

УДК 911+504

А. Н. НЕКОС, канд. геогр. наук, проф., **О. О. РУКАВИЧКА**, студ.

(Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна)

**ОСОБЛИВОСТІ НАКОПИЧЕННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У СИСТЕМІ
«ГРИБ - ЛІСОВА ПІДСТИЛКА - ҐРУНТ»
(НА ПРИКЛАДІ ДУБРОВИЦЬКОГО РАЙОНУ РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ)**

В статті висвітлено одну із проблем щодо споживання населенням Українського Полісся харчової продукції рослинного походження. Визначено, що їстівні гриби різних видів здатні акумулювати важкі метали в незначних кількостях, які надходять до грибного тіла як через міцелій, так і аеральним шляхом

К л ю ч о в і с л о в а: гриб, лісова підстилка, ґрунт, важкі метали, харчові отруєння, акумулятивні ряди, біоакумуляція

Постановка проблеми. Останнім часом у зв'язку з економічною ситуацією, яка склалася в Україні, зріс інтерес населення до поповнення харчового раціону дарами природи, а саме – збирання дикорослих грибів. Крім того, цей продукт харчування є традиційним для мешканців лісових регіонів. Але при цьому не беруться до уваги ті зміни, які відбулися в генетичній пам'яті людей. Більшість населення зараз проживає у містах і давно вже втратила навички збирання грибів у лісах. Тому гриби збирають неподалік від місця проживання, чи поблизу автомобільних шляхів, залізно-дорожніх колій, в посадках, які виконують полезахисні функції навколо сільськогосподарських угідь та неподалік інших джерел забруднення навколишнього середовища. Відповідно, в

умовах антропогенного тиску така дикоросла грибна продукція може бути дуже забруднена і небезпечна для здоров'я населення.

У зв'язку з цим перед вченими постають нові проблеми дослідження у галузі мікології та екології, а саме інтенсивного дослідження щодо накопичення грибами різноманітних хімічних елементів, зокрема важких металів.

Розподіл різних видів їстівних грибів у лісах Українського Полісся, їх висока врожайність та традиційне використання у їжу місцевими мешканцями обумовлюють надходження мікроелементів за харчовими ланцюгами з лісу до людини. Важкі метали, яким присвячено дослідження у аспекті впливу на здоров'я людей, потребують особливої уваги. Вони відзначаються високою біологічною активністю, здатні

поступово накопичуватися у організмі, їм властива так звана вибіркова ефективність дії на організм, що росте. За даними Національної академії наук щорічно промислові підприємства України викидають в атмосферу понад 200 т - Cu, 400 т - Cd, 1800 т - Pb, 2200 т - Zn, 64000 т - F, 1,4 млн - Cl [6].

Основним фактором, як показують дослідження мікологів Зарубіна Н. Є., Бурової Л. В. [2], що впливає на ступінь концентрації важких металів, є належність грибів до певної екологічної групи: сапротрофів, симбіотрофів чи ксилофітів, а для грибів-симбіотрофів – ще й глибина локалізації міцелію у ґрунті. Як відмічають автори, залежно від цього закономірності акумуляції важких металів у грибах різних видів мають певні відмінності. Наші дослідження такі висновки підтверджують. Крім того, на концентрацію хімічних елементів у грибах може впливати хімічний склад лісової підстилки та ґрунту, оскільки всі компоненти системи взаємопов'язані та мають прямий чи опосередкований вплив один на одного. Виходячи з того, що основні характеристики лісових підстилок та ґрунтів дуже мінливі, а у різних видів грибів міцелій може знаходитися на різній глибині та формуватися у різних типах лісорослинних умов, постає необхідність поглибленого вивчення даного питання [2].

Метою наукових досліджень є вивчення особливостей накопичення важких металів у системі «гриб-лісова підстилка-ґрунт», визначення закономірностей та шляхів надходження забруднювачів до дикорослих їстівних грибів.

Ступінь вивчення проблеми. У сучасній науковій літературі практично відсутні роботи стосовно довготривалих систематичних досліджень щодо накопичення у грибах важких металів і можливої небезпеки для людини при вживанні цієї харчової продукції. Але саме цей науковий аспект необхідно вивчати не тільки мікологам, а й медикам, біологам, дієтологам, екологам.

Існує велика кількість робіт, присвячених особливостям і закономірностям накопичення важких металів у *ґрунтах і рослинній продукції*. Це роботи Добро-

вольського В. В., Полинова Б. Б., Ферсмана А. Є., Ковди В. А. Ільїна В. Б., Зиріна Н. Г., Кабата-Пендіас А., Жовінського Є. Я., Балюка С. А., Фатеева А. І. і ін. Автори відмічають важливі закономірності і фактори, що найбільш суттєво впливають на накопичення важких металів: літологічний склад гірських порід, певна ступінь горизонтального і вертикального розчленування території, клімато-гідрологічні особливості тощо. Наприклад, вода (опаді, ґрунтові, талі води, роса) впливає на поведінку важких металів (лужно-кислотні, окислювально-відновлювальні умови, рН та ін.), вона у більшості випадків, розглядається дослідниками як складова ґрунту і рослини. Особливу увагу вчені приділяють вивченню аерального надходження важких металів до рослин і ґрунту.

У наукових працях також висвітлено вплив виробничої та невиробничої діяльності на накопичення важких металів у ґрунтах і рослинній продукції. Визначено, що ґрунт є геохімічним акумулятором забруднень техногенного походження, своєрідним бар'єром, що контролює міжкомпонентну і міжсистемну міграцію хімічних елементів і сполук. Також відзначається, що існує зовнішнє (накопичення важких металів на листках і стеблах) та внутрішнє (надходження важких металів через кореневу систему) забруднення і що більш небезпечним є саме внутрішнє забруднення. Однак, коренева система рослин може затримувати певну частину забруднювачів і забезпечувати чистоту органів запасання асимілянтів.

Значна кількість робіт присвячена вивченню процесу надходження важких металів з ґрунту до рослин. В них відмічається, що цей процес залежить від загального хімічного складу ґрунту, його окислювально-відновлювального потенціалу, фізичних властивостей ґрунту та біологічної діяльності ґрунтових організмів. Таким чином, процеси поведінки важких металів у системі «ґрунт-рослина» достатньо висвітлені в науковій літературі.

Що стосується мікологічної продукції, то сучасні дослідники більше уваги приділяють, особливо в останнє 20-ти річчя, вивченню

накопичення та поведження *радіоактивних елементів* у мікологічній продукції. Це є доцільним, оскільки північні регіони Полісся України відносяться до територій радіоактивного забруднення, що постраждали внаслідок аварії на ЧАЕС. Саме в ці роки (середина 80-х – середина 90-х) почалося інтенсивне вивчення накопичення, трансформації та міграції радіонуклідів у компонентах лісових екосистем, грибах, ґрунтовому покриві та лісовому опаді. Це роботи Ясковець І. І. і ін., 1997; Михайлова А. В. і ін., 1998; Дворник А. М., Жученко Т. А., 1997 тощо. Інтенсивність акумуляції радіонуклідів різними видами грибів розглядається з різною детальністю у більшості радіоекологічних робіт, присвячених грибам (Орлов О. О. 2001, 2003). Дослідники наводять ранжовані ряди видів грибів щодо інтенсивності накопичення радіонуклідів (Булавик І. М. і ін., 1996). Виявлена тісна позитивна кореляція між дозою внутрішнього опромінення населення та вмістом ^{137}Cs у грибах лісів навколо населених пунктів (Табачний Л. Я. та ін., 1997). У більшості публікацій відмічається суттєве варіювання величини коефіцієнту переходу ^{137}Cs у їстівні гриби у межах кожного екотопа, в межах невеликих площ. Данні величини коефіцієнту переходу, отримані різними авторами, дуже варіабельні, що обумовлено комплексом факторів – методичними особливостями досліджень, що виконано у різних регіонах, різних екологічних умовах, у різні роки після Чорнобильської аварії (Краснов В. П. і ін., 2007). Абсолютна більшість дослідників відмічає, що приналежність вида гриба до певної екологічної групи суттєво впливає на інтенсивність накопичення ^{137}Cs у плодових тілах (Булавик І. М. і ін., 1996). Виявлена ще одна закономірність про те, що максимальні величини коефіцієнту переходу характерні у теперішній час для грибів, міцелій яких знаходиться у шарі гумусованої лісової підстилки. Далі у порядку зменшення величини коефіцієнту йдуть види грибів, міцелій яких займає всю товщину лісової підстилки (підстилки нерозкладеної – мінерального шару ґрунту). Також визначено, що інтенсивність акумуляції ^{137}Cs

плодовими тілами грибів суттєво збільшується на більш збіднених і вологих ґрунтах у порівнянні з більш багатими та сухими. Російські вчені (Цветкова О. Б., Щеглов А. І., 1996) вивчали інтенсивність транслокації радіонукліда із ґрунту у плодове тіло гриба у автоморфному і гідроморфному лісових ландшафтах та зробили висновок, що коефіцієнти переходу у першому випадку були нижче у 2,5 – 80 раз ніж у другому. Ті ж вчені зробили висновок, що саме гриби обумовлюють роль лісової підстилки, як геохімічного бар'єру на шляху вертикальної міграції ^{137}Cs в лісових ґрунтах. Біохімічна роль грибів в міграції ^{137}Cs у лісових екосистемах проявляється в утриманні значної активності радіонукліда в біомасі, порівняно швидкій мінералізації опадів, що призводить до більш швидкого кругообігу зольних елементів і радіонуклідів в екосистемі. І нарешті, у монографії Краснова В. П. і ін. (2007) зроблено суттєвий аналіз стану проблеми щодо радіоактивного забруднення їстівних грибів та можливостей використання їх в умовах радіоактивного забруднення.

Автори ж цієї статті вважають, що згадані дослідження і виявленні закономірності щодо поведження важких металів у ґрунтах і рослинах та радіонуклідів у грибах і ґрунтах можуть бути дуже корисними при дослідженні проблеми забруднення компонентів системи «гриб-лісова підстилка-ґрунт» важкими металами, які сьогодні знаходяться на початковому етапі.

Методи дослідження. Дослідження накопичення важких металів у грибах проводили на території лісового масиву Дубровицького району Рівненської області у 2008 році. Об'єктами дослідження були гриби (мікориза), що належать до різних екологічних груп (різний тип живлення), з різною глибиною залягання основної частини міцелію (грибниці) у ґрунті, лісова підстилка (мішаний зразок – лісова підстилка нерозкладена і розкладена) та ґрунт (дерново-середньо-підзолисті), які досліджувались на наявність важких металів (мікроелементів). Вище перелічені компоненти досліджувались як єдина система.

Відбір ґрунтових та мікологічних зразків, підготовка їх до аналізу здійснювалися згідно вимог діючих стандартів. Глибина відбору проб ґрунту складає 25 см. Зразки грибної продукції відбиралися на тих самих місцях, що й проби ґрунту і лісової підстилки. Визначали концентрацію вмісту 10 важких металів (Fe, Mg, Zn, Cu, Ni, Pb, Al, Co, Cr, Cd) у зразках за допомогою атомно-абсорбційної спектрофотометрії.

Основні результати. Проведенні дослід-

ження дозволили виявити і проаналізувати концентрації вмісту важких металів у компонентах системи «гриб-лісова підстилка-ґрунт». Для хімічного аналізу були відібрані зразки двох видів грибів губчасті – маслюк звичайний (*suillus luteus*) та пластинчасті – хрящ-молочник оливково-чорний (*laktarius turpis*), зразки дерново-середньо-підзолистого ґрунту та лісової підстилки.

Отримані результати даних представлені в таблиці 1.

Таблиця – Визначені концентрації вмісту важких металів у системі «гриб-лісова підстилка-ґрунт» (серпень 2008 р.)

Хімічні елементи	Пластинчастий лісовий гриб хрящ-молочник оливково-чорний, мг/кг	Губчастий лісовий гриб маслюк звичайний, мг/кг	Лісова підстилка, мг/кг	ґрунт, мг/кг	ГДК для ґрунту, мг/кг
Ферум	34,6	30,9	0,36	3,2	-
Манган	8,22	2,5	145,1	59,4	50,0
Цинк	4,0	3,0	2,1	6,5	23,
Купрум	2,87	0,02	0,52	0,72	3,0
Нікол	0	0,02	0,44	2,1	4,0
Плюмбум	0,1	0,24	0,66	0,51	6,0
Алюміній	0	2,2	0,6	0,9	-
Кобальт	0,4	0,4	1,02	0,2	5,0
Хром	0,09	0,06	0,05	0,16	6,0
Кадмій	0,03	0,03	0,1	0,1	-

Аналіз даних показав, що концентрації мікроелементів у ґрунтах, не перевищують значень ГДК, окрім мангану, що перевищує ГДК (валовий показник) у 1,18 рази. Також визначено, що концентрація важких металів у досліджуваних дерново-середньопідзолистих ґрунтах значно нижче фонових показників (у 2-7 разів, окрім Fe та Cr) для Правобережного Полісся, де визначену концентрацію майже неможливо порівняти з фоном (фонові показники значно вищі) [18].

Отримані результати надали можливість побудувати акумулятивні ряди щодо концентрації важких металів у компонентах системи «гриб-лісова підстилка-ґрунт», які, у свою чергу, демонструють пріоритетність накопичення важких металів (мг/кг).

гриб губчастий

Fe (30,9) > Zn (3,0) > Mn (2,5) > Al (2,2) > Co (0,4) > Pb (0,24) > Cr (0,06) > Cd (0,03) > Ni (0,02), Cu (0,02)

гриб пластинчастий

Fe (34,6) > Mn (8,22) > Zn (4,0) > Cu (2,87) > Co (0,4) > Pb (0,1) > Cr (0,09) > Cd (0,03) > Ni (0), Al (0)

лісова підстилка

Mn (145,1) > Zn (2,1) > Co (1,02) > Pb (0,66) > Al (0,6) > Cu (0,52) > Ni (0,44) > Fe (0,36) > Cd (0,1) > Cr (0,05)

ґрунт

Mn (59,4) > Zn (6,5) > Fe (3,2) > Ni (2,1) > Al (0,9) > Cu (0,72) > Pb (0,51) > Co (0,2) > Cr (0,16) > Cd (0,1)

Аналіз акумулятивних рядів компонентів системи «гриб-лісова підстилка-ґрунт», побудованих за характером зменшення вмісту важких металів, показав наступне. Пріоритетні місця в акумулятивних рядах грибів належать Fe, Zn, Mn, де спостерігаються значні їх концентрації – від 34,6 мг/кг (Fe) до 2,5 мг/кг (Mn). Пріоритетність у акумулятивних рядах Fe,

Mn, Zn в компонентах системи «гриб-лісова підстилка-грунт» можна пояснити, ймовірно, великими значеннями кларків у ґрунтах (Fe – 38000, Zn – 50, Mn – 850). У найменших кількостях у грибах, майже однакових, накопичується Cr (0,06-0,09 мг/кг) та Ni, Cd (0,02-0,03 мг/кг), причому у грибі пластинчастому Ni та Al зовсім не виявлено. Що стосується лісової підстилки та ґрунту, то тут однозначно на перших місцях знаходяться Mn (145,1 мг/кг – лісова підстилка; 59,4 мг/кг – ґрунт) та Zn (2,1 мг/кг – лісова підстилка; 6,5 мг/кг – ґрунт). В середині акумулятивних рядів лісової підстилки та ґрунту розташовуються Al (0,6 мг/кг; 0,9 мг/кг – відповідно), Cu (0,52 мг/кг і 0,72 мг/кг – відповідно) і Ni (0,44 мг/кг; 2,1 мг/кг – відповідно.) Як бачимо, різниця у концентраціях цих елементів у ґрунті і підстилці незначна. Замикають ці акумулятивні ряди Cr і Cd, концентрація яких коливається у межах 0,1-0,05 мг/кг.

Повертаючись до вище наведених у таблиці даних, можливо, у першу чергу, необхідно порівняти концентрації важких металів, що містяться у різних видах грибів. В цілому пріоритетні метали Fe, Zn, Mn накопичуються у пластинчастому грибі більше у 1,1-4 рази, ніж у губчастому. Такі елементи, які зафіксовано у найменших кількостях – Co (0,4 мг/кг), Cr (0,06-0,09 мг/кг), Cd (0,03 мг/кг), мають практично однакові значення. Значні розбіжності спостерігаються у показниках концентрацій за Cu – у пластинчастому грибі концентрація Cu у 130 разів більше ніж у губчастому. Однак Pb і Ni накопичується у губчастому грибі у 0,02 – 24 рази більше, ніж у пластинчастому.

Як видно з наведених у таблиці даних щодо пріоритетних мікроелементів, **ферум (Fe)** накопичується у грибах різних видів практично у однаковій кількості (34,6 мг/кг – у пластинчастих грибах та 30,9 мг/кг у губчастих), у той час як у лісовій підстилці (суміш опаду та розкладеної органіки) його значно менше (0,36 мг/кг). У ґрунтах концентрація феруму складає 3,2 мг/кг, що у 10 разів менше, ніж у грибах. В ґрунтах ферум (Fe) присутній, головним чином, у вигляді оксидів і гідроксидів, однак, в

багатих органічною речовиною горизонтах ґрунтів, Fe знаходиться переважно у хелатній формі. На ґрунті збагаченому розчинними формами феруму, надмірне його поглинання може призвести до токсичної дії на гриби. Особливо це може спостерігатися на сильно кислих та кислих сульфатних ґрунтах. Тому можливо зробити висновок, що різні види грибів здатні накопичувати ферум у значній концентрації. Якщо гриб мав би довготривалий життєвий цикл або у ґрунті його концентрація була б значно більшою, то концентрація феруму у грибі могла б привести до токсичної дії на гриб, а відповідно і на людину, яка споживає цю лісову продукцію.

Манган (Mn) дуже розповсюджений мікроелемент в літосфері. Взагалі Mn не вважається забруднюючим ґрунти металом. Цей елемент дуже необхідний рослинам. Вміст в рослинах Mn визначається головним чином, розчиненням у ґрунтах Mn. Крім того, манган має значний (6,86) коефіцієнт біологічного поглинання [6].

В продуктах рослинного походження критичний рівень манганової недостатності знаходиться у межах 15-25 мг/кг сухої маси, тоді як рівень токсичної концентрації є нестабільним та залежить як від природи рослин, так і від ґрунтових факторів.

Концентрація мангана у пластинчастих грибах у 4 рази вища, ніж у губчастих. У ґрунтах мангана у 7-30 разів вище, ніж у грибах, а у лісовій підстилці взагалі найвищий показник концентрації (145,1 мг/кг) з усіх інших результатів. Таку високу концентрацію в даному випадку пояснити складно, але можуть бути припущення щодо процесу трансформації органічної речовини лісової підстилки та переходу Mn з органічно-мінеральних сполук до ґрунтового розчину. Враховуючи, що показник рН для лісової підстилки на 0,2-0,5 одиниць нижче, ніж для ґрунтів, саме це може обумовити більш інтенсивний перехід Mn до рухомої форми у підстилці.

Баланс **цинку (Zn)**, у поверхневих шарах ґрунтів свідчить, що атмосферне його надходження (викиди від підприємств кольорової металургії) перевищує його виніс за рахунок вилучення та створення біомаси.

Саме забруднення довкілля Zn впливає на концентрацію цього елементу у рослинах. В екосистемах, куди Zn надходить у вигляді компонента атмосферних забруднень (40%), надземні частини рослин накопичують більшу його частину. Крім того, Zn майже утричі має більший (19,60) ніж у Mn коефіцієнт біологічного поглинання. На транслокацію елементу найбільше впливає реакція ґрунту. У ґрунті з $\text{pH} < 6$ більша частина Zn знаходиться у недоступній формі, зі збільшенням кислотності вміст доступного Zn різко збільшується.

Наші дослідження показали, що показники накопичення Zn у різних видів грибів мають незначні розбіжності 4,0 мг/кг – у пластинчатих грибів та 3,0 мг/кг – у губчастих, трохи менша концентрація Zn у лісовій підстилці – 2,1 мг/кг, однак у ґрунті концентрація мікроелементу майже у 1,8-2 рази вища ніж у грибів, та у 3 рази вище ніж у лісовій підстилці. Тут можна зробити припущення, що ґрунти у регіоні дослідження мають підвищену кислотність і більша частина Zn знаходиться у рухомих формах. Особливістю міграційної здатності Zn є вплив на неї таких пріоритетних факторів, як вміст органічної речовини і гранулометричний склад ґрунту.

Оскільки вміст гумусу у проаналізованих дерново-підзолистих ґрунтах складає 2,1-2,2% (гумусовий горизонт), а гранулометричний склад супіщаний та легкосуглинковий, то є цілком закономірним відсутність зв'язування Zn у малорозчинні сполуки у ґрунтах.

У грибі пластинчастому концентрація **купрум Cu** (можливо він здатний накопичувати Cu на відміну від губчастих) у 4 рази більша ніж у ґрунті. Можливо це пояснюється тим, що Cu вважається надзвичайно рухомих мікроелементом. До того ж відомо, що вміст Cu у рослинах, що вирости на дерново-підзолистому ґрунті значно вищий ніж у рослинах на чорноземі. Особливістю є те, що поверхневий шар ґрунту характеризується накопиченням цього металу.

Нікол (Ni) вважається дуже небезпечним поллютантом, який надходить у навколишнє середовище з викидами металооброблюючих виробництв та внаслідок спалювання вугілля та нафти. В цілому, виходячи з даних

таблиці видно, що нікол у пластинчатих грибах не визначено, а у губчастих лише в незначній концентрації 0,02 мг/кг. У лісовій підстилці нікол становить 0,44 мг/кг. Акумуляція хімічного елементу спостерігається у ґрунті 2,1 мг/кг, однак це у 2 рази нижче від значень ГДК (5,0 мг/кг).

Вміст **плюмбуму (Pb)** у хряща-молочника оливково-чорного складає 0,1мг/кг, в той час як у маслюка звичайного рівень концентрації дорівнює 0,24 мг/кг, що у 24 рази більше. Найбільше накопичення цього хімічного елементу відбувається у лісовій підстилці (0,66 мг/кг). У ґрунті визначена концентрація хімічного елементу дорівнює 0,51 мг/кг, при цьому рівень ГДК (5,0 мг/кг) не перевищено.

Найнижчі концентрації мікроелементів виявлені за Cr та Cd у всіх компонентах системи «гриб-лісова підстилка-ґрунт», а у порівнянні показників концентрацій Cd (0,1мг/кг) та Cr (0,16 мг/кг) у ґрунті з ГДК, перевищень не виявлено.

І, нарешті, щодо інтоксикуючої дії грибів, які накопичують важкі метали. Як відомо, важкі метали утворюють стійкі комплекси з амінокислотами, викликаючи зміни в біохімічному апараті грибів, тобто відбувається реакція заміщення важких металів, необхідних для ферментної активності. До складу активного центру входять ті чи інші активні важкі метали, що негативно впливають на синтез білку, а саме, важкі метали сполучаючись з білками гриба, утворюють токсини, подібні до токсинів отруйних грибів (фалотоксини, амінотоксини).

У свою чергу ці токсини, потрапляючи у кишково-шлунковий тракт людського організму, всмоктуються і, в значній мірі, депонуються у печінці (до 60%) і нирках (близько 30%). Токсини виявляють специфічну гепатотоксичну дію через 6-16 годин і поступово уражають всі головні системи організму.

Уріження печінки та нирок на ранніх етапах викликає збезводнювання (дегідратацію), порушення електролітного складу крові (диселектролітемію) і кислотно-лужного стану, також порушується синтез РНК, здійснюється блокування окислювального фосфорилування з розвитком некрозу клітин і печінкової недостатності. Також

уражаються форменні елементи крові. Розпад еритроцитів під дією токсинів викликає гемоглобурійний нефроз і гепатоз, а також уражується центральна нервова система (ЦНС)[10].

Висновки. Наші дослідження показали, що гриби можна вважати індикатором стану навколишнього середовища. Вони спроможні накопичувати як радіонукліди, що широко висвітлено у науковій літературі, так і важкі метали(згідно наших досліджень) всією поверхнею плодового тіла. Чітких закономірностей між концентрацією важких металів у системі «гриб-лісова підстилка-грунт» не визначено. Отримані дані дуже варіабельні і потребують подальших досліджень зі збільшенням вибірових рядів. Забруднення мікологічної продукції важкими металами може призвести до зміни структури грибних угруповань, що виражається звичайно у зменшенні видової розмаїтності, домінуванні видів грибів, толерантних до металів, у порівнянні з угрупованнями подібних грибів із подібних географічних районів, не забруднених металами. Крім того, забруднені важкими металами їстівні гриби стають токсичними і небезпечним продуктом харчування для людини.

ЛІТЕРАТУРА

1. Булавик І. М. *и др.* Накопление Cs-137 в пищевой продукции леса // Проблемы лесов и лесопользования в Полесье Украины: Науч. тр. Полесской АЛНИС. – Житомир, 1996. – Вып. 4. – С. 31-35
2. Бурова Л. Г. Загадочный мир грибов. – М.: Наука, 1991. – 93 с.
3. Войнар А. И. Микроэлементы в живой природе. – М.: Изд-во высш. школа, 1962. – 90 с.
4. Герман Д. Г., Голубчик В. Г. Своеобразная острая вегетативная полиневропатия, связанная с употреблением съедобных грибов // Здоровоохранение. – 1999. – №4. – С. 26-27
5. Дворник А. М., Жученко Т. А. Доза внутреннего облучения населения от пищевой продукции леса: Тез. докл. III съезда по радиационным исследованиям. 14-17 окт. 1997г., г. Москва. – Пушкино, 1997. – Т. 1. – С. 283-284
6. Дудурич В. М. Екологічна безпека ґрунтів та виробництва сільськогосподарської рослинної продукції в межах Лівобережного лісостепу: Автореф..... к. г. н. – Харків, 2007. – 18 с.
7. Евдокимова Г. А., Мозговая Н. П. Аккумуляция радионуклидов грибами // Микробиология. – 2001. – Т.60. – №4. – С.22
8. Краснов В. П. *и ин.* Прикладная радиэкология леса: Монография / Под ред. проф. В. П. Краснова. – Житомир: «Полісся», 2007. – 680 с.
9. Михайлов А. В., Лось И. П., Богданов Г. О. Результаты оценки парциального вклада отдельных продуктов питания в дозу внутреннего облучения сельского населения Полесья в замкнутом хозяйском пространстве // Наука. Чернобыль – 97. Науч. прак. конф.: Сб. тез. – К., 1998. – С. 128
10. Мусселлус М. Острые отравления грибами // Фельдшер и акушерка. – 1993. – С. 47-49
11. Некос А. Н., Дудурич В. М. Экология и проблемы безопасности товаров народного потребления. – Харьков: ХНУ им. В. Н. Каразина, 2007. – 282 с.
12. Новиков Л. С., Петров Н. Н. *и др.* Экологические аспекты в микологии. – М.: Знание, 1998. – С.36.
13. Орлов О. О. *и ин.* Аккумуляция ¹³⁷Cs плодовыми телами микромицетов разных трофических групп на сфагновых болотах Украинского Полесья // Лесничество и агролісомеліорація. – Харків – 2003. – Вип. 104. – С. 13-23
14. Орлов О. О. Накопичення техногенних радіонуклідів їстівними грибами // Укр. бот. журн. – 2001. – Т. 58. №5. – С. 543-550
15. Охрана водных, грунтовых та рослинних ресурсів Донецької області від забруднення важкими металами в умовах зрошення / Посібник до ВНД 33. – 5.5. – 06 – 99 «Охорона водних, грунтових та рослинних ресурсів від забруднення важкими металами в умовах зрошення» / Авторы С. А. Балюк *и ин.* – Харків: ННЦ «ІГ А ім. О. Н. Соколовського». – 50 с.
16. Стецюк Ю., Сілецький Ю. Основы микологии. – К.: Четверта хвиля, 2000. – 368 с.
17. Табачный Л. Я. *и др.* Комплексный радиоэкологический мониторинг на загрязнённых территориях в различных ландшафтно-геохимических зонах: Тез. докл. науч. – практ. конф. «Наука. Чернобыль – 96». 11-12 февр. 1997г., Киев. – К., 1997. – С. 76.
18. Фоновий вміст мікроелементів у ґрунтах України / За ред. А. І. Фатєєва, Я. В. Пашенка, С. А. Балюка *та ін.* – Харків: ННЦ «УГА ім. О. Н. Соколовського». – 117 с.
19. Цветкова О. Б., Щеглов А. И. Аккумуляция ¹³⁷Cs высшими грибами и их роль в биохимической миграции нуклида в лесных экосистемах // Вестн. Моск. у-та. – Сер. 17. Почвоведение. – 1996. – №4. – С. 59-69
20. Яковец П. И. *и др.* Вливание статистических флуктуаций в загрязнении почвы радионуклидами и коэффициентах их перехода по трофическим цепям на формирование распределения радиационных нагрузок среди населения: Тез. докл. науч. – практ. конф. «Наука. Чернобыль – 96». 11-12 февр. 1997 г., г. Киев. – К., 1997. – С. 42

УДК 911+504

НЕКОС А. Н. канд. геогр. наук, проф.,
РУКАВИЧКА О. О., студ.

(Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина)

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ
МЕТАЛЛОВ В СИСТЕМЕ

«ГРИБ – ЛЕСНАЯ ПОДСТИЛКА - ПОЧВА»

В статье освещено одну из проблем относительно употребления населением Украинского Полесья пищевой продукции растительного происхождения. Определено, что съедобные грибы разных видов способны аккумулировать тяжелые металлы, в незначительных количествах, которые поступают до грибоного тела как через мицелий, так и аэральным путём.

К л ю ч е в ы е с л о в а: гриб, лесная подстилка, почва, тяжелые металлы, пищевые отравления, аккумулятивные ряды, биоаккумуляция.

UDK 911+504

NEKOS A. N., RUKAVYCHKA O. O.

(V. N. Karazin Kharkiv National University)

PARTICULARITIES OF ACCUMULATION OF HEAVY METALS In SYSTEM "MUSHROOM - TIMBER BEDDING - GROUND"

In the article refreshed one of the problems for use by the population Ukrainian Marshy woodlanders to food product of vegetable origin. Determined that edible mushrooms of different types capable accumulation heavy metals, in scant fews, which enter before the mushroom tel both through solid mushroom, and air by the way.

K e y w o r d s: mushroom, timber bedding, ground, heavy metals, food poisoning, accumulation rows, bioaccumulation.

Надійшла до редколегії 2.10.2008р