

2. ЕКОЛОГІЯ ТА ДОВКІЛЛЯ

УДК 630*15:551.521 Проф. В.П. Краснов, д-р с.-г. наук – Житомирський ДТУ;
наук. співроб. І.Т. Гулик – Поліський філіал УкрНДЛГА, м. Житомир

СЕЗОННІ ЗМІНИ В АКУМУЛЯЦІЇ ^{137}Cs ЛІСОВИМИ РОСЛИНАМИ – КОМПОНЕНТАМИ РАЦІОНУ КОЗУЛІ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ (*CAPREOLUS CAPREOLUS L.*) У ЛІСАХ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ

Визначено основні види деревних порід, чагарників, чагарничків і трав'яних рослин, які входять до раціону козулі європейської впродовж року у лісах Житомирського Полісся. Наведено величини коефіцієнта переходу ^{137}Cs з ґрунту до надземних частин кормових, лісових рослин як показника, що характеризує величину їх радіоактивного забруднення. Здійснено групування рослин за інтенсивністю накопичення ними ^{137}Cs у різні пори року та визначено основні, які призводять до радіоактивного забруднення органів козулі європейської.

Ключові слова: радіоактивне забруднення, радіонукліди, питома активність радіоактивності, коефіцієнт переходу, мисливське господарство, кормові рослини, ратичні тварини.

Вступ. Відомо, що у післячорнобильський період переважна кількість ^{137}Cs надходить до організму мисливських ратичних тварин трофічними шляхами (з кормами). У зв'язку з чим однією з проблем, важливою для практики ведення мисливського господарства на територіях забруднених радіонуклідами, є виявлення особливостей радіоактивного забруднення основних видів кормів. Цю проблему необхідно вирішувати на основі фундаментальних комплексних досліджень з розподілу радіонуклідів у лісових біогеоценозах, а також встановлення рівнів радіоактивного забруднення окремих їх компонентів, які слугують кормом для диких ратичних тварин.

Протягом декількох років після аварії на ЧАЕС у районах центральної Швеції, де щільність радіоактивного забруднення ґрунту змінювались у межах 30-120 кБк/м², проводили дослідження із встановлення рівнів радіоактивного забруднення м'язів козулі європейської. Дослідники виявили збільшення питомої активності ^{137}Cs у м'язах цього виду в серпні та вересні. Наприклад, у 1988 р. цей показник збільшився з 1000-3000 Бк/кг (у січні-червні) до 11800 Бк/кг (у вересні). [3]. Подібні результати отримали інші шведські дослідники, які вивчали сезонну динаміку радіоактивного забруднення м'язів козулі на території зі щільністю забруднення ґрунту ^{137}Cs у межах 30-40 кБк/м² [4]. На значному статистичному матеріалі показано, що у 1988 р. максимальна величина питомої активності радіонукліду у м'язах досягала 8000 Бк/кг – у вересні, а загалом (у листопаді-грудні) значно знижувалась – до 2000 Бк/кг.

Про 8-кратне збільшення радіоактивного забруднення м'язів козулі у вересні й жовтні, порівняно зі серпнем, підтверджують роботи, проведені у лісах Житомирського Полісся України [1, 2].

Більшість дослідників пов'язує особливості накопичення радіонукліду в організмі козулі з характером їх харчування у певні періоди року. Дослідники

пояснюють збільшення питомої активності ^{137}Cs у м'язах у конкретні проміжки часу з поїданням тваринами окремих категорій рослинних кормів, особливо представників порядку вересовцвітих, папоротей, лишайників, а також грибів (для козулі) та деяких видів тваринних кормів (для кабана). На жаль, майже всі дослідження з вивчення рівнів радіоактивного забруднення кормів цих тварин здійснено у період найбільш інтенсивного розвитку або плодоношення рослин і не враховують сезонної динаміки цього показника в них.

Об'єкти та методика дослідження. Об'єкт досліджень – природні кормові рослини, які входять до складу раціону найпоширенішого виду мисливських ратичних тварин – козулі європейської (*Capreolus capreolus L.*) – на територіях з різною щільністю радіоактивного забруднення ґрунту у лісах Житомирського Полісся України.

Для проведення досліджень відібрано угіддя лісогосподарських підприємств, підпорядкованих Житомирському обласному управлінню лісового та мисливського господарства: ДП "Овруцьке СЛГ", ДП "Овруцьке ЛГ", ДП "Городницьке ЛГ". Середні значення величин щільності радіоактивного забруднення ґрунту на пробних площах (відповідно вказаним лісогосподарським підприємствам) становили: 213,3^{±15} кБк/м² (5,76 Кі/км²); 55,9^{±3,7} кБк/м² (1,51 Кі/км²), 19,5^{±1,4} кБк/м² (0,53 Кі/км²). Це дозволило охопити широкий спектр радіоактивного забруднення лісів регіону. Ці стаціонари вибрано як такі, що типово характеризують якісні показники лісомисливських угідь Житомирського Полісся.

Відбір зразків ґрунту та визначених кормів проведено маршрутным методом одночасно з відстрілом тварин у вірогідних місцях їх харчування та відпочинку у межах одного лісового кварталу, а також сезонно на постійних пробних площах у типових для кожного виду тварин екологічних нішах. Зразки ґрунту відбирали буром діаметром 5 см до глибини 10 см у п'ятикратній повторності методом конверту в межах 1-2 м навколо кормових рослин, з яких відбирали фітомасу. З п'яти зразків робили об'єднаний зразок шляхом змішування. Відбір зразків фітомаси кормових видів рослин проводили у межах кормової зони тварин. Кормову зону козулі враховували до висоти 1,2 м над поверхнею ґрунту.

Пагони деревних видів, товщиною не більше 5 мм, олістяні чи безлисті, залежно від пори року, зрізували та подрібнювали секатором; надземну фітомасу трав – спеціальним ножом. Усі зразки фітомаси поміщали у поліетиленові пакети. Парні зразки ґрунту та фітомаси відбирали у 5-ти повторностях, супроводжували відповідними етикетками. Надалі зразки ґрунту та кормів висушували до повітряно-сухого стану в сушильних камерах за t +85 °C протягом 3-х діб, подрібнювали та перемішували. Питому активність ^{137}Cs у ґрунті та фітомасі рослин вимірювали у посудині Марінеллі об'ємом 1 л на гамма-спектрометрі АК СЕГ-01 та багатоканальному аналізаторі "AFORA" LP-4900B із напівпровідниковими детекторами ДГДК-80 В-3.

Для порівняння рівнів радіоактивного забруднення кормових рослин використано коефіцієнт переходу (КП) – відношення величини питомої активності ^{137}Cs (Бк/кг) у кормовій рослині до величини щільності радіоактивного забруднення ґрунту (кБк/м²).

Результати дослідження та їх аналіз. Узагальнення результатів досліджень дозволило розташувати види дерев, чагарників, чагарничків та трав у ряди за коефіцієнтами переходу ^{137}Cs з ґрунту в їх надземну фітомасу (рис. 1). Як видно з графіка, у різні пори року у певного виду рослин спостерігаються різні величини коефіцієнта переходу ^{137}Cs з ґрунту до фітомаси, що може бути пов'язано з різними фенологічними фазами розвитку в окремих видів рослин та їх біологічними особливостями. Водночас можна відзначити деякі види, які стабільно більше (тобто у всі пори року) мають вищі величини коефіцієнтів переходу. Так, ожина несійська протягом року характеризується значним вмістом ^{137}Cs у надземній частині фітомаси, яка є кормом для козулі європейської. До рослин, які характеризуються значними коефіцієнтами переходу протягом року, а від того значним вмістом радіонукліду у надземній фітомасі, варто також віднести підріст дуба звичайного і сосни звичайної. Характерно, що величина цього коефіцієнта у дуба звичайного наприкінці осені різко знижується. Встановлено, що значна кількість ^{137}Cs протягом вегетаційного періоду містилася у листках, а після їх опадання перемістилась до лісової підстилки.

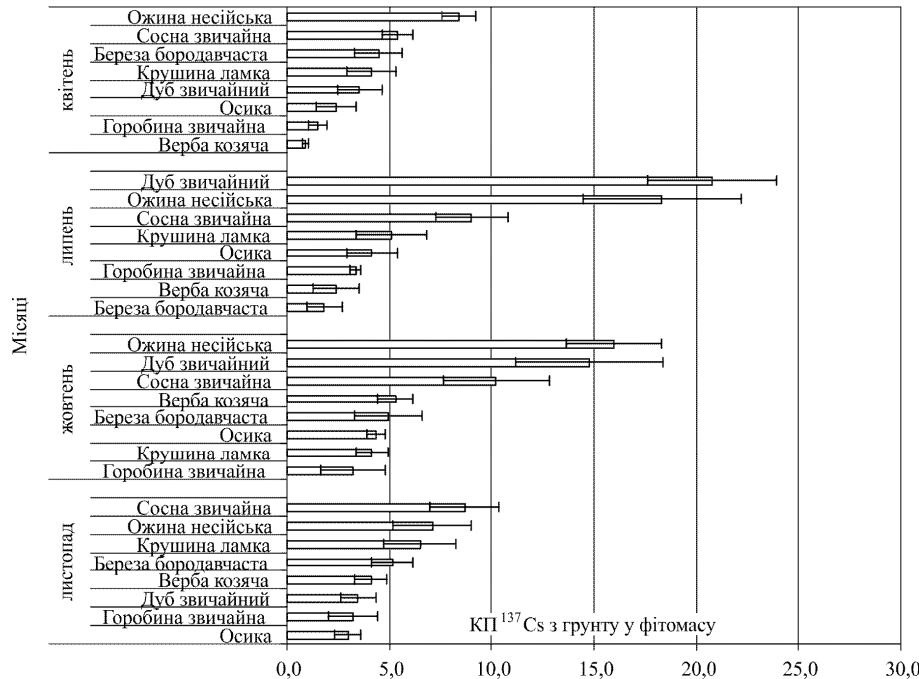


Рис. 1. Коефіцієнти переходу ^{137}Cs з ґрунту у кормові частини надземної фітомаси деревних порід і чагарників, які входять до складу раціону козулі європейської

За допомогою однофакторного дисперсійного аналізу зазначені види поділено на групи за інтенсивністю накопичення ^{137}Cs у різні періоди року (табл. 1-4). Результати дисперсійного аналізу, проведеного на основі аналізу матеріалів, отриманих у квітні (табл. 1), свідчать про те, що середні значення КП

^{137}Cs між видами першої групи відрізнялись між собою неістотно ($F_{\phi} = 1,39 < F_{(2; 8; 0,95)} = 5,14$). Подібну ж тенденцію встановлено у видів другої групи ($F_{\phi} = 0,55 < F_{(3; 11; 0,95)} = 4,07$). Проте різниця між групами дерев та чагарників за інтенсивністю накопичення у квітні статистично є істотною (на 95 %-му довірчому рівні). Групи видів значно відрізняються між собою за інтенсивністю накопичення радіонукліду ($F_{\phi} = 24,65 > F_{(2; 23; 0,95)} = 3,47$).

Табл. 1. Групи деревних порід і чагарників за інтенсивністю накопичення ^{137}Cs у надземній фітомасі у квітні

Вид	Середньостатистичний КП, $\text{м}^2\text{кг}^{-1}\cdot 10^{-3}$	Група за інтенсивністю накопичення ^{137}Cs	Параметр КП
Верба козяча	$0,9^{\pm 0,91}$	1	0,9-2,4
Горобина звичайна	$1,5^{\pm 0,15}$		
Осика	$2,4^{\pm 0,22}$		
Дуб звичайний	$3,5^{\pm 0,34}$	2	3,5-5,4
Крушина ламка	$4,1^{\pm 0,40}$		
Береза бородавчата	$4,4^{\pm 0,40}$		
Сосна звичайна	$5,4^{\pm 0,53}$		
Ожина несійська	$8,4^{\pm 0,83}$	3	8,4

Опрацювання отриманих результатів досліджень у липні дозволили виявити дещо інші тенденції в інтенсивності накопичення ^{137}Cs тими ж деревними породами та чагарниками (табл. 2). Так, було встановлено, що найменшим вмістом ^{137}Cs в олістяних пагонах характеризуються такі рослини, як береза бородавчата та верба козяча. Співставлення показників показує, що у березі бородавчатаї влітку, порівняно з квітнем, зменшується інтенсивність накопичення ^{137}Cs , а у верби козячої, навпаки, збільшується. Ожина несійська залишається активним накопичувачем ^{137}Cs й у липні, тому її віднесено до 3-ї групи. До цієї ж групи у липні входить і дуб звичайний, в олістяних пагонах якого, як свідчать результати дослідження, влітку містилася значна кількість ^{137}Cs .

Дисперсійний аналіз показує значну різницю в інтенсивності накопичення ^{137}Cs між групами у липні: $F_{\phi} = 44,37 > F_{(2; 23; 0,95)} = 3,47$.

Табл. 2. Групи деревних порід і чагарників за інтенсивністю накопичення ^{137}Cs у надземній фітомасі у липні

Вид	Середньостатистичний КП, $\text{м}^2\text{кг}^{-1}\cdot 10^{-3}$	Група за інтенсивністю накопичення ^{137}Cs	Параметр КП
Береза бородавчата	$1,8^{\pm 0,21}$	1	1,8-2,4
Верба козяча	$2,4^{\pm 0,23}$		
Горобина звичайна	$3,4^{\pm 0,35}$	2	3,4-9,0
Осика	$4,1^{\pm 0,39}$		
Крушина ламка	$5,1^{\pm 0,50}$		
Сосна звичайна	$9,0^{\pm 0,82}$		
Ожина несійська	$18,3^{\pm 1,54}$	3	18,3-20,7
Дуб звичайний	$20,8^{\pm 1,72}$		

У жовтні ситуація з інтенсивністю накопичення радіонукліду між групами деревних порід і чагарників знову змінюється (табл. 3). Так, ожина несійська залишається видом, яких характеризується найбільш високим показником ко-

ефіцієнта переходу – 16,0. До цієї ж групи (найбільш інтенсивних накопичувачів ^{137}Cs) варто віднести підріст дуба звичайного та сосни звичайної. Найменші величини цього коефіцієнта відзначені у горобини звичайної та крушини ламкої. У межах групи різниця між породами статистично неістотна, але є істотною між групами дерев і чагарників: $F_\phi = 44,37 > F_{(2; 23; 0,95)} = 3,47$. У крушини ламкої у жовтні виявлено зменшення вмісту ^{137}Cs у надземній фітомасі, що може бути пов'язане з активним плодоношенням цього виду. Подібні зміни можна пояснити перерозподілом ^{137}Cs між органами (пагонами та плодами) рослини.

Табл. 3. Групи деревних порід і чагарників за інтенсивністю накопичення ^{137}Cs у надземній фітомасі у жовтні

Вид	Середньостатистичний КП, $\text{м}^2\text{кг}^{-1}\cdot 10^{-3}$	Група за інтенсивністю накопичення ^{137}Cs	Параметр КП
Горобина звичайна	$3,2^{\pm 0,33}$	1	3,2-4,1
Крушина ламка	$4,1^{\pm 0,42}$		
Осика	$4,4^{\pm 0,36}$	2	4,4-5,3
Береза бородавчаста	$4,9^{\pm 0,42}$		
Верба козяча	$5,3^{\pm 0,48}$		
Сосна звичайна	$10,2^{\pm 0,88}$	3	10,2-16,0
Дуб звичайний	$14,7^{\pm 1,28}$		
Ожина несійська	$16,0^{\pm 1,41}$		

Поряд з цим, необхідно зазначити, що різниця у накопиченні ^{137}Cs між видами дерев відразу після листопаду значно нівелюється. Відмінність між крайніми показниками КП (3,0 – в осики і 8,7 – у сосни звичайної) менша в 3 рази. Статистично достовірною є тільки різниця між двома виділеними групами дерев і чагарників ($F_\phi = 14,73 > F_{(2; 23; 0,95)} = 3,47$). Наприкінці вегетаційного періоду (у листопаді) картина накопичення ^{137}Cs подібна до такої у квітні (табл. 4). Чагарнички порядку вересовцвітих відрізняються значно вищими (на порядок) коефіцієнтами переходу ^{137}Cs , порівняно з деревними породами та чагарниками (рис. 2). Досліджувані чагарнички за коефіцієнтами переходу ^{137}Cs з ґрунту у надземну фітомасу незалежно від сезону року, можна розташувати в ряд у порядку збільшення показника: багно звичайне → чорниця → бруслиця → верес звичайний.

Табл. 4. Групи деревних порід і чагарників за інтенсивністю накопичення ^{137}Cs у надземній фітомасі у листопаді

Вид	Середньостатистичний КП, $\text{м}^2\text{кг}^{-1}\cdot 10^{-3}$	Група за інтенсивністю накопичення ^{137}Cs	Параметр КП
Осика	$3,0^{\pm 0,31}$	1	3,0-4,1
Горобина звичайна	$3,2^{\pm 0,32}$		
Дуб звичайний	$3,4^{\pm 0,29}$		
Верба козяча	$4,1^{\pm 0,37}$		
Береза бородавчаста	$5,2^{\pm 0,49}$	2	5,2-8,7
Крушина ламка	$6,5^{\pm 0,61}$		
Ожина несійська	$7,1^{\pm 0,66}$		
Сосна звичайна	$8,7^{\pm 0,73}$		

Однофакторний дисперсійний аналіз показує, що для всіх сезонів року спостерігається істотна різниця у коефіцієнтах переходу ^{137}Cs між цими видами: у квітні $F_\phi = 57,17 > F_{(3; 19; 0,95)} = 3,24$; у липні $F_\phi = 43,42 > F_{(3; 19; 0,95)} = 3,24$; у жовтні $F_\phi = 54,14 > F_{(3; 19; 0,95)} = 3,24$; у листопаді $F_\phi = 43,42 > F_{(3; 19; 0,95)} = 3,24$. Такий же аналіз, проведений для кожного виду (крім багна звичайного) у різні сезони року, також підтверджує істотну статистичну різницю досліджуваного показника: для чорниці – $F_\phi = 6,07 > F_{(3; 19; 0,95)} = 3,24$; бруслиці – $F_\phi = 5,54 > F_{(3; 19; 0,95)} = 3,24$; вересу – $F_\phi = 14,55 > F_{(3; 19; 0,95)} = 3,24$.

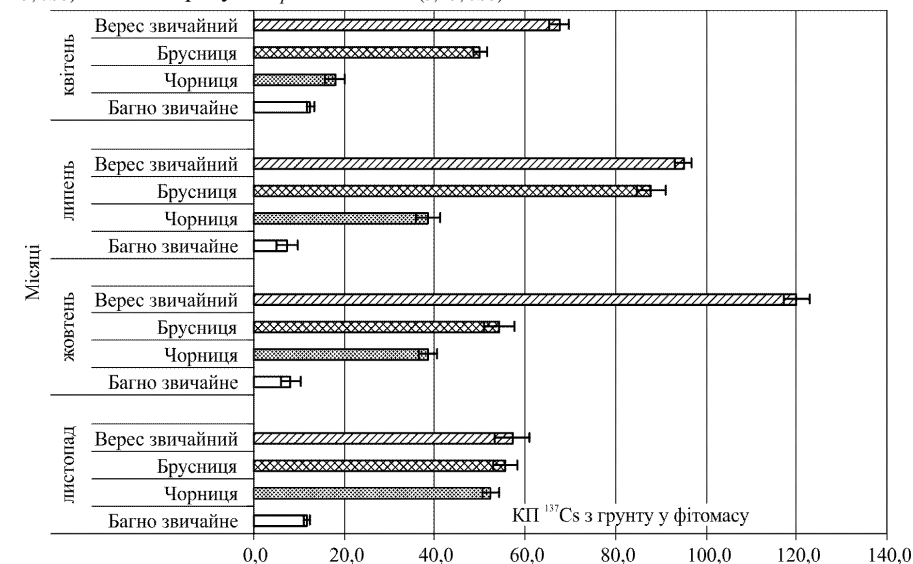


Рис. 2. Коефіцієнти переходу ^{137}Cs з ґрунту у надземну фітомасу чагарничків порядку вересовцвітих, які входять до складу раціону козулі європейської

Для трав'яних рослин, які входять до складу раціонів козулі європейської, також властиві специфічні особливості у накопиченні ^{137}Cs протягом року (рис. 3). Найвищими КП радіонукліду з ґрунту до надземної частини фітомаси рослин у квітні відрізняються: ожика волосиста та щучник дернистий, величини яких становлять, відповідно $14,5^{\pm 2,3}$ та $12,0^{\pm 2,2}$ $\text{м}^2\text{кг}^{-1}\cdot 10^{-3}$. У жовтні та листопаді найвищі середні показники КП встановлено для ожики волосистої та ситника скупченого: у жовтні, відповідно – $16,5^{\pm 2,8}$; $12,4^{\pm 3,4}$; у листопаді – $20,5^{\pm 3,9}$ та $14,8^{\pm 2,6}$ ($\text{м}^2\text{кг}^{-1}\cdot 10^{-3}$). Найменшими показниками КП серед названих видів характеризується кропива дводомна, яка на відміну від інших досліджуваних трав, не належить до вічнозелених рослин. Коефіцієнти переходу у кропиву змінювались від $4,0^{\pm 0,8}$ – у листопаді до $11,0^{\pm 2,2}$ $\text{м}^2\text{кг}^{-1}\cdot 10^{-3}$ – у липні. Проте статистично достовірною є різниця між різними видами трав тільки на початку та наприкінці вегетаційного періоду (квітень – $F_\phi = 4,56 > F_{(3; 19; 0,95)} = 3,24$; листопад – $F_\phi = 7,20 > F_{(3; 19; 0,95)} = 3,24$). Для інших сезонів різниця у КП між видами була неістотною.

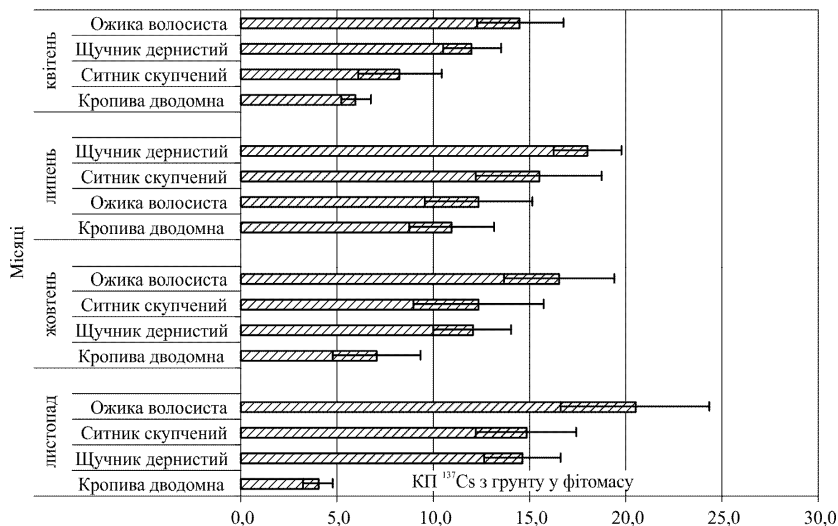


Рис. 3. Коефіцієнти переходу ¹³⁷Cs з ґрунту у надземну частину фітомаси трав'яних рослин, які входять до складу раціону козулі європейської

Висновки:

- Для всіх досліджуваних видів рослин, представлених різними життєвими формами, що входять до складу раціону козулі європейської, характерні значні сезонні коливання концентрації ¹³⁷Cs у надземній фітомасі, яку використовують тварини як корм.
- Максимальний вміст ¹³⁷Cs у надземній фітомасі для переважної кількості дерев і чагарників встановлено влітку, але для сосни, берези, верби та крушини спостережено деяке зростання надходження ¹³⁷Cs в осінній період.
- Враховуючи, що сезон активного (масового) полювання на козулю розпочинається у жовтні, кормову фітомасу рослин у цьому місяці можна розташувати у такий ряд у порядку збільшення інтенсивності накопичення ¹³⁷Cs: горобина звичайна → крушина ламка → осика → береза повисла → верба козяча → кропива дводомна → багно звичайне → щучник дернистий → ситник скупчений → малина несійська (ожина) → ожика волосиста → чорниця → брусниця → верес звичайний.
- Чагарнички порядку вересовцвітих (верес, чорниця, брусниця та багно) мають найвищі рівні радіоактивного забруднення на початку весни та наприкінці вегетаційного періоду.

Література

- Краснов В.П. Радіоекологія лісів Полісся України / В.П. Краснов. – Житомир : Вид-во "Волинь", 1998. – 112 с.
- Краснов В.П. Радіоекологія козулі європейської в Центральному Поліссі України / В.П. Краснов, З.М. Шелест, О.О. Орлов, М.М. Калетник, С.П. Ірклієнко, В.М. Турко. – Житомир : Вид-во "Волинь", 1998. – 28 с.
- Karlen G. Seasonal variation in the activity concentration of ¹³⁷Cs in Swedish roe-deer and in their daily intake / G. Karlen, K.J. Johanson and Bergström // Environ. Radioactivity. – 1991. – № 14. – С. 91-103.
- Johanson K.J. Radiocaesium in wildlife of a forest ecosystem in Central Sweden / K.J. Johanson, R. Bergstrom, S. Von Bothmer, G. Karlen // Transfer of radionuclides in natural and semi-natural environments. – Elsevier Applied Science, London & New York. – 1992. – Pp. 183-193.

Краснов В.П., Гулик И.Т. Сезонные изменения в аккумуляции ¹³⁷Cs лесными растениями – компонентами рациона козули европейской (*Capreolus capreolus* L.) в лесах Житомирского Полесья

Определены основные виды древесных пород, кустарников, кустарничков и травянистых растений, которые входят в рацион козули европейской на протяжении года в лесах Житомирского Полесья. Приведены величины коэффициента перехода ¹³⁷Cs с почвы в надземные части кормовых, лесных растений как показателя, который характеризует величину их радиоактивного загрязнения. Осуществлена группировка растений по интенсивности накопления ими ¹³⁷Cs в различные периоды года и определены основные, которые приводят к значительному радиоактивному загрязнению органов козули европейской.

Ключевые слова: радиоактивное загрязнение, радионуклиды, удельная активность радионуклида, коэффициент перехода, охотничье хозяйство, кормовые растения, копытные животные.

Krasnov V.P., Gulyk I.T. The Seasonal Changes in Accumulation of ¹³⁷Cs by Forest Plants – the Diet Components of the European Deer (*Capreolus Capreolus* L.) in the Forests of Zhytomyr Polissya

The main types of trees, bushes, shrubs and herbaceous plants that are included into the diet for the European deer during the year in the forests of Zhytomyr Polissya were defined. The transfer value of the coefficient of ¹³⁷Cs from the soil to the phytomass of aerial parts to feed and forest plants, as an indicator that shows the value of their radioactive contamination, was shown. The grouping of the plants according to their intensity accumulation of ¹³⁷Cs in different seasons was done and the main of them that cause to the radioactive contamination of European deer, were identified.

Key words: contamination, radionuclides, activity of radionuclides, the transfer value, hunting, forage plants, ungulates animals.

УДК 630*2:504.062(477.8)

Доц. Я.В. Генчик¹, д-р с.-г. наук;

доц. М.В. Чернявський¹, канд. с.-г. наук; доц. П.Т. Яценко², канд. біол. наук

ПРОЯВИ ТРАНСФОРМАЦІЙ У ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМАХ КАРПАТ ВНАСЛІДОК ДІЇ РІЗНИХ АНТРОПОГЕННИХ ЧИННИКІВ

Представлено результати вивчення прояву трансформаційних процесів у ялицево-букових, ялиново-букових, ялицево-ялиново-букових та ялиново-буково-ялицевих лісах Карпат внаслідок дії різноманітних антропогенних чинників. Проаналізовано трансформації структури лісів у межах окремих модельних просторів регіону внаслідок неефективної лісогосподарської діяльності, незаконних рубок деревини місцевим населенням і випасання худоби. Відображено зміни фізико-механічних властивостей верхнього шару бурих гірсько-лісових ґрунтів ялиново-букових лісів залежно від ступеня рекреаційних навантажень. Показано, що негативна дія антропогенних чинників проявляється, насамперед, у зміні видового складу лісових насаджень, їх просторової і вікової структури, ущільненні верхніх горизонтів ґрунту, зниженні біорізноманіття, біологічної стійкості та стабільності лісових екосистем.

Ключові слова: лісові екосистеми Карпат, трансформаційні процеси, антропогенні чинники трансформацій в лісових екосистемах.

Вступ. Лісові екосистеми, які домінують у Карпатах, відіграють важливу еколого-стабілізаційну роль та забезпечують потреби населення країни у лі-

¹ НЛТУ України, м. Львів;

² Інститут екології Карпат НАН України, м. Львів