

Література

1. Абатуров Б.Д. Млекопитающие как компонент экосистемы (на примере растительноядных млекопитающих в полупустыне). – М.: Наука, 1984. – 286 с.
2. Богдарина А.А., Алексеева К.Н. Действие ядов и видовые особенности растений// Ботан. журн. – 1954, вып. 39, № 6. – С. 55-65.
3. Влияние органического вещества почвы и удобрений на снятие поражений у растений, вызванных пестицидами/ Л.А. Христева, А.Г. Азанов, Л.К. Ткаченко и др.// Гуминовые удобрения теория и практика их применения. – Д.: ДГУ. – 1973, т.4. – С. 58-72.
4. Дюк В.А. Обработка данных на ПК в примерах. – С.-Пб.: Питер, 1997. – 240 с.
5. Клейн Р.М., Клейн Д.Т. Методы исследования растений. – М.: Колос. – 1974. – 527 с.
6. Налимов В.В. Теория эксперимента. – М.: Наука, 1971. – 207 с.
7. Пятницкий Г.К., Переин С.А. К вопросу агрохимической и химической борьбы с проволочниками// Докл. ВАСХНИЛ. – 1948, № 5. – С. 23-42.
8. Цветкова Н.Н., Кулик А.Ф. Содержание и закономерности распределения марганца и железа в почвогрунтах естественных биогеоценозов среднего степного Приднпровья// Вопросы степного лесоведения и лесной рекультивации земель. – Д.: ДГУ, – 1996. С. 24-32.

УДК 630*232:504.06:621.039.584(477)

В.П. Процак¹; В.О. Кашпаров²;
 А.Ф. Гойчук³; В.І. Йощенко⁴; С.Є. Левчук⁴;
 С.М. Лундин⁵; В.В. Розенфельд⁶; Д.А. Гойчук⁷

ЗАЛІСНЕННЯ ЯК ОДИН З ОСНОВНИХ ШЛЯХІВ РЕАБІЛІТАЦІЇ РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ УКРАЇНИ

Розглянуто можливість лісовідновлення і лісорозведення на радіоактивно забруднених територіях України. Показано, що при їх залісненні майбутня продукція в зв'язку з тривалим часом досягання лісу буде відповідати радіаційним нормам.

Ключові слова: Чорнобильська аварія, радіонукліди, радіоактивне забруднення деревини.

*V.P. Protsak, V.O. Kashparov, A.F. Goychuk, V.I. Yoschenko, S.E. Levchuk,
 S.M. Lundin, V.V. Rosenfeld, D.A. Goychuk*

Forest planting as one of the main ways to rehabilitation of the radioactive contaminated territories of Ukraine

A possibility of the forest renewal and forest-growing in the radioactive contaminated territories of Ukraine is analyzed. It is showed that the future forest production will satisfy the radiation norms because of a long maturation period of the forests.

Keywords: Chernobyl accident, radionuclides, radioactive contamination of wood.

Вступ. В результаті Чорнобильської аварії на значній території України була припинена повноцінна господарська діяльність. Площа зони відчуження і безумовного обов'язкового відселення (ЗВіБ (О) В) України на сьогодні становить біля 3 тис. км², з них 50 % території вкрито лісовою рослинністю. В ціло-

¹ ст. наук. співроб. фізико-хімічного відділу УкрНДІСГР (Український науково-дослідний інститут сільсько-господарської радіології). Тел. 266-45-02. E-mail: vak@uiar.kiev.ua.

² д-р біол. наук, канд. фіз.-мат. наук, директор УкрНДІСГР.

³ д-р с.-г. наук, Міністерство аграрної політики України.

⁴ канд. біол. наук, завідувач лабораторії УкрНДІСГР.

⁵ ст. наук. співроб., завідувач лабораторії УкрНДІСГР.

⁶ аспір. НАУ.

⁷ студент університету Міннесоти.

му на площі 40.8 тис. га лісового фонду України (без 30-км зони) заборонено лісогосподарську діяльність, регламентується використання деревинної продукції лісів на площі 101.5 тис. га і побічної продукції лісу на 1190.5 тис. га [1].

За останній час розглядались різні сценарії використання території зони відчуження. Однак специфіка зони відчуження і, в першу чергу, складна, плямиста структура радіоактивного забруднення значної території, її висока епідеміологічність і пожеже небезпечність, невірноважений стан екосистем, а також відсутність чіткої законодавчої бази, що регламентує проведення робіт в зоні відчуження, створюють значні ускладнення при плануванні і проведенні господарської діяльності.

З нашої точки зору доцільно розглянути можливість використання території зони відчуження для лісовідновлення і лісорозведення. На користь розвитку даного напрямку говорять наступні факти: оптимальні ґрунтово-кліматичні умови; довгий час вирощування лісу до віку сплості, 100-120 років (що відповідає трьом періодам напіврозпаду ^{90}Sr і ^{137}Cs); можливість отримання продукції, що відповідає радіаційним нормам і користується дедалі більшим попитом; порівняно помірні трудовитрати (відповідно менші дози опромінення персоналу).

Методи та обладнання. Співробітники Укр. НДІСГР протягом років проводили роботи, пов'язані з вивченням розподілу і накопичення радіонуклідів у соснових лісах зони відчуження. Для цього на різних слідах Чорнобильського викиду, у глибині лісових масивів, вибирались експериментальні ділянки, на яких відбирались спряжені зразки ґрунту і рослинності з модельних дерев. Схема розміщення точок пробовідбору представлена на рис. 1.

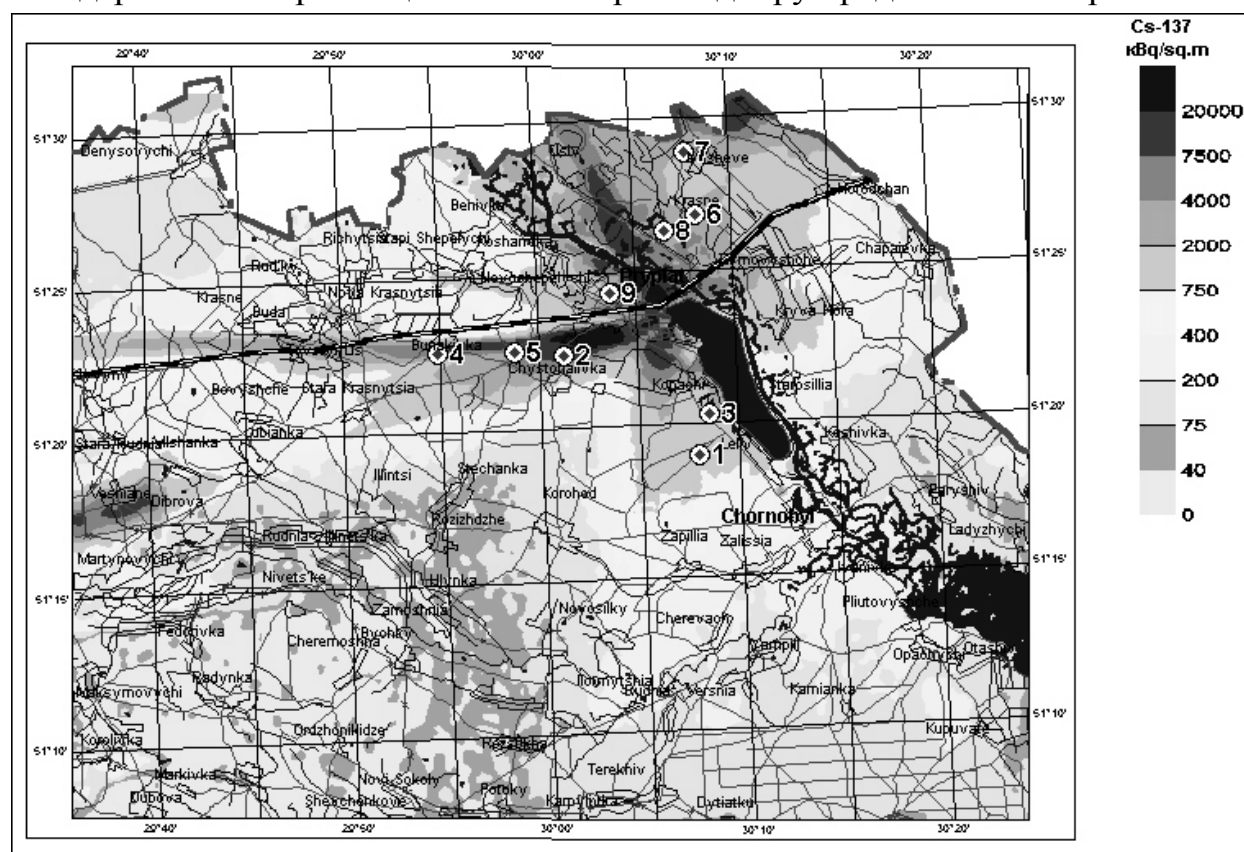


Рис. 1. Щільність забруднення 30-км зони ^{137}Cs і розміщення точок пробовідбору

Гама-спектрометрія зразків виконувалась на низько фоновому спектрометричному комплексі "ADCAM-300" (США) з напівпровідниковим Ге-детектором. Для визначення в зразках активності ^{90}Sr та радіоіотопів Рu використовувались стандартні радіохімічні методики. Вимірювання активності, екстрагованого оксалатним методом, ^{90}Sr проводилось шляхом бета-рахунку дочірнього ^{90}Y на альфа-бета радіометрі "CANBERRA-2400" (США). Плутоній осаджали електролітичним методом на металеві пластинки. Активність його іотопів вимірювали на α -спектрометрі "SOLOIST" (USA).

Обзолання повітряно-сухих зразків рослинності проводилось в муфельній печі при повільному підвищенні температури, щоб запобігти спалюванню. Кінцева температура пролізу становила 600°C.

Результати і обговорення. В табл. 1 наведено отримані значення коефіцієнтів переходу (K_{Π}) ^{137}Cs і ^{90}Sr з ґрунту в кору, деревину і хвою першого року (вересень).

Табл. 1. Коефіцієнти переходу (K_{Π}) ^{90}Sr і ^{137}Cs у кору, хвою 1-го року і деревину (1998 рік)

№ ділянки	Вік дерев, років	K_{Π} , ^{137}Cs			K_{Π} , ^{90}Sr		
		кора	хвоя	дерев.	кора	хвоя	дерев.
1	33	4.2	15.9	1.3	16.2	9.3	5.7
2	29	4.4	14.7	1.1	27.2	12.0	6.6
2	40	1.4	12.8	0.4	9.5	7.7	5.2
3	32	15.4	1.6	0.7	19.4	13.8	5.5
4	20	1.1	4.8	0.4	21.0	21.6	11.8
5	92	6.7	25.4	2.6	12.0	13.7	9.4
6	19	3.3	31.9	0.6	80.7	28.7	35.6
7	26	4.8	28.8	2.3	10.1	7.4	5.3
8	24	4.7	3.5	2.3	9.6	10.7	5.6
9	42	3.0	33.5	0.5	400.	230.	11.4
10	45	2.1	2.3	2.0	—	—	—

Аналіз результатів показує, що K_{Π} ^{90}Sr у деревину сосни в середньому в 5-20 разів вище, ніж K_{Π} для ^{137}Cs . Спостерігається істотна різниця в розподілі питомої активності ^{90}Sr і ^{137}Cs в радіальному напрямку (рис. 2)

На відміну від ^{90}Sr , ^{137}Cs розподілений порівняно рівномірно. Розподіл ^{90}Sr має, як правило, плавний характер з максимумом, зміщеним до середньої частини стовбура, і значним зменшенням концентрації ^{90}Sr (для стиглих дерев до 100 разів) в центральній частині стовбура порівняно з периферійною частиною. Особливо це виражено для дерев з віком більше 30 років. Для молодих дерев (за однакових інших умов) відзначено більш високі коефіцієнти переходу ^{90}Sr і ^{137}Cs .

Представляє практичний інтерес можливість оцінки забруднення радіонуклідами деревини по вимірам активності хвої. Аналіз отриманих результатів вказує на існування функціональної залежності між забрудненням ^{90}Sr хвої першого року (х, Бк/кг) і деревини (у, Бк/кг), яка добре описується функцією виду:

$$y = a \cdot x, \quad (1)$$

де $a = 0,56$.

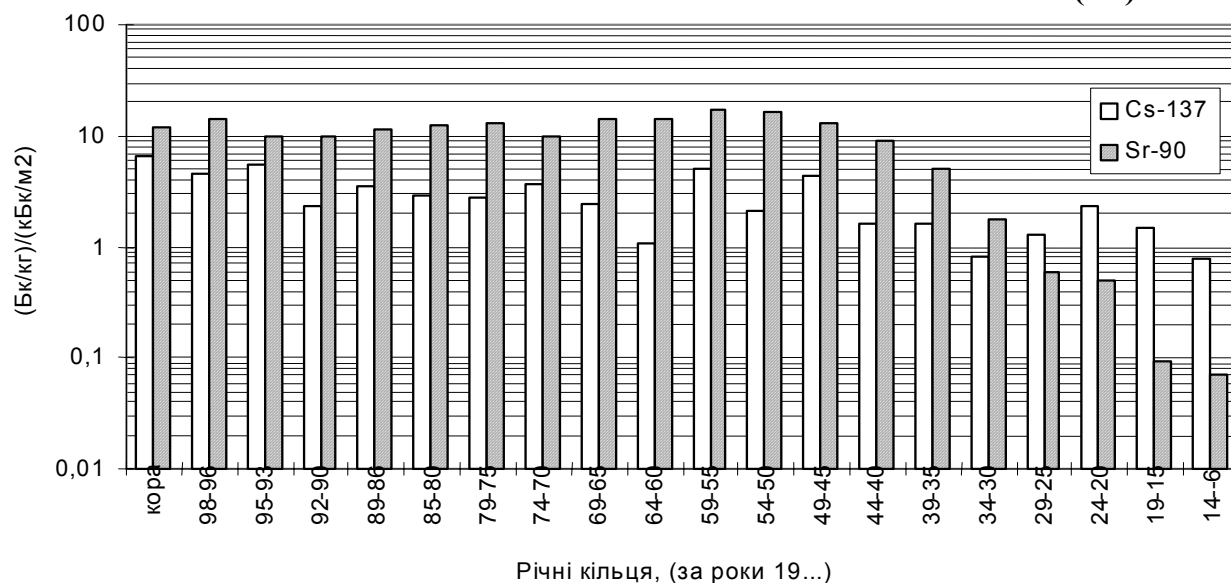


Рис. 2. Типовий радіальний розподіл питомої активності ^{137}Cs і ^{90}Sr в деревині сосни по річним кільцям, нормований на щільність забруднення ґрунту

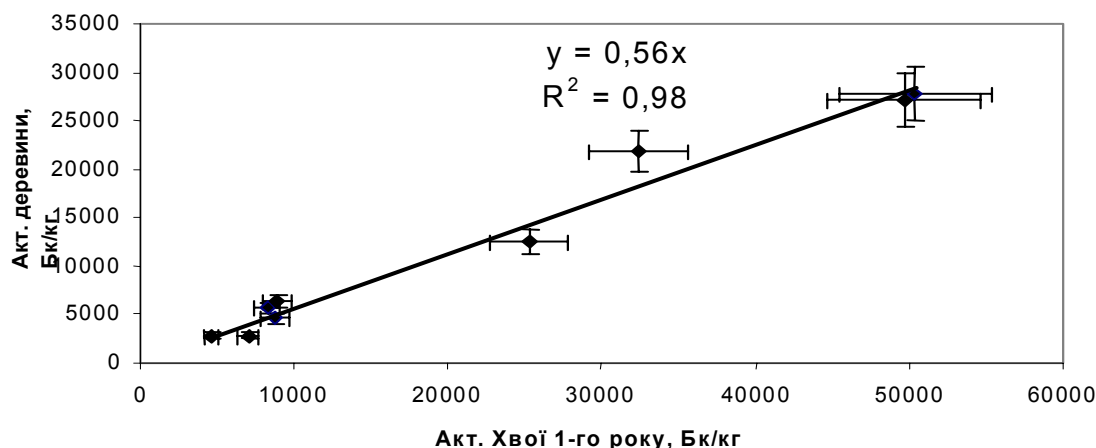


Рис. 3. Експериментальна залежність між забрудненням ^{90}Sr хвої першого року і деревиною

Також спостерігається кореляція між концентрацією кальцію в шарі ґрунту 0-10 см і забрудненням деревини ^{90}Sr (рис. 4.). Концентрація кальцію в кореновому шарі ґрунту є визначаючим фактором, що впливає на коефіцієнт переходу ^{90}Sr з ґрунту в деревину. Це дає змогу регулювати $K_{\text{п}}$ ^{90}Sr шляхом впливу на режим живлення дерев.

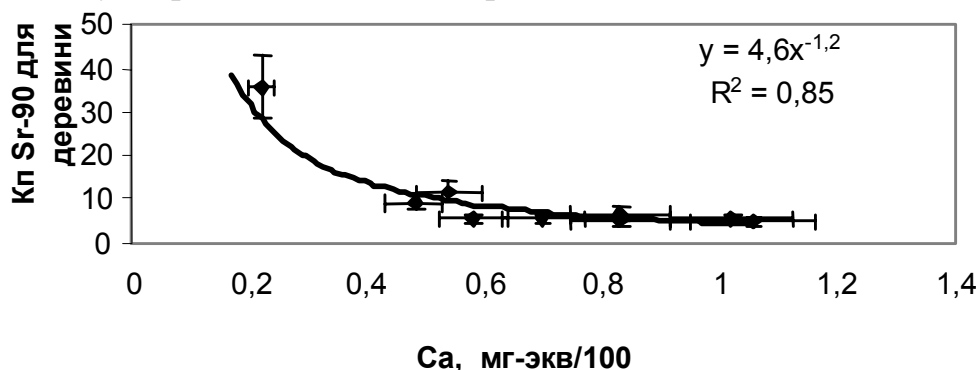


Рис. 4. Експериментальна залежність між концентрацією кальцію в шарі ґрунту 0-10 см і коефіцієнтом переходу ($K_{\text{п}}$) ^{90}Sr в деревину сосни

Аналіз аналогічних результатів для ^{137}Cs не виявив чітких функціональних залежностей між забрудненням хвої і деревини та коефіцієнта переходу цезію в деревину від вмісту калію в ґрунті.

Як консервативну оцінку вмісту ^{137}Cs (A_{Cs} , Бк/кг) в деревині можна прийняти:

$$A_{\text{Cs}} = 2.2 S_{\text{Cs}}, \quad (2)$$

де S_{Cs} – щільність забруднення ^{137}Cs ґрунту у лісі, кБк/м².

Процентний розподіл радіонуклідів за основними елементами соснового біоценозу на паливних слідах викиду наведено в табл. 2.

Табл. 2. Процентний розподіл запасу радіонуклідів щодо елементів соснового біоценозу на одиниці площі на ділянці №9

Радіонуклід	Елемент біоценозу						
	ґрунт	деревина	кора	1-літня хвоя	2-літня хвоя	підстилка	опад
^{90}Sr	65,03	15,37	7,09	0,93	1,24	10,23	0,11
^{137}Cs	89,322	0,893	0,683	1,786	0,110	7,199	0,006
^{238}Pu	96,9897	0,0485	0,1880	0,0014	0,0010	2,7711	0,0003
$^{239+240}\text{Pu}$	96,8685	0,1384	0,2214	0,0023	0,0008	2,7677	0,0009

Аналіз отриманих даних показує, що значна частина ^{90}Sr включена в біогенну міграцію і, відповідно, ^{90}Sr в даний час є найбільш рухомих радіонуклідом у системі ґрунт-рослина. Через низькі коефіцієнти переходу, вклад ізотопів плутонію в елементах дерев від його сумарного запасу становить десятку відсотку. Найменші коефіцієнти переходу радіонуклідів відзначені в деревині (на території зони відчуження), що відповідає радіаційним нормам.

Висновки і пропозиції. Оцінка різних сценаріїв і рівнів радіоактивного забруднення сільськогосподарської продукції при використанні для її вирощування території зони відчуження показала, що лімітуючим фактором є перехід ^{90}Sr з ґрунту в рослини. В даний час із врахуванням радіологічних критеріїв можуть бути використані в сільськогосподарському виробництві тільки окремі периферійні ділянки на південно-заході зони відчуження.

Згідно з існуючими на даний момент нормативами на вміст ^{137}Cs , в продукції лісного господарства і використовуючи одержану функцію консервативної оцінки забруднення деревини (2), можна оцінити допустиму щільність забруднення території для вирощування лісу. Так, щоб отримати деревину з питомою активністю <3700 Бк/кг, вона повинна бути вирощена на території з щільністю забруднення <1600 кБк/м².

Період досягання соснового лісу становить 50-100 років, при цьому сосна і ялина покращують свої технічні якості приблизно до 140-150 років, дуб – до 200-220 років, береза – до 90 [2]. За цей час активність ^{137}Cs і ^{90}Sr значно зменшиться за рахунок розпаду. Тому виглядає можливим посадка лісу на ґрунті з щільністю забруднення, що перевищує допустимі на сьогодні рівні, для отримання в майбутньому продукції, що відповідає радіаційним нормам.

В табл. 3 наведено розрахунок щільності забруднення ґрунту для отримання заданої питомої активності деревини при рубанні дерев у 2004 році і щільність забруднення території для отримання необхідної питомої активності деревини через 50 і 100 років. Як видно, вже зараз більшу частину тери-

торії зони можливо використовувати для ведення лісогосподарської діяльності (рис. 1), а в майбутньому практично вся її територія може бути використана для отримання деревини, що відповідає радіаційним нормам.

Табл. 3. Щільність забруднення лісу ^{137}Cs у 2004 році для отримання вказаної питомої активності деревини і щільність забруднення території для посадки дерев, щоб отримати вказану питому активність деревини через 50 і 100 років

Питома активність деревини, Бк/кг	Щільність забруднення території (кБк/м ²) ^{137}Cs в 2004 році для отримання вказаної питомої активності деревини в:		
	у 2004 році	Через 50 років	Через 100 років
500	230	720	2290
1000	450	1440	4580
2000	910	2890	9170
3000	1360	4330	13740
4000	1820	5770	18320

Через те, з нашої точки зору, необхідно провести повну інвентаризацію лісів зони відчуження. Розділити їх на зони по рівню забруднення радіонуклідами і ввести поняття радіоактивної стиглості – як вік радіоактивно забрудненого деревостану, що досяг кількісної, технічної і господарської стиглості, при досягненні якого відбувається його очищення, за рахунок розпаду радіонуклідів, до рівня, прийнятного до використання. В майбутньому насадження назначати для рубання за радіоактивною стиглістю.

Додаткове використання біля двох тисяч км² радіоактивно забрудненої території України дасть змогу отримати більше, ніж 50 млн. м³ товарної деревини.

Література

1. Краснов В.П. Радіоекологія лісів Полісся України. – Житомир.: Волинь, 1998. – 112 с.
2. Моисеенко Ф.П. Товарность лесов БССР// Лесохозяйственная наука и практика. – Мн.: Урожай. – 1974, вып. 24. – С. 82-93.

УДК 630*181.28

Викладач Г.А. Сахарук – Шацький лісний технікум

РІСТ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ В СУБОРАХ ШАЦЬКОГО ДЛГ

Розглянуто аспекти росту та особливості накопичення стовбурної деревини в штучних насадженнях сосни звичайної, які зростають в умовах свіжого дубово-соснового субору Шацького л-ва Шацького ДЛГ.

Teacher H.A. Sacharuk – Shatzk forest college

Growth of Scotch pine at subor of Shatzk forest enterprise

It was studied aspects of growth and peculiarities of stem wood accumulation at artificial stands of Scotch pine, which are growing at site conditions oak-pine-B₂ in Shatzk forestry of Shatzk district.

Найбільш розповсюдженими типами лісу на території держлісфонду Шацького навчально-дослідного держлісгоспу є вологий дубово-сосновий субір (В₃-ДС) – 27,2 %, свіжий дубово-сосновий субір (В₂-ДС) – 24,2 % та свіжий сосновий бір (А₂-С) – 11,8 %. Ці бідні та відносно бідні типи лісу є при-