

УДК 658.752:603

П. С. Гнатів – доктор біологічних наук, професор кафедри екології та біології Львівського національного аграрного університету;
С. М. Голуб – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри ботаніки і садово-паркового господарства Волинського національного університету імені Лесі Українки;
В. О. Голуб – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри ботаніки і садово-паркового господарства Волинського національного університету імені Лесі Українки

Вивчення акумуляції цезію-137 макроміцетами в умовах Волинського Полісся у віддалений період після аварії на ЧАЕС

Роботу виконано на кафедрі ботаніки і садово-паркового господарства ВНУ ім. Лесі Українки

Досліджено закономірності радіоактивного забруднення окремих видів їстівних грибів, зроблено їх класифікацію за коефіцієнтом переходу щодо акумуляції цезію-137 у державних лісових господарствах Маневичького району Волинської області. Розроблено рекомендації для населення щодо заготівлі грибів в умовах радіоактивного забруднення.

Ключові слова: радіоактивність, міграція, цезій-137, гриби.

Гнатив П. С., Голуб С. М., Голуб В. О. Изучение аккумуляции цезия-137 макромицетами в условиях Волинского Полесья в отдаленный период после аварии на ЧАЭС. Исследуются закономерности радиоактивного загрязнения отдельных видов съедобных грибов, сделана их классификация по коэффициенту перехода относительно аккумуляции цезия-137 в государственных лесных хозяйствах Маневичского района Волынской области. Разработаны рекомендации для населения относительно заготовки грибов в условиях радиоактивного загрязнения.

Ключевые слова: радиоактивность, миграция, цезий-137, грибы.

Gnativ P., Golub S., Golub W. Studying the Accumulation of Cesium-137 Macromycetes in Glacial in the Remote Period after the Chernobyl Accident. Conformities to law of radiocontamnant of separate types of edible types of mushrooms are investigational, their classification is done on the coefficient of transition in relation to the accumulation of цезію-137 in state forestries of Manevitskogo of district of the Volhynia area. Recommendations are developed for a population in relation to the purveyance of mushrooms in the conditions of radiocontamnant.

Key words: radio-activity, migration, caesium-137, mushrooms.

Постановка наукової проблеми та її значення. Макроміцети (гриби) у лісах є специфічними компонентами лісового біогенезу, які відіграють важливу роль у їх функціонуванні, у тому числі – у міграції радіонуклідів. Більшість деревних та чагарникових порід має мікоризу із міцелієм вищих грибів базидіоміцентів – шапкових грибів. Саме до цієї групи входять найбільш цінні в харчовому аспекті гриби: білий гриб, підберезовик, маслюк жовтий, моховик, різні види сироїжок та ін [2; 3; 6; 7].

Аналіз останніх досліджень із цієї проблеми. Біогеоценотична роль грибів у лісах надзвичайно важлива. Частка грибного міцелію становить близько 20 % маси лісової підстилки [10]. Завдяки дуже високому вмісту ^{137}Cs у міцелії грибів та значній біомасі міцелію останній утримує від 10 % до 63 % валового ґрунтового запасу згаданого радіонукліда [10]. За даними російських учених [9; 11], у грибах утримується понад 50 % запасу цього радіонукліда біоти лісових біогеоценозів, хоча О. О. Орлов [6] для макроміцетів в екосистемах боліт Західного Полісся України відводить лише 1 % [6]. Уважається, що питома активність ^{137}Cs у плодкових тілах грибів та їх міцелії приблизно однакова. Проте внаслідок нерівномірного розподілу біомаси 90–95 % сумарної активності ^{137}Cs грибів міститься в міцелії і лише 5–10 % – у плодкових тілах. Внесок грибів у геохімічний кругообіг ^{137}Cs у кілька разів перевищує аналогічні показники деревного та трав'яно-чагарникового ярусів лісів. Незважаючи на їх незначну питому частку, макроміцети відіграють помітну роль у перерозподілі радіонукліда в лісових екосистемах. Їхня роль зростає також через те, що їх недовговічні плодкові тіла швидко розкладаються, віддаючи весь вміст радіонукліда в доступній водорозчинній формі іншим ярусам рослинності, значно активуючи колообіг цезію в лісових екосистемах. Роль грибного ярусу в

утриманні певного запасу радіонуклідів збільшується в напрямку від автоморфних до гідроморфних ландшафтів. Так, за однакової щільності забруднення ґрунту ^{137}Cs вміст радіонукліда у плодкових типах грибів, що зростають у лісах акумулятивних (гідроморфних) ландшафтів, у 1,7–74,1 раза більший, ніж у тих самих видів у лісах елювіальних (автоморфних) ландшафтів [5]. Загальною закономірністю для плодкових тіл грибів є збільшення інтенсивності акумуляції накопичених радіонуклідів у вологих умовах порівняно з більш сухими та у бідних – порівняно з багатими. Отже, накопичення радіонуклідів грибами залежить і від погодних умов вегетаційних періодів. В екстремально сухі роки накопичення ^{137}Cs плодовими тілами незначне, а у вологі, дощові – у 2–4 рази більше значення ^{137}Cs у плодкових типах грибів. Найінтенсивніше накопичують мікоризоутворювачі, далі в міру зменшення – гумусові сапротрофи (печериця лісова, лисичка справжня), підстилкові сапротрофи (дощовик їстівний), ксилотрофи (опеньок справжній) [1, 8]. Проте в межах кожної з екологічних груп значення коефіцієнта переходу у різних видів грибів можуть істотно відрізнятись навіть в одному екоотипі. Максимальні коливання значень КП характерні для групи симбіотрофів [4]. Тому групують господарські цінні види грибів за інтенсивністю накопичення ^{137}Cs . До групи видів, що слабо накопичують ^{137}Cs (у свіжих плодкових тілах КП < 5), належить опеньок осінній, дощовик їстівний; групу середнього накопичення (КП = 5–20) складають білий гриб, підберезовик, лисичка справжня. Акумуляторами радіоцезію (КП > 50) є маслюк жовтий, моховик жовто-бурий, польський гриб. Під час проведення наших досліджень ми намагалися вивчити закономірності акумуляції ^{137}Cs їстівними грибами на території Волинського Полісся у віддалений період після аварії на ЧАЕС, адже висока інтенсивність накопичення ^{137}Cs плодовими тілами грибів та споживання їх у значній кількості населенням зумовлює близько 35 % дози внутрішнього опромінення, отриманого з раціоном продуктів харчування.

Формулювання мети статті. Мета наших досліджень – вивчення стану забруднення макроміцетів у державних лісових господарствах (ДЛГ) Маневицького району Волинської області у віддалений період після аварії на ЧАЕС.

Матеріали й методи. Під час проведення досліджень ми вивчали 12 видів грибів щодо їх здатності акумулювати радіоактивний цезій в умовах трьох ДЛГ Маневицького району Волинської області.

ДОСЛІДЖУВАНІ ВИДИ ГРИБІВ

Родина Болетових. ***Boletaceae***.

Boletus badius. Польський гриб

Boletus edilus. Білий гриб

Boletus tulus. Маслюк звичайний

Boletus scaber. Березовик (місцева назва (далі – м. н.) – підберезник).

Boletus avraniticus. Осиновик (м. н. – підосичник).

Boletus variegatus. Моховик жовто-бурий.

Родина Кантарелевих. ***Cantarellaceae***.

Cantarellus cibarius Fr. Лисичка справжня.

Родина Сироїжкових. ***Russulaceae***.

Lactarius resimus. Хрящ-молочник справжній (м. н. – груздь).

Lactarius voleus Fr. Хрящ-молочник червоно-коричневий (м. н. – піддубець).

Родина Сироїжкових. ***Russulaceae***.

Russula resca Fr. Сироїжка їстівна.

Родина Трихоломових. ***Tricholomataceae***.

Tricholoma flavovirens. Рядовка зелена (м. н. – зелениця).

Tricholoma terreum. Рядовка наземна (м. н. – підзеленок).

Радіаційні вимірювання проводилися за допомогою СЕГ-2МЛІ-багатоканального спектроаналізатора із напівпровідниковим детектором. Спектретр може використовуватися для визначення об'ємної і питомої активності радіонуклідів ^{137}Cs і ^{40}K у пробах води, ґрунту, продуктів харчування в еталонній посудині Марінелли стандартної геометрії 1 літр і швидкості обчислень спектрометрів у виділенні області спектра. Одержані дані порівнювали з допустимими рівнями (ДР-2006), затвердженими Головним санітарним лікарем України [4].

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження. У Волинській області забруднено 180 тис. га лісів. Ми обстежили три ДЛГ Маневицького району Волинської області. Якщо в перший період після аварії спостерігалось зовнішнє опромінення, нині радіаційний стан лісових ділянок головним чином визначається вмістом радіонуклідів у ґрунті, які надходять через кореневу систему.

Експериментальні дані засвідчують, що понад 98 % радіонуклідів зосереджені в лісовій підстилці і у верхньому 10-сантиметровому шарі ґрунту. Саме це обумовлює початок міграційного руху радіонуклідів за харчовими ланцюгами в лісі. Аналіз забрудненості окремих видів грибів у державних лісових господарствах (ДЛГ) Маневицького району показує, що в Городоцькому ДЛГ за досліджуваній період виявлено, що не перевищують допустимого рівня такі види грибів: підосичники, білі гриби. Другу групу становлять макроміцети, забрудненість яких перевищує ДР-2006 в 1–2 рази. До цієї групи ввійшли маслюки, лисички, підберезники, сиріжки та моховики. У третю групу входять гриби, забрудненість яких перевищує ДР-2006 в 2 і більше разів. До неї ввійшли піддубці, зелениці, польські гриби. Найбільш забрудненими в Городоцькому ДЛГ є піддубці, перевищення допустимого рівня становить 3,1 раза (рис. 1).

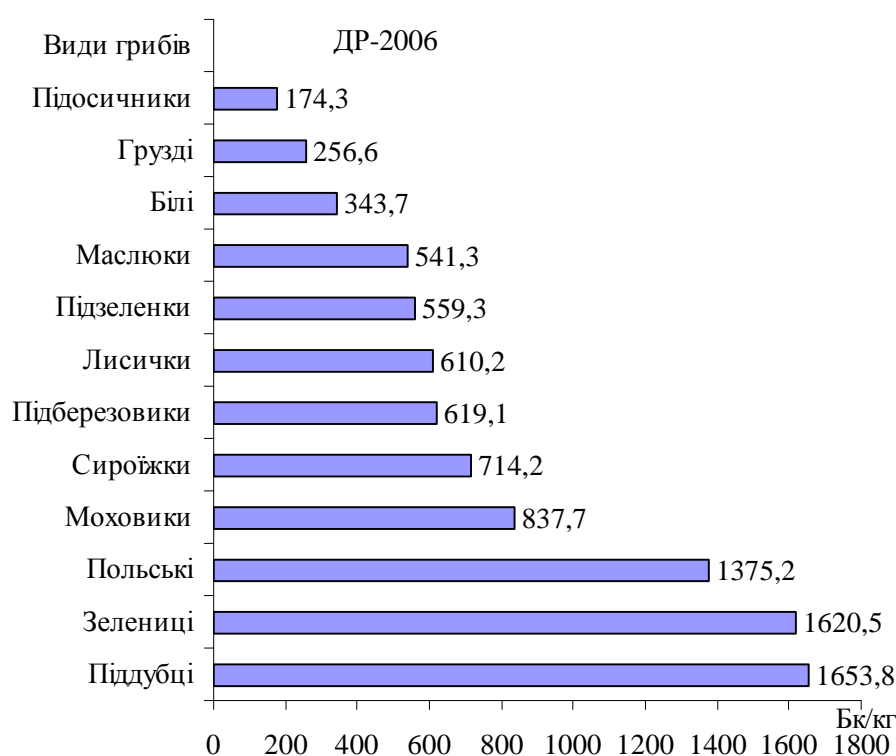


Рис. 1. Забрудненість окремих видів грибів у Городоцькому ДЛГ за 2005–2008 рр., Бк/кг

У Колківському державному лісовому господарстві, яке належить до екологічно чистої зони, за досліджуваній період виявлено, що не перевищують допустимі рівні такі види грибів: підосичник, білі, лисички, маслюки. Другу групу становлять гриби, забрудненість яких перевищує ДР-2006 у 1–2 рази. До цієї групи ввійшли підберезники, моховики, сиріжки. У третю групу входять гриби, забрудненість яких перевищує ДР-2006 у 2 і більше разів. До неї ввійшли польські, піддубці, зелениці. Найбільш забрудненими в Колківському ДЛГ є зелениці (перевищення в 4,9 раза) (рис. 2).

У Маневицькому державному лісовому господарстві за досліджуваній період виявлено, що не перевищує допустимого рівня така група грибів: підосичники, білі, лисички. Другу групу становлять гриби, забрудненість яких перевищує ДР-2006 у 1–2 рази. До цієї групи ввійшли підберезники, сиріжки та моховики. У третю групу входять маслюки, польські гриби, зелениці, піддубці, забрудненість яких у 6,1 раза вища норми (рис. 3).

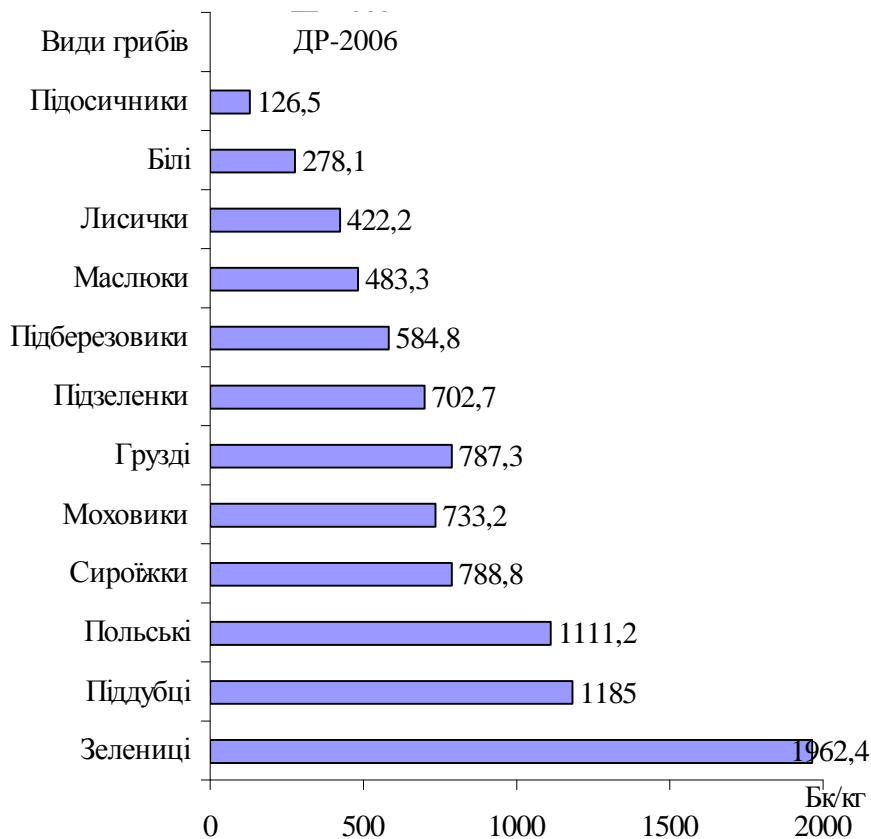


Рис. 2. Забрудненість окремих видів грибів у Колківському ДЛГ за 2005–2008 рр., Бк/кг

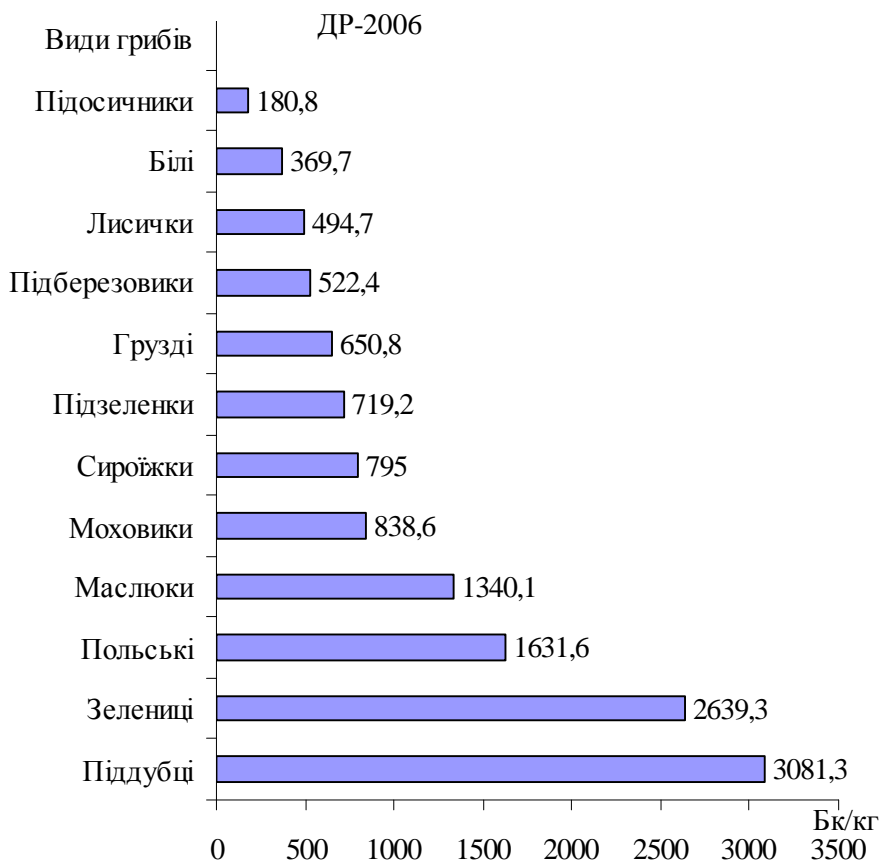


Рис. 3. Забрудненість окремих видів грибів у Маневицькому ДЛГ за 2005–2008 рр., Бк/кг

Отже, за досліджуваний період у державному лісовому господарстві Маневицького району виявлено, що в першу групу грибів, забрудненість яких не перевищує допустимого рівня, у всіх трьох ДЛГ уходять підосичники та білі гриби. Крім того, у Городоцькому ДЛГ до цієї групи входять грузді, а у Маневицькому і Колківському ДЛГ ще й лисички (табл. 1).

У другу групу входять гриби, забрудненість яких перевищує ДР-2006 у 1-2 рази. У всіх трьох ДЛГ до цієї групи ввійшли підзеленки, підберезники, сиріжки, моховики. У Колківському та Городоцькому ДЛГ до цієї групи ще ввійшли масляки, які у Маневицькому ДЛГ входять до третьої групи. У Колківському та Маневицькому державних лісових господарствах до другої групи грибів входять грузді, які у Городоцькому ДЛГ належать до грибів, забрудненість яких не перевищує гранично допустимого рівня.

Таблиця 1

Забрудненість окремих видів грибів у ДЛГ Маневицького району за 2005–2008 рр.

№ з/п	Городоцьке ДЛГ	Бк/кг	Перев ДР	Колківське ДЛГ	Бк/кг	Перев ДР	Маневицьке ДЛГ	Бк/кг	Перев ДР
1	Піддубці	1 653,8	3,3	Зелениці	1 962,4	4,9	Піддубці	3 081,3	6,1
2	Зелениці	1 620,5	3,2	Піддубці	1 185,0	2,3	Зелениці	2 639,3	5,3
3	Польські	1 375,2	2,7	Польські	1 111,2	2,2	Польські	1 631,6	3,2
4	Моховики	837,7	1,6	Сиріжки	788,8	1,6	Масляки	1 340,1	2,7
5	Сиріжки	714,2	1,4	Моховики	733,7	1,5	Моховики	838,6	1,7
6	Підберезники	619,1	1,2	Підзеленки	702,7	1,2	Сиріжки	795,0	1,6
7	Лисички	610,2	1,2	Грузді	650,3	1,2	Грузді	787,8	1,6
8	Підзеленки	559,3	1,1	Підберезники	584,8	1	Підзеленки	719,2	1,4
9	Масляки	541,3	1,1	Масляки	483,3	1	Підберезники	522,4	1,0
10	Білі	343,7	0,7	Лисички	422,7	0,8	Лисички	497,7	1
11	Грузді	256,6	0,5	Білі	278,1	0,6	Білі	369,7	0,7
12	Підосичники	174,3	0,4	Підосичники	126,5	0,3	Підосичники	180,8	0,4

До третьої групи належать гриби, забрудненість яких перевищує ДР-2006 у 2 і більше разів. У всіх трьох досліджуваних державних лісових господарствах до цієї групи належать зелениці, піддубці та польські гриби, а в Маневицькому ДЛГ ще й масляки. Найбільш забрудненими є гриби у Маневицькому ДЛГ. Зокрема, забрудненість зелениць перевищує гранично допустимий рівень у 5,3 рази, а піддубців у 6,1 рази.

У табл. 2 подано середнє значення забрудненості ^{137}Cs усіх видів грибів за кожен рік у державних лісових господарствах Маневицького району та Маневицькому районі загалом.

Таблиця 2

Забрудненість грибів у державних лісових господарствах та Маневицькому районі, Бк/кг

№ з/п	Місце збору	2005	2006	2007	2008	Середнє за 2005–2008 рр.	Перевищ. ДР-2006
1	Городоцьке ДЛГ	1 156,9	802	654,8	489,1	757,7	1,5
2	Колківське ДЛГ	661,9	768,5	807,6	782,5	755,1	1,5
3	Маневицьке ДЛГ	1 246,5	995,2	1 118,6	1 106,4	1 116,7	2,2
4	Маневицький р-н	1 021,8	855,1	860,3	792,7	882,5	1,8

У Городоцькому державному лісовому господарстві забрудненість грибів станом на 2005 р. становила 1 156,9 Бк/кг, що перевищує допустимий рівень у 2,3 рази. З 2005 по 2008 рр. відбулося зниження забрудненості грибів на 31 %, з 2006 по 2007 рр. – на 19 %, а з 2007 по 2008 рр. – на 25 %. Загалом же забрудненість грибів за досліджуваний період знизилася на 57,7 % і станом на 2008 р. становила 98 % до ДР-2006 (рис. 4).

У Маневицькому ДЛГ забрудненість грибів станом на 2005 р. становила 1 246,5 Бк/кг, що перевищує гранично допустимий рівень у 2,5 раза. З 2005 по 2006 рр. відбулося зниження забрудненості грибів на 21 %. З 2006-го по 2007 рр. забрудненість грибів зросла на 14 %, а з 2007-го по 2008 рр. відбулося незначне зниження забрудненості на 1 %. Станом на 2008 р. забрудненість грибів у Маневицькому ДЛГ становила 1 116,7 Бк/кг, що перевищує ДР-2006 у 2,21 раза. Загалом за три роки досліджень у ДЛГ забрудненість грибів знизилася на 111 %.

У Колківському державному лісовому господарстві забрудненість грибів у 2006 р. становила 661,9 Бк/кг, що перевищувала допустимий рівень у 1,3 раза. У наступні два роки відбулося підвищення забруднення грибів, зокрема з 2006-го по 2007 рр. – на 16 %, а з 2006-го по 2007 рр. – на 5 % і у 2007-му перевищувала ДР-2006 у 1,6 раза. З 2007 по 2008 рр. забрудненість грибів знизилася на 3 %. Загалом за досліджуваний період у Колківському державному лісовому господарстві забрудненість грибів зросла на 18 % і станом на 2008 р. перевищувала ДР-2006 у 1,5 раза.

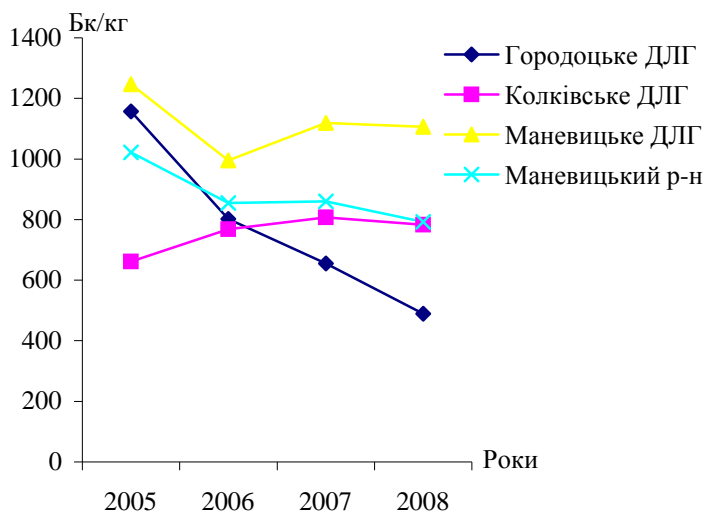


Рис. 4. Забруднення грибів у державних лісових господарствах та Маневицькому районі, Бк/кг

Отже, у Городоцькому і Маневицькому державних лісових господарствах Маневицького району забрудненість грибів за досліджуваний період знизилася, відповідно, на 51,7 % і 1,2 %, у Колківському ДЛГ зросла на 18 %. Проте загалом забрудненість грибів ¹³⁷Cs у Маневицькому районі знизилася на 22 % і станом на 2008 р. становила 882,5 Бк/кг, що перевищує допустимий рівень на 58,5 % або у 1,8 раза.

Проведені дослідження за період 2005–2008 рр. дають змогу визначити групи макроміцетів за величиною коефіцієнтів переходу (Кп) до чотирьох груп (слабка, середня, висока інтенсивність накопичення та види акумулятори). Кількісна оцінка міграційної здатності ¹³⁷Cs визначається за формулою

$$K_p = \frac{\text{концентрація радіонуклідів у масі, Бк / кг}}{\text{щільність забруднення ґрунту, } 37 \cdot \text{кБк / м}^2}$$

Середнє значення забрудненості ґрунту у ДЛГ Маневицького району за досліджуваний період становить 16,28 кБк/м². Одержані дані щодо фактичних Кп наведено на рис. 5, що дало можливість провести порівняльну оцінку щодо їх відповідності попереднім дослідженням.

Під час детального розгляду одержаних Кп можна відзначити, що виявлені відмінності в накопиченні ¹³⁷Cs грибами зумовлені їх належністю до різних екологічних груп, а також мозаїчністю забруднення ґрунту. Згідно з класифікацією І. М. Булавіка, О. М. Переволоцького білі гриби, підберезники, лисички та підосичники належать до групи середньонакопичуючих грибів, Кп яких становить 5–20. Досліджуючи коефіцієнт переходу радіонуклідів у плодові тіла грибів у державних лісових господарствах Маневицького району за період з 2005–2008 рр., ми встановили, що білі гриби

та підосичники належать до цієї групи грибів, а для лисичок та підберезників властива стійка негативна тенденція переходу їх до групи сильнонакопичуючих грибів.

За класифікацією І. М. Булавіка, О. М. Переволоцького, підзеленки, сиріожки, зелениці, грузді входять до групи сильнонакопичуючих грибів, Кп яких становить 20–50. Дані чотирирічних досліджень указують, що підзеленки, сиріожки належать до цієї групи грибів. Дані щодо зелениць суперечать класифікації І. М. Булавіка, О. М. Переволоцького, коефіцієнт переходу яких у наших умовах сягнув 127 і є найвищим серед усіх досліджуваних видів грибів, тобто найбільш забрудненими у Маневицькому районі є зелениці, вони належать до групи грибів-акумуляторів і в майбутньому можуть слугувати як біоіндикатори радіоактивного забруднення території.

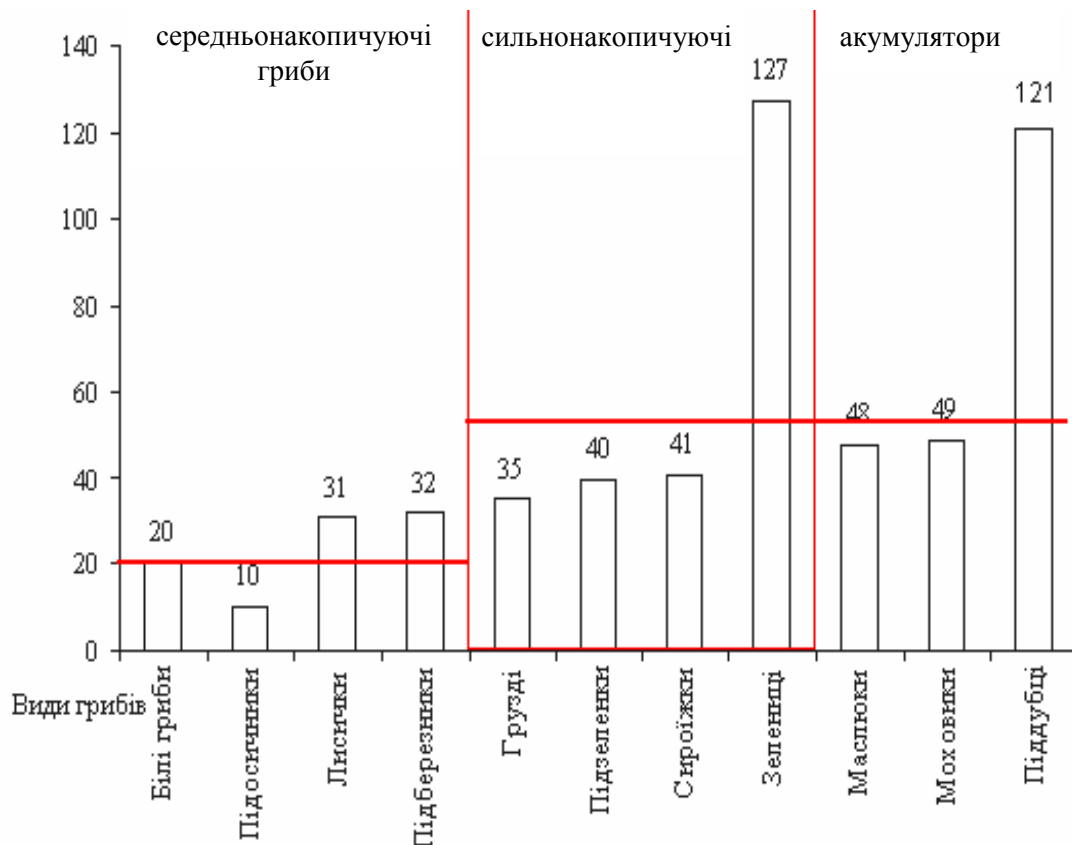


Рис. 5. Порівняльна оцінка швидкості міграції радіонуклідів у гриби ДЛГ Маневицького району (за І. М. Булавік, О. М. Переволоцьким), 2005–2008 рр.

Маслоки, польські гриби та моховики, за класифікацією І. М. Булавіка, О. М. Переволоцького, належать до групи грибів-акумуляторів (коефіцієнт переходу радіонуклідів перевищує 50) за показниками акумуляції ^{137}Cs у досліджуваних умовах мають позитивну тенденцію до переходу їх із групи акумуляторів до групи сильнонакопичуючих грибів.

Отже, у запропонованих нами рядах розподілу істівних грибів за рівнем акумуляції ^{137}Cs можливі перестановки через очищення лісової підстилки до верхніх мінеральних шарів ґрунту, а також міграції його у більш глибокі шари ґрунту.

Висновки та перспективи подальших досліджень. У віддалений період після аварії на ЧАЕС в умовах Волинського Полісся макроміцети є біоіндикаторами радіоактивного забруднення лісових екосистем. Незважаючи на незначну щільність забруднення ґрунту в лісах державних лісових господарств Маневицького району, заборонити для населення заготівлю таких видів грибів: піддубців, зелениць, польських грибів, моховиків, сиріожок, підберезників, підзеленків, груздів, маслоків, лисичок. Необхідно вживати лише ті види грибів, які характеризуються низьким рівнем накопичення ^{137}Cs . Дослідженнями встановлено, що до таких видів належать білі гриби і підосичники. Гриби, зібрані на території ДЛГ Маневицького району Волинської області, перед використанням піддавати обов'язковому радіологічному контролю.

Література

1. Булавик И. М. Накопление Cs в пищевой продукции леса / И. М. Булавик, А. Н. Переволоцкий // Проблемы екології лісів і лісокористування на Поліссі України : наук. пр. Поліської АЛНДС. Вип. 3. – Житомир : [б. в.], 2001. – С. 55–64.
2. Гриби як біоіндикатори радіоактивного забруднення території / [С. М. Голуб, В. О. Голуб, В. П. Войтюк та ін.] // Матеріали III з'їзду радіаційних досліджень (радіобіологія і радіоекологія) (Київ, 21–25 трав. 2003). – К. : [б. в.], 2003. – С. 287.
3. Деркач В. В. Радіоактивне забруднення компонентів нижніх ярусів лісових екосистем Волинського Полісся / В. В. Деркач // Фундаментальні та прикладні дослідження в біології : матеріали I Міжнар. наук. конф. студентів, аспірантів та молодих учених (Донецьк, 23–26 лют. 2009). Т. 1. – Донецьк : Вебер, 2009. – С. 313–315.
4. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді (ДР-2006). Державні гігієнічні нормативи. Затверджені Головним державним санітарним лікарем України. 03.05.2006. Наказ МОЗ № 256. – К., 2006. – 13 с.
5. Краснов В. П. Радіоекологія лісів Полісся України / Краснов В. П. – Житомир : Волинь, 1998. – 112 с.
6. Орлов О. О. Головні закономірності розподілу ^{137}Cs в екосистемах обводнених олігомезотрофних боліт Західного Полісся України / Орлов О. О. // Проблеми екології лісів і лісокористування на Поліссі України : наук. пр. Поліської АЛНДС. – Житомир : [б. в.], 2003. – С. 28–41.
7. Основи лісової радіоекології / М. М. Калетник, І. М. Патлала, В. П. Краснов та ін.; за ред. М. М. Калетника. – К. : Держкомлісгосп України, 1999. – 354 с.
8. Федоров В. Н. Изучение накопления радионуклидов в плодовых телах съедобных грибов в БССР / В. Н. Федоров, В. П. Миронов, В. И. Макаревич // Тез. докл. Всесоюз. радиобиол. съезда (Москва, 21–28 авг. 1989). Т. 2. – Пушино, 1989. – С. 540–542.
9. Цветнова О. Б. Аккумуляция Cs высшими грибами и их роль в биогеохимической миграции нуклида в лесных экосистемах / О. Б. Цветнова, А. И. Щеглов // Вестн. МГУ. – Сер. 17. Почвоведение. – 1996. – № 4. – С. 59–69.
10. Olsen R. A., Joner E., Bakken L. R. Soil fungi and the fate of radiocaesium in the soil ecosystem – a discussion of possible mechanisms involved in the radiocaesium accumulation in fungi, and the role of fungi as a Cs-sink in the soil // Transfer of Radionuclides in Natural and Semi-Natural Environment / G. Desmet et al., ed. – London – New-York : Elsevier Applied Science, 1990. – P. 202–209.
11. Tsvetnova O. B., Shcheglov A. I. ^{137}Cs content in the mushrooms of radioactive contaminated zones of the European part of the CIS / O. B. Tsvetnova, A. I. Shcheglov // The Sci. of the Total Environ. – 1994. – № 155. – P. 25–29.

Адреса для листування:

43025, м. Луцьк, просп. Волі, 13,
Волинський національний університет імені Лесі Українки,
біологічний факультет

Статтю подано до редколегії
07.07.2010 р.