

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ПАТОЛОГІЇ,  
ОНКОЛОГІЇ ТА РАДІОБІОЛОГІЇ  
імені Р.Є.КАВЕЦЬКОГО

*На правах рукопису*



**Шелест Зоя Михайлівна**

**ЗАКОНОМІРНОСТІ НАДХОДЖЕННЯ ЦЕЗІЮ-137  
В ОРГАНІЗМ КОЗУЛИ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ  
В ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПОЛІССЯ**

03.00.08 - Радіобіологія

**Автореферат  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата біологічних наук**

**Київ - 1997**



Дисертація

Роботу виконано в лабораторії фізико-хімічної біології біологічного факультету Київського університету імені Тараса Шевченка та на Поліській агролісомеліоративній науково-дослідній станції Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації імені Г.М. Висоцького

Науковий керівник - доктор біологічних наук, професор  
В.М. Войціцький

Офіційні опоненти: доктор біологічних наук, професор,  
А.А. Булах  
доктор біологічних наук  
Г.М. Коваль

Провідна установа - Інститут клітинної біології і  
генної інженерії НАН України

Захист відбудеться "11" 06 1997 р. о     годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д.01.83.01 в Інституті експериментальної патології, онкології та радіобіології ім. Р.С.Кавецького НАН України (252022 м. Київ-22, вул. Васильківська,45)

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Інституту експериментальної патології, онкології та радіобіології ім. Р.С.Кавецького НАН України

Автореферат розісланий "7" 05 1997 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради  
кандидат біологічних наук

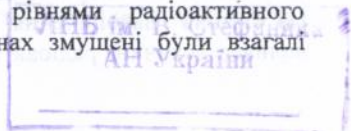
Лавренчук Г.Й.

**АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОБЛЕМИ.** Центральне Полісся розташоване в західному напрямку від Чорнобильської АЕС і після аварії значна частина території регіону була забруднена радіоактивними викидами. Лісові масиви зі щільністю забруднення ґрунту цезієм-137 вище 37 кБк/м<sup>2</sup> в Житомирській області займають близько 450 тис. га, або 60% від загальної площі лісів. Основна частина лісових екосистем характеризується тим, що рециркуляція цезію-137 в них залишається довгий час постійною. В зв'язку з цим перед працівниками лісгосподарського комплексу Центрального Полісся постали проблеми по запобіганню використання радіоактивно забрудненої продукції лісового господарства. Крім того, необхідно вирішувати питання, пов'язані з розробкою заходів по зниженню надходження радіоактивних речовин як в основну, так і у вторинну продукцію лісу.

Для ведення мисливського господарства в лісових масивах регіону найбільш важливим є питання, пов'язані з накопиченням цезію-137 в м'ясі диких промислових тварин. Встановлено, що в радіоактивному забрудненні лісової дичини, яке виникло внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС, чільне місце належить козулі європейській. Це обумовлюється як особливостями біології даного виду, так і її високою чисельністю. Основна частина наукових робіт, присвячених особливостям накопичення цезію-137 в організмі козулі європейської, пов'язана з дослідженнями рівня радіоактивного забруднення та особливостям перерозподілу даного радіонукліду в м'язах. Досить детально це питання аналізується у ряді наукових видань (Johanson K. et.al., 1990, Hove K. et.al., 1989, 1990, Bothmer S. et.al., 1990, Horrill A. et.al., 1990). В рамках Міжнародних проектів проведені дослідження сезонної динаміки накопичення цезію-137 в організмі козулі в Зоні відчуження ЧАЕС (Erikson O. et.al., 1996, Transfer..., 1996, Архипов М.П. та ін., 1996).

Дискусійним є питання про причини, які викликають різке зростання накопичення цезію-137 в м'язах тварин в окремі періоди. Вважається що, основним фактором, який впливає на надходження радіонуклідів, є вживання козулею значної кількості грибів (Hove K. et.al., 1990, Johanson et.al., 1990, Karlen G. et.al., 1991). В інших дослідженнях висловлюється думка, що це пов'язано з споживанням ожини (Sepulchre-de Bie C. et.al., 1988) та папоротей (Tataruch F. et. al., 1990).

В Центральному Поліссі питання про особливості міграції цезію-137 в ланцюзі "ґрунт - кормові рослини - травоядні тварини" стоїть особливо гостро. В зв'язку з значними рівнями радіоактивного забруднення м'яса козулі, в деяких регіонах змушені були взагалі



відмовитись від спортивного та промислового полювання на цей вид дичини. Такий підхід до вирішення цієї проблеми викликав негативні наслідки, як суто економічні, так і екологічні.

**МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.** Метою дослідження є вивчення особливостей накопичення цезію-137 в організмі козулі європейської та визначення чинників, які зумовлюють ці процеси. До завдань, які вирішувалися при виконанні роботи, входило:

1. Дослідження складу та структури раціону козулі європейської в лісових екосистемах Центрального Полісся.

2. Вивчення сезонної динаміки накопичення цезію-137 в органах та тканинах козулі, виявлення залежності питомої активності даного радіонукліду в м'язах від величини щільності радіоактивного забруднення ґрунту.

3. Дослідження сезонності накопичення цезію-137 в основних компонентах раціону козулі, визначення величини та зміни коефіцієнтів накопичення в кормових видах від пори року.

4. Визначення залежності питомої активності компонентів раціону козулі від величини щільності забруднення ґрунту цезієм-137.

5. Визначення впливу радіоактивного забруднення кормів на особливості накопичення цезію-137 в організмі козулі європейської.

**НАУКОВА НОВИЗНА** даної роботи полягає в тому, що вперше для регіону Центрального Полісся був досліджений видовий склад раціону козулі європейської, встановлена сезонна динаміка його структури. В роботі виявлено сезонність в накопиченні цезію-137 в організмі даного виду диких копитних та залежність цих процесів від екологічних умов існування популяцій. В ході досліджень було виявлено сезонну динаміку радіоактивного забруднення та коефіцієнтів накопичення в різних елементах фітоценозів, які є складовою частиною кормової бази козулі європейської в лісах Центрального Полісся. Аналіз структури та складу раціону та результати досліджень особливостей радіоактивного забруднення його компонентів дозволили оцінити вклад кормів різних видів в накопичення цезію-137 в організмі козулі європейської в період його максимального значення.

### **ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ, ЩО ВИНОСЯТЬСЯ НА ЗАХИСТ**

1. Встановлено склад кормової бази козулі європейської в Центральному Поліссі. Структура та склад раціону даного виду диких промислових копитних змінюються в залежності від сезону.

2. В осінній період в лісах Центрального Полісся відбувається закономірне збільшення накопичення цезію-137 в органах і тканинах козулі, пов'язане з зростанням рівня радіоактивного забруднення раціону. На ступінь накопичення радіонуклідів в м'язах козулі в цей період впливає величина радіоактивного забруднення ґрунту.

3. Величина питомої активності та коефіцієнти накопичення цезію-137 в компонентах фітоценозів, які входять до складу раціону козулі, змінюються в залежності від періоду вегетації та умов місцезростання.

4. Питома активність цезію-137 в фітомасі основних кормових видів лінійно залежить від величини щільності радіоактивного забруднення ґрунту. Співставлення можливого внеску компонентів осіннього раціону в накопичення в ньому цезію-137 виявило, що в збільшенні надходження цього радіонукліда в організм основну роль відіграє як зростання рівня радіоактивного забруднення основних кормів, так і поїдання в означений період сезонних кормів, здатних до концентрування цезію-137.

**НАУКОВО-ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ** роботи полягає в розробці підходів щодо вирішення проблеми радіоактивного забруднення дичини. Одержані результати досліджень структури раціону можуть бути застосовані при раціоналізації ведення мисливського господарства, в тому числі біотехнічних заходів, в зоні Центрального Полісся. Практичне значення роботи знайшло втілення при розробці "Рекомендацій по веденню лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення" (1995), які використовуються в мисливських господарствах Мінлісгоспу України.

Робота виконана на Поліській АЛНДС УкрНДЛГА в рамках науково-дослідних робіт по темі: "Наукове забезпечення ведення лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення. Узагальнити матеріали забруднення лісів України" (номер держреєстрації 0196V02466).

**ПУБЛІКАЦІ І АПРОБАЦІЯ ДИСЕРТАЦІЇ.** Основні результати досліджень знайшли відображення в 12 роботах. Матеріали дисертації доповідалися на наукових конференціях в містах Львові (1994), Новоград-Волинському (1995), Дніпропетровську (1995), Малині (1996), на II з'їзді радіобіологів України (Дніпропетровськ, 1995). Матеріали роботи заслуговувалася на засіданні Вченої ради Поліської АЛНДС УкрНДЛГА. Апробацію дисертації проведено 8 квітня 1997 р. на спільному засіданні кафедр біохімії, зоології та ботаніки, а також лабораторії фізико-хімічної біології біологічного факультету Київського університету імені Тараса Шевченка, а також \_\_\_ квітня 1997 р. на засіданні відділу радіобіології Інституту експериментальної патології, онкології та радіобіології ім.Р.Є.Кавецького НАН України.

**СТРУКТУРА ТА ОБСЯГ ДИСЕРТАЦІЇ.** Дисертація викладена на 191 стор. машинописного тексту. Вона складається з вступу, огляду літератури, програми та методики робіт, характеристики природних та екологічних особливостей району та об'єкту досліджень, чотирьох розділів власних досліджень з обговоренням, заключення, висновків та

списку літератури, що вміщує 161 найменування. Текст ілюстровано 20 таблицями та 26 рисунками.

## ЗМІСТ РОБОТИ

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

Вивчення складу та структури раціону козулі проводилося на основі аналізу рубців 48 козуль, добутих протягом 1995-97 рр. на території поліських районів Житомирської області. Вміст рубця промивався проточною водою на ситах з діаметром отворів 1мм з наступною ідентифікацією неперетравлених залишків.

Відбір зразків ґрунту та кормових видів проводився за загальноприйнятими методиками (Інструкція..., 1991, Временная инструкция...,1991) Зразки фітомаси відбиралися в залежності від сезону в олистяному чи безлиственному стані в межах кормової зони на висоті до 1,5м. Діаметр пагонів не перевищував 5мм. Відбір зразків грибів та парних до них зразків ґрунту проводився маршрутним методом в поліських районах Житомирської області. Всього проаналізовано 2068 зразків ґрунту, 1788 зразків кормів та 205 зразків грибів.

Коефіцієнт накопичення цезію-137 в зразках фітомаси та грибів розраховувався як відношення питомої активності об'єкту до питомої активності ґрунту (Бк/кг:Бк/кг).

Відстріл тварин проводився в групі кварталів, розташованих навколо дослідних ділянок з тотожними лісорослинними умовами та значенням щільності радіоактивного забруднення ґрунту. Крім того, додатково проводився відстріл в угіддях з різним рівнем радіоактивного забруднення. Зразки м'язів та внутрішніх органів відбиралися в місцях відстрілу тварин за загальноприйнятими методиками (Рекомендація..., 1990, Karlen G. et.al.,1991). Всього для вивчення особливостей накопичення цезію-137 було відстріляно 39 тварин, з них весною - 10, літом - 8, восени - 12 і зимою - 9 голів.

Зразки для визначення питомої активності цезію-137 готувалися за загальноприйнятими методиками (Определение активности...,1992). Зразки фітомаси та ґрунту висушувалися до повітряно-сухого стану при 105° С. Питомою активністю цезію-137 визначалася в посудині Марінелі за допомогою багатоканального аналізатору "AFORA" LP-4900В, з напівопровідниковим детектором ДГДК-80 В-3.

Обробка результатів досліджень проводилася на ПЕОМ IBM486 за допомогою пакетів прикладних програм STATGRAF, Microsoft EXCELL, QPRO та СУБД з застосуванням методів статистичної обробки, регресійного та дисперсійного аналізу (Урбах В.Ю.,1964, Лакин Г.Ф.,

1980). Перевірка достовірності результатів проводилася за допомогою t-критерію Ст'юдента та критерію Фішера.

### **ПРИРОДНІ І ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РАЙОНУ ТА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Наведено аналіз абіотичних факторів та екологічних умов в районі проведення досліджень. Охарактеризовано особливості фізіології, екології та поведінки козулі. Приводиться опис дослідних ділянок.

Ділянки, на яких проводилися дослідження, розташовані в Ліпінському (Городницький ДЛГ), Омелянівському (Коростенський ДЛГ) та Буртинському (Овруцько-Народицький СДЛГ) лісництвах об'єднання "Житомирліс". Вони представляють типові для Центрального Полісся лісорослинні умови, але відрізняються величиною щільності радіоактивного забруднення ґрунту. В межах першої дослідної ділянки переважаючими були свіжі та вологі субори, а середнє значення щільності забруднення ґрунту цезієм-137 складало  $39 \pm 8$  кБк/м<sup>2</sup>. Для другої- свіжі та вологі сугрудки, щільність радіоактивного забруднення ґрунту дорівнювала  $55 \pm 17$  кБк/м<sup>2</sup>. Для третьої, відповідно, свіжі та вологі субори і  $221 \pm 57$  кБк/м<sup>2</sup>.

### **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ**

#### **1. Особливості ботанічного та сезонного складу раціону козулі європейської**

Кормова база козулі в Центральному Поліссі включає більше 44 видів рослин, представників відділів папоротеподібних, голонасінних та покритонасінних. Крім того, відмічається поїдання грибів. Перші два відділи представлені трьома видами, а покритонасінні - рослинами, які належать до 18 родин дводольних та 3 родин однодольних. Найбільш широкий спектр видів в кормовій базі належить розовим (груша звичайна, яблуня лісова, горобина звичайна, малина, ожина несійська, гравілат річковий, суниці лісові), вербовим (верба попеляста, в.розмаринолиста, в.козяча, осика) і брусничним (чорниця, буяхи, брусниця, журавлина болотна). Серед життєвих форм переважають дерева - 10, чагарники - 8, чагарнички - 5 видів. Рослини, які можуть мати як деревну, так і чагарникову форми - 2 види, напівчагарники - 1 вид. На долю багаторічних трав припадає 20% від загальної чисельності видів кормової бази (19 видів).

Результати аналізів вмісту рубця, особливості годівлі козулі європейської в лісах Центрального Полісся свідчать про те, що вони визначаються не стільки ботанічним складом кормової бази, скільки співвідношенням компонентів раціону та їх сезонністю (табл.1). До

Таблиця 1 Компонентний склад раціону козулі європейської в Центральному Поліссі

| N<br>п<br>/п | Вид корму  | Поїдання, % |       |      |       |      |
|--------------|------------|-------------|-------|------|-------|------|
|              |            | за рік      | весна | літо | осінь | зима |
| 1            | Осика      | 13.1        | 16.8  | 19.4 | 28.1  | 5.0  |
| 2            | Дуб        | 12.5        | 25.1  | 2.0  | 12.9  | 4.6  |
| 3            | Ожина нес. | 11.6        | 7.3   | 15.6 | 12.7  | 11.9 |
| 4            | Чорниця    | 7.8         | 9.8   | 5.2  | 4.7   | 11.9 |
| 5            | Жолуді     | 6.7         | 1.7   | -    | 21.1  | 0.01 |
| 6            | Горобина   | 5.1         | 0.1   | 24.1 | 0.5   | -    |
| 7            | Брусниця   | 4.5         | 7.0   | -    | 0.02  | 11.9 |
| 8            | Верес      | 3.9         | 5.5   | -    | 2.3   | 7.9  |
| 9            | Верба      | 3.5         | 2.8   | 0.03 | 1.6   | 10.6 |
| 10           | Кропива    | 3.3         | 0.01  | 16.2 | 0.09  | -    |
| 11           | Береза     | 3.3         | -     | -    | 3.4   | 10.6 |
| 12           | Щучка      | 2.9         | 8.3   | 2.6  | -     | -    |
| 13           | Горлянка   | 2.6         | -     | -    | -     | 12.4 |
| 14           | Липа       | 2.3         | -     | 9.8  | 0.9   | 0.01 |
| 15           | Сосна      | 1.9         | 0.03  | -    | 0.03  | 8.7  |
| 16           | Багно      | 1.9         | 3.7   | -    | 0.01  | 3.7  |
| 17           | Малина     | 1.5         | -     | -    | 5.2   | -    |
| 18           | Буяхи      | 1.3         | 4.6   | -    | 0.02  | 0.01 |
| 19           | Яблуня     | 0.9         | -     | -    | 3.2   | 0.01 |
| 20           | Гриби      | 0.4         | 0.02  | -    | 1.4   | 0.01 |
| 21           | Груша      | 0.4         | -     | -    | 1.4   | -    |

Примітка Не наведено малозначимі та випадкові корми

основних кормів відносяться пагони осики, дуба, ожини несійської та чорниці. Крім вищеперахованих, типовим для весняного періоду є споживання щучки дернистої, брусниці, вересу, буяхів. Літній раціон характеризується значним споживанням горобини, кропиви, липи. Восени, крім основних видів, в значних кількостях поїдаються жолуді, малина, береза, верес. Для цього сезону характерно також поїдання плодів (яблука, груші) та грибів. Зимовий раціон, крім основних, містить також такі види корму як пагони верби, берези, сосни, вересу, багна, а також горлянку повзучу. Таким чином, для годівлі козулі в лісах Центрального Полісся характерна наявність не тільки основних кормів, але й таких видів, які споживаються на рівні останніх тільки в певні сезони. Принципові відмінності між складом раціонів в різні сезони проявляються саме на рівні цих компонентів. Найбільше видове розмаїття спостерігається весною та восени. Незалежно від пори року, основою годівлі козулі в Центральному Поліссі є здерев'янілі пагони рослин нижніх ярусів лісових екосистем.

Рослини, віднесені до основних видів та найбільш значимі за чисельністю сезонні корми, за своїми екологічними характеристиками відносяться до мезофітних, мезотрофних та олігомезотрофних груп. Виходячи з цього, та враховуючи типологічні особливості лісів зони Центрального Полісся, можна зробити висновок, що основними екологічними нішами, заселеними козулею, є свіжі та вологі субори та сугрудки.

## 2. Накопичення цезію-137 органами та тканинами козулі європейської

Результати аналізу динаміки питомої активності цезію-137 свідчать, що в лісах Центрального Полісся в період з вересня по грудень спостерігається статистично достовірне збільшення рівня накопичення радіонуклідів в м'язах козулі європейської в 7 -11 разів в порівнянні з іншими періодами (рис.1). Це явище носить закономірний характер, а час настання сезонного максимуму радіоактивного забруднення залежить від типу умов місцезростання. В екосистемах з переважанням сугрудків збільшення питомої активності відмічалось дещо раніше, ніж в суборах.

Регресійний аналіз результатів досліджень впливу величини щільності радіоактивного забруднення ґрунту на питому активність цезію-137 в м'язах дозволив вивести лінійне рівняння, яке описує дану залежність:

$$y = 111 * x - 3076,$$

де  $y$  - питома активність м'язів, Бк/кг,

$x$  - щільність забруднення ґрунту цезієм-137, кБк/м<sup>2</sup>.

Величина коефіцієнту детермінації дорівнює 92%, отримана залежність статистично достовірна. Номограма, побудована на основі даного рівняння, наведена на рис. 2. Розрахунки показують, що з вересня по грудень м'ясо козулі з вмістом цезію-137, який відповідає існуючим санітарним нормам (740 Бк/кг), можна отримати лише в угіддях, де рівень забруднення ґрунту даним радіонуклідом не перевищує 34,4 кБк/м<sup>2</sup>.

Концентрація ізотопу в м'язах тварин знаходиться в тісному лінійному зв'язку з питомою активністю вмісту рубця. Дана залежність описується мультиплікативним рівнянням. Коливання рівня радіоактивного забруднення раціону в період рівноваги подібні до таких в м'язах. В період різкого збільшення накопичення цезію-137 в організмі вміст радіонуклідів в рубці знижується дещо швидше, ніж в м'язах. В середньому питома активність м'язів в 1,6 рази вища, ніж аналогічний показник для вмісту рубця.

Динаміка накопичення цезію-137 в основних внутрішніх органах та тканинах козулі подібна до такої в м'язах (рис. 1). За середньорічними значеннями питомої активності внутрішні органи та тканини в умовах сугрудків утворюють такий ряд: нирки > м'язи > селезінка > серце > легені > печінка > вміст рубця > мозок > кров.

Підсумовуючи аналіз сезонної динаміки накопичення цезію-137 в органах і тканинах козулі європейської, можна сказати, що в даному регіоні має місце процес хронічного надходження радіонукліду в організм тварин. Рівновісний стан в депонуванні ізотопів порушується в

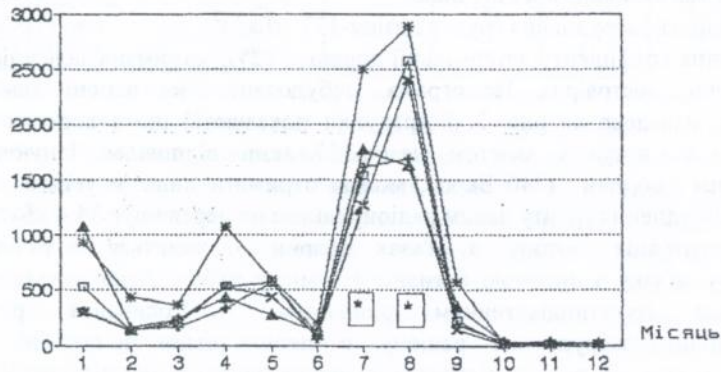
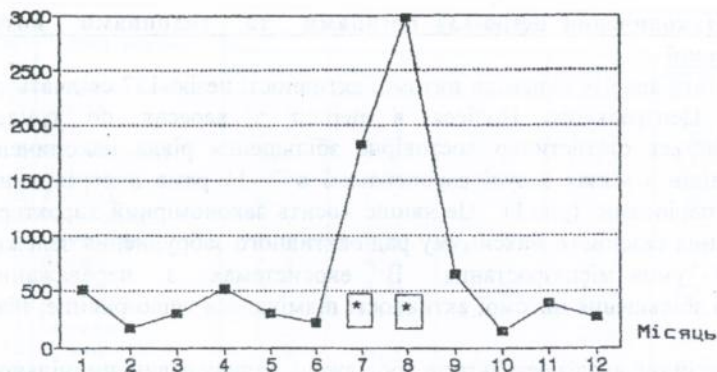


Рис. 1 Сезонна динаміка питомої активності цезію-137 в м'язах та основних внутрішніх органах козулі європейської в сугрудках (ДМГ "Ушонир")

|              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|
| 1 - березень | 5 - липень   | 9 - листопад |
| 2 - квітень  | 6 - серпень  | 10 - грудень |
| 3 - травень  | 7 - вересень | 11 - січень  |
| 4 - червень  | 8 - жовтень  | 12 - лютий   |

|             |           |               |
|-------------|-----------|---------------|
| ■ - м'язи   | * - нирки | ✕ - легені    |
| ⊕ - печінка | □ - серце | ▲ - селезінка |

\* різниця між зимово-весняно-літнім періодом істотна на 5% рівні значимості

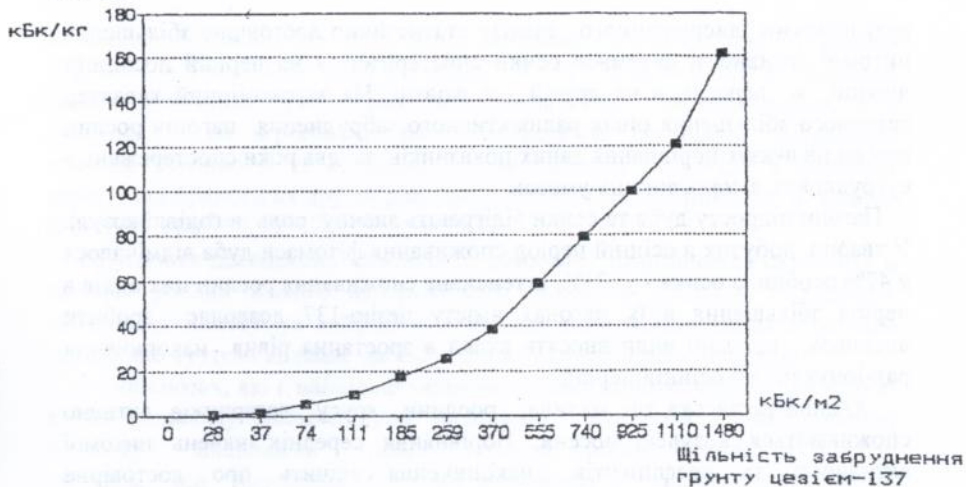


Рис. 2 Номограма для визначення залежності питомої активності цезію-137 в м'язах козулі європейської від величини щільності радіоактивного забруднення ґрунту

осінній період, що виражається в різкому збільшенні питомої активності цезію-137 в усіх внутрішніх органах і тканинах.

### 3. Особливості радіоактивного забруднення основних компонентів фітоценозів, які входять до складу раціону козулі європейської

Особливості сезонного накопичення цезію-137 досліджувалися для видів, які посідають чільне місце в раціоні козулі, а також є характерними для лісових фітоценозів Центрального Полісся.

Серед видів, які створюють підріст деревного ярусу, динаміка питомої активності і коефіцієнтів накопичення цезію-137 в фітомасі досліджувалася для дуба і осики. Порівняння середніх значень питомої активності показало, що, незалежно від екологічних умов, питома активність фітомаси дуба статистично достовірно перевищує таку у осики. Величина коефіцієнтів накопичення визначається типом умов місцезростання і в межах виду статистично достовірно вища в суборах, ніж в сугрудках.

Вміст радіонуклідів в пагонах дуба залежить від місяця, в якому проводились відбори зразків (для суборів фактичне значення коефіцієнту Фішера (Fф) дорівнювало 5,64, а теоретичне  $F(4;20;0,5)$  - 2,87, для сугрудків  $Fф=2,53 > F(7;31;0,5)=2,34$ ). Дисперсійний аналіз показав, що істотне збільшення питомої активності в фітомасі спостерігається з червня по вересень, досягаючи максимуму в серпні. Накопичення цезію-137 в пагонах осики також залежить від періоду відбору (відповідно  $Fф=35,54 > F(4; 18;0,5)=2,93$  і  $Fф=7,04 > F(7;31;0,5)=2,34$ ). За

результатами дисперсійного аналізу статистично достовірне збільшення питомої активності фітомаси осики спостерігалось на першій дослідній ділянці в вересні, а на другій - в жовтні. На закономірний характер сезонного збільшення рівня радіоактивного забруднення пагонів рослин цих видів вказує порівняння даних показників за два роки спостережень в сугрудкових лісорослинних умовах.

Пагони підросту дуба та осики відіграють значну роль в годівлі козулі. У тварин, добутих в осінній період споживання фітомаси дуба відмічалось у 47% особин, а осики - у 73%. Інтенсивне споживання рослин цих видів в період збільшення в їх пагонах вмісту цезію-137 дозволяє зробити висновок, що дані види вносять вклад в зростання рівня накопичення рад-іонуклідів в осінній період.

Ожина несійська та малина, рослини ярусу чагарників, активно споживаються козулею восени. Порівняння середніх значень питомої активності та коефіцієнтів накопичення свідчить про достовірне зменшення цих показників при збільшенні трофності ґрунту. Характер динаміки питомої активності цезію-137 в фітомасі ожини залежить від часу, для суборів  $F_f=6,51 > F(4;21;0,5)=2,84$ , а для сугрудків  $F_f=18,63 > F(7;28;0,5)=2,36$ . За результатами дисперсійного аналізу статистично достовірне збільшення цього показника спостерігалось в суборах в жовтні, а в сугрудках - в серпні - вересні. Найбільш інтенсивне депонування цезію-137 в фітомасі малини спостерігається влітку. Дисперсійний аналіз вказує на статистично достовірний характер відмінностей в величині питомої активності цього виду як для суборів, так і для сугрудків ( $F_f=10,53 > F(4;19;0,5)=2,90$  і  $F_f=4,36 > F(7;33;0,5)=2,30$ ). Перший з проаналізованих видів відноситься до основних кормів, а другий - до типово осінніх. Збільшення рівня накопичення радіонуклідів в фітомасі, зафіксоване в осінній період для ожини несійської, впливає на підвищення рівня радіоактивного забруднення раціону. Крім того, варто звернути увагу на співпадання особливостей накопичення цезію-137 в фітомасі даного виду та в організмі козулі в різних екологічних умовах.

Дослідження закономірностей накопичення цезію-137 у представників порядку вересоцвітих показало, що питома активність та коефіцієнти накопичення у вереса статистично достовірно вищі, ніж у чорниці та брусниці. Результати дисперсійного аналізу свідчать, що достовірне збільшення питомої активності фітомаси чорниці відмічається на початку вегетації в березні, в період плодоношення в серпні та під час підготовки рослин до зимівлі в жовтні ( $F_f=13,29 > F(4;19;0,5)=2,90$  і  $F_f=30,17 > F(7;32;0,5)=2,32$ ). Зростання рівня накопичення радіонуклідів в пагонах приурочено до фізіологічно активних періодів, коли швидкість процесів мінерального обміну прискорюється. Зміна питомої

активності фітомаси брусниці також пов'язана з періодом відбору зразків ( $F_f=3,73 > F(4;19;0,5)=2,90$ ,  $F_f=30,17 > F(7;32;0,5)=2,32$ ). Збільшення даного показника приурочено в суборах до серпня-вересня, а в сугрудках - до вересня-жовтня. Статистично достовірні збільшення питомої активності та коефіцієнтів накопичення цезію-137 в фітомасі вересу, відібраного на другій дослідній ділянці, спостерігалося в жовтні ( $F_f=7,35$  і  $F_f=17,36 > F(5;21;0,5)=2,68$ ).

Результати досліджень сезонності динаміки накопичення цезію-137 в пагонах рослин живого надґрунтового покриття показали збільшення питомої активності та коефіцієнтів накопичення радіонуклідів в осінній період, що суттєво впливає на вміст цього ізотопу в раціоні козулі.

В біоценозах, які є найбільш типовими екологічними нішами для козулі в Центральному Поліссі, були досліджені особливості накопичення цезію-137 плодовими тілами їстівних грибів. Результати аналізу свідчать, що зростання питомої активності в грибах статистично достовірно залежить від рівня радіоактивного забруднення ґрунту ( $P < 0,05$ ). Застосування дисперсійного аналізу для визначення впливу на коефіцієнти накопичення таких факторів, як вид гриба, величина

Таблиця 2 Особливості накопичення цезію-137 грибами

| Вид             | Коефіцієнт накопичення |            | Особливості накопичення |
|-----------------|------------------------|------------|-------------------------|
|                 | Субори                 | Сугрудки   |                         |
| Лисички         | 0.7 + 0.31             | 0.3 + 0.03 | Слабкі накопичувачі     |
| Білий гриб      | 1.9 + 0.29             | 0.5 + 0.19 | ---                     |
| Сироїжки *      | 3.5 + 0.40             | 1.0 + 0.26 | Сильні накопичувачі     |
| Підберезовик    | 4.9 + 1.14             | 2.6 + 0.93 | ---                     |
| Польський гриб* | 10.5 + 3.70            | 1.3 + 0.50 | ---                     |
| Свинушка *      | 10.6 + 2.57            | 3.5 + 1.02 | ---                     |

\* - різниця в суборах і сугрудках істотна на 5% рівні значимості

щільності радіоактивного забруднення ґрунту та екологічні умови дозволяє зробити висновок, що найзначимішим чинником, який визначає ступінь надходження цезію-137 в плоді тіла, є тип умов місцезростання, для якого  $F_f=11,67 > F(1;73;0,5)=7,02$ . В суборах за величиною коефіцієнту накопичення гриби утворюють такий ряд: лисички < білі гриби < сироїжки < підберезовики < польські гриби < свинушки. В сугрудках ця залежність має вигляд: лисички < білі гриби < сироїжки < польські гриби < підберезовики < свинушки. При збільшенні трофності ґрунту спостерігається тенденція до зниження величини коефіцієнту накопичення (табл.2).

**4. Залежність сезонного накопичення цезію-137 в організмі козулі європейської від особливостей радіоактивного забруднення компонентів осінньо-зимового раціону**

Регресійний аналіз показав наявність статистично достовірного зв'язку між показниками питомої активності цезію-137 в фітомасі осики (1), дуба (2), чорниці (3) та ожини несійської (4) з величиною щільності радіоактивного забруднення ґрунту. Коефіцієнти лінійної кореляції відповідно до видів складають 0,78, 0,73, 0,83 та 0,78, а відповідні рівняння мають вигляд:

$$y = -2003 + 56x \quad (1),$$

$$y = -1037 + 28x \quad (2),$$

$$y = -4147 + 115x \quad (3),$$

$$y = \ln(0,83) x^{2,89} \quad (4),$$

де  $y$  - питома активність фітомаси, Бк/кг,

$x$  - щільність радіоактивного забруднення ґрунту, КБк/м<sup>2</sup>.

Коефіцієнти детермінації даних рівнянь складають, відповідно, 61%, 54%, 69% і 56%.

Наведені рівняння дозволяють зробити припущення, що аналогічний зв'язок може існувати і для інших кормових видів. Аналіз результатів визначення питомої активності видів і коефіцієнтів накопичення цезію-137 в компонентах осінньо-зимового раціону, отриманих на третій дослідній ділянці, свідчить, що дані показники відзначаються значною варіабельністю. За середніми значеннями коефіцієнту накопичення види осінньо-зимового раціону можна розділити на такі групи:

слабкі накопичувачі (верба, ожина несійська), середні (буяхи, береза, малина, дуб), сильні (багно, брусниця, чорниця) та дуже сильні (сосна, верес).

Порівняння коефіцієнтів накопичення цезію-137 у кормів осінньо-зимового раціону, відібраних на третій дослідній ділянці, показало, що під кінець періоду активної вегетації спостерігається зниження рівня накопичення радіонукліду в фітомасі, яке носить видоспецифічний характер. Аналіз динаміки питомої активності в осінньо-зимовий період також свідчить про зниження цього показника в грудні, порівняно з вереснем - листопадом. Найбільш інтенсивно величина питомої активності зменшується у представників родини розових. Для ожини несійської різниця становить 31,2, а для малини - 24,9 рази. Дані види можуть вносити істотний вклад в радіоактивне забруднення козулі лише на початку осені. Зниження питомої активності у вересоцвітих відбувається більш поступово. За три місяці вміст радіонуклідів в фітомасі чорниці зменшився в середньому в 2,4, брусниці - 4,8, буяхів - 1,2, вересу - 2,1 та багна - 1,6 рази. Питома активність пагонів дуба

знизилися в 2,9, берези - в 4,3, верби - в 5 разів. Таке зниження концентрації цезію-137 в фітомасі компонентів раціону викликає

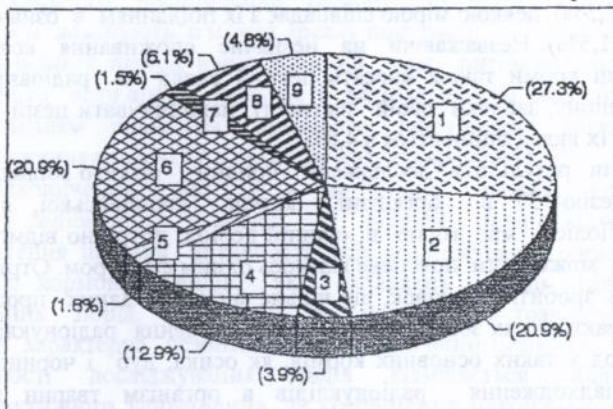


Рис. 3 Структура радіоактивного забруднення осіннього раціону козулі європейської в лісових екосистемах Центрального Полісся

- |                     |             |            |
|---------------------|-------------|------------|
| 1 - осика           | 4 - чорниця | 7 - береза |
| 2 - дуб             | 5 - жолуді  | 8 - малина |
| 3 - ожина несійська | 6 - верес   | 9 - гриби  |

зменшення надходження даного радіонукліду в організм тварин. Підтвердженням цього є поступове зниження питомої активності м'язів козулі, яке спостерігається в кінці осені - на початку зими (рис.1).

Для оцінки впливу ступеню радіоактивного забруднення окремих кормів на зростання накопичення цезію-137 в організмі козулі восени було співставлено структуру раціону в даний період з величиною питомої активності його компонентів (рис.3). Отримані результати дозволяють стверджувати, що найбільш істотний внесок в надходження цезію-137 в організм козулі вносять осика, дуб, чорниця та верес (відповідно 27,3%, 20,9%, 12,9% і 20,9%). Перші два види є основними кормами, їх вклад в осінній раціон дорівнює 28% і 13%. Чорниця також відноситься до основних кормів. Незважаючи на те, що її споживання восени дещо зменшується, але за рівнем накопичення цезію-137 даний вид відноситься до групи сильних накопичувачів. Внесок фітомаси вересу в радіоактивне забруднення осіннього раціону визначається перш за все тим, що цей вид є дуже сильним накопичувачем радіонуклідів, його споживання відносно невелике (до 2%). Частка ожини несійської і жолудів (відповідно 3,9% і 1,8%) в радіоактивному забрудненні організму козулі визначається їх значним споживанням в осінній період (13% і

21%). Внесок малини та берези в накопичення цезію-137 в організмі козулі (6,1% і 1,5%) деякою мірою співпадає з їх поїданням в означений період (5% і 1,5%). Незважаючи на незначне споживання козулею грибів (1,4%), ці корми також вносять певний вклад в радіоактивне забруднення раціону, завдяки своїй здатності накопичувати цезій-137 в плодових тілах. Їх вклад оцінюється в 4,8%.

Узагальнюючи результати досліджень причин різкого збільшення накопичення цезію-137 в організмі козулі європейської, яке в Центральному Поліссі має місце в осінній період, потрібно відмітити, що це явище не може бути пояснене якимось одним фактором. Отримані дані дозволяють зробити висновок, що чільне місце в даних процесах займають такі фактори, як збільшення рівня накопичення радіонуклідів в означений період у таких основних кормів, як осика, дуб і чорниця. Їх внесок в надходження радіонуклідів в організм тварин може перевищувати 60%. Крім того, для осіннього періоду характерне споживання кормів з високим вмістом цезію-137, в першу чергу, вересу. Такі накопичувачі радіонуклідів, як гриби, в радіоактивному забрудненні організму козулі в Центральному Поліссі відіграють другорядну роль через незначне місце в раціоні.

**Отримані результати дозволили запропонувати виробництву:**

1. При веденні мисливського господарства в Центральному Поліссі потрібно враховувати сезонний характер динаміки накопичення цезію-137 в організмі козулі європейської. На територіях з величиною щільності радіоактивного забруднення ґрунту, яка перевищує 34 кБк/м<sup>2</sup> доцільно змінити строки проведення спортивного та промислового полювання з метою виключення відстрілу тварин в період з вересня по листопад.

2. При проведенні біотехнічних заходів при заготівлі кормів для зимової підгодівлі потрібно враховувати, що в Центральному Поліссі козуля є типовим дендрофагом. Найбільш доцільними як з фізіологічної, так і з радіологічної точки зору є заготівля олистяних пагонів горобини, липи, кропиви, берези. Запасання кормів варто приурочувати до періоду з середини червня по початок серпня.

## **ВИСНОВКИ**

1. До складу раціону козулі європейської в лісах Центрального Полісся входить близько 40 видів судинних рослин, лісові плоди та гриби. В основі кормової бази даного виду диких копитних лежать дводольні рослини. Склад та структура раціону залежать від сезону, а за механічним складом переважають гілочкові корми.

2. З вересня по грудень в даному регіоні відбувається зростання рівня накопичення цезію-137 в органах і тканинах в 4 - 11 разів, зумовлене зростанням радіоактивного забруднення раціону. Періоди

максимального накопичення радіонукліду залежать від лісорослинних умов, які домінують в межах ареалу популяції.

3. В осінній період існує лінійний між питомою активністю м'язів тварин та величиною щільності радіоактивного забруднення ґрунту. Зі збільшенням рівня радіоактивного забруднення місцевості зростає надходження цезію-137 в організм козулі європейської.

4. Накопичення цезію-137 в внутрішніх органах козулі відповідає вмісту радіонукліду в м'язах. В осінній період відмічається різке збільшення питомої активності всіх досліджуваних органів.

5. Для кормових видів, які складають яруси підросту основних деревних порід, чагарників та чагарничків трав'яно-чагарничкового ярусу характерна сезонність в накопиченні цезію-137 фітомасою. Для більшості досліджуваних видів відмічається збільшення рівня радіоактивного забруднення та коефіцієнтів накопичення радіонукліду в фітомасі компонентів раціону козулі в осінній період.

6. Для основних кормових видів козулі виявлено зв'язок між рівнем питомої активності фітомаси та величиною щільності радіоактивного забруднення ґрунту, який описується лінійними регресійними рівняннями.

7. Питома активність досліджуваних видів грибів залежить від рівня радіоактивного забруднення ґрунту. На величину коефіцієнтів накопичення цезію-137 плодовими тілами впливає тип умов місцезростання, зі збільшенням трофності ґрунту величина коефіцієнту зменшується.

8. Співставлення складу осіннього радіону з динамікою радіоактивного забруднення його компонентів показало, що основною причиною збільшення накопичення цезію-137 в організмі козулі європейської є підвищення вмісту радіонукліду в фітомасі основних кормів, яке відбувається в даний період, та включення в раціон компонентів, здатних до підвищеного накопичення даного ізотопу.

### **ПЕРЕЛІК РОБІТ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

1. Тимчасові рекомендації по проведенню спеціалізованих еколого-лісівничих заходів в лісах 30-км зони/ Під заг.ред. Краснова В.П.- Мінлісгосп, Мінчорнобиль України.- К., 1995.-37С.

2. Краснов В.П., Ірклієнко С.П., Турко В.М., Орлов О.О., Приступа Г.К., Шелест З.М. Радіоактивне забруднення лісонасаджень Полісся України // Проблеми екології лісів і лісокористування на Поліссі України. Наукові праці Поліської АЛНДС.- Вип.3.- Житомир.- 1996.- С.25 - 31

3. 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.- 1996.- С.55 - 64

4.Краснов В.П., Орлов А.А., Иркиенко С.П., Турко В.Н.,Шелест З.М., Короткова Е.З. Загрязнение цезием-137 лекарственных растений лесов Украинского Полесья // Растительные ресурсы, т. 32, вып. 3.- 1996.- С. 36 - 43

5. Краснов В.П., Иркиенко С.П., Орлов О.О., Приступа Г.К., Шелест З.М. Радіоекологічний стан лісових масивів Центрального і Західного Полісся України //Звягель древній і вічно молодий.: Тези Всеукр. наук.-краснзнавч. конф., 13 - 16 вер. 1995 р.- Новоград-Волинський.- 1995.- С.202 - 205

6. Краснов В.П., Орлов О.О., Иркиенко С.П., Приступа Г.К., Шелест З.М. Радіоекологічна обстановка в лісах Житомирської області за даними забруднення лісових ягід цезієм-137//Звягель древній і вічно молодий.: Тези Всеукр.наук.-краснзнавч.конф., 13 - 16 вер. 1995 р.- Новоград-Волинський.- 1995.- С. 207 - 209

7. Краснов В.П., Иркиенко С.П., Орлов О.О., Приступа Г.К., Шелест З.М., Заворотнюк Г.А. Особливості накопичення радіоцезію сосною звичайною в насадженнях різних вікових груп // Звягель древній і вічно молодий.: Тези Всеукр.наук.-краснзнавч. конф., 13-16 вер. 1995 р.- Новоград-Волинський.-1995.- С. 209

8. Краснов В.П., Шелест З.М., Орлов А.А., Иркиенко С.П., Турко В.Н. Сезонные особенности радиоактивного загрязнения организма кошули европейской в лесах Полесья Украины // Устойчивое развитие: Загрязнение окружающей среды и экологическая безопасность.: Тезисы первой междунар. науч.-практич. конф., 4 - 8 дек. 1995 г.- Днепропетровск.- 1995. - С.172

9. Орлов А.А., Краснов В.П., Иркиенко С.П., Шелест З.М., Турко В.Н. Лекарственные растения как объект мониторинга радиоактивного загрязнения лесных экосистем Украинского Полесья // Устойчивое развитие: Загрязнение окружающей среды и экологическая безопасность.: Тезисы первой междунар. науч.-практич. конф., 4 - 8 дек. 1995г.- Днепропетровск.1995.- С.175

10. Орлов О.О., Краснов В.П., Иркиенко С.П., Турко В.М., Короткова О.З., Шелест З.М. Забруднення лісових ягід Sr-90 в Центральному Поліссі України за даними радіоекологічного моніторингу // Малиниця у просторі і часі.: Тези Всеукр.наук.-краснзнав.конф.,25 - 27 вер. 1997 р.- Малин.- 1997 р.- С. 216 - 217

11. Славов В.П., Шелест З.М., Бортник В.М. Особливості накопичення та виведення цезію-137 в рубці жуйних при зміні "забрудненості" раціону // Всеукраїн. конф. з фізіол. і біохім. тварин.: Тези доп.- Львів,1994.С.134

12. Славов В.П., Шелест З.М., Дідух М.І., Пінський О.В. Особливості виведення радіоцезію з екскрементами у великої рогатої худоби при годівлі зеленими та грубими кормами // Всеукраїн. конф.з фізіол. і біохім. тварин.: Тези доп.Львів, 1994.- С.135

## АННОТАЦІЯ

Шелест З.М. Закономерности поступления цезия-137 в организм косули европейской в лесных экосистемах Центрального Полесья.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.00.08 - радиобиология. Институт экспериментальной патологии, онкологии и радиобиологии им. Р.Е. Кавецкого НАН Украины, Киев, 1997. Защищается диссертационная работа, основные положения которой изложены в 12 научных публикациях, посвященных исследованиям миграции цезия-137 по трофическим цепям "почва-растения-животные" в лесных экосистемах Центрального Полесья.

Исследована структура и состав рациона косули. Изучены особенности сезонного накопления цезия-137 в организме животных и зависимость этих процессов от плотности радиоактивного загрязнения почвы и экологических условий обитания. Выявлены закономерности миграции данных радионуклидов по трофическим цепям "почва-кормовые растения-косуля". Оценен вклад различных видов кормов в радиоактивное загрязнение осеннего рациона животных.

В результате исследований было установлено, что:

- в период с сентября по декабрь в Центральном Полесье регистрируется значительное увеличение уровня накопления цезия-137 в органах и тканях косули, обусловленное увеличением радиоактивного загрязнения рациона;
- наиболее значительную роль в этих процессах играют сезонные изменения в поступлении радионуклидов в основные корма и включение в рацион видов, способных к интенсивному накоплению данного изотопа.

## ANNOTATION

Shelest Z.M. Appropriateness of  $^{137}\text{Cs}$  uptake to organism of roe deer in forest ecosystems of Central Polesie. Dissertation of candidate of science of biology on speciality 03.00.08. - radiobiology.

R.E.Kavetsky Institute of Experimental Pathology, Oncology and Radiobiology, National Academy of Sciences of Ukraine.

The defended thesis have been presented in the 12 scientific publications dealt with studies of  $^{137}\text{Cs}$  migration in food chains "soil-plants-animals" in forest ecosystems of Central Polesie. Structure and composition of roe deer diet have been investigated, besides peculiarities of seasonal  $^{137}\text{Cs}$  accumulation in organism of roe deer and dependence it from  $^{137}\text{Cs}$  ground deposition and ecologic conditions of environments.

The contribution of different food species into radioccontamination of autumn diet of animal had been evaluated.

The investigation results:

- during the period from September to December has been registred considerable increasing of  $^{137}\text{Cs}$  accumulation in organs and tissues of roe deer which based on the increasing of radioccontamination of diet.
- the main role in these processes play seasonal changes in intake of radionuclides to the main food species and inclusion into diet some species difted in intensive accumulation of radiocaesium.

Ключові слова: питова активність, коефіцієнт накопичення (КН), щільність радіоактивного забруднення ґрунту, тип умов місцезростання, козуля європейська, міграція цезію-137, трофічні ланцюги, раціону.

1075570

---

Підписано до друку 05.05.97р. Формат 60x84/16.  
Ум. друк. арк. 1,0. Обл.-вид. арк. 1,0.  
Наклад 100. Зам. 156.

---

Відділ оперативної поліграфії  
Центру Міжнародної освіти  
227-12-75, 227-37-86