



УДК 528.28:581.5:539.1.04

© 2007

М. М. Вінічук, М. Й. Долгілевич

**Мицелій *Cantharellus cibarius*, *Amanita muscaria*,  
*Leccinum aurantiacum* та *Sarcodon imbricatus*  
як геобіонт та інкорпоратор  $^{137}\text{Cs}$**

(Представлено академіком НАН України Д. М. Гродзинським)

*The functions of the mycelium of ectomycorrhizal fungi *Cantharellus cibarius*, *Amanita muscaria*, *Leccinum aurantiacum*, and *Sarcodon imbricatus* as a geobiont and  $^{137}\text{Cs}$  incorporator in soddy-podzol forest soils of Ukrainian Polysia are shown. The total  $^{137}\text{Cs}$  activity concentration allocated in the mycelium of the mentioned fungal species was found to be 4.0–21.0% of the total activity of the radionuclide in soil down to a depth of 10 cm, when the mycelium biomass content in soil equals 0.17–0.77 g per 100 g of soil.*

У лісових екосистемах, що зазнали радіоактивного забруднення внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС,  $^{137}\text{Cs}$  утримується переважно у верхніх, збагачених на органічну речовину шарах лісової підстилки. Причиною цього явища є біологічне та інші види поглинання радіонукліда, оскільки, на відміну від мінеральних ґрунтів,  $^{137}\text{Cs}$  не може бути фіксований органічною речовиною за рахунок фізико-хімічних процесів [1]. Радіоактивний ізотоп  $^{137}\text{Cs}$  бере активну участь в системі біологічних процесів. Він може бути біологічно іммобілізованим або активно мігрувати. Встановлено, що в процесі біологічної іммобілізації особлива роль належить грибам, зокрема базидіоміцетам, здатність яких акумулювати радіоцезій добре відома [2, 3].

За нашими розрахунками та даними інших дослідників [4–6], лісова підстилка та верхні шари ґрунту містять основну частину (до 90%) активності  $^{137}\text{Cs}$  в лісових екосистемах, у плодових тілах грибів зосереджено до 0,46% загальної активності  $^{137}\text{Cs}$ , у дерев'янистому ярусі дерев — 6,7% а у мохах — 5,5% активності  $^{137}\text{Cs}$  в ґрунті. Решта активності даного радіонукліда міститься в надґрунтовому покриві та в окремих диких тваринах (лось та козуля). Гриби беруть участь в розкладі органічної речовини та вивільненні мінеральних елементів, у тому числі і радіонуклідів, обумовлюючи біологічну доступність останніх. Проте внесок мицелію грибів у загальний баланс радіоцезію в лісових ґрунтах та його роль у процесах біологічної іммобілізації вивчено недостатньо.

Нами досліджено внесок міцелію ектомікоризних грибів *Cantharellus cibarius* Fr., *Amanita muscaria* Fr., *Leccinum aurantiacum* Fr. і *Sarcodon imbricatus* Fr., а також біохімічних фракцій органічної речовини ґрунту та гумусових речовин у загальну активність  $^{137}\text{Cs}$  ґрунту лісових екосистем.

Дослідження проводились протягом 1996–1997 рр. у лісових екосистемах, розташованих в Овруцькому районі Житомирської області. Дослідні ділянки розміщені на віддалі близько 70 км на захід від ЧАЕС. Щільність радіоактивного забруднення в районі досліджень становила 125–590 кБк/м<sup>2</sup>.

Ґрунти — дерново-середньопідзолисті піщані, розвинені на флювіогляціальних відкладах з вмістом органічної речовини від 54,2% в підстилці до 4,4% у нижньому шарі до глибини 10 см. Потужність підстилки становила 3–4 см. Переважаюча частина лісових насаджень (90%) — сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.) за віком понад 30–40 років. На дослідних ділянках відбирали плодові тіла грибів, після чого в кожному з місць відбору брали зразки лісового ґрунту на глибину до 10 см з допомогою сталевого бура з діаметром 5 см у п'ятикратній повторності.

Відібрані зразки ґрунтового профілю було розділено на дві частини. У першій частині зразків ґрунту виділяли міцелій за методикою, що описана в роботі [3], та визначали вміст органічної речовини методом спалювання зразків ґрунту при 550 °С. У другій частині тих же ґрунтових зразків визначали вміст водорозчинної фракції органічної речовини ґрунту після гарячого водного гідролізу. У залишку визначали вміст геміцелюлоз шляхом гарячого солянокислого гідролізу 2% розчином HCl, а потім вміст целюлози шляхом гарячого гідролізу в розчині сірчаної кислоти. Вміст гумусових речовин визначали шляхом екстракції пірофосфатом натрію [7]. З ґрунту були виділені мінеральні речовини, які екстрагували холодною 2% HCl. Дана екстракція проведена з метою виділення рухомої фракції радіонукліда, асоційованої з мінеральною частиною ґрунту.

Активність  $^{137}\text{Cs}$  у ґрунті, міцелії та в гідролізатах визначали на автоматичному гамма-аналізаторі, обладнаному NaI(Tl) сцинтиляційним детектором (Packard Co).

Кількісний склад окремих фракцій органічної речовини лісового ґрунту та міцелію в шарі дерново-середньопідзолистого ґрунту до глибини 10 см наведено у табл. 1. Дані компоненти розглядаються нами як місця локалізації радіоцезію в межах профілю верхніх шарів ґрунту. Як свідчать одержані дані, в середньому для шару ґрунту 0–10 см вміст біохімічних

Таблиця 1. Кількісний склад фракцій органічної речовини та міцелію в шарі 0–10 см дерново-середньопідзолистого ґрунту

Фракції органічної речовини та міцелію	Вміст, г / 100 г ґрунту
Органічна речовина загалом	17,5 ± 2,84
водорозчинна фракція	0,9 ± 0,12
геміцелюлози	1,3 ± 0,21
целюлоза	1,3 ± 0,25
гумусові речовини	5,0 ± 0,64
Міцелій	
<i>Cantharellus cibarius</i>	0,41 ± 0,15
<i>Amanita muscaria</i>	0,77 ± 0,19
<i>Leccinum aurantiacum</i>	0,17 ± 0,05
<i>Sarcodon imbricatus</i>	0,74 ± 0,24
Інші органічні рештки*	6,91 ± 1,79

\*Різниця між загальним вмістом органічної речовини та вмістом окремих фракцій та міцелію.

Таблиця 2. Внесок окремих фракцій органічної речовини дерново-середньопідзолистого ґрунту та міцелію в загальну активність  $^{137}\text{Cs}$  у шарі ґрунту до 10 см

Фракції органічної речовини та міцелію	Активність $^{137}\text{Cs}$ , %
Органічна речовина	
водорозчинна фракція	2,9 ± 0,9
геміцелюлози	32,6 ± 3,43
целюлоза	15,7 ± 2,43
гумусові речовини	12,2 ± 2,35
Міцелій	
<i>Cantharellus cibarius</i>	5,1 (31,5*)
<i>Amanita muscaria</i>	4,4 (32,2*)
<i>Leccinum aurantiacum</i>	6,5 (30,1*)
<i>Sarcodon imbricatus</i>	20,7 (15,9*)

\*Відсоток активності  $^{137}\text{Cs}$  у інших речовинах ґрунту.

фракцій органічної речовини в місцях зростання *Cantharellus cibarius* та *Amanita muscaria*, *Leccinum aurantiacum* та *Sarcodon imbricatus* становить, г на 100 г ґрунту: водорозчинна фракція — 0,9; геміцелюлози та целюлоза — 1,3; гумусові речовини — 5,0. Біомаса міцелію грибів становить, г на 100 г ґрунту у шарі до глибини 12 см: *Cantharellus cibarius* — 0,41; *Amanita muscaria* — 0,77, *Leccinum aurantiacum* — 0,17; *Sarcodon imbricatus* — 0,74. Інші органічні рештки, що залишаються після гідролізу, були вираховані за різницею між загальним вмістом органічної речовини в ґрунті та сумарним значенням досліджуваних фракцій органічної речовини, включаючи і біомасу міцелію досліджуваних грибів. Частка цієї фракції в середньому становить 6,9 г на 100 г ґрунту.

Кількісний склад фракцій органічної речовини та міцелію (див. табл. 1), а також дані питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у аналізованих фракціях органічної речовини ґрунту та міцелії грибів дозволили вирахувати внесок кожного з досліджуваних компонентів у загальний баланс радіоцезію верхніх шарів ґрунту.

У табл. 2 наведено результати визначення загальної активності  $^{137}\text{Cs}$  (у % до загальної активності радіонукліда в ґрунті), зосередженого в проаналізованих складових частинах дерново-середньопідзолистого ґрунту в межах його верхнього шару. Так, внесок водорозчинної фракції в загальну активність ґрунту в місцях зростання досліджуваних видів грибів для шару ґрунту 0–10 см є незначним і становить близько 3%. У гумусових речовинах, виділених шляхом екстракції пірофосфатом натрію, зосереджено 12,2% загальної активності ґрунту. Частка радіонукліда, зосередженого у фракції целюлози, становить 15,7%. Найвищий внесок у загальну активність радіонукліда в досліджуваних ґрунтах забезпечує фракція геміцелюлоз. У цій біохімічній фракції було зосереджено вдвічі більшу активність радіонукліда, ніж у целюлозі — 32,6%. У міцелії досліджуваних видів грибів, згідно з нашими даними, може бути локалізовано від 4 до 20% загальної радіоактивності ґрунту. Так, у місцях зростання *Cantharellus cibarius*, *Amanita muscaria*, *Leccinum aurantiacum* та *Sarcodon imbricatus* у вегетативному тілі грибів зосереджено відповідно 5,1; 4,4; 6,5 та 20,7% загальної радіоактивності ґрунту.

Отже, встановлено, що при вмісті міцелію досліджуваних видів грибів менше 1% за масою у ньому може бути локалізовано до 21% загальної радіоактивності  $^{137}\text{Cs}$  ґрунту.

1. Liser K. H., Steinkopff T. Chemistry of radioactive cesium in the hydrosphere and in the geosphere // Radiochim. Acta. – 1989. – No 46. – P. 39–47.

2. 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 seminatural environments / Eds. G. Desmet, P. Nassimbini, M. Belli. – London: Elsevier, 1990. – P. 657–663.
3. Vinichuk M., Johanson K. J. Accumulation of  $^{137}\text{Cs}$  by Fungal Mycelium in Forest Ecosystems of Ukraine // J. Environ. Radioactivity. – 2003. – No 64. – P. 27–43.
4. Віничук М. М., Долгілевич М. Й. Компартменти  $^{137}\text{Cs}$  в лісовому ґрунті у місцях зростання *Leccinum aurantiacum* та *Sarcodon imbricatus* // Вісн. ДАУ. – 2005. – № 2. – С. 78–82.
5. Віничук М. М., Йохансон К., Долгілевич М. Й. Істочники поступлення  $^{137}\text{Cs}$  в мицелій грибів // Доп. НАН України. – 2003. – № 1. – С. 181–185.
6. McGee E. J., Synnott H. J., Johanson K. J. et al. Chernobyl fallout in a Swedish spruce forest ecosystem // J. Environ. Radioactivity. – 2000. – No 48. – P. 59–78.
7. Кононова М. М. Органическое вещество почвы. – Москва: Изд-во АН СССР, 1963. – 315 с.

Житомирський державний  
технологічний університет

Надійшло до редакції 27.06.2006