

УДК: 551.521

Т. В. КУРБЕТ, О. О. ОРЛОВ, В. П. КРАСНОВ *
РАДІОЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ, ПОВ'ЯЗАНІ ІЗ СУЦІЛЬНИМИ РУБКАМИ
У СОСНОВИХ ЛІСАХ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ

Поліський філіал УкрНДЛГА

Проаналізовано розподіл сумарної активності ^{137}Cs в екосистемі стиглого соснового зеленомошного лісу (ТЛУ – А₂) в Українському Поліссі. На основі цього оцінено переміщення активності радіонукліду з деревиною за межі зрубу. Розраховано частку активності радіонукліду, яка залишається на зрубі, а потім концентрується у попелі багать після спалювання лісосічних залишків. Пропонується враховувати концентрації ^{137}Cs на нижніх складах при первинній технологічній обробці деревини.

Ключові слова: екосистема, соснові ліси, питома активність радіонукліду, сумарна активність ^{137}Cs .

Суцільні рубки не тільки кардинально змінюють екологічну обстановку на ділянках лісу та умови формування нового його покоління, але також можуть істотно вплинути на радіоекологічну ситуацію на місцях їх проведення та далеко за їх межами. Пов'язане це з кількома чинниками: концентрацією частини сумарної активності ^{137}Cs лісової екосистеми деревостаном; очищенням майбутньої лісосіки від частини підліску та підросту деревних порід (з огляду на техніку безпеки при проведенні рубання лісу); подальшим обрубанням гілок, верхівок, складанням у купи лісосічних залишків та їх спалюванням. При цьому значна активність ^{137}Cs концентрується на локальних місцях багать при спалюванні рослинних решток.

З лісосіки деревину транспортують у вигляді хлестів, дров або підготовлених сортиментів, а разом з ними відбувається переміщення значної частини активності ^{137}Cs , яка була сконцентрована у деревостані. У подальшому радіоекологічні проблеми можуть виникнути на нижніх складах, особливо там, де проводять переробку круглого лісу з метою отримання пиломатеріалів. При цьому з'являється значна кількість відходів виробництва, у яких питома активність ^{137}Cs є у 1,7 – 2,2 разу вищою, ніж у стовбурі в цілому. З частини відходів зазвичай формують паливні пакети та реалізують населенню. Із введенням нових нормативів на вміст ^{137}Cs та ^{90}Sr у паливній деревині значна частка цієї продукції не може бути реалізованою внаслідок істотного перевищення допустимих нормативів вмісту радіонуклідів. Відповідно, виникає важка проблема подальшої безпечної утилізації зазначених матеріалів, адже при тривалому складуванні в них можуть розмножуватися шкідливі комахи.

Метою цієї роботи було визначення частки активності ^{137}Cs , що переміщується за межі зрубу стиглого лісу та частки активності радіонукліду, яка міститься у лісосічних залишках, а згодом концентрується при їх спалюванні.

Розподіл ^{137}Cs у лісових екосистемах досліджували багато вчених. Зокрема, Ф. А. Тіхоміров із співавторами [14] показав, що безпосередньо після аварії внесок деревного ярусу у загальний розподіл запасу ^{137}Cs у лісовій екосистемі сягав 60 – 90 %, а нині від 47 до 93,5 % валового запасу цього радіонукліду знаходяться у ґрунті. Внесок деревного ярусу нині сягає 1,2 – 13 % залежно від ландшафтно-геохімічних умов. Дослідники [18] навели дані щодо розподілу сумарної активності ^{137}Cs у соснових лісах в околицях м. Ватерфорду (Ірландія). За їхніми даними (1991 – 1992 рр.), деревостан утримував 18 % валового запасу ^{137}Cs ; нерозкладена та напіврозкладена лісова підстилка – 10 %; розкладена лісова підстилка – 36 %; мінеральні шари ґрунту – 36 %. Розрахунки показали, що щорічне поглинання ^{137}Cs із ґрунту надземною частиною соснового деревостану сягає 0,22 % від вмісту у ґрунті, а щорічне повернення – 1,11 %. З нерозкладеної та напіврозкладеної підстилки щорічно вимивається 1,3 % запасу ^{137}Cs , а з розкладеної підстилки до мінеральних шарів – 1 %.

* © Т. В. Курбет, О. О. Орлов, В. П. Краснов, 2008

Аналіз розподілу ^{137}Cs в екосистемах бореальних хвойних лісів центральної Швеції свідчить, що 87 % сумарної активності знаходилося у ґрунті, 7 % – у деревостані, 6 % – у моховому ярусі [17].

Білоруськими вченими [16] зроблено висновок, що середньовікові деревостани Білоруського Полісся за 9 років після Чорнобильської аварії винесли 7 – 8 % сумарної активності ^{137}Cs лісового біогеоценозу, з яких до 5 % припадають на надземну фітомасу та 2 – 3 % – на кореневі системи.

Українськими вченими [5] проаналізовано розподіл ^{137}Cs у біогеоценозі соснового лісу свіжого бору (A_2) у 1993 р. у 30-км зоні ЧАЕС. Показано, що 93,2 – 95,2 % сумарної активності ^{137}Cs лісового біогеоценозу знаходилося у ґрунті (разом із лісовою підстилкою), а у надземній фітомасі соснового деревостану містилося 4,8 – 6,8 % валового запасу радіонукліду, з яких 1,2 – 2,2 % запасу ^{137}Cs знаходилося в деревині стовбура; 0,4 – 1,6 % – корі; 0,9 – 1,1 % – хвої; 0,7 – 0,9 % – лубі; 0,5 – 0,6 % – пагонах; 0,4 – 0,6 % – гілках. Зроблено висновок про важливість впливу внутрішньоценотичних відносин у деревостані на перерозподіл ^{137}Cs у лісовому біогеоценозі. Інші дослідники [3] зробили висновок, що у надземній фітомасі деревостану лісового біогеоценозу міститься 3,6 – 4,2 % валового запасу ^{137}Cs . Показано, що у листяних насадженнях у деревостані міститься менша частка активності ^{137}Cs , ніж у соснових.

М. П. Архіпов [2] наводить динаміку перерозподілу валового запасу ^{137}Cs між компонентами соснових біогеоценозів Українського Полісся у 1987 та 1997 рр. Зокрема, у 1997 р. 94,5 % валового запасу радіонукліду утримувалося ґрунтом і 5,5 % – деревостаном. Показано, що частка деревини у депонуванні ^{137}Cs збільшилася з 3,8 % у 1987 р. до 43 % у 1997 р.; частка кори за цей період зменшилася з 55,2 до 20 %; хвої – зменшилася з 20,8 до 19 %; гілок – зменшилася з 20,2 до 18 %.

Білоруські дослідники [13] проаналізували розподіл валового запасу ^{137}Cs у сосняках Поліського радіоекологічного заповідника Білорусі та показали, що у надземній фітомасі середньовікових соснових лісів частка валового запасу радіонукліду варіює в межах 2,1 – 4,3 %. Внесок окремих компонентів у розподіл ^{137}Cs у надземній фітомасі *Pinus sylvestris* був таким: деревина – 40 – 59 %, гілки та пагони – 12 – 19 %; хвоя – 9 – 15 %; кора – 17 – 28 %.

Узагальнено [14] розподіл ^{137}Cs у біогеоценозі мішаного лісу. Так, у 1994 р. в автоморфному ландшафті на дерново-підзолистих ґрунтах розподіл сумарної активності у мішаному лісі був таким: ґрунт (0 – 15 см) – 98,4 %, надземна фітомаса деревостану – 1,6 %, у т. ч. кора – 0,96 %, деревина – 0,31 %, гілки – 0,24 %, хвоя та листя – 0,06 %. У гідроморфному ландшафті у ґрунті знаходилося 90,1 % сумарної активності ^{137}Cs екосистеми, а 9,9 % виявлено у надземній частині деревостану, в т. ч. 3,17 % – у гілках, 2,97 % – у деревині, 2,42 % – у корі, 1,35 % – у хвої та листі. Для 40-річних соснових культур в Українському Поліссі у 1996 р. вченими [7] наведено розподіл валового запасу ^{137}Cs у фітоценозі: 93 % – лісова підстилка; 6 % – деревостан; з них кора зовнішня – 2 %, деревина – 2 %, хвоя – 1 %, кора внутрішня – 21 %, шишки – <1 %.

В. П. Краснов [6] для середньовікових соснових лісів вологих суборів Українського Полісся навів такий розподіл валового запасу ^{137}Cs в екосистемі (1995 р.): мінеральні шари ґрунту – 34,8 %; лісова підстилка – 34,3 %; деревостан – 14,9 %, в т. ч. у стовбурі з корою – 9,4 %, моховий ярус – 15,0 %; трав'яно-чагарничковий – 0,9 %; гриби – 0,1 %.

О. О. Орлов із співавторами [9] проаналізував біогеохімічні потоки ^{137}Cs в екосистемах середньовікових соснових лісів і показав, що деревостан сосни утримував таку частку валового запасу радіонукліду екосистеми в цілому: у сосняку лишайниковому (A_1) – 1,64 %; чорнично-зеленомошному (B_3) – 9,53 %; чагарничково-пухівково-сфагновому (A_5) – 1,71 %.

Також українські дослідники [4] довели, що у середньовікових соснових деревостанах знаходилося за едатопами: B_2 – 8,5 % валового запасу радіонукліду лісової екосистеми в цілому; B_3 – 23,43 %; C_2 – 2,87 %; A_3 – 16,73 %; B_4 – 29,75 %. Проаналізовано [9] частку деревостану у розподілі сумарної активності ^{137}Cs в екосистемах середньовікових соснових

лісів лишайникових (A_1) – 1,64 % та чорнично-зеленомошних (B_3) – 9,53 %. Наведено динаміку зростання відносної частки деревостану в утриманні радіонукліду зі збільшенням віку соснового насадження [8]. Зокрема, показано, що в умовах вологого субору (B_3) соснові деревостани утримували: у віці 10 років – 3 % валового запасу ^{137}Cs лісової екосистеми; у 30 років – 7 %; у 55 років – 15 %.

Таким чином, аналіз публікацій, присвячених розподілу ^{137}Cs у лісових біогеоценозах, демонструє наявність значного обсягу даних стосовно молодників і особливо середньовікових соснових лісів. Практично відсутні публікації, де б розглядався розподіл валового запасу радіонукліду у стиглих соснових лісах. Тому неможливо розрахувати частку ^{137}Cs , яка вивозиться з лісосіки разом із хлистами або певними сортиментами.

Дослідження проведені у 2002 р. у 85-річному сосновому лісі свіжого бору (A_2) у виділі 11 кварталу 49 Повчанського лісництва ДП «Лугинське ЛГ» при щільності забруднення ґрунту 485 кБк / м².

У типовому за рельєфом локалітеті викопували три повні ґрунтові профілі [12]. З кожного профілю ґрунт на радіоактивність відбирали спеціальним пробовідбірником стандартного розміру: площею 500 см² і висотою 2 см, об'єм кожного зразка з мінеральних горизонтів становив 1000 см³. Лісову підстилку відбирали також із площі 500 см², розділяли на три фракції за ступенем розкладання: поточний і нерозкладений опад, лісову підстилку напіврозкладену, лісову підстилку розкладену. Шари мінерального ґрунту, завтовшки 2 см кожний, відбирали до глибини 20 см.

На пробній площі розміром 1,0 га за стандартною методикою було проведено суцільний таксаційний переоблік деревостану [1]. За його результатами для пробної площі визначали параметри середнього модельного дерева для трьох основних ступенів товщини. Дерева, близькі за таксаційними показниками до середніх модельних, підбирали на пробній площі і зрізували. Стовбур розділяли на три частини – верхню, середню та нижню, а кожну з частин на 1,5 – 2-метрові відрізки. При цьому досліджували окремо вагові та радіоекологічні показники стовбура. З кожного стовбура знімали всю кору зовнішню, потім кору внутрішню. Окремо зважували у польових умовах отримані кору й деревину та відбирали їхні зразки для визначення вологості та подальшого спектрометричного аналізу. Крім того, відбирали зразки деревини без кори та деревини у корі. Усю крону дерева візуально поділяли на три частини – верхню, середню та нижню, гілки з кожної частини крони складали окремо та зважували у польових умовах. З кожної частини крони за стандартною методикою [11] відбирали та зважували 3 середні гілки, з них суцільно зривали пагони поточного року формування, хвою однорічну, дворічну, віком понад 2 роки, гілки тонкі (діаметром менше 5 мм), товсті (діаметром понад 5 мм). Ярус підросту обраховували на площі 100 м², без розподілу на стовбурці та хвою. Зразки з трав'яно-чагарничкового, лишайникового та мохового ярусів відбирали із п'яти облікових ділянок площею 1 м². Плодові тіла макроміцетів збирали суцільно, на всій пробній площі.

Усі зразки ґрунту та рослинності висушували до повітряно-сухого стану при 80 °С протягом 72 годин, гомогенізували на пробопідготовлювачах ПРГ-01Т та ПРП-01. Після цього їх зважували і на основі цього визначали коефіцієнт усушки. Гомогенізовані зразки вміщували у посудини Марінелли (об'ємом 1,0 і 0,5 л) або спеціальні еталоновані посудини менших розмірів (ґрунтовий бюкс – 75 мл; «Дента» – 130 мл). Питому активність ^{137}Cs вимірювали на багатоканальному гамма-спектроаналізаторі імпульсів LP-4900В «AFORA» із сцинтиляційними детекторами БДЭГ-63 та GeLi-детектором ДГДК-100-В3. Похибка вимірювання питомої активності ^{137}Cs у зразках коливалась у межах 10 – 30 %, залежно від вмісту радіонукліду.

Статистичну обробку експериментальних даних проведено із застосуванням стандартного пакету програм «Excel» за загальноприйнятими формулами [15].

Розподіл сумарної активності ^{137}Cs у лісовій екосистемі стиглого соснового лісу у свіжому бору має специфічний характер (табл. 1). Одержані дані свідчать, що нині

ЛІСІВНИЦТВО І АГРОЛІСОМЕЛІОРАЦІЯ

Харків: УкрНДЦЛГА, 2008. – Вип. 112

найбільша частка сумарної активності ^{137}Cs екосистеми (76,48 %) зосереджена у ґрунті, в т. ч. 18,09 % – у лісовій підстилці та 58,39 % – у мінеральних шарах ґрунту. Відповідно, компоненти надземної фітомаси ценозу утримували 23,52 % валового запасу ^{137}Cs лісової екосистеми.

У зв'язку із значною фітомасою частка деревного ярусу у розподілі ^{137}Cs в екосистемі є визначальною серед компонентів фітоценозу – 13,71 %.

Таблиця 1

Розподіл ^{137}Cs за компонентами біогеоценозу стиглого соснового лісу зеленомошного (ГЛУ – свіжий бір; щільність забруднення ґрунту ^{137}Cs – 485 кБк / м²)

Компоненти екосистеми	Маса, кг/га	Питома активність, Бк/кг	Активність	
			МБк/га	%
1	2	3	4	5
ЯРУС ДЕРЕВОСТАНУ	73721	*11656	859,32	13,71
Деревина без кори	60130 ± 3100	6843 ± 580	411,48	6,56
Кора (зовнішня частина)	4138 ± 330	8579 ± 660	35,50	0,57
Кора (внутрішня частина з лубом)	138 ± 9	48026 ± 3900	6,63	0,11
Шпильки 1-річні	1077 ± 95	76586 ± 8000	82,48	1,32
Шпильки 2-річні	686 ± 54	34910 ± 3100	23,95	0,38
Шпильки старші 2 років	182 ± 11	18290 ± 1750	3,33	0,05
Пагони 1-річні	170 ± 13	126067 ± 11000	21,43	0,34
Гілки товсті	5400 ± 346	29422 ± 3100	158,88	2,53
Гілки тонкі	1800 ± 128	*64243	115,64	1,84
ЯРУС ПІДРОСТУ (сосна)	112 ± 8	11200 ± 1200	1,25	0,02
ЯРУС ЛИШАЙНИКІВ	216	*45623	9,85	0,16
Під'ярус епігейних лишайників	208	*45726	9,51	0,15
<i>Cladonia gracilis</i>	44 ± 5	44150 ± 3700	1,94	0,03
<i>Cladonia rangiferina</i>	89 ± 10	46077 ± 5000	4,10	0,07
<i>Cladonia mitis</i>	75 ± 7	46234 ± 3900	3,47	0,06
Під'ярус епіфітних лишайників	8 ± 0,9	*42958	0,34	0,005
<i>Hypogymnia physodes</i>	6 ± 0,2	42246 ± 4000	0,25	0,004
<i>Pseudevernia firfuracea</i>	2 ± 0,015	45091 ± 3200	0,09	0,001
Трав'яно-чагарничковий ярус	18	*68193	1,23	0,02
<i>Calluna vulgaris</i>	7 ± 0,4	55440 ± 6000	0,39	0,006
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	6 ± 0,5	59360 ± 6100	0,36	0,006
<i>Convallaria majalis</i>	3 ± 0,1	77795 ± 8100	0,23	0,004
<i>Melampyrum pratense</i>	2 ± 0,1	124925 ± 15000	0,25	0,004
Моховий ярус	14370	*39358	565,57	9,02
<i>Pleurozium schreberi</i>	5500 ± 480	38349 ± 3900	210,92	3,36
<i>Dicranum polysetum</i>	6270 ± 500	41070 ± 4000	257,51	4,11
<i>Hylocomium splendens</i>	2600 ± 220	37363 ± 3300	97,14	1,55
Ярус макроміцетів	24,73	*1497652	37,04	0,59
<i>Paxillus involutus</i>	1,3 ± 0,10	1830114 ± 200000	2,38	0,04
<i>Amanita citrina</i>	0,6 ± 0,04	993440 ± 100000	0,60	0,01
<i>Amanita pantherina</i>	0,4 ± 0,01	1111040 ± 120000	0,44	0,01
<i>Amanita muscaria</i>	0,3 ± 0,02	1067360 ± 93000	0,32	0,01
<i>Cantharellus cibarius</i>	0,5 ± 0,02	673568 ± 74000	0,34	0,01
<i>Suillus variegatus</i>	0,81 ± 0,01	1822240 ± 176000	1,48	0,02
<i>Boletus edulis</i>	0,4 ± 0,02	690592 ± 79000	0,28	0,00
<i>Lactarius rufus</i>	5,9 ± 0,04	1613248 ± 142000	9,52	0,15
<i>Lactarius helvus</i>	3,8 ± 0,03	1512000 ± 129000	5,75	0,09
<i>Russula emetica</i>	1,21 ± 0,1	813232 ± 66000	0,98	0,02
<i>Russula decolorans</i>	0,4 ± 0,02	665952 ± 63500	0,27	0,004
<i>Cortinarius mucosus</i>	0,7 ± 0,02	996800 ± 100000	0,70	0,011
<i>Rozites caperata</i>	3,95 ± 0,09	2160480 ± 186000	8,53	0,14

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5
<i>Xerocomus badius</i>	4,46 ± 0,06	1224720 ± 130000	5,46	0,09
ГРУНТ	5316820	*902	4794,19	76,48
Лісова підстилка	45620	*24860	1134,13	18,09
Но сучасна	2420 ± 180	11312 ± 890	27,38	0,44
Но напіврозкладена	24400 ± 2200	41406 ± 3500	1010,32	16,12
Но розкладена	18800 ± 2000	5130 ± 490	96,44	1,54
Мінеральні шари ґрунту	5271200	*694	3660,06	58,39
0 – 2 см	224000 ± 18500	3035 ± 250	679,88	10,85
2 – 4 см	323200 ± 26000	1747 ± 155	564,70	9,01
4 – 6 см	349600 ± 22000	1658 ± 129	579,50	9,24
6 – 8 см	360800 ± 25000	1210 ± 85	436,42	6,96
8 – 10 см	360000 ± 20000	1232 ± 92	443,52	7,08
10 – 12 см	317200 ± 15600	1086 ± 100	344,61	5,50
12 – 14 см	362400 ± 17500	605 ± 44	219,18	3,50
14 – 16 см	367200 ± 19000	426 ± 38	156,28	2,49
16 – 18 см	359600 ± 26000	291 ± 22	104,72	1,67
18 – 20 см	386400 ± 30000	134 ± 12	51,93	0,83
20 – 22 см	375600 ± 31000	56 ± 5,2	21,03	0,34
22 – 24 см	379200 ± 21000	45 ± 4,4	16,99	0,27
24 – 26 см	370000 ± 19400	45 ± 4,3	16,58	0,26
26 – 28 см	369000 ± 23000	34 ± 3,0	12,40	0,20
28 – 30 см	367000 ± 28000	34 ± 2,4	12,33	0,20
ВСЬОГО У БІОГЕОЦЕНОЗІ:	–	–	6268,46	100,00

Примітка: знаком * виділені середньозважені значення питомої активності ¹³⁷Cs у ярусі (компоненті) лісової екосистеми.

Також значну частку сумарної активності ¹³⁷Cs лісової екосистеми утримує моховий ярус – 9,02 %. Участь інших ярусів лісової рослинності у розподілі ¹³⁷Cs у лісовій екосистемі є незначною і коливається від 0,02 % (підріст і трав'яно-чагарничковий ярус) до 0,59 % (ярус макроміцетів).

Особливу увагу ми приділяли деревостану, який зрізують при суцільних рубках головного користування, при цьому відбувається істотний перерозподіл сумарної активності ¹³⁷Cs лісової екосистеми. Нами було вивчено структуру надземної фітомаси соснового деревостану (рис. 1). Виявлено, що найбільша частка в ній належить деревині – 81,56 %, а решті компонентів – значно менша, від 7,33 % (гілки товсті) до 5,61 % (кора зовнішня) та 0,19 % (кора внутрішня). Частка хвої різного віку та однорічних пагонів у структурі надземної фітомаси сосни загалом є незначною (0,23 – 0,93 %).

З метою оцінки можливого переміщення активності ¹³⁷Cs з екосистеми внаслідок рубання стиглого деревостану було визначено частку активності, яка утримується усіма компонентами його надземної фітомаси (рис. 2).

Порівняльний аналіз даних рис. 1 і 2 свідчить, що частка деревини в утриманні ¹³⁷Cs деревостану в цілому є значно меншою порівняно з розподілом фітомаси. Натомість, частка фізіологічно активних тканин і органів (однорічних пагонів, однорічної хвої та кори внутрішньої з лубом) є значно більшою, причому переважно за рахунок значно вищої питомої активності радіонукліду в них.

З лісосіки вивозять хлисти, тому цілком правомірно вважати, що переміщується з лісосіки сумарна частка активності ¹³⁷Cs, яка міститься у деревині, корі зовнішній, корі внутрішній – у сумі 52,89 %, у т. ч. – 47,88 % – у деревині; 4,13 % – корі зовнішній; 0,77 % – корі внутрішній. Крім того, з лісосіки вивозять також частку сумарної активності ¹³⁷Cs, яка утримується епіфітними лишайниками, прикріпленими до кори стовбурів.

Компоненти крони, крім найтовстіших гілок, у найбільш типових випадках входять до лісосічних залишків, які збирають на купи та згодом спалюють. Таким чином, правомірно констатувати, що 47,21 % сумарної активності ^{137}Cs надземної частини деревостану залишаються на зрубі, в т. ч. гілки товсті – 18,49 %; гілки тонкі – 13,46 %; пагони однорічні – 2,49 % та хвоя різного віку – 12,78 %.

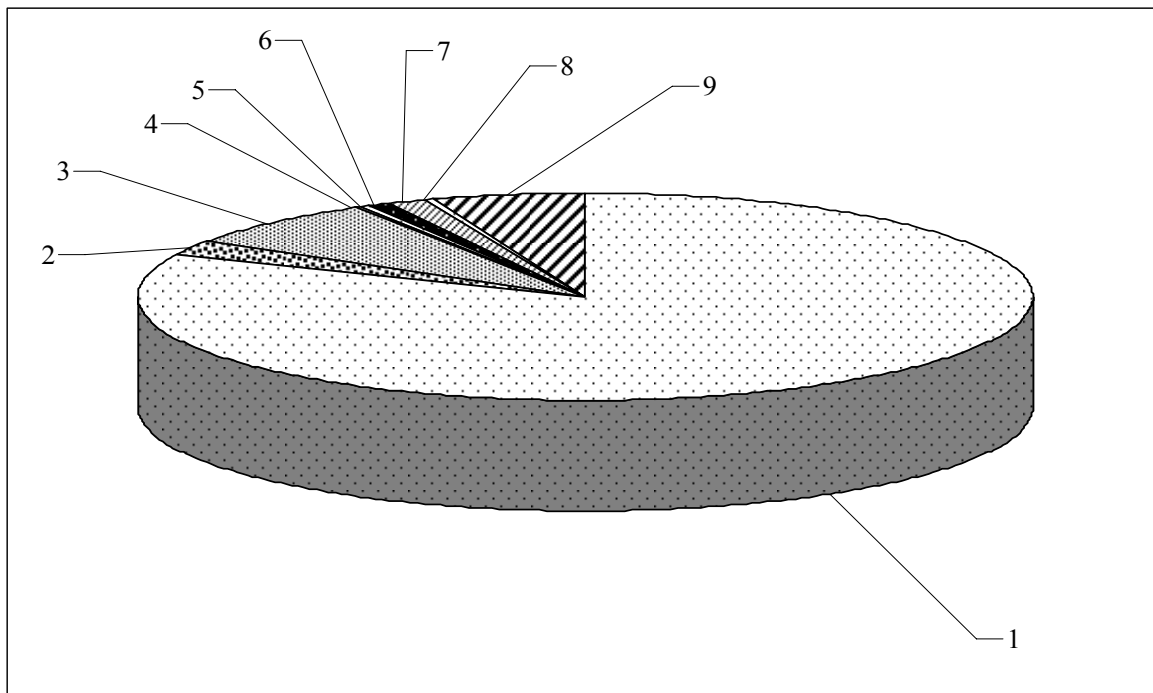


Рис. 1 – Розподіл надземної фітомаси стиглого соснового деревостану у свіжому борі (1 – деревина без кори; 2 – гілки тонкі; 3 – гілки товсті; 4 – пагони однорічні; 5 – хвоя віком понад 2 роки; 6 – хвоя 2-річна; 7 – хвоя 1-річна; 8 – кора внутрішня з лубом; 9 – кора зовнішня)

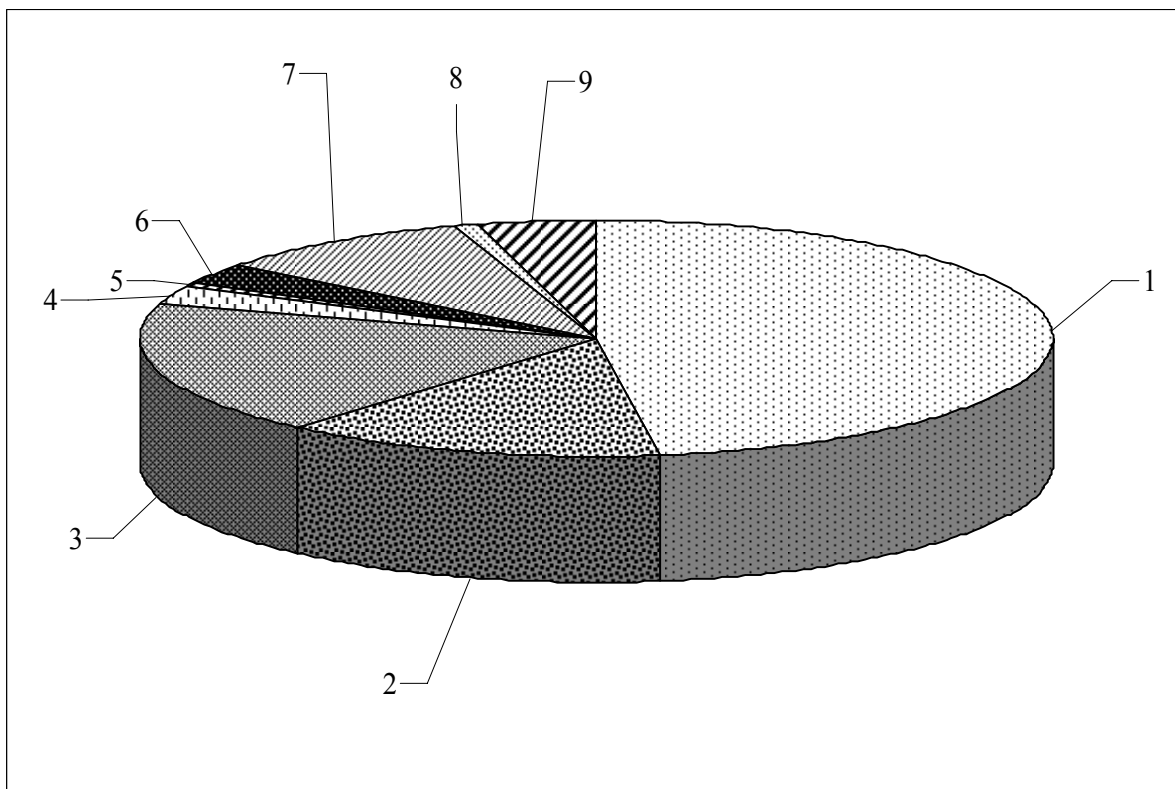


Рис. 2 – Розподіл сумарної активності ^{137}Cs у надземній фітомасі стиглого соснового деревостану (1 – деревина без кори; 2 – гілки тонкі; 3 – гілки товсті; 4 – пагони однорічні; 5 – хвоя віком понад 2 роки; 6 – хвоя 2-річна; 7 – хвоя 1-річна; 8 – кора внутрішня з лубом; 9 – кора зовнішня)

У чинних «Рекомендаціях з ведення лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення» [10] вважається найбільш придатним метод очищення лісосік від порубкових залишків шляхом збирання у купи для перегнивання (на ділянках із щільністю забруднення ґрунту понад 185 кБк/м², або 5 Кі/км²), складання на волоки та технологічні коридори або подрібнення й рівномірне розкидання на площі.

Розрахунки показують, що в аналізованій екосистемі 405,68 МБк активності порубочних залишків складалося б на купи (15 – 20 шт./га) для перегнивання. На ділянках суцільних рубок при щільності забруднення ґрунту менше 185 кБк/м² звичайним методом очищення лісосіки від порубочних залишків є їх збирання на купи з наступним спалюванням, що, навіть при незначних рівнях радіоактивного забруднення компонентів фітомаси сосни внаслідок значного концентрування радіонукліду при їх спалюванні обумовлює на місцях багате формування значних за рівнями радіоактивного забруднення локальних аномалій вмісту ¹³⁷Cs у ґрунті. Також слід підкреслити, що ¹³⁷Cs із попелу у водорозчинній формі надходить до ґрунту, причому в перший рік його доступність для кореневого живлення рослин є значною і швидко зменшується у наступні роки внаслідок «старіння» радіонукліду у ґрунті.

Наступним етапом досліджень будуть оцінювання сумарної активності ¹³⁷Cs, яка надходить до нижніх складів разом із хлистами, а також концентрування радіонукліду в тирсі після переробки деревини.

Висновки. Нині найбільша частка сумарної активності ¹³⁷Cs у стиглих соснових деревостанах свіжих борів зосереджена у ґрунті – 76,48 %, у т. ч. 18,09 % – у лісовій підстилці та 58,39 % – у мінеральних шарах ґрунту. Компоненти надземної фітомаси ценозу утримують 23,52 % валового запасу ¹³⁷Cs лісової екосистеми.

Найбільша частка надземної фітомаси соснового деревостану припадає на деревину – 81,56 %. Відносна частка решти компонентів є значно меншою, від 7,33 % (гілки товсті) до 5,61 % (кора зовнішня) та 0,19 % (кора внутрішня). Частка хвої різного віку та однорічних пагонів у структурі надземної фітомаси сосни також є незначною (0,23 – 0,93 %).

З лісосіки разом із деревиною вивозиться 52,81 % сумарної активності ¹³⁷Cs, яка містилася у деревостані, в т. ч. 47,89 % – у деревині; 4,14 % – зовнішній частині кори; 0,78 % – внутрішній частині кори.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Анучин Н. П.* Лесная таксация. – М.: Лесн. пром-сть, 1977. – 512 с.
2. *Архипов Н. П.* Роль лесов в формировании и развитии радиоэкологической обстановки в Чернобыльской зоне отчуждения Украины // Лес. Человек. Чернобыль: Науч. труды Междунар. семинара по соврем. проблемам лесной радиоэкологии (г. Гомель, 14 – 15 ноября 2000 г.). – Гомель: ИЛ НАН Беларуси, 2000. – С. 5 – 10.
3. *Демьяненко С. А., Матухно Ю. Д., Михайличенко А. И* и др. Миграция и биологическое поглощение радиоцезия в лесных насаждениях // Чернобыль-94: Сб. докл. Междунар. науч. конф. – Т. 1. – Чернобыль, 1996. – С. 478-484.
4. *Дмитренко О. Г., Орлов О. О.* Закономірності розподілу ¹³⁷Cs у компонентах соснового біогеоценозу // Проблеми екології лісів і лісокористування на Поліссі України. – Вип. 3 (9). – Наук. праці. – Житомир: Волинь, 2002. – С. 40 – 44.
5. *Зиццев С. В., Худолій В. Н., Давыдов Н. Н. и др.* Накопление и распределение ¹³⁷Cs в экосистеме соснового леса при различной плотности загрязнения почвы // Чернобыль-94: Сб. докл. Междунар. науч. конф. – Т. 1. – Чернобыль, 1996. – С. 485 – 492.
6. *Краснов В. П.* Радіоекологія лісів Полісся України. – Житомир: Волинь, 1998. – 112 с.
7. *Лундін С. М., Кадигрїб О. М., Процак В. П., Ланишин В. П., Ковтун М. В.* Оцінка запасу радіоактивних речовин в лісових біогеоценозах Полісся // Проблемы сельскохозяйственной радиологии: Сб. науч. тр. – Вип. 4 / Под ред. Б. С. Пристера. – К.: УНИИСХР, 1996. – С. 90 – 97.
8. *Орлов О. О.* Геохімічна роль різних ярусів фітоценозів в утриманні та біогенній міграції ¹³⁷Cs у лісових екосистемах // Між народ. конф. «П'ятнадцять років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання». – Доповіді. – Київ, 2001. – С. II-374 – II-384.

9. Орлов О. О., Ірклієнко С. П., Долін В. В. та ін. Балансовий підхід до радіогеохімічних досліджень автореабілітаційних процесів у лісових екосистемах // Проблеми екології лісів і лісокористування на Поліссі України. – Вип. 2 (8). – Наук. праці. – Житомир: Волинь, 2001. – С. 10 – 25.

10. Рекомендації з ведення лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення / М. М. Калетник, В. П. Краснов, М. П. Савуцик та ін. / Під ред. М. М. Калетника. – К.: Держкомлісгосп України, 1998. – 66 с.

11. Родін Л. Е., Ремезов Н. П., Базилевич Н. И. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах. – Л.: Наука, Ленинградское отд., 1968. – 145 с.

12. 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.

13. Савельев В. В., Пискунов В. С., Ворона И. С. Миграция и накопление радиоцезия в экосистеме сосняков ПГРЭЗ // Тез. докл. Междунар. науч. конф. «Фундаментальные и прикладные аспекты радиобиологии: биологические эффекты малых доз и радиоактивное загрязнение среды (Радиоэкологические и медико-биологические последствия катастрофы на ЧАЭС)» (г. Минск, 16 – 17 апреля 1998 г.). – Минск, 1998. – С. 215.

14. Тихомиров Ф. А., Щеглов А. И. Последствия радиоактивного загрязнения лесов в зоне влияния аварии на ЧАЭС // Радиационная биология. Радиоэкология. – 1997. – Т. 37, вып. 4. – С. 664 – 672.

15. Урбах В. Ю. Биометрические методы. – М.: Наука, 1964. – 415 с.

16. Якушев Б. И., Мартинович Б. С., Рахтеенко Л. И., Будкевич Т. А., Кабашикова Г. И., Ермакова О. О., Сак М. М. Круговорот радионуклидов Чернобыльской катастрофы в природно-растительных комплексах в условиях Беларуси // International Conference “One decade after Chernobyl: Summing up the consequences of the Accident”: Book of extended synopses. – Vienna, 1996. – P. 158 – 162.

17. Chernobyl fallout in a Swedish spruce forest ecosystem / E. J. McGee, H. J. Synott, K. J. Johanson, B. H. Fawaris, S. P. Nielsen et al. // J. Environ. Radioactivity. – 2000. – Vol. 48. – P. 59 – 78.

18. Modeling of radiocesium fluxes in forest ecosystems / G. Shaw, A. Kliashtorin, S. Mamikhin, A. Shcheglov, A. Dvornik, T. Zhuchenko, N. Kuchma // The radiological consequences of the Chornobyl accident: Proc. of the first internat. conf. (Minsk, 18 – 22 March, 1996) / Eds. A. Karaoglou, G. Desmet, G. N. Kelly and H. G. Menzel. – Luxembourg, 1996. – P. 221 – 224.

Kurbet T. V., Orlov O. O., Krasnov V. P.

RADIOECOLOGICAL PROBLEMS CONNECTED WITH CLEAR CUTTINGS IN PINE FORESTS OF UKRAINIAN POLISSYA

Poliskiy Branch of UkrRIFFM

Distribution of total ¹³⁷Cs activity in ecosystem of mature pine forest in Dicrano-Pinetum cenosis (A₂) has been analyzed for Ukrainian Polissya. Export of radionuclide activity with stems out of clear cutting area has been evaluated. Besides that, the part of radionuclide activity, which remains in clear cutting area with logging residuals and accumulates in ash after its burning, has been evaluated. Problem of importance for evaluation of exported ¹³⁷Cs activity in lower landing during preliminary technology of stems processing was determined.

К е у w o r d s : ecosystem, pine forests, specific activity of radionuclide, total activity of ¹³⁷Cs.

Курбет Т. В., Орлов А. А., Краснов В. П.

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ СО СПЛОШНЫМИ РУБКАМИ В СОСНОВЫХ ЛЕСАХ УКРАИНСКОГО ПОЛЕСЬЯ

Полесский филиал УкрНИИЛХА

Проанализировано распределение суммарной активности ¹³⁷Cs в экосистеме спелого соснового леса зеленомошного (ТЛУ – А₂) в Украинском Полесье. На основе этого оценен экспорт активности радионуклида с хлыстами за пределы вырубki. Кроме того, рассчитана доля активности радионуклида, остающегося на вырубке с порубочными остатками и концентрирующаяся в золе кострищ. Поставлена проблема важности учета экспортируемой активности ¹³⁷Cs на нижних складах при первичной технологической переработке древесины.

Ключевые слова: экосистема, сосновые леса, удельная активность радионуклида, суммарная активность ¹³⁷Cs.

Одержано редколегією 24.10.2007 р.