду шкірних захворюваннях застосовують навпаки – з листя. Гнійні рани та шкірні виразки також лікують за допомогою даної рослини. За допомогою спеціально виготовленої кашки із свіжого листя можна сприяти швидкому загоєнню ран, садин та вгамувати їх біль [112].

Окрім ягід та листя, цілющими властивостями наділені корені рослини. Його можна використовувати як сечогінний засіб. Застосування відвару з кореневищ зупиняє кровотечі. Якщо в організмі спостерігається підвищена кислотність шлунку, вживання ягід може нашкодити, але не потрібно повністю відмовлятися від їх вживання, а просто обмежитись. Те ж саме рекомендується при сечокам'яній хворобі. Даний вид ягід можна споживати всім, але не перестаратися у прагненні збагатити організм вітамінами. Помірне споживання даного продукту не зашкодить організму, а принесе тільки користь [115, 168].

Суниці лісові (*Fragaria vesca (Lat.)*). У ягодах лісової та садової суниці міститься до 60 мг аскорбінової кислоти на 100 г продукту, від 0,3 до 0,5 мг каротину – це це безпосереднє джерело вітамінів. Окрім цього, ягоди суниці багаті на вміст таких мікроелементів, як К, Р, Mg, Co, Zn, Fe. Ягоди лісової суниці накопичують в собі більший відсоток мінеральних речовин, ніж ягоди садової суниці. Наприклад, в садових ягодах суниці відсутні такі сполуки антоціанового ряду, як три глюкозид ціанідину та трипалантоцид пелларгонідина, що містяться у лісовій суниці [121].

Близько 250-280 мг аскорбінової кислоти міститься у листі лісової суниці, що пояснює таке популярне використання його у якості замінича чаю. Також у листі містяться ефірні олії, дубильні речовини та флаваноїди. У квітках суниці лісової присутні рутинфлаваноїди з «Р» вітамінною активністю, що допомагає зміцненню капілярів. В кореневищі даної рослини зосереджено до 10% дубильних речовин [122, 171].

При авітамінозі слід вживати ягоди лісової суниці, які є джерелом вітамінів та сприяють покращенню травлення та апетиту. У ягодах лісової суниці міститься високий вміст заліза, що стимулює функції кровотворення і є актуальним при великих крововтратах. Завдяки високому вмісту пектинових речовин, вживання ягід суниці лісової прискорює процеси виведення шлаків з організму та зв'язує токсини та солі важких металів, органічні кислоти здатні розчиняти деякі види конкрементів (каменів) [123, 186].

Вживання настоїв з кореневищ і листя суниці володіють протизапальними властивостями, зупиняють внутрішні кровотечі, підсилюють сечогінні властивості та сприяють відтоку жовчі. Також вживання настоїв з листя зменшують потовиділення, володіють знеболювальними та регенеративними властивостями [128, 239].

Отже, продукція лісництва є надзвичайно важливою у різних галузях використання та має попит серед населення. Вона багата на різноманітні корисні речовини, що носить позитивний характер у її споживанні та заготівлі [130].

1.2. Екологічний стан лісових насаджень в Україні

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 [19, 20, 23, 28].

На території України спостерігається дефіцит лісових ресурсів, її територія є малозалісненою. 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 [43, 47, 60, 65].

У результаті людської діяльності, незважаючи на відмінні складові України, численність лісів набагато знизилась, на даний час їх відсоток становить 17, тоді як середньосвітовий – 31 [48, 137].

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 [49-51].

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. Катастрофічних наслідків всихання ялинників по всій території Європи спостерігається з 2003 року. На сьогоднішній день ці обсяги всихання, як похідних, так і корінних ялинників Українських Карпат набули величезних масштабів і збільшуються й до сьогодні [52].

Санітарний та екологічний стан лісів України потребує підтримки та покращення тому, що на нього здійснюється постійне техногенне та антропогенне навантаження з несприятливим кліматичними умовами. Останнім часом, спостерігається збільшення площ всихання соснових і дубових насаджень у Кіровоградському облуправлінні (дуб – 40,3 тис. га, сосна – 3,4 тис. га), Волинському – сосна – 36,8 тис. га, дуб – 10,6 тис. га, Житомирському – сосна – 16,4 тис. га, дуб – 3,8 тис. га, Чернігівському – сосна – 14,1 тис. га, дуб – 1,5 тис. га та інших облуправліннях території України [61-62, 68].

Теперішній радіаційний стан лісових екосистем Полісся та Лісостепу України характеризується двома такими факторами: наявністю радіонуклідів у ґрунтах, яка сформувалася внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС у 1986 році та радіаційних викидів від неї, а також ступенем радіоактивного забруднення компонентів лісових екосистем та їх фауни [12-13, 71, 119].

Вчені-науковці дослідили таку закономірність: радіоактивне забруднення лісів на різних рівнях різне – областей, лісогосподарських підприємств, лісництв, лісових кварталів і таксаційних виділів. Це ускладнює процес ведення лісового господарства та лісокористування навіть в межах одного лісового кварталу, у якому могли бути таксаційні виділи, в яких були б відсутні будь-які обмеження і в яких було б заборонено будь-які лісогосподарські заходи. Було досліджено, що в зону радіоактивного забруднення потрапили лісові екосистеми всіх північних областей України, що входять до Поліської зони, а також частина Лісостепової та Степової зон, а саме такі області, як Черкаська, Вінницька, Кіровоградська, Одеська та Хмельницька. Із врахуванням вищесказаного, дослідниками були розроблені

певні рекомендації для ведення лісового господарства на радіоактивно забруднених територіях лісів. У результатах наукових досліджень вказано, що саме у ґрунтах сконцентрована основна маса ^{137}Cs . Дослідження, що проводяться у лісовій радіоекології, вважаються основою, але і мають прикладне значення, тому що показують інформаційні дані про рівні радіоактивного забруднення складових частин лісових екосистем, що що використовується для виробництва лісової продукції [80, 100].

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 [87, 101]. 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 [96-99].

Важкі метали, які накопичуються можуть мати токсичний вплив на стан здоров'я людей та компоненти навколишнього середовища. За дослідженнями [125-126] 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 екстримально високі температури, рН, солоність та хімічні забруднювачі [133, 140].

При збільшенні частки забруднення важкими металами життєдіяльність мікроорганізмів зменшується. Ґрунти забруднені важкими металами мають негативні наслідки на структуру співіснування з мікроорганізмами [142-143]. Згідно висновків вчених, між ґрунтовою

мікробіотою та концентрацією важких металів спостерігалися негативні кореляції. Дані дослідження [21, 57-58, 144] акцентують увагу на тому, що присутність важких металів у ґрунтах зазвичай призводить до зменшення частоти дихання у ґрунтах та концентрацією важких металів. Екосистеми ґрунту можуть зазнавати істотного впливу від наявності важких металів. У своїх дослідженнях J. Pain і L. Yu [59] довели негативну дію забруднення важких металів на активність ґрунтових ферментів та зменшення мікробних популяцій в ґрунті [56, 72, 110].

Внаслідок ґрунтового забруднення важкими металами погіршується проходження процесів нітрифікації, що також має вплив на процес мінералізації. Чим більша концентрація важких металів, тим більше знижується процес нітрифікації. Також внаслідок лісових пожеж у ґрунтах збільшується кількість хімічних забруднювачів, особливо важких металів, що є досить актуальною проблематикою сьогодення. Дана проблема спричиняє негативні наслідки на екосистеми та здоров'я людей, а отже виникає необхідність в розробці методів інтегральної оцінки забруднення ґрунтів хімічними речовинами [29, 37, 41, 63-64].

Під час дослідження токсичної дії важких металів та механізму стійкості рослин до них визначальною залишається проблема розповсюдження їх в автотрофному блоці екосистем лісу [38, 66, 69].

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 [53, 67, 73].

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 [77, 79, 86], деревні рослини проявляють реакцію на забруднене навколишнє середовище, у вигляді зниження їх біотичної продуктивності [202, 204].

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 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 тоусичні речовини на певний період виключаються з кругообігу у екосистемах лісу [206, 209-210].

Кореневою системою рослин ефективно поглинається особливо токсичний елемент – кадмій, який не є необхідним елементом росту для рослин [212, 217-218]. 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 [219].

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+} [90, 241]. R. J. Reid довів, що при умовах надходження кадмію у рослини через листя спостерігається швидкісний перехід елемента до всіх інших вегетативних частин рослини по флоємі [34, 44-45].

Існує багато факторів, що безпосередньо впливають на потрапляння цинку в рослину: при наявності сполук кадмію у складі поліелементного потрапляння у довілля, цинк виступає його антагоністом [88]. 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 [91, 102].

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 [105-107].

Доведено, що надходження свинцю в рослини є пасивним [89, 93]. Оскільки, свинець має здатність до утворення ковалентних зв'язків не зважаючи на рН ґрунту, на процеси його розповсюдження рН ґрунту не впливає [55, 78, 83, 103].

Перехід свинцю з корневих частин рослини до надземних досить незначний і близько 7% політантау транслокується до стеблової частини [84, 107]. Як висновок, можна стверджувати, що свинець не поглинається безпосередньо кореневою системою з ґрунту, а всмоктується з відмерлих рослинних решток, що розташовуються неподалік неї [111, 113, 120].

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 [127, 129, 131].

Отже, сучасний екологічний стан лісових екосистем характеризуються негативними наслідками. Лісові екосистеми піддаються антропогенному навантаженню у великих об'ємах, що носить глобальний характер та супроводжується великими обсягами забруднень. Під впливом діяльності людини масштабно відбувається забруднення екосистем, в тому числі і лісових. Полютанти накопичуються в лісових екосистемах і в різних формах трансформацій впливають на всі живі організми [136, 146, 151, 153].

1.3. Вплив техногенного забруднення на якість недеревних лісових ресурсів

Забруднення навколишнього середовища відбувається в результаті роботи підприємств хімічної, нафто- та газоподібної промисловості. За даними різних джерел, сьогодні близько 60 тисяч різних хімічних сполук, і з кожним роком до них додаються ще 200 нових [18, 25, 54].

Надзвичайно важливим на сьогодні є питання важких металів, таких як кадмій, ртуть, свинець, цинк та мідь. Ці метали відносяться до групи найбільш токсичних, а мідь та цинк до групи найбільш поширених у природі важких металів. З продуктами харчування з навколишнього середовища до організму людини надходять близько 80 металів, які у біологічно-нормальних дозах сприяють покращенню стану органів та систем організму. Але при дефіциті та надлишку доз спостерігаються несприятливі зміни. Багато досліджень показують природні та антропогенні джерела забруднення довкілля важкими металами, визначають загальну їх токсичність, а також вивчені особливості метаболізму та інші види впливу на організму [16, 82, 92, 124].

Серед великої кількості компонентів навколишнього середовища, що негативно впливають на здоров'я людей, передове місце очолює хімічне забруднення важкими металами, найпоширенішими та найнебезпечнішими з

яких є свинець і кадмій. Для солей кадмію і свинцю та інших важких металів є характерне глобальне розповсюдження, стійкість і постійне перебування у навколишньому середовищі, висока кумулятивна здатність в живому організмі, що становить ризик для їх здоров'я при умові надходження їх забруднювачів у малих концентраціях [14, 110, 114].

Забруднення харчових продуктів іонами важких металів є одним із найбільш поширених та найсильніших. Дуже важливою є токсикоз-гігієнічна характеристика забруднень важкими металами та регламентування їх вмісту у продуктах харчування та продовольчій сировині [15, 17, 24].

Завдяки колообігу речовин у природі важкі метали накопичуються у продуктах харчування, в результаті чого вони концентруються у живих організмах. Виявлено, що приблизно 70% свинцю потрапляє в людський організм з продуктами харчування. В середньому вміст свинцю у продукті складає 0,01-1 мг/кг, він залежить від багатьох чинників, як регіону вирощування, так і кліматичних показників. Кадмій засвоюючись у рослинах без перешкод потрапляє у продукти харчування, а з ними до людського організму. Оскільки, миш'як широко розповсюджений у навколишньому середовищі, то він також присутній і у більшості продуктах харчування [162-163, 165].

В Україні в результаті проведених моніторингових досліджень з безпеки продуктів харчування виявили, що від 0,80 до 3,82% досліджуваних проб харчових продуктів перевищують гігієнічні регламенти по свинцю; 0,60-4,68% по ртуті; 1,09-1,75% - по кадмію. Майже 10% проб містять солі важких металів, а половина з них – дози, що перевищують гранично допустимі концентрації [160-161].

Основними забруднювачами навколишнього середовища, що поділяються за токсичністю, поширенням та здатністю нагромаджуватися у ланцюгах живлення, найбільш пріоритетними є такі важкі метали: Hg, Pb, Cd, As, Cu, V, Sn, Zn, Sb, Mo, Co і Ni. З цих важких металів найбільш токсичними є свинець і кадмій [169, 173, 175-176].

При регулярному споживанні продуктів із підвищеним вмістом важких металів неминуче відбувається порушення роботи багатьох різних систем організму, наприклад серцево-судинної та травної. Більшість важких металів проявляють специфічні ознаки отруєння і ураження організму, а це в свою чергу ускладнює виявлення причин хвороби та лікування. М'ясо, птиця, тверді сири, а також зернобобові та різного роду крупи являються основними джерелами надходження цинку в організм людини. У відношенні до овочів і фруктів, вони не є основними джерелами надходження цинку в організм, але також можуть наповнювати його вміст і балансувати раціон. Переважна більшість овочів містять цинку в межах 0,1-0,5 мг/100 г продукту. Підвищений вміст цинку відзначається в зеленому горошку – 1,5 мг/100 г, петрушці та картоплі – 0,9 мг/100 г, часнику і моркві – 0,6 мг/100 г. Менша кількість виявлена в суниці, агрусі та малині. В незначних кількостях цинк міститься в баклажанах кавуні, перці червоному, кропі, шпинаті, абрикосі, сливі, сливі та черешні [177-178, 182-183].

Купчик О.Ю. стверджує, мідь при потраплянні до організму людини накопичується в печінці, головному мозку, серці та нирках. В біологічному відношенні, роль міді на пряму пов'язана з роботою 25 білків і ферментів.

Дуже небезпечним нейротоксичним хімічними елементом є свинець. Його роль у функціонуванні та життєдіяльності організму ще недостатньо вивчена, але відомо, що свинець бере участь в обмінних процесах кісткової тканини. В той час, як з іншого боку свинець являється канцерогеном і тератогеном для живого організму [179, 187-189].

Ще одним поллютантом навколишнього середовища, який належить до токсичних елементів є кадмій. Шляхами надходження кадмію в навколишнє середовище є робота різних промислових підприємств та спалювання різного роду відходів. Арсен і нікель можуть потрапити до людського організму за використання мінеральних добрив, водою для поливу сільськогосподарських угідь та фосфогіпсом. Особливу небезпеку являють очищені фосфорні добрива, які ввозять до нас з-за кордону. Для ведення галузі рослинництва

найкращим варіантом є використання нових форм легкорозчинних мінеральних добрив. Особливу цінність вони становлять при крапельному зрошенні, тобто при внесенні добрив з поливальною водою [197, 203, 207].

Їстівні гриби та дикорослі лісові ягоди в переважній більшості випадків використовуються в їжу без спеціальних способів їх обробки. Саме через це санітарно-гігієнічні показники якості недеревних лісових сировинних ресурсів є важливим чинником їх безпеки [190, 211]. Нажаль, концентрацію важких металів у фітомасі представників недеревних лісових ресурсів України досліджено в недостатньому об'ємі. Основні дослідження зосереджені на міграції та акумуляції важких металів у агроценозах, в той час як на дикорослі види звертається незначна увага дослідників з урахуванням того, що наслідки інтенсифікації техногенно-антропогенного тиску на екосистеми чисельність осередків, які є придатними для збору екологічно якісної недеревної сировини, в катастрофічних масштабах знижується [216, 225, 231].

Викиди металургійних комплексів, автотранспорт, осади промислових та побутових стічних вод, а також засоби захисту рослин хімічного походження до складу яких входить свинець, все це є джерелами надходження свинцю в екосистеми. Найбільшими поллютантами фітоценозів у ґрунті є рухомі форми свинцю, тому під час моніторингових спостережень за екологічним станом ґрунтового покриву особливу увагу слід приділяти саме цьому виду забруднення [232-235].

Промислові викиди, осади промислових і побутових стічних вод, діяльність сільського господарства (використання фосфорних мінеральних добрив та вапнякових матеріалів), а також викиди автотранспорту (гума від автомобільних шин, мастильні матеріали, що містять кадмій) – це все є джерелами надходження кадмію до екосистем. Виробництво міді, свинцю, цинку та кадмію спричиняє приблизно 80% антропогенних викидів кадмію, як полютанта; на виплавку кадмію з руд припадає близько 45% загального забруднення даним елементом; внаслідок спалювання чи переробки виробів,

що містять кадмій в атмосферу надходить близько 52% даного елемента [138, 149].

За даними досліджень [164, 166] встановлено, що велика кількість кадмію надходить до ґрунту із внесенням мінеральних добрив: його вміст у фосфорних добривах в залежності від місця походження фосфатної сировини може бути в межах від 0,76-0,77 г/т P_2O_5 (Україна), до 43-49 г/т P_2O_5 (Марокко) і навіть досягати 176-218 г/т P_2O_5 (Туніс). Кадмій достатньо активно абсорбується рослинами, хоча і не належить до фізіологічно необхідних мікроелементів. Кадмій практично не створює власних мінералів, а є розсіяним елементом земної кори. Cd сам, як метал не являється токсичним, але його розчинні сполуки є надзвичайно небезпечними за своєю токсичністю та не поступаються ртуті й миш'яку [191, 193]. У ґрунтах України запаси валового кадмію вважаються низькими, їх показники в середньому від 0,14 до 56 мг/кг. Негативне екологічне значення для рослин має кадмій, який надійшов у ґрунт та знаходиться у доступному для рослин стані. Рухомі форми кадмію володіють високою міграційною здатністю в ландшафті і можуть призводити до підвищеного забруднення потоку речовин, що потрапляють із ґрунту в рослини [196, 198].

Також до групи фізіологічно-необхідних мікроелементів не належить і свинець, як і кадмій. Свинець віднесено до першого (вищого) класу небезпеки згідно з ГОСТ 17.4.1.02-83 за ступенем його небезпечності для живих організмів. Вміст валового свинцю у ґрунтах України коливається від 5 до 20 мг/кг, що є відносно низьким вмістом і обумовлено якісним складом ґрунту та низьким вмістом гумусу у ньому. Свинець, на відміну від кадмію забруднює як природні, так і агроєкосистеми, коефіцієнти його концентрації залежать від типу ґрунту: у ґрунтах піщаного гранулометричного складу від 9-11, які підстелені елювієм масивно кристалічних порід, у глейових та ясно-сірих опідзолених ґрунтах до 12-15. Для рівня визначення забруднення ґрунту, індикатором може слугувати рівень забруднення рослинного покриву. Але віднесення ґрунту до небезпечно забрудненого за певними

елементами, опираючись на вміст у ньому валових і міцнофіксованих форм важких металів не достатньо для підтвердження високого рівня забруднення рослинної фітомаси, що зосереджена на даному ґрунті. Рослинні організми мають здатність до захисних властивостей в результаті чого до органів запасання асимілянтів надходить слабкий потік присутніх у ґрунті в надмірних концентраціях хімічних елементів. Та навпаки, зростаюча концентрація забруднювачів може бути присутня у рослин, які зростають на ґрунті незабрудненому поллютантами [199, 200].

За результатами досліджень Некос А.Н. та Семибратової Н.В. встановлено, що концентрація хімічних елементів в продукції рослинного походження значно вища в Степовій зоні, ніж у Лісостеповій по нікелю на 19,5%, по свинцю на 9%. Продукція рослинного походження, що вирощена в Степовій зоні також має перевищення по алюмінію, його вміст становить 1,30 мг/кг, що перевищує вміст алюмінію майже в 2 рази в рослинницькій продукції, яка вирощена в Лісостеповій зоні. Показники кадмію перевищують ГДК у 3,5-4,5 рази в Лісостеповій та Степовій зонах. Вміст кадмію у рослинницькій продукції становить 0,14 мг/кг, у Лісостеповій – 0,113 мг/кг [205].

При радіологічних дослідженнях встановлено, що із перевірених 2662 зразків дикорослих ягід, виявлено 842 шт. або 31,6% зразків, що перевищували норми вмісту радіонуклідів. А серед 2431 шт. досліджуваних зразків плодових тіл їстівних грибів 955 шт. чи 39,3% містили радіонуклідів вище від норми. Серед проаналізованих зразків недеревних ресурсів найменший відсоток зразків забруднених радіонуклідами, що перевищували встановлені норми спостерігався серед зразків березового соку: 1 зразок серед 342 має перевищення серед радіонуклідів. Серед зразків диких тварин із 262, 103 шт. (39,3%) мали перевищені показники [166, 170].

Необхідно відмітити, що відсоток зразків, що перевищували норми радіоактивного забруднення, у загальній кількості зразків перевірених із продукції лісового господарства, показує тенденцію нагромадження

радіонуклідів компонентами лісових екосистем. Доведено, що найбільший вміст радіонуклідів зосереджено у плодових тілах їстівних грибів. Деяко менша їх концентрація виявлена у дикорослих ягодах, лікарських рослинах, деревині та березовому соку [185, 201].

Отже, в результаті техногенезу відбувається накопичення шкідливих речовин у навколишньому середовищі. Найбільш небезпечними речовинами, що носять токсичний характер на довкілля та живі організми являються важкі метали, що мають властивості до накопичення у них. Недеревні лісові ресурси широко використовуються населенням без спеціальних методів кулінарної обробки, а тому питання накопичення ними важких металів є досить актуальним та важливим для здоров'я населення [208, 213-214].

1.4. Наслідки забруднення недеревних лісових ресурсів важкими металами

Важкі метали, які знаходяться в людському організмі можуть викликати фізіологічні порушення, токсикоз, алергію, канцерогенні захворювання та негативно впливати на генетичні функції організму. Наприклад, Mn при не достатку в організмі людини може викликати захворювання кісткової системи, а при надлишку – лихоманку, пневмонію, уражає ЦНС, порушує кровообіг, роботу шлунково-кишкових функцій та може викликати безпліддя. При недостатчі Cu в організмі може виникнути слабкість, анемія, білокров'я, захворювання кісткової системи та порушення координації рухів. При надлишку в організмі людини Cu можуть виникнути такі хвороби, як гепатит, хвороба Вільсона, вражаються нирки, печінка, мозок та очі. Zn при недостатчі викликає погіршення апетиту, деформацію кісток, карликовий ріст, довгочасне заживання ран та опіків, слабкість зору та короткозорість. При надлишку в організмі людини Zn можуть зменшуватись канцеростійкість організму, пригнічуються окисні процеси, виникають дерматити. Pb при надлишку в організмі викликає свинцеву енцефалонейропатію, вражає ЦНС, статеві органи, порушує обмін речовин,

інгібування ферментативних реакцій; виникає авітаміноз, анемія, розсіяний склероз; відбувається канцерогенна, тератогенна та мутагенна дія на організм; також Pb входить у склад кісткової системи замість Ca [214].

Cd при надлишку в організмі викликає гостро-інтестинальні розлади, порушення органів дихання, анемію, підвищує кров'яний тиск, вражає нирки, викликає хворобу Ітаї Ітаї, протеїнурію, остеопороз, рак передміхурової залози, спричиняє мутагенну і канцерогенну дію. Hg вражає ЦНС, периферійні нерви, спричиняє гибель нервової системи лейкоцитів; викликає порушення репродуктивних функцій; виникають такі хвороби, як інфантилізм, стоматит, хвороба Мінамата та провокує завчасне старіння і олігофренію новонароджених. Ni при надлишку в організмі викликає дерматити, порушення кровотворення, ембріотоксикоз та підвищує канцерогенність. Cr викликає при надлишку дерматити та спричиняє канцерогенну дію. V створює захворювання серцево-судинної системи [222].

Автор В.В Галанова та інші стверджують, що при підвищеному вмісті шкідливих речовин в організмі тварин та рослинах може відбуватися їх надходження до харчових продуктів. Кадмій, наприклад накопичується в зерні рису, внаслідок застосування для зрошення промислових стічних вод електролітичних виробництв. Так само, зерно пшениці, подібно до рису, накопичує цинк і плюмбум, ось тому в разі недотримання вимог, як наслідок борошно забруднюється цими металами [192, 224].

Солі важких металів також можуть потрапляти до упаковок, в яких вже зберігаються готові продукти харчування. Для зберігання м'ясних, рибних та молочних продуктів широко використовують консервовані банки, які виготовляються із залізної жерсті й луджені оловом, тому бути впевненим, що буде відсутнє забруднення в цьому випадку, коли харчові продукти вміщують в собі малі кількості органічних кислот, нітратів, окисників та відновників і температура їх зберігання достатньо низька не можна [70].

Сучасні медичні дослідження спрямовані на вивчення взаємозв'язків між вмістом важких металів в живих організмах та виникненням різного роду захворювань. Виявлено, що людський організм дуже гостро сприймає зміни, що проявляються у коливаннях концентрації мікроелементів у ньому (близько 10 г на 70 кг маси тіла). До мікроелементів відносяться: Cu, Zn, Mn, Hg, Cd, Fe, Co, Sn, As, Ni, Mo [215].

При виявленні хвороб печінки та селезінки на ранніх стадіях змінюється концентрація цинку в крові. Вміст міді, мангану та цинку може значно зростати у певних видах ракових пухлин в порівнянні із здоровими тканинами. Причинами зниження нормального вмісту мікроелементів в організмі можуть бути стресовий стан, вагітність та хірургічні операції. Також до зниження вмісту мікроелементів в організмі може призвести і неповноцінне харчування, наприклад споживання білого хліба на заміну чорного, виключення із раціону харчування фруктів та овочів. Свинець – це небезпечний метал, що може призвести до хронічного отруєння людини. Про свинцеве отруєння можна говорити вже при потраплянні від 2 до 4 мг цього елемента із їжею. При хронічному отруєнні Pb стан людини досить тривалий час є задовільним. Пізніше спостерігається загальна слабкість, головний біль, запаморочення, тремор кінцівок, погіршення апетиту, зниження маси тіла, втрата сил. На більш пізніх стадіях на яснах можна виявити «свинцеву кайму» блакитно-сірого кольору, яка виникає від впливу PbSO₃. Також виникає гостра анемія [224, 227].

В разі неправильного використання мідного та оцинкованого посуду та перевищеного вмісту солей цих елементів у продуктах харчування, солі міді та цинку можуть викликати гострі отруєння. Буквально, протягом 2-3-х годин після їжі настає отруєння. При отруєннях іонами Cu²⁺ і Zn²⁺ через деілька хвилин у потерпілих розпоинається блювання, з'являється гострий біль у животі, пронос та відчувається металевий присмак у роті. Протягом доби при своєчасній медичній допомозі настає одужання: після вилучення солей цинку та міді при блювоті та з каловими масами [236].

Залежно від способу експозиції і потрапляння в організм Cd та його солей характеризуються полівалентною токсичною дією. Різні токсичні ефекти кадмію описують у літературі, він впливає на нирки, нервову та серцево-судинну системи, легені, кров і шлунково-кишковий тракт. Також зустрічаються дані, що доводять канцерогенну та тератогенну дію цього елемента. Гостра і хронічна інгаляційна або пероральна експозиція з кадмієм створює пошкодження проксимальних каналців клітинних мембран, утворюючи при цьому реабсорбцію фосфатів, глюкози, амінокислот протеїнурию із залученням низькомолекулярних протеїнів особливо β 2-мікроглобуліну та певних ензимів. Було досліджено та виявлено, що у робітників, які зазнали впливу солей кадмію, проявляється вплив на клітини печінки та неспецифічні реакції, що доводять гепатотоксичний ефект (наприклад, підвищення концентрації гамма-глобуліну в сироватці крові, позитивна реакція Таката, підвищені показники тимолу) [238].

Головною «мішенню» в людському організмі при потрапленні кадмію та його токсичній дії є нирки. Механізм токсичної дії Cd пов'язують із блокуванням сульфгідрильних груп білків. Кадмій також виступає як антогоніст кобальту, цинку, селену, які мають катіони цих металів. Також є дослідження, що вказують на здатність кадмію до порушення обміну заліза та кальцію в організмі. Всі перелічені процеси можуть супроводжуватись виникненням різноманітних захворювань. Кадмій може мати канцерогенні, мутагенні та тератогенні ефекти на організм [16].

Присутність свинцю в організмі може створювати колоїдні розчини в крові та шлунковому соці. При потрапленні до організму катіони свинцю на 75-80% залишаються в ньому. Свинець по-різному впливає на різні системи функціонування людського організму. Особливо сильно токсикація свинцем проявляється на роботі нирок, на кровотворній, нервовій та травній системах. Також Pb може порушувати гормональну діяльність в організмі. Характерні ушкодження органів кровоносної системи проявляються під дією свинцю [19].

Окрім негативного впливу свинцю на людський організм спостерігається і позитивний. Pb – це один із «непрозорих» матеріалів для усіх видів радіоактивних та рентгенівських променів. До складу скла входять оксиди свинцю, які захищають від радіоактивного випромінювання. Аналогічну функцію проявляє свинець і в рентген кабінеті.

Загальна кількість міді в організмі людини становить 100-150 мг, При підвищених концентраціях цього елемента може відбуватися руйнування слизової шлунково-кишкового тракту і органів дихання. При недостатній концентрації міді в їжі, незважаючи навіть на достатню кількість заліза, може виникати анемія [20].

Алюміній – елемент, що володіє цінними властивостями й масштабно застосовується у техніці та побуті. При потраплянні до людського організму, катіони алюмінію у формі нерозчинного фосфату виводяться з фекаліями, але частина всмоктується в кров і виводяться нирками. Погіршення ниркової діяльності може призводити до накопичення алюмінію, що має безпосередній вплив на обмін речовин Ca, Mg, P, F і як наслідок виникає крихкість кісток та різні форми анемії. Окрім того, виявляються й більш небезпечніші форми прояву токсичності алюмінію: порушення мови, орієнтації, провали пам'яті тощо [25].

Дуже отруйними є сполуки миш'яку, його необхідність для життєдіяльності людського організму не доведена. Арсен спричиняє гострі й хронічні отруєння в залежності від дози. Смертельною є разова доза арсену у 30 мг. Механізм токсичної дії арсену пов'язують із блокуванням SH-груп білків і ферментів, які відповідають за різноманітні функції в організмі [37].

Ртуть являється одним із високотоксичних та небезпечних елементів, що володіє здатністю до накопичення у рослинах, тваринах та людському організмі, що означає, що це отрута кумулятивної дії. Різні види сполук ртуті, по різному всмоктуються, метаболізують та виходять з організму, саме від цього залежить рівень токсичності ртуті. Токсична дія ртуті проявляється у механізмі її взаємодії із сульфгідрильними групами білків. При їх

блокуванні, ртуть міняє властивості чи інактивує ряд життєво важливих ферментів. Обмін аскорбінової кислоти порушують неорганічні сполуки ртуті [47].

Отже, дослідження різних вчених доводять токсичність дії важких металів на живі організми. Різні їх дози, по різному впливають на організм, та при цьому мають негативні характери. Всі елементи навколишнього середовища, в тому числі і недеревна рослинна продукція лісу, може накопичувати в собі важкі метали, які при довготривалому та регулярному споживанні людиною, несе негативний характер на організм, спричиняючи різноманітні хвороби, що мають різного роду наслідки, а інколи навіть і летальні. Тому важливість питання споживання екологічно безпечної лісової продукції є досить актуальною [56].

1.5. Сучасний стан лісових екосистем та ґрунтового покриву на території Вінницької області

Найбільші площі в Лісостепу займають груди (діброви, бучини) – переважно дубово-широколистяні, змішані за складом і складні за формою насадження. Вони ростуть, як правило, на сірих лісових опідзолених ґрунтах і на опідзолених чорноземах. Головна лісоутворююча порода – дуб. У дібровах окрім дуба ростуть ясен, липа, клен гостролистий і польовий, граб, ільмові, черешня, осика, береза, яблуня лісова, груша дика тощо. Діброви приурочені до високих нагірних правих берегів рік, а в північних районах – до водороздільних просторів. Дубові ліси поширені на південному заході Лісостепу на території Вінницької, Тернопільської, Хмельницької, Черкаської та Кіровоградської областей. Похідні грабняки, які ростуть в дібровах, поширені на Поділлі. Великі площі ясеневих насаджень на південному заході Черкаської і Вінницької областей. Букові ліси, що формують бучини, ростуть лише на заході лісостепової зони, де проходить східна межа ареалу бука [156].

У дібровах лісостепової зони майже скрізь трапляються черешня, груша, яблуня, дерен, ліщина, суниця, малина, берека. Багато цих порід введено в полезахисні смуги та інші захисні насадження [159].

До зерняткових порід плодових культур, що в переважній більшості вирощуються в Україні, відносять яблуню, грушу, айву плодову. Яблуня посідає перше місце серед плодових культур в Україні і займає близько 65 % їх площі, у тому числі близько 92 % серед зерняткових порід [158]. На другому місці за площею закладених садів зерняткових порід стоїть груша, а потім айва. Яблуня – найбільш розповсюджена і добре знайома всім жителям наших садів. Вона добре пристосовується до більшості ґрунтово-кліматичних умов. Придатні під культуру яблуні ґрунти становлять 35,7% загальної площі сільськогосподарських угідь. Однак і серед придатних ґрунтів наявні елементи мікрорельєфу (низини, впадини та замкнуті котловини), які не рекомендують використовувати для створення яблуневих садів через високу ймовірність пошкодження пізніми заморозками в період квітання. Груша більш вимогливіша до умов вирощування. Росте на багатьох різновидах ґрунтів, але найкраще плодоносить і дає високоякісні плоди на родючих, дренованих ґрунтах легкого гранулометричного складу, що добре прогриваються. Крім того, культура груші відноситься до світло- та теплолюбних культур, що в значній мірі обумовлює ареал її поширення [157].

Ґрунтовий покрив Лісостепової зони складний, місцями дуже строкатий. Представлений понад 160 ґрунтовими відмінами дуже широкого генетичного і агрономічного діапазонів, які зустрічаються у різноманітних комплексах. Головною ознакою більшості ґрунтів зони Лісостепу є однотипність материнських порід (леси і лесовидні суглинки), за винятком заплавних, піщаних терасових та сильноеродованих ґрунтів, що залягають на елювії корінних порід [155]. В ґрунтовому покриві Лісостепу найпоширенішими типами ґрунтів є чорноземи типові, опідзолені ґрунти (темно-сірі опідзолені ґрунти і чорноземи опідзолені), ясно-сірі та сірі лісові

грунти. Значну площу в Лісостепу переважно на Правобережжі займають *ясно-сірі* та *сірі лісові ґрунти*. Серед цих ґрунтів є велика площа змитих еродованих відмін. В окремих районах Вінницької, Хмельницької, Тернопільської областей та на Придніпров'ї Київської області площі еродованих ґрунтів досягають 50–70 % загальної площі [152].

Ясно-сірі та сірі лісові ґрунти диференційовано за профілем, що пов'язано з інтенсивністю протікання в них підзолистого процесу. Сірі лісові ґрунти відрізняються від ясно-сірих більш інтенсивним розвитком дернового процесу і лесиважу, що проявляється у більшій потужності гумусово-елювіального горизонту (25–32 см) і більш інтенсивній його гумусованості.

Всебічний аналіз засвідчує, що зниження родючості ґрунтів України пов'язане як з природними чинниками, так і з виробничою діяльністю людини. Вони чітко взаємопов'язані й основними з них є: ерозія ґрунтів, дегуміфікація, від'ємний баланс поживних елементів, забруднення ґрунтів важкими металами, залишками пестицидів і мінеральних добрив, радіонуклідами, біологічним різноманіттям, ущільненням ґрунтів сільськогосподарською технікою тощо [132].

Ерозія ґрунтів буває декількох видів, але найпоширенішими є водна та вітрова, на території України нерівномірна. За офіційними даними із загальної площі сільськогосподарських угідь 41,6 млн. га 12,9 млн. га орних земель зруйновано водною та вітровою ерозією. Площа ерозійно небезпечних ґрунтів вже зросла до 17,0 млн. га. Однак ця інформація про ступінь і масштаби поширення цих небезпечних процесів є застарілою, оскільки впродовж багатьох років моніторинг ерозії ґрунтів не проводиться через відсутність коштів. Натомість навіть звичайні спостереження показують, що в останні 20 років ерозія ґрунтів не зменшується, а з кожним роком зростає. Основною причиною цього є порушення протиерозійної організації територій, розпаювання земель на мікроділянки без еколого-ландшафтного обґрунтування, недотримання науково обґрунтованих сівозмін та технологій обробітку ґрунту. Цілком зрозуміло, що у разі недотримання цих

агрономічних постулатів нереальним буде нарощування обсягів виробництва зерна, технічних та енергетичних культур. Враховуючи це, необхідно негайно відпрацювати систему моніторингу ерозії ґрунтів, у найближчі роки провести обстеження земель сільськогосподарського призначення, залучивши матеріали як наземних, так і космічних знімачів [139].

Дегуміфікація, або зменшення гумусу в ґрунті, є найконтрольованішим показником зниження його родючості. Багаторічні дослідження показують, що основними причинами дегуміфікації ґрунтів України є зниження загальної культури землеробства, зменшення обсягів внесення органічних добрив, неконтрольований розвиток водної ерозії та дефляції. На жаль, процеси дегуміфікації протягом останніх 20 років не зупинилися, а продовжуються з достатньо високою інтенсивністю. Так, за результатами агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення протягом останніх сімох турів (1986–2019) вміст гумусу в Україні зменшився на 0,5 % в абсолютних одиницях, а площа з високим і дуже високим вмістом гумусу становить лише 22,7 % від обстеженої. У разі продовження інтенсивного ведення сільського господарства і відсутності заходів з поповнення запасів у ґрунтах гумусу його вміст, а відповідно і родючість ґрунтів, будуть знижуватися і відбуватиметься виснаження ґрунтів. Варто задуматись над такими даними. Середньорічні втрати гумусу лише від водної та вітрової ерозії становлять 15 т/га. Це означає, що ґрунтовий покрив України втрачає щороку близько 740 млн. тонн родючого ґрунту, який містить близько 24 млн. тонн гумусу, 0,7 млн. тонн рухомих фосфатів, 0,8 млн. тонн калію, 0,5 млн. тонн азоту та великі кількості мікроелементів [195].

Від'ємний баланс поживних елементів зумовлений недостатнім і необґрунтованим застосуванням органічних та мінеральних добрив, а також недотриманням сівозміни. Про динаміку сальдо балансу поживних речовин в землеробстві України за 1971–2018 рр. свідчать дані, що у 1985 р. в Україні внесено 252893,1 тис. тонн органічних добрив, а під урожай 2019 р. лише 10432,8 тис. тонн, або в 24 рази менше. Не краща ситуація з використанням

мінеральних добрив. Так, у 2019 р. в Україні внесено 886,8 тис. тонн діючої речовини мінеральних добрив, що на 117,9 тис. тонн менше, ніж у 2018 р. й забезпечує потребу в мінеральних добривах лише на 20–25 % від потреби. Все це призвело до того, що нинішній рівень застосування добрив не забезпечує потреб більшості сільськогосподарських культур. Наприклад, під урожай 2018 р. було внесено 57 кг/га елементів живлення, а з ґрунту використано 210 кг/га, зокрема азоту – 85, фосфору – 33 і калію – 92 кг/га. Отже, це означає, що цей урожай сформувався за рахунок природної родючості ґрунтів і є наслідком їх виснаження [221].

Декальцинація, або кислотна деградація ґрунтів. Це – одна з найгостріших проблем сучасності та найближчого майбутнього, яка пов'язана зі зростанням кислотності ґрунтового покриву і погіршенням агрохімічних властивостей ґрунтів. Дослідження показують, що в Україні понад 11 млн. га дерново-підзолистих, буроземних, сірих лісових ґрунтів і чорноземів опідзолених з підвищеною кислотністю, з яких 7,8 млн. га припадає на ріллю, а понад 3 млн. га – на природні кормові угіддя. Кисле середовище ґрунтів є одним із факторів одержання високих і якісних урожаїв сільськогосподарських культур. Недобір урожаю основних культур через негативний вплив кислотності ґрунтів щороку становить близько 1 млн. 350 тис. зернових одиниць. На півдні України, на противагу кислотності, важливим фактором, що обмежує високоефективне використання ґрунтів, є значне поширення їхніх лужних відмін. Загалом у степових областях виявлено 4,7 млн. га підлужених ґрунтів, що становить 48 % орних земель [223].

Забруднення ґрунтів зумовлене наявністю у них надмірної кількості важких металів, радіонуклідів, залишків пестицидів і мінеральних добрив тощо. На землях сільськогосподарського призначення забруднення ґрунтів, як правило має локальний характер і залежить від розміщення їх біля промислових об'єктів, атомних електростанцій, сміттєзвалищ, складів мінеральних добрив і отрутохімікатів. Зокрема, серед важких металів

екологічно найнебезпечнішими вважаються свинець, кадмій, мідь, цинк. Забруднення ґрунтів України радіонуклідами в основному пов'язане з аварією на Чорнобильській АЕС. Так, встановлено, що станом на 1.01.2010 р. забруднення земель України цезієм-137 понад 37 кБк/м² на сільськогосподарських угіддях поширене. Найбільші площі угідь, забруднених цезієм-137, поширені в таких областях: Житомирській – 155 тис. га, Черкаській – 76, Рівненській – 52, Чернігівській – 52, Вінницькій – 50, Київській – 34 тис. га, з них орних земель 345,9 тис. га. Великою небезпекою радіоактивного забруднення ґрунтів є те, що в таких умовах створюється високий коефіцієнт переходу радіонуклідів до рослин та, наприклад, забруднення молока ¹³⁷Cs понад 100 Бк/л, а доза опромінення населення перевищує 1 мЗв /рік. Доволі негативно на ґрунт впливають залишки пестицидів і мінеральних добрив. Особливо шкідливими є хлорорганічні, фосфорорганічні та симтриазинові пестициди. Серед них в окремих областях вміст у ґрунтах перевищує у 30 разів, прометрину – 12, ГХЦГ – 10, атразину – 8, симазину – у 5 разів. Залишки цих пестицидів проникають у ґрунт на велику глибину і забруднюють поверхневі та підземні води, а з водою потрапляють в організм людини, викликаючи різноманітні захворювання. Аналогічна картина спостерігається з мінеральними добривами. Адже в них поживної речовини міститься лише 18–40 %, а решта баласт, в якому є такі шкідливі елементи, як кадмій, цинк, мідь тощо. Якраз вони в багатьох випадках знижують якість рослинницької продукції [229].

Фізична деградація ґрунтів є наслідком інтенсивного сільськогосподарського використання земель, а саме: надмірної розораності ґрунтів, інтенсивного механічного обробітку та зниження вмісту в ґрунтах органічної речовини тощо, що призводить до погіршення структурності верхніх шарів, бриластості після оранки, запливання і кіркоутворення, наявності плужної підшви, ущільнення підорного і глибших шарів ґрунту, а одночасно до різкого зниження врожайності сільськогосподарських культур.

Актуальною проблемою сьогодення є вивчення накопичення важких металів у ґрунтах та їхня міграція трофічними ланцюгами. Рівень забруднення ґрунтів важкими металами та закономірності їх розсіювання залежать від потужності підприємств-забруднювачів, тривалості їх діяльності, якості сировини, технології виробництва, ефективності роботи очисних споруд. У більшості випадків забруднення ґрунтового та рослинного покриву носять локальний характер. Вони проявляються у радіусі десятків кілометрів від джерела забруднення [237].

Потрапляючи до екосистем, важкі метали постійно рухаються, переходячи з однієї форми в інші. Виділяють такі системи переходу (транслокації) важких металів: повітря – ґрунт, ґрунт – вода; ґрунт – рослина; ґрунт – рослина – тварина; ґрунт – тварина – рослина – людина; ґрунт – рослина – людина та ін. Джерелом надходження важких металів до навколишнього середовища є відходи практично всіх галузей народного господарства. Найбільш токсичними є іони металів – Cu, Cd, Pb, Cr, Mn, Hg, Fe, Al, Se, Sn. Техногенний пил, який виділяється внаслідок функціонування підприємств важкої промисловості, в середньому містить, %: цинку – 6,72, свинцю – 0,11, кадмію – 0,01. Ґрунтова аномалія забруднення при цьому спостерігається в радіусі 7 км. Викиди від таких підприємств поширюються в радіусі 10–40 км, осідаючи на рослинах та приникаючи в ґрунт на глибину 10–15 см. Тому сільськогосподарські культури, які ростуть у промислових районах, накопичують токсичні компоненти таких викидів, що може призводити до зниження урожайності та загибелі рослин [242].

Аналіз вмісту металів у ґрунтоутворювальних породах України дозволяє зробити висновок про загальне збільшення рівня концентрації металів залежно від збільшення ваги механічного складу осадових порід. Кларки концентрації металів у важких суглинках і глинах становлять: Zn – 0,95; Cu – 0,71; Ni – 0,43; Co – 1,1; в середніх і легких суглинках вміст металів нижчий. Кларки концентрації металів у легкосуглинистих лесях становлять: Zn – 0,70; Cu – 0,75; Ni – 0,31; Co – 0,76; в середньосуглинистих:

Zn – 0,76; Cu – 0,71; Ni – 0,31; Co – 1,01; у важкосуглинистих: Zn – 0,90; Cu – 0,88; Ni – 0,37; Co – 1,03. Найменший вміст металів спостерігається у флювіогляціальних піщаних і супіщаних відкладах. Кларки концентрації у флювіогляціальних і давньоалювіальних піщаних ґрунтоутворювальних породах становлять: Zn – 0,77; Cu – 0,10; Ni – 0,14; Co – 0,21. Характерним для ґрунтоутворювальних порід України є винесення міді, цинку, кобальту і нікелю [243].

Отже, зона Лісостепу правобережного характеризується насиченою залісненістю, а саме дубово широколистяними змішаними лісами. Ґрунтовий покрив зони має сприятливі умови для зростання різноманітних порід дерев, в тому числі і плодових. Достатнє зволоження ґрунтового покриву лісових екосистем, забезпечує досить високі показники врожайності лісових грибів та ягід, що безпосередньо важливо для заготівлі та споживання населення, що проживає на території Лісостепової зони [144, 146, 241].

Висновок до розділу 1

1. Проаналізувавши результати досліджень, висвітлених у науковій літературі цілого ряду науковців, можна стверджувати, що недеревні лісові ресурси мають надзвичайно важливе значення в харчуванні населення. Їх споживання додає високу кількість вітамінів, білків, вуглеводів для організму людини. Їх заготівля та використання мають значення не тільки у вирішенні продовольчої програми забезпеченні сировиною, а медицини, ветеринарії та інших галузях виробництва. Практика показує, що попит на харчові продукти лісівництва постійно зростає, поряд з цим, важливим є якість даної сировини, яка залежить від стану середовища її виробництва.

2. Доведено, що інтенсифікація різних галузей народного господарства призвела до зростаючого підвищення навантаження шкідливих речовин, в тім числі і важких металів на навколишнє середовище. В результаті антропогенної діяльності забруднюються природні екосистеми, в тому числі і лісові. Забруднюючі речовини осідають, транслюються та

накопичуються по трофічними ланцюгам продовольчої сировини. Це все призводить до зростання надходження даних токсикантів в організм людини, що викликає цілий ряд порушень, які супроводжуються різними захворюваннями.

3. Проте, у сучасній літературі недостатньо вивчено питання, щодо інтенсивності забруднення свинцем, кадмієм, міддю і цинком, переходу та ефективності переробки недеревної харчової лісової сировини, зокрема в умовах техногенного навантаження Лісостепу правобережного.

Основні результати наукових досліджень, викладених у Розділі 1, опубліковано в працях [253-256, 259-261].

У Розділі 1 використані джерела [1-61, 65-93, 74-83, 86, 89-121, 125-148, 151-179, 183-237].

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Еколого-географічна характеристика регіону досліджень

Зона Лісостепу, на території якої розташовані лісництва Тиврівського та Гніванського господарств, як об'єкт досліджень, простягається із заходу на схід, займає центральну частину України і становить 34,6 % території. В складі її земельного фонду 80 % сільськогосподарські угіддя, в тому числі 66 % рілля [9]. Лісостеп займає третину України і має значний відсоток орної землі, на якій вирощується широкий діапазон сільськогосподарських культур.

Згідно сучасної структури природно-сільськогосподарського та агрогрунтового районування України зона Лісостепу поділяється на три провінції: Лісостеп західний, Лісостеп правобережний та Лісостеп лівобережний. Лісостеп правобережний займає центральну частину Лісостепу і включає всю Вінницьку область, східну половину Хмельницької, південну – Житомирської та Київської, північну Одеської, північно-західну Кіровоградської та майже всю Черкаську область за винятком прибережної смуги Дніпра [11].

Наші дослідження проводились на території Вінницької області, яка є типовим регіоном Лісостепу правобережного. Вінниччина, як і вся Україна, розташована в помірному поясі. Обласний центр – м. Вінниця – знаходиться під 49° північної широти, тобто віддалений від екватора на 49°, а від Північного полюса – на 41°. Місто розташоване північніше Північного тропіка на 26° і південніше Північного полярного кола на 17°. Отже, саме географічне положення в середніх широтах визначає помірність клімату області. Клімат краю [242] залежить також від положення висоти Сонця над горизонтом в різні пори року. Максимальної висоти Сонце у м. Вінниці досягає понад 64° в день літнього сонцестояння (22 червня), коли його

проміння найбільш прямовисне падає на Землю і найкраще зігріває її; найнижче положення над горизонтом займає Сонце в день зимового сонцестояння (22 грудня) – близько 18° , коли його проміння найменше зігріває поверхню Землі, а в дні весняного і осіннього рівнодення (21 березня і 23 вересня) висота Сонця над горизонтом близька до 41° . Якщо при цьому врахувати, що протяжність області з півночі на південь дуже невелика (менше 2°), то висота Сонця над горизонтом на різних широтах майже однакова. На підстилаючу поверхню потік сонячної радіації надходить у вигляді сумарної радіації. У річному ході найвищі значення ($640\text{--}660$ МДж/м²) сумарної радіації, за середніх умов хмарності, спостерігається у червні-липні, найменші ($80\text{--}100$ МДж/м²) – взимку. У загальному річне значення сумарної радіації досягає показників $4300\text{--}4400$ МДж/м². Таким чином, клімат Вінницької області, розташованої в помірному поясі, також залежить від висоти Сонця над горизонтом та кута падіння сонячного проміння. Вінницька область за агрокліматичними умовами поділяється на три райони: Північно-Східний (Хмельницький район та його територіальні громади), Центральний (Вінницький, Жмеринецький, Тульчинський, Гайсинський райони та їх територіальні громади), Південний (Могилів-Подільський район та його територіальні громади) [245].

В літню пору на території області, як і всього Поділля, переважають вологі вітри західного і північно-західного румбів. Вони найбільше впливають на кліматичні умови районів, розташованих на північний захід від лінії Могилів-Подільський – Гайсин. У холодну пору року (з жовтня по квітень) на території області, що лежить на південний схід від цієї лінії, відчутний вплив сибірського антициклону з вітрами південних і південно-східних румбів. Найхолоднішим місяцем по всій області є січень, найтеплішим – липень. Середні амплітуди коливань температури протягом року не перевищують 25° . Під дією континентальних повітряних мас іноді буває, що взимку температура повітря в окремі дні знижується навіть до $-32^\circ\text{--}-38^\circ$. Влітку температура підвищується іноді до $+37^\circ\text{C}$. Максимум

опадів припадає на травень-липень (130-170 мм). Найменш вологими є зимові місяці. В грудні-лютому випадає від 65 до 80 мм [245].

Середньорічні суми опадів на території області становлять 440- 590 мм. На холодний період року припадає 20-25 % річної суми опадів. Найбільше опадів буває на північному заході області. З просуванням на південний схід річна сума опадів поступово зменшується. Вже в Тульчинському і Гайсинському районах їх випадає приблизно 450 мм, а на крайньому півдні області – менше 450 мм, тобто 2/3 суми опадів, які бувають на північному заході. Вночі та зранку бувають тумани. Найчастіше вони з'являються в зниженнях рельєфу – в балках, низовинах, долинах річок. Тумани у весняні та осінні місяці внаслідок конденсації дають іноді за добу до 0,5 - 1 мм опадів. Влітку досить часті сильні роси. Як і тумани, найбільші роси випадають у долинах річок. Перехід від однієї пори року до другої відбувається поступово. Стійкий перехід середньодобової температури через 0 °С є початком весни на території області. Це найчастіше буває в другій декаді березня. Весна триває близько двох місяців. Характерними рисами весни в області є: інтенсивне підвищення вдень температури, завдяки чому сходить стійкий сніговий покрив, відтає ґрунт, посилюється випаровування. У квітні середня температура повітря о 13-й годині досягає +10...+13 °С. Перехід середньої добової температури повітря через +5 °С відбувається у першій декаді квітня, а через +10 °С – наприкінці третьої декади. Встановлення теплої погоди і припинення нічних заморозків – такі умови переходу весни до літа. Літо триває з другої половини травня до першої половини вересня. У цей же час випадає найбільше дощів, переважно у вигляді злив. Кількість днів з опадами поступово зменшується з наближенням осені. Температура повітря о 13-й годині досягає в травні +18...+20 °С, в червні-серпні +21...+25 °С. Літні максимальні температури досягають у липні й серпні +35...+39 °С [245].

Осінь настає з переходом середньої добової температури повітря через +10 °С у бік зниження. Перед цим близько місяця стоїть тепла погода.

Настання осені (перша декада жовтня) супроводиться заморозками, загальним зниженням температури, зменшенням кількості опадів. Характерною рисою осені на Вінниччині є повернення теплих сонячних днів. Осінь закінчується наприкінці листопада, коли середні добові температури повітря переходять через 0° у бік зниження. Перед настанням зими на території області середні добові температури скрізь нижчі 0° , але вищі -5°C . До початку зими стоїть нестійка погода: морозні дні змінюються відлигою, не раз утворюється і сходить сніговий покрив. Відлиги під час зими є характерними для Вінниччини, а температура повітря іноді підвищується до $+10\dots+13^{\circ}\text{C}$. Найхолодніші місяці в області – січень і лютий [252].

Континентальність клімату посилюється з північного заходу на південний схід. Кліматороздільна лінія Могилів-Подільський – Гайсин майже збігається з барометричною віссю. Північно-західні райони характеризуються більш тривалою зимою, коротшим прохолоднішим літом, більшою кількістю опадів та їх рівномірним розподілом протягом року, порівняно меншими річними амплітудами температур, інтенсивною хмарністю і вітрами північно-західних румбів. Південні райони області зазнають значного впливу континентальних повітряних мас. Опади бувають здебільшого на початку літа, переважно у вигляді злив. Вітри південно-східного напрямку приносять у ці райони різке похолодання взимку і засуху влітку. Найбільш відмінним у кліматичному відношенні районом є Придністров'я. Тут зима настає найпізніше в області. Перший сніг вкриває землю днів на 5 пізніше, ніж у центральних районах області. Весна настає на тиждень раніше. Середні температури липня на 2°C вищі, ніж у східних районах. У Придністров'ї найбільше теплих сонячних літніх днів [250].

Взагалі клімат Вінниччини сприятливий для сільськогосподарського виробництва. Тривале, тепле, достатньо вологе літо, рання весна, суха осінь, зима з помірними морозами і значним сніговим покривом – усе це позитивно впливає на ріст зернових, технічних і садових культур, винограду. За даними метеорологічних спостережень середньорічна температура повітря у

Вінницькій області за останні 25 років збільшилася з 7,5 до 8,0 °С. При цьому значно тепліше стало в січні на 2,0 °С, у лютому – на 1,5 °С, в березні на 1,2 °С, у липні на 1,3 °С та в серпні – на 0,9 °С. Водночас (на 0,6 °С) стало прохолодніше у грудні. Середньорічні суми опадів на її території були близькими до середніх багаторічних показників – 440-590 мм. Максимум опадів тут припадає на травень – липень (130-170 мм), мінімум – на грудень-лютий (65-80 мм) [252].

Згідно прогнозів, при збереженні сучасних темпів потепління клімату, приблизно до 2040 року помірно континентальний клімат в області на південь від умовної лінії Муровані Курилівці – Гайсин зміниться субтропічним, а до 2050 р. він буде панівним на усій її території [157]. Проте, зміщення природних зон варто чекати і воно відбувається. За багатьма повідомленнями, упродовж останнього часу північна межа степу змістилася у лісостепову зону на 100-150 км.

Вінницька область лежить у межах лісостепової зони. Рослинність області характерна для лісостепу. Лісистість території складає 14,2%. Ліси Вінниччини, в межах яких були проведені дослідження, належать до типу середньоєвропейських лісів. Основу лісової рослинності становить граб, а до звичайних тутешніх дерев належать: дуб, ясен, липа, клен, явір, берест, осика, тополя, дика груша, дика яблуня, черемха, черешня та інші [158]. За лісотипологічним районуванням Вінниччина належить до лісотипологічних областей: південно-східна частина – до області свіжого помірного клімату (свіжий груд), а північно-західна – до вологого грудю.

У структурі лісового фонду переважають достатньо родючі ґрунтово-гідрологічні умови, які згідно з лісотипологічною класифікацією належать до свіжих грудів (80 %). Менша припадає на відносно родючі й відносно вологозабезпечені свіжі судіброви (5,1 %), а також родючі та достатньо зволожені умови – вологі грудю (2,1 %). Домінуючими типами лісу є свіжі грабові і грабово-соснові судіброви (88,5 %). На півдні формуються свіжі і

сухі грабові діброви з дуба скельного, на південному сході – сухі і свіжі грабові діброви з дуба скельного, сухі і бересто-кленові діброви.

Широколистяні ліси сформовані на сірих опідзолених ґрунтах і чорноземах опідзолених. Соснові та дубово-соснові ліси – на піщаних ґрунтах, що займають незначні площі в північних і частково центральних районах регіону. Грабово-дубові ліси переважають у південній частині, а вільхові – у центральній частині по заплавах річок Південний Буг, Згар, Десна, Рів.

Розміщення лісів залежить і від експозиції схилів. Північні і західні зволожені схили займають дубово-грабові ліси, більш сухі південні – дубові. На Вінниччині поширені широколисті, так звані «темні», і «світлі» ліси: грабово-дубові, дубово-грабові, вільхові, дубові, зрідка збереглись букові. За екологічними умовами росту висотна диференціація лісів розподіляється так: найвищі ділянки зайняті під дубовими формаціями (зрідка буковими), нижче – дубово-грабові, наступні – грабово-дубові [159]. Основну ландшафтну цінність складають масиви фітоценозів змішаних широколистяних лісів – діброви подільського типу, що представлені грабово-дубовими, грабово-дубово-ясеневими, грабово-буковими та чистими дубовими, буковими і грабовими лісами

Землі лісогосподарського призначення займають друге місце в області за площею, після земель сільськогосподарського призначення. За даними Головного управління земельних ресурсів у Вінницькій області, площа лісів та інших лісовкритих площ становить 378,7 тис. га (14,3 %), з яких 239,6 тис. га вкрито лісовою рослинністю. Лісистість регіону нижча, ніж в інших областях, що спричинено значною господарською освоєністю досліджуваної території [242].

Ліси на Вінниччині займають 14,3 % від загальної площі області, за оптимальної для регіону лісистості 18–25 %. Ряд районів мають лісистість, вищу від оптимально визначеної для області, зокрема Чечельницький – 26,2 %, Піщанський – 22,2 %, Тульчинський – 19,5 %, Літинський та

Тростянецький – по 19,3 %, Жмеринський – 18,5 %, Вінницький – 18,2 %. Ліси Вінниччини належать до типу середньоєвропейських лісів. Основу лісової рослинності становить граб, а до звичайних тутешніх дерев належать: дуб, ясен, липа, клен, явір, берест, осика, тополя, дика груша, дика яблуня, черемха, черешня та інші [243].

Загалом для Вінницької області характерна така структура ґрунтового покриву: сірі лісові – 50,5 % та чорноземи – 42,1 %. Панівними ґрунтоутворювальними породами є леси та лесоподібні суглинки. Гранулометричний склад їх змінюється від легкосуглинкового (вміст фізичної глини, часток діаметром менше 0,01 мм, становить 20- 30 %) на півночі області до середньосуглинкового (30-45 %) у центрі та важкосуглинкового (45-60 %) на півдні з середньозваженим рівнем об'ємної щільності в інтервалі 1,28-1,32 г/см³ [159].

Сірі лісові ґрунти залежно від вмісту гумусу, глибини гумусного горизонту, розвитку опідзоленого горизонту, інтенсивності забарвлення поділяються на три підтипи: світло-сірі, сірі, темно- сірі. Вміст гумусу у цих ґрунтах змінюється від 1,85 % до 2,4 %. Чорноземні ґрунти розташовані на північному сході, південному сході та півдні Вінницької області. Серед чорноземів Вінниччини виявлені такі підтипи: опідзолені, реградовані та типові. Родючість від 3,39 % в чорноземах опідзолених до 3,8 % у чорноземах реградованих.

Найбільш родючими ґрунтами Вінниччини є сірі та темно-сірі опідзолені мочаристі, чорноземи опідзолені мочаристі й мочарні. Вони містять 3,5-5,5 % гумусу та займають 1,7 % території області. Ґрунти в основному опідзолені (близько 65%). На північному сході області переважають чорноземи, в центральній частині - сірі, темно-сірі, світло-сірі, на південному-сході і в Придністров'ї- чорноземи і опідзолені ґрунти. Більш 70% території області зорано [243].

В області дуже різноманітна фауна: водиться багато як лісових звірів (лосі, олені, зубри, дикі свині, бобрі, вовки, лиси, кози, їжаки, борсуки,

куниці, тхори, зайці), так і степових (гризуни) та водяних (норка, видра). Багато водяного, болотяного, лісового й степового птаства (дикі гуси й качки, чорногуз, чапля, журавель, голуби, перепелиця), бджоли в липових лісах, а в річках і озерах – розмаїття риби (короп, лящ, сом, щупак тощо) [158].

Зниження в рельєфі, по якому течуть ріки Снивода, Соб і Південний Буг, відокремлює Подільське плато від Придніпровської височини, частина якої заходить на територію області. У північно-східній частині області, від верхів'я Сниводи до Гірського Тікичу, лежить Придніпровська височина. Найбільш підвищена частина її має середню висоту 300 м. У північно-західній частині області Придніпровська височина має середню висоту від 250 до 300 м. Окремі підвищення є на північний захід від Вінниці (середня висота 300 м), на південь від Хмільника (середня висота-300 м, найбільша-345 м) [242].

Тиврівське та Гніванське лісництва розташовані у Правобережному Лісостепу України, ґрунти – сірі опідзолені середньосуглинкові, клімат – помірно континентальний, площа Тиврівського лісництва складає 2255,7 га, Гнванського – 1789,6 га. Цілі діяльності лісництв полягають у: організація ведення та розвитку лісового господарства у відповідності до розроблених та затверджених у встановленому порядку матеріалів лісовпорядкування, включаючи питання охорони, захисту, раціонального використання та заготівлі лісових ресурсів і відтворення лісів на території земель лісового фонду закріпленого району.

2.2. Програма і методика досліджень

Дисертаційне дослідження виконано на базі кафедри екології та охорони навколишнього середовища Вінницького національного аграрного університету впродовж 2018–2020 рр. Дослідження проведені на території лісових господарств Тиврівської міської об'єднаної територіальної громади,

що включають Гніванське та Тиврівське лісництва Вінницької області, що знаходяться в умовах Лісостепу Правобережного.

Поставлені завдання у дисертаційній роботі, були виконані, згідно програми досліджень (рис. 2.1), яка включає:

- визначення рівня забруднення ґрунтового покриву лісових екосистем Лісостепу Правобережного важкими металами;
- визначення рівня забруднення недеревної продукції лісу важкими металами;
- оптимізування технологічних операцій із зниження концентрації важких металів у грибах;
- проведення еколого-економічної ефективності одержаних результатів досліджень.

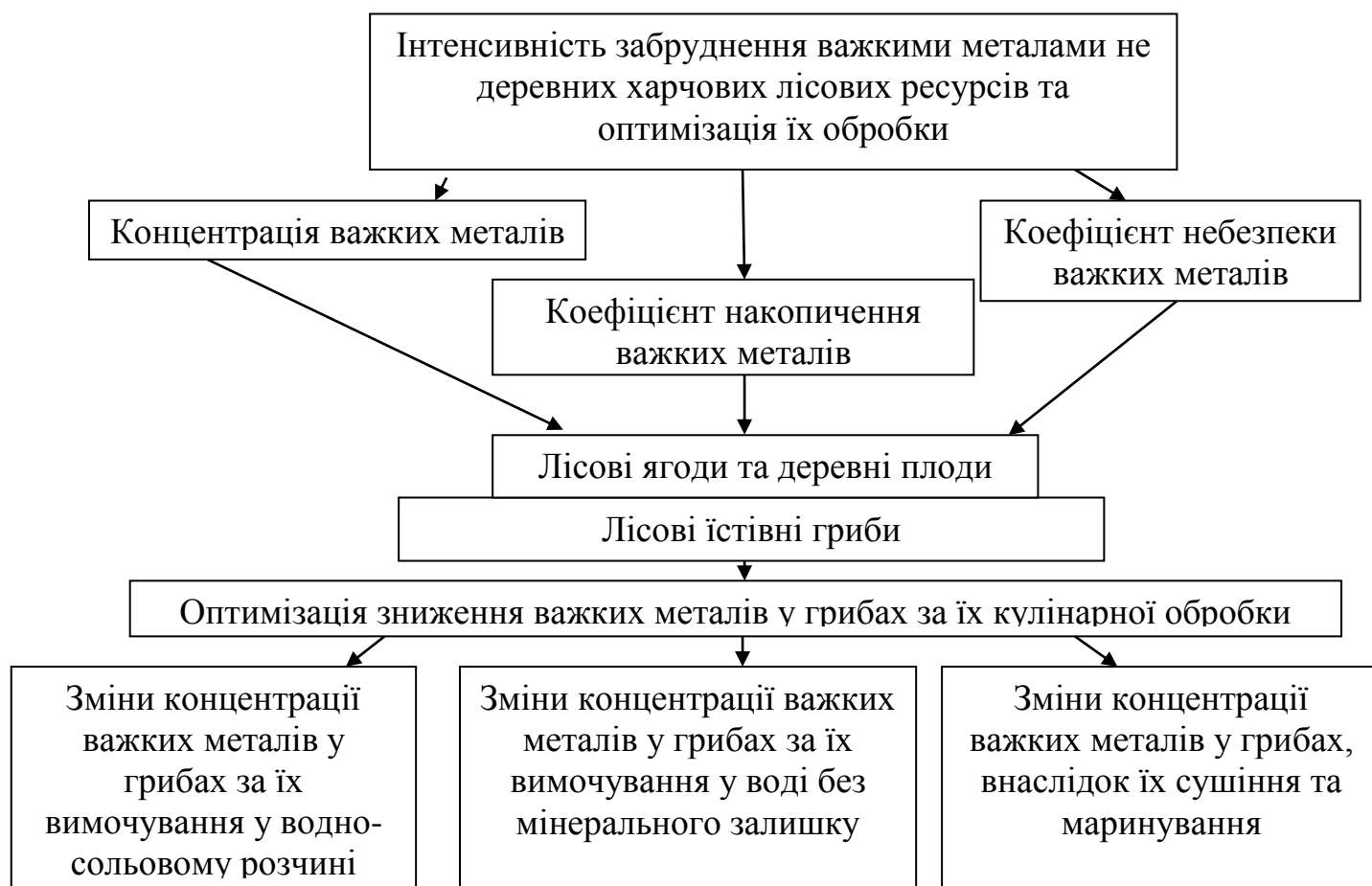


Рис. 2.1 Інтенсивність забруднення важкими металами недеревних харчових лісових ресурсів

До складу їстівних грибів, ягід та плодів були включені представники цієї рослинницької продукції, які найбільш поширені в даній місцевості. Зокрема, до складу грибів входили такі їх види, як: лисички справжні (*Cantharellus cibarius* (Lat.)), гіропор березовий синіючий (синяк) (*Gyroporus cyanescens* (Lat.)), трутовики сірчано-жовті (*Laetiporus sulphureus* (Lat.)), боровики королівські (*Butyriboletus regius* (Lat.)), лецінелум (бабка) (*Leccinellum* (Lat.)), сиріожки (*Russula Pers.* (Lat.)), білі гриби (*Boletus edulis* (Lat.)), мухомор червоніючий (маремуха) (*Amanita rubescens* (Lat.)), підберезовики (*Leccinum scabrum* (Lat.)), підосиковики (*Leccinum aurantiacum* (Lat.)), опеньки осінні справжні (*Armillaria mellea* (Lat.)), тоді як до ягід і плодів: ожина лісова (*Eubatus* (Lat.)), яблука лісові (*Malus sylvestris* Mill. (Lat.)), груша лісова (*Pyrus pyraster* (Lat.)), суниці лісові (*Fragaria vesca* (Lat.)), черешня лісова (*Prunus avium* (Lat.)).

Відбір ґрунтів лісових насаджень та перелогів для лабораторних досліджень проводили методом конверту у 10 см глибини. Гриби, ягоди та плоди відбирали на території охоронних лісових насаджень та придорожніх захисних зон по 0,3-0,5 кг [246-247].

Відбір ґрунтів лісових угідь проводили шляхом відбору точкових проб з подальшим формуванням із них об'єднаної проби загальною масою 0,3-0,4 кг. Розмір елементарної ділянки залежав від умов розташування лісових угідь і складав від 3 га до 15 га. В межах кожної елементарної ділянки було прокладено маршрутний хід, по якому відбирали елементарну пробу. Схема відбору проб ґрунтів наведена на рис. 2.2.

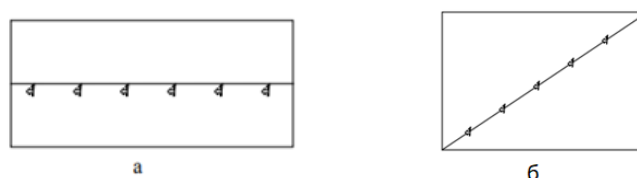


Рис. 2.2 Схеми прокладення маршрутних ходів

В межах кожної елементарної ділянки індивідуальні проби відбирали в точках, розташованих на маршрутній лінії через рівні інтервали (рис. 2.2.).

Об'єднана проба ґрунту складалась із 22 точкових зразків, відібраних з кожної елементарної ділянки. Змішаний зразок (об'єднану пробу) направляли на аналіз в лабораторію. На етикетці було вказано: назву лісового господарства, район, область, тип ґрунту, номер і площу лісової ділянки та прізвище виконавця. Відбір ґрунту проводили приладом для відбору проб зразків (БН25-15) попередньо видаливши з нього лісову підстилку. Для підготовки хімічного аналізу зразки середньої проби ґрунту подрібнювали, очищували від залишків вегетативної маси (коріння, листя) та висушували в термостаті за температури 50-60 °С до крихкого стану [246].

Вивчення концентрації, коефіцієнту накопичення та коефіцієнту небезпеки важких металів проводили у попередньо очищених від залишків вегетативної маси і ґрунту у грибах [44-45].

За вивчення впливу води без мінерального залишку на зміну концентрацій у грибах важких металів (Pb, Cd, Zn, Cu) до обробки були включені наступні технологічні операції:

- очищення грибів від вегетативної маси рослин та ґрунту;
- подрібнення грибів;
- вимочування подрібнених грибів, протягом однієї доби у водопровідній воді;
- вимочування подрібнених грибів, протягом однієї доби у воді, одержаній шляхом переварювання та відстоювання;
- вимочування подрібнених грибів, протягом однієї доби у дистильованій водопровідній воді.

Підготовку проб до лабораторних досліджень включала висушування дослідного матеріалу до повітряно-сухого стану. Перед висушуванням досліджуваних проб і доведенням їх до повітряно-сухого стану, проводили їх подрібнення. Після цього матеріал висушували тривалий час в сушильній шафі при 30-40 °С. Після висушування пробу подрібнювали на млинку. Перед початком аналізу зразок обов'язково перемішували. Для визначення зольності абсолютно суху пробу (висушену при 105 °С) у доведеному до

сталої маси тиглі обзолювали у муфельній печі. Спочатку тигель з пробую обзолювали на відкритому полум'ї або дуже повільно в муфельній печі при 200 °С, поки не перестане виділятися дим. Після цього пробу обзолювали при вищій температурі (500-550 °С) до повного прояснення до сталої маси. Температуру печі слід підвищувати повільно.

Технологія обробки грибів включала одні і ті ж операції, різницею було вміст у воді солі та тривалість вимочування даних грибів. Перший варіант включав витримку подрібнених, очищених від залишків вегетативної маси рослин і ґрунту грибів протягом 2-х годин у водопровідній воді. Другий варіант включав вимочування грибів у водно-сольовому розчині (10 грам солі на 1 літр води) протягом 2-х годин. Третій та четвертий варіанти включали вимочування грибів у водно-сольовому розчині (10 грам солі на 1 літр води) протягом 4-х та 6-ти годин відповідно. Для досліджень використовували воду однієї партії.

За вивчення впливу води без мінерального залишку на зміну концентрацій у грибах важких металів (Pb, Cd, Zn, Cu) до обробки були включені дані технологічні операції:

- очищення грибів від вегетативної маси рослин та ґрунту;
- подрібнення грибів;
- вимочування подрібнених грибів, протягом однієї доби у водопровідній воді;
- вимочування подрібнених грибів, протягом однієї доби у воді без мінерального залишку (переварена вода);
- вимочування подрібнених грибів, протягом однієї доби у дистильованій водопровідній воді.

Технологія обробки грибів у всіх варіантах була однаковою, різниця була лише у воді. Зокрема, перший варіант включав використання водопровідної звичайної води – контроль, другий варіант – включав використання такої ж водопровідної води, але з відділенням від неї мінеральної частини, шляхом переварювання і відстоювання. Третій варіант

включав водопровідну воду, пропущену через дистильатор. Воду, як розчинник для даного дослідження використовували з однієї партії для всіх варіантів.

Лабораторні аналізи їстівних грибів та дикорослих ягід, а також ґрунту проводили у сертифікованих і акредитованих лабораторіях (Науково-вимірвальна агрохімічна лабораторія Вінницького національного аграрного університету та лабораторія випробувального центру Вінницької філії державної установи «Інституту охорони ґрунтів України»).

Спостереження, обліки та вимірювання проводили за загальноприйнятими методиками:

– визначення вмісту солей важких металів (Pb, Cd, Zn, Cu) у їстівних грибах та дикорослих ягодах – атомно-абсорбційним методом [220];

– проби ґрунту відбирали з шару 0–10 см відповідно до ДСТУ ISO 10381–1:2004 [247];

– визначення вмісту рухомих форм важких металів (Pb, Cd, Zn, Cu) – після вилучення ацетатно-амонійним буферним розчином рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії відповідно до ДСТУ 4770 [248-251];

Концентрації Cd, Cu, Pb, Zn плодових тіл досліджуваних грибів, ґрунту та ягід визначали методом атомно-абсорбційної спектрометрії після сухої мінералізації [220].

Метод полягає у вилученні рухомої форми іонів міді, цинку та свинцю з грибів ацетатно-амонійним буферним розчином з рН=4,8. До розчину при цьому переходить частина обмінних катіонів, відбувається гідроліз сполук, утворюються ацетатні або амонійні комплексні сполуки. Завдяки високій буферній ємності цього розчину реакція середовища під час вилучення важких металів із різних грибів залишається стабільною.

Визначення 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:

$$X = K * c * V - c_x * V_x / m \quad (2.1.)$$

де К – коефіцієнт розбавлення ($K=V_{заг}/V_{лікв}$);

с – концентрація металу у розбавленому розчині мінералізату або екстракту, мг/см³;

V – вихідний об'єм розчину мінералізату, см³;

с_x – концентрація металу у розчині контрольного зразку, мг/см³;

V_x – об'єм розчину контрольного зразку, см³;

m – маса вихідного зразку, г.

Для проведення досліду застосовують:

- 1) кислоту азотну (HNO₃), концентровану, розчини 10%-ий, та 30%-ий;
- 2) кислоту соляну (HCl), розчини 3,7%-ий, 0,37%-ий;
- 3) натрію гідроксид (NaOH), 4%-ий розчин;
- 4) амонію гідроксид (NH₄OH) концентрований;
- 5) магній азотнокислий (Mg(NO₃)₂), який не містить кристалічну воду, 50%-ий розчин;
- 6) амонію піролідиндітіокарбамат (C₆H₁₂S₂N₂);
- 7) кислоту лимонну (C₆H₈O₇*H₂O);
- 8) метиловий оранжевий, 2%-ий спиртовий розчин;
- 9) метилізобутилкетон безводний (C₆H₁₂O);
- 10) бромтімоловий синій, 0,1%-ий розчин;
- 11) металічна 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 [220].

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 компонента, 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 хвиль 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. Розпилювач 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 [220].

Для оцінки ступеня небезпечності елемента-забруднювача використовували коефіцієнт безпеки елемента-забруднювача – співвідношення між концентрацією поллютанта в плодovому тілі гриба та його гранично допустимою концентрацією. Використовується для оцінки ступеня небезпечності елемента-забруднювача. За нормальних умов коефіцієнт безпеки має бути меншим або рівним 1. Визначається за формулою:

$$K_{нб} = \frac{C_i}{ГДК_i} \geq 1 \quad (2.2.)$$

де C_i – концентрація i -тої забруднюючої речовини, мг/кг; ГДК $_i$ – гранично допустима концентрація i -тої забруднюючої речовини, мг/кг [63-66].

Для оцінки ступеня накопичення важких металів використовували коефіцієнт накопичення елемента-забруднювача – відношення концентрації забруднювача в рослинній продукції до його концентрації у ґрунті. Використовується для оцінки можливості переходу рухомих форм важких металів із ґрунту в гриби. Визначається за формулою:

$$K_n = \frac{C_{ip}}{C_{igr}} \quad (2.3.)$$

де C_{ip} – концентрація i -тої забруднюючої речовини у рослині, мг/кг; C_{igr} – концентрація i -тої забруднюючої речовини у ґрунті, мг/кг.

Обробку даних проводили на ПК за допомогою стандартних пакетів програм «Statistica», Microsoft Excel, із застосуванням методів кореляційного, регресійного та дисперсійного аналізів та ін.

У Розділі 2 використані наукові джерела [44-45, 63, 66, 157-159, 220, 242-252].

РОЗДІЛ 3

**ОЦІНКА ІНТЕНСИВНОСТІ ЗАБРУДНЕННЯ НЕДЕРЕВНИХ
ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ В УМОВАХ ЛІСОВИХ
ЕКОСИСТЕМ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО**

3.1. Вміст важких металів у недеревних лісових ресурсах

Аналіз забруднення ґрунтів лісових угідь (таблиця 3.1) в зоні проведених досліджень показав, що концентрація свинцю, кадмію, цинку та міді не перевищували допустимі рівні.

Таблиця 3.1.

Інтенсивність забруднення ґрунтів важкими металами, мг/кг

Важкі метали	Лісові насадження	Переліг	ГДК
Свинець	$\frac{0,22 - 0,52}{0,37}$	$\frac{0,91 - 0,99}{0,95}$	6,0
Кадмій	$\frac{0,10 - 0,18}{0,14}$	$\frac{0,059 - 0,099}{0,079}$	0,7
Цинк	$\frac{4,21 - 4,65}{4,43}$	$\frac{0,27 - 0,49}{0,38}$	23,0
Мідь	$\frac{0,03 - 0,15}{0,09}$	$\frac{0,083 - 0,123}{0,103}$	3,0

Так, вміст важких металів у ґрунтах лісових насаджень порівняно з ГДК, був нижчий по свинцю у 16,2 раз, кадмію – у 5,0 раз, цинку – у 5,2 раз та міді у – 33,3 раз. Тоді, як у ґрунтах перелогу концентрація свинцю, кадмію, цинку та міді була нижча за ГДК у 6,3, 6,76, 8,8 та 29,1 раз відповідно.

Результати досліджень свідчать, що у ягодах суниці лісової концентрація кадмію перевищувала ГДК у 3 рази. Тоді, як концентрація цинку і міді була нижча за ГДК у 5,1 та 45,4 раз відповідно. Свинцю у ягодах суниці лісової не виявлено (табл. 3.2).

У ягодах ожини лісової свинцю та кадмію не виявлено тоді, як концентрація цинку та міді була нижчою за ГДК відповідно у 9,0 та 125,0 раз. У ягодах черешні лісової свинцю і кадмію також не виявлено, а концентрація цинку та міді була нижчою за ГДК відповідно у 20,4 та 125,0 раз. У плодах яблук лісових свинцю та кадмію також не виявлено. Концентрація цинку та міді у плодах яблуні лісової була нижчою за ГДК у 37,0 та 500,0 раз відповідно. Не виявлено також свинцю і кадмію у плодах груші лісової. Концентрація цинку та міді у плодах груші лісової була нижчою за ГДК відповідно у 7,6 та 62,5 раз [262].

Таблиця 3.2

**Концентрація важких металів у ягодах та деревних плодах
(середнє за 2018-2020 рр.), мг/кг**

Вид ягід та деревних плодів	Важкий метал							
	Pb	ГДК Pb	Cd	ГДК Cd	Zn	ГДК Zn	Cu	ГДК Cu
Ожина лісова (<i>Eubatus</i> (<i>Lat.</i>))	не виявле- но	0,2	не виявле- но	0,03	1,11± 0,001	10	0,04± 0,001	5,0
Яблука лісові (<i>Malus</i> <i>sylvestris</i> <i>Mill. (Lat.)</i>)	не виявле- но	0,1	не виявле- но	0,03	0,27± 0,002	10	0,01± 0,002	5,0
Груша лісова (<i>Pyrus</i> <i>pyraster</i> (<i>Lat.</i>))	не виявле- но	0,1	не виявле- но	0,03	1,30± 0,002	10	0,08± 0,002	5,0
Суниця лісова (<i>Fragaria</i> <i>vesca (Lat.)</i>)	не виявле- но	0,2	0,09± 0,01	0,03	1,95± 0,01	10	0,11± 0,01	5,0
Черешня лісова (<i>Prunus</i> <i>avium (Lat.)</i>)	не виявле- но	0,2	не виявле- но	0,03	0,49± 0,03	10	0,04± 0,002	5,0

Водночас, необхідно відмітити, що найвища концентрація цинку спостерігалась в ягодах суниці лісової порівняно з ягодами ожини лісової, плодами яблуні лісової, плодами груші лісової та ягодами черешні лісової відповідно у 1,75, 7,2, 1,5 та 3,97 раз. Концентрація міді також була найвища у ягодах суниці лісової. Так, в порівнянні з ягодами ожини лісової, плодами яблук лісових, плодами груші лісової та ягодами черешні лісової концентрація міді у ягодах суниці лісової була нижча відповідно у 2,7, 11, 1,3 та 2,7 раз (рис. 3.1).

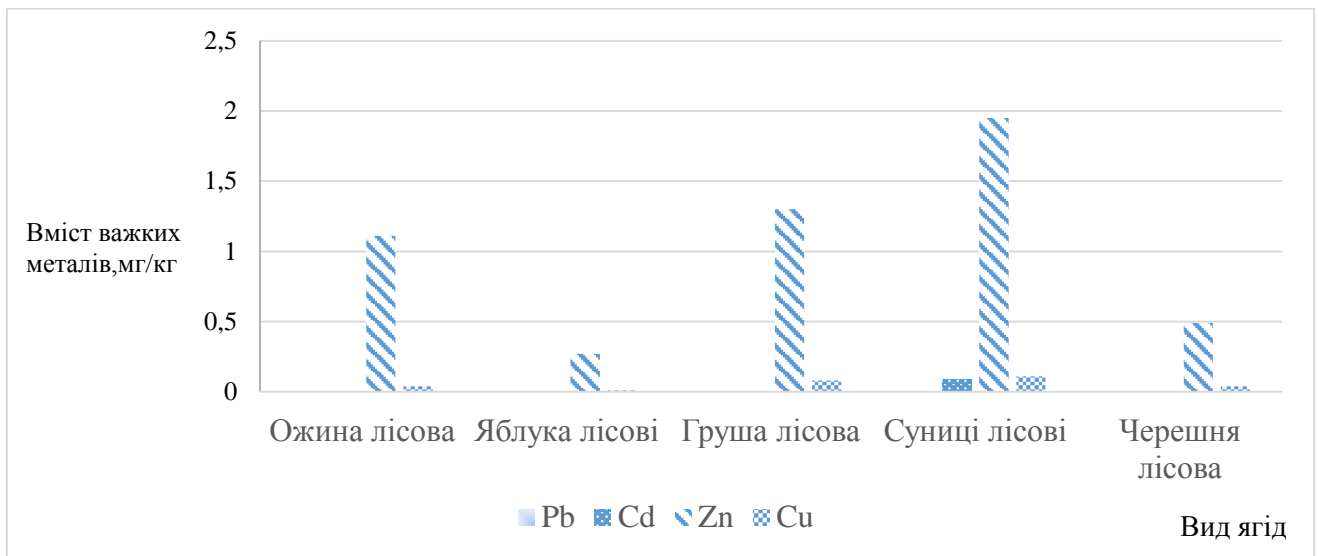


Рис. 3.1 Порівняльна оцінка вмісту важких металів у лісових ягодах та деревних плодах

Досліджено інтенсивність забруднення важкими металами їстівних грибів. Виявлено перевищення гранично допустимих концентрацій кадмію у грибах гіропорах березових синіючих (синяк) – у 1,6 раз, трутовиках сірчано-жовтих – у 1,5 раз, боровиках королівських – у 1,4 раз, лецінелумах (бабка) – у 1,7 раз, сиріжках – у 6,5 раз, білих грибах – у 1,7 раз, мухоморах червоніючих (маремуха) – у 1,5 раз, підберезовиках – у 1,7 раз, підосиковиках – у 1,3 раз та опеньках осінніх справжніх – у 1,7 раз, тоді як концентрація свинцю, цинку та міді була нижча за ГДК [261].

Найвища концентрація свинцю була виявлена у опеньках осінніх справжніх порівняно з лисичками справжніми – у 1,4 раз, гіропорами березовими синіючими (синяк) – у 1,3 раз, трутовиками сірчано-жовтими – у

1,07 раз, боровиками королівськими – у 1,2 раз, лецінелумами (бабка) – у 1,03 раз, сиріжками – у 1,4 раз, білими грибами – у 1,2 раз, мухоморами червоніючими (маремуха) – у 1,07 раз, підберезовиками – у 1,11 раз та підосиковиками – у 1,4 раз відповідно (табл. 3.3) [263].

Таблиця 3.3

Концентрація свинцю у грибах (середнє за 2018-2020 рр.), мг/кг

Вид грибів	Pb	ГДК
Лисички справжні (<i>Cantharēllus cibārius (Lat.)</i>)	0,21±0,02	0,5
Гіропор березовий синіючий (синяк) (<i>Gyroporus cyanescens (Lat.)</i>)	0,22±0,03	0,5
Трутовики сірчано-жовті (<i>Laetiporus sulphureus (Lat.)</i>)	0,27±0,01	0,5
Боровики королівські (<i>Butyriboletus regius (Lat.)</i>)	0,24±0,01	0,5
Лецінелум (бабка) (<i>Leccinellum (Lat.)</i>)	0,28±0,02	0,5
Сиріжки (<i>Russula Pers. (Lat.)</i>)	0,21±0,04	0,5
Білі гриби (<i>Boletus edulis (Lat.)</i>)	0,23±0,01	0,5
Мухомор червоніючий (маремуха) (<i>Amanita rubescens (Lat.)</i>)	0,27±0,05	0,5
Підберезовики (<i>Leccinum scabrum (Lat.)</i>)	0,26±0,02	0,5
Підосиковики (<i>Leccinum aurantiacum (Lat.)</i>)	0,22±0,01	0,5
Опеньки осінні справжні (<i>Armillaria mellea (Lat.)</i>)	0,29±0,02	0,5

Концентрація кадмію була найвищою у сиріжках, в порівнянні з лисичками справжніми – у 10,8 раз, гіропорами березовими синіючими (синяк) – у 4,0 рази, трутовиками сірчано-жовтими – у 4,3 раз, боровиками королівськими – у 4,6 раз, лецінелумами (бабка) – у 3,8 раз, білими грибами – у 3,8 раз, мухоморами червоніючими (маремуха) – у 4,3 раз, підберезовиками – у 3,8 раз, підосиковиками – у 5,0 раз та опеньками осінніми справжніми – у 3,8 раз відповідно (табл. 3.4) [262].

Таблиця 3.4

Концентрація кадмію у грибах (середнє за 2018-2020 рр.), мг/кг

Вид грибів	Cd	ГДК
Лисички справжні (<i>Cantharēllus cibārius (Lat.)</i>)	0,06±0,003	0,1
Гіропор березовий синіючий (синяк) (<i>Gyroporus cyanescens (Lat.)</i>)	0,16±0,03	0,1
Трутовики сірчано-жовті (<i>Laetiporus sulphureus (Lat.)</i>)	0,15±0,02	0,1
Боровики королівські (<i>Butyriboletus regius (Lat.)</i>)	0,14±0,02	0,1
Лецінелум (бабка) (<i>Leccinellum (Lat.)</i>)	0,17±0,02	0,1
Сиріжки (<i>Russula Pers. (Lat.)</i>)	0,65±0,02	0,1
Білі гриби (<i>Boletus edulis (Lat.)</i>)	0,17±0,18	0,1
Мухомор червоніючий (маремуха) (<i>Amanita rubescens (Lat.)</i>)	0,15±0,02	0,1
Підберезовики (<i>Leccinum scabrum (Lat.)</i>)	0,17±0,003	0,1
Підосиковики (<i>Leccinum aurantiacum (Lat.)</i>)	0,13±0,002	0,1
Опеньки осінні справжні (<i>Armillaria mellea (Lat.)</i>)	0,17±0,01	0,1

Концентрація цинку виявилась найвищою у білих грибах. Вона була вищою порівняно з лисичками справжніми – у 1,7 раз, гіропорами

березовими синіючими (синяк) – у 1,6 раз, трутовиками сірчано-жовтими – у 2,3 раз, боровиками королівськими – у 1,03 раз, лецінелумами (бабка) – у 1,5 раз, сироїжками – у 1,02 раз, мухоморами червоніючими (маремуха) – у 1,7 раз, підберезовиками – у 2,7 раз, підосиковиками – у 1,1 раз та опеньками осінніми справжніми – у 154,1 раз відповідно (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Концентрація цинку у грибах (середнє за 2018-2020 рр.), мг/кг

Вид грибів	Zn	ГДК
Лисички справжні (<i>Cantharēllus cibārius (Lat.)</i>)	6,41±0,018	20
Гіропор березовий синіючий (синяк) (<i>Gyroporus cyanescens (Lat.)</i>)	7,09±0,02	20
Трутовика сірчано-жовті (<i>Laetiporus sulphureus (Lat.)</i>)	5,04±0,016	20
Боровики королівські (<i>Butyriboletus regius (Lat.)</i>)	10,99±0,01	20
Лецінелум (бабка) (<i>Leccinellum (Lat.)</i>)	7,86±0,18	20
Сироїжки (<i>Russula Pers. (Lat.)</i>)	11,18±0,12	20
Білі гриби (<i>Boletus edulis (Lat.)</i>)	11,41±0,40	20
Мухомор червоніючий (маремуха) (<i>Amanita rubescens (Lat.)</i>)	6,59±0,01	20
Підберезовики (<i>Leccinum scabrum (Lat.)</i>)	4,16±0,01	20
Підосиковики (<i>Leccinum aurantiacum (Lat.)</i>)	10,32±0,01	20
Опеньки осінні справжні (<i>Armillaria mellea (Lat.)</i>)	0,074±0,005	20

Концентрація міді була найвищою у опеньках осінніх справжніх, порівняно з лисичками справжніми – у 8,75 раз, гіропорами березовими синіючими (синяк) – у 4,4 раз, трутовиками сірчано-жовтими – 46,6 раз, боровиками королівськими – 15,5 раз, лецінелумами (бабка) – 11,2 раз, сироїжками – 4,37 раз, білими грибами – 10,8 раз, мухоморами червоніючими (маремуха) – 17,5 раз, підберезовиками – у 4,0 рази та підосиковиками – у 20,0 раз відповідно (табл. 3.6) [265].

Таблиця 3.6

Концентрація міді у грибах (середнє за 2018-2020 рр.), мг/кг

Вид грибів	Cu	ГДК
Лисички справжні (<i>Cantharēllus cibārius (Lat.)</i>)	0,32±0,002	10
Гіропор березовий синіючий (синяк) (<i>Gyroporus cyanescens (Lat.)</i>)	0,63±0,008	10
Трутовика сірчано-жовті (<i>Laetiporus sulphureus (Lat.)</i>)	0,06±0,003	10
Боровики королівські (<i>Butyriboletus regius (Lat.)</i>)	0,18±0,003	10
Лецінелум (бабка) (<i>Leccinellum (Lat.)</i>)	0,25±0,01	10
Сироїжки (<i>Russula Pers. (Lat.)</i>)	0,64±0,01	10
Білі гриби (<i>Boletus edulis (Lat.)</i>)	0,26±0,05	10
Мухомор червоніючий (маремуха) (<i>Amanita rubescens (Lat.)</i>)	0,16±0,003	10
Підберезовики (<i>Leccinum scabrum (Lat.)</i>)	0,70±0,01	10
Підосиковики (<i>Leccinum aurantiacum (Lat.)</i>)	0,14±0,001	10
Опеньки осінні справжні (<i>Armillaria mellea (Lat.)</i>)	2,80±0,022	10

Аналізуючи забруднення грибів важкими металами необхідно відмітити, що у грибах лисичках справжніх концентрація свинцю, кадмію, цинку та міді була нижчою від ГДК у 2,4, 1,7, 3,1 та 31,3 раз відповідно (рис. 3.2).

У грибах гіропорах березових синіючих (синяк) перевищення виявлено лише за кадмієм у 1,6 раз, тоді як концентрація свинцю, цинку та міді була нижчою від ГДК у 2,2, 2,8 та 15,9 раз. Гриби трутовики сірчано-жовті також мали перевищення по кадмію у 1,5 раз. Концентрація свинцю, цинку та міді була нижчою за ГДК у 1,9, 3,9 та 166,6 раз відповідно. У досліджуваних грибах боровиках королівських перевищення виявлено по кадмію у 1,4 раз, тоді як концентрація свинцю, цинку та міді нижча за ГДК у 2,1, 1,8 та 55,6 раз. У грибах лецінелумах (бабка) перевищення виявлено по кадмію у 1,7 раз. Концентрація свинцю, цинку та міді виявилась нижчою у 1,8, 2,5 та 40 раз відповідно [266].

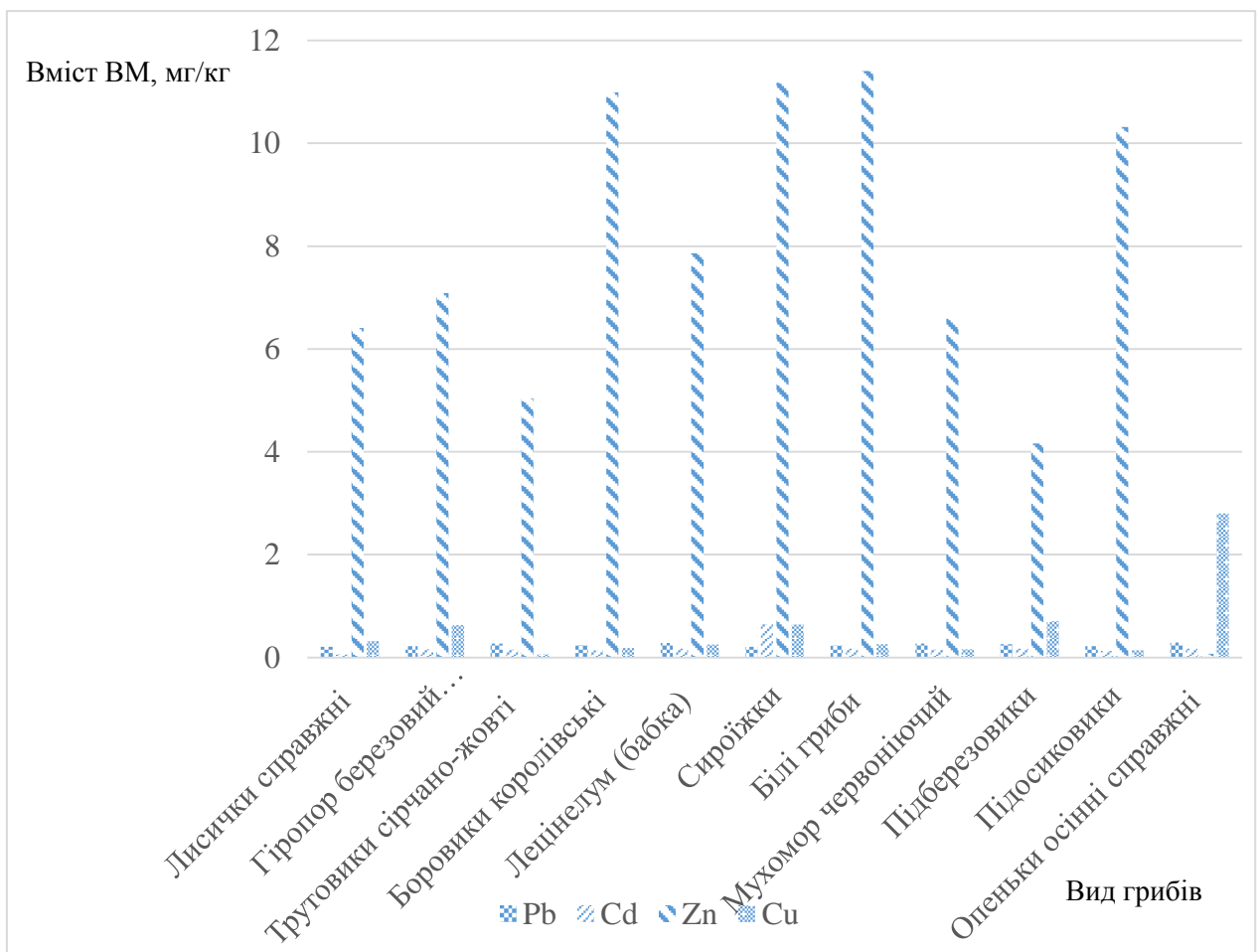


Рис. 3.2 Концентрація Pb, Cd, Zn та Cu у їстівних грибах

У сирійжках також перевищення виявлено по кадмію у 6,5 раз. По свинцю, цинку та міді перевищень не виявлено, їх концентрація була нижчою за ГДК у 2,4, 1,8 та 15,6 раз відповідно. У білих грибах кадмій перевищував ГДК у 1,7 раз. Тоді як концентрація свинцю, цинку та міді була нижчою за ГДК у 2,2, 1,8 та 38,4 раз відповідно. У мухоморах червоніючих (маремуха) перевищення концентрації по кадмію було у 1,5 раз. Концентрація свинцю, цинку та міді – нижча за ГДК у 1,85, 3,03 та 62,5 раз. У підберезовиках також спостерігалось перевищення по кадмію у 1,7 раз. Тоді, як по свинцю, цинку та міді концентрація була нижчою за ГДК у 1,92, 4,8 та 14,2 раз. У підосиковиках концентрація кадмію перевищувала у 1,3 раз. По свинцю, цинку та міді перевищень не виявлено, їх концентрація була нижчою за ГДК у 2,2, 1,9 та 71,4 раз відповідно. У грибах опеньках осінніх справжніх перевищення кадмію спостерігалось у 1,7 раз. А концентрація свинцю, цинку та міді була нижчою за ГДК у 1,7, 270,32 та 3,5 раз відповідно.

На концентрацію хімічних елементів у грибах може впливати хімічний склад лісової підстилки та ґрунту, умови місця зростання оскільки всі компоненти лісової екосистеми взаємопов'язані та мають прямий чи опосередкований вплив один на одного. Так, як вміст кадмію присутній у ґрунтах досліджуваних нами лісових угідь, можна говорити про його перевищенні концентрації у їстівних лісових грибах. Також види роду *Leccinum*, *Macrolepiota* добре поглинають Cd, а в наших дослідженнях є багато представників даних родів [267].

3.2. Коефіцієнт небезпеки важких металів у недеревних лісових ресурсах

Аналізуючи показники коефіцієнту небезпеки свинцю необхідно відмітити, що він був найвищим у опеньках осінніх справжніх. Зокрема, він був вищим порівняно із лисичками справжніми – у 1,38 раз, гіропорами березовими синіючими (синяк) – у 1,31 раз, трутовиками сірчано-жовтими – у 1,07 раз, боровиками королівськими – у 1,2 раз, лецінелумами (бабка) – у

1,03 раз, сиріжками – у 1,38 раз, білими грибами – у 1,26 раз, мухоморами червоніючими (маремуха) – у 1,07 раз, підберезовиками – у 1,11 раз та підосиковиками – у 1,31 раз відповідно (табл. 3.7) [268].

Таблиця 3.7

Коефіцієнт небезпеки свинцю у грибах

Вид грибів	Факт. вміст	ГДК	Показник КН
Лисички справжні (<i>Cantharēllus cibārius (Lat.)</i>)	0,21±0,02	0,5	0,42
Гіропор березовий синіючий (синяк) (<i>Gyroporus cyanescens (Lat.)</i>)	0,22±0,03	0,5	0,44
Трутовики сірчано-жовті (<i>Laetiporus sulphureus (Lat.)</i>)	0,27±0,01	0,5	0,54
Боровики королівські (<i>Butyriboletus regius (Lat.)</i>)	0,24±0,01	0,5	0,48
Лецінелум (бабка) (<i>Leccinellum (Lat.)</i>)	0,28±0,02	0,5	0,56
Сиріжки (<i>Russula Pers. (Lat.)</i>)	0,21±0,04	0,5	0,42
Білі гриби (<i>Boletus edulis (Lat.)</i>)	0,23±0,01	0,5	0,46
Мухомор червоніючий (маремуха) (<i>Amanita rubescens (Lat.)</i>)	0,27±0,05	0,5	0,54
Підберезовики (<i>Leccinum scabrum (Lat.)</i>)	0,26±0,02	0,5	0,52
Підосиковики (<i>Leccinum aurantiacum (Lat.)</i>)	0,22±0,01	0,5	0,44
Опеньки осінні справжні (<i>Armillaria mellea (Lat.)</i>)	0,29±0,02	0,5	0,58

Аналізуючи показники коефіцієнту небезпеки кадмію необхідно відмітити, що він був найвищим у сиріжках. Зокрема, він був вищим порівняно із лисичками справжніми – у 36,0 раз, гіропорами березовими синіючими (синяк) – у 13,5 раз, трутовиками сірчано-жовтими – у 14,4 раз, боровиками королівськими – у 15,4 раз, лецінелумами (бабка) – у 15,4 раз, білими грибами, мухоморами червоніючими (маремуха) та опеньками осінніми справжніми – у 14,4 раз, підберезовиками – у 12,7 раз, підосиковиками – у 16,6 раз відповідно (табл.3.8).

Коефіцієнт небезпеки кадмію у грибах

Вид грибів	Факт. вміст	ГДК	Показник КН
Лисички справжні (<i>Cantharēllus cibārius (Lat.)</i>)	0,06±0,003	0,1	0,6
Гіропор березовий синіючий (синяк) (<i>Gyroporus cyanescens (Lat.)</i>)	0,16±0,03	0,1	1,6
Трутовики сірчано-жовті (<i>Laetiporus sulphureus (Lat.)</i>)	0,15±0,02	0,1	1,5
Боровики королівські (<i>Butyriboletus regius (Lat.)</i>)	0,14±0,02	0,1	1,4
Лецінелум (бабка) (<i>Leccinellum (Lat.)</i>)	0,17±0,02	0,1	1,7
Сироїжки (<i>Russula Pers. (Lat.)</i>)	0,65±0,02	0,1	21,6
Білі гриби (<i>Boletus edulis (Lat.)</i>)	0,17±0,18	0,1	1,7
Мухомор червоніючий (маремуха) (<i>Amanita rubescens (Lat.)</i>)	0,15±0,02	0,1	1,5
Підберезовики (<i>Leccinum scabrum (Lat.)</i>)	0,17±0,003	0,1	1,7
Підосиковики (<i>Leccinum aurantiacum (Lat.)</i>)	0,13±0,002	0,1	1,3
Опеньки осінні справжні (<i>Armillaria mellea (Lat.)</i>)	0,17±0,01	0,1	1,7

Спостерігається специфічність самих полютантів щодо концентрації в тій чи іншій частині плодового тіла: зокрема, цинк і олово концентруються у шапинці, а мідь – у ніжці [29]. Вченими встановлено, що серед видів роду *Russula* найвищі кількості Cd, Zn і Mn концентруються у шапинках *Russula alutacea*, Cu – в шапинках *R. lutea*, Ni – у ніжках *Russula alutacea*. Саме цим твердженням можна пояснити високий вміст кадмію у грибах сироїжках, які відносяться до роду *Russula* і тим самим високий коефіцієнт їх небезпеки [28].

Аналізуючи показники коефіцієнту небезпеки цинку необхідно відмітити, що він був найвищим у білих грибах. Зокрема, він був вищим

порівняно із лисичками справжніх – у 1,78 раз, гіропорами березовими синіючими (синяк) – у 1,62 раз, трутовиками сірчано-жовтими – у 2,28 раз, боровиками королівськими – у 1,05 раз, лецінелумами (бабка) – у 1,46 раз, сиріжками – у 1,03 раз, мухоморами червоніючими (маремуха) – у 1,78 раз, підберезовиками – у 2,85 раз, підосиковиками – у 1,11 раз та опеньками осінніми справжніми – у 190,0 раз відповідно (табл.3.9) [269].

Таблиця 3.9

Коефіцієнт небезпеки цинку у грибах

Вид грибів	Факт. вміст	ГДК	Показник КН
Лисички справжні (<i>Cantharēllus cibārius (Lat.)</i>)	6,41±0,018	20	0,32
Гіропор березовий синіючий (синяк) (<i>Gyroporus cyanescens (Lat.)</i>)	7,09±0,02	20	0,35
Трутовика сірчано-жовті (<i>Laetiporus sulphureus (Lat.)</i>)	5,04±0,016	20	0,25
Боровики королівські (<i>Butyriboletus regius (Lat.)</i>)	10,99±0,01	20	0,54
Лецінелум (бабка) (<i>Leccinellum (Lat.)</i>)	7,86±0,18	20	0,39
Сиріжки (<i>Russula Pers. (Lat.)</i>)	11,18±0,12	20	0,55
Білі гриби (<i>Boletus edulis (Lat.)</i>)	11,41±0,40	20	0,57
Мухомор червоніючий (маремуха) (<i>Amanita rubescens (Lat.)</i>)	6,59±0,01	20	0,32
Підберезовики (<i>Leccinum scabrum (Lat.)</i>)	4,16±0,01	20	0,20
Підосиковики (<i>Leccinum aurantiacum (Lat.)</i>)	10,32±0,01	20	0,51
Опеньки осінні справжні (<i>Armillaria mellea (Lat.)</i>)	0,074±0,005	20	0,003

Аналізуючи показники коефіцієнту небезпеки міді необхідно відмітити, що він був найвищим у опеньках осінніх справжніх. Зокрема, він був вищим порівняно із лисичками справжніми – у 9,3 раз, гіропорами березовими синіючими (синяк) – у 4,4 раз, трутовиками сірчано-жовтими – у

46,6 раз, боровиками королівськими – у 15,5 раз, лецінелумами (бабка) – у 11,2 раз, сироїжками – у 4,37 раз, білими грибами – у 10,7 раз, мухоморами червоніючими (маремуха) – у 17,5 раз, підберезовиками – у 4,0 рази та підосиковиками – у 20,0 раз відповідно (табл.3.10).

Таблиця 3.10

Коефіцієнт небезпеки міді у грибах

Вид грибів	Факт. вміст	ГДК	Показник КН
Лисички справжні (<i>Cantharēllus cibārius (Lat.)</i>)	0,32±0,002	10	0,03
Гіропор березовий синіючий (синяк) (<i>Gyroporus cyanescens (Lat.)</i>)	0,63±0,008	10	0,063
Трутовики сірчано-жовті (<i>Laetiporus sulphureus (Lat.)</i>)	0,06±0,003	10	0,006
Боровики королівські (<i>Butyriboletus regius (Lat.)</i>)	0,18±0,003	10	0,018
Лецінелум (бабка) (<i>Leccinellum (Lat.)</i>)	0,25±0,01	10	0,025
Сироїжки (<i>Russula Pers. (Lat.)</i>)	0,64±0,01	10	0,064
Білі гриби (<i>Boletus edulis (Lat.)</i>)	0,26±0,05	10	0,026
Мухомор червоніючий (маремуха) (<i>Amanita rubescens (Lat.)</i>)	0,16±0,003	10	0,016
Підберезовики (<i>Leccinum scabrum (Lat.)</i>)	0,70±0,01	10	0,07
Підосиковики (<i>Leccinum aurantiacum (Lat.)</i>)	0,14±0,001	10	0,014
Опеньки осінні справжні (<i>Armillaria mellea (Lat.)</i>)	2,80±0,022	10	0,28

Аналізуючи показники коефіцієнту небезпеки важких металів необхідно відмітити, що у лисичках справжніх, гіропорах березових синіючих (синяк), трутовиках сірчано-жовтих, боровиках королівських, лецінелумах (бабка), сироїжках, білих грибах, мухоморах червоніючих (маремуха), підберезовиках, підосиковиках та опеньках осінніх справжніх він був вищим по кадмію (рис. 3.3) [261].

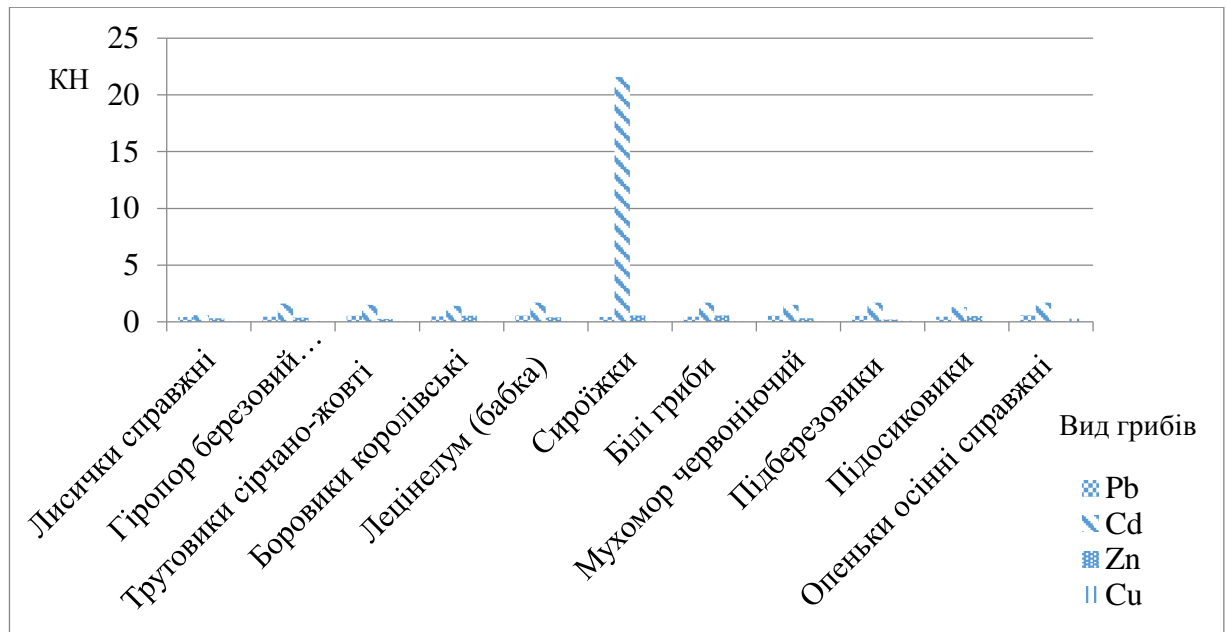


Рис. 3.3 Коефіцієнт небезпеки важких металів у грибах

Зокрема, коефіцієнт небезпеки кадмію порівняно із свинцем, цинком та міддю був вищим у грибах лисичках справжніх у 1,42, 1,87 та 20 раз; гіропорах березових синіючих (синяк) – у 3,63, 4,57 та 25,3 раз; трутовиках сірчано-жовтих – у 2,77, 6 та 250 раз; боровиках королівських – у 2,91, 2,59 та 77,7 раз; лецинелумах (бабка) – у 3,03, 4,35 та 68 раз; у сироїжках – у 51,4, 39,2 та 337,5 раз відповідно; у білих грибах – у 3,69, 2,98 та 65,3 раз; у мухоморах червоніючих (маремуха) – у 2,77, 4,68 та 93,7 раз; у підберезовиках – у 3,26, 8,5 та 24,2 раз; у підосиковиках – у 2,95, 2,54 та 92,8 раз відповідно; у опеньках осінніх справжніх – у 2,93, 566,6 та 6,07 раз відповідно [263].

Результати досліджень показали, що найвищий коефіцієнт небезпеки цинку і міді був у ягодах суниці лісової (табл. 3.11).

Зокрема порівняно з ягодами ожини лісової – у 1,7 та 2,7 раз, плодами яблуни лісової – 9,5 і 11,0 раз, плодами груші лісової – 1,4 і 1,3 раз та ягодами черешні лісової – 47,5 та 2,7 раз відповідно коефіцієнт небезпеки цинку і міді у ягодах суниці лісової був вищим.

Розраховані коефіцієнти небезпеки у лісовій продукції різні. За нормальних умов коефіцієнт небезпеки має бути меншим або рівним 1. З наших досліджень видно, що перевищені показники коефіцієнту небезпеки

спостерігаються по кадмію майже у всіх досліджуваних нами видів їстівних грибів.

Таблиця 3.11

Коефіцієнт небезпеки важких металів у ягодах та деревних плодах

Вид ягід та деревних плодів	Важкий метал			
	Pb	Cd	Zn	Cu
Ожина лісова (<i>Eubatus (Lat.)</i>)	не виявлено	не виявлено	0,11	0,008
Яблука лісові (<i>Malus sylvestris Mill. (Lat.)</i>)	не виявлено	не виявлено	0,02	0,002
Груша лісова (<i>Pyrus pyraster (Lat.)</i>)	не виявлено	не виявлено	0,13	0,016
Суниці лісові (<i>Fragaria vesca (Lat.)</i>)	не виявлено	0,3	0,19	0,022
Черешня лісова (<i>Prunus avium (Lat.)</i>)	не виявлено	не виявлено	0,004	0,008

Це пояснюється його перевищеною концентрацією у грибах, порівняно з їх ГДК. По всім іншим елементам лісової продукції коефіцієнт небезпеки не перевищують 1, це означає, що дана продукція безпечна для споживання [262].

3.3. Коефіцієнт накопичення важких металів у недеревних лісових ресурсах

Аналізуючи показники коефіцієнта накопичення свинцю необхідно відмітити, що найвищим він був у трутовиках сірчано-жовтих. Так, у трутовиках сірчано-жовтих коефіцієнт накопичення був вищим порівняно з лисичками справжніми – у 1,47 раз, гіропорами березовими синіючими (синяк) – у 1,32 раз, боровиками королівським – у 1,26 раз, лецінелумами (бабка) – у 1,05 раз, сиріжками – у 1,44 раз, білими грибами – у 1,2 раз, мухоморами червоніючим (маремуха) – у 1,24 раз, підберезовиками – у 1,35

раз, підосиковиками – у 1,47 раз та опеньками осінніми справжніми у 1,09 раз відповідно (табл.3.12) [264].

Таблиця 3.12

Коефіцієнт накопичення свинцю у грибах

Вид грибів	Pb		Коефіцієнт накопичення
	Концентрація Pb у грибах, мг/кг	Концентрація Pb у ґрунті, мг/кг	
Лисички справжні (<i>Cantharēllus cibārius (Lat.)</i>)	0,21	0,38	0,55
Гіропор березовий синіючий (синяк) (<i>Gyroporus cyanescens (Lat.)</i>)	0,22	0,36	0,61
Трутовики сірчано-жовті (<i>Laetiporus sulphureus (Lat.)</i>)	0,27	0,33	0,81
Боровики королівські (<i>Butyriboletus regius (Lat.)</i>)	0,24	0,37	0,64
Лецінелум (бабка) (<i>Leccinellu (Lat.)</i>)	0,28	0,36	0,77
Сироїжки (<i>Russula Pers. (Lat.)</i>)	0,21	0,37	0,56
Білі гриби (<i>Boletus edulis (Lat.)</i>)	0,23	0,34	0,67
Мухомор червоніючий (маремуха) (<i>Amanita rubescens (Lat.)</i>)	0,27	0,41	0,65
Підберезовики (<i>Leccinum scabrum (Lat.)</i>)	0,26	0,43	0,60
Підосиковики (<i>Leccinum aurantiacum (Lat.)</i>)	0,22	0,40	0,55
Опеньки осінні справжні (<i>Armillaria mellea (Lat.)</i>)	0,29	0,39	0,74

Коефіцієнт накопичення кадмію виявлено найвищий у сироїжках. Порівняно з лисичками справжніми – у 8,3 раз, гіропорами березовими синіючими (синяк) – у 2,6 раз, трутовиками сірчано-жовтими – у 3,05 раз, боровиками королівськими – у 3,8 раз, лецінелумами (бабка) – у 3,3 раз, білими грибами – у 4,2 раз, мухоморами червоніючими (маремуха) – у 4,3 раз, підберезовиками – у 3,3 раз, підосиковиками – у 5,3 раз та опеньками осінніми справжніми – у 2,7 раз відповідно (табл. 3.13) [265].

Таблиця 3.13

Коефіцієнт накопичення кадмію у грибах

Вид грибів	Cd		Коефіцієнт накопичення
	Концентрація Cd у грибах, мг/кг	Концентрація Cd у ґрунті, мг/кг	
Лисички справжні (<i>Cantharēllus cibārius</i> (<i>Lat.</i>))	0,06	0,13	0,46
Гіропор березовий синіючий (синяк) (<i>Gyroporus cyanescens</i> (<i>Lat.</i>))	0,16	0,11	1,45
Трутовики сірчано-жовті (<i>Laetiporus sulphureus</i> (<i>Lat.</i>))	0,15	0,12	1,25
Боровики королівські (<i>Butyriboletus regius</i> (<i>Lat.</i>))	0,14	0,14	1,0
Лецінелум (бабка) (<i>Leccinellum</i> (<i>Lat.</i>))	0,17	0,15	1,13
Сироїжки (<i>Russula Pers.</i> (<i>Lat.</i>))	0,65	0,17	3,82
Білі гриби (<i>Boletus edulis</i> (<i>Lat.</i>))	0,17	0,19	0,89
Мухомор червоніючий (маремуха) (<i>Amanita rubescens</i> (<i>Lat.</i>))	0,15	0,17	0,88
Підберезовики (<i>Leccinum scabrum</i> (<i>Lat.</i>))	0,17	0,15	1,13
Підосиковики (<i>Leccinum aurantiacum</i> (<i>Lat.</i>))	0,13	0,18	0,72
Опеньки осінні справжні (<i>Armillaria mellea</i> (<i>Lat.</i>))	0,17	0,12	1,41

Коефіцієнт накопичення цинку був найвищим у білих грибах. Зокрема він був вищим порівняно з лисичками справжніми – у 3,3 рази, гіропорами березовими синіючими (синяк) – у 5,7 раз, трутовиками сірчано-жовтими – у 7,7 раз, боровиками королівськими – у 3,6 раз, лецінелумами (бабка) – у 5,3

раз, сироїжками – у 2,5 раз, мухоморами червоніючими (маремуха) – у 3,3 раз, підберезовиками – у 5,1 раз, підосиковиками – у 2,4 раз та опеньками осінніми справжніми – у 683,0 рази відповідно (табл. 3.14) [266].

Таблиця 3.14

Коефіцієнт накопичення цинку у грибах

Вид грибів	Zn		Коефіцієнт накопичення
	Концентрація Zn у грибах, мг/кг	Концентрація Zn у ґрунті, мг/кг	
Лисички справжні (<i>Cantharellus cibarius</i> (Lat.))	6,41	3,11	2,06
Гіропор березовий синіючий (синяк) (<i>Gyroporus cyanescens</i> (Lat.))	7,09	5,94	1,19
Трутовики сірчано- жовті (<i>Laetiporus</i> <i>sulphureus</i> (Lat.))	5,04	5,71	0,88
Боровики королівські (<i>Butyriboletus regius</i> (Lat.))	10,99	5,85	1,87
Лецінелум (бабка) (<i>Leccinellum</i> (Lat.))	7,86	6,17	1,27
Сироїжки (<i>Russula Pers.</i> (Lat.))	11,18	4,18	2,67
Білі гриби (<i>Boletus edulis</i> (Lat.))	11,41	1,67	6,83
Мухомор червоніючий (маремуха) (<i>Amanita rubescens</i> (Lat.))	6,59	3,25	2,02
Підберезовики (<i>Leccinum scabrum</i> (Lat.))	4,16	3,14	1,32
Підосиковики (<i>Leccinum aurantiacum</i> (Lat.))	10,32	3,74	2,75
Опеньки осінні справжні (<i>Armillaria</i> <i>mellea</i> (Lat.))	0,074	5,98	0,01

Аналізуючи коефіцієнт накопичення міді, відзначається, що найвищим він був у боровиках королівських (табл. 3.15).

Він був вищим порівняно з лисичками справжніми – у 1,6 раз, гіропором березовим синіючим (синяк) – у 2,2 раз, трутовиками сірчано-жовтими – у 12,0 раз, лецінелум (бабка) – у 6,6 раз, сироїжками – у 3,0 рази, білими грибами – у 3,4 раз, мухомором червоніючим (маремуха) – у 15,7 раз, підберезовиками – у 4,1 раз, підосиковиками – у 16,8 раз та опеньками осінніми справжніми – у 1,2 раз відповідно (рис. 3.4) [267].

Таблиця 3.15

Коефіцієнт накопичення міді у грибах

Вид грибів	Cu		Коефіцієнт накопичення
	Концентрація Cu у грибах, мг/кг	Концентрація Cu у ґрунті, мг/кг	
Лисички справжні (<i>Cantharellus cibarius</i> (Lat.))	0,32	0,03	10,6
Гіропор березовий синіючий (синяк) (<i>Gyroporus cyanescens</i> (Lat.))	0,63	0,08	7,87
Трутовики сірчано-жовті (<i>Laetiporus sulphureus</i> (Lat.))	0,06	0,04	1,5
Боровики королівські (<i>Butyriboletus regius</i> (Lat.))	0,18	0,01	18
Лецінелум (бабка) (<i>Leccinellum</i> (Lat.))	0,25	0,09	2,7
Сироїжки (<i>Russula Pers.</i> (Lat.))	0,64	0,11	5,81
Білі гриби (<i>Boletus edulis</i> (Lat.))	0,26	0,05	5,2
Мухомор червоніючий (маремуха) (<i>Amanita rubescens</i> (Lat.))	0,16	0,14	1,14
Підберезовики (<i>Leccinum scabrum</i> (Lat.))	0,70	0,16	4,37
Підосиковики (<i>Leccinum aurantiacum</i> (Lat.))	0,14	0,13	1,07
Опеньки осінні справжні (<i>Armillaria mellea</i> (Lat.))	2,80	0,19	14,7

Найвищий коефіцієнт накопичення свинцю спостерігався у трутовиках сірчано-жовтих; кадмію – у сиріжках; цинку – у білих грибах; міді – у боровиках королівських [268].

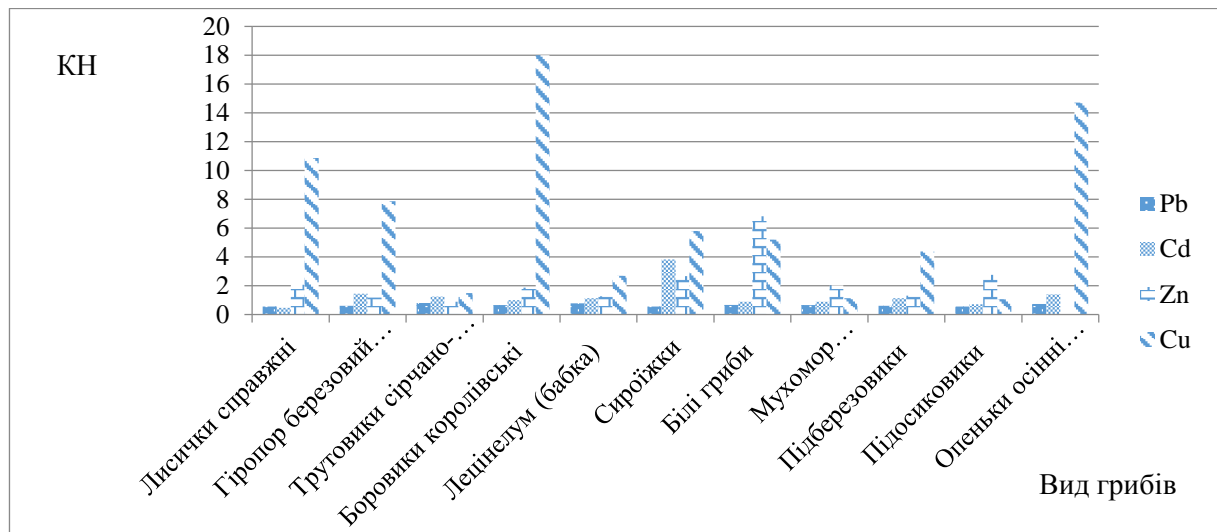


Рис. 3.4 Коефіцієнт накопичення важких металів

Аналізуючи коефіцієнт накопичення важких металів у лісових ягодах та плодах, відзначається, що по кадмію він був у ягід суниці лісової – 0,3 (табл. 3.16).

Таблиця 3.16

Коефіцієнт накопичення важких металів у лісових ягодах та деревних плодах

Вид лісових ягід та деревних плодів	Концентрація ВМ у плодах і ягодах, мг/кг				Концентрація ВМ у ґрунті, мг/кг				Коефіцієнт накопичення			
	Pb	Cd	Zn	Cu	Pb	Cd	Zn	Cu	Pb	Cd	Zn	Cu
Ожина лісова (<i>Eubatus (Lat.)</i>)	не виявлено	не виявлено	1,11	0,04	не виявлено	не виявлено	2,24	0,2	не виявлено	не виявлено	0,5	0,2
Яблука лісові (<i>Malus sylvestris Mill. (Lat.)</i>)	не виявлено	не виявлено	0,27	0,01	не виявлено	не виявлено	1,2	0,4	не виявлено	не виявлено	0,22	0,02
Груша лісова (<i>Pyrus pyraster (Lat.)</i>)	не виявлено	не виявлено	1,30	0,08	не виявлено	не виявлено	2,78	0,6	не виявлено	не виявлено	0,46	0,13
Суниці лісові (<i>Fragaria vesca (Lat.)</i>)	не виявлено	0,09	1,95	0,11	не виявлено	0,33	2,89	0,6	не виявлено	0,3	1,02	0,18
Черешня лісова (<i>Prunus avium (Lat.)</i>)	не виявлено	не виявлено	0,49	0,04	не виявлено	не виявлено	1,3	0,7	не виявлено	не виявлено	0,37	0,05

По цинку найвищий коефіцієнт накопичення був також у ягід суниці лісової. Він був вищим порівняно із ягодами ожини лісової – у 2,04 раз, плодами яблуні лісової – у 4,6 раз, плодами груші лісової – у 2,21 раз та ягодами черешні лісової – у 2,75 раз.

По міді найвищий коефіцієнт накопичення був у ягодах ожини лісової. Він був вищим порівняно із ягодами плодами яблуні лісової – у 10,0 раз, плодами груші лісової – у 1,53 раз, ягодами суниці лісової – у 1,1 раз та ягодами черешні лісової – у 4,0 раз.

Основним показником інтенсивності акумуляції важких металів у лісовій недервній продукції є коефіцієнт накопичення, який визначається за відношенням вмісту важких металів у ній до вмісту важких металів у ґрунті, на якому зростає дана продукція. Чим нижчий коефіцієнт накопичення – тим менше важкі метали мігрують з ґрунту у гриби, плоди та ягоди лісові. Коефіцієнти накопичення свинцю по всіх видах грибів є низьким. По кадмію даний показник є високим тільки у грибах сиріюжках. По цинку показник коефіцієнту накопичення підвищений майже по всіх видах грибів, окрім трутовиків сірчано-жовтих та опеньок осінніх справжніх. По міді показники коефіцієнту накопичення також є високими, що означає більш інтенсивніший перехід даного важкого металу з ґрунту в гриби [267].

Висновки до розділу 3

1. Дослідження, проведені у лісових господарствах Тиврівської об'єднаної територіальної громади Вінницької області показали перевищення ГДК кадмію у грибах гіропор березовий синіючий (синяк) – у 1,6 раз, трутовиках сірчано-жовтих – у 1,5 раз, боровиках королівських – 1,4 раз, лецінелум (бабка) – 1,7 раз, мухомором червоніючим (маремуха) – 6,5 раз, підберезовиках – 1,7 раз, підосиковиках – 1,3 раз та опеньках осінніх справжніх – у 1,7 раз. Вміст свинцю, цинку та міді у грибах був нижчий ГДК відповідно в межах від 1,7 – 2,4 раз, 1,8 – 270,2 раз та 3,5 – 166,6 раз.

2. У ягодах та деревних плодах спостерігалось перевищення ГДК важких металів тільки по кадмію у 3,0 рази у ягодах суниці лісової. Концентрація цинку і міді не перевищувала ГДК, тоді як свинцю у ягодах ожини лісової, плодах яблук лісових, плодах груші лісової, ягодах суниці лісової та ягодах черешні лісової не виявлено.

3. Найвищий коефіцієнт небезпеки свинцю спостерігався в грибах опеньках осінніх справжніх, кадмію – у сиріжках, цинку – у білих грибах та міді у – опеньках осінніх справжніх.

4. Найвищий коефіцієнт накопичення свинцю виявився у трутовиках сірчано-жовтих, кадмію – у сиріжках, цинку – у білих грибах та міді – у боровиках королівських.

Основні результати наукових досліджень, викладених у Розділі 3, опубліковано в працях:

1. **Врадій О.І.**, Міщенко Б.Д. Моніторинг забруднення важкими металами їстівних грибів в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. Вип. 1. С. 96 – 99.

2. **Врадій О.І.** Моніторинг забруднення важкими металами лісових ягід в умовах Лісостепу Правобережного України. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Сільське господарство та лісівництво*. Вип. 9. С. 178-186.

3. Разанов С.Ф., **Врадій О.І.** Оцінка інтенсивності забруднення їстівних грибів важкими металами в умовах Лісостепу Правобережного України. *Збалансоване природокористування*. №1. С. 57-65.

4. **Врадій О.І.** Оцінка інтенсивності забруднення їстівних грибів важкими металами в умовах Лісостепу Правобережного України. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Сільське господарство та лісівництво*. Вип. 12. С. 225-235.

5. **Врадій О.І.** Аналіз забруднення важкими металами лісових ягід в умовах Лісостепу Правобережного України. *Вплив змін клімату на онтогенез*

рослин: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 3-5 жовтня 2018 року, м. Миколаїв: МНАУ. С. 161-163.

6. **Врадій О.І.**, Вергеліс В.І. Аналіз забруднення важкими металами їстівних грибів Вінницького району. *Регіональні геоекологічні проблеми в умовах сталого розвитку*: збірник наукових праць III Міжнародної науково-практичної конференції, 18-20 жовтня 2018 року, м. Рівне: РДГУ. С. 118-122.

7. **O. Vradiy** Monitoring the pollution of forest berries by heavy metals in the conditions of Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Kluczowe aspekty naukowej dzialalnosci – 2018-2019*: матеріали XV Міжнародної наукової конференції, 31 грудня 2018 – 07 січня 2019 року, м. Пшемисл, Польща. С. 10-11.

8. **Врадій О.І.** Аналіз забруднення їстівних грибів важкими металами в умовах Лісостепу Правобережного України. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти*: збірник тез II Міжнародної науково-практичної конференції, 10-12 квітня 2019 року, Київ – Миколаїв – Херсон. ДУ НМЦ «Агроосвіта». С. 139-142.

9. Разанов С.Ф., Алексеев О.О., **Врадій О.І.**, Вергеліс В.І. Моніторинг забруднення їстівних грибів важкими металами в умовах Лісостепу Правобережного України. *Vin Smart Eco*: збірник наукових праць I Науково-практичної конференції, 16-18 травня 2019 року, м. Вінниця: КВНЗ – Вінницька академія неперервної освіти. С. 218-220.

10. Razanov S., Melnyk V., Symochko L., Dydiv A., **Vradii O.** et. all. Agroecological assessment of gray forest soils under intensive horticulture. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES)*. 2022. Vol. 12 (4). P. 459-464.

РОЗДІЛ 4

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ ЩОДО ЗНИЖЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ГРИБАХ

4.1. Вплив водно-сольової обробки грибів на концентрацію в них Pb, Cd, Zn і Cu

Результати досліджень наведені в таблиці 4.1 – 4.4 показують певний вплив терміну вимочування грибів у водно-сольовому розчині на зниження у них концентрації цинку, міді, свинцю та кадмію.

При застосуванні вимочування грибів протягом 2-х годин у водопровідній воді за температури зовнішнього середовища 22-24 °С концентрація Zn (табл. 4.1) в них склала: у лисичках справжніх – у 1,59 раз, гіропорах березових синіючих (синяк) – у 1,64 раз, трутовиках сірчано-жовтих – у 1,67 раз, боровиках королівських – у 1,69 раз, лецінелумах (бабка) – у 1,72 раз, сиріюжках – у 1,66 раз, білих грибах – у 1,7 раз, мухоморах червоніючих (маремуха) – у 1,72 раз, підберезовиках – у 1,68 раз, підосиковиках – у 1,65 раз та у опеньках осінніх справжніх – 1,85 раз.

У варіанті 2 при вимочуванні грибів протягом 2-х годин у підсоленій воді, концентрація Zn у грибах знизилась: у лисичках справжніх – у 1,36 раз, гіропорах березових синіючих (синяк) – у 1,32 раз, трутовиках сірчано-жовтих – 1,36 раз, боровиках королівських – у 1,63 раз, лецінелумах (бабка) – у 1,32 раз, сиріюжках – у 1,33 раз, білих грибах – у 1,34 раз, мухоморах червоніючих (маремуха) – у 1,2 раз, підберезовиках – у 1,35 раз, підосиковиках та опеньках осінніх справжніх – 1,34 раз.

При застосуванні вимочування лісових грибів протягом 4-х годин у підсоленій воді, концентрація Zn в них знижується таким чином: у лисичках справжніх – у 1,24 раз, гіропорах березових синіючих (синяк) – у 1,26 раз, трутовиках сірчано-жовтих – у 1,26 раз, боровиках королівських – у 1,35 раз, лецінелумах (бабка) – у 1,26 раз, сиріюжках – у 1,27 раз, білих грибах – у 1,28

раз, мухоморах червоніючих (маремуха) – у 1,23 раз, підберезовиках – у 1,27 раз, підосиковиках – у 1,25 раз та опеньках осінніх справжніх – у 1,48 раз.

Таблиця 4.1

Концентрацію цинку у грибах при їх вимочуванні, мг/кг

Вид грибів	Контроль	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3	Варіант 4
Лисички справжні (<i>Cantharëllus cibarius</i> (Lat.))	6,41± 0,018	4,01± 0,05***	4,71± 0,07***	5,15± 0,02***	5,5± 0,02***
Гіропор березовий синіючий (синяк) (<i>Gyroporus cyanescens</i> (Lat.))	7,09± 0,02	4,32± 0,03***	5,34± 0,04***	5,59± 0,01***	5,74± 0,02***
Трутовики сірчано-жовті (<i>Laetiporus sulphureus</i> (Lat.))	5,04± 0,016	3,01± 0,02***	3,69± 0,01***	3,98± 0,03***	3,92± 0,03***
Боровики королівські (<i>Butyriboletus regius</i> (Lat.))	10,99± 0,01	6,48± 0,06***	6,71± 0,02***	8,03± 0,01***	8,57± 0,01***
Лецінелум (бабка) (<i>Leccinellum</i> (Lat.))	7,86± 0,18	4,56± 0,07***	5,91± 0,01***	6,19± 0,06***	6,06± 0,04***
Сироїжки (<i>Russula Pers.</i> (Lat.))	11,18± 0,12	6,72± 0,01***	8,37± 0,03***	8,74± 0,04***	8,87± 0,02***
Білі гриби (<i>Boletus edulis</i> (Lat.))	11,41± 0,40	6,71± 0,03***	8,49± 0,02***	8,9± 0,02***	9,04± 0,03**
Мухомор червоніючий (маремуха) (<i>Amanita rubescens</i> (Lat.))	6,59± 0,01	3,83± 0,04***	5,48± 0,04***	5,32± 0,02***	5,3± 0,05***
Підберезовики (<i>Leccinum scabrum</i> (Lat.))	4,16± 0,01	2,47± 0,04***	3,08± 0,03***	3,26± 0,03***	3,3± 0,03***
Підосиковики (<i>Leccinum aurantiacum</i> (Lat.))	10,32± 0,01	6,22± 0,05***	7,65± 0,05***	8,22± 0,04***	8,09± 0,02***
Опеньки осінні справжні (<i>Armillaria mellea</i> (Lat.))	0,074± 0,005	0,04± 0,006**	0,055± 0,002**	0,05± 0,003**	0,058± 0,004**

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

Концентрація Zn у лісових їстівних грибах при вимочуванні їх протягом 6-ти годин у підсоленій воді знижується так: у лисичках справжніх – у 1,16 раз, гіропорах березових синіючих (синяк) – у 1,23 раз, трутовиках сірчано-жовтих – у 1,28 раз, боровиках – у 1,28 раз, лецінелумах (бабка) – у

1,29 раз, сиріжках – у 1,26 раз, білих грибах – у 1,26 раз, мухоморах червоніючих (маремуха) – у 1,24 раз, підберезовиках – у 1,26 раз, підосиковиках та опеньках осінніх справжніх – у 1,27 раз.

Зміна концентрації Cu показана у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Концентрація міді у грибах при їх вимочуванні, мг/кг

Вид грибів	Контроль	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3	Варіант 4
Лисички справжні (<i>Cantharëllus cibãrius</i> (Lat.))	0,32± 0,002	0,1± 0,04**	0,13± 0,02***	0,15± 0,01**	0,19± 0,01**
Гіропор березовий синіючий (синяк) (<i>Gyroporus cyanescens</i> (Lat.))	0,63± 0,008	0,17± 0,03**	0,25± 0,01**	0,47± 0,02**	0,37± 0,02**
Трутовики сірчано- жовті (<i>Laetiporus</i> <i>sulphureus</i> (Lat.))	0,06± 0,003	0,02± 0,02	0,03± 0,03	0,03± 0,02	0,04± 0,02
Боровики королівські (<i>Butyriboletus regius</i> (Lat.))	0,18± 0,003	0,06± 0,006***	0,07± 0,08	0,09± 0,03**	0,11± 0,03
Лецінелум (бабка) (<i>Leccinellum</i> (Lat.))	0,25± 0,01	0,07± 0,04***	0,1± 0,04**	0,12± 0,04**	0,15± 0,04*
Сиріжки (<i>Russula Pers.</i> (Lat.))	0,64± 0,01	0,19± 0,01***	0,25± 0,02***	0,31± 0,05***	0,38± 0,02***
Білі гриби (<i>Boletus edulis</i> (Lat.))	0,26± 0,05	0,08± 0,02**	0,1± 0,03**	0,13± 0,03*	0,15± 0,03
Мухомор червоніючий (маремуха) (<i>Amanita rubescens</i> (Lat.))	0,16± 0,003	0,05± 0,03**	0,07± 0,04	0,08± 0,06	0,1± 0,02**
Підберезовики (<i>Leccinum scabrum</i> (Lat.))	0,70± 0,01	0,19± 0,05***	0,27± 0,03***	0,35± 0,04***	0,41± 0,05***
Підосиковики (<i>Leccinum</i> <i>aurantiacum</i> (Lat.))	0,14± 0,001	0,04± 0,07	0,06± 0,04	0,07± 0,02**	0,09± 0,02**
Опеньки осінні справжні (<i>Armillaria</i> <i>mellea</i> (Lat.))	2,80± 0,022	0,76± 0,01***	1,06± 0,05***	1,3± 0,04***	1,64± 0,06***

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

Концентрація Cu у грибах при їх вимочуванні протягом 2-х годин у проточній воді за температури зовнішнього середовища 22-24 °C знизилась: у лисичках справжніх – у 3,2 раз, гіропорах березових синіючих (синяк) – у 3,7

раз, трутовиках сірчано-жовтих – у 3,0 рази, боровиках королівських – у 3,0 рази, лецінелумах (бабка) – у 3,57 раз, сиріжках – у 3,36 раз, білих грибах – у 3,25 раз, мухоморах червоніючих (маремуха) – у 3,2 раз, підберезовиках – у 3,68 раз, підосиковиках – у 3,5 раз та опеньках осінніх справжніх – у 3,68 раз.

При застосуванні вимочування грибів протягом 2-х годин у підсоленій воді, концентрація Си в них знизилась таким чином: у лисичках справжніх – у 2,46 раз, гіропорах березових синіючих (синяк) – у 2,52 раз, трутовиках сірчано-жовтих – у 2,0 рази, боровиках королівських – у 2,57 раз, лецінелумах (бабка) – у 2,5 раз, сиріжках – у 2,56 раз, білих грибах – у 2,6 раз, мухоморах червоніючих (маремуха) – у 2,28 раз, підберезовиках – у 2,59 раз, підосиковиках – у 2,3 раз та опеньках осінніх справжніх – у 2,64 раз.

У варіанті 3 за вимочування грибів протягом 4-х годин у підсоленій воді концентрація Си в них знизилась: у лисичках справжніх – у 2,13 раз, гіропорах березових синіючих (синяк) – у 1,34 раз, трутовиках сірчано-жовтих та боровиках королівських – у 2,0 рази, лецінелумах (бабка) – у 2,08 раз, сиріжках – у 2,06 раз, білих грибах, мухомор червоніючий (маремуха), підберезовиках та підосиковиках – у 2,0 рази, опеньках осінніх справжніх – у 2,15 раз.

Застосування варіанту 4 показує зниження концентрації Си у лисичках справжніх – у 1,68 раз, гіропорах березових синіючих (синяк) – у 1,7 раз, трутовиках сірчано-жовтих – у 1,5 раз, боровиках королівських – у 1,63 раз, лецінелумах (бабка) – у 1,66 раз, сиріжках – у 1,68 раз, білих грибах – у 1,73 раз, мухоморах червоніючих (маремуха) – у 1,6 раз, підберезовиках – у 1,7 раз, підосиковиках – у 1,55 раз та опеньках осінніх справжніх – у 1,7 раз.

Вимочування грибів протягом 2-х годин у проточній воді за температури зовнішнього середовища 22-24 °С зменшує концентрацію Рв в лісових грибах: у лисичках справжніх – у 2,62 раз, гіропорах березових синіючих (синяк) – у 2,44 раз, трутовиках сірчано-жовтих – у 2,45 раз, боровиках королівських – у 2,4 раз, лецінелумах (бабка) – у 2,54 раз, сиріжках – у 2,62 раз, білих грибах – у 2,55 раз, мухоморах червоніючих

(маремуха) – у 2,45 раз, підберезовиках – у 2,6 раз, підосиковиках – у 2,44 раз та у опеньках осінніх справжніх – 2,41 раз (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Концентрацію свинцю у грибах при їх вимочуванні, мг/кг

Вид грибів	Контроль	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3	Варіант 4
Лисички справжні (<i>Cantharēllus cibārius</i> (<i>Lat.</i>))	0,21± 0,02	0,08± 0,01***	0,05± 0,02***	0,01± 0,02***	0,05± 0,02***
Гіропор березовий синіючий (синяк) (<i>Gyroporus cyanescens</i> (<i>Lat.</i>))	0,22± 0,03	0,09± 0,02**	0,05± 0,03***	0,01± 0,04***	0,06± 0,03**
Трутовики сірчано- жовті (<i>Laetiporus</i> <i>sulphureus</i> (<i>Lat.</i>))	0,27± 0,01	0,11± 0,01***	0,07± 0,02***	0,02± 0,02***	0,07± 0,02***
Боровики королівські (<i>Butyriboletus regius</i> (<i>Lat.</i>))	0,24± 0,01	0,10± 0,04**	0,06± 0,01***	0,02± 0,02***	0,06± 0,03***
Лецінелум (бабка) (<i>Leccinellum</i> (<i>Lat.</i>))	0,28± 0,02	0,11± 0,05**	0,07± 0,02***	0,02± 0,04***	0,07± 0,01***
Сироїжки (<i>Russula Pers.</i> (<i>Lat.</i>))	0,21± 0,04	0,08± 0,03**	0,05± 0,03**	0,01± 0,05**	0,06± 0,05*
Білі гриби (<i>Boletus edulis</i> (<i>Lat.</i>))	0,23± 0,01	0,09± 0,02***	0,06± 0,04***	0,01± 0,03***	0,06± 0,02***
Мухомор червоніючий (маремуха) (<i>Amanita rubescens</i> (<i>Lat.</i>))	0,27± 0,05	0,11± 0,01*	0,07± 0,02**	0,01± 0,02***	0,07± 0,03*
Підберезовики (<i>Leccinum scabrum</i> (<i>Lat.</i>))	0,26± 0,02	0,10± 0,06**	0,07± 0,01***	0,02± 0,04***	0,07± 0,02***
Підосиковики (<i>Leccinum aurantiacum</i> (<i>Lat.</i>))	0,22± 0,01	0,09± 0,02***	0,06± 0,03***	0,01± 0,03***	0,06± 0,04***
Опеньки осінні справжні (<i>Armillaria</i> <i>mellea</i> (<i>Lat.</i>))	0,29± 0,02	0,12± 0,01***	0,08± 0,02***	0,02± 0,05***	0,08± 0,03***

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

У варіанті 2 при вимочуванні лісових грибів протягом 2-х годин у підсоленій воді, концентрація Pb в них знизилась: у лисичках справжніх – у 4,2 раз, гіропорах березових синіючих (синяк) – у 4,4 раз, трутовиках сірчано-жовтих – 3,85 раз, боровиках королівських – у 4,0 рази, лецінелумах (бабка) – у 4,0 рази, сироїжках – у 4,2 раз, білих грибах – у 3,83 раз, мухомор

червоніючий (маремуха) – у 3,85 раз, підберезовиках – у 3,71 раз, підосиковиках – 3,66 раз та у опеньках осінніх справжніх – 3,62 раз.

За вимочування грибів протягом 4-х годин у підсоленій воді (варіант 3) порівняно з контролем, концентрація Рb в них знизилась: у лисичках справжніх – у 23,0 рази, гіропорах березових синіючих (синяк) – у 22,0 рази, трутовиках сірчано-жовтих – у 13,5 раз, боровиках королівських – у 12,0 раз, лецінелум (бабка) – у 14,0 раз, сиріжках – у 21,0 раз, білих грибах – у 23,0 рази, мухоморах червоніючих (маремуха) – у 27,0 раз, підберезовиках – у 13,0 раз, підосиковиках – у 22,0 рази та у опеньках осінніх справжніх – у 14,5 раз.

У варіанті 4 за вимочування грибів протягом 6-ти годин у підсоленій воді концентрація Рb в них знизилась: у лисичках справжніх – у 4,2 раз, гіропорах березових синіючих (синяк) – у 3,6 раз, трутовиках сірчано-жовтих – у 3,8 раз, боровиках королівських – у 4,0 рази, лецінелумах (бабка) – у 4,0 рази, сиріжках – у 3,5 раз, білих грибах – у 3,83 раз, мухоморах червоніючих (маремуха) – у 3,85 раз, підберезовиках – у 3,71 раз, підосиковиках – 3,6 раз та у опеньках осінніх справжніх – у 3,62 раз.

За вимочування грибів протягом 2-х годин у проточній воді за температури зовнішнього середовища 22-24 °С концентрація Сd в них знизилась: у лисичках справжніх – у 2,0 рази, гіропорах березових синіючих (синяк) – у 2,0 рази, трутовиках сірчано-жовтих – у 2,14 раз, боровиках королівських – у 2,0 рази, лецінелумах (бабка) – у 2,1 раз, сиріжках – у 1,96 раз, білих грибах – у 2,12 раз, мухоморах червоніючих (маремуха) – у 2,14 раз, підберезовиках – у 2,12 раз, підосиковиках – у 2,16 раз та у опеньках осінніх справжніх – у 2,12 раз (табл. 4.4).

При вимочуванні грибів протягом 2-х годин у підсоленій воді (варіант 2), концентрація Сd в них знизилась: у лисичках справжніх – у 6,0 раз, гіропорах березових синіючих (синяк) – у 4,0 рази, трутовиках сірчано-жовтих – у 3,75 раз, боровиках королівських – у 4,6 раз, лецінелумах (бабка) – у 3,4 раз, сиріжках – у 3,6 раз, білих грибах – у 4,25 раз, мухоморах

червоніючих (маремуха) – у 3,75 раз, підберезовиках – у 4,25 раз, підосиковиках – у 4,3 раз та у опеньках осінніх справжніх – у 4,25 раз.

Таблиця 4.4

Концентрацію кадмію у грибах при їх вимочуванні, мг/кг

Вид грибів	Контроль	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3	Варіант 4
Лисички справжні (<i>Cantharellus cibarius</i> (Lat.))	0,06± 0,003	0,03± 0,01**	0,01± 0,03	0,05± 0,02	0,03± 0,02
Гіропор березовий синіючий (синяк) (<i>Gyroporus cyanescens</i> (Lat.))	0,16± 0,03	0,08± 0,03	0,04± 0,04*	0,14± 0,03	0,10± 0,02
Трутовики сірчано- жовті (<i>Laetiporus</i> <i>sulphureus</i> (Lat.))	0,15± 0,02	0,07± 0,04	0,04± 0,02***	0,13± 0,01	0,09± 0,03
Боровики королівські (<i>Butyriboletus regius</i> (Lat.))	0,14± 0,02	0,07± 0,05	0,03± 0,02***	0,12± 0,02	0,09± 0,04
Лецінелум (бабка) (<i>Leccinellum</i> (Lat.))	0,17± 0,02	0,08± 0,04	0,08± 0,01***	0,15± 0,03	0,10± 0,05
Сироїжки (<i>Russula Pers.</i> (Lat.))	0,65± 0,02	0,33± 0,03***	0,18± 0,04***	0,59± 0,04	0,42± 0,02***
Білі гриби (<i>Boletus edulis</i> (Lat.))	0,17± 0,18	0,08± 0,05	0,04± 0,02	0,15± 0,03	0,11± 0,03
Мухомор червоніючий (маремуха) (<i>Amanita rubescens</i> (Lat.))	0,15± 0,02	0,07± 0,06	0,04± 0,03*	0,13± 0,01	0,09± 0,05
Підберезовики (<i>Leccinum scabrum</i> (Lat.))	0,17± 0,003	0,08± 0,05	0,04± 0,05**	0,15± 0,06	0,11± 0,02**
Підосиковики (<i>Leccinum aurantiacum</i> (Lat.))	0,13± 0,002	0,06± 0,02**	0,03± 0,02***	0,12± 0,04	0,08± 0,03
Опеньки осінні справжні (<i>Armillaria</i> <i>mellea</i> (Lat.))	0,17± 0,01	0,08± 0,01***	0,04± 0,01***	0,15± 0,03	0,11± 0,04

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

За вимочування грибів протягом 4-х годин у підсоленій воді, концентрація Cd в них знизилась: у лисичках справжніх – у 1,2 раз, гіропорах березових синіючих (синяк) – у 1,14 раз, трутовиках сірчано-жовтих – 1,15 раз, боровиках королівських – у 1,16 раз, лецінелумах (бабка) – у 1,13 раз, сироїжках – у 1,1 раз, білих грибах – 1,13 раз, мухоморах червоніючих

(маремуха) – 1,15 раз, підберезовиках – 1,13 раз, підосиковиках – у 1,08 раз, опеньках осінніх справжніх – у 1,13 раз.

У варіанті 4, де застосовувалось вимочування грибів протягом 6-ти годин у підсоленій воді концентрація Cd в них знизилась: у лисичках справжніх – у 2,0 рази, гіропорах березових синіючих (синяк) – у 1,6 раз, сірчано-жовтих трутовиках – у 1,6 раз, боровиках королівських – у 1,5 раз, лецінелум (бабка) – у 1,7 раз, сиріжках – у 1,54 раз, білих грибах – у 1,54 раз, мухоморах червоніючих (маремуха) – у 1,66 раз, підберезовиках – у 1,54 раз, підосиковиках – у 1,62 раз та опеньках осінніх справжніх – у 1,54 раз.

Отже, за вимочування у підсоленій воді лісових грибів спостерігалось зниження концентрації в них цинку, міді, свинцю та кадмію. Водночас необхідно відмітити, що із збільшенням терміну вимочування грибів в підсоленій воді спостерігається підвищення в них концентрації цих елементів. Зокрема, за вимочування грибів протягом 2-х годин у проточній воді за температури зовнішнього середовища 22-24 °C концентрація цинку в них знизилась від 1,59 до 1,85 раз; міді – від 3,0 до 3,7 раз; свинцю – від 2,41 до 2,62 раз; кадмію – від 1,96 до 2,16 раз. При вимочуванні грибів протягом 2-х годин у підсоленій воді, концентрація цинку в них знизилась: від 1,2 до 1,63 раз; міді – від 2,0 до 2,64 раз; свинцю – від 3,62 до 4,4 раз; кадмію – від 3,4 до 6,0 раз. За вимочування грибів протягом 4-х годин у підсоленій воді, концентрація цинку в них знизилась: від 1,23 до 1,48 раз; міді – від 1,34 до 2,15 раз; свинцю – від 12,0 до 23,0 раз; кадмію – від 1,08 до 1,2 раз. За вимочування грибів протягом 6-ти годин у підсоленій воді концентрація цинку в них знизилась: від 1,16 до 1,29 раз; міді – від 1,5 до 1,73 раз; свинцю – від 3,5 до 4,2 раз; кадмію – від 1,5 до 2,0 раз.

4.2. Концентрація важких металів у грибах за вимочування їх у воді без мінерального залишку

Результати досліджень показали певний вплив води без мінерального залишку на концентрацію у грибах важких металів (табл. 4.5 – 4.8). Так у

дослідному варіанті 1 (табл. 4.5) концентрація цинку у грибах знизилась від 1,18 до 1,76 раз.

Таблиця 4.5

Зміни концентрації цинку у грибах за їх вимочування, мг/кг

Вид грибів	Контроль	Вода	Варіант 1	Вода	Варіант 2	Вода
Лисички справжні (<i>Cantharēllus cibārius (Lat.)</i>)	5,72± 0,02***	1,0	4,68± 0,03***	1,72	5,09± 0,02***	1,61
Гіропор березовий синіючий (синяк) (<i>Gyroporus cyanescens (Lat.)</i>)	6,22± 0,03***	1,0	5,24± 0,02***	1,74	5,67± 0,01***	1,54
Трутовики сірчано-жовті (<i>Laetiporus sulphureus (Lat.)</i>)	4,43± 0,02***	1,0	3,67± 0,01***	1,76	3,95± 0,03***	1,63
Боровики королівські (<i>Butyriboletus regius (Lat.)</i>)	9,77± 0,03***	1,0	7,92± 0,02***	1,80	8,67± 0,04***	1,65
Лецінелум (бабка) (<i>Leccinellum (Lat.)</i>)	6,87± 0,05***	1,0	5,71± 0,03***	1,88	6,22± 0,02***	1,55
Сироїжки (<i>Russula Pers. (Lat.)</i>)	9,94± 0,03***	1,0	8,24± 0,04***	1,90	8,83± 0,03***	1,57
Білі гриби (<i>Boletus edulis (Lat.)</i>)	10,03± 0,04**	1,0	8,23± 0,02***	1,93	9,05± 0,02***	1,56
Мухомор червоніючий (маремуха) (<i>Amanita rubescens (Lat.)</i>)	5,91± 0,03***	1,0	4,85± 0,01***	1,79	5,17± 0,01***	1,60
Підберезовики (<i>Leccinum scabrum (Lat.)</i>)	3,69± 0,01***	1,0	3,06± 0,02***	1,77	3,32± 0,02***	1,58
Підосиковики (<i>Leccinum aurantiacum (Lat.)</i>)	9,23± 0,02***	1,0	7,57± 0,04***	1,87	8,06± 0,01***	1,67
Опеньки осінні справжні (<i>Armillaria mellea (Lat.)</i>)	0,06± 0,03	1,0	0,034± 0,03	1,89	0,04± 0,02	1,59

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

Зокрема, у лисичках справжніх – у 1,22 раз, гіропорах березових синіючих (синяках) – у 1,18 раз, трутовиках сірчано-жовтих – у 1,2 раз, боровиках королівських – у 1,23 раз, лецінелумах (бабках) – у 1,2 раз, сироїжках – у 1,2 раз, білих грибах – у 1,21 раз, мухоморах червоніючих (маремухах) – у 1,21 раз, підберезниках – у 1,2 раз, підосиковиках – у 1,21 раз та у опеньках осінніх справжніх – 1,76 раз.

У дослідному варіанті 2 концентрація цинку у грибах знизилась від 1,09 до 1,5 раз. Зокрема, у лисичках справжніх – у 1,12 раз, гіропорах березових синіючих (синяках) – у 1,09 раз, трутовиках сірчано-жовтих – у

1,12 раз, боровиках королівських – у 1,12 раз, лецінелумах (бабках) – у 1,1 раз, сироїжках – у 1,12 раз, білих грибах – у 1,1 раз, мухоморах червоніючих (маремухах) – у 1,14 раз, підберезниках – у 1,11 раз, підосиковиках – у 1,14 раз та у опеньках осінніх справжніх – 1,5 раз.

У дослідному варіанті 1 (табл. 4.6) концентрація міді у грибах знизилась від 4 до 11 раз.

Таблиця 4.6

Зміни концентрації міді у грибах за їх вимочування, мг/кг

Вид грибів	Контроль	Вода	Варіант 1	Вода	Варіант 2	Вода
Лисички справжні (<i>Cantharēllus cibārius</i> (Lat.))	0,22± 0,01***	0,001	0,02± 0,04***	0,015	0,11± 0,01***	0,014
Гіропор березовий синіючий (синяк) (<i>Gyroporus cyanescens</i> (Lat.))	0,43± 0,02***	0,001	0,04± 0,02***	0,016	0,2± 0,02***	0,014
Трутовики сірчано-жовті (<i>Laetiporus sulphureus</i> (Lat.))	0,05± 0,03	0,001	0,01± 0,01***	0,016	0,02± 0,02	0,016
Боровики королівські (<i>Butyriboletus regius</i> (Lat.))	0,12± 0,04	0,001	0,02± 0,03***	0,017	0,06± 0,03***	0,014
Лецінелум (бабка) (<i>Leccinellum</i> (Lat.))	0,17± 0,02**	0,001	0,02± 0,01***	0,016	0,08± 0,04***	0,015
Сироїжки (<i>Russula Pers.</i> (Lat.))	0,44± 0,01***	0,001	0,04± 0,03***	0,016	0,21± 0,05***	0,014
Білі гриби (<i>Boletus edulis</i> (Lat.))	0,18± 0,02	0,001	0,02± 0,02***	0,017	0,09± 0,03**	0,015
Мухомор червоніючий (маремуха) (<i>Amanita rubescens</i> (Lat.))	0,11± 0,01***	0,001	0,01± 0,02**	0,016	0,06± 0,02***	0,016
Підберезовики (<i>Leccinum scabrum</i> (Lat.))	0,48± 0,03***	0,001	0,05± 0,03***	0,017	0,22± 0,02***	0,015
Підосиковики (<i>Leccinum aurantiacum</i> (Lat.))	0,09± 0,04	0,001	0,01± 0,02***	0,017	0,05± 0,01***	0,016
Опеньки осінні справжні (<i>Armillaria mellea</i> (Lat.))	1,89± 0,03***	0,001	0,47± 0,01***	0,015	0,89± 0,02***	0,015

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

Зокрема, у лисичках справжніх – у 11 раз, гіропорах березових синіючих (синяках) – у 10,7 раз, трутовиках сірчано-жовтих – у 5 раз, боровиках королівських – у 6 раз, лецінелумах (бабках) – 8,5 раз, сиріїжках – 11 раз, білих грибах – у 9 раз, мухоморах червоніючих (маремухах) – у 11 раз, підберезниках – 9, 6 раз, підосиковиках – у 9 раз та у опеньках осінніх справжніх – 4 рази.

У дослідному варіанті 2 концентрація міді у них знизилась від 1,8 до 2,5 раз. Зокрема, у лисичках справжніх – у 2 рази, гіропорах березових синіючих (синяках) – у 2,15 раз, трутовиках сірчано-жовтих – у 2,5 раз, боровиках королівських – у 2 рази, лецінелумах (бабках) – у 2,12 раз, сиріїжках – у 2,09 раз, білих грибах – у 2 рази, мухоморах червоніючих (маремухах) – у 1,83 раз, підберезниках – у 2,18 раз, підосиковиках – у 1,8 раз та у опеньках осінніх справжніх – 2,12 раз.

У дослідному варіанті 1 (табл. 4.7) концентрація свинцю у грибах знизилась від 1,1 до 4,0 раз. Зокрема, у лисичках справжніх – у 1,5 раз, гіропорах березових синіючих (синяках) – у 3,5 раз, трутовиках сірчано-жовтих – у 2,0 рази, боровиках королівських – у 4,0 рази, лецінелумах (бабках) – 1, 8 раз, сиріїжках – 1,1 раз, білих грибах – у 1,4 раз, мухоморах червоніючих (маремухах) – у 1,8 раз, підберезниках – 2,6 раз, підосиковиках – у 1,1 раз та у опеньках осінніх справжніх – 1,6 раз.

У дослідному варіанті 2 концентрація свинцю у них знизилась від 1,75 до 9,0 раз. Зокрема, у лисичках справжніх – у 2,0 рази, гіропорах березових синіючих (синяках) – у 7,0 раз, трутовиках сірчано-жовтих – у 2,6 раз, боровиках королівських – у 8,0 раз, лецінелумах (бабках) – у 9,0 раз, сиріїжках – у 1,75 раз, білих грибах – у 1,75 раз, мухоморах червоніючих (маремухах) – у 3,0 рази, підберезниках – у 4,0 рази, підосиковиках – у 1,75 раз та у опеньках осінніх справжніх – 2,5 раз.

Таблиця 4.7

Зміни концентрації свинцю у грибах за їх вимочування, мг/кг

Вид грибів	Контроль	Вода	Варіант 1	Вода	Варіант 2	Вода
Лисички справжні (<i>Cantharëllus cibãrius</i> (<i>Lat.</i>))	0,06± 0,01***	0,02	0,04± 0,01	0,031	0,03± 0,02**	0,034
Гіропор березовий синіючий (синяк) (<i>Gyroporus cyanescens</i> (<i>Lat.</i>))	0,07± 0,02***	0,02	0,02± 0,02	0,028	0,01± 0,02	0,033
Трутовики сірчано-жовті (<i>Laetiporus sulphureus</i> (<i>Lat.</i>))	0,08± 0,03***	0,02	0,04± 0,03	0,029	0,03± 0,03*	0,031
Боровики королівські (<i>Butyriboletus regius</i> (<i>Lat.</i>))	0,08± 0,04***	0,02	0,02± 0,04	0,029	0,01± 0,04	0,031
Лецінелум (бабка) (<i>Leccinellum</i> (<i>Lat.</i>))	0,09± 0,01***	0,02	0,05± 0,03	0,028	0,01± 0,02**	0,032
Сироїжки (<i>Russula Pers.</i> (<i>Lat.</i>))	0,07± 0,02*	0,02	0,06± 0,01	0,032	0,04± 0,03	0,031
Білі гриби (<i>Boletus edulis</i> (<i>Lat.</i>))	0,07± 0,02***	0,02	0,05± 0,01	0,030	0,04± 0,02*	0,032
Мухомор червоніючий (маремуха) (<i>Amanita rubescens</i> (<i>Lat.</i>))	0,09± 0,03*	0,02	0,05± 0,02	0,031	0,03± 0,01	0,032
Підберезовики (<i>Leccinum scabrum</i> (<i>Lat.</i>))	0,08± 0,04***	0,02	0,03± 0,01	0,029	0,02± 0,01**	0,032
Підосиковики (<i>Leccinum aurantiacum</i> (<i>Lat.</i>))	0,07± 0,01***	0,02	0,06± 0,01	0,029	0,04± 0,03*	0,033
Опеньки осінні справжні (<i>Armillaria mellea</i> (<i>Lat.</i>))	0,10± 0,02***	0,02	0,06± 0,04	0,030	0,04± 0,02*	0,032

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

У дослідному варіанті 1 (табл. 4.8) концентрація кадмію у грибах знизилась від 1,1 до 6,6 раз. Зокрема, у лисичках справжніх – у 1,4 раз, гіропорах березових синіючих (синяках) – у 2,5 раз, трутовиках сірчано-жовтих – у 2,5 раз, боровиках королівських – у 6,6 раз, лецінелумах (бабках) – 5,0 раз, сироїжках – 1,1 раз, білих грибах – у 2,0 рази, мухоморах

червоніючих (маремухах) – у 2,5 раз, підберезниках – 2,0 рази, підосиковиках – у 3,3 раз та у опеньках осінніх справжніх – 2,0 рази.

Таблиця 4.8

Зміни концентрації кадмію у грибах за їх вимочування, мг/кг

Вид грибів	Контроль	Вода	Варіант 1	Вода	Варіант 2	Вода
Лисички справжні (<i>Cantharellus cibarius</i> (<i>Lat.</i>))	0,007± 0,02*	0,003	0,005± 0,02**	0,0044	0,001± 0,01**	0,0048
Гіропор березовий синіючий (синяк) (<i>Gyroporus cyanescens</i> (<i>Lat.</i>))	0,01± 0,01**	0,003	0,004± 0,03**	0,0046	0,003± 0,03**	0,0048
Трутовики сірчано- жовті (<i>Laetiporus</i> <i>sulphureus</i> (<i>Lat.</i>))	0,01± 0,02**	0,003	0,004± 0,02**	0,0045	0,003± 0,02**	0,0049
Боровики королівські (<i>Butyriboletus regius</i> (<i>Lat.</i>))	0,02± 0,02**	0,003	0,003± 0,04**	0,0045	0,003± 0,02***	0,0050
Лецінелум (бабка) (<i>Leccinellum</i> (<i>Lat.</i>))	0,02± 0,03**	0,003	0,004± 0,02**	0,0045	0,003± 0,01***	0,0047
Сироїжки (<i>Russula Pers.</i> (<i>Lat.</i>))	0,08± 0,04***	0,003	0,07± 0,02***	0,0042	0,05± 0,01***	0,0047
Білі гриби (<i>Boletus edulis</i> (<i>Lat.</i>))	0,02± 0,03	0,003	0,01± 0,01	0,0044	0,01± 0,01	0,0051
Мухомор червоніючий (маремуха) (<i>Amanita rubescens</i> (<i>Lat.</i>))	0,01± 0,02**	0,003	0,004± 0,002**	0,0043	0,003± 0,03**	0,0047
Підберезовики (<i>Leccinum scabrum</i> (<i>Lat.</i>))	0,02± 0,01***	0,003	0,01± 0,01***	0,0043	0,004± 0,01***	0,0048
Підосиковики (<i>Leccinum aurantiacum</i> (<i>Lat.</i>))	0,01± 0,02**	0,003	0,003± 0,01***	0,0046	0,002± 0,02**	0,0049
Опеньки осінні справжні (<i>Armillaria</i> <i>mellea</i> (<i>Lat.</i>))	0,02± 0,02***	0,003	0,01± 0,01***	0,0045	0,003± 0,03**	0,0047

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

У дослідному варіанті 2 концентрація кадмію у них знизилась від 1,6 до 7,0 раз. Зокрема, у лисичках справжніх – у 7,0 раз, гіропорах березових синіючих (синяках) – у 3,3 раз, трутовиках сірчано-жовтих – у 3,3 раз, боровиках королівських – у 6,6 раз, лецінелумах (бабках) – у 6,6 раз,

сироїжках – у 1,6 раз, білих грибах – у 2,0 рази, мухоморах червонючих (маремухах) – у 3,3 раз, підберезниках – у 5,0 раз, підосиковиках – у 5,0 раз та у опеньках осінніх справжніх – 6,6 раз.

Отже, у грибах концентрація цинку знизилась від 1,18 до 1,76 раз за їх вимочування протягом 1-ї доби у воді без мінерального залишку (кип'ячена вода з якої видалено мінеральний залишок), від 1,09 до 1,5 раз – за вимочування грибів протягом 1-ї доби у воді без мінерального залишку (дистильована). Концентрація міді у грибах знижувалась від 4 до 11 раз за їх вимочування протягом 1-ї доби у воді без мінерального залишку (кип'ячена вода з якої видалено мінеральний залишок), від 1,8 до 2,5 раз – за вимочування грибів протягом 1-ї доби у воді без мінерального залишку (дистильована). Концентрація свинцю знизилась від 1,1 до 4,0 раз за їх вимочування протягом 1-ї доби у воді без мінерального залишку (кип'ячена вода з якої видалено мінеральний залишок), від 1,75 до 9,0 раз – за вимочування грибів протягом 1-ї доби у воді без мінерального залишку (дистильована). Концентрація кадмію знизилась від 1,1 до 6,6 раз за їх вимочування протягом 1-ї доби у воді без мінерального залишку (кип'ячена вода з якої видалено мінеральний залишок), від 1,6 до 7,0 раз – за вимочування грибів протягом 1-ї доби у воді без мінерального залишку (дистильована). Найбільш ефективний спосіб зниження в грибах концентрації свинцю та кадмію виявився при вимочуванні грибів у дистильованій воді, а цинку та міді при вимочуванні грибів у воді без мінерального залишку.

4.3. Вплив безмінеральноговодного розчину на концентрацію у грибах Pb, Cd, Zn та Cu

Результати досліджень показали певний вплив обробки грибів (консервування у маринаді) на вміст у них важких металів. Аналізуючи забруднення свіжих грибів свинцем (табл. 4.9) необхідно відмітити, що найвища його концентрація була у грибах маслоках звичайних. Порівнюючи

з рижиками смачними і опеньками осінніми справжніми вона була вищою у 1,77 та 3,0 рази.

Таблиця 4.9

Концентрація свинцю у грибах, мг/кг

Вид грибів	Свіжі гриби	Консервовані гриби
Маслюки звичайні (<i>Suillus luteus</i> (Lat.))	0,78±0,01	0,68±0,01
Рижики смачні (<i>Lactarius deliciosus</i> (Lat.))	0,44±0,04	0,34±0,03
Опеньки осінні справжні (<i>Armillaria mellea</i> (Lat.))	0,26±0,03	0,24±0,03

За консервування грибів найвища концентрація свинцю також була виявлена у маслюках звичайних. Порівнюючи з рижиками смачними та опеньками осінніми справжніми вона була вищою у 2,0 та 2,8 рази відповідно. Поряд з цим необхідно відмітити, що за консервування, вміст свинцю у маслюках звичайних, рижиках смачних та опеньках осінніх справжніх зменшився у 1,14, 1,29 та 1,08 раз відповідно.

Аналізуючи забруднення грибів кадмієм (табл. 4.10) необхідно відмітити, що найвища його концентрація серед свіжих грибів була у маслюках звичайних. Порівнюючи з рижиками смачними та опеньками осінніми справжніми вона була вищою у 20,4 та 8,3 раз відповідно.

Таблиця 4.10

Концентрація кадмію у грибах, мг/кг

Вид грибів	Свіжі гриби	Консервовані гриби
Маслюки звичайні (<i>Suillus luteus</i> (Lat.))	1,76±0,05	1,08±0,02
Рижики смачні (<i>Lactarius deliciosus</i> (Lat.))	0,086±0,01	0,051±0,01
Опеньки осінні справжні (<i>Armillaria mellea</i> (Lat.))	0,21±0,02	0,15±0,02

За консервування грибів найвища концентрація кадмію була у маслюках звичайних. Порівнюючи з рижиками смачними та опеньками осінніми справжніми вона була вищою у 21,1 та 7,2 раз відповідно. Водночас необхідно відмітити, що у консервованих грибах концентрація кадмію знизилась у маслюках звичайних у 1,63 раз, у рижиках смачних – у 1,68 раз та опеньках осінніх справжніх – у 1,4 раз.

Аналізуючи забруднення грибів цинком (табл. 4.11) необхідно відмітити, що найвища його концентрація серед свіжих грибів була у рижиках смачних. Порівнюючи з маслюками звичайними та опеньками осінніми справжніми вона була вищою у 10,9 та 80,3 раз відповідно.

Таблиця 4.11

Концентрація цинку у грибах, мг/кг

Вид грибів	Свіжі гриби	Консервовані гриби
Маслюки звичайні (<i>Suillus luteus (Lat.)</i>)	8,97±0,04	7,09±0,02
Рижики смачні (<i>Lactarius deliciosus (Lat.)</i>)	98,0±0,05	68,5±0,01
Опеньки осінні справжні (<i>Armillaria mellea (Lat.)</i>)	1,22±0,03	1,02±0,1

За консервування грибів найвища концентрація цинку була у рижиках смачних. Порівнюючи з маслюками звичайними та опеньками осінніми справжніми вона була вищою у 9,66 та 67,1 раз відповідно. Внаслідок консервування виявлено певне зниження концентрації у грибах по цинку: у маслюках звичайних вона знизилась у 1,26 раз, рижиках смачних – у 1,43 раз, опеньках осінніх справжніх – у 1,19 раз. Аналізуючи забруднення грибів міддю (табл. 4.12) необхідно відмітити, що найвища його концентрація серед свіжих грибів була у рижиках смачних. Порівнюючи з маслюками звичайними та опеньками осінніми справжніми вона була вищою у 1,38 та 1,7 раз відповідно.

Таблиця 4.12

Концентрація міді у грибах, мг/кг

Вид грибів	Свіжі гриби	Консервовані гриби
Маслюки звичайні (<i>Suillus luteus (Lat.)</i>)	0,21±0,03	0,16±0,02
Рижики смачні (<i>Lactarius deliciosus (Lat.)</i>)	0,29±0,02	0,12±0,03
Опеньки осінні справжні (<i>Armillaria mellea (Lat.)</i>)	0,17±0,01	0,09±0,01

Найвища концентрація міді у консервованих грибах була у маслюках звичайних. Порівнюючи з рижиками смачними та опеньками осінніми справжніми концентрація міді у маслюках звичайних була вищою у 1,3 та 1,7 раз відповідно. За консервування маслюків звичайних, рижиків смачних,

опеньок осінніх справжніх концентрація міді знизилась у 1,31 раз, 1,41 раз та 1,88 раз відповідно.

Аналізуючи рівень небезпеки важких металів у грибах (табл. 4.13) необхідно відмітити, що найвищий коефіцієнт небезпеки свинцю і кадмію спостерігався у маслюках звичайних, а цинку і міді – у рижиках смачних. Зокрема, коефіцієнт небезпеки свинцю і кадмію у свіжих грибах маслюках звичайних був вищим відповідно у 1,77 та 3,0 рази порівняно з рижиками смачними та у 20,4 і 8,3 раз порівняно з опеньками осінніми справжніми. Тоді як у рижиках смачних коефіцієнт небезпеки цинку і міді був вищим порівняно з маслюками звичайними у 11,1 і 1,38 раз; опеньок осінніх справжніх – у 81,6 раз і 1,7 раз відповідно.

Таблиця 4.13

Коефіцієнт небезпеки важких металів у свіжих грибах

Вид грибів	Коефіцієнт небезпеки			
	свинець	кадмій	цинк	мідь
Маслюки звичайні (<i>Suillus luteus (Lat.)</i>)	1,56	17,6	0,44	0,021
Рижики смачні (<i>Lactarius deliciosus (Lat.)</i>)	0,88	0,86	4,9	0,029
Опеньки осінні справжні (<i>Armillaria mellea (Lat.)</i>)	0,52	2,1	0,06	0,017

Найвищий коефіцієнт небезпеки свинцю і кадмію у консервованих грибах виявлено у маслюках звичайних (табл. 4.14). Зокрема, у маслюках звичайних коефіцієнт небезпеки свинцю і кадмію був вищим порівняно з рижиками смачними у 2,0 і 21,1 раз та опеньками осінніми справжніми у 2,8 і 7,2 раз відповідно.

Таблиця 4.14

Коефіцієнт небезпеки важких металів у консервованих грибах

Вид грибів	Коефіцієнт небезпеки			
	свинець	кадмій	цинк	мідь
Маслюки звичайні (<i>Suillus luteus (Lat.)</i>)	1,36	10,8	0,35	0,010
Рижики смачні (<i>Lactarius deliciosus (Lat.)</i>)	0,68	0,51	3,42	0,010
Опеньки осінні справжні (<i>Armillaria mellea (Lat.)</i>)	0,48	1,5	0,051	0,009

Коефіцієнт небезпеки цинку у консервованих грибах рижиках смачних був вищим порівняно з маслоками звичайними та опеньками осінніми справжніми у 9,77 та 67,05 раз відповідно.

Коефіцієнт небезпеки міді серед консервованих грибів був однаковим у маслоках звичайних та рижиках смачних, а у опеньках осінніх справжніх був нижчим у 1,1 раз. Водночас необхідно відмітити, що коефіцієнт небезпеки свинцю, кадмію, цинку та міді був нижчим у консервованих грибах маслоках звичайних у 1,55, 1,62, 1,25 та 2,1 раз; у рижиках смачних – у 1,29, 1,68, 1,43 та 2,9 раз; у опеньках осінніх справжніх – у 1,08, 1,4, 1,17 та 1,88 раз відповідно порівняно з грибами свіжими.

Результати досліджень (табл. 4.15) показують, що внаслідок сушіння концентрація свинцю у білих грибах підвищується у 7,0 раз, кадмію – підвищується у 7,1 раз, цинку – підвищується у 7,1 раз, міді – підвищується у 0,15 раз.

Таблиця 4.15

**Концентрація свинцю, кадмію, цинку та міді у білих грибах
(*Boletus edulis* (Lat.)) залежно від їх сушіння, мг/кг**

Свинець				
Факт. конц.	КН	Конц. після сушіння	КН	ГДК
0,3±0,03	0,6	2,12±0,02	4,24	0,5
Кадмій				
Факт. конц.	КН	Конц. після сушіння	КН	ГДК
0,45±0,01	4,5	3,21±0,04	32,1	0,1
Цинк				
Факт. конц.	КН	Конц. після сушіння	КН	ГДК
7,97±0,02	0,39	56,77±0,08	2,83	20
Мідь				
Факт. конц.	КН	Конц. після сушіння	КН	ГДК
0,2±0,03	0,02	1,31±0,02	0,13	10

Аналізуючи забруднення грибів важкими металами необхідно відмітити, що у білих грибах концентрація кадмію перевищувала ГДК у 4,5 раз. Тоді як концентрація свинцю, кадмію та міді була нижча за ГДК у 1,6, 2,5 та 50 раз відповідно.

Застосовуючи сушіння необхідно відмітити, що у білих висушених грибах концентрація свинцю, кадмію та цинку перевищували ГДК у 4,2 раз, 32,1 та 2,8 раз відповідно. Тоді як концентрація міді була нижча за ГДК у 7,6 раз.

Необхідно відмітити, що найвищий коефіцієнт небезпеки спостерігається за кадмієм у білих грибах. Зокрема він був вищий порівняно зі свинцем, цинком та міддю у 7,6, 11,0 та 247,0 раз.

При застосуванні сушіння необхідно відмітити, що найвищий коефіцієнт небезпеки спостерігається за кадмієм у білих висушених грибах. Зокрема він був вищий порівняно з таким за свинцем, цинком та міддю у 7,6, 11,0 та 247,0 раз.

Проаналізувавши показники коефіцієнту небезпеки важких металів, можна стверджувати про якість вживання грибів, як у сирому вигляді, так і у сушеному чи маринованому. А саме: коефіцієнт небезпеки свинцю більше 1 у грибах масляках звичайних. При застосуванні маринування та сушіння коефіцієнт небезпеки свинцю більше 1 також у масляках звичайних та ще у білих грибах. Аналізуючи коефіцієнт небезпеки кадмію можна стверджувати про безпеку вживання даних видів грибів, окрім рижиків смачних, в яких даний показник в нормі. Коефіцієнт небезпеки цинку перевищує 1 у грибах рижиках смачних, а при маринуванні та сушінні у рижиках смачних та білих грибах. Коефіцієнт небезпеки міді знаходиться в межах норми.

Висновки до розділу 4

1. Проведені нами дослідження виявили, що за вимочування грибів у водопровідній воді, концентрація у грибах свинцю знизилась від 2,41 до

2,62 раз, кадмію – від 1,96 до 2,19 раз, цинку – від 1,59 до 1,85 раз та міді – від 3,0 до 3,7 раз.

2. Видалення мінерального залишку з води шляхом температурної обробки сприяло зниженню свинцю від 1,08 до 1,16 раз, кадмію – від 3,4 до 12,0 раз, цинку – від 1,35 до 2,17 раз та міді – від 5,95 до 16,0 раз.

3. Вимочування грибів у дистильованій воді знижує у грибах концентрацію свинцю від 1,52 до 1,92 раз, кадмію – від 4,6 до 6,5 раз, цинку – від 1,25 до 1,85 раз та міді – від 0,3 до 1,8 раз.

4. За використання маринування грибів маслюків звичайних, рижиків смачних та опеньок осінніх справжніх знизилась концентрація в них Pb у 1,14, 1,29 та 1,08 раз; Cd – у 1,62, 1,68, та 1,4 раз; Zn – у 1,2, 1,4 та 1,1 раз; Cu – у 1,3, 2,2 та 1,8 раз відповідно.

5. За сушіння грибів (білі гриби) концентрація Pb підвищується у 7,0 раз, Cd та Zn – у 7,1 раз, Cu – у 5,55 раз.

Основні результати наукових досліджень, викладених у Розділі 4, опубліковано в працях:

1. **Врадій О.І.** Вплив терміну вимочування у водно-сольовому розчині грибів на концентрацію в них цинку та міді. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. №2. С.75-78.

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

3. **О. Vradiy** Analysis of the efficiency of using the culinary processing of mushrooms in order to reduce the concentration of heavy metals in them. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Сільське господарство та лісівництво*. 2020. №17. С. 209-222.

4. Алексеев О.О., **Врадій О.І.** Дослідження впливу терміну вимочування у водно-сольовому розчині грибів на концентрацію в них цинку. *Integration system of education, science and production in the modern*

information space: матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції м. Тернопіль, 24 жовтня 2019 року, м. Тернопіль: Крок. С. 17-19.

5. **Врадій О.І.** Зниження концентрації міді у грибах за вимочування їх у водно-сольовому розчині. *Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту*: збірник тез Міжнародної науково-практичної конференції м. Біла Церква, 31 жовтня 2019 року. Біла Церква: БНАУ. С. 3-5.

6. **Врадій О.І.** Вплив застосування води при кулінарній обробці грибів на концентрацію в них цинку. *Ефективне функціонування екологічно-стабільних територій у контексті стратегій стійкого розвитку: агроекологічний, соціальний та економічний аспекти*: збірник матеріалів III Міжнародної науково-практичної конференції Інтернет-конференції м. Полтава, 12 грудня 2019 року. Полтава: ПДАА. С. 68-69.

7. **Врадій О.І.** Аналіз ефективності застосування кулінарної обробки грибів для зменшення в них концентрації важких металів. *Dynamics of the development of world science. Abstracts of the 7-th International scientific and practical conference. Vancouver, Canada, March 18-20*. P. 295-304.

8. **Врадій О.І.,** Разанов С.Ф. Спосіб зниження концентрації важких металів у їстівних грибах за кулінарної їх обробки: пат. на корисну модель 142065 України: МПК А23L 31/00 А23L 5/00; власник Вінницький національний аграрний університет: № u201911420, заявл. 25.11.19; опубл. 12.05.2020, Бюл. №9.

9. Разанов С.Ф., Гетман Н.Я., **Врадій О.І.,** Коруняк О.П. Зміна концентрації важких металів у грибах за їх консервування. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. Вип. № 3 (26). С. 205-215.

ВИСНОВКИ

Сучасні екологічні умови Вінниччини характеризуються зростаючим антропогенним забрудненням довкілля. Особливого забруднення зазнають лісові масиви, які затримують листовою масою шкідливі речовини, заносючи їх через лісову підстилку в ґрунти, що в подальшому призводять до накопичення їх в рослинній сировині, грибах, ягодах та ін. недеревних ресурсах. Проведені дослідження дозволили нам зробити наступні висновки:

1. В умовах лісових угідь Вінниччини спостерігається перевищення ГДК кадмію у грибах гіропорах березових синіючих (синяки) (*Gyroporus cyanescens* (Lat.)) – у 1,6 раз, трутовиках сірчано-жовтих (*Laetiporus sulphureus* (Lat.)) – у 1,5 раз, боровиках королівських (*Butyriboletus regius* (Lat.)) – у 1,4 раз, лецінелумах (бабках) (*Leccinum* (Lat.)) – у 1,7 раз, мухоморах червоніючих (маремуха) (*Amanita rubescens* (Lat.)) – у 1,5 раз, підберезовиках (*Leccinum scabrum* (Lat.)) – у 1,7 раз, підосиковиках (*Leccinum aurantiacum* (Lat.)) – у 1,3 раз та опеньках осінніх справжніх (*Armillaria mellea* (Lat.)) – у 1,7 раз. Вміст свинцю, цинку та міді у грибах був нижчий ГДК відповідно в межах від 1,7 – 2,4 раз, 1,8 – 270 раз та 3,6 – 166 раз.

У ягодах та деревних плодах спостерігалось перевищення ГДК важких металів тільки по кадмію у 3,0 рази у ягодах суниці лісової (*Fragaria vesca* (Lat.)). Концентрація цинку і міді не перевищувала ГДК, тоді як свинцю у ягодах ожини лісової (*Eubatus* (Lat.)), плодах яблук лісових (*Malus sylvestris* Mill. (Lat.)), плодах груші лісової (*Pyrus pyraeaster* (Lat.)), ягодах суниці лісової (*Fragaria vesca* (Lat.)) та ягодах черешні лісової (*Prunus avium* (Lat.)) не виявлено.

2. В умовах досліджуваних лісових угідь Вінниччини найвищий коефіцієнт небезпеки свинцю спостерігався в грибах опеньках осінніх справжніх (*Armillaria mellea* (Lat.)) – 0,58, кадмію – у сиріїжках (*Russula Pers.* (Lat.)) – 21,6, цинку – у білих грибах (*Boletus edulis* (Lat.)) – 0,57 та міді у – опеньках осінніх справжніх (*Armillaria mellea* (Lat.)) – 0,28.

3. Аналіз коефіцієнта накопичення у грибах показав, що найвищий даний показник свинцю виявився у сірчано-жовтих трутовиках (*Laetiporus sulphureus* (Lat.)) – 0,81, кадмію – у сироїжках (*Russula Pers.* (Lat.)) – 3,82, цинку – у білих грибах (*Boletus edulis* (Lat.)) – 6,83 та міді – у боровиках королівських (*Butyriboletus regius* (Lat.)) – 18.

4. За вимочування грибів у проточній воді, концентрація у грибах свинцю знизилась від 2,41 до 2,62 раз, кадмію – від 1,96 до 2,19 раз, цинку – від 1,59 до 1,85 раз та міді – від 3,0 до 3,7 раз.

Видалення мінерального залишку з води шляхом температурної обробки сприяло зниженню свинцю від 1,08 до 1,16 раз, кадмію – від 3,4 до 12,0 раз, цинку – від 1,35 до 2,17 раз та міді – від 5,95 до 16,0 раз.

Вимочування грибів у дистильованій воді знижує у грибах концентрацію свинцю від 1,52 до 1,92 раз, кадмію – від 4,6 до 6,5 раз, цинку – від 1,25 до 1,85 раз та міді – від 0,3 до 1,8 раз.

За використання маринування грибів маслюків (*Suillus luteus* (Lat.)), рижиків (*Lactarius deliciosus* (Lat.)) та опеньок (*Armillaria mellea* (Lat.)) знизилась концентрація в них Pb у 1,14, 1,29 та 1,08 раз; Cd – у 1,62, 1,68, та 1,4 раз; Zn – у 1,2, 1,4 та 1,1 раз; Cu – у 1,3, 2,2 та 1,8 раз відповідно.

За сушіння грибів (білі гриби (*Boletus edulis* (Lat.))) концентрація Pb підвищується у 7 раз, Cd та Zn – у 7,1 раз, Cu – у 5,55 раз.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

При заготівлі грибів та дикорослих ягід відібраних в умовах лісових насаджень узлісся Лісостепу Правобережного рекомендуємо:

– враховувати специфіку грибів та дикорослих ягід щодо накопичення важких металів з обов'язковим визначенням в них даних токсикантів на відповідність гранично допустимих концентрацій;

– вимочування грибів у підсоленій воді (10 гр солі на 1 л води) проводити до 4-х годин;

– для зниження концентрації Pb, Zn, Cu та Cd у грибах пропонується витримувати їх протягом 24 годин у дистильованій воді за температури зовнішнього середовища 22-24 °С, що знижує концентрацію Pb від 1,52 до 1,92 раз, Cd – від 4,6 до 6,5 раз, Zn – від 1,25 до 1,85 раз та Cu – від 0,3 до 1,8 раз та у звичайній водопровідній воді без мінерального залишку Pb від 1,08 до 1,16 раз, Cd – від 3,4 до 12,0 раз, Zn – від 1,35 до 2,17 раз та Cu – від 5,95 до 16,0 раз відповідно.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сторожук Т.М., Дружинська Н.С. Недеревні лісові ресурси. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія: Економіка і менеджмент*, 2015. Вип. 10. С. 260-263.
2. Сторожук Т.М., Дружинська Н.С. Удосконалення класифікації лісових ресурсів. *Бізнес Інформ*, 2015. Вип. 7. С. 138-142.
3. Сахарнацька Л.І. Раціональне використання продуктів побічного користування лісу – запорука сталого розвитку лісових екосистем. *Збалансоване природокористування*, 2014. Вип. 1. С. 36-37.
4. Матчук С.Ф. Класифікація лісових ресурсів. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: Юридичні науки*, 2014. Вип. 2. Том 2. С. 140-143.
5. Порядок заготівлі другорядних лісових матеріалів і здійснення побічних лісових користувань в лісах України від 23 квіт. 1996 р. № 449. 1996.
6. Лісовий кодекс України: Закон України від 8 лют. 2006 р. № 3404 – IV, 2006. 170 с.
7. Мигаль А.В., Бокоч В.В. Недеревні ресурси: навч. посіб. Вид-во УжНУ «Говерла». Ужгород, 2017. 128 с.
8. Мінєнко 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.
9. 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).
10. Замула Х.П. Сучасний стан ведення лісового господарства в Україні. *Агросвіт*, 2013. Вип. 19. С. 54-59.
11. Публічний звіт за 2016 рік. Державне агентство лісових ресурсів. Київ, 2016. 41 с.

12. Давидов М.М., Протас Т.І., Савущик М.П. Накопичення радіонуклідів в основних компонентах лісових екосистем Київських Полісся та Лісостепу. *Ядерна енергетика та довкілля*, 2014. Вип. 2 (4). С. 25-31.
13. Краснов В.П. Радіоекологічні дослідження у лісових екосистемах України. *Збірник наукових праць: Екологія та природно-заповідна справа*, 2016. Вип. 14. С. 210-216.
14. Корнацький В.М., Сілантьєва О.В. Серцево-судинні захворювання і шкідливі екологічні чинники. *Український кардіологічний журнал*, 2013. Вип. 3. С.109-116.
15. Єрем Т.В. Характеристика деяких важких металів у продуктах харчування, що становлять раціон мешканців Закарпатської області. *Environment and health*, 2015. Вип. 4. С. 23-25.
16. Гордієнко В.В., Косуба Р.Б. Вікові особливості екологічно обумовленого накопичення важких металів в органах інтактних лабораторних щурів. *Клінічна та експериментальна патологія*, 2016. Вип. 3 (57). Том XV. С. 26-29.
17. 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.
18. Ткачук О.П., Яковець Л.А. Особливості забруднення зернової продукції важкими металами в умовах Вінницької області. *Сільське господарство та лісівництво*, 2016. Вип. 4. С.179-186.
19. Фатєєва Н.Ю. Токсична дія важких металів на живі організми та шляхи її зменшення. *Актуальні питання сьогодення*, 2018. Том 7. С.107-110.
20. 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.
21. 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.

22. Некос А.Н., Семибратова П.В. Вплив факторів природного середовища на хімічний склад рослинних продуктів харчування. *Науково-технічний журнал*, 2013. №1 (7). С.81-84.
23. Важкі метали у компонентах навколишнього середовища м. Маріуполь (еколого-геохімічні аспекти) : монографія. / С.П. Кармазиненко та ін. Київ, 2014. 168 с.
24. Токсичні речовини в харчових продуктах і методи їх визначення : навч. посіб. / А.А. Дубініна та ін. Харків, 2016. 106 с.
25. Трахтенберг І.М., Левицький Є.Л. Генотоксична дія потенційно небезпечних хімічних сполук. *Вісник НАН України*, 2016. Вип. 7. С. 27-42.
26. Вассер С.П. Съедобные и ядовитые грибы Карпат: Справочник. Ужгород : Изд-во «Карпаты», 1990. 205 с.
27. Лукіш В.В. Екологічні функції полезахисних лісових насаджень. *Екологічні науки*. 2013. № 1. С. 56–64.
28. Bondar V., Makarenko N., Symochko L. Lead mobility in the soil of different agroecosystems. *International Journal of Ecosystems and Ecology Sciences*, 2019. Vol. 9 (4). P. 709-716. doi: <https://doi.org/10.31407/ijees9416>
29. Dursun S., Symochko L., Mankolli H. Bioremediation of heavy metals from soil: an overview of principles and criteria of using. *Agroecological journal*, 2020. Vol. 3. P. 6-12.
30. Дудка И.А., Вассер С.П. Грибы: справочник миколога и грибника. К. : Изд-во «Наук. думка», 1987. 535 с.
31. Зерова М.Я., Єлін Ю.Я., Козьяков С.М. Гриби їстівні, умовно їстівні, неїстівні, отруйні. К. : Вид-во «Урожай», 1984. 204 с.
32. Зерова М.Я., Паршиков В.М., Мельник С.П. Вітаміни групи В у *Boletus edulis Fr. ex Bull.*, *Leccininm Scabrum (Bull. Ex Fr.) S.F. Gray* та *Ixocomus luteus (L. Ex r.) Quel.* *Український ботанічний журнал*, 1972. Т.29. № 2. С. 168-171.
33. Зерова М.Я., Роженко Г.Л., Череп Т.Л. Морфологічні та біохімічні особливості русулальних грибів. *Український ботанічний журнал*, 1976. Т. 33. № 2. С. 167-177.

34. Pan J., Plant J., Voulvoulis N., Oates C., Ihlenfeld C. Cadmium levels in Europe: implications for human health. *Environ Geochem Hlth.* 2010. Vol. 32. P. 1-12.
35. Козак В.Т. Гриби України. Тернопіль: Вид-во «Підручники і посібники», 2005. 224 с.
36. Михайлевський О. Енциклопедія народної медицини. Івано-Франківськ : Вид-во ТзОВ «Книгодрук», 2009. Т. 3. 1198 с.
37. Razanov S., Mudrak O., Mudrak H. Ecological evaluation of wax produced in conditions of pollution of medium oils by radionuclides and hard metals. *International periodic scientific journal. Almanahul SWorld*, 2020. Vol. 4. P. 106-112.
38. Sharma P., Dubey R.S. Lead toxicity in plants. *Brazilian journal of plant physiology*, 2005. Vol. 17(1). P. 35-52.
39. Рябчук В.П. Недеревна продукція лісу. Львів : Вид-во «Світ», 1996. 312 с.
40. Стеценко Н.М., Табачний Л.Я. Вміст Р, Si, Al, Pb у плодових тілах макроміцетів. *Український ботанічний журнал*, 1993. Т. 50, № 6. С. 71-74.
41. Rasanov S.F., Tkachuk O.P. Intensive chemistry of earth – as a precondition for the pollution of grain production by high-speed metals. *Technology of production and processing of livestock products*, 2017. Vol. 1 (134). P. 70-75.
42. Тойбис В.Б. За грибами. Харків : Изд-во «Прапор», 1974. 160 с.
43. Максименко Н.В. Агроекологічне значення тривалого існування системи лісосмуг. *Наукові праці Уманського університету садівництва*. 2009. Вип. 71. С. 229-232.
44. Razanov S., Husak O., Polishchuk M., Bakhmat O. Accumulation peculiarities of heavy metals in cereal crops grains of different vegetation period in conditions of the forest steppe of the right bank of Ukraine. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES)*, 2022. Vol. 12 (3). P. 43-50.
45. Razanov S., Piddubna A., Gucol G., Symochko L., Kovalova S. Estimation of heavy metals accumulation by vegetables in agroecosystems as one of the main

aspects in food security. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES)*, 2022. Vol. 12 (3). P. 159-164.

46. Колодій Т.В., Рябчук В.П. Хімічний склад плодових тіл окремих видів роду *Russula s.f. gray*. *Науковий вісник НЛТУ України. Лісове та садово-паркове господарство*, 2011. Вип. 21.4. С. 63-67.

47. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2017 році: веб-сайт. URL: <http://www.dsns.gov.ua/.../Nacionalna-dopovid-prostan-tehnogennoyi-ta-prirodnoyi-bez> (дата звернення: 29.03.2018).

48. Український науково-дослідний інститут цивільного захисту України. Статистика. Аналіз масиву карток обліку пожеж році. веб-сайт. URL: <https://undicz.dsns.gov.ua/ua/Analiz-masivu-kartok-oblikupozhezh.html> (дата звернення: 29.04.2018).

49. Нестеренко О.В., Клевцова Л.Г., Чернишенко Г.О. Вплив степових та лісових пожеж на навколишнє середовище в Україні. *Науковий вісник будівництва*, 2019. Т. 95. №1. С. 240-245.

50. Зибцев С.В. Стан охорони лісів від пожеж в Україні та головні напрямки його покращення. *Науковий вісник Національного аграрного університету: Збірник наукових праць*, 2000. Вип. 25. С. 319-328.

51. Буц Ю.В. Динаміка ландшафтних пожеж в Україні та еколого-економічні наслідки їх виникнення. *Вісник Одеського національного університету. Серія: Географічні та геологічні науки*, 2013. Т. 18. Вип. 2 (18). С. 111-117.

52. Буц Ю.В. Наслідки впливу пірогенного чинника на біогеохімічні властивості екогеосистем в умовах техногенного навантаження. *Науковий вісник будівництва*, 2018. Т. 93. №3. С. 115-122.

53. Nagajyoti P. S., Lee K. D., Sreekanth T.V. Heavy metals, occurrence and toxicity for plants: a review. *Environmental Chemical Letters*, 2010. P. 199-216.

54. Niassy S., Diarra K. Effect of organic inputs in urban agriculture and their optimization for poverty alleviation in Senegal, West Africa, in *Organic Fertilizers:*

Types, Production and Environmental Impact, ed R. P. Singh. *Hauppauge, NY: Nova Science Publisher*, 2012. P. 1-22.

55. Hyperaccumulation of Pb, Zn and Cd in herbaceous grown on lead–zinc mining area in Yunnan, China. / Yanqun Z. et. all. *Environmental*, 2005. Vol. 31. P. 755-762.

56. Schimel J., Balser T., Wallenstein M. Microbial stress-response physiology and its implications for ecosystem function. *Ecology* 88, 2007. P. 1386-1394.

57. The influence of soil heavy metals pollution on soil microbial biomass, enzyme activity, and community composition near a copper smelter. / Wang Y. P. et all. *Ecotoxicology Environmental Safety*, 2007. Vol. 67. P. 75-81.

58. Nwuche C. O., Ugoji E. O. Effects of heavy metal pollution on the soil microbial activity. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 2008. Vol. 5. P. 409-414.

59. Pan J., Yu L. Effects of Cd or/and Pb on soil enzyme activities and microbial community structure. *Ecology Engineering*, 2011. Vol. 37. P.1889-1894.

60. ЮХНОВСЬКИЙ В.Ю. Лісоаграрні ландшафти рівнинної України: оптимізація, нормативи, екологічні аспекти. *Київ: Інститут аграрної економіки*, 2005. 273 с.

61. Sposib kompleksnoi otsinky zabrudnennia atmosferneho povitria ta gruntiv vykydamy promyslovykh pidpryiemstv: Pat. na korysnu model 38054 UA, 2008. publ. 25.12.08, bul. № 24.

62. Sposib ekolohichnoi otsinky zabrudnennia dovkillia vazhkymy metalamy: Pat. na korysnu model 43854 UA, 2009. publ. 10.09.09, bul. № 17.

63. Razanov, S.F., Tkachuk, O.P., Bakhmat, O.M., Razanova, A.M. Reducing danger of heavy metals accumulation in winter wheat grain which is grown after leguminous perennial precursor. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2020. Vol. 10 (1). P. 254-260.

64. Рибалова О.В., Коробкіна К.М. Новий підхід до оцінки забруднення ґрунтів важкими металами. *Proceedings of the II International Scientific and*

Practical Conference «Topical problems of modern science». November 18, 2017. Warsaw, Poland. Vol. 5. P. 86-90.

65. Integrated Risk Information System (IRIS): U.S. Environmental Protection Agency (EPA). веб-сайт: URL: <http://www.epa.gov/iris>

66. Razanov, S.F., Tkachuk, O.P., Razanova, A.M., Bakhmat, M.I., Bakhmat, O.M. Intensity of heavy metal accumulation in plants of *Silybum marianum* L. in conditions of field rotation. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2020. Vol. 10 (2). P. 131-136. [https://doi: 10.15421/2020_75](https://doi.org/10.15421/2020_75)

67. Рибалова О.В., Бригада О.В., Бондаренко О.О., Макаров Є.О. Новий метод оцінки ризику для здоров'я населення від забруднення ґрунтів важкими металами. *Проблеми надзвичайних ситуацій*, 2019. № 1(29). С. 79-99.

68. Васенко О.Г., Рибалова О.В., Артем'єв С.Р. Інтегральні та комплексні оцінки стану навколишнього природного середовища: монографія. Харків: НУГЗУ, 2015. 419 с.

69. Development of estimation methods of environmental risk degrading the surface water state / Rybalova O. et all. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2018. Vol. 2. Issue 10 (92). P. 4-17.

70. Genotoxicity assessment in aquatic environment impacted by the presence of heavy metals / Barbosa, J. S. et all. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2010. 73. P. 320-325.

71. Визначення небезпеки впливу лісових пожеж на якісний стан ґрунтів / Рибалова О.В. та ін. *Науковий вісник будівництва*, 2014. Т. 2. № 2 (46). С. 413-422.

72. Tkachuk O., Verhelis V. Intensity of soil pollution by toxic substances depending on the degree of its washout. *Scientific Horizons*, 2021. Vol. 24 (3). P. 52-57.

73. Грабовський О.В., Рошко В.Г., Ніколайчук О.І. Акумуляція важких металів ґрунтом та рослинними об'єктами в умовах антропогенного

навантаження. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія Біологія*. Ужгород, 2000. № 8. С. 158–160.

74. Wang Q., Liu J., Liu Q. Contamination of apple orchard soils and fruit trees with copper-based fungicides: sampling aspects. *Environ Monit Assess*, 2014. Vol. 187(1). P. 21-41.

75. Мельник Н.М., Морозова Т.В. Стан пилку деревних рослин у промислових зонах міста Чернівці. *Наукові основи збереження біотичної різноманітності: тематичний збірник Інституту екології Карпат Національної Академії Наук України*. Львів : Ліга-Прес, 2006. Вип. 7. С. 54–60.

76. Микроэлементы: поступление, транспорт и физиологические функции в растениях: монография / С. В. Рудакова и др. К. : Наук. думка, 1987. 184 с.

77. Савушкина И.Г. Динамика содержания некоторых тяжелых металлов в почве и фитомассе дуба пушистого. *Грунтознавство*, 2006. Т. 7. № 3–4. С. 137–145.

78. Dursun S., Symochko L., Mankolli H. Bioremediation of heavy metals from soil: an overview of principles and criteria of using. *Agroecological journal*, 2020. Vol. 3. P. 6-12.

79. Kasowska D., Gediga K., Spiak Z. Heavy metal and nutrient uptake in plants colonizing postflotation copper tailings. *Environmental Science and Pollution Research*, 2018. Vol. 25. P. 824-835.

80. Arazi T., Sunkar R., Kaplan B. Atobacco plasma membrane calmodulin-binding transporter confers Ni²⁺ tolerance and Pb²⁺ hypersensitivity in transgenic plants. *The Plant Journal*, 1999. Vol. 20, №2. P. 171–182.

81. Brown P.H., Welch R.M., Madison J.T. Effect of nickel deficiency on soluble anion, amino acid and nitrogen levels in barley. *Plant Soil*, 1990. Vol. 125. P. 19–27.

82. Bunluesin S., Pokethitiyook P., Lanza G.R. Influences of cadmium and zinc interaction and humic acid on metal accumulation in *Ceratophyllum demersum*. *Water, Air, and Soil Pollution*, 2007. Vol. 180. № 1-4. P. 225–235.

83. Das P., Samantaray S., Rout G.R. Studies of cadmium toxicity in plants: a review. *Environmental Pollution*, 1997. Vol. 98. № 1. P. 29–36.
84. Iretskaya S.N., Chien S.H., Menon R.G. Effect of acidulation of high cadmium containing phosphate rocks on cadmium up take by upland rice. *Plant and Soil*, 1998. Vol. 201. P. 183–188.
85. Isermann K. Method to reduce contamination and uptake of lead by plants from car exhaust gases. *Environmental Pollution*, 1977. Vol. 12. P. 199–208.
86. Jiang W., Liu D., Hou W. Hyperaccumulation of lead by roots, hypocotyls, and shoots of *Brassica juncea*. *Plant Biology*, 2000. Vol. 43, №4. P. 603–606.
87. Kabata-Pendias A., Pendias H. Trace elements in soils and plants. CRC Press, 2001. 432 p.
88. Chemical behaviour of Cd, Pb, and their cooperation in a rhizosphere and in soil / Lin Q. et al. *Journal of Zhejiang University (Agriculture And Life Science)*, 2000. Vol. 26. №5. P. 527–532.
89. Distribution and accumulation of heavy metals (Cd, Ni and Cr) in tomato plants / Moral R. et al. *Fresenius Environmental Bulletin and Edvances in Food*, 1994. Vol. 3. P. 395–399.
90. Reid R.J., Dunbar K.R., McLaughlin M.J. Cadmium loading into potato tubers: the roles of the periderm, xylem and phloem. *Plant, Cell and Environmental*, 2003. Vol. 26. №2. P. 201–206.
91. Ross S.M. Retention, transformation and mobility of toxic metals in soils. *Toxic metals in soil-plant system*. N.Y.: Wiley, 1994. P. 63–152.
92. Prasad M.N.W. Metals in the environment – analysis by biodiversity. N.Y.: Marcel Dekker. 2001. 504 p.
93. Prasad M.N.W., Hagamayer J. Heavy metal stress in plants – from molecules of ecosystems. Berlin: Springer, 1999. 401 p.
94. Zhang L., Song F. Influence of zinc bringing in soil on cadmium absorption and accumulation of the maize plants at the different cadmium concentrations. *Journal of Agro-Environment Science*, 2005. Vol. 24. № 6. P. 1054–1058.

95. Ситник С.А., Ловинська В.М., Харитонов М.М. Вміст елементів групи важких металів у деревині головних лісотвірних порід рекреаційно-оздоровчих лісів північного придніпровського степу України. *Лісове і садово-паркове господарство*, 2015. №6.
96. Калетник Н.Н., Кранов В.П., Орлов А.А. О радиологическом контроле в лесном хозяйстве Украины. *Лесное хозяйство: межвузовский сборник научных трудов*, 1995. № 1. С. 38-39.
97. Краснов В.П. Радиоекологія лісів Полісся України. Житомир : Вид-во «Волинь». 1998. 112 с.
98. Ландін В.П. Сучасна радіаційна ситуація в радіоактивно забруднених лісах України. Проблеми екології лісу і лісокористування на Поліссі України. *Житомир : Видавництво «Волинь»*, 2002. Вип. 4 (10). С. 23-26.
99. Вміст ^{137}Cs у продукції лісового господарства Житомирської області за даними 2002-2004 рр. / Орлов О.О. та ін. *Проблеми екології лісів і лісокористування на Поліссі України : збірник наукових праць. Житомир : Видавництво «Волинь»*, 2005. Вип. 5 (11). С. 49-61.
100. Рекомендации по ведению лесного хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения / В.П. Краснов и др. К., 1995.
101. Краснов В.П., Курбет Т.В., Давидова І.В., Суховецька С.В. Ефективність радіоекологічного контролю продукції лісового господарства в Поліссі України у віддаленній з часом аварії на Чорнобильській АЕС. *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України*, 2016. Вип. 26.3. С. 254-256.
102. Грабовський О.В., Рошко В.Г., Ніколайчук О.І. Акумуляція важких металів ґрунтом та рослинними об'єктами в умовах антропогенного навантаження. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія Біологія. Ужгород*, 2000. № 8. С. 158–160.
103. Кошкин Е. И. Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур: монография. М. : Дрофа, 2010. 638 с.

104. Мельник Н.М., Морозова Т.В. Стан пилку деревних рослин у промислових зонах міста Чернівці. *Наукові основи збереження біотичної різноманітності: тематичний зб. Інституту екології Карпат Національної Академії Аграрних Наук України*. Львів : Ліга-Прес, 2006. Вип. 7. С. 54–60.
105. Микроэлементы: поступление, транспорт и физиологические функции в растениях : монография / Рудакова С. В. и др. К. : Наукова думка, 1987. 184 с.
106. Савушкина И.Г. Динамика содержания некоторых тяжелых металлов в почве и фитомассе дуба пушистого. *Ґрунтознавство*. 2006. Т. 7. № 3-4. С. 137–145.
107. Makarenko N., Bondar V., Makarenko V., Symochko L. Factors affecting mobility of Zinc in soils of Ukraine. *International Journal of Ecosystems and Ecology Sciences*, 2020. Vol. 10(4). P. 587-594
108. Mudrak O.V., Mudrak H.V. Razanov S.F., Kavun Zh.A. Ecological-cohenological analysis of Eastern Podillya flora. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2018. Vol. 8 (2). P. 204-209.
109. Atobacco plasma membrane calmodulin-binding transporter confers Ni²⁺ tolerance and Pb²⁺ hypersensitivity in transgenic plants / Arazi T. et al. *The Plant Journal*, 1999. Vol. 20. №2. P. 171–182.
110. Brown P.H., Welch R.M., Madison J.T. Effect of nickel deficiency on soluble anion, amino acid and nitrogen levels in barley. *Plant Soil*, 1990. Vol. 125. P. 19–27.
111. Influences of cadmium and zinc interaction and humic acid on metal accumulation in *Ceratophyllum demersum* / Bunluesin S. et al. *Water, Air, and Soil Pollution*, 2007. Vol. 180. № 1-4. P. 225–235.
112. Das P., Samantaray S., Rout G.R. Studies of cadmium toxicity in plants: a review. *Environmental Pollution*, 1997. Vol. 98. № 1. P. 29–36.
113. Iretskaya S.N., Chien S.H., Menon R.G. Effect of acidulation of high cadmium containing phosphate rocks on cadmium up take by upland rice. *Plant and Soil*, 1998. Vol. 201. P. 183–188.

114. Isermann K. Method to reduce contamination and uptake of lead by plants from car exhaust gases. *Environmental Pollution*, 1977. Vol. 12. P. 199–208.
115. Jiang W., Liu D., Hou W. Hyperaccumulation of lead by roots, hypocotyls, and shoots of *Brassica juncea*. *Plant Biology*, 2000. Vol. 43. №4. P. 603–606.
116. Mushin K., Afyon A., Yağız 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.
117. 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 *Journal of Zhejiang University (Agriculture And Life Science)*, 2006. Vol. 2. P. 84–87.
118. Стецюк Ю., Сідлецький Ю. Основи мікології. К. : Четверта хвиля, 2000. 368 с.
119. 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.
120. Фатєєв А.І., Я.В. Пащенко, С.А. Балюка Фоновий вміст мікроелементів у ґрунтах України. Харків ННЦ «УГА ім. О.М. Соколовського». 117 с.
121. Хвесик М.А., Шубалий Н.М., Василик Н.М. Комплексне використання лісоресурсного потенціалу: механізми стимулювання, інституціональне та інноваційно-інвестиційне забезпечення: монографія. К: ТОВ «ДКС», 2011. 498 с.
122. Brundtland H., Ferguson I., Wild I. Our Common Future. *Oxford University Press for World Commission on Environment and Development*. Oxford, 1987. 400 p.
123. Varma V. Decision support system for the sustainable forest management. *Forest Ecology and Management*, 2000. № 128. 49–55 p.
124. Жовинский Э.Я., Кураева И.В. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины. К. : Наукова думка, 2002. 213 с.

125. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях / пер. с англ. Х. Пендиаса. М. : Мир, 1989. 439 с.
126. Грабовський О.В., Рошко В.Г., Ніколайчук О.І. Акумуляція важких металів ґрунтом та рослинними об'єктами в умовах антропогенного навантаження. *Наук. вісник Ужгородського національного університету. Серія Біологія*. Ужгород, 2000. №8. С. 158–160.
127. Мислива Т.М., Трембіцький В.А. Важкі метали у ґрунтах агроландшафтів Житомирського Полісся. *Агроекологічний журнал*, 2009. №4. С. 30–35.
128. Сметанюк О.І., Черновська Н.В. Просторово-часова мінливість вмісту свинцю в лікарських рослинах. *Клінічна та експериментальна патологія*, 2009. Вип. 8. №3. С. 101–102.
129. Самчук А.І., Кураєва І.В., Єгоров О.С. Важкі метали у ґрунтах Українського Полісся та Київського мегаполісу. К.: Наукова думка, 2006. 108 с.
130. Мислива Т.М. Важкі метали в рослинності Українського Полісся. *Таврійський науковий вісник*, 2010. Вип. 70. С. 224–233.
131. Razanov, S.F., Tkachuk, O.P., Mazur, V.A., Didur, I.M. Effect of bean perennial plants growing on soil heavy metal concentrations. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2018. Vol. 8 (2). P. 294-300.
132. Ведення сільськогосподарського виробництва у приватному секторі в умовах посиленого антропогенного впливу на навколишнє середовище / Мислива Т.М. та ін.; за ред. Т.М. Мисливої. Житомир, 2011. 50 с.
133. Гришко В.М., Сищиков Д.В., Пісковата О.М. Важкі метали: надходження в ґрунти, транслокація у рослинах та екологічна безпека : навчальний посібник Донецьк : Донбас 2012, 304 с.
134. Верещагин Л.Н. Атлас сорных, лекарственных и медоносных растений. 2-е изд. испр. и доп. К.: Юнивест-маркетинг, 2002. 384 с.
135. Мінарченко В.М., Тимченко І.А. Атлас лікарських рослин України. К.: Фітосоціоцентр, 2002. 172 с.

136. Клименко Т.К., Кармазина В.В. Вплив ґрунтових властивостей на розподіл важких металів в ґрунтах міських екосистем : збірник тез доповідей міжнародної науково-практичної конференції, м. Рівне, 2014. С. 257.
137. Мазур В.А., Вradій О.І. Моніторинг забруднення ґрунтів важкими металами науково-дослідної ділянки в НДГ «Агрономічне». *Сільське господарство та лісівництво*, 2019. № 13 С. 56–65.
138. Волошин І.М. Ландшафтно-екологічні основи моніторингу. Львів: Простір, 1998. 356 с.
139. Вступ до медичної геології / Рудько Г.І. та ін. К.: Видавництво «Академпрес», 2010. Т 1. 736 с.
140. 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.
141. Вінницьке обласне управління лісового і мисливського господарства. Офіційний сайт. URL: <https://vinwood.gov.ua/upravlinnja/kerivnictvo.html> (дата звернення 31.08.2022.).
142. Ткачук О.П., Вітер Н.Г. Екологічні проблеми функціонування полезахисних лісосмуг в умовах зміни клімату. *Наукові доповіді НУБіП України*, 2022. № 2 (96).
143. Ткачук О.П., Вітер Н.Г. Біологічні аспекти функціонування полезахисних лісосмуг в умовах зміни клімату. *Збалансоване природокористування*, 2022. № 1. С. 100-107.
144. Ткачук О.П., Панкова С.О. Склад і біометричні показники полезахисних лісосмуг центрального Лісостепу. *Збалансоване природокористування*, 2021. № 4. С. 117-124.
145. Телекало Н.В., Матусяк М.В., Прокопчук В.М. Лісівничо-екологічні особливості лісовідновлення та лісорозведення в умовах Поділля. Вінниця, 2021. 184 с.
146. Клименко М.О., Ткачук О.П., Панкова С.О. Екологічні проблеми функціонування полезахисних лісосмуг в умовах Лісостепу Правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*, 2021. № 20. С. 179- 194.

147. Матусяк М.В. Оцінка продуктивності та ефективності використання кормової бази мисливських угідь в умовах ДП «Вінницьке лісове господарство». *Вісник Уманського національного університету садівництва*, 2020. № 2. С. 110-114.
148. Дребот О.І. Інституціоналізація лісового сектора економіки в контексті сталого розвитку України: Монографія. К.: ДІА, 2012. 336 с.
149. Малишева Л.Л. Ландшафтно-геохімічна оцінка екологічного стану території. К. : РВЦ «Київський університет», 1997. 264 с.
150. Лісовий кодекс України від 21 січня 1994 року зі змінами і доповненнями. Офіційний сайт Верховної Ради України. URL: www.rada.gov.ua (дата звернення 31.08.2022.).
151. Орлов Д.С. Микроэлементы в почвах и живых организмах. Соросовский образовательный журнал, 1998. №1. С.61-68
152. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Державної цільової програми «Ліси України на 2010-2015 роки» від 16.09.2009 року № 977 (із внесеними змінами і доповненнями).
153. Пастухова Н. Л. Детоксикация тяжелых металлов у растений. URL: http://www.nbu.gov.ua/portal/Chem_Biol/peop/2008/218-226.pdf
154. Ткач В.П. Наукові аспекти вирішення проблеми відтворення лісів і сталого ведення лісового господарства. *Лісівництво і агролісомеліорація*, 2010. Вип. 117. С. 16–20.
155. Пересадько В.А. Картографічне забезпечення екологічних досліджень і охорони природи: монографія. Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2009. 242 с.
156. Ткачук О.П., Доліщук С.М. Рослинність дубово-грабових лісів. *Збірник наукових праць Всеукраїнської міжвузівської науково-практичної конференції студентів та магістрів «Екологічні проблеми України та шляхи їх вирішення»*, ВНАУ, 20-21 березня 2012 року. С. 32-33.
157. Ткачук О.П., Коберник О.В. Природна рослинність Вінницької області. *Збірник наукових праць Всеукраїнської міжвузівської науково-практичної*

конференції студентів та магістрів «Екологічні проблеми України та шляхи їх вирішення», ВНАУ, 20-21 березня 2012 року. С. 36-37.

158. Костенюк О.В., Ткачук О.П. Динаміка екологічних показників лісового фонду Вінницької області. *Збірник наукових праць VIII науковопрактичної конференції «Стратегія і тактика збереження довкілля»*, Вінницький національний аграрний університет, 7 квітня 2014 р. Вінниця. С. 55-56.

159. Ткачук О.П., Костенюк О.В. Аналіз екологічного стану лісів Вінницької області. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*, 2015. № 2 (36). С. 24-26.

160. Itanna F. Metals in leafy vegetables grown in *Addis Ababa* and toxicological implications. *Ethiopian Journal of Health and Development*, 2002. P. 295-302.

161. Kabata-Pendias A. Trace Elements in Soils and Plants. 4th Edition. Boca Raton, FL: Crc Press, 2010. 548 p.

162. Miller J.R., Hudson-Edwards K.A., Lechler P.J. Heavy metal contamination of water, soil and produce within riverine communities of the Rio Pilcomayo basin, Bolivia. *The Science of the Total Environment*, 2003. P. 189-209.

163. Risk assessment of heavy metals in soils and vegetables around non-ferrous metals mining and smelting sites, Baiyin, China / Yu L. at al. *Journal of Environmental Science*, 2006. Volume 18. Vol. 6. P. 1124 – 1134.

164. Фурдичко О.І., Нагорнюк О.М., Мудрак О.В., Мудрак Г.В. Екосистемний підхід – основа збалансованого розвитку агролісівництва України. Міжнар. науково-практична конференція «Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку»: збірник тез доповідей, 25-26 жовтня 2018 р. Херсон, 2018. 4 с.

165. Ильин В.Б. Тяжёлые металлы в системе почва-растение. Новосибирск: Наука, сиб. отд., 1991. 120 с.

166. Sauve S., Hendershot W., Allen H.E. Solid-solution partitioning of metals in contaminated soils: Dependence of pH, total metal burden, and organic matter. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 2000. Vol. 34. P. 1125–1131.

167. *Sedum alfredii* H – a new zinc hyperaccumulating plant species native to China / Yang X.E. et al. *Chinese Science Bulletin*, 2002. Vol. 47. P. 1003 – 1006.
168. Cadmium tolerance and hyperaccumulation in a new Zn hyperaccumulating plant species (*Sedum Alfredii* Hance) / Yang X.E. et al. *Plant Soil*, 2004. Vol. 259. P. 181–189.
169. Щербаченко О.І. Важкі метали як токсичний фактор забруднення природного середовища. Стійкість і адаптація рослин до їх впливу. URL: <http://journals.uran.ua/index.php/2224-025X/article/view/59220>. (дата звернення 10.02.2018).
170. Kimmins J.P. *Forest ecology. A Foundation for Sustainable Forest Management and Environmental Ethics in Forestry*. Prentice Hall, 2003. 720 p.
171. Гуральчук Ж.З. Механизмы устойчивости растений к тяжелым металлам. *Физиология и биохимия культурных растений*. Киев, 1994. Т. 26, № 2. С. 107 – 117.
172. Сільське, лісове та рибне господарство. [Електронний ресурс] / Офіційний веб-сайт Державної служби статистики України. Режим доступу: www.ukrstat.gov.ua
173. Лихолат Ю.В., Григорюк І.П. Використання дерноутворюючих трав для діагностики рівня забруднення навколишнього середовища важкими металами. *Доповідь Національної Академії Аграрних Наук України*, 2005. № 8. С. 196–207.
174. Загальна характеристика лісів України: [Електронний ресурс] / Офіційний веб-сайт Державного агентства лісових ресурсів України. Режим доступу: <http://www.dklg.kmu.gov.ua>
175. Grodzinska K., Szarek-Lukashevskaja G. Response of mosses to the heavy metal deposition in Poland – an overview. *Environment and Pollution*, 2001. Vol. 114. № 3. P. 443–451.
176. Hall J.L. Cellular mechanisms for heavy metal detoxification and tolerance. *Journal of experimental botany*, 2002. Vol. 53. № 366. P. 1–11.

177. Hall J.L., Williams L.E. Transition metal transporters in plants. *Ibid*, 2003. Vol. 54. № 393. P. 26101–26113.
178. Harris N.S., Taylor G.J. Remobilization of cadmium in maturing shoots of near isogenic lines of durum wheat that differ in grains cadmium accumulation. *Journal of experimental botany*, 2001. Vol. 52. № 360. P. 1473–1481.
179. He Z.L., Yang X.E., Stoffella P.J. Trace elements in agroecosystems and impacts on the environment. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 2005. Vol. 19. P. 125–140.
180. Heiss S., Wachter A., Bogs J. Phytochelatin synthase (PCS) protein is induced in *Brassica juncea* leaves after prolonged Cd exposure. *Journal of Experimental Botany*, 2003. Vol. 54. № 389. P. 1833–1839.
181. Hemandes L., Cooke D. Modification of the root plasma membrane lipid composition of cadmium treated *Pisum sativum*. *Journal of Experimental Botany*, 1997. Vol. 48. P. 1375–1381.
182. Kirkham M.B. Cadmium in plants on polluted soils: effects of soil factors, hyperaccumulation, and amendments. *Geoderma*, 2006. Vol. 137. P. 19–32.
183. Küpper H, Lombi E., Zhao F.J. Cellular compartmentation of cadmium and zinc in relation to other elements in hyperaccumulator *Arabidopsis halleri*. *Planta*, 2000. Vol. 212. P. 75–84.
184. Panda S.K., Chaudhury I., Khan M.N. Heavy metals induce lipid peroxidation and affect antioxidants in wheat leaves. *Biology and Plant*, 2003. Vol. 46. P. 289–294.
185. Salt D.E., Blaylock M., Kumar N.P. Phytoremediation: A novel strategy for the removal of toxic metals from the environment. Using plants. *Biotechnology*, 1995. Vol. 13. P. 468 – 474.
186. Schützendübel A., Polle A. Plant responses to abiotic stresses: heavy metal-induced oxidative stress and protection by mycorrhization. *Journal of Experimental Botany*, 2002. Vol. 4. C. 1351–1365.

187. Souza J.F., Rauser W.E. Maize and radish sequester excess cadmium and zinc in different ways. *Plant Science*, 2003. Vol. 165. P. 1009–1022.
188. Stolt J.P., Sneller F.E.C., Bryngelsson T. Phytochelatin and cadmium accumulation in wheat. *Environmental and Experimental Botany*, 2003. Vol. 49. P. 21–28.
189. Wojcik M., Tukiendorf A. Cadmium uptake, localization and detoxification in *Zea mays*. *Biology and Plant*, 2005. Vol. 2. P. 237–245.
190. Особливо цінні для збереження ліси: визначення та господарювання. (Практичний посібник для України). [Електронний ресурс]: Друга редакція, 2008. 146 с. Режим доступу до ресурсу: <http://www.twirpx.com/file/864185/33>
191. Топчій Н.М. Вплив важких металів на фотосинтез. *Физиология и биохимия культурных растений*. Киев, 2010. Т. 42. № 2. С. 95–106.
192. Таланова В.В., Титов А.Ф., Боева Н.П. Влияние свинца и кадмия на проростки ячменя. *Физиология и биохимия культурных растений*. Киев, 2001. Т. 33. № 1. С. 33–37.
193. Скопечька О.В., Косик О.І., Мусієнко М.М. Комплексний еколого-фізіологічний аналіз міграції та нагромадження свинцю в агроекосистемах. *Физиология и биохимия культурных растений*. Киев, 2004. Т. 36. № 1. С. 27–33.
194. Антоненко І.Я. Економічне забезпечення охорони, відтворення і використання лісових ресурсів України. *Економіка природокористування і охорони довкілля: збірник наукових праць*. К., 2001.
195. Фурдичко О.І., Стадник А.П. Наукові основи функціонування системи захисних лісів і захисних лісових насаджень в агроландшафтах України. *Агроєкологічний журнал*. Київ. 2010. № 4. С. 5–12.
196. Cobbett C.S. Phytochelatin biosynthesis and function in heavy metal detoxification. *Current Opinion in Plant Biology*, 2000. Vol. 3. P. 211–216.
197. Dixit V., Pandey V., Shyam R. Differential antioxidative responses to cadmium in roots and leaves of pea (*Pisum sativum* L. cv. Azar.). *Journal of Experimental Botany*, 2001. Vol. 52. P. 1101–1109.

198. Ebbs S., Lau J., Ahner B. Phytochelatins synthesis is not responsible for Cd tolerance in the Zn/Cd hyperaccumulator *Thlaspi caerulescens* (J. and C. Presl.). *Kochian Planta*, 2002. Vol. 214. P. 635–640.
199. Fernandez J.A., Aboal J.R., Carballeira A.J. Interspecific differences in Zn, Cd and Pb accumulation by freshwater algae and bryophytes. *Science of the Total Environment*, 2000. Vol. 256. P. 151–161.
200. Семенов А.Д., Сахно В.П., Мартиненко В.М. Забруднення важкими металами ґрунту і рослин у смугах відчуження залізничних колій. *Агроекологічний журнал*. Київ, 2008. № 3. С. 50–53.
201. Clemens S. Toxic metal accumulation, responses to exposure and mechanisms of tolerance in plants. *Biochimie*, 2006. Vol. 88. P. 1707–1719.
202. Cobbett C.S. Phytochelatin and their roles in heavy metal detoxification. *Plant Physiology*, 2000. Vol. 123. № 3. P. 825–832.
203. Chen W., Li L., Chang A.C. Modeling uptake kinetics of cadmium by field-grown lettuce. *Environmental Pollution*, 2008. Vol. 152. P. 147–152.
204. Choi Y.E., Harada E., Wada M. Detoxification of cadmium in tobacco plants: formation and active excretion of crystals containing cadmium and calcium through trichomes. *Planta*, 2001. Vol. 213. P. 45–50.
205. Massadeh A.M., Al-Safi S. Analysis of cadmium and lead: their immunosuppressive effects and distribution in various organs of mice. *Biological Trace Element Research*, 2005. Vol. 108 (1–3). P. 279–286.
206. Гуральчук Ж.З. Фітотоксичність важких металів та стійкість рослин до їх дії: Інститут фізіології рослин і генетики НАН України. К.: Логос, 2006. 208 с.
207. Cakmak I., Welch R.M., Hart J. Uptake and retranslocation of leaf-applied cadmium (^{109}Cd) in diploid, tetraploid and hexaploid wheats. *Journal of Experimental Botany*, 2000. Vol. 51, № 343. P. 221–226.
208. Chardonnes A.N., Bookum W.M., Kuijper L.D.J.. Distribution of cadmium in leaves of cadmium tolerant and sensitive ecotypes of *Silene vulgaris*. *Physiologia Plantarum*, 1998. Vol. 104. P. 75–80.

209. Бессонова В.П. Цитофизиологические эффекты воздействия тяжелых металлов на рост и развитие растений: Запорожский государственный университет. Запорожье, 1999. 208 с.
210. Гуральчук Ж.З. Надходження та детоксикація важких металів у рослинах. Живлення рослин: теорія і практика. К.: Логос, 2005. С. 438–475.
211. Heavy metal aspects of compost use / Chaney R.L. et al. In: Stoffella PJ, Khan BA, editors. Compostutilization in horticultural cropping systems. Boca Raton, FL: CRC Press LLC, 2001. P. 324–359.
212. Marinescu E. Assessment of heavy metals content in some medicinal plants and spices commonly used in Romania. *Farmacia*. 2020. Vol. 68 (6). P. 1099–1105.
213. Яковишина Т.Ф. Детоксикация загрязненных тяжелыми металлами черноземов обыкновенных северной Степи Украины: дис. ... канд. с.-х. наук: 03.00.16. Днепропетровск, 2006. 226 с.
214. Рубежняк І.Г. Порівняльна оцінка нормативів забруднення ґрунтів важкими металами в Україні та країнах ЄС. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. *Біологія, біотехнологія, екологія*. 2016. Вип. 234. С. 228–238.
215. Самохвалова В.Л., Мірошниченко М.М., Фатеев А.І. Порогові рівні токсичності важких металів для сільськогосподарських культур. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2001. № 11. С. 61–65.
216. Гуцол Г.В. Моніторинг забруднення важкими металами ґрунтів сільськогосподарського призначення Лісостепу Правобережного. *Slovak international scientific journal*. 2020. № 40. С. 12–17.
217. Параняк Р.П., Васильцева Л.П., Макух Х.І. Шляхи надходження важких металів у довкілля та їх вплив на живі організми. URL: <http://www.stationline.org.ua/biolog/21-2012-12-16-11-48-35/448-shlyaxi-nadxodzhennya-vazhkix-metaliv-v-dovkillya-ta-%D1%97x-vpliv-na-zhivi-organizmi.html>. (дата звернення 03.02.2019).

218. Самохвалова В.Л., Фатеев А.И., Журавлева И.М. Аспекты изучения и оценка состояния загрязненной тяжелыми металлами системы почва–растение. *Агроекологічний журнал*. Київ, 2008. № 1. С. 28–36.
219. Гуральчук Ж.З. Механизмы устойчивости растений к тяжелым металлам. *Физиология и биохимия культурных растений*. Киев, 1994. Т. 26. № 2. С.107– 117.
220. ГОСТ 30178–96. Сировина і продукти харчові. Атомно-абсорбційний метод визначення токсичних елементів. Standartinform Publ. 2010. 10 с.
221. Білявський Ю.А., Кривіч Н.Я., Берегова Г.А. Вміст важких металів у сірому-опідзоленому ґрунті під озимою пшеницею залежно від систем удобрення та способів основного обробітку в сівозмінні. *Вісник Дніпровського державного аграрно-економічного університету*. Дніпро, 2001. № 2. С. 44 – 51.
222. H. Arfaeina, S. Dobaradaran, M. Moradi, H. Pasalari, E. Abouee The effect of land use configurations on concentration, spatial distribution, and ecological risk of heavy metals in coastal sediments of northern part along the Persian Gulf. *Science of the Total Environment*, 2019. Vol. 653. P. 783-791.
223. Вміст важких металів у ґрунті під озимою пшеницею та її продуктивність залежно від систем удобрення та способів основного обробітку / Кривіч Я.Н. та ін. *Вісник Дніпровського державного аграрно-економічного університету*. Дніпро, 2004. № 1. С. 63–68.
224. A. Kubier, R. T. Wilkin Cadmium in soils and groundwater: A review. *Applied Geochemistry*, 2019. Vol. 108. P. 104-388.
225. S.Y. Okrushko Control of weeds in agrophytocenoses of sowing peas. *Colloquium-journal*, 2021. Vol. 7 (94). P. 32-36.
226. Wang S. One hundred faces of sustainable forest management. *Forest Policy and Economics*, 2004. № 6. 205-213 p.
227. Relationship between toxicity and cadmium accumulation in rats given low amounts of cadmium chloride or cadmium-polluted rice for 22 months / Shibutani M. et all. *Journal of Toxicological Sciences*, 2001. № 26. P. 337–358.

228. Дудяк Н.В., Пічура В.І., Потравка Л.О. Еколого-економічні аспекти лісорозведення в Україні в контексті сталого землекористування. *Землеустрій, кадастр і моніторинг земель*, 2019. № 2. С. 49-63.
229. Довбиш Л.Л. Забруднення важкими металами дерново-підзолистих ґрунтів лісоаграрних ландшафтів Полісся: автореф. дис. ... канд. с-г. наук. Житомир, 2002. 19 с.
230. 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.
231. Waalkes M.P. Cadmium carcinogenesis in review. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 2000. Vol. 79. P. 241–244.
232. A Review of Sequential Extraction Procedures for Heavy Metals Speciation in Soil and Sediments / Okoro H.K. et al. *Science reports journal*, 2012. Vol. 1 (3). P. 1 – 9.
233. Жовинский Э.Я., Кураева И.В. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины. К.: Наукова думка, 2002. 213 с.
234. H. Deng, Z.H. Ye, M.H. Wong Accumulation of lead, zinc, copper and cadmium by 12 wetland plant species thriving in metal – contaminated sites in China. *Environmental Pollution*, 2004. Vol. 132. P. 29–40.
235. Z.L. Hea, X.E. Yanga, P.J. Stoffellab Trace elements in agroecosystems and impacts on the environment. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 2005. Vol. 19. P. 125–140.
236. Distribution of cadmium and lead in liver and kidney of some wild animals in Slovakia / Kramarova M. et al. *Journal of Environmental Science and Health, Part A. Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering*, 2005. Vol. 40 (3). P. 593–600.
237. Transfer of metals from soil to vegetables in an area near a smelter in Nanning, China / Cui Y.L. et al. *Environment International*, 2004. № 30. P. 785–791.

238. pH Dependent release of cadmium, copper, and lead from natural and sludge-amended soils / Sukreeyapongse O. et all. *Journal of Environmental Quality*, 2001. Vol. 31. P. 1901–1909.
239. Assessing zinc thresholds for phytotoxicity and potential dietary toxicity in selected vegetable crops / Long X.X. et all. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, 2003. Vol. 34. P. 1421–1434.
240. Сенько Є.І., Фурдичко О.І. Економіка комплексного використання і відтворення харчових ресурсів лісу. Львів : Місіонер, 1996. 296 с.
241. Heavy metal concentrations in a soil-plant-snail food chain along a terrestrial soil pollution gradient / Notten M.J. et all. *Environment and Pollution*, 2005. Vol. 138 (1). P. 178–190.
242. Атлас Винницькой области / Ред. коллегия: Г.И. Ройченко, Е.Т. Волошин, П.М. Сливка. М.: ГУГК СССР, 1987. 32 с.
243. Барвінченко В.І., Заболотний Г.М. Грунти Вінницької області. Вінниця: ВДАУ, 2004. 45 с.
244. Грунти України: властивості, генезис, менеджмент родючості / Купчик В.І.; за ред. В.І. Купчик. К.: Кондор, 2007. 414 с.
245. Півошенко І.М. Клімат Вінницької області. Вінниця: Віноблдрукарня, 1997. 240 с.
246. ДСТУ ISO 10381-1:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 1. Настанови щодо складання програм відбирання проб. [Чинний від 2006.04.01]. К.: Держспоживстандарт України, 2006. 36 с.
247. ДСТУ 4287:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб. [Чинний від 2005.07.01]. К.: Держспоживстандарт України, 2005. 9 с.
248. ДСТУ ISO 10381-2:2004. Якість ґрунту. Частина 2. Настанови з методів відбирання проб. [Чинний від 2006.04.01]. К.: Держспоживстандарт України, 2006. 29 с.
249. ДСТУ 4770.1:2007 – ДСТУ 4770.9:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук марганцю (цинку, кадмію, заліза, кобальту, міді, нікелю, хрому, свинцю) в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009.01.01]. К.: Держспоживстандарт України, 2009. 117 с.

250. ДСТУ ISO 10390: 2001 Якість ґрунту. Визначення рН. [Чинний від 2003.01.01]. К. Держстандарт України, 2003. 14 с.
251. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук марганцю (цинку, кадмію, заліза, кобальту, міді, нікелю, хрому, свинцю) в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії: ДСТУ 4770.1-9:2007.
252. Цицюра Я.Г., Броннікова Л.Ф., Пелех Л.В. Ґрунтовий покрив Вінниччини: генезис, склад, властивості та напрями ефективного використання. Вінниця, 2017. 452 с.
253. Врадій О.І. Вплив терміну вимочування у водно-сольовому розчині грибів на концентрацію в них цинку та міді. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. №2. С.75-78.
254. Разанов С.Ф., Врадій О.І. Оцінка впливу води за кулінарної обробки грибів на концентрацію в них цинку і міді. *Збалансоване природокористування*. 2019. №4. С. 63-68.
255. O. Vradiy Analysis of the efficiency of using the culinary processing of mushrooms in order to reduce the concentration of heavy metals in them. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Сільське господарство та лісівництво*. 2020. №17. С. 209-222.
256. Алексеев О.О., Врадій О.І. Дослідження впливу терміну вимочування у водно-сольовому розчині грибів на концентрацію в них цинку. *Integration system of education, science and production in the modern information space: матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції м. Тернопіль, 24 жовтня 2019 року, м. Тернопіль: Крок*. С. 17-19.
257. Врадій О.І. Зниження концентрації міді у грибах за вимочування їх у водно-сольовому розчині. *Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту: збірник тез Міжнародної науково-практичної конференції м. Біла Церква, 31 жовтня 2019 року. Біла Церква: БНАУ*. С. 3-5.
258. Врадій О.І. Вплив застосування води при кулінарній обробці грибів на концентрацію в них цинку. *Ефективне функціонування екологічно-стабільних територій у контексті стратегій стійкого розвитку: агроекологічний, соціальний та економічний аспекти: збірник матеріалів III*

Міжнародної науково-практичної конференції Інтернет-конференції м. Полтава, 12 грудня 2019 року. Полтава: ПДАА. С. 68-69.

259. Вradій О.І. Аналіз ефективності застосування кулінарної обробки грибів для зменшення в них концентрації важких металів. *Dynamics of the development of world science. Abstracts of the 7-th International scientific and practical conference. Vancouver, Canada, March 18-20. P. 295-304.*

260. Вradій О.І., Разанов С.Ф. Спосіб зниження концентрації важких металів у їстівних грибах за кулінарної їх обробки: пат. на корисну модель 142065 України: МПК А23L 31/00 А23L 5/00; власник Вінницький національний аграрний університет: № u201911420, заявл. 25.11.19; опубл. 12.05.2020, Бюл. №9.

261. Вradій О.І., Міщенко Б.Д. Моніторинг забруднення важкими металами їстівних грибів в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. Вип. 1. С. 96 – 99.

262. 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*. Вип. 9. С. 178-186.

263. Разанов С.Ф., Вradій О.І. Оцінка інтенсивності забруднення їстівних грибів важкими металами в умовах Лісостепу Правобережного України. *Збалансоване природокористування*. №1. С. 57-65.

264. Вradій О.І. Оцінка інтенсивності забруднення їстівних грибів важкими металами в умовах Лісостепу Правобережного України. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Сільське господарство та лісівництво*. Вип. 12. С. 225-235.

265. Вradій О.І. Аналіз забруднення важкими металами лісових ягід в умовах Лісостепу Правобережного України. *Вплив змін клімату на онтогенез рослин*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 3-5 жовтня 2018 року, м. Миколаїв: МНАУ. С. 161-163.

266. Вradій О.І., Вергеліс В.І. Аналіз забруднення важкими металами їстівних грибів Вінницького району. *Регіональні геоекологічні проблеми в умовах сталого розвитку*: збірник наукових праць III Міжнародної науково-практичної конференції, 18-20 жовтня 2018 року, м. Рівне: РДГУ. С. 118-122.


267. O. Vradiy Monitoring the pollution of forest berries by heavy metals in the conditions of Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Kluczowe aspekty naukowej dzialalnosci – 2018-2019*: матеріали XV Міжнародної наукової конференції, 31 грудня 2018 – 07 січня 2019 року, м. Пшемисл, Польща. С. 10-11.
268. Врадій О.І. Аналіз забруднення їстівних грибів важкими металами в умовах Лісостепу Правобережного України. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти*: збірник тез II Міжнародної науково-практичної конференції, 10-12 квітня 2019 року, Київ – Миколаїв – Херсон. ДУ НМЦ «Агроосвіта». С. 139-142.
269. Разанов С.Ф., Алексєєв О.О., Врадій О.І., Вергеліс В.І. Моніторинг забруднення їстівних грибів важкими металами в умовах Лісостепу Правобережного України. *Vin Smart Eco*: збірник наукових праць I Науково-практичної конференції, 16-18 травня 2019 року, м. Вінниця: КВНЗ – Вінницька академія неперервної освіти. С. 218-220.
270. Razanov S., Melnyk V., Symochko L., Dydiv A., Vradii O. et. all. Agroecological assessment of gray forest soils under intensive horticulture. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES)*. 2022. Vol. 12 (4). P. 459-464.
271. Разанов С.Ф., Гетман Н.Я., Врадій О.І., Коруняк О.П. Зміна концентрації важких металів у грибах за їх консервування. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. Вип. № 3 (26). С. 205-215.

ДОДАТКИ


Додаток А

Акти виробничої перевірки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Лісничий
Тиврівського лісництва


М.А. Рошак



« 20 » р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор
Вінницького національного
аграрного університету


В.А. Мазур



« 20 » р.

АКТ виробничої перевірки

1. Назва установи – Вінницький національний аграрний університет Міністерства освіти і науки України.

2. Назва завершеної НДР, що поставлена на виробничу перевірку – Екоотоксикологічна оцінка харчових недеревних лісових рослинних ресурсів Лісостепу Правобережного.

3. Автори завершеної НДР – Разанов Сергій Федорович, доктор с.-г. наук, професор, Вradій Оксана Ігорівна – асистент Вінницького національного аграрного університету, відповідальний виконавець.

4. Виробнича перевірка проводилась на базі Тиврівського лісництва Тиврівського району Вінницької області.

5. Відповідальні за проведення виробничої перевірки:
від Вінницького національного аграрного університету – Вradій О. І. – асистент;

від господарства – лісничий – Рошак М.А.

6. Умови проведення виробничої перевірки:
територія лісництва розташована у Правобережному Лісостепу України, ґрунти – сірі опідзолені середньосуглинкові, клімат – помірно континентальний.

7. Площа виробничої перевірки – 2255,7 га.

8. Об'єкти, на яких проводилася виробнича перевірка – лісові гриби, ягоди та ґрунт.

9. Строк проведення виробничої перевірки – 2018 р.

10. Інтенсивність забруднення важкими металами грибів та ягід, згідно існуючим нормативам гранично допустимим рівням.

11. Методика проведення виробничої перевірки:

Відбір зразків грибів, та ґрунту з послідуочим розрахунком коефіцієнту накопичення важких металів у них.

12. Результати виробничої перевірки:

Коефіцієнт накопичення свинцю найвищий був у сірчано-жовтих трутовиках. Так, у сірчано-жовтих трутовиках коефіцієнт накопичення був вищим 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 рази відповідно.

Коефіцієнт накопичення кадмію виявлено найвищий 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 рази відповідно.

Коефіцієнт накопичення цинку був найвищим у білих грибах. Зокрема він був вищим 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 рази відповідно.

Коефіцієнт накопичення міді найвищим був у боровиках королівських. Він був вищим 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 рази відповідно.

13. Рекомендації виробництву:

Лісовим господарствам пропонувати населенню використання лісових грибів і ягід після обов'язкової перевірки на інтенсивність забруднення їх важкими металами з дотриманням послідовної кулінарної обробки.

Автор НДР:

Лісничий

О.І. Врадій

М.А. Рошак

ЗАТВЕРДЖУЮ

Лісничий
Гніванського лісництва

С.О. Лесніченко

« 17 » листопада 20 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор
Вінницького національного
аграрного університету

В.А. Мазур

« 18 » листопада 20 р.

АКТ виробничої перевірки

1. *Назва установи* – Вінницький національний аграрний університет Міністерства освіти і науки України.
2. *Назва завершеної НДР, що поставлена на виробничу перевірку* – Екотоксикологічна оцінка харчових недревних лісових рослинних ресурсів Лісостепу Правобережного.
3. *Автори завершеної НДР* – Рязанов Сергій Федорович, доктор с.-г. наук, професор, Врадій Оксана Ігорівна – асистент Вінницького національного аграрного університету, відповідальний виконавець.
4. *Виробнича перевірка проводилась на базі Гніванського лісництва Тиврівського району Вінницької області.*
5. *Відповідальні за проведення виробничої перевірки:*
від Вінницького національного аграрного університету – Врадій О. І. – асистент;
від господарства – лісничий – Лесніченко С.О.
6. *Умови проведення виробничої перевірки:*
територія лісництва розташована у Правобережному Лісостепу України, ґрунти – сірі опідзолені середньосуглинкові, клімат – помірно континентальний.
7. *Площа виробничої перевірки* – 1789,6 га.
8. *Об'єкти, на яких проводилася виробнича перевірка* – лісові гриби, ягоди та ґрунт.
9. *Строк проведення виробничої перевірки* – 2019 р.
10. *Інтенсивність забруднення важкими металами грибів та ягід, згідно існуючим нормативам гранично допустимим рівням.*
11. *Методика проведення виробничої перевірки:*

Відбір зразків грибів, та ґрунту з послідуочим розрахунком коефіцієнту накопичення важких металів у них.

12. Результати виробничої перевірки:

Коефіцієнт накопичення свинцю найвищий був у сірчано-жовтих трутовиках. Так, у сірчано-жовтих трутовиках коефіцієнт накопичення був вищим 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 рази відповідно.

Коефіцієнт накопичення кадмію виявлено найвищий 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 рази відповідно.

Коефіцієнт накопичення цинку був найвищим у білих грибах. Зокрема він був вищим 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 рази відповідно.

Коефіцієнт накопичення міді найвищим був у боровиках королівських. Він був вищим 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 рази відповідно.

13. Рекомендації виробництву:

Лісовим господарствам пропонувати населенню використання лісових грибів і ягід після обов'язкової перевірки на інтенсивність забруднення їх важкими металами з дотриманням послідовної кулінарної обробки.

Автор НДР:

О.І. Врадій

Лісничий

С.О. Лесніченко

Додаток Б
Довідка про впровадження



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, тел. (0432) 46-00-03,
email: office@vsau.org, rector@vsau.org, код ЄДРПОУ 00497236

27 грудня 2022 р. № 01.1-57-1208
на № _____ від _____

До спеціалізованої вченої ради
із захисту дисертацій

ДОВІДКА
про впровадження результатів кандидатської дисертації
ВРАДІЙ ОКСАНИ ІГОРІВНИ
на тему: «Екотоксикологічна оцінка харчових недеревних лісових
рослинних ресурсів Лісостепу Правобережного», представлена на
здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за
спеціальністю 03.00.16 – екологія.

Наукові та практичні результати здобувача Вінницького національного аграрного університету Владій Оксани Ігорівни впроваджено у навчальний процес кафедри екології та охорони навколишнього середовища.

Результати наукових досліджень дисертаційної роботи Владій О.І. щодо інтенсивності забруднення їстівних грибів та лісових ягід важкими металами – свинцем, кадмієм, цинком і міддю в умовах Лісостепу Правобережного використовуються у навчальному процесі для студентів факультету агрономії та лісівництва при викладанні дисциплін: «Моніторинг довкілля» та «Екологічна безпека».

Довідка видана для представлення у спеціалізовану вчену раду за місцем захисту кандидатської дисертації.

Ректор



Віктор МАЗУР

Вик: Дідух І. М.
(0432) 57-43-22

№ 01835

Додаток В
Патент на корисну модель



(11) 142065

(19) UA

(51) МПК (2020.01)
A23L 31/00
A23L 5/00

(21) Номер заявки: u 2019 11420

(22) Дата подання заявки: 25.11.2019

(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 12.05.2020

(46) Дата публікації відомостей про видану патенту та номер бюлетеня: 12.05.2020, Бюл. № 9

(72) Винахідники:
Врадій Оксана Ігорівна, UA,
Разанов Сергій Федорович,
UA(73) Власники:
Врадій Оксана Ігорівна,
вул. Вишневецького, 39, м.
Вінниця, Вінницька обл.,
21008, UA,
Разанов Сергій Федорович,
вул. Гагаріна, 88, с. Бохоничи,
Вінницький р-н, Вінницька
обл., 23233, UA

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ ЗНИЖЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ІСТІВНИХ ГРИБАХ ЗА КУЛІНАРНОЇ ЇХ ОБРОБКИ

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб зниження концентрації важких металів у істівних грибах за кулінарної їх обробки, що включає очищення грибів від залишків листя та ґрунту, подрібнення та вимочування у воді протягом 24 годин, який відрізняється тим, що при вимочуванні грибів протягом 24 годин використовують воду без мінерального залишку.

продовження додатку В

(11) 142065

Державне підприємство «Український інститут інтелектуальної власності» (Укрпатент)
<p>Цей паперовий документ ідентичний за документарною інформацією та реквізитами електронному документу з електронним підписом уповноваженої особи Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України.</p> <p>Паперовий документ містить 2 арк., які пронумеровані та прошиті металевими люверсами.</p> <p>Для доступу до електронного примірника цього документа з ідентифікатором 2244080520 необхідно:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Перейти за посиланням https://sis.ukrpatent.org.2. Обрати пункт меню Сервіси – Отримати оригінал документу.3. Вказати ідентифікатор електронного примірника цього документа та натиснути «Завантажити».
<p>Уповноважена особа Укрпатенту</p> <p>12.05.2020</p>   <p>I. E. Матусевич</p>



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **142065** (13) **U**
 (51) МПК (2020.01)
A23L 31/00
A23L 5/00

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ
 ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА
 СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
 УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2019 11420	(72) Винахідник(и): Врадій Оксана Ігорівна (UA), Разанов Сергій Федорович (UA)
(22) Дата подання заявки: 25.11.2019	(73) Власник(и): Врадій Оксана Ігорівна, вул. Вишневецького, 39, м. Вінниця, Вінницька обл., 21008 (UA), Разанов Сергій Федорович, вул. Гагаріна, 88, с. Боконьки, Вінницький р-н, Вінницька обл., 23233 (UA)
(24) Дата, з якої є чинною права на корисну модель: 12.05.2020	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 12.05.2020, Бюл. № 9	

(54) СПОСІБ ЗНИЖЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ІСТІВНИХ ГРИБАХ ЗА КУЛІНАРНОЇ ЇХ ОБРОБКИ

(57) Реферат:

Спосіб зниження концентрації важких металів у їстівних грибах за кулінарної їх обробки, включає очищення грибів від залишків листя та ґрунту, подрібнення та вимочування у воді без мінерального залишку протягом 24 годин.

UA 142065 U

UA 142065 U

Корисна модель належить до харчової галузі і може бути використана, зокрема, у способі кулінарної обробки грибів.

Продукція лісовництва, зокрема і гриби знайшли своє широке застосування в харчовій галузі, попит на яку через порівняно дешеву сировину з роком в рік зростає. Поряд з цим підвищуються і вимоги до її якості та безпеки, що певною мірою залежить від стану навколишнього середовища.

Сучасний стан навколишнього середовища характеризується забрудненням різними токсичними речовинами, які включаються в колообіг і накопчуються в продукції лісовництва, в тому числі і грибах, знижуючи їх якість і безпеку.

Лісові масиви, лісопаркові та ґрунтозахисні насадження затримують переміщення токсикантів, які розповсюджуються в атмосфері і з часом осідають в лісовій підстилці. З лісової підстилці, яка перетворюється у органічні рештки, токсиканти засвоюються грибами, яким властивий високий рівень накоплення шкідливих речовин, інколи в понад допустимі рівні.

На сьогоднішній час високу небезпеку для живих організмів представляють важкі метали, кількість яких в навколишньому середовищі стрімко зростає. Джерелами забруднення лісових масивів є металургія, хімічна промисловість, автотранспорт та сільськогосподарське виробництво.

На даний час відомі способи кулінарної обробки, які підвищують якість продуктів переробки грибів, зокрема очищення грибів від залишків ґрунту, видалення пошкоджених часток грибів, подрібнення, промивання, вимочування та відварювання.

Найближчим аналогом способу підвищення якості грибів є вимочування їх у воді. Однак, даний спосіб має ряд недоліків, зокрема вміст у воді деяких токсинів, зокрема і важких металів, а також низький рівень переходу їх у розчин, що знижує ефективність кулінарної обробки грибів.

Задачею корисної моделі було усунення недоліків відомого способу кулінарної обробки грибів.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб зниження концентрації важких металів у їстівних грибах за кулінарної їх обробки, що включає очищення грибів від залишків листя та ґрунту, подрібнення та вимочування у воді протягом 24 годин, згідно з корисною моделлю, при вимочуванні грибів протягом 24 годин використовують воду без мінерального залишку.

Суть запропонованого способу полягає в тому, що гриби очищені і подрібнені витримують протягом 24 годин за температури зовнішнього середовища 22-24 °С у дистильованій воді чи у звичайній водопровідній воді без мінерального залишку. Відділення мінерального залишку від водопровідної води проводиться шляхом її кип'ятіння, відстоювання та видалення в ній осаду.

В результаті застосування запропонованого способу зниження концентрації важких металів у грибах за кулінарної їх обробки спостерігається вища ефективність порівняно з найближчим аналогом. На кресленні зображено графік, на якому показано ефективність зниження важких металів у грибах за використання води без мінерального залишку.

Результати наших досліджень показують, що за витримки грибів (опеньки) протягом 24 годин у воді, з якої попередньо відділено мінеральний залишок, концентрація Zn знизилась на 44 %, а Cu у 4,0 рази порівняно з грибами із цієї ж партії витриманих протягом такого ж періоду у звичайній водопровідній воді.

Концентрація Zn у опеньках знизилась за вимочування їх у дистильованій воді протягом 24 годин на 34 %, а Cu у 2,12 рази в порівнянні з грибами цієї ж партії, що витримували протягом даного періоду у водопровідній воді.

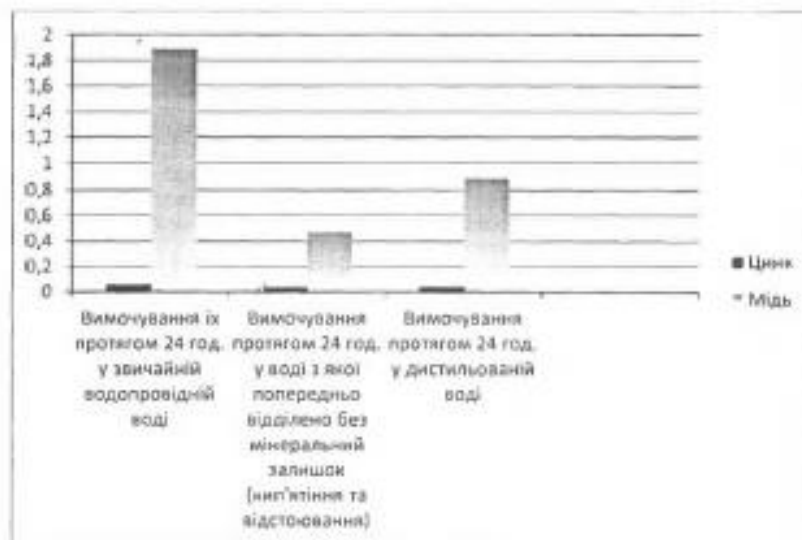
Джерела інформації:

1. 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.
2. Некоя А.Н., О.О. Рукавичка Особенности накопления тяжелых металлов в системе "гриб - лесная подстилка - грунт" (на примере Дубровицкого района Рязанской области). Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2008. № 1-2. С 54-61.
3. Шумило Г.І. Технологія приготування їжі. Навч. посіб. К.: Кондор. 2003, 506 с.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб зниження концентрації важких металів у їстівних грибах за кулінарної їх обробки, що включає очищення грибів від залишків листя та ґрунту, подрібнення та вимочування у воді протягом 24 годин, який відрізняється тим, що при вимочуванні грибів протягом 24 годин використовують воду без мінерального залишку.

UA 142065 U



Комп'ютерна версія Л. Литвиненко

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільськогосподарства України,
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601

Додаток Г
СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ
ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз даних Web of Science

1. Razanov S., Melnyk V., Symochko L., Dydiv A., **Vradii O.** et. all. Agroecological assessment of gray forest soils under intensive horticulture. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES)*. 2022. Vol. 12 (4). P. 459-464. (Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання статті)

Статті у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних:

2. **Врадій О.І.**, Міщенко Б.Д. Моніторинг забруднення важкими металами їстівних грибів в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2018. Вип. 1. С. 96 – 99. (Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання статті)

3. Разанов С.Ф., **Врадій О.І.** Оцінка інтенсивності забруднення їстівних грибів важкими металами в умовах Лісостепу Правобережного України. *Збалансоване природокористування*. 2019. №1. С. 57-65. (Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання статті)

4. Разанов С.Ф., **Врадій О.І.** Оцінка впливу води за кулінарної обробки грибів на концентрацію в них цинку і міді. *Збалансоване природокористування*. 2019. №4. С. 63-68. (Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання статті)

Статті у фахових наукових виданнях України:

5. **Врадій О.І.** Моніторинг забруднення важкими металами лісових ягід в умовах Лісостепу Правобережного України. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018. Вип. №2 (9). С. 178-186. (Особистий внесок: виконання

експериментальних досліджень, підготовка та написання статті)

6. Мазур В.А., **Врадій О.І.** Вплив водно-солевого розчину на вміст важких металів у грибах. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. Вип. №1 (20). С. 16-32. *(Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання статті)*

7. Разанов С.Ф., Гетман Н.Я., **Врадій О.І.**, Коруняк О.П. Зміна концентрації важких металів у грибах за їх консервування. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. Вип. № 3 (26). С. 205-215. *(Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання статті)*

Тези наукових доповідей:

8. **Врадій О.І.** Аналіз забруднення важкими металами лісових ягід в умовах Лісостепу Правобережного України. *Вплив змін клімату на онтогенез рослин*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 3-5 жовтня 2018 року, м. Миколаїв: МНАУ. 2018. С. 161-163. *(Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання тези)*

9. **Врадій О.І.**, Вергеліс В.І. Аналіз забруднення важкими металами їстівних грибів Вінницького району. *Регіональні геоекологічні проблеми в умовах сталого розвитку*: збірник наукових праць III Міжнародної науково-практичної конференції, 18-20 жовтня 2018 року, м. Рівне: РДГУ. 2018. С. 118-122. *(Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання тези)*

10. **О. Vradiy** Monitoring the pollution of forest berries by heavy metals in the conditions of Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Kluczowe aspekty naukowej dzialalnosci – 2018-2019*: матеріали XV Міжнародної наукової конференції, 31 грудня 2018 – 07 січня 2019 року, м. Перемишль. 2019. С. 10-11. *(Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання тези)*

11. **Врадій О.І.** Аналіз забруднення їстівних грибів важкими металами в умовах Лісостепу Правобережного України. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти*: збірник тез II

Міжнародної науково-практичної конференції, 10-12 квітня 2019 року, Київ – Миколаїв – Херсон. ДУ НМЦ «Агроосвіта». 2019. С. 139-142. (*Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання тези*)

12. Разанов С.Ф., Алексєєв О.О., **Врадїй О.І.**, Вергеліс В.І. Моніторинг забруднення їстівних грибів важкими металами в умовах Лісостепу Правобережного України. *Vin Smart Eco*: збірник наукових праць I Науково-практичної конференції, 16-18 травня 2019 року, м. Вінниця: КВНЗ – Вінницька академія неперервної освіти. 2019. С. 218-220. (*Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання тези*)

13. Алексєєв О.О., **Врадїй О.І.** Дослідження впливу терміну вимочування у водно-сольовому розчині грибів на концентрацію в них цинку. *Integration system of education, science and production in the modern information space*: матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції м. Тернопіль, 24 жовтня 2019 року, м. Тернопіль: Крок. 2019. С. 17-19. (*Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання тези*)

14. **Врадїй О.І.** Зниження концентрації міді у грибах за вимочування їх у водно-сольовому розчині. *Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту*: збірник тез Міжнародної науково-практичної конференції м. Біла Церква, 31 жовтня 2019 року. Біла Церква: БНАУ. 2019. С. 3-5. (*Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання тези*)

15. **Врадїй О.І.** Вплив застосування води при кулінарній обробці грибів на концентрацію в них цинку. *Ефективне функціонування екологічно-стабільних територій у контексті стратегій стійкого розвитку: агроекологічний, соціальний та економічний аспекти*: збірник матеріалів III Міжнародної науково-практичної конференції Інтернет-конференції м. Полтава, 12 грудня 2019 року. Полтава: ПДАА. 2019. С. 68-69. (*Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання тези*)

16. А. Разанова, О. **Врадій** Зміни концентрації важких металів у грибах за їх кулінарної обробки та консервування. *Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу та сільських територій*: матеріали XXIII Міжнародного науково-практичного форуму. 4-6 жовтня 2022 р. Львів: ЛНУП. 2022. С. 255-258. (Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання тези)

Які додатково відображають наукові результати дисертації:

17. **Врадій О.І.** Моніторинг забруднення їстівних грибів важкими металами в умовах Лісостепу Правобережного. Міжнародна науково-практична інтернет-конференція молодих вчених та студентів «Проблеми і перспективи інноваційного розвитку аграрного сектора економіки в умовах інтеграційних процесів». 15-16 травня 2019 року, м. Вінниця.

18. **Врадій О.І.** Вплив терміну вимочування у водно-сольовому розчині грибів на концентрацію в них цинку та міді. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2019. №2. С.75-78. (Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання статті)

19. **Врадій О.І.** Оцінка інтенсивності забруднення їстівних грибів важкими металами в умовах Лісостепу Правобережного України. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. Вип. №1 (12). С. 225-235. (Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання статті)

20. **О. Vradiy** Analysis of the efficiency of using the culinary processing of mushrooms in order to reduce the concentration of heavy metals in them. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. №2 (17). С. 209-222. (Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання статті)

21. **Врадій О.І.** Вплив рівня мінералізації води на концентрацію важких металів у грибах. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. Вип. №4 (19). С. 229-242. (Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень,

підготовка та написання статті)

22. **Врадій О.І.** 2020. Аналіз ефективності застосування кулінарної обробки грибів для зменшення в них концентрації важких металів. *Dynamics of the development of world science. Abstracts of the 7-th International scientific and practical conference. March 18-20, Vancouver. P. 295-304. (Особистий внесок: виконання експериментальних досліджень, підготовка та написання тези)*

23. **Врадій О.І.**, Разанов С.Ф. 2020. Спосіб зниження концентрації важких металів у їстівних грибах за кулінарної їх обробки: пат. на корисну модель 142065 України: МПК А23L 31/00 А23L 5/00; власник Вінницький національний аграрний університет: № u201911420, заявл. 25.11.19; опубл. 12.05.2020, Бюл. 9.

24. **Врадій О.І.** Міжнародна науково-практична інтернет конференція молодих вчених та студентів «Сучасні тенденції розвитку агропромислового сектора економіки в умовах конвергенції», 14-15 травня 2020 року, м. Вінниця.

25. **Врадій О.І.** Міжнародна науково-практична конференція «Напрями досліджень в аграрній науці: стан та перспективи», 5-6 листопада 2020 року, м. Вінниця.

26. **Врадій О.І.** Всеукраїнська науково-практична конференція «Розвиток аграрної науки в умовах змін клімату та діджиталізації землеробства», 9-10 червня 2022 року, м. Вінниця.