

ПОЛІСАХАРИДИ ОРГАНІЧНОЇ РЕЧОВИНИ ҐРУНТІВ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ ЯК ІНКОРПОРАТОРИ ^{137}Cs

Встановлено спільність у кількісному розподілі та загальні закономірності в інкорпоруванні ^{137}Cs біохімічними фракціями органічної речовини дерново-підзолистих ґрунтів лісових екосистем України і Швеції. Показані спільні закономірності в інкорпоруванні ^{137}Cs біохімічними фракціями.

Постановка проблеми

Радіоактивна речовина, що надійшла в ґрунт лісових екосистем із джерел викиду, включилася в біологічний кругообіг у системі ґрунт – рослина. Імовірно, в результаті фотосинтезу ^{137}Cs , що надійшов у листя, залучений у транспорті первинних продуктів синтезу – простих цукрів. У процесі полімеризації й утворення полісахаридів – геміцелюлоз, целюлози, лігніну ^{137}Cs зв'язується з цими біохімічними фракціями шляхом його сорбції на поверхні колоїдів і подальшої інкорпорації в міру старіння колоїдів [1].

Завдання наших досліджень полягало в тому, щоб показати по-перше, спільність біохімічного складу органічної речовини ґрунтів лісових екосистем Полісся України і центральної Швеції, по-друге, встановити чи існує подібність розподілу ^{137}Cs за біохімічними фракціями органічної речовини досліджуваних лісових ґрунтів.

Аналіз останніх результатів досліджень

Раніше проведеними дослідженнями встановлений розподіл ^{137}Cs за біохімічними фракціями органічної речовини як рослин, так і ґрунту [2].

Для розуміння механізму інкорпорації ^{137}Cs у окремих біохімічних фракціях, зокрема таких як лігнін раніше проведених досліджень недостатньо. Важливість розуміння цього питання пов'язана з

дослідженнями закономірностей процесу розкладання органічної речовини, у якому беруть участь такі редуценти як гриби, що формують потоки радіоактивної речовини в трофічних ланцюгах.

Методика і об'єкти. Об'єктами досліджень були лісові екосистеми, у яких домінує сосна звичайна. Дослідження були проведені в лісових екосистемах центральної Швеції, розташованих у 90 км на північний захід від м. Упсала та в 10 км північніше м. Євле. Дослідна ділянка лісу була представлена мокрим бором А₅С V класу бонітету. Ґрунти першої дослідної ділянки – дерново-підзолисті оторфовані. Верхній шар Ґрунту був представлений слабо розкладеним торфом, до складу якого входили переважно рослинні залишки моху та лишайників. У надґрунтового покриві переважали ожина (*Rubus chamaemorus*), водянка (*Empetrum hermaphroditus*) та багно звичайне (*Ledum palustre*). Друга дослідна ділянка розміщувалась поруч (70–100 м) і була представлена вологим бором А₃С, з участю ялини в насадженнях сосни III класу бонітету. Ґрунти другої дослідної ділянки – дерново-підзолисті малопотужні, розвинені на продуктах вивітрювання гранітів. Вік сосни звичайної (*Pinus sylvestris*) та ялини (*Picea abies*) 80–100 років. Надґрунтовий покрив представлений переважно чорницею (*Vaccinium myrtillus*), брусницею (*Vaccinium vitis-idaea*) та вересом (*Calluna vulgaris*). На поверхні Ґрунту зустрічались мохи та лишайники.

Клімат району досліджень помірний, який зазнає впливу теплої течії Гольфстрім. Тривалість беззаморозкового періоду складає 6 місяців. Вегетаційний період при температурі повітря понад 5°C складає 140 днів. Середня температура січня 0 – +5°, липня +15 – +17°C. Опадів випадає близько 500–700 мм у рік.

В Україні район дослідження знаходиться в 70 км на захід від Чорнобиля в лісових екосистемах Овруцького району Житомирської області. Щільність радіоактивного забруднення на дослідних ділянках склала 125–556 кБк/м². Переважаючими породами дерев тут були сосна звичайна і береза пухнаста. На 90 % лісової площі вік сосни перевищував 30 років. Основні масиви листяних лісів мають вік понад 25 років. Надґрунтовий покрив представлений чорницею, брусницею, вереском та молінією. Основні Ґрунти – дерново-сильнопідзолисті піщані, сформовані на флювіогляціальних відкладеннях. Потужність Ґрунту не перевищує 0,5 м, товщина лісової підстилки досягає 6 см і більше. Відмічалась оторфованість верхнього шару Ґрунту. Вміст органічної речовини в шарі 0–10 см складає 4,4–54,2 %, глинистих часток – 3,3–10,4 %. Ємність катіонного обміну складає 9,2–34,8 мекв/100 г, рН_{kcl} – 2,7–3,6.

Клімат району досліджень помірний, характеризується підвищеним зволоженням, коротким і прохолодним літом. Середня температура повітря в січні від мінус 4 до мінус 5 °С, у липні +17–18°C. Тривалість беззаморозкового періоду складає 150–165 днів. Річна норма опадів складає 500–600 мм.

На кожній з дослідних ділянок у жовтні 1994, 1995 і в 2000 р. було закладено чотири ґрунтових розрізи. Зразки ґрунту відбирались металічним ґрунтовим буром діаметром 5,8 см пошарово через кожний сантиметр до глибини 10 см.

У першій частині зразків ґрунту було визначено вміст органічної речовини методом спалювання при температурі 550°С.

У другій частині тих же ґрунтових зразків були визначені речовини, після гарячого водяного гідролізу. Для визначення геміцелюлози залишок ґрунту було піддано солянокислому гарячому гідролізу 2 % розчином HCl і в гідролізаті визначені цукри за методом Бертрана. У залишку ґрунту після солянокислого гідролізу було визначено клітковину. Для цього залишок ґрунту було піддано гарячому гідролізу в розчині сірчаної кислоти і у гідролізаті визначені цукри за методом Бертрана. Залишок ґрунту після гідролізу було спалено в муфельній печі при температурі 550°С. Втрата ваги розглядалась умовно як негідролізований залишок. Біохімічні фракції ґрунту були визначені за методикою М. М. Кононової [3].

Результати досліджень

У підстилці та оторфованому шарі ґрунту загальна кількість органічної речовини в досліджених ґрунтах Швеції складає 24–91 %. Вміст органічної речовини в підстилці досліджених лісових ґрунтів України був дещо більшим, і коливався у межах 55–94 %. Відзначається приблизно однаковий склад органічної речовини дослідженої підстилки ґрунтів як у

Таблиця 1. Склад органічної речовини ґрунтів

Глибина, см	Загальна органічна речовина, %	У складі органічної речовини ґрунту, %			
		Водно- розчинні речовини	Геміцелюлоза	Целюлоза	Негідролізований залишок
<i>Дерново-підзолистий оторфований ґрунт (Швеція)</i>					
H _T 0–2	84,3	6,9	12,6	9,5	71,0
H _T 2–4	85,6	5,5	11,9	8,2	74,4
H _T 4–6	91,2	4,9	9,4	8,3	77,4
H _T 6–10	89,1	4,5	10,4	8,9	76,2
<i>Дерново-підзолистий малопотужний ґрунт (Швеція)</i>					
H ₀ 0–2	81,4	6,5	14,0	11,0	68,5
H ₀ 2–4	63,9	7,2	13,6	8,2	71,0
H ₀ 4–6	59,5	7,9	13,1	7,5	71,5
H ₀ 6–10	23,6	9,6	12,8	4,9	72,7
<i>Дерново-підзолистий ґрунт (Україна)</i>					
Опад	96,9	7,9	11,1	15,3	51,4
H ₀ 0–2	93,6	6,3	10,2	9,7	63,3
H ₀ 2–4	73,2	6,5	9,9	7,4	65,6
H ₀ 4–6	54,8	6,5	9,5	5,5	65,2
E 6–12	3,4	7,6	8,1	3,3	52,2

Швеції, так і в Україні. Так, воднорозчинна фракція в досліджених ґрунтах Швеції становила 4,5–9,6 %, вміст геміцелюлози був відповідно 9,4–14 %, целюлози 4,9–11 %, а вміст негідролізованого залишку був відповідно 68–76 %. У досліджених ґрунтах України вміст біохімічних фракцій органічної речовини відповідно становив 6,3–6,5 %, 9,5–10,2 %, 5,5–9,7 і 63–65 % (табл. 1).

При переважанні в складі органічної речовини біохімічні фракції утворюють такий зростаючий ряд: воднорозчинна фракція > целюлоза > геміцелюлоза > негідролізований залишок.

Спільність у розподілі біохімічних фракцій в органічній речовині підстилки досліджених ґрунтів України і Швеції добре видна на рисунку 1.

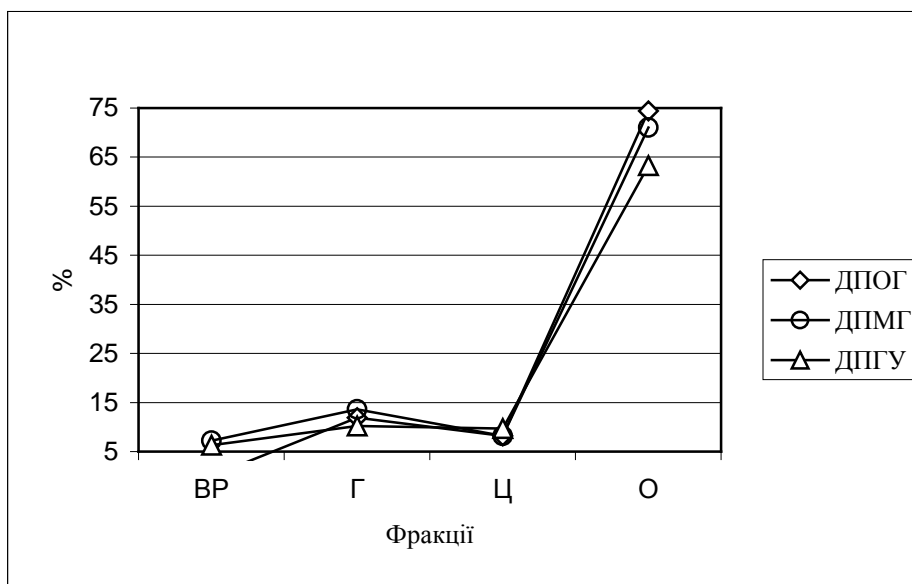


Рис. 1. Розподіл біохімічних фракцій в органічній речовині підстилки ґрунтів України і Швеції, %

ВР – воднорозчинна фракція; Г – геміцелюлоза; Ц – целюлоза;

О – негідролізований залишок; ДПОГ – дерново-підзолистий оторфований ґрунт Швеції; ДПМГ – дерново-підзолистий малопотужний ґрунт Швеції; ДПГУ – дерново-підзолистий ґрунт України

Приблизно однакова частка біохімічних фракцій у складі органічної речовини підстилки дозволяє припустити, що в однакових кліматичних умовах лісових екосистем як Швеції, так і України процеси розкладання рослинних залишків і функціонування редуцентів будуть однотипними. Разом з тим, з достатньою імовірністю можна припустити, що інкорпоруєчі властивості біохімічних фракцій органічної речовини стосовно радіоактивного цезію будуть однозначними.

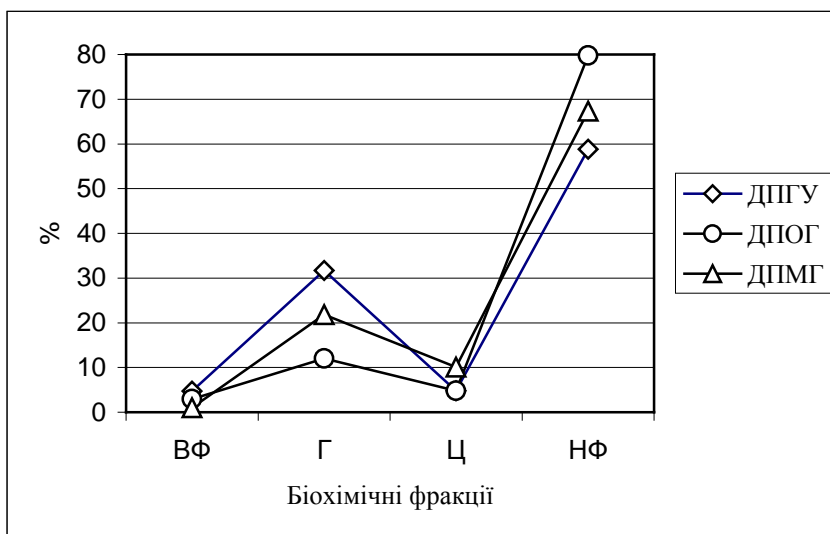


Рис. 2. Розподіл активності ¹³⁷Cs по біохімічних фракціях органічної речовини підстилки ґрунтів Швеції й України. %

ВФ – воднорозчинна фракція; Г – геміцелюлоза; Ц – целюлоза; НФ – негідролізований залишок. ДПГУ – дерново-підзолисті ґрунти України; ДПОГ – дерново-підзолисті оторфовані ґрунти Швеції; ДПМГ – дерново-підзолисті малопотужні ґрунти Швеції.

На рис. 2 видно, що розподіл ¹³⁷Cs по біохімічних фракціях органічної речовини підстилки також свідчить про однакові інкорпоруючі функції біохімічних фракцій.

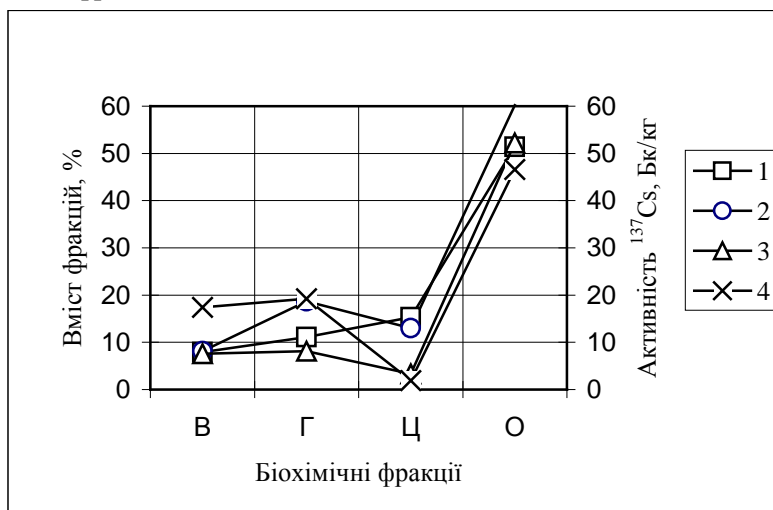


Рис. 3. Розподіл біохімічних фракцій (1) і питомої активності в них ¹³⁷Cs (2) в опаді і відповідно в горизонті А₁ (3 і 4).

В – воднорозчинна фракція; Г – геміцелюлоза; Ц – целюлоза; О – негідролізований залишок

У кінцевих продуктах розкладу лісового опаду розподіл активності в біохімічних фракціях органічної речовини ^{137}Cs зберігається.

Як у опаді, так і в горизонті A_1 вміст негідролізованого залишку є найвищим. У цій же фракції зберігається і найбільша питома активність радіоактивної речовини (рис. 3). Утворення гумусу супроводжується зв'язуванням у ньому ^{137}Cs . Тому в горизонтах ґрунту під підстилкою пріоритет в інкорпорації ^{137}Cs належить ґрунтовому гумусу.

Висновки

Встановлено спільність у кількісному розподілі геміцелюлози, целюлози, воднорозчинної і негідролізованої у кислотах фракцій органічної речовини дерново-підзолистих ґрунтів лісових екосистем України і Швеції. Встановлені також загальні закономірності в інкорпоруванні ^{137}Cs біохімічними фракціями. По величині активності ^{137}Cs у біохімічних фракціях останні характеризуються таким зростаючим рядом: воднорозчинна фракція > целюлоза > геміцелюлоза > негідролізований залишок.

Перспективи подальших досліджень

Негідролізований залишок лісових ґрунтів (лігнін) містить у собі найвищу активність радіоцезію. Але механізми, що забезпечують фіксацію радіонукліду у даній фракції залишаються невідомі, оскільки органічна речовина ґрунту характеризується слабою акумулятивною здатністю щодо обмінних катіонів, а вміст глинистої фракції, що має значну поглинальну здатність, у дерново-підзолистих лісових ґрунтах досить низький. Крім того, остаточно не встановлена роль таких редуцентів як гриби, що формують потоки радіоактивної речовини в трофічних ланцюгах лісових ґрунтів.

Література

1. Йохансон К., Долгилевич М. И. О связи ^{137}Cs с органическими соединениями вегетативных органов сосны обыкновенной // Доповіді НАН України. – 2000. – № 9. – С. 198–202.
2. Йохансон К., Долгилевич М. И. Аккумуляция и распределение ^{137}Cs в органическом веществе почвы в процессе разложения лесного опада // Доповіді НАН України. – 2000. – № 12. – С. 204–208.
3. Кононова М. М. Органическое вещество почвы. – М.: АН СССР, 1963. – 314 с.