

Загальна екологія

УДК 634.95:504

М. М. Вінічук

к.с-г.н.

М. Й. Долгілевич

д.б.н.

Житомирський державний технологічний університет

КОМПАРТМЕНТИ ^{137}Cs В ЛІСОВОМУ ҐРУНТІ В МІСЦЯХ ЗРОСТАННЯ *LECCINUM AURANTIAECUM* ТА *SARCODON IMBRICATUS*

*Проаналізовано склад та участь біохімічних фракцій органічної речовини лісового ґрунту, гумусових речовин, негідролізованого залишку та грибниці у місцях зростання *Leccinum aurantiaecum* та *Sarcodon imbricatus* у загальному балансі активності ^{137}Cs верхніх шарів ґрунту та лісової підстилки.*

Постановка проблеми

Внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС лісові екосистеми зазнали значного радіонуклідного забруднення радіоактивним ізотопом цезію – ^{137}Cs . Основним джерелом цього радіонукліду в лісових екосистемах є ґрунт та лісова підстилка, де в результаті опадання радіоактивних частинок під полог лісу, їх змиву з поверхні дерев атмосферними опадами та листопадів зосереджено близько 90 % радіоактивності ^{137}Cs . У результаті адсорбції та хімічного зв'язування різноманітними органічними сполуками радіоцезій акумулюється переважно у верхніх, багатих на органічну речовину, шарах лісового ґрунту. Тому лісові ґрунти є джерелом сильного забруднення всієї флори і фауни лісу, а також потенційним джерелом як зовнішнього, так і внутрішнього опромінення населення, що проживають на забруднених територіях. Цьому сприяє те, що темпи вертикальної міграції ^{137}Cs тут є надзвичайно низькими а біологічна доступність його досить висока, що очевидно обумовлено специфікою його локалізації в окремих структурних частинах ґрунту.

Аналіз останніх результатів досліджень

McGee та ін. [2] проаналізували вклад окремих наземних компонентів лісових екосистем у загальний баланс радіоцезію. Встановлено, що лісова підстилка та верхні шари ґрунту (0–10 см) містять основну частину (86,8 %) активності ^{137}Cs в лісових екосистемах. У дерев'янистому ярусі дерев зосереджено 6,7 а у мохах – 5,5 % активності радіоцезію. Решта активності даного радіонукліду зосереджена у надґрунтовому покриві та в окремих диких тваринах (лось та козуля). На долю плодових тіл грибів припадає 0,46 % загальної активності. Разом з тим відомо, що понад 95 % грибною біомаси зосереджено у грибниці – вегетативному тілі гриба, що поширена у верхніх шарах лісового ґрунту [3]. З огляду на дану обставину міцелій

розглядається як один з важливих компартментів локалізації ^{137}Cs у верхніх шарах лісової підстилки та ґрунту [4–6]. За рахунок біологічного кругообігу ^{137}Cs також надходить у ґрунт з відмерлими органічними рештками, вивільнення якого, очевидно, залежить від темпів мінералізації окремих біохімічних компонентів органічної речовини (геміцелюлоз, целюлоз), а також акумулюється у заново сформованих гумусових речовинах. Нами було досліджено вклад окремих біологічних (міцелій, виділений з ґрунту в місцях зростання двох видів ектомікоризних грибів *Leccinum aurantiacum* (Bull.St.Am) та *Sarcodon imbricatus* (Fr.)), біохімічних (біохімічні фракції органічної речовини ґрунту) та гумусових речовин як компартментів ^{137}Cs в лісових екосистемах, забруднених радіонуклідами.

Методика і об'єкти

Дослідження проводились протягом 1995–1997 рр. в лісових екосистемах, розташованих в Овруцькому районі Житомирської області. Дослідні ділянки були розміщені на віддалі біля 70 км на захід від Чорнобильської АЕС. Щільність радіоактивного забруднення в районі досліджень становила 100–590 кБк м-2.

Ґрунти – дерново-середньо-підзолисті піщані, розвинені на флювігляційних відкладеннях з однаковим вмістом органічної речовини від 27,3 % у верхніх 1–3 см шарах до 0,1 % на глибині 10 см у місці зростання *Leccinum aurantiacum* (Bull.St.Am) та від 26,9 до 0,5 % у місці зростання *Sarcodon imbricatus* (Fr.) відповідно. Потужність органічного горизонту 2–3 см. Переважаюча частина лісових насаджень – 90 % сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.) за віком понад 30–40 років. На дослідних ділянках відбирались плодові тіла грибів, і там же – відібрано зразки лісового ґрунту на глибині до 10 см з допомогою сталевого бура з діаметром 5 см в чотирикратній повторності. Відібрані зразки ділили на частини товщиною 1 см і зформували об'єднані зразки з відповідних глибин ґрунтового профілю. У першій частині зразків ґрунту нами було виділено міцелій за методикою, що приведена у роботі [4] та визначено вміст органічної речовини методом спалювання зразків ґрунту при температурі 550°C.

У другій частині тих же ґрунтових зразків була визначена водорозчинна фракція органічної речовини ґрунту після гарячого водного гідролізу. У залишку визначали геміцелюлози шляхом гарячого солянокислого гідролізу 2 % розчином HCl , після чого – целюлози шляхом гарячого гідролізу у розчині сірчаної кислоти. Гумусові речовини були визначені шляхом екстракції пірофосфатом натрію [1].

Активність ^{137}Cs в ґрунті, міцелії та в гідролізатах вимірювали на автоматичному гама-аналізаторі, обладнаному NaI(Tl) скінтіляційним детектором (Packard Co). Статистична обробка результатів досліджень проведена з допомогою програми MINITAB.

Результати досліджень

Водорозчинна фракція органічної речовини ґрунту, геміцелюлози, целюлози, гумусові речовини, міцелій грибів та негідролізований залишок з мінеральною частиною ґрунту (таблиця 1) були розглянуті нами як складові балансу – компартменти радіоцезію. Як свідчать дані таблиці 1 вміст біохімічних фракцій органічної речовини зменшується з глибиною і для шару ґрунту 0–10 см у місцях зростання *Leccinum aurantiacum* та *Sarcodon imbricatus* в середньому складає: водорозчинна фракція – 0,15–0,05, геміцелюлоза – 0,24–0,05, целюлоза – 0,22–0,02, гумусові речовини 0,28–0,32 г на 100 г ґрунту відповідно. Вміст міцелію у складі досліджуваних компартментів ^{137}Cs у місці зростання *Leccinum aurantiacum* становить 0,14, а у місці зростання *Sarcodon imbricatus* – 0,61 г на 100 г ґрунту. Доля негідролізованого залишку органічної речовини ґрунту та мінеральної його частини у складі аналізованих фракцій ґрунту становить близько 99 г на 100 г ґрунту за масою.

Таблиця 1. Кількісний склад окремих фракцій органічної речовини лісового ґрунту та міцелію в шарі ґрунту 0–10 см, г на 100 г ґрунту

Глибина, см	Біохімічні фракції				Міцелій гриба	Негідролізований залишок + мінеральна частина грунту
	водорозчинна	геміцелюлоза	целюлоза	гумусові речовини		
Leccinum aurantiacum (Bull.St.Am)						
0–2	1,209	1,958	1,862	2,015	0,426	92,5*
2–4	0,075	0,114	0,085	0,122	0,196	99,4
4–6	0,034	0,049	0,029	0,069	0,144	99,7
6–10	0,015	0,016	0,006	0,058	0,055	99,9
Середнє значення для шару 0–10 см	0,154	0,243	0,218	0,275	0,140	98,9
Sarcodon imbricatus (Fr.)						
0–2	1,693	2,741	2,606	2,821	2,807	87,3*
2–4	0,139	0,212	0,158	0,227	0,668	98,6
4–6	0,053	0,077	0,045	0,108	0,520	99,2
6–10	0,051	0,054	0,021	0,192	0,395	99,3
Середнє значення для шару 0–10 см	0,158	0,237	0,195	0,322	0,609	98,5

* Різниця між загальним вмістом та вмістом окремих фракцій

У таблиці 2 приведено (у %) баланс загальної активності радіоцезію, зосередженого у проаналізованих складових частинах лісового ґрунту у межах його верхніх шарів. Активність ґрунту відповідних шарів прийнято

за 100 %. Як свідчать дані таблиці, фракція органічної речовини – водорозчинна, фракції геміцелюлоз та целюлоз забезпечують незначний вклад у загальний баланс активності ^{137}Cs верхніх шарів лісового ґрунту. Незалежно від місць відбору зразків доля водорозчинної фракції та фракції целюлоз у загальному балансі ^{137}Cs є досить низькою – 0,004–0,005 %.

Таблиця 2. Загальна активність ^{137}Cs зосередженого у відповідних компонентах лісового ґрунту для шару 0–10 см, %

Глибина, см	Біохімічні фракції				Міцелій гриба	Негідролізований залишок + мінеральна частина ґрунту
	водорозчинна	геміцелюлози	целюлози	гумусові речовини		
Leccinum aurantiacum (Bull.St.Am)						
0–2	0,004	0,007	0,004	1,010	2,19	96,79*
2–4	0,002	0,094	0,002	3,340	4,17	92,39
4–6	0,007	0,235	0,008	2,270	6,20	91,28
6–10	0,005	0,594	0,005	2,330	4,76	92,31
Середнє значення для шару 0–10 см	0,004	0,061	0,004	1,695	2,99	95,24
Sarcodon imbricatus (Fr.)						
0–2	0,004	0,006	0,003	1,010	12,68	86,29*
2–4	0,008	0,363	0,007	3,340	25,12	71,15
4–6	0,009	0,300	0,029	2,270	22,41	75,01
6–10	0,011	1,455	0,026	2,330	25,32	70,87
Середнє значення для шару 0–10 см	0,005	0,169	0,005	1,529	16,07	82,21

* Різниця між загальним вмістом та вмістом окремих фракцій

Дещо помітнішим у загальний баланс ^{137}Cs є вклад геміцелюлоз – 0,06–1,7 % з тенденцією до зростання у глибших шарах ґрунту. Згідно наших даних їх в середньому для профілю 0–10 см у складі гумусових речовин зосереджено 1,5–1,7 %. Грибниця у місцях відбору досліджуваних видів грибів містить у середньому від 2,9 до 16,1 % ^{137}Cs верхніх шарів лісового ґрунту. У зразках ґрунту, відібраних у місці зростання *Sarcodon imbricatus* грибниця містить до 25 % загальної активності ^{137}Cs . На долю негідролізованого залишку органічної речовини ґрунту та мінеральної його частини у складі аналізованих фракцій ґрунту у загальному балансі радіоізотопу цезію припадає 82–92 %.

Висновки

Встановлено, що на долю водорозчинної фракції органічної речовини лісового ґрунту, геміцелюлоз, целюлоз та гумусових речовин припадає 1,7 % загальної активності радіоцезію верхніх шарів лісового ґрунту при вмісті їх у середньому 0,9 г на 100 г ґрунту. Вклад міцелію у зразках ґрунту, відібраних у місцях зростання *Leccinum aurantiacum* та *Sarcodon imbricatus*, у загальну активність ^{137}Cs становить 2,9–16,1 % при середньому вмісті 0,37 г на 100 г ґрунту. Негідролізований залишок, що залишається після гарячого сірчанокислового гідролізу, до складу якого входить також мінеральна частина ґрунту, містить до 90 % загальної активності ^{137}Cs .

Напрями подальших досліджень

Варто провести аналіз інших компартментів ^{137}Cs у лісовому ґрунті та дослідити механізми, що забезпечують низькі темпи міграції та високу біологічну доступність радіоцезію в межах верхніх шарів лісового ґрунту та підстилки.

Література

1. Кононова М.М. Органическое вещество почвы. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 315 с.
2. McGee E.J., Synnott H.J., Johanson K.J., Fawaris B.H., Nielsen S.P., Horrill A.D. Kennedy V.H., Barbayiannis N., Veresoglou D.S., Dawson D.E., Colgan P.A. & McCarry A.T. Chernobyl fallout in a Swedish spruce forest ecosystem // *J. Environ. Radioactivity*. –2000. – №48. – P.59–78.
3. Olsen R.A., Joner E. and 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 // In G. Desmet, P Nassimbini, & M. Belli, *Transfer of radionuclides in natural and seminatural environments*. – London: Elsevier Applied Science, 1990. – P. 657–663.
4. Vinichuk M. & Johanson K.J. Accumulation of ^{137}Cs by Fungal Mycelium in Forest Ecosystems of Ukraine // *J. Environ. Radioactivity*. –2003. –№64. – P.27–43.
5. Vinichuk M., Johanson K.J. & Taylor A.S.F. ^{137}Cs in the Fungal Compartments of Swedish Forest Soils // *The Science of the Total Environmen*. –2004. – №323. – P. 243–251.
6. Vinichuk M.M., Johanson K.J., Rosen K. & Nilsson I. Role of the fungal mycelium in the retention of radiocaesium in forest soils // *J. Environ. Radioactivity*. –2005. –№78. – P.77–92.