

УДК: 502.175:628.4.047]:582.475

РАДІОЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ НАКОПИЧЕННЯ

¹³⁷Cs у соснових фітоценозах «РУДОГО ЛІСУ»

Кучер А. І., Мацюк О. Б.

Тернопільський національний педагогічний університет

імені Володимира Гнатюка

E-mail: anastasiakucher70k02@gmail.com

Чорнобильська катастрофа, що сталася 26 квітня 1986 року, залишається наймасштабнішою техногенною аварією в історії людства, що спричинила глобальний перерозподіл радіонуклідів у біосфері. Серед найбільш постраждалих територій особливе місце займає «Рудий ліс» – ділянка площею близько 10 км², що прилягає безпосередньо до проммайданчика ЧАЕС. Внаслідок поглинання надвисоких доз іонізуючого випромінювання у перші дні після аварії соснові насадження на цій території загинули, що призвело до радикальної зміни структури та функціонування місцевих екосистем. Сьогодні, через чотири десятиліття, «Рудий ліс» перетворився на унікальний природний полігон для вивчення довготривалої поведінки техногенних ізотопів, зокрема Цезію-137 у системі «грунт–рослина». Дослідження динаміки накопичення радіонуклідів у лісових фітоценозах є критично важливим не лише для розуміння процесів самовідновлення природи, а й для прогнозування потенційних екологічних загроз, пов'язаних із вторинною міграцією радіації за межі Зони відчуження. Сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.) виступає ключовим об'єктом радіоекологічного моніторингу, оскільки її роль як основного біоіндикатора зумовлена специфікою фізіологічного обміну речовин. ¹³⁷Cs, будучи хімічним аналогом життєво важливого елемента калію (K), активно втягується кореневою системою в загальний цикл метаболізму дерева. Процес поглинання та перерозподілу нукліда не є статичним: сучасні дані вказують на існування чіткої сезонної циклічності циркуляції ¹³⁷Cs у тканинах рослин [4]. У весняно-літній період, під час активного ксилемного потоку, основна частина активності концентрується в найбільш фізіологічно активних органах – молодій хвої та пагонах першого року. Натомість у зимовий період, зі сповільненням вегетації, спостерігається частковий

відтік нуклідів у провідні тканини стовбура. Така динаміка свідчить про те, що лісові насадження є динамічними акумуляторами, які постійно перерозподіляють ізотопи всередині своєї біомаси залежно від фізіологічного стану.

Аналіз просторового розподілу ^{137}Cs у структурі деревних стовбурів виявив складну систему забруднення. Розподіл радіації по висоті дерева має чітку закономірність: чим вище по стовбуру, тим більшою стає концентрація радіонуклідів. Тобто найменше цезію міститься в нижній частині (біля пня), а найбільше – ближче до верхівки [2]. У радіальному розрізі максимальні рівні вмісту ^{137}Cs фіксуються в зовнішній корі та заболоні, що безпосередньо беруть участь у транспортуванні поживних речовин. Це підтверджує активну участь цезію в метаболічних процесах навіть через три десятиліття після аварії. Важливо зазначити, що у сосново-березових фітоценозах Північної України сосна демонструє значно вищі рівні акумуляції порівняно з листяними породами, що робить її домінуючою ланкою у формуванні дозового навантаження на лісову екосистему [1]. Різні яруси фітоценозу – від мохового покриву до верхнього намету лісу утримують радіонукліди з різною інтенсивністю, створюючи багатопшаровий біологічний екран. Попри здатність лісів виконувати роль «біологічного фільтра», що утримує нукліди в біомасі та верхніх органічних шарах ґрунту, цей бар'єр є надзвичайно вразливим до пожеж, які є типовими для «Рудого лісу». Під час горіння відбувається швидка мінералізація органічної речовини, в результаті чого накопичений за десятиліття ^{137}Cs переходить у попіл. Питома активність нуклідів у попілі може бути у сотні разів вищою, ніж у вихідній деревині [3]. Це призводить до виникнення радіоактивних аерозолів, що розносяться на значні відстані, а також до інтенсивного вимивання радіоцезію в ґрунтові води. Останні дані свідчать, що масштабні пожежі провокують зростання вмісту радіонуклідів у підземних водах через їхнє швидке проникнення крізь пошкоджений пожежею ґрунтовий покрив [3].

Підсумовуючи результати радіоекологічного моніторингу, можна стверджувати, що ситуація в соснових фітоценозах «Рудого лісу» залишається стабільно напруженою. Хоча загальна

активність ^{137}Cs знижується за рахунок природного розпаду, його біологічна доступність у лісових екосистемах залишається високою.

Список літератури:

1. Accumulation of ^{137}Cs and ^{90}Sr radionuclides by dominants and co-dominants of birch-pine forest communities in northern Ukraine / O. Lukash та ін. iForest - Biogeosciences and Forestry. 2024. Vol. 17, №. 6. P. 386–393. DOI: <https://doi.org/10.3832/for4577-017>.
2. ^{90}Sr and ^{137}Cs distribution in Chornobyl forests: 30 years after the nuclear accident / D. Holiaka та ін. *Journal of Environmental Radioactivity*. 2025. Vol. 272. Art. 107616. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2025.107616>.
3. Regarding the possible impact of forest fires on the radioactive pollution of groundwater in the Chornobyl Exclusion Zone / M. Panasiuk та ін. *Scientific Reports*. 2025. Vol. 15. Art. 13910. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-025-99095-5>.
4. Zarubina N. Circulation of ^{137}Cs in Various Forest Plants in the Chornobyl Exclusion Zone during the Year. *Ecologies*. 2023. Vol. 4, №. 2. P. 310–324. DOI: <https://doi.org/10.3390/ecologies4020020>

УДК 581.1:575:539.16

**ЕПІГЕНЕТИЧНІ МЕХАНІЗМИ АДАПТАЦІЇ РОСЛИН ДО
ХРОНІЧНОГО РАДІАЦІЙНОГО ВПЛИВУ**

Лесишин А. А., Янцо В. В.

Ужгородський національний університет

Email: lesyshyn.andrii@student.uzhnu.edu.ua;
yantso.vlasta@student.uzhnu.edu.ua

Іонізуюче випромінювання спричиняє геномні ушкодження, оксидативний стрес і метаболічні порушення у рослин. Їх адаптація відбувається через епігенетичні механізми, які регулюють експресію генів без зміни ДНК і забезпечують фенотипічну пластичність [1, 5]. Хронічний радіаційний стрес індукує метилювання ДНК, модифікації гістонів і дію малих РНК, що формують епігенетичну пам'ять [1, 2]. На відміну від гострого впливу, він спричиняє стабільні зміни епігеному, які можуть передаватися поколінням. Метилювання цитозину є