



В. П. Краснов<sup>1</sup>, О. О. Орлов<sup>2</sup>, О. В. Жуковський<sup>2</sup>, О. В. Зборовська<sup>2</sup>, Т. В. Курбет<sup>1</sup>, В. В. Мельник<sup>1</sup>, З. М. Шелест<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Державний університет "Житомирська політехніка", м. Житомир, Україна

<sup>2</sup> Поліський філіал УкрНДЛГА ім. Г. М. Висоцького, с. Довжик, Україна

## РАДІОАКТИВНЕ ЗАБРУДНЕННЯ КОНВАЛІЇ ЗВИЧАЙНОЇ (*CONVALLARIA MAJALIS* L.) У ЛІСАХ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ

Наведено результати досліджень з вивчення динаміки радіоактивного забруднення надземної фітомаси конвалії звичайної (*Convallaria majalis* L.) у вологих сугрудах Житомирського Полісся (1991–2018 рр.). Відзначено зменшення щільності радіоактивного забруднення ґрунту за період спостережень. На всіх постійних пробних площах встановлено вищі значення питомої активності <sup>137</sup>Cs у суцвіттях конвалії звичайної відносно величини цього показника у її траві – в 1,3–2,5 раза. Встановлено зменшення вмісту <sup>137</sup>Cs у траві конвалії звичайної за 27 років (1991–2018 рр.) в 11,1–17,3 раза. Виявлено підвищення цього показника в окремі роки та періоди, що пов'язано з погодними умовами конкретного року та, можливо, циклічністю міграції <sup>137</sup>Cs у лісовому біогеоценозі. Інтенсивність надходження радіонуклідів до досліджуваних частин конвалії звичайної дещо вища у 1998 р. порівняно з отриманими результатами у 2018 р., проте зберігається співвідношення між обома роками спостережень. Величини коефіцієнта переходу радіонукліду як до суцвіть ( $3,8\text{--}8,2\text{ м}^2\cdot\text{кг}^{-1}\cdot 10^{-3}$ ), так і до трави ( $1,9\text{--}5,1\text{ м}^2\cdot\text{кг}^{-1}\cdot 10^{-3}$ ) конвалії звичайної невеликі, що дає підстави віднести цю рослину до помірних накопичувачів <sup>137</sup>Cs. З'ясовано, що на сьогодні у лісовій підстилці вологих сугрудів міститься лише 1,3 % від сумарної активності <sup>137</sup>Cs у ґрунті, а основна його частина перемістилася у верхній 10-сантиметровий мінеральний шар ґрунту, і становить – 90,06 %. Внаслідок встановлено сучасну залежність між щільністю радіоактивного забруднення ґрунту <sup>137</sup>Cs та питомою активністю радіонукліду у траві та суцвіттях конвалії звичайної.

**Ключові слова:** питома активність; <sup>137</sup>Cs; конвалія звичайна; дерново-слабопідзолисті ґрунти; коефіцієнт переходу; суцвіття; трава.

**Вступ.** Уже в перші роки після аварії на ЧАЕС конвалію звичайну (поряд з деякими іншими трав'яними рослинами лісів Полісся України) почали використовувати як своєрідний тест-об'єкт радіоактивного забруднення територій. Це пояснювали тим, що ця рослина достатньо поширена у лісовій та лісостеповій частинах України, які зазнали найбільшого радіоактивного забруднення внаслідок аварії на ЧАЕС. Окрім цього вона часто створює зарості на великих площах, що дає підстави організовувати довготривалі моніторингові спостереження. **Об'єкт дослідження** – конвалія звичайна, що зростає у вологих сугрудах лісів Житомирського Полісся. **Предмет дослідження** – особливості накопичення <sup>137</sup>Cs конвалією звичайною з часу аварії на ЧА-

ЕС. **Мета дослідження** – встановлення сучасних рівнів радіоактивного забруднення трави та суцвіть конвалії звичайної, а також вивчення динаміки питомої активності <sup>137</sup>Cs у надземній фітомасі цієї рослини у вологих сугрудах лісів Житомирського Полісся з часу аварії на ЧАЕС. **Завдання досліджень** полягало в отриманні сучасних даних про рівні радіоактивного забруднення конвалії звичайної та у їх поєднанні зі вже наявними даними, отриманими на постійних пробних площах у попередні роки. **Новизна отриманих матеріалів** полягає в тому, що вперше у радіоекології лісових екосистем простежено динаміку радіоактивного забруднення одного із її компонентів упродовж тривалого періоду з часу надходження радіонуклідів та їх міграцію у лісо-

### Інформація про авторів:

**Краснов Володимир Павлович**, д-р с.-г. наук, професор, кафедра екології. Email: volodkrasnov@gmail.com

**Орлов Олександр Олександрович**, канд. біол. наук, ст. наук. співробітник, відділ радіаційної екології лісу.

Email: orlov.botany@gmail.com

**Жуковський Олег Валерійович**, наук. співробітник, лабораторія лісівництва. Email: zh\_oleh2183@ukr.net;

<https://orcid.org/0000-0003-3351-9856>

**Зборовська Ольга Володимирівна**, ст. наук. співробітник, відділ радіаційної екології лісу. Email: olga.zborovska@ukr.net;

<https://orcid.org/0000-0003-1649-0297>

**Курбет Тетяна Володимирівна**, канд. с.-г. наук, доцент, кафедра екології. Email: meraviglia@ukr.net;

<https://orcid.org/0000-0001-7820-4263>

**Мельник Вікторія Вікторівна**, здобувач, кафедра екології. Email: melnyk\_vika91@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-3551-5085>

**Шелест Зоя Михайлівна**, канд. біол. наук, доцент, кафедра екології. Email: szm05121960@gmail.com

**Цитування за ДСТУ:** Краснов В. П., Орлов О. О., Жуковський О. В., Зборовська О. В., Курбет Т. В., Мельник В. В., Шелест З. М.

Радіоактивне забруднення конвалії звичайної (*Convallaria Majalis* L.) у лісах Житомирського Полісся. Науковий вісник НЛТУ України. 2019, т. 29, № 9. С. 60–64.

**Citation APA:** Krasnov, V. P., Orlov, O. O., Zhukovsky, O. V., Zborovska, O. V., Kurbet, T. V., Melnyk, V. V., & Shelest, Z. M. (2019).

Radioactive contamination of lily-of-the valley (*Convallaria Majalis* L.) in Zhytomyr Polissia forests. *Scientific Bulletin of UNFU*, 29(9), 60–64. <https://doi.org/10.36930/40290910>

вих ґрунтах (1986–2018 рр.). Отримані результати значно розширюють наші уявлення щодо перерозподілу  $^{137}\text{Cs}$  у лісових біогеоценозах у часі та можуть бути використані у практиці ведення заготівлі лікарської сировини. У цьому контексті потрібно розглядати й актуальність проведених досліджень.

**Матеріали і методи дослідження.** Дослідження проводили на 8 постійних пробних площах (ППП), які було закладено в 1991 р. у лісових насадженнях Лугинського, Липникського та Радогощанського лісництв ДП "Лугинське лісове господарство". Це лісгосподарське підприємство розташоване у північній частині Житомирської області. На його території існують лісові насадження, які віднесені до всіх наявних зон радіоактивного забруднення. Розмір ППП – 50×50 м.

Постійні пробні площі розташовані у вологих сугрудах, в яких зростали штучні сосново-дубові лісові насадження віком 40–50 років (на період закладки) з невеликою участю берези повислої (*Betula pendula* Roth.) та осики (*Populus tremula* L.). Співвідношення листяних і хвойних деревних порід – 70–30 %. Підріст на ППП середньої густоти складався із берези повислої, осики і рідше із сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) та дуба звичайного (*Quercus robur* L.). Підлісок рідкий і складався з горобини звичайної (*Sorbus aucuparia* L.) та крушини ламкої (*Frangula alnus* Mill.). Живий надґрунтовий покрив добре розвинений (проективне покриття 65–90 %) і складався з: конвалії звичайної (*Convallaria majalis* L.) – 30–60 %, купини пахучої (*Polygonatum odoratum* (Mill.) (3–5 %), перлівки пониклої (*Melica nutans* L.) – 1–2 %, буквиці лікарської (*Betonica officinalis* L.) – 1–3 %, перстача білого (*Potentilla alba* L.) – 1–3 %, орляка звичайного (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn.) – 1–3 %, суниць лісових (*Fragaria vesca* L.) – 1–3 % та численних інших видів (близько 30), поширення яких було незначне. Асоціація: сосново-дубовий ліс конвалієво-різнотравний. Ґрунт – дерново-слабопідзолистий супіщаний.

У межах кожної ППП, за допомогою сітки Раменського, закладали 10 облікових ділянок площею 1 м<sup>2</sup> (1×1 м) (у 2018 р. для вивчення трави – 6, суцвіт'я – 3 облікові ділянки). Облікові ділянки розташовувались на ППП рандомізовано (Ramensky, 1971). На облікових ділянках зрізали всю надземну фітомасу конвалії звичайної та відбирали ґрунт методом конверту (буром діаметром 5 см у п'яти точках на глибину 10 см). Далі надземну фітомасу розділяли на суцвіт'я та пагони з листками (траву), які окремо подрібнювали і висушували та аналізували на багатоканальному гамма-спектроаналізаторі імпульсів СЕГ-005-АКП із сцинтиляційними детекторами БДЕГ-20-Р1 та БДЕГ-20-Р2. Середня відносна похибка вимірювання активності радіонукліду становила ±8 % (довірчий рівень – 0,95). Результати досліджень обробляли за допомогою пакета прикладних програм Microsoft Office Excel та Statistic 10 (Doshkevich, 1985). Упродовж 1991–2006 рр. дослідження проводили щорічно, а далі – через 2–5 років).

**Аналіз літературних джерел.** Відомо, що конвалія звичайна – це невисока, 20–30 см заввишки трав'яна рослина, яка росте у мішаних соснових і листяних лісових насадженнях відзначених вище природних зон. Окрім цього, вона трапляється у Карпатах і північній частині Степу. Конвалія звичайна – тіньовитривала рослина,

яка утворює довге, багаторічне кореневище, на якому розміщені бруньки відновлення. З останніх щорічно формуються надземні пагони з листками. Від кореневища відходять дрібні, мичкуваті корені (Morozuk & Protoropova, 2007). У лісовій типології конвалію звичайну використовують як індикатор свіжих і вологих сугрудів і ґрудів, але ця рослина трапляється також і в інших лісорослинних умовах – свіжих і вологих суборах (Elin & Meshcheryakov, 1793). Поширення цього виду у багатьох типах лісорослинних умов дало змогу радіоекологам досліджувати темпи надходження радіонуклідів у різних екологічних умовах (Krasnov et al., 2004). В Україні, безпосередньо після аварії на ЧАЕС, були організовані дослідження щодо вивчення особливостей накопичення  $^{137}\text{Cs}$  деякими видами лікарських рослин. Радіоекологи вибрали найпоширеніші у лісах Полісся України види рослин, а також ті, заготівля яких проводилась у найбільших об'ємах (Krasnov et al., 2004). Конвалію звичайну також використовують в офіційній і народній медицині (Chorik et al., 1983; Minarchenko, 2005), і тому була залучена до вивчення. Перші результати дали змогу дослідникам відзначити невеликі рівні радіоактивного забруднення надземної фітомаси конвалії звичайної. Далі дослідники вивчали вміст  $^{137}\text{Cs}$  у конвалії звичайної у різних типах лісорослинних умов (Krasnov et al., 2004), а також динаміку питомої активності радіонукліду у суцвіт'ях і траві даної рослини (Krasnov et al., 2011). Було встановлено поступове зниження цього показника впродовж періоду спостережень – 1991–2008 рр. Також виявили залежність між питомою активністю  $^{137}\text{Cs}$  у суцвіт'ях і траві конвалії звичайної та складовими радіаційної ситуації (щільністю радіоактивного забруднення ґрунту, експозиційною дозою гамма-випромінювання). У публікації також запропоновано практичні рекомендації щодо заготівлі: заготівлю суцвіт'я конвалії рекомендували на площах зі щільністю радіоактивного забруднення ґрунту до 1,8 Кі/км<sup>2</sup>, а трави – до 2,2 Кі/км<sup>2</sup>.

У Білорусі вивчали рівні радіоактивного забруднення найпоширеніших видів лісових трав'яних рослин різних ценозів, у деяких типах лісу автоморфних і гідроморфних ландшафтів, а також розподіл радіонуклідів у частинах і органах (Eliashevich, 1992; Ermakova, 2000). Дослідники побудували ряди, у яких розмістили види рослин у порядку збільшення коефіцієнтів переходу  $^{137}\text{Cs}$  до них, а також у порядку збільшення питомої активності радіонукліду. У публікаціях відзначали невеликі рівні вмісту  $^{137}\text{Cs}$  у надземній фітомасі конвалії звичайної, а також концентрацію радіонукліду у бруньках поновлення та сисних коренях (Zabolotny, 2000).

**Результати дослідження та їх обговорення.** Постійні пробні площі характеризуються схожими екологічними умовами, але мають різну щільність радіоактивного забруднення ґрунту. Мінімальні значення цього показника у 2018 р. на ППП-5 становлять 43,7<sup>±6,38</sup> КБк/м<sup>2</sup>, а максимальні на ППП-2 – 414,8<sup>±33,63</sup> КБк/м<sup>2</sup> (табл. 1). Це дає змогу продовжити пошук залежностей між щільністю радіоактивного забруднення ґрунту та питомою активністю радіонукліду у надземній частині конвалії звичайної. На всіх ППП спостерігається зменшення щільності радіоактивного забруднення ґрунту за період спостережень (1991–

2018 рр.). Так, на ППП-5 (мінімальні значення) цей показник зменшився у 2,5 раза (з  $111,0^{+6,32}_{-6,38}$  кБк/м<sup>2</sup> до  $43,7^{+6,38}_{-6,38}$  кБк/м<sup>2</sup>), на ППП-2 (максимальні значення) у 2,6 раза ( $1110,0^{+74,4}_{-74,4}$  кБк/м<sup>2</sup> до  $419,8^{+33,63}_{-33,63}$  кБк/м<sup>2</sup>). Зменшення

щільності радіоактивного забруднення ґрунту пояснюється, в першу чергу, розпадом радіонуклідів, а також, але меншою мірою, знаходженням його частини у всіх рослинах лісового фітоценозу.

Табл. 1. Питома активність і коефіцієнти переходу  $^{137}\text{Cs}$  у траві та суцвіттях конвалії звичайної на ППП у 2018 р.

№ ППП	Щільність радіоактивного забруднення ґрунту $^{137}\text{Cs}$ , кБк/м <sup>2</sup>	Радіаційні показники трави		Радіаційні показники суцвітть	
		питома активність $^{137}\text{Cs}$ , Бк/кг	КП, м <sup>2</sup> ·кг <sup>-1</sup> ·10 <sup>-3</sup>	питома активність $^{137}\text{Cs}$ , Бк/кг	КП, м <sup>2</sup> ·кг <sup>-1</sup> ·10 <sup>-3</sup>
5	$43,7^{+6,38}_{-6,38}$	$182^{+13,4}_{-13,4}$	$4,7^{+0,75}_{-0,75}$	$301^{+6,9}_{-6,9}$	$6,9^{+0,16}_{-0,16}$
3	$50,8^{+2,73}_{-2,73}$	$257^{+27,4}_{-27,4}$	$5,1^{+0,45}_{-0,45}$	$414^{+10,5}_{-10,5}$	$8,2^{+0,21}_{-0,21}$
6	$71,0^{+4,73}_{-4,73}$	$276^{+24,0}_{-24,0}$	$4,0^{+0,56}_{-0,56}$	$455^{+54,6}_{-54,6}$	$6,4^{+0,77}_{-0,77}$
4	$96,3^{+7,79}_{-7,79}$	$365^{+45,3}_{-45,3}$	$3,8^{+0,33}_{-0,33}$	$487^{+62,5}_{-62,5}$	$5,1^{+0,65}_{-0,65}$
7	$191,1^{+8,30}_{-8,30}$	$455^{+30,7}_{-30,7}$	$2,4^{+0,23}_{-0,23}$	$804^{+82,1}_{-82,1}$	$4,2^{+0,43}_{-0,43}$
8	$221,3^{+25,07}_{-25,07}$	$476^{+52,2}_{-52,2}$	$2,2^{+0,09}_{-0,09}$	$1213^{+96,7}_{-96,7}$	$5,5^{+0,44}_{-0,44}$
1	$357,1^{+28,06}_{-28,06}$	$705^{+83,6}_{-83,6}$	$2,0^{+0,14}_{-0,14}$	$1351^{+139,5}_{-139,5}$	$3,8^{+0,39}_{-0,39}$
2	$414,8^{+33,63}_{-33,63}$	$772^{+76,9}_{-76,9}$	$1,9^{+0,05}_{-0,05}$	$1703^{+84,8}_{-84,8}$	$4,1^{+0,20}_{-0,20}$

Джерело: результати отримали автори.

На всіх ППП у 2018 р. спостерігаються дещо вищі значення питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у суцвіттях конвалії звичайної відносно величини цього показника у її траві – в 1,3–2,5 раза. Це, напевно, можна пояснити деякими біологічними особливостями формування органів рослини, оскільки подібну закономірність відзначено у всі роки наших спостережень. Відповідно і величини коефіцієнта переходу, отримані у 2018 р., дещо вищі для суцвітть, ніж для трави конвалії звичайної. Так, на ППП-5 коефіцієнт переходу для суцвітть становив  $6,9^{+0,16}_{-0,16}$  м<sup>2</sup>·кг<sup>-1</sup>·10<sup>-3</sup>, а для трави –  $4,7^{+0,75}_{-0,75}$  м<sup>2</sup>·кг<sup>-1</sup>·10<sup>-3</sup>; на ППП-3 –  $8,2^{+0,21}_{-0,21}$  м<sup>2</sup>·кг<sup>-1</sup>·10<sup>-3</sup> і  $5,1^{+0,45}_{-0,45}$  м<sup>2</sup>·кг<sup>-1</sup>·10<sup>-3</sup> (відповідно); на ППП-6 –  $6,4^{+0,77}_{-0,77}$  м<sup>2</sup>·кг<sup>-1</sup>·10<sup>-3</sup> і  $4,0^{+0,56}_{-0,56}$  м<sup>2</sup>·кг<sup>-1</sup>·10<sup>-3</sup>; на ППП-4 –  $5,1^{+0,65}_{-0,65}$  м<sup>2</sup>·кг<sup>-1</sup>·10<sup>-3</sup> і  $3,8^{+0,33}_{-0,33}$  м<sup>2</sup>·кг<sup>-1</sup>·10<sup>-3</sup>; на ППП-7 –  $4,2^{+0,43}_{-0,43}$  м<sup>2</sup>·кг<sup>-1</sup>·10<sup>-3</sup> і  $2,4^{+0,23}_{-0,23}$  м<sup>2</sup>·кг<sup>-1</sup>·10<sup>-3</sup>; на ППП-8 –  $5,5^{+0,44}_{-0,44}$  м<sup>2</sup>·кг<sup>-1</sup>·10<sup>-3</sup> і  $2,2^{+0,09}_{-0,09}$  м<sup>2</sup>·кг<sup>-1</sup>·10<sup>-3</sup>; на ППП-1 –  $3,8^{+0,39}_{-0,39}$  м<sup>2</sup>·кг<sup>-1</sup>·10<sup>-3</sup> і  $2,0^{+0,14}_{-0,14}$  м<sup>2</sup>·кг<sup>-1</sup>·10<sup>-3</sup>; на ППП-2 –  $4,1^{+0,20}_{-0,20}$  м<sup>2</sup>·кг<sup>-1</sup>·10<sup>-3</sup> і  $1,9^{+0,05}_{-0,05}$  м<sup>2</sup>·кг<sup>-1</sup>·10<sup>-3</sup> (відповідно). Це перевищення сягало 2,5 разів (ППП-8). Треба зазначити, що величини коефіцієнта переходу радіонуклідів як до суцвітть ( $3,8$ – $8,2$  м<sup>2</sup>·кг<sup>-1</sup>·10<sup>-3</sup>), так і до трави ( $1,9$ – $5,1$  м<sup>2</sup>·кг<sup>-1</sup>·10<sup>-3</sup>) конвалії звичайної невеликі, що дає підстави віднести цю рослину до помірних накопичувачів  $^{137}\text{Cs}$ .

Коефіцієнти переходу  $^{137}\text{Cs}$  до суцвітть і трави конвалії звичайної, які отримано у 1998 р., дещо вищі (максимальні значення), на відміну від тих, які аналізували (2018 р.). Так, величина коефіцієнта переходу до суцвітть була у межах  $4,2^{+0,7}_{-0,7}$ – $13,3^{+3,9}_{-3,9}$  м<sup>2</sup>·кг<sup>-1</sup>·10<sup>-3</sup>, а у траву –  $2,2^{+0,3}_{-0,3}$ – $8,2^{+0,7}_{-0,7}$  м<sup>2</sup>·кг<sup>-1</sup>·10<sup>-3</sup>. Втім співвідношення першого показника до другого в обидва роки спостережень дуже схожі: у 1998 р. – 1,4–2,5 раза, а у 2018 р. – 1,3–2,5 раза. Це також частково вказує на біологічні особливості накопичення цього радіонукліду (хімічним аналогом якого є калій) у суцвіттях і траві (пагони та листки) конвалії звичайної. Окрім цього, незначне зниження КП за 20-річний період (1998–2018 рр.) вказує на слабе закріплення  $^{137}\text{Cs}$  у ґрунті.

Моніторингові спостереження за питомою активністю  $^{137}\text{Cs}$  у надземній частині конвалії звичайної вказує на поступове її зменшення впродовж періоду спостережень (рис. 1). Це пояснюють розпадом радіонуклідів, деяким більш жорстким закріпленням у ґрунті та переміщенням до інших компонентів лісових біоценозів. Водночас необхідно зазначити, що в окремі роки та періоди спостерігається збільшення величини питомої ак-

тивності у суцвіттях і траві конвалії звичайної. Перше можна пояснити погодними умовами, які призводять до збільшення інтенсивності надходження  $^{137}\text{Cs}$  до рослин, а друге, напевно, циклічністю міграції радіонуклідів у лісових біоценозах. Циклічність пов'язана з періодами інтенсивного надходження  $^{137}\text{Cs}$  до лісових рослин, його поверненням на поверхню ґрунту з опадом хвої, листків, частин кори і пагонів багаторічних рослин, надземною частиною однорічних і дворічних рослин; його заглибленням до насиченого кореннями шару ґрунту та, знову ж, інтенсивнішим надходженням до рослин.

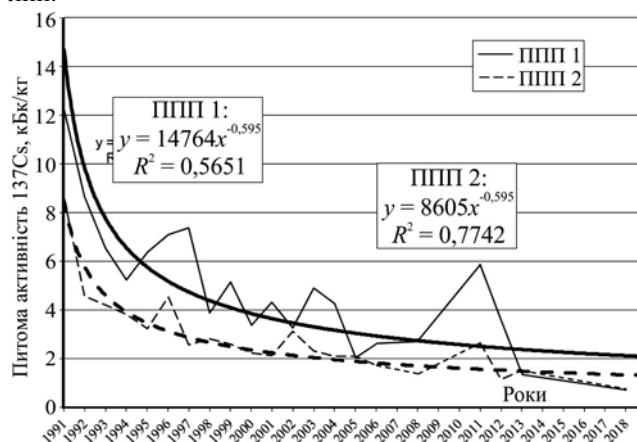


Рис. 1. Зміна питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у траві конвалії звичайної впродовж 1991–2018 рр. на ППП-1 та ППП-2. Джерело: результати отримали автори

На ППП-1 спостерігається зниження питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у траві конвалії звичайної з 1991 р. по 1994 р. в 1,5 раза (від  $12188^{+1156}_{-1156}$  Бк/кг до  $5225^{+436}_{-436}$  Бк/кг), у наступні роки (до 1997 р.) простежується її збільшення до  $7368^{+723}_{-723}$  Бк/кг (в 1,4 раза порівняно з 1994 р.). Схожі підвищення цього показника ми відзначали і далі в окремі роки та періоди – 1999, 2003–2004, 2005–2011 рр. Загалом за період спостережень з 1991 р. по 2018 р. цей показник на ППП-1 зменшився у 17,3 раза – від  $12188^{+1156}_{-1156}$  Бк/кг до  $705^{+83,6}_{-83,6}$  Бк/кг. Це зниження описується ступеневою функцією, яка є від'ємною та достатньо тісною. Подібні тенденції і схожі коливання питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у траві та суцвіттях конвалії звичайної виявлено і на інших ППП.

Зниження питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у конвалії звичайній за період спостережень пояснюють передусім зниженням щільності радіоактивного забруднення ґрун-



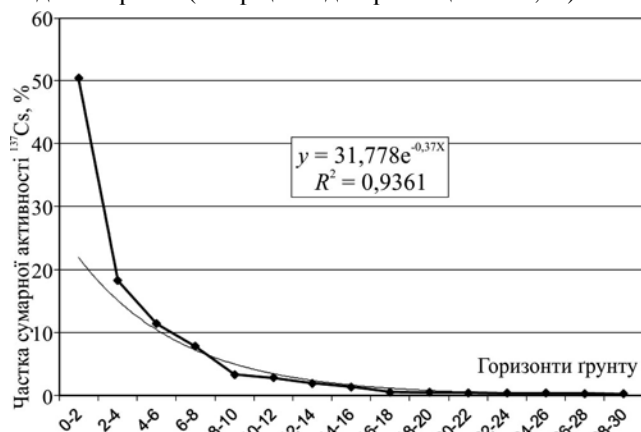
ту (у 2,5–3,0 рази залежно від ППП). Своєю чергою, зниження останньої відбулося внаслідок природного розпаду радіонукліду, його переміщення до інших компонентів лісових біогеоценозів і, можливо, за рахунок переміщення за межі розміщення кореневої системи конвалії звичайної. Для підтвердження останнього припущення ми проаналізували розподіл сумарної активності  $^{137}\text{Cs}$  у різних шарах ґрунту (табл. 2).

**Табл. 2** Сумарна активність  $^{137}\text{Cs}$  у шарах ґрунту вологих сугрудів на ППП-1 у 2017 р. (площа 500 см<sup>2</sup>)

Ґрунтовий горизонт	Сумарна активність $^{137}\text{Cs}$ , Бк/500 см <sup>2</sup>	Частка сумарної активності $^{137}\text{Cs}$ , %
Но нерозкладена	15	0,11
Но напіврозкладена	67	0,50
Но розкладена	93	0,69
0-2 см	6694	49,74
2-4 см	2432	18,07
4-6 см	1516	11,27
6-8 см	1038	7,71
8-10 см	440	3,27
10-12 см	372	2,76
12-14 см	260	1,93
14-16 см	181	1,34
16-18 см	72	0,53
18-20 см	62	0,46
20-22 см	54	0,40
22-24 см	47	0,35
24-26 см	48	0,36
26-28 см	39	0,29
28-30 см	29	0,22
<b>Всього</b>	<b>13458</b>	<b>100,00</b>

Джерело: результати отримали автори.

Отримані матеріали свідчать, що у лісовій підстилці вологих сугрудів зберігається лише 1,3 % від сумарної активності  $^{137}\text{Cs}$  у ґрунті, а основна його частина перемістилася до мінеральної частини ґрунту. Із збільшенням глибини цей показник зменшується. Закономірність зменшення описується (рис. 2) рівнянням:  $Y = 31,778e^{-0,37X}$  (ППП-1). Наведена залежність є тісною та достовірною (коефіцієнт детермінації  $r^2 = 0,94$ ).



**Рис. 2.** Зміна сумарної активності  $^{137}\text{Cs}$  у мінеральних горизонтах ґрунту з глибиною у 2017 р. на ППП-1 (ТЛУ – С<sub>3</sub>). Джерело: результати отримали автори

У різні періоди з часу аварії на ЧАЕС ми встановлювали залежність між питомою активністю  $^{137}\text{Cs}$  у траві і суцвіттях конвалії звичайної та величиною щільності радіоактивного забруднення ґрунту. Це дало змогу роз-

раховувати можливі рівні вмісту радіонуклідів у відзначених частинах конвалії звичайної за певних рівнів радіоактивного забруднення ґрунту та рекомендувати заготівельним організаціям можливі місця заготівлі цієї лікарської сировини. Розрахунки, проведені з використанням матеріалів 2018 р., показали, що ця залежність апроксимувалася лінійними рівняннями значної тісноти: для суцвіть –  $y = 3,57 + 195,97 (r^2 = 0,91)$  і для трави –  $y = 1,52x + 160,75 (r^2 = 0,87)$ .

#### Висновки:

- 3 часу надходження радіонуклідів у період аварії на ЧАЕС до лісових ґрунтів Полісся України відбулося значне їх заглиблення. На сьогодні у лісовій підстилці вологих сугрудів міститься лише 1,3 % від сумарної активності  $^{137}\text{Cs}$  у ґрунті, а основна його частина перемістилася до мінеральної частини ґрунту. У верхньому 10-сантиметровому шарі мінеральної частини ґрунту міститься 90,06 % сумарної активності радіонукліду у ґрунті.
- Триває достатньо інтенсивне надходження  $^{137}\text{Cs}$  з ґрунту до надземної частини конвалії звичайної. Найбільші величини коефіцієнтів переходу  $^{137}\text{Cs}$  з ґрунту відзначено для суцвіть (від  $3,8^{+0,39} \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$  (ППП-1) до  $8,2^{+0,21} \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$  (ППП-3) і дещо менші для трави конвалії звичайної (від  $2,0^{+0,14} \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$  (ППП-1) до  $5,1^{+0,45} \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$  (ППП-3)).
- Упродовж періоду спостережень (1991–2018 рр.) відбувається зниження питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у суцвіттях та траві конвалії звичайної. У межах усіх пробних площ це зниження коливається від 11,1 (ППП-2) до 17,3 (ППП-1) рази (від  $8559^{+794,0}$  Бк/кг до  $772^{+76,9}$  Бк/кг та з  $12188^{+1156}$  Бк/кг до  $705^{+83,6}$  Бк/кг відповідно).

#### References

- Chopik, V. I., Dudchenko, L. G., & Krasnova, A. N. (1983). *Wild useful plants of Ukraine. Directory*. Kyiv: Scientific thought. [In Russian].
- Dospekhov, B. A. (1985). *Methodology of field experience*. Moscow: Agropromizdat. [In Russian].
- Eliashevich, N. V. (1992). Chernobyl accident: pollution of herbaceous plants. Practical aspects. (Ser. Physical and Energy Sciences). *News of the Academy of Sciences of Belarus*, 1, 5–10. [In Russian].
- Elin, E. Y., & Meshcheryakov, G. I. (1973). *Atlas of indicator plants of forests of Ukraine*. Kyiv: Harvest. [In Russian].
- Ermakova, O. O. (2000). Radioecological monitoring of  $^{137}\text{Cs}$  accumulation in plants of living soil cover of forest cenoses. *Radioactivity in nuclear explosions and accidents: Report abstract International the Conference*, Moscow, April, 24–26, 2000. St. Petersburg: Gidrometeoizdat, 217 p. [In Russian].
- Krasnov, V. P., Orlov, A. A., & Getmanchuk, A. I. (2004). *Radioecology of medicinal plants*. Zhytomyr: Volyn. [In Ukrainian].
- Krasnov, V. P., Kurbet, T. V., & Orlov, A. A. (2011). Peculiarities of  $^{137}\text{Cs}$  accumulation by different organs of *Convallaria Majalis* L. in the moist sougruds of Polissya of Ukraine. *Forestry & Forest Melioration*, 118, 64–73. Kharkiv. [In Ukrainian].
- Minarchenko, V. M. (2005). *Likarski sudinni roslini of Ukraine (medical and resource value)*. Kyiv: Phytosociocenter. [In Ukrainian].
- Morozyuk, S. S. & Protopopova, V. V. (2007). *Grassy plants of Ukraine. Atlas determinant*. Kyiv: The educational book. [In Ukrainian].
- Ramensky, L. G. (1971). *Problems and methods of studying vegetation*. Leningrad: Science. [In Russian].
- Zabolotny, A. I. (2000). Migration  $^{137}\text{Cs}$  in the soil – plant – soil system involving May lily of the valley and purchased medicinal. *Radioactivity in nuclear explosions and accidents: Report abstract at International Conference*, Moscow, April, 24–26, 2000. St. Petersburg: Gidrometeoizdat, 215 p. [In Russian].

## RADIOACTIVE CONTAMINATION OF LILY-OF-THE VALLEY (*CONVALLARIA MAJALIS* L.) IN ZHYTOMYR POLISSIA FORESTS

The results of studies of the dynamics of radioactive contamination of terrestrial phytomass of lily of the valley (*Convallaria majalis* L.) in the wet territories of Zhytomyr Polissya (1991-2018) are presented. A decrease in the density of radioactive contamination of soil during the observation period was noted. Thus, for the sample plots-5 (minimum values) this indicator decreased in 2.5 times (from  $111.0^{+6.32}$  kBq/m<sup>2</sup> to  $43.7^{+6.38}$  kBq/m<sup>2</sup>), and for the sample plots-2 (maximum value) in 2.6 times ( $1110.0^{+74.4}$  kBq/m<sup>2</sup> to  $419.8^{+33.63}$  kBq/m<sup>2</sup>). Higher values of the specific activity of <sup>137</sup>Cs in inflorescences of the lily-of-the-valley with respect to the value of this indicator in its grass were observed at all the sample plots in 1.3-2.5 times. A reduction of <sup>137</sup>Cs in the grass lily of the valley for 27 years (1991-2018) was found to decrease in 11.1-17.3 times. This indicator was found to increase in certain years and periods, which may be related to the weather conditions of a particular year and the cyclical migration of <sup>137</sup>Cs in forest biogeocenosis. The intensity of radionuclide inflow into the studied parts of the lily of the valley was slightly higher in 1998 compared to the results obtained in 2018, but the correlation between the two years of observations remains. The values of the radionuclide transition coefficient for both inflorescences ( $3.8-8.2$  m<sup>2</sup> kg<sup>-1</sup> 10<sup>-3</sup>) and grass ( $1.9-5.1$  m<sup>2</sup> kg<sup>-1</sup> 10<sup>-3</sup>) of lily of the valley are small, which allows classifying this plant as one with moderate storage of <sup>137</sup>Cs. It has been found that, at present, only 1.3 % of the total <sup>137</sup>Cs activity in the soil is contained in the forest litter, and its bulk has moved to the 10 cm top of the soil mineral layer, and is 90.06 %. As a result, a recent relationship was established between the density of radioactive <sup>137</sup>Cs contamination of soil and the specific activity of radionuclide in grass and inflorescences of lily of the valley.

**Keywords:** specific activity; <sup>137</sup>Cs; lily of the valley; sod low-podzolic soils; conversion rate; inflorescence; grass.