

ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА РОЗПОДІЛУ ^{137}Cs В ЕКОСИСТЕМАХ СОСНОВИХ ТА СОСНОВО-ДУБОВИХ ЛІСІВ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ

© 2010 К. Ф. Шитюк¹, О. О. Орлов², С. Д. Мельничук¹

¹ Українська лабораторія якості і безпеки продукції АПК
Національного університету біоресурсів та природокористування, Київ

² Поліський філіал УкрНДІЛГА, Житомир

У лісових екосистемах, різних за умовами місцезростань, проведено дослідження розподілу ^{137}Cs в компонентах лісових біогеоценозів, оцінено валові запаси радіонукліда в екосистемі та роль основних компонентів у його розподілі. На основі встановлених кількісних характеристик розподілу ^{137}Cs зроблено висновок про визначальну роль трофності лісорослинних умов у формуванні задіяності радіонукліда в біологічний кругообіг.

Ключові слова: біологічний кругообіг, лісові екосистеми, трофність, коефіцієнт переходу, акумуляція ^{137}Cs .

Вступ

Установлення ролі рослинного покриву в регулюванні потоків радіонуклідів у лісових екосистемах на віддаленому етапі після аварії на ЧАЕС та оцінка змін показників біологічного кругообігу техногенних радіонуклідів є актуальними питаннями сьогодення в лісовій радіоекології. Це пов'язано з особливостями лісових біогеоценозів, а саме: значними запасами фітомаси, здатністю виводити з біологічного кругообігу, акумулюючи у фітомасі, значну кількість біогенних елементів, створенням особливого, майже «закритого», кругообігу речовин [1, 2]. Незважаючи на те, що оцінка розподілу ^{137}Cs в лісових біогеоценозах досліджувалася в ряді робіт в умовах Полісся України [3, 4], білоруської та російської частин території відчуження та безумовного відселення [5 - 8], дані щодо кількісних параметрів біогеохімічних циклів радіонукліда в лісових екосистемах залишаються неповними, що вимагає додаткових досліджень. Установлені кількісні характеристики розподілу ^{137}Cs в лісових насадженнях різних лісорослинних умов на віддаленому етапі після аварії дають змогу про-

гнозувати радіоекологічну ситуацію в лісових екосистемах, рівні забруднення продукції лісорозробки, вивчити напрями та інтенсивність протікання біогеохімічних циклів радіонукліда в довгостроковій перспективі [9].

Методика та умови досліджень

З метою отримання кількісних характеристик потоків біологічного кругообігу ^{137}Cs у лісових екосистемах у 2009 р. було проведено дослідження на пробних площах у Лугинському та Липницькому лісництвах ДП «Лугинське лісове господарство» (Лугинський район Житомирської області). Пробні площі закладено в найбільш представницьких для зони Полісся лісорослинних умовах - свіжому суборі (В₂) та свіжому сугруді (С₂), що і стало вирішальним під час вибору і закладки пробних площ.

Пробна площа в умовах В₂ являла собою 60-річний сосновий ліс орляково-зеленомошній. Деревостан представлений 60-річним насадженням сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.). Лісівничо-таксаційна характеристика наведена в табл. 1.

Таблиця 1. Лісівничо-таксаційна характеристика пробних площ

Лісівничо-таксаційна характеристика	Свіжий субір (В ₂)	Свіжий сугруд (С ₂)
	Липницьке лісництво, квартал 52, виділ 1 N 51°08'16" E 28°28'11"	Лугинське лісництво, квартал 79, виділ 38 N 51°08'26" E 28°27'47"
ТУМ (за Погребняком П. С.)	В ₂	С ₂
Вік насаджень, роки	60	65
Склад насаджень	10 Сз	7 Дз 3 Сз + Бп + Ос
Кількість дерев, шт./га	458	440, у т. ч.: Дз - 308; Сз - 132
Середня висота, м	25	28
Середній діаметр, см	27	40
Бонітет	I	I

Примітка. Сз - сосна звичайна, Дз - дуб звичайний, Бп - береза пухнаста, Ос - осика.

Підріст розріджений, зімкнутістю до 0,1, складається з дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) віком 8 - 10 років та висотою 2,0 - 2,2 м. Підлісок поодинокий, з крушини ламкої (*Frangula alnus* Mil.), горобини звичайної (*Sorbus aucuparia* L.). Трав'яно-чагарничковий ярус негустий, нерівномірно-куртинного розміщення, із загальним проективним покриттям 30 - 35 %. Моховий ярус суцільний, рівномірний, із загальним проективним покриттям 95 - 98 %. Тип ґрунту - дерново-середньопідзолистий, зв'язно-піщаний, свіжий, на флювіогляціальних відкладах.

Пробна площа в умовах C_2 закладена в 65-річному сосново-дубовому лісі конвалієво-різнотравному (див. табл. 1).

Підріст середньої густоти, нерівномірний, зімкнутістю 0,2 - 0,4, складається з дуба черешчатого та сосни звичайної. Підлісок поодинокий висотою до 1,5 м, сформований крушиною ламкою, горобиною звичайною та ліщиною звичайною (*Corylus avellana* L.). Трав'яно-чагарничковий ярус середньогустий із загальним проективним покриттям 70 - 75 %. Моховий ярус розріджений, куртинного розміщення, із загальним проективним покриттям 5 - 8 %. Лишайниковий ярус представлений виключно епіфітним під'ярусом на стовбурах дуба, основу якого створює евернія сливова (*Evernia prunastri* (L.) Ach.). Ґрунт - багата відміна дерново-слабopідзолистого, супіщаного свіжого ґрунту, на флювіогляціальних відкладах.

Пробні площі (розміром 1 га кожна) закладені за стандартною методикою [10, 11]. Перед початком дослідження на кожній пробній площі виконано детальний геоботанічний опису біогеоценозу [12], оцінено видовий склад судинних рослин [13], будову фітоценозу [14], ґрунти [15, 16]; проведено суцільний таксаційний переоблік деревостану [17].

За результатами суцільного переобліку деревостану (див. табл. 1) для кожної пробної площі визначали параметри середнього модельного дерева - середній діаметр і висоту та загальні таксаційні характеристики насадження. За оціненими параметрами на пробних площах вибирали модельні дерева домінуючих порід, які й досліджувалися. При цьому для визначення параметрів середнього модельного дерева діаметри стовбурів на висоті 1,3 м від поверхні землі вимірювали у всіх дерев, а висоти - у 20 дерев. Потім за зв'язком діаметрів та висот у згаданих 20 дерев знаходили висоту середнього модельного дерева.

Модельне дерево розділяли на структурні компоненти: деревина, кора зовнішня, кора внутрішня з лубом, хвоя 1-річна, хвоя 2-річна, хвоя 3-річна, пагони 1-річні, гілки товсті (діаметром

більше 0,5 см) та гілки тонкі (діаметром менше 0,5 см) - для сосни; деревина, кора загальна, листя, пагони 1-річні, гілки товсті та гілки тонкі - для дуба. Усі структурні компоненти модельних дерев зважувалися в польових умовах та після висушування до абсолютно сухого стану.

На кожній пробній площі на основі оцінених параметрів модельного дерева та лісівничо-таксаційних характеристик деревостану (див. табл. 1) відповідно до стандартної методики [11, 17] здійснено оцінку вагових характеристик усіх елементів фітомаси кожного ярусу та ґрунтового покриву (лісова підстилка та мінеральний ґрунт до 30 см). Це дало змогу оцінити валові запаси радіонукліда в екосистемі та роль кожного компонента в його розподілі.

В умовах обох досліджуваних площ закладено ґрунтовий профіль з детальним описом його генетичних горизонтів. З профілю ґрунту зразки для аналізів відбирали спеціальним пробовідбірником з кроком 2 см зверху донизу, до глибини 30 см. Лісову підстилку відбирали з площі 500 cm^2 , при цьому за ступенем розкладу її розділяли на три фракції: сучасний (нерозкладений) опад, лісову підстилку напіврозкладену та лісову підстилку розкладену.

Гамма-спектрометрія ^{137}Cs проводилась на низькофоновому спектрометричному комплексі "ADCAM-300" (США) з напівпровідниковим германієвим детектором GEM-30185 (EG & G ORTEC, США) з роздільною здатністю 1,78 кеВ для лінії ^{60}Co 1,33 МеВ.

Результати та їхнє обговорення

Щільність забруднення території за ^{137}Cs становила 280 $\text{кБк}/\text{m}^2$ для B_2 та 420 $\text{кБк}/\text{m}^2$ для C_2 (табл. 2).

Отримані результати показують, що суттєву роль у вертикальному розподілі радіонукліда в ґрунтах досліджуваних екосистем відіграє лісова підстилка, яка утримує значну частину загального запасу радіонукліда, для B_2 - 35,3 % та C_2 - 15,13 %, що підтверджує судження, за яким запас утримуваного підстилкою ^{137}Cs знаходиться в тісній залежності від умов місцезростань, що визначають швидкість мінералізації органічної речовини [1, 6].

Накопичувальна роль підстилки відносно радіонуклідів залежить від її типу, товщини, складу [18], що і проявляється в нашому випадку, де для B_2 характерні значні запаси повнопрофільних підстилок, що складаються з хвої, і вони утримують в 2,4 рази більше ^{137}Cs , ніж підстилки C_2 , складені в основному з опадів листя дерев і трав. Роль підстилки набуває ще більшої ваго-

Таблиця 2. Вертикальний розподіл ¹³⁷Cs у профілі ґрунтів пробних площ

Ґрунтовий горизонт	Свіжий субір (B ₂)		Ґрунтовий горизонт	Свіжий сугруд (C ₂)	
	As*, кБк/м ²	%		As*, кБк/м ²	%
Лісова підстилка	99,1	35,27	Лісова підстилка	60,35	15,13
Сучасний опад	0,46 ± 0,07	0,17	Сучасний опад	0,32 ± 0,05	0,08
Напіврозкладена	44,0 ± 5,3	15,99	Напіврозкладена + розкладена	60,0 ± 6,6	15,05
Розкладена	54,6 ± 5,5	19,80	-	-	-
Ґрунт	181,86	64,73	Ґрунт	338,5	84,87
HE 0 - 2 см	98,3 ± 2,0	34,98	HE 0 - 2 см	160,7 ± 16,1	40,29
HE 2 - 4 см	42,0 ± 1,7	14,95	HE 2 - 4 см	105,3 ± 10,5	26,39
HE 4 - 6 см	14,3 ± 0,6	5,07	HE 4 - 6 см	33,9 ± 3,4	8,51
HE 6 - 8 см	10,6 ± 0,7	3,78	HE 6 - 8 см	18,7 ± 2,1	4,68
HE 8 - 10 см	3,07 ± 0,12	1,07	HE 8 - 10 см	5,95 ± 2,1	1,49
HE 10 - 12 см	2,78 ± 0,17	0,99	HE 10 - 12 см	4,0 ± 0,24	1,01
HE 12 - 14 см	3,4 ± 0,3	1,22	HE 12 - 14 см	1,4 ± 0,4	0,35
E 14 - 16 см	1,67 ± 0,13	0,59	HE 14 - 16 см	1,7 ± 0,4	0,43
E 16 - 18 см	1,10 ± 0,13	0,39	HE 16 - 18 см	1,3 ± 0,3	0,32
E 18 - 20 см	0,91 ± 0,13	0,32	HE 18 - 20 см	1,1 ± 0,3	0,28
E 20 - 22 см	0,68 ± 0,08	0,24	E 20 - 22 см	0,9 ± 0,3	0,22
E 22 - 24 см	0,44 ± 0,07	0,16	E 22 - 24 см	1,2 ± 0,3	0,29
E 24 - 26 см	0,84 ± 0,08	0,30	E 24 - 26 см	1,2 ± 0,4	0,30
E 26 - 28 см	1,0 ± 0,1	0,36	I 26 - 28 см	0,8 ± 0,2	0,19
E 28 - 30 см	0,86 ± 0,11	0,31	I 28 - 30 см	0,5 ± 0,2	0,13
Загалом	280,96	100	Загалом	420,34	100

* Щільність радіоактивного забруднення.

мости, якщо прийняти до уваги, що загальні запаси радіонукліда в підстилці та 30-сантиметровому шарі мінерального ґрунту для C₂ більші в 1,5 разів, ніж для B₂. Отже, безсумнівно, лісова підстилка є ефективним біогеохімічним бар'єром.

У профілі мінерального ґрунту найбільш значущі активності радіонукліда спостерігаються для обох ділянок на глибині до 8 см (див. табл. 2), а основна маса ¹³⁷Cs і через 23 роки знаходиться в 4-сантиметровому верхньому, гумусованому шарі - близько 50 % (B₂) та - 66,7 % (C₂). Нижче по

профілю ґрунтів відбувається експоненційне зниження питомої активності радіонукліда, досягаючи в шарі 28 - 30 см - 0,31 та 0,51 % відповідно.

Оцінка внеску компонентів біогеоценозу в розподіл ¹³⁷Cs показала, що основна маса радіонукліда на сучасному етапі міститься в мінеральних шарах ґрунту, при цьому в умовах субору формується такий спадаючий ряд: мінеральні шари ґрунту - лісова підстилка - деревний ярус - моховий ярус - трав'яно-чагарниковий ярус (рис. 1).

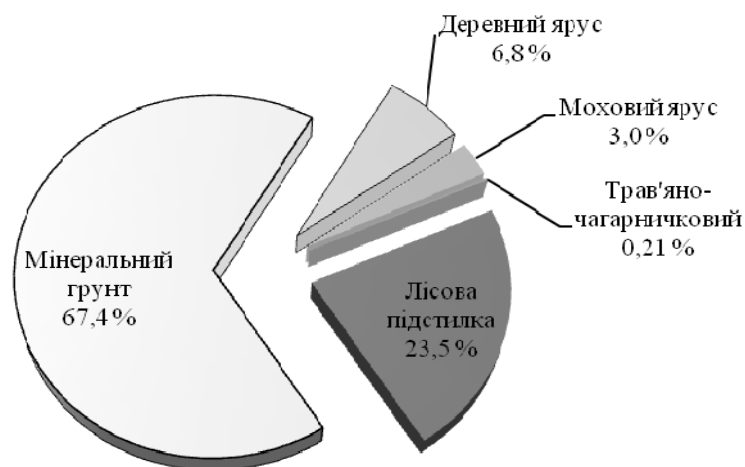
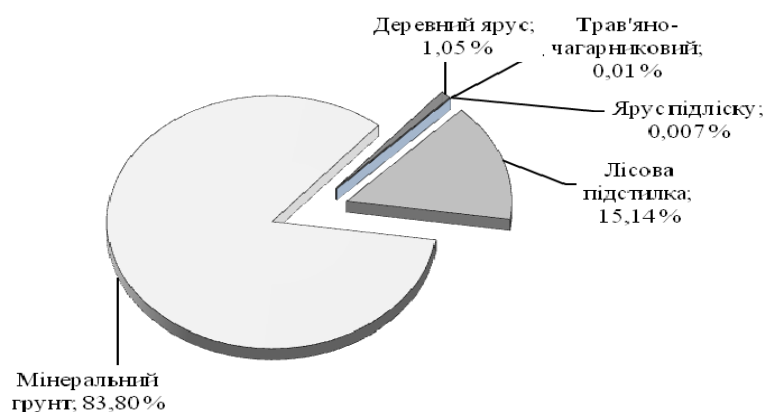


Рис. 1. Розподіл запасу ¹³⁷Cs у лісовому біогеоценозі в умовах B₂.


 Рис. 2. Розподіл запасу ^{137}Cs у лісовому біогеоценозі в умовах C_2 .

В умовах свіжого сугруду формується такий ряд: мінеральні шари ґрунту - лісова підстилка - деревний ярус - трав'яно-чагарничковий ярус - ярус підліску (рис. 2).

Особливості розподілу ^{137}Cs по компонентах біогеоценозів є специфічними, що в першу чергу пов'язано з тенденцією збільшення частки ^{137}Cs , задіяного в біологічний кругообіг, при зменшенні трофності лісорослинних умов. Так, через 23 роки після надходження радіонукліда в лісові екосистеми в умовах субору задіяним у кругообіг є 10,1 % усього запасу радіонукліда, тоді як для умов сугруду це значення становить близько 1 % (див. рис. 1 і 2).

Аналіз середньозваженої питомої активності ярусів фітоценозів показав, що для обох екосистем найбільшим значенням відрізнявся трав'яно-

чагарничковий ярус, а в цілому яруси утворювали наступні ряди, у порядку зменшення: для умов B_2 - трав'яно-чагарничковий ярус (22487 Бк/кг) - моховий ярус (10114 Бк/кг) - деревний ярус (1530 Бк/кг), а для умов C_2 - трав'яно-чагарничковий ярус (600 Бк/кг) - деревний ярус (сосна (501 Бк/кг) та дуб (202 Бк/кг)) - ярус підліску (68 Бк/кг).

Для оцінки ролі саме рослинного покриву у формуванні потоку ^{137}Cs в лісовому біогеоценозі важливим є встановлення внеску кожного елемента фітоценозу в утриманні радіонукліда. В умовах розглянутих екосистем визначальну роль у накопиченні ^{137}Cs відіграє деревний ярус, який утримує 67,6 % від усього запасу радіонукліда у фітоценозі в умовах B_2 та 99,35 % - в умовах C_2 (табл. 3 та 4).

 Таблиця 3. Розподіл ^{137}Cs у фітомасі свіжого сугруду C_2

Компонент фітоценозу	Маса компонента, кг/га	Питома активність ^{137}Cs , Бк/кг	Валовий запас ^{137}Cs , кБк/га	Частка ^{137}Cs в компоненті, %
<i>Деревний ярус</i>	240516,9	-	41938,1	99,35
<i>Сосна звичайна</i>	44152,5	501*	2212,3	5,24
Деревина	36966,1	21 ± 4	776,3	1,84
Кора зовнішня	2793,4	146 ± 22	407,8	0,97
Кора внутрішня	541,3	645 ± 82	349,1	0,83
Хвоя 1-річна	195,2	627 ± 75	122,4	0,29
Хвоя 2-річна	506,2	173 ± 24	87,6	0,21
Хвоя 3-річна	118,3	108 ± 22	12,8	0,03
Пагони 1-річні	114,8	370 ± 55	42,5	0,10
Гілки товсті	2601,3	140 ± 25	364,2	0,86
Гілки тонкі	315,9	157 ± 27	49,6	0,12
<i>Дуб черешчатий</i>	196364,4	202*	39725,8	94,11
Деревина	137916,5	84 ± 16	11585,0	27,44
Кора загальна	20644,7	631 ± 76	13026,8	30,86
Листя	5653,3	1100 ± 88	6218,6	14,73
Пагони 1-річні	1115,6	1130 ± 80	1260,6	2,99
Гілки товсті	27430,6	220 ± 31	6034,7	14,30
Гілки тонкі	3603,7	444 ± 58	1600,0	3,79
Ярус підліску	43,9	68*	3,0	0,0071

Компонент фітоценозу	Маса компонента, кг/га	Питома активність ^{137}Cs , Бк/кг	Валовий запас ^{137}Cs , кБк/га	Частка ^{137}Cs в компоненті, %
<i>Крушина ламка</i>	11,8	-	0,7	0,0017
Листя	1,5	162 ± 29	0,25	0,0006
Гілки	2,9	66 ± 13	0,20	0,0005
Стовбур	7,3	38 ± 10	0,28	0,0007
<i>Горобина звичайна</i>	32,1	-	2,3	0,0054
Листя	4,2	137 ± 27	0,58	0,0014
Гілки	5,7	81 ± 18	0,46	0,0011
Стовбур	22,2	55 ± 14	1,2	0,0029
<i>Трав'яно-чагарничковий ярус</i>	462,4	600*	277,5	0,657
Орляк звичайний	97,5	1133 ± 79	110,5	0,26
Купина запашна	18,1	311 ± 47	5,7	0,01
Конвалія звичайна	124,7	360 ± 54	45,0	0,11
Перлівка поникла	79,2	626 ± 94	49,6	0,12
Костяниця	100,7	506 ± 71	51,0	0,12
Суниці лісові	20,1	249 ± 42	5,0	0,01
Куцоніжка лісова	2,0	510 ± 77	1,0	0,00
Кадило сарматське	5,4	635 ± 95	3,42	0,0081
Дрік красильний	0,1	390 ± 55	0,04	0,0001
Осока гірська	3,7	350 ± 53	1,3	0,0031
Молінія голуба	4,9	414 ± 58	2,0	0,0048
Дзвоники кропиволисті	1,1	259 ± 44	0,28	0,0007
Конюшина середня	3,7	316 ± 44	1,2	0,0028
Нечуйвітер зонтичний	1,1	1304 ± 104	1,4	0,0034
<i>Усього у фітоценозі</i>	241023	-	42218,6	100,0

* Середньозважена питома активність ярусу, Бк/кг.

Таблиця 4. Розподіл ^{137}Cs у фітомасі свіжого субору В₂

Компонент фітоценозу	Маса компонента, кг/га	Питома активність ^{137}Cs , Бк/кг	Валовий запас ^{137}Cs , МБк/га	Частка ^{137}Cs в компоненті, %
<i>Сосна звичайна</i>	118017,9	1530*	180517,5	67,62
Деревина	95314,3	1430 ± 140	136299,4	51,06
Кора зовнішня	10793,9	1260 ± 113	13600,3	5,09
Кора внутрішня з лубом	974,5	7200 ± 360	7016,4	2,63
Хвоя 1-річна	566,0	8880 ± 355	5026,1	1,88
Хвоя 2-річна	1984,9	2600 ± 182	5160,7	1,93
Хвоя 3-річна	283,2	1800 ± 180	509,8	0,19
Пагони 1-річні	238,5	4700 ± 188	1121,0	0,42
Гілки товсті	6721,8	1480 ± 74	9948,3	3,73
Гілки тонкі	1140,8	1609 ± 97	1835,5	0,69
<i>Трав'яно-чагарниковий ярус</i>	245,6	22487*	5521,8	2,07
Орляк звичайний	97,5	34267 ± 2741	3340,2	1,25
Чорниця	138,5	15500 ± 465	2147,4	0,80
Конвалія звичайна	9,5	3590 ± 323	34,3	0,01
<i>Моховий ярус</i>	393,8	10114*	80913,0	30,31
Плеуроцій Шребера	4900,0	10800 ± 648	52920,0	19,82
Дикран багатоніжковий	3100,0	9030 ± 632	27993,0	10,49
<i>Усього у фітоценозі</i>	118657,3	-	266952,3	100,0

* Середньозважена питома активність ярусу, Бк/кг.

Необхідно відзначити суттєвий внесок в акумуляції ^{137}Cs ярусу мохів в умовах субору, в якому зосереджено 30,3 % радіонукліда фітомаси. Решта ярусів не відіграє суттєвої ролі в утриманні ^{137}Cs .

Аналіз ролі кожного елемента деревного ярусу в накопиченні радіонукліда показав, що ряд компонентів ярусу за здатністю утримувати ^{137}Cs не є ідентичним до ряду, утвореного компо-

нентами за їхньою масою у фітоценозі. Так, для компонентів сосни ряд компонентів за їхньою масою, у порядку зменшення, виглядає таким чином: деревина – кора зовнішня – гілки товсті – кора внутрішня – хвоя 2-річна – гілки тонкі – хвоя 1-річна – хвоя 3-річна – пагони 1-річні.

Ряд компонентів сосни за здатністю накопичувати ¹³⁷Cs приймає вигляд: деревина – кора зовнішня – гілки товсті – кора внутрішня – хвоя 1-річна – хвоя 2-річна – гілки тонкі, пагони 1-річні – хвоя 3-річна. Отже, ряди суттєво відрізняються в місцезположенні в ряду одно- та дворічних компонентів, що якраз і визначається суттєвою зміною інтенсивності накопичення ¹³⁷Cs за їх «старіння» при незначній зміні маси.

Аналіз коефіцієнтів переходу ¹³⁷Cs у структурні компоненти деревного ярусу (табл. 5) показав, що найменші рівні забруднення характерні для деревини як сосни, так і дуба для обох пробних площ, а найвищі – для внутрішньої кори та однорічної хвої у сосни та листя – у дуба.

Аналіз коефіцієнтів переходу ¹³⁷Cs у структурні компоненти деревного ярусу (табл. 5) показав, що найменші рівні забруднення характерні для деревини як сосни, так і дуба для обох пробних площ, а найвищі – для внутрішньої кори та однорічної хвої у сосни та листя – у дуба.

Таблиця 5. Коефіцієнти переходу (K_n) ¹³⁷Cs в деякі компоненти лісових біогеоценозів пробних площ

Компонент фітоценозу	K_n ¹³⁷ Cs в С ₂		K_n ¹³⁷ Cs в В ₂	
	М	min-max	М	min-max
<i>Сосна звичайна</i>				
Деревина	0,06	0,05 - 0,07	3,2	2,7 - 3,5
Кора зовнішня	0,36	0,35 - 0,6	3,3	3,0 - 3,5
Кора внутрішня з лубом	1,68	1,3 - 1,8	19,1	17,3 - 20,9
Хвоя 1-річна	1,28	0,8 - 1,5	24,0	19,5 - 31,3
Хвоя 2-річна	0,35	0,28 - 0,42	5,5	5,1 - 6,3
Хвоя 3-річна	0,23	0,14 - 0,3	4,1	3,9 - 4,3
Пагони 1-річні	1,09	0,9 - 1,5	14,5	11,1 - 21,2
Гілки товсті	0,32	0,25 - 0,38	3,6	3,0 - 4,2
Гілки тонкі	0,35	0,28 - 0,41	4,4	3,7 - 5,5
<i>Дуб черешчатий</i>				
Деревина	0,2	0,19 - 0,23	-	-
Кора загальна	1,4	1,02 - 1,6	-	-
Листя	3,2	2,7 - 3,9	-	-
Пагони 1-річні	2,9	2,6 - 3,5	-	-
Гілки товсті	0,8	0,5 - 1,1	-	-
Гілки тонкі	1,2	1,02 - 1,6	-	-
<i>Трав'яно-чагарничковий ярус</i>				
Орляк звичайний	2,73	2,3 - 3,3	150,1	137,1 - 162,4
Конвалія звичайна	0,87	0,7 - 0,99	13,0	10,5 - 17,2
Суниця лісові	0,6	0,33 - 0,8	-	-
Дрік красильний	0,94	-	-	-
Осока гірська	0,84	-	-	-
Молінія голуба	1,0	-	-	-
Нечуйвітер зонтичний	3,14	-	-	-
<i>Моховий ярус</i>				
Плеуроцій Шребера	-	-	39,0	-
Дикран багатоніжковий	-	-	32,6	-

Примітка. М - середньоарифметичне значення; min - max - мінімальне та максимальне значення.

При цьому потрібно зазначити, що діапазон зміни K_n в умовах субору становив 7,5 разів для компонентів сосни, а сугруду 28 разів для сосни та 15 разів для дуба.

Аналіз значень K_n ¹³⁷Cs у види трав'яно-чагарничкового ярусу свідчить про таке:

для С₂ значення K_n ¹³⁷Cs коливається в межах від 0,6 у суниць до 3,1 у нечуйвітру, тобто діапазон коливання становить близько п'яти разів;

для В₂ найвищі K_n ¹³⁷Cs встановлені в орляка звичайного (150), а найменші в конвалії звичайної (13), отже діапазон варіації K_n сягає 11 разів.

Звертають на себе увагу суттєві відмінності в інтенсивності накопичення ¹³⁷Cs на досліджуваних пробних площах тими самими видами рослин. Так, значення K_n ¹³⁷Cs в структурні компоненти сосни в умовах В₂ на один-два порядки вищі, ніж в умовах С₂.

Подібна ситуація спостерігається і для значень K_n ¹³⁷Cs в конвалію звичайну та орляк звичайний. Це беззаперечно підтверджує, що при підвищенні трофності лісорослинних умов мобільність та задіяність ¹³⁷Cs в біологічному кругообігу знижується.

Висновки

1. Основна частина ^{137}Cs , що надійшов у лісові біогеоценози внаслідок аварії на ЧАЕС, на сучасному етапі знаходиться в мінеральній частині ґрунту, а накопичувальна здатність лісових підстилок визначається типом насадження, швидкістю мінералізації органічного опаду та рівнем його забруднення як функції інтенсивності включення ^{137}Cs в біологічний кругообіг.

2. На основі проведених досліджень встановлено, що K_p ^{137}Cs в компоненти сосни та види трав'яно-чагарникового ярусу в умовах свіжого субору на один-два порядки вищі, ніж в умовах C_2 .

3. Частка залученого до біологічного кругообігу в лісових біогеоценозах ^{137}Cs залежить від трофності лісорослинних умов, знижуючись у ряду від B_2 до C_2 з 10 до 1 %.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Родин Л.Е., Базилевич Н.И.* Динамика органического вещества и биологический круговорот в основных типах растительности Земного шара. - М.: Наука, 1965. - 253 с.
2. *Гришина Л.А.* Биологический круговорот и его роль в почвообразовании. - М.: Изд-во МГУ, 1974. - 99 с.
3. *Орлов О.О.* Закономірності розподілу ^{137}Cs в екосистемі дубового лісу у вологому сугруді центрального Полісся України // Лісівництво і агролісомеліорація. - Харків: УкрНДЦЛГА, 2008. - Вип. 112. - С. 188 - 194.
4. *Курбет Т.В., Орлов О.О., Краснов В.П.* Радіоекологічні проблеми, пов'язані із суцільними рубками у соснових лісах Українського Полісся // Там же. - С. 195 - 202.
5. *Переволоцкий А.Н., Булавик И.М., Переволоцкая Т.В. и др.* Особенности распределения ^{137}Cs и ^{90}Sr в почве и накопления древесиной и корой сосны (*Pinus sylvestris* L.) в различных условиях местопрорастания // Радиационная биология. Радиоэкология. - 2007. - Т. 47, № 4. - С. 463 - 470.
6. *Щеглов А.И., Цветнова О.Б., Кляшторин А.Л. и др.* Биогеохимический цикл и потоки ^{137}Cs в лесных ландшафтах // 3-й съезд по радиационным исследованиям. Радиобиология, радиоэкология, радиационная безопасность. - Пушино, 1997. - Т. 2. - С. 383 - 384.
7. *Goor F., Thiry Y.* Processes, dynamics and modelling of radiocaesium cycling in a chronosequence of Chernobyl-contaminated Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) plantations // Sci. Total Environmental. - 2004. - Vol. 325. - P. 163 - 180.
8. *Thiry Y., Colle C., Yoschenko V. et al.* Impact of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) plantings on long term ^{137}Cs and ^{90}Sr recycling from a waste burial site in the Chernobyl Red Forest // Journal of Environment Radioactivity. - 2009. - Vol. 100. - P. 1062 - 1068.
9. *Цветнова О.Б., Щеглов А.И.* Роль растительного покрова в регулировании потоков техногенных радионуклидов на различных этапах после радиоактивных выпадений // Радиационная биология. Радиоэкология. - 2009. - Т. 49, вып.2. - С. 158 - 165.
10. *Лавренко Е.М.* Основные закономерности растительных сообществ и пути их изучения // Полевая геоботаника / Под общ. ред. Е.М. Лавренко и А.А. Корчагина. - Т. I. - М.-Л.: Наука, Ленинградское отд., 1959. - С. 13 - 70.
11. *Юнатов А.А.* Заложение экологических профилей и пробных площадей // Полевая геоботаника / Под общ. ред. Е.М. Лавренко и А.А. Корчагина - Т. III. - М.-Л.: Наука, Ленинградское отд., 1964. - С. 9 - 35.
12. *Соколов Н.Н.* Геоморфологические наблюдения при геоботанических исследованиях // Полевая геоботаника / Под общ. ред. Е.М. Лавренко и А.А. Корчагина. - Т. I. - М.-Л.: Наука, Ленинградское отд., 1959. - С. 79 - 98.
13. *Корчагин А.А.* Видовой (флористический) состав растительных сообществ и методы его изучения // Полевая геоботаника / Под общ. ред. Е.М. Лавренко и А.А. Корчагина. - Т. III. - М.-Л.: Наука, Ленинградское отд., 1964. - С. 39 - 59.
14. *Корчагин А.А.* Строение растительных сообществ // Полевая геоботаника / Под общ. ред. Е.М. Лавренко и А.А. Корчагина - Т.V. - Л.: Наука, 1976. - 320 с.
15. *Рожнова Т.А.* О методике полевого изучения почв при геоботанических исследованиях // Полевая геоботаника / Под общ. ред. Е.М. Лавренко и А.А. Корчагина. - Т. I. - М.-Л.: Наука, Ленинградское отд., 1959. - С. 227 - 241.
16. *Грунтознавство з основами геології:* Навч. посібник / О. Ф. Гнатенко, М. В. Капштик, Л. Р. Петренко та ін. - К.: Оранта, 2005. - 648 с.
17. *Анучин Н.П.* Лесная таксация. - М.: Лесная промышленность, 1977. - 512 с.
18. *Краснов В.П., Орлов А.А., Бузун В.О. та ін.* Прикладна радіоекологія лісу: Монографія / Під ред. В. П. Краснова. - Житомир: Полісся, 2007. - 680 с.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ^{137}Cs В ЭКОСИСТЕМАХ СОСНОВЫХ И СОСНОВО-ДУБОВЫХ ЛЕСОВ УКРАИНСКОГО ПОЛЕСЬЯ

К. Ф. Шитюк, О. О. Орлов, С. Д. Мельничук

В лесных экосистемах, разных по условиям произрастания, проведено исследование распределения ^{137}Cs в компонентах лесных биогеоценозов, оценены валовые запасы радионуклида в экосистеме и роль каждого компонента в его распределении. На основе полученных количественных характеристик распределения ^{137}Cs сде-

лан вывод об определяющей роли трофности лесорастительных условий в формировании вовлеченности радионуклида в биологический кругооборот.

Ключевые слова: биологический круговорот, лесные экосистемы, трофность, коэффициент перехода, аккумуляция ^{137}Cs .

COMPARATIVE EVALUATION OF THE ^{137}Cs DISTRIBUTION IN THE PINE AND PINE-OAK FOREST ECOSYSTEMS OF UKRAINIAN POLISSIA

K. F. Shytyuk, O. O. Orlov, S. D. Melnychuk

In the forest ecosystems which differ by the growing conditions, the studies of the ^{137}Cs distribution in the components of the forest biogeocenoses have been performed, the total inventories of the radionuclide in the ecosystems have been estimated and the role of each component in the distribution has been evaluated. On the basis of established quantitative characteristics of the ^{137}Cs distribution the conclusion was done about the key role of the trophity of the forest site involving the radionuclide into the biological circulation.

Keywords: biological circulation, forest ecosystems, trophity, aggregated transfer coefficient, accumulation of ^{137}Cs .

Надійшла до редакції 05.03.10,
після доопрацювання - 28.04.10.