

3. Логгинов Б.И., Киричок Л.С. Методологические рекомендации по защитно-декоративному облеснению терриконов угольных шахт Донбасса. – Боярка: 1978. – 34 с.

4. Погребняк П.С. Основы лесной типологии. – К.: Изд-во АН УССР. 1995. – С. 150-232.

5. Рекомендации по формированию мелиоративного растительного покрова на отвалах угольных шахт Донбасса. – Донецк: 2002. – 36 с.

УДК 633.88:539.16:546.36(477.4) А.І. Гетьманчук, пошукач – УкрНДІЛГА;
В.П. Краснов, д-р. с.-г. Наук; О.О. Орлов, канд. біол. наук –
Поліський філіал УкрНДІЛГА

НАКОПИЧЕННЯ ^{137}Cs У КОРІ КРУШИНИ ЛАМКОЇ У ПОЛІССІ УКРАЇНИ

Проаналізована динаміка вмісту ^{137}Cs у корі крушини ламкої при різних щільності радіоактивного забруднення ґрунту в різні періоди спостережень.

А.І. Getmanchuk – UkrSRIFA; V.P. Krasnov,
O.O. Orlov – Poliskiy Branch of UkrSRIFA

^{137}Cs accumulation in the bark of *Frangula alnus* Mill. in Polissya of Ukraine

Dynamics of ^{137}Cs content in the bark of *Frangula alnus* has been analyzed under different density of radioactive ground deposition and during various observation periods.

Крушина ламка (*Frangula alnus* Mill.) – невеликий розгалужений куш або деревце, досить поширений вид підліску у багатьох типах умов місцезростання Полісся України. У той же час, вона широко використовується в народній [1] та науковій [2] медицині. Після аварії на Чорнобильській АЕС виникли проблеми з використанням кори крушини ламкої, оскільки на значних територіях відбулося спочатку поверхнєве, а в наступні роки внутрішнє радіоактивне її забруднення. Актуальним стало питання встановлення закономірностей міграції радіонуклідів у лікарські рослини і встановлення факторів, які впливають на цей процес.

Літературних джерел, присвячених вивченню вмісту ^{137}Cs у крушині ламкій, досить мало. Фрагментарні дослідження з цього приводу були проведені в Білорусі та Україні. Білоруські вчені вивчали інтенсивність накопичення ^{137}Cs та ^{90}Sr крушиною ламкою і розглядали дану рослину як компонент лісового біогеоценозу [3]. Дослідження були поставлені не з метою визначення вмісту радіонуклідів у лікарській сировині (корі) і факторів, які визначають цей процес, а з метою вивчення даного виду як фітомеліоранта для отримання "чистої" у радіаційному плані деревини сосни звичайної. Дослідники встановили, що крушина інтенсивно накопичує радіоактивні елементи з ґрунту і що деревина сосни, при всіх інших рівних умовах, містить менше радіонуклідів на площах, де зростає крушина, ніж на ділянках без цієї рослини [4].

Українські дослідники під час вивчення інтенсивності радіоактивного забруднення різних видів лікарських рослин на початку 90-х років минулого століття віднесли крушину ламку до помірних накопичувачів ^{137}Cs [5]. Було

встановлено, що середня величина коефіцієнта переходу даного радіонукліду з ґрунту у кору крушини склала у вологих суборах $15,4 \pm 1,8$ [6].

Пошук літературних джерел, а також аналіз існуючих дав змогу зробити висновок про слабку вивченість особливостей накопичення радіонуклідів крушиною ламкою. Дослідження переважно мають фрагментарний, нетривалий характер.

Метою досліджень було вивчення особливостей накопичення ^{137}Cs у корі крушини ламкої за період спостережень 1991-2002 рр. та встановлення залежностей між щільністю радіоактивного забруднення ґрунту та вмістом радіонуклідів у лікарській сировині (корі).

Дослідні роботи проводились на 7 постійних пробних площах (П.П.П.), які закладені у середньовікових (40-50 років) соснових насадженнях з добре розвинутим підліском крушини ламкої (зімкнутість 0,5-0,8, висота 2,0-2,5 м), в найбільш характерному для даного виду типі умов місцезростання – вологих суборах (табл. 1). Кора крушини відбиралася рівномірно на пробній площі (50×50 м) у трикратній повторності. У межах пробної площі відбирались зразки ґрунту, також у трикратній повторності, навколо кущів, з яких відбиралася кора. Глибина відбору зразка ґрунту – 10 см. Усі зразки фітомаси та ґрунту висушувалися, подрібнювалися, аналізувалися на вміст ^{137}Cs за допомогою багатоканального спектроаналізатора "AFORA" LP-4900 В з напівпровідниковим детектором ДГДК-100-ВЗ. Результати досліджень оброблялися за допомогою пакетів прикладних програм Statgraphics та Excel.

Табл. 1. Таксаційна та радіаційна характеристика постійних пробних площ

№ з/п	Таксаційна характеристика					Щільність забруднення ґрунту ^{137}Cs , Кі/км ²
	склад насадження	вік, років	клас бонітету	повнота	тип умов місцезростання	
28	10 С	40	1	0,8	В ₃	2,0
25	10 С + Б	50	1	0,8	В ₃	2,7
27	10 С, од. Б	40	1	0,7	В ₃	2,7
26	10 С	40	1	0,7	В ₃₋₄	4,3
23	10 С	45	1	0,8	В ₃	6,5
24	10 С	40	1	0,8	В ₃	14,0
21	10 С, од. Б	40	1	0,8	В ₃	14,1
22	10 С + Б	45	1	0,8	В ₃	18,8

На всіх закладених пробних площах спостерігається значне коливання величини питомої активності кори крушини по кожному з років (табл. 2). Так, при мінімальних значеннях щільності радіоактивного забруднення ґрунту (П.П.П.-28) спостерігається наступна динаміка вмісту ^{137}Cs у корі: максимальне значення – $1,9^{+0,26}$ кБк/кг (1991 р.), мінімальне – $0,6^{+0,26}$ кБк/кг. Тобто показник перевищує першого над другим у 3,2 рази. При максимальних значеннях щільності радіоактивного забруднення ґрунту (П.П.П.-22) величина питомої активності кори коливалась від $3,6^{+1,38}$ кБк/кг (1996 р.) до $26,8^{+1,87}$ кБк/кг (1991 р.). Показник перевищує на 7,4 рази. У цілому, за період спостережень чітко простежується зменшення вмісту ^{137}Cs у корі крушини з роками. Питома активність радіонукліду у даному виді лікарської сировини у

2002 р. становила 8,0-66,7 % від рівнів даного показника на початок досліджень (1991 р.). Спостерігається більш різкий спад радіоактивного забруднення кори крушини на пробних площах, які мають більші величини радіоактивного забруднення ґрунту. Так, питома активність кори крушини на пробних площах 28 і 25 склала 57,9 і 66,7 % від рівня 1991 р., а на П.П.П. 21 і 22 – 20,3 і 13,8 %. Зниження вмісту радіонуклідів у корі крушини пояснюється зменшенням інтенсивності їх надходження з ґрунту кореневим шляхом, що пояснює необхідне закріплення ^{137}Cs у верхніх горизонтах ґрунту і зниження його мобільності.

Табл. 2. Динаміка питомої активності ^{137}Cs у корі крушини ламкої на постійних пробних площах по роках

№ з/п	G*, Кі/км ²	Питома активність ^{137}Cs у корі по роках, кБк/кг							
		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	2002
28	2,0	1,9 ^{±0,26}	1,7 ^{±0,13}	0,7 ^{±0,07}	1,8 ^{±0,14}	0,7 ^{±0,12}	0,8 ^{±0,05}	0,6 ^{±0,26}	1,1 ^{±0,13}
25	2,7	3,0 ^{±0,17}	1,4 ^{±0,30}	1,0 ^{±0,13}	1,1 ^{±0,39}	1,2 ^{±0,12}	1,0 ^{±0,13}	1,5 ^{±0,04}	0,2 ^{±0,01}
27	2,7	1,3 ^{±0,09}	2,0 ^{±0,14}	0,7 ^{±0,07}	2,2 ^{±0,22}	1,2 ^{±0,10}	1,2 ^{±0,02}	0,8 ^{±0,09}	0,5 ^{±0,04}
26	4,3	7,6 ^{±0,62}	5,6 ^{±0,74}	2,6 ^{±0,23}	3,3 ^{±0,43}	3,5 ^{±0,61}	2,4 ^{±0,08}	1,5 ^{±0,23}	1,6 ^{±0,50}
23	6,5	6,1 ^{±0,63}	3,5 ^{±0,35}	2,0 ^{±0,20}	3,7 ^{±0,16}	2,4 ^{±0,60}	2,4 ^{±1,01}	1,8 ^{±0,11}	0,8 ^{±0,07}
24	14,0	7,5 ^{±0,57}	4,1 ^{±0,48}	3,8 ^{±0,35}	4,3 ^{±1,13}	7,2 ^{±1,27}	2,3 ^{±0,10}	3,9 ^{±0,14}	0,6 ^{±0,19}
21	14,1	21,2 ^{±1,77}	15,7 ^{±1,63}	5,7 ^{±0,49}	10,4 ^{±1,56}	7,6 ^{±1,00}	6,1 ^{±0,31}	8,0 ^{±0,66}	4,3 ^{±0,75}
22	18,8	26,8 ^{±1,87}	15,6 ^{±1,14}	4,2 ^{±0,41}	10,0 ^{±1,34}	8,3 ^{±0,27}	3,6 ^{±1,38}	7,7 ^{±2,06}	3,7 ^{±0,32}

Примітка: *щільність радіоактивного забруднення ґрунту ^{137}Cs

Результати досліджень свідчать про значні коливання вмісту ^{137}Cs у корі крушини по роках. Тобто не спостерігається монотонного зниження питомої активності згаданого радіонукліду у лікарській сировині із року в рік. Таке явище пояснюється погодними умовами вегетаційних періодів. Відомо із спостережень за іншими рослинними видами, що при достатньо теплій і вологій погоді відмічається збільшення міграційної здатності ^{137}Cs у ґрунті та в рослини [7]. Про динамічний характер інтенсивності надходження радіонуклідів у крушину ламку по роках свідчать величини коефіцієнтів переходу ^{137}Cs із ґрунту у кору (рис. 1). Певної закономірності у динаміці даного коефіцієнту по роках для всіх пробних площ ми не відмітили. Вірогідно, це пов'язано з особливістю ґрунтів у кожному конкретному випадку. Але загальна тенденція на всіх пробних площах відмічається – зниження надходження ^{137}Cs у кору крушини з роками після аварії на ЧАЕС.

Дослідження, проведені у 1997 р. на пробних площах, які були закладені у різних типах умов місцезростання – вологих суборах і сугрудках, де крушина створює значні зарості, дали змогу відзначити більш інтенсивне накопичення радіонукліду на відносно бідних ґрунтах (коефіцієнт переходу – 15,8), ніж на відносно багатих (КП = 6,1). Це вказує на необхідність використання лісотипологічного підходу до експлуатації ресурсів кори крушини.

Нами проведений регресійний аналіз зв'язку питомої активності ^{137}Cs у корі крушини з радіаційними характеристиками ґрунту: питомою активністю радіонукліду у ґрунті, щільністю радіоактивного забруднення ґрунту, потужністю експозиційної дози (ПЕД) гамма-випромінювання на висоті 1 м від

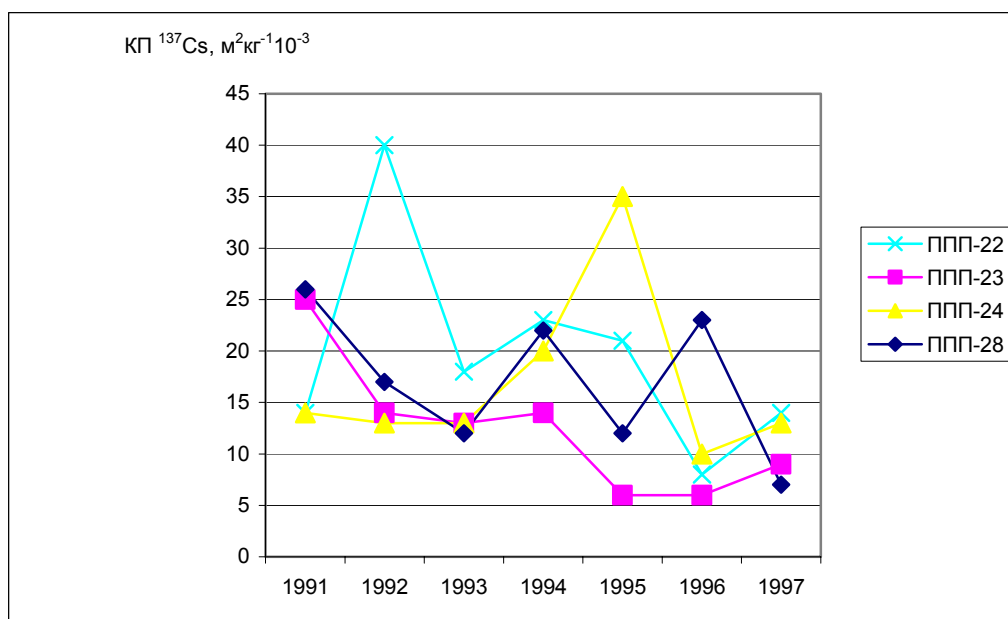


Рис. 1. Багаторічна динаміка коефіцієнтів переходу ^{137}Cs у кору крушини ламкої на пробних площах

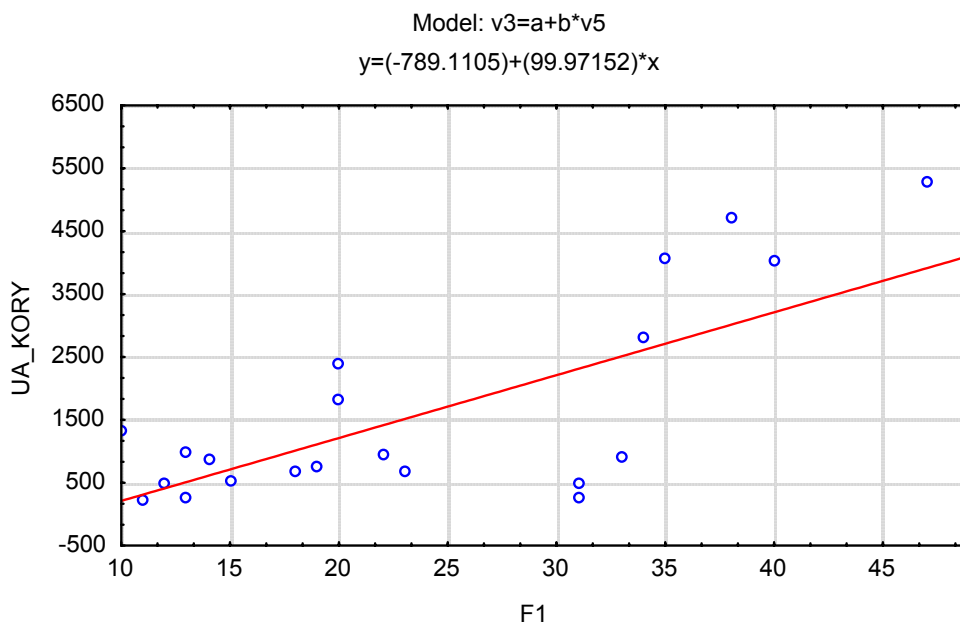


Рис. 2. Залежність питомої активності ^{137}Cs у корі крушини ламкої (Бк/кг) від ПЕД на висоті 1 м від поверхні ґрунту (мкР/год)

поверхні ґрунту. Вже матеріали першого року спостережень (1991 р.) показали, що у всіх випадках існує тісний, лінійний, позитивний, достовірний при 0,01 % рівні значимості зв'язок між показниками, що вивчалися. Отримані результати і надалі використовувалися для прогнозування рівнів вмісту ^{137}Cs у корі крушини. Подібні дослідження 2002 р. підтвердили, що для кори крушини існує тісний зв'язок між вмістом у ній ^{137}Cs та складовими радіаційної ситуації на пробній площі (табл. 3): мультиплікативний – з щільністю радіоактивного забруднення ґрунту (коефіцієнт кореляції дорівнював 0,87) та лінійний – з потужністю експозиційної дози гамма-випромінювання (рис. 2). Проведені дослідження дали змогу розрахувати допустимі рівні показників радіаційної ситуації, при яких можлива заготівля кори крушини. Розрахунки

показали, що для щільності радіоактивного забруднення ґрунту це значення не повинно перевищувати 32 кБк/м², для ПЕД на висоті 1 м – 14 мкР/год, для ПЕД на ґрунті – 17 мкР/год.

Табл. 3. Параметри рівнянь залежності вмісту ¹³⁷Cs у корі крушини ламкої у 2002 р.

Змінні	Вид рівняння	Коефіцієнт кореляції	Коефіцієнти рівняння	
			a	b
Питома активність ¹³⁷ Cs у корі (Бк/кг) від щільності радіоактивного забруднення ґрунту (кБк/м ²)	$Y = ax^b$	0.87	12.02*	1.12
Питома активність ¹³⁷ Cs (Бк/кг) у корі від ПЕД на висоті 1 м (мкР/год)	$Y = a + bx$	0.77	-789.1	99.97
Питома активність ¹³⁷ Cs у корі (Бк/кг) від ПЕД на ґрунті (мкР/год)	$Y = a + bx$	0.81	-597.1	69.44

Примітка: *log a.

Висновки

Крушина ламка належить до рослин, які інтенсивно накопичують ¹³⁷Cs. На площах з більш багатими типами умов місцезростання спостерігається зменшення інтенсивності міграції ¹³⁷Cs у кору крушини ламкої з ґрунту.

Протягом періоду спостережень (1991-2002 рр.) спостерігається зменшення вмісту ¹³⁷Cs у корі крушини ламкої.

Існує тісний кореляційний зв'язок між питомою активністю ¹³⁷Cs у корі крушини ламкої та складовими радіаційної ситуації. У сучасних умовах можлива заготівля лікарської сировини з кори крушини ламкої на ділянках з величиною щільності радіоактивного забруднення ґрунту до 32 кБк/м² (0,9 Ки/км²).

Література

1. Носаль М.А., Носаль И.М. Лекарственные растения и способы их применения в народе. – Киев, 1958. – 256 с.
2. Государственная фармакопея СССР. – 11-е издание. – В 2-х томах, т. 2. – М: Медицина, 1990. – 440 с.
3. Булко Н.И. Накопление радионуклидов деревьями основного яруса и подлесочными породами// Проблемы лесоведения и лесоводства. – Сб. науч. трудов ИЛ НАНБ, вып. 43. – Гомель, 1995. – С. 60-66.
4. Лес. Человек. Чернобыль// Под ред. В.А. Ипатьева – Гомель, 1999. – 452 с.
5. Орлов О.О., Краснов В.П., Ірклієнко С.П., Турко В.М., Шелест З.М., Короткова О.З. Вивчення радіоактивного забруднення лікарських рослин лісів Українського Полісся// Проблеми екології лісів і лісокористування на Поліссі України. – Наукові праці Поліської АЛНДС, вип. 3. – Житомир: Волинь, 1996. – С. 55-64.
6. Краснов В.П., Орлов А.А., Ірклиенко С.П., Турко В.Н., Шелест З.М., Короткова Е.З. Загрязнение цезием-137 лекарственных растений лесов Украинского Полесья// Растительные ресурсы. – 1996, т. 32, вып. 3. – С. 36-43.