

О.В. Бельська

Поліський природний заповідник

с. Селезівка, Овруцький район, Житомирська обл., 11189 Україна

e-mail: Olucky@i.ua

<https://doi.org/10.53904/1682-2374/2019-21/28>

РОЗПОДІЛ ^{137}Cs В ЕКОСИСТЕМАХ ЛИШАЙНИКОВИХ БОРІВ ПОЛІСЬКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА

Ґрунт, деревостан, живий надґрунтовий покрив, лишайник, радіоцезій

РОЗПОДІЛ ^{137}Cs В ЕКОСИСТЕМАХ ЛИШАЙНИКОВИХ БОРІВ ПОЛІСЬКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА. О.В. Бельська. – Робота містить експериментальні дані щодо здатності різних компонентів лісових екосистем накопичувати ^{137}Cs . Встановлено, що серед лісової рослинності найбільшу частку радіонуклідів містить деревний ярус, проте найбільшою питомою активністю відрізняються лишайниковий та моховий покрив. Ґрунт є одним з депо радіонуклідів, що має велике значення у розподілі ізотопів в лісовій екосистемі.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ^{137}Cs В ЭКОСИСТЕМАХ ЛИШАЙНИКОВЫХ БОРОВ ПОЛИССКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА. О.В. Бельская. – Работа содержит экспериментальные данные о способности разных компонентов лесных экосистем накапливать ^{137}Cs . Определено, что среди лесной растительности большая часть радионуклидов содержится в древесном ярусе, однако наибольшей удельной активностью характеризуются лишайниковый и моховый покров. Почва является одним из депо радионуклидов, что имеет большое значение в распределении изотопов в лесной экосистеме.

DISTRIBUTION OF ^{137}Cs IN THE ECOLOGICAL SYSTEMS OF LICHEN FORESTS OF POLISSYA NATURAL RESERVE. O.V. Belska. – The article contains experimental data on the ability of different components of forest ecosystems to accumulate ^{137}Cs . It is determined that among the forest vegetation most of the radionuclides are contained in the tree layer, and the most specific activity is characterized by lichen and moss cover. The soil is one of the depot of radionuclides, which is of great importance in the distribution of isotopes in the forest ecosystem.

В динаміці міграції та розподілу техногенних радіонуклідів по компонентах лісової екосистеми виділяють дві стадії. Перша стадія обумовлена осадженням радіоактивних аерозолей на деревинний ярус і продовжується близько 2–4 років. На другій стадії основний вклад у забруднення рослинності робить кореневе надходження (Тихомиров, 1989).

Первинним бар'єром на шляху радіоактивних випадін з атмосфери є деревний ярус наземних фітоценозів. Другим рослинним фільтром радіоактивних випадін є живий надґрунтовий покрив під лісовим наметом. Його затримуюча здатність залежить від ряду факторів: проективного покриття, величини біомаси, особливостей будови надземних органів та загальної площі поверхні рослин. За ступенем перехоплення радіонуклідів для різних представників надґрунтового покриву встановлений наступний ряд: трав'янисті рослини < лишайники < мохи (Нифонтова, Алексащенко, 1992; Фриссел, 1993; Нифонтова, 1997).

Інтенсивність накопичення радіонуклідів біологічними об'єктами зумовлюється, в першу чергу, фізико-хімічними властивостями, формою та шляхом їх надходження до екосистем. Тому з радіонуклідів, що потрапили в біосферу під час аварії на ЧАЕС, найбільша увага приділялася саме ^{137}Cs та ^{90}Sr , які є основними дозоутворюючими нуклідами і легко мігрують у трофічних ланцюгах.

Інтенсивність міграції радіонуклідів залежить від біологічних та анатомо-морфологічних особливостей рослин: життєва форма, симбіоз з грибами (утворення мікоризи), потреба у елементах-аналогах та інших катіонах, глибина розміщення кореневої системи у ґрунті та ін. Для рослин трав'янисто-чагарничкового ярусу характерна видоспецифічність накопичення радіонуклідів. Це явище проявляється у всіх фітоценозах та типах умов місцезростання. Розподіл нуклідів по фракціях фітомаси також неоднаковий для різних видів рослин. Важливу роль у інтенсивності кореневого надходження радіонуклідів відіграють такі фактори, як розташування кореневої системи, її горизонтальна протяжність, ступінь

заповнення коренями ґрунтових горизонтів, хімізм кореневих виділень, симбіоз з грибами тощо.

Важливим компонентом лісових біоценозів є мохово-лишайниковий ярус. Ряд дослідників (Нифонтова, Алексашенко, 1992; Краснов, 1996; Нифонтова, 1997) зазначає, що біологічні особливості мохів та лишайників істотно впливають на перерозподіл радіонуклідів у лісових екосистемах. За їх свідченням, мохово-лишайниковий ярус накопичує радіонукліди у 10–100 разів інтенсивніше, ніж види, що складають трав'янисто-чагарниковий ярус лісу.

Метою даної роботи є встановити здатність компонентів екосистеми до накопичення радіоцезію в період квазістатичної рівноваги.

Методика досліджень

Робота включала маршрутні-експедиційні та лабораторні дослідження. Для проведення досліджень використовували стандартні методики, прийняті для відбору зразків, їх підготовки та проведення аналізу.

Вибір та закладання постійних пробних площ проводили згідно з програмою і методикою біогеоценологічних досліджень (Програма ..., 1974). Характеристика пробних площ наведена в попередніх роботах (Бельская, 2014). Відбір зразків для спектрометричних досліджень проведено відповідно до загальноприйнятих методик та інструкцій (Інструкція ..., 1998).

Результати досліджень

Радіоактивне забруднення вищих рослин лісових екосистем на даному етапі обумовлене факторами засвоєння елементів з ґрунтового розчину. В цьому плані лишайники виступають як посередники між атмосферним забрудненням та ґрунтом, з одного боку, і сорбентами радіоактивних випадів, з другого.

Серед представників вищої рослинності в лишайникових борах нами досліджувався деревостан, представлений сосною звичайною *Pinus sylvestris* L. та березою повислою *Betula pendula* Roth; в живому надґрунтовому покриві найбільш розповсюджені мохи (табл. 1) та костриця овеча *Festuca ovina* L., а в умовах свіжого бору, переважно на невеличких мохових острівцях, представлені також види чагарничкового ярусу – *Vaccinium myrtillus* L. та *Calluna vulgaris* (L.) Hull.

Таблиця 1. Частка питомої активності ^{137}Cs фітомаси рослин лишайникових борів, %

Вид	Тип умов місцезростання, склад насадження			
	A1	A2		
	10Сз	9Сз1Бп	8Бп2Сз	
Деревостан				
<i>Pinus sylvestris</i>	78,8	49,0	64,2	
<i>Betula pendula</i>	-	1,7	17,7	
В цілому	78,8	50,7	81,9	
Живий надґрунтовий покрив				
Моховий покрив	1,0	19,0	6,6	
Трав'янисто-чагарничковий ярус	<i>Festuca ovina</i>	0,3	0,6	-
	<i>Calluna vulgaris</i>	-	1,8	-
	<i>Vaccinium myrtillus</i>	-	2,4	-
Епігейні лишайники	19,8	25,2	11,5	
В цілому	21,1	50,9	18,1	
Епіфітні лишайники	до 0,1	до 0,1	до 0,1	

Найбільшою сумарною активністю радіоцезію характеризується саме деревний ярус, основну роль в якому відіграє сосна звичайна. Частка її активності в середньому складає 49% в свіжих і близько 79% в сухих борах. Активність берези незначна через її малі запаси.

Проте в насадженні з переважанням берези її активність складає лише 18%, а соснового підросту – 64%. Цей факт ми пояснюємо низьким приростом берези (насадження берези знаходиться в пригніченому стані, до 20% дерев відмирає), стрімким ростом молодого сосняку та швидким розкладом лісової підстилки, що в більшості (на 95–98%) складається з березового листа.

Серед живого надгрунтового покриву найбільш забрудненими є епігейні лишайники (12–25%) та мохи (залежно від частки маси у покриві до 6–19%). Трав'янисто-чагарничковий покрив, хоча і має значну питому активність, проте запаси його фітомаси на площі досить малі, що дозволяє говорити про незначний вміст в них сумарної активності (0,3–7%).

В цілому для екосистеми лишайникових борів ряд зменшення частки питомої активності в рослинних компонентах складає: сосна звичайна > епігейні лишайники > моховий покрив > чорниця > верес > костриця овеча > береза бородавчаста > епіфітні лишайники. Що ж до питомої активності цих рослин, ряд зменшення такий: моховий покрив > верес > чорниця > епігейні лишайники > епіфітні лишайники > вівсяниця овеча > сосна звичайна > береза бородавчаста.

Проте, незважаючи на досить високу питому активність живого надгрунтового покриву, найбільш забрудненим з компонентів екосистеми є ґрунт глибиною до 0–5 см. Його частка сумарної активності нукліду в лісовому ценозі складає 65–73%. Другою за активністю є лісова підстилка (8–12%) з максимальним показником в умовах вологого бору.

Оскільки кожен з компонентів лісової екосистеми має свої особливості забруднення та поглинання радіонуклідів, а частка їх маси досить різна, необхідно визначити певний показник (коефіцієнт), що дозволить показати різницю між накопиченням цезію-137. Лишайники, на відміну від вищих рослин, не накопичують нукліди з ґрунту. Навпаки, забруднення ґрунту в певній мірі залежить від характеристик лишайникового покриву. Тому такі показники, як коефіцієнт накопичення (КН) та коефіцієнт переходу (КП), що показують залежність накопичення нукліду рослинністю від його активності в ґрунті, в цьому випадку, а також при порівнянні накопичення нуклідів горизонтами ґрунту, є некоректними. Для з'ясування ролі кожного з компонентів екосистеми в сумарній активності ми застосували коефіцієнт пропорційності (Кпр – табл. 2).

Таблиця 2. Коефіцієнт пропорційності (Кпр) ^{137}Cs для різних компонентів лишайникових борів

Компоненти	Тип умов місцезростання		
	A ₁	A ₂	
	склад насадження		
	10Сз	9Сз1Бп	8Бп2Сз
Епіфітна ліхенофлора	40,7	7,8	3,8
Епігейна ліхенофлора	39,5	9,0	6,5
Трав'янисто-чагарничковий ярус	7,2	8,7	-
Моховий ярус	22,7	9,5	19,7
Деревний ярус	7,6	1,6	4,6
Лісова підстилка*	11,3	20,7	5,3*
Гумусово-елювіальний горизонт	0–5 см	6,0	10,4
	від 5 см	3,7	0,9
Елювіальний горизонт	0,6	0,1	0,09
Порода	0,06	0,04	0,03

Примітка: * – лісова підстилка на 80% складається з минулорічного опад

В борових умовах найвищий коефіцієнт пропорційності накопичення характерний для ліхенофлори. В сухих умовах Кпр становить 40,7, в свіжому бору – близько 9. Найменший показник характерний для насадження з переважанням берези. Епіфітна ліхенофлора тут представлена, в більшості, видом *Hypogymnia tubulosa* (Schaer.) Nav., що зростає на

березі і порівняно мало накопичує нуклід. Епігейна ліхенофлора, навпаки, досить різноманітна і має значний запас. Проте переважно листяне насадження і сприятливі умови розкладу лісової підстилки викликали менше, в порівнянні з іншими ділянками, забруднення лишайників. Оскільки листопадний ліс обумовлює швидке очищення деревостану, більшість радіонуклідів потрапила з опадом до ґрунту за один вегетаційний сезон. Тому серед найбільш забруднених виявились мохи *Polytrichum commune* Hedw., що створює невисокий дуже щільний шар під лишайниками. Також значний коефіцієнт пропорційності характерний для епігейної ліхенофлори та деревостану. В ґрунтовому профілі радіонуклід сконцентрований здебільшого в шарі 0–2 см, чому сприяє значна його гуміфікація. Досить забрудненою зостається лісова підстилка (Кпр 5,3, що в 2,3 рази перевищує коефіцієнт в шарі ґрунту 0–5 см).

В інших типах лісу різниця Кпр 0–5 см шару ґрунту не перевищує такий в лісовій підстилці в 2 рази (в сухому борі – 1,9, в свіжому борі – 2).

В цілому можна сказати, що найвищі коефіцієнти пропорційності нукліду для фітомаси в цілому характерні для сухого бору. В свіжому борі Кпр цезію для лишайникового та трав'янисто-чагарникового покриву більші, ніж в листяному лісі. Проте деревостан та моховий покрив, в порівнянні з іншими компонентами, мають найбільшу активність саме в цих умовах.

Висновки

На сучасному етапі рослинність лісових екосистем утримує та накопичує значну кількість радіонукліду. Найбільшу питому активність виявлено в епігейних лишайниках та мохах. Проте через незначну їх частку в екосистемі, основним елементом фітоценозу, що утримує ^{137}Cs , є деревний ярус, зокрема домінуюча в насадженнях сосна звичайна.

Накопичення радіонуклідів різними компонентами фітоценозу залежить від умов місцезростання та видового складу насадження.

Ґрунт залишається одним з основних депо радіонуклідів. Найвищою питомою активністю характеризується верхній його шар, товщиною 0–5 см, та лісова підстилка.

Бельская О. В. Особенности загрязнения лесной подстилки ^{137}Cs под лишайниковым покровом в Полесском природном заповеднике. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2014. № 10 (120). С. 74–79.

Інструкція з відбору та підготовки зразків для радіометричного контролю продукції лісового господарства. Київ, 1998. 78 с.

Краснов В. П. Миграция радиоцезия в сосновых насаждениях. *Лесное хоз-во*. 1996. № 5. С. 28–29.

Нифонтова М. Г. Динамика содержания долгоживущих радионуклидов в мохово-лишайниковой растительности. *Экология*. 1997. № 4. С. 273–275.

Нифонтова М. Г., Алексашенко В. Н. Содержание ^{90}Sr и $^{134}, ^{137}\text{Cs}$ в грибах, лишайниках и мхах из ближней зоны Чернобыльской АЭС. *Экология*. 1992. № 3. С. 26–29.

Программа и методика биогеоценологических исследований / под ред. Дылиса Н. В. 1974. 403 с.

Тихомиров Ф. А. Распределение радионуклидов в лесных ландшафтах Украинского Полесья. *Принципы и методы ландшафтно-геохимических исследований миграции радионуклидов*. Москва, 1989. С. 53.

Фриссел М. Биологическая доступность выпавших искусственных радионуклидов. *Геохимия*. 1993. № 7. С. 980–990.

Рекомендує до друку

В.В. Шаповал