

**ДИНАМІКА НАКОПИЧЕННЯ  $^{137}\text{Cs}$  В КОРМАХ ТА ОРГАНІЗМІ КОЗУЛІ  
ЄВРОПЕЙСЬКОЇ В ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМАХ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ**

*Проведено аналіз динаміки коефіцієнтів переходу  $^{137}\text{Cs}$  у продукцію лісових біоценозів; досліджені сезонні коливання питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у м'язах козулі та динаміка агрегованих коефіцієнтів переходу ( $\text{КПаг}$ )  $^{137}\text{Cs}$  з ґрунту в м'язи у козулі післячорнобильський період. При проведенні регресійного аналізу встановлено лінійні залежності між такими показниками: питомою активністю  $^{137}\text{Cs}$  у рібці та м'язах козулі, калі та м'язах, калі та рубці.*

**Постановка проблеми**

У післячорнобильський період, внаслідок радіоактивного забруднення лісових угідь, постало питання безпечного їх використання. Це, перш за все, пов'язано з тим, що ліси є критичним елементом ландшафту, сприяють інтенсивній міграції радіонуклідів в організм тварин і людини. При використанні даного типу угідь потрібно робити ставку на пасивні заходи, а саме диференційоване використання угідь у залежності від ступеня їх критичності або радіологічної небезпеки. Тому дослідження динаміки накопичення  $^{137}\text{Cs}$  окремими кормовими видами та організмом козулі європейської є важливим елементом раціонального використання лісів.

**Аналіз останніх досліджень та постановка завдання**

Питанням раціонального використання кормової бази лісів, особливостям накопичення  $^{137}\text{Cs}$  організмом козулі європейської присвячена значна кількість публікацій: Борщенко В. В. (1994) [1], В. П. Славов та ін. (1996) [4], Петров М. Ф. (1996) [2], Краснов В. П. та ін. (1998) [3]. Досліджено, що козуля європейська, наразі виступає модельним об'єктом досліджень міграції радіонуклідів в трофічному ланцюгу в умовах лісових екосистем, дозволяючи краще зрозуміти основні чинники, які зумовлюють процеси міграції, особливо стосовно жуйних видів тварин. Кінцевою ланкою трофічного ланцюга є людина, саме тому для деяких критичних груп населення, а саме мисливців та їх родин, дичина може бути додатковим джерелом внутрішнього опромінення. Ось чому закономірності міграції радіонуклідів, і особливості їх накопичення в цьому виді продукції лісу, мають не лише наукове, але й практичне значення.

У той же час, у вищезазначених публікаціях не висвітлені питання динаміки накопичення  $^{137}\text{Cs}$  в кормових видах рослин та організмі козулі європейської протягом тривалого часу спостережень: 14 та 16 років, відповідно. Крім того, не

розглядаються питання використання непрямих методів оцінки забруднення м'яса козулі в конкретних умовах їх місцеперебування: зокрема дослідження калу тварин, з метою прогнозування забруднення організму тварин. Слід також відмітити, що у більшості публікацій не висвітлені питання оцінки дозових навантажень населення при споживанні м'яса козулі. Враховуючи вищевикладене, нами зроблено спробу: комплексно описати міграцію  $^{137}\text{Cs}$  в трофічному ланцюгу ґрунт – кормові рослини – організм козулі, при цьому простежити динаміку накопичення  $^{137}\text{Cs}$  основними кормовими видами рослин та грибами, які входять до складу раціону козулі європейської; простежити динаміку накопичення  $^{137}\text{Cs}$  в організмі козулі європейської; встановити зв'язок між активністю  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{40}\text{K}$  у м'язах, калі та рубці козулі та оцінити дозові навантаження людини при споживанні м'яса тварин.

**Об'єкти і методика досліджень.** Польові дослідження щодо характеристики забруднення кормової бази природних кормових угідь проводилися у 1992–2007 рр. в районі сіл Липські Романи, Журба, Деркачі, Збраньківці Овруцького району Житомирської області. Район досліджень займає площу приблизно 50 км<sup>2</sup> і характеризує типові лісорослинні умови лісових екосистем Полісся. Щільність забруднення території  $^{137}\text{Cs}$  неоднорідна – від 30 до 1500 КБк/м<sup>2</sup>. Регіон характеризується переважно рівнинним рельєфом. Домінуючими породами дерев на дослідних ділянках були *Pinus Silvestris*, *Populus tremula*, *Alnus mill*, *Quercus robur* та інші види. Трав'янисто – чагарниковий ярус представлений *Vaccinium Myrtillus*, *Calluna vulgaris*, *Ledum palustre*, *Molinia caerulea* тощо. Деяка частина території зайнята перелогами, які не оброблялися після аварії на ЧАЕС. На перелогах переважають *Salix spp.*, *Elytrigia repens*, *Trifolium spp.*, *Deshampsia caespitosa*, *Urtica dioica*, *Hirlikum perforatum*, *Carex spp.* та інші види.

Переважаючий тип ґрунту на лісових ділянках – піщаний дерново-підзолистий. На перелогах переважають дерново-підзолисті супіщані, суглинисті та лучно-болотисті ґрунти.

У районі досліджень проводився відстріл козуль. У забитих тварин відбирали зразки м'язової тканини, вміст рубця та калу для подальшого визначення в зразках питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{40}\text{K}$  з метою встановлення взаємозв'язку із вищезазначеними параметрами.

Крім того, в місцях відстрілу козуль відбирали кормові види рослин та зразки ґрунту на глибину 0–10 см з метою визначення щільності забруднення ґрунту  $^{137}\text{Cs}$  та розрахунків коефіцієнтів переходу  $^{137}\text{Cs}$  у кормові рослини. Коефіцієнт переходу  $^{137}\text{Cs}$  в фітомасу рослин розраховувався як відношення питомої активності сухої речовини рослини до щільності забруднення радіонуклідом ґрунту:  $K_p = (\text{Бк/кг})/(\text{КБк/м}^2)$  або  $\text{м}^2/\text{кг} \times 10^{-3}$ .

Агрегований коефіцієнт переходу в ланцюгу ґрунт – м'язи козулі ( $K_{\text{Par}}$ ) визначався за формулою:

$KP_{ар} = \text{Питома активність } ^{137}\text{Cs в м'ясі, (Бк/кг) / щільність забруднення ґрунту } ^{137}\text{Cs, (кБк/м}^2\text{)}.$

Оцінка дозових навантажень населення визначалася виходячи з дозового фактора 14 нЗв від 1 Бк спожитого радіонукліда в складі м'яса козулі протягом року. Оцінка викладена в роботах: Lindell B., 1986 та Andersson I., 1989. [6, 5].

### **Результати досліджень**

Зведені дані щодо динаміки коефіцієнтів переходу  $^{137}\text{Cs}$  в травостій природних пасовищ, листя та пагони дерев за 14-річний період спостережень (1992–2005 рр.) на стаціонарах Овруцького району наведені в таблиці 1. Найнижчі значення коефіцієнтів переходу  $^{137}\text{Cs}$  спостерігалися у пасовищній траві, заплавної пасовищ, яка росте на суглинистих автоморфних ґрунтах  $0,22\text{--}1,0 \text{ м}^2/\text{кг} \times 10^{-3}$  та кунічник, що росте на лісових дерново-підзолистих ґрунтах  $1\text{--}1,41 \text{ м}^2/\text{кг} \times 10^{-3}$ . Більш високими значеннями коефіцієнтів переходу  $^{137}\text{Cs}$  характеризувався травостій гігоморфних оторфованих пасовищ  $6,9\text{--}16,6 \text{ м}^2/\text{кг} \times 10^{-3}$ , а найвищими – осоки низинних пасовищ  $27,4 \text{ м}^2/\text{кг} \times 10^{-3}$ .

Встановлено, що травостій білоусу, що росте під покривом лісу, характеризується більш високими коефіцієнтами переходу  $^{137}\text{Cs}$  –  $46,9\text{--}49,7 \text{ м}^2/\text{кг} \times 10^{-3}$ , ніж травостій відкритих елементів рельєфу  $0,4\text{--}1,0 \text{ м}^2/\text{кг} \times 10^{-3}$ . Це пов'язано із впливом грибів у перерозподілі активності в лісових угіддях.

Найбільш високими значеннями коефіцієнтів переходу  $^{137}\text{Cs}$  характеризувався травостій молінії голувої, яка є кормовим видом лісових угідь  $77 \text{ м}^2/\text{кг} \times 10^{-3}$ .

Коефіцієнти переходу  $^{137}\text{Cs}$  в листя та пагони дерев змінювалися від мінімального показника 6 до максимального –  $129 \text{ м}^2/\text{кг} \times 10^{-3}$  у залежності від виду дерев.

Коефіцієнти переходу  $^{137}\text{Cs}$  у фітомасу вересових видів змінювалися від 58 до  $112 \text{ м}^2/\text{кг} \times 10^{-3}$ . В середньому за період досліджень показники КП були дещо вищими у вересу порівняно із чорницею.

Рівень забруднення грибів змінювався в широких межах, головним чином залежно від їх виду. Найбільш низьким накопиченням відрізнялися білі гриби  $239\text{--}514 \text{ м}^2/\text{кг} \times 10^{-3}$  у 1992 та 2005 роках відповідно. Більш інтенсивно  $^{137}\text{Cs}$  накопичувався у лисичках, де середні рівні акумуляції  $^{137}\text{Cs}$  сягали 356 та навіть  $963 \text{ м}^2/\text{кг} \times 10^{-3}$  у 1992 та 1997 роках відповідно. Слід зазначити, що активність білого гриба зростала у післячорнобильський період, що пов'язано із глибоким заляганням (розміщенням) міцелію у профілі ґрунту.

Практично на всіх стаціонарах, які представлені перелогоми, природними пасовищами та лісовими кормовими угіддями, знизилася активність пасовищної трави, фітомаси дерев та чагарничків та значення коефіцієнтів переходу радіонукліду у трофічному ланцюгу ґрунт–рослина, цей факт пов'язаний із вертикальною міграцією радіонукліду по ґрунтовому профілю, процесами

зв'язування радіонукліду ґрунто-поглинаючим комплексом, а також періодом напіврозпаду радіонукліду. Накопичення радіонуклідів білими грибами в післячорнобильський період зросло. Дослідження також свідчать про необхідність проведення активних контрміроприємств у лісових угіддях, зокрема внесення калійних добрив з метою зменшення активності цезію-137 у кормовій базі тварин, а також їх організмі.

**Таблиця 1. Динаміка питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  у сухій речовині кормів природних угідь та коефіцієнтів переходу радіонукліду в трофічному ланцюгу ґрунт – рослина**

| Корми природних угідь  | 1992 рік |   |   | 1996–1997 рр. |   |   | 2003–2005 рр. |   |   |
|--|----------|---|---|---------------|---|---|---------------|---|---|
|  | п        | Питома активність $^{137}\text{Cs}$ в СР, Бк/кг | Кц, $\text{м}^2/\text{кг} \times 10^{-3}$ | п             | Питома активність $^{137}\text{Cs}$ в СР, Бк/кг | Кц, $\text{м}^2/\text{кг} \times 10^{-3}$ | п             | Питома активність $^{137}\text{Cs}$ в СР, Бк/кг | Кц, $\text{м}^2/\text{кг} \times 10^{-3}$ |
| 1  | 2        | 3   | 4   | 5             | 6   | 7   | 8             | 9   | 10  |
| Трава заплавного пасовища (стаціонар 1), автоморфні ґрунти, суглинок | 54       | 631±32  | 0,6±0,03                                  |               |   |   | 9             | 243±164   | 0,22±0,15                                 |
| Трава заплавного пасовища (стаціонар 2), автоморфні ґрунти, суглинок | 54       | 401±25  | 1,0±0,05                                  |               |   |   | 15            | 109±44,5  | 0,28±0,12                                 |
| Куничник, ліс, дерново-підзолисті ґрунти                             | 1        | 269   | 1   | 2             | 161   | 1   | 7             | 183±120   | 1,41±0,86                                 |
| Трава природного пасовища (ст. 4), оторфовані ґрунти                 |          |   |   |               |   |   | 33            | 716±270   | 6,9±3,3                                   |
| Трава природного пасовища (ст..5), оторфовані ґрунти                 |          |   |   |               |   |   | 15            | 1679±571  | 16,6±7,8                                  |
| Трава низинного пасовища (осока), с. Збраньківці                     |          |   |   |               |   |   | 8             | 2464±951  | 27,4±10,7                                 |
| Білоус, луки автоморфні ґрунти, дерново-підзолисті                   | 5        | 70±45   | 1±0,3                                     | 4             | 72±30   | 0,6±0,2                                   | 4             | 42±10   | 0,4±0,1                                   |
| Білоус, ліс, дерново-підзолисті ґрунти                               | 8        | 6700±200  | 49,7±3                                    |               |   |   | 8             | 6116±250  | 46,9±2,8                                  |
| Молінія голуба, ліс, дерново-підзолисті ґрунти                       | 13       | 12070±3100                                      | 137±29                                    | 4             | 11720±4790                                      | 88±26,8                                   | 11            | 9248±8682                                       | 77±48,5                                   |
| Сосна, ліс, дерново-підзолисті ґрунти                                | 2        | 1604±1980                                       | 12±15                                     | 4             | 9693±420  | 41±20                                     |               |   |   |
| Верба, перелоги, дерново-підзолисті ґрунти                           | 8        | 1029±60   | 14±3,1                                    | 8             | 960±180   | 6±1,2                                     |               |   |   |
| Береза, ліс, дерново-підзолисті ґрунти                               | 6        | 1632±710  | 29±35                                     | 7             | 1513±780  | 24±9                                      | 9             | 3291±2634                                       | 26,5±13,3                                 |

Закінчення таблиці 1

| 1  | 2  | 3           | 4       | 5  | 6         | 7      | 8  | 9          | 10      |
|--|----|-------------|---------|----|-----------|--------|----|------------|---------|
| Крушина, ліс, дерново-підзолисті ґрунти    | 5  | 3250±670    | 28±4    |    |           |        | 5  | 1068±639   | 9,5±4,7 |
| Дуб, ліс, дерново-підзолисті ґрунти        | 4  | 6225±920    | 44±7    | 6  | 10400±000 | 66±30  | 11 | 5676±3019  | 48±21,3 |
| Осика, ліс, дерново-підзолисті ґрунти      | 6  | 8344±5600   | 86±35   | 2  | 2918±2100 | 20±14  |    |            |         |
| Горобина, ліс, дерново-підзолисті ґрунти   | 5  | 5464±600    | 66±16,7 | 4  | 7709±780  | 44±49  | 9  | 4109±782   | 35±15,5 |
| Верес, ліс, дерново-підзолисті ґрунти      | 6  | 27953±10732 | 112±43  | 4  | 21549±800 | 158±34 | 17 | 5772±3888  | 64±23,0 |
| Чорниця, ліс, дерново-підзолисті ґрунти    | 24 | 17467±2360  | 112±22  | 6  | 23436±370 | 131±30 | 11 | 5991±3764  | 58±22,2 |
| Білий гриб, ліс, дерново-підзолисті ґрунти | 2  | 24056±4730  | 239±47  | 10 | 43686±450 | 249±31 | 5  | 65980±5760 | 514±212 |
| Лисичка, ліс, дерново-підзолисті ґрунти    | 3  | 81773±26870 | 356±117 | 1  | 53928     | 963    | 5  |            | 453±122 |

Результати досліджень свідчать про те, що забруднення  $^{137}\text{Cs}$  м'яса козулі носить сезонний характер (рис. 1.).

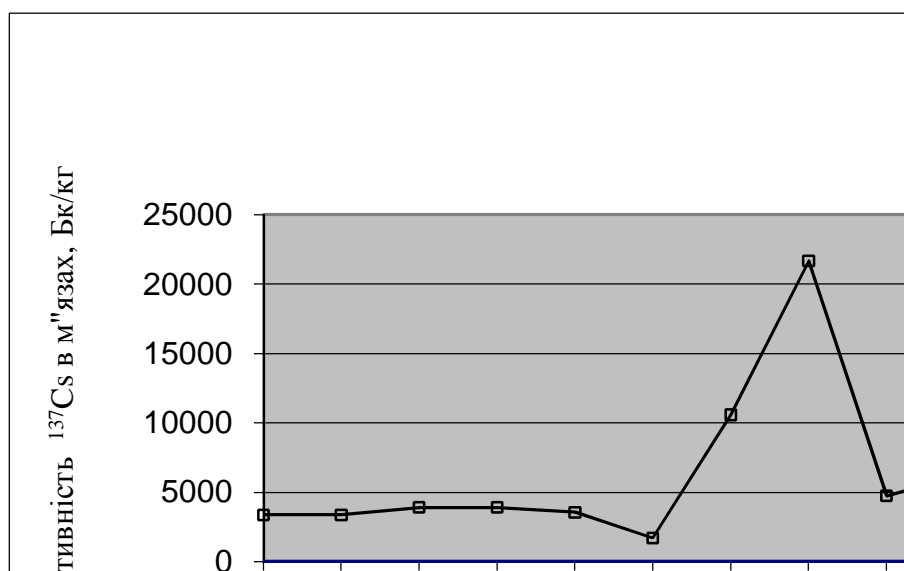


Рис. 1. Сезонна динаміка питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  в м'язах козулі, Бк/кг

Так, за даними 16-річних спостережень (1992–2008 рр.) питома активність  $^{137}\text{Cs}$  в м'ясі козулі підвищується з середини липня (10567 Бк/кг) і досягає максимуму в серпні (21685 Бк/кг). В інші періоди року питома активність  $^{137}\text{Cs}$  в м'ясі коливається в межах 1684–7354 Бк/кг.

Встановлено, що агрегований коефіцієнт переходу  $^{137}\text{Cs}$  у ланцюгу ґрунт – м'язи у середньому в 1992/1996 роках становив  $49 \text{ м}^2/\text{кг} \times 10^{-3}$  а в 2007–2008 роках –  $38 \text{ м}^2/\text{кг} \times 10^{-3}$  (таблиця 2). Взимку, навесні та раннього літа значення коефіцієнту переходу становили 17–44  $\text{м}^2/\text{кг} \times 10^{-3}$ . У період масового споживання грибів відповідні показники зростали, порівняно із середніми значеннями за весь період відстрілу, і досягали  $92 \text{ м}^2/\text{кг} \times 10^{-3}$ .

Сезонні зміни питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  в м'язах та значень агрегованого коефіцієнту переходу  $^{137}\text{Cs}$  можна пояснити сезонними особливостями живлення тварин. Так, у рубці тварин у цей період зустрічаються: листя та пагони верби, берези, осики, дуба, горобини, чагарникові (верес, чорниця, брусниця тощо.), трави і гриби. Слід зазначити, що гриби як компонент раціону козулі в літній та осінній періоди значно підвищують загальну активність раціону тварин внаслідок інтенсивної акумуляції  $^{137}\text{Cs}$ .

Аналіз динаміки забруднення організму козулі  $^{137}\text{Cs}$  свідчить про те, що протягом 16 років спостережень відбулося зниження концентрації радіонукліду в м'язах тварин (таблиця 2). Наведені дані свідчать, що в зимовий період 2007–2008 рр., коли тварини не споживають гриби, а харчуються на угіддях, де значно знизилася активність кормових видів, спостерігається зниження активності м'яса тварин. Про це свідчать й результати скандинавських вчених, на їх думку, доступ тварин до відкритих елементів рельєфу (до сільськогосподарських угідь) є основним фактором зниження забруднення організму диких тварин радіонуклідами. В той же час, у період масового споживання грибів, яке тварини практикують для поліпшення власного протеїнового живлення, зниження концентрації радіонукліду неможливо встановити. Значні варіації питомої активності м'яса в цей період, на нашу думку, зумовлюються споживанням козулею грибів, особливо в осінній період. Крім того, відомо, що гриби, відрізняються тривалим періодом ефективного екологічного напівочищення порівняно із кормовими видами рослин, що призводить до збільшення періоду ефективного екологічного напівочищення організму тварин. Оскільки продуктивність грибів, а також їх споживання дикими тваринами значно змінюється з року в рік, виникають труднощі при прогнозуванні динаміки забруднення організму тварин  $^{137}\text{Cs}$ .

Коефіцієнт кореляції між активністю м'яса козулі та щільністю забруднення ґрунту  $^{137}\text{Cs}$  протягом періоду досліджень становив 0,41–0,84 (в середньому за період досліджень  $r=0,61$ ).

Ступінь забруднення м'яса та внутрішніх органів козулі залежить  $^{137}\text{Cs}$  від віку тварин. Результати досліджень свідчать про більш інтенсивне нагромадження  $^{137}\text{Cs}$  тваринами віком до 1 року порівняно з тваринами 2–3-річного віку.

Таблиця 2. Динаміка питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  в м'ясі козулі та коефіцієнти переходу радіонукліду за роками

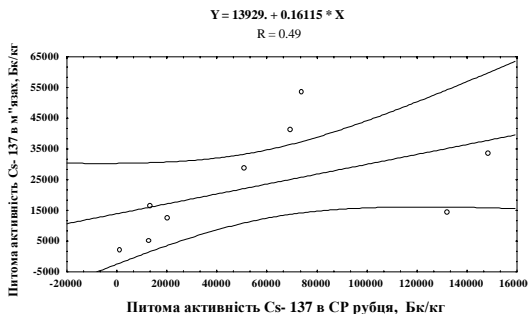
| Місяці       | Середнє за 1992–1996 рр. |   |  |  | Середнє за 2007–2008 рр. |   |  |  |
|--------------|--------------------------|---|--|--|--------------------------|---|--|--|
|              | n                        | Активність<br>$\text{Cs-137}$ в м'ясі,<br>Бк/кг | $\text{КП}_{\text{ар}}$<br>$\text{м}^2/\text{кг} \times 10^{-3}$ | Щільність<br>забруднення,<br>$\text{КБк}/\text{м}^2$ | n                        | Активність<br>$\text{Cs-137}$ в м'ясі,<br>Бк/кг | $\text{КП}_{\text{ар}}$<br>$\text{м}^2/\text{кг} \times 10^{-3}$ | Щільність<br>забруднення,<br>$\text{КБк}/\text{м}^2$ |
| 2            | 5                        | 3358  | 24   | 144  |                          |   |  |  |
| 3            |                          |   |  |  |                          |   |  |  |
| 4            | 1                        | 3894  | 17   | 229  |                          |   |  |  |
| 5            | 2                        | 3537  | 28   | 127  |                          |   |  |  |
| 6            | 3                        | 1684  | 21   | 79   |                          |   |  |  |
| 7            | 2                        | 10567   | 33   | 345  |                          |   |  |  |
| 8            | 6                        | 27770   | 92   | 111  |                          |   |  |  |
| 9            | 5                        | 4717  | 38   | 124  |                          |   |  |  |
| 10           | 3                        | 15495   | 85   | 287  | 5                        | 4836  | 44   | 110  |
| 11           | 4                        | 10280   | 89   | 116  | 8                        | 3192  | 34   | 95   |
| 12           | 2                        | 6993  | 40   | 175  | 2                        | 4125  | 40   | 104  |
|              |                          |   |  |  |                          |   |  |  |
| ср.          | 33                       | 10339   | 49   | 193  | 15                       | 3864  | 38   | 101  |
| Ср.10–12 міс | 9                        | 11289   | 77   | 186  | 15                       | 3864  | 38   | 101  |

Серед органів і тканин найнижчою була активність рубцевої тканини, далі (у порядку зростання активності) органи і тканини утворили такий ряд: печінка, легені, серце, селезінка, м'язи, нирки.

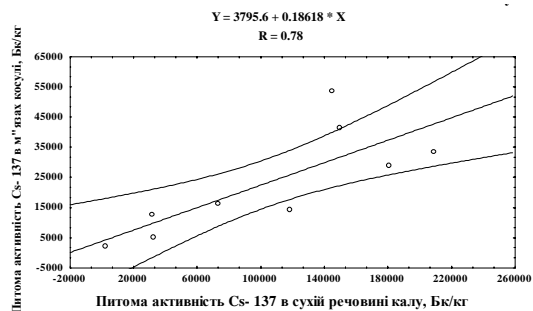
У результаті регресійного аналізу встановлено лінійні залежності між такими показниками:

- питомою активністю  $^{137}\text{Cs}$  у рубці та м'язах козулі при  $r=0,49$  (рис. 2);
- питомою активністю  $^{137}\text{Cs}$  у калі та м'язах козулі при  $r=0,78$  (рис. 3);
- питомою активністю  $^{137}\text{Cs}$  у калі та рубці при  $r=0,78$  (рис. 4);

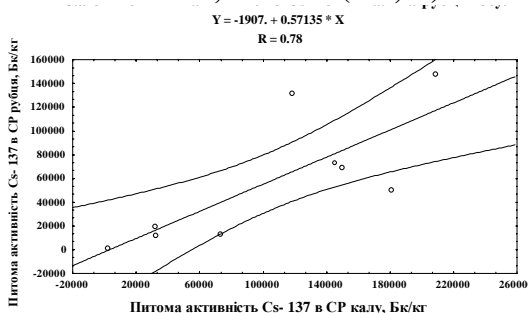
Встановлено обернену лінійну залежність між питомою активністю  $^{40}\text{K}$  та  $^{137}\text{Cs}$  у м'язах козулі при  $r=-0,65$  (рис. 5.).



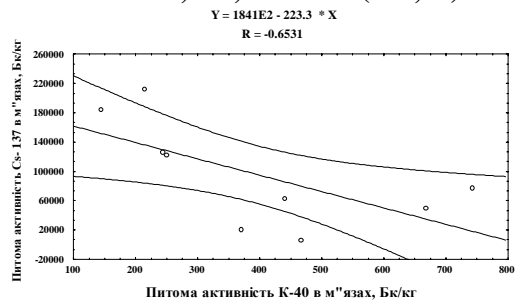
**Рис. 2. Залежність між активністю  $^{137}\text{Cs}$  у рубці та м'язах козулі.**  
 $Y=13929+0,16115 \times X$  ( $r=0,49$ )



**Рис. 3. Залежність між активністю  $^{137}\text{Cs}$  у калі та м'язах козулі.**  
 $Y=3795,6+0,18618 \times X$  ( $r=0,78$ )



**Рис. 4. Залежність між активністю  $^{137}\text{Cs}$  у калі та рубці козулі.**  
 $Y=-1907+0,57135 \times X$  ( $r=0,78$ )



**Рис. 5. Залежність між активністю  $^{40}\text{K}$  та  $^{137}\text{Cs}$  у м'язах.**  
 $Y=1841E2-223,3 \times X$  ( $r=-0,65$ )

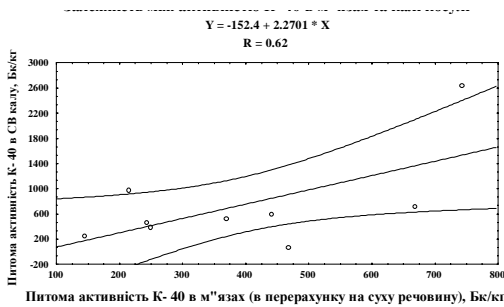
Співвідношення між активністю  $^{137}\text{Cs}$  в м'язах (натуральна волога), вмісті рубця (суха речовина) та калі (суха речовина) у козулі за результатами наших досліджень становило – 1:2,3:4,1 (таблиця 3).

**Таблиця 3. Співвідношення між активністю  $^{137}\text{Cs}$  в м'язах (натуральна волога), в місті рубця (суха речовина) та калі (суха речовина) у козулі**

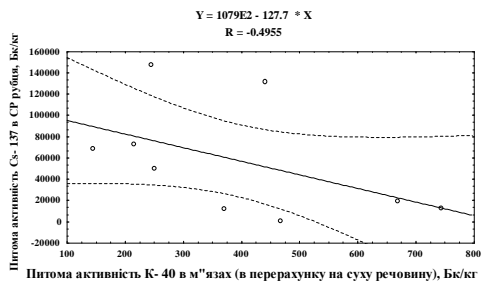
| Питома активність $^{137}\text{Cs}$ в м'язах (НВ), Бк/кг | Питома активність $^{137}\text{Cs}$ у вмісті рубця (СР), Бк/кг | Питома активність $^{137}\text{Cs}$ у калі (СР), Бк/кг | Співвідношення: |                  |          |
|--|--|--|-----------------|------------------|----------|
|  |  |  | м'язи (НВ)      | вміст рубця (СР) | кал (СР) |
| 41530  | 69005  | 149485   | 1               | 1,66             | 3,60     |
| 28958  | 50432  | 180347   | 1               | 1,74             | 6,23     |
| 53835  | 73819  | 144705   | 1               | 1,37             | 2,68     |
| 33748  | 148145   | 208754   | 1               | 4,3              | 6,18     |
| 2186   | 967  | 1872   | 1               | 0,44             | 0,85     |
| 14518  | 131813   | 118039   | 1               | 9,07             | 8,13     |
| 12693  | 20042  | 31771  | 1               | 1,57             | 2,50     |
| 5131   | 12522  | 32123  | 1               | 2,44             | 6,26     |
| 16517  | 12988  | 72613  | 1               | 0,78             | 4,39     |
| Ср.  |  |  | 1               | 2,35             | 4,08     |



Концентрація  $^{40}\text{K}$  в організмі тварин (або калі тварин) може бути важливим параметром, який характеризує доступ тварин до с.-г. угідь (тривалість харчування, споживання корму, відсотку корму із с.-г. та перелогових земель у загальній структурі спожитого твариною корму). Кількість  $^{40}\text{K}$  в ґрунті безпосередньо пов'язана із внесенням калійних добрив на с.-г. угіддя. Тому в лісових ґрунтах його мало, а на ріллі та перелогових землях – багато. У цьому зв'язку привертають увагу дані, наведені на рисунках 6 та 7, які свідчать про прогностичне значення такого параметру, як концентрація  $^{40}\text{K}$  в організмі тварин у відношенні до міграції  $^{137}\text{Cs}$ .



**Рис. 6. Залежність між активністю  $^{40}\text{K}$  у м'язах та калі козулі.**  
 $Y = -152,4 + 2,2701 \times X$  ( $r = 0,62$ )



**Рис. 7. Залежність між активністю  $^{40}\text{K}$  у м'язах та  $^{137}\text{Cs}$  в рубці козулі.**  
 $Y = 1079E2 - 127,7 \times X$  ( $r = -0,496$ )

Дослідження також свідчать про необхідність проведення активних контрзаходів у лісових угіддях, зокрема внесення калійних добрив з метою зменшення активності цезію-137 в кормовій базі тварин, а також їх організмі.

Враховуючи високу питому активність  $^{137}\text{Cs}$  у м'язах козулі, яка становила, в середньому, 8315 Бк/кг, за 16 років то навіть за річного споживанні населенням лише 1 кг такого продукту, в перерахунку на умовну щільність забруднення ґрунту  $^{137}\text{Cs}$  – 15 Ки/км<sup>2</sup>, річна доза внутрішнього опромінення людини становитиме 0,35 мЗв/рік, або 35,0 % річної дози, рекомендованої ДР-2007 (таблиця 4). При споживанні 1 кг м'яса в період масової появи грибів, у перерахунку на умовну щільність забруднення ґрунту  $^{137}\text{Cs}$  – 15 Ки/км<sup>2</sup> річна доза внутрішнього опромінення людини досягає 0,71 мЗв/рік, або 71,0 % річної дози.

**Таблиця 4. Дозове навантаження, яке спричиняє споживання м'яса козулі та граничні щільності забруднення ґрунту  $^{137}\text{Cs}$ , за яких можливе його отримання в межах ДР-2007**

| Характеристика критичного харчового продукту  | ДР- 2007 за вмістом $^{137}\text{Cs}$ | Фактичний вміст $^{137}\text{Cs}$ | Агрегований коефіцієнт переходу $^{137}\text{Cs}$ , $\text{м}^2/\text{кг}\times 10^{-3}$ | Річне дозове навантаження при споживанні 1 кг продукту за щільності забруднення ґрунту $^{137}\text{Cs}$ – 15Кі/км <sup>2</sup> , мЗв | % від річної дози, рекомендованої ДР-2007 | Гранична щільність забруднення ґрунту $^{137}\text{Cs}$ , при якому можливе отримання продукції в межах ДР-2007, Кі/км <sup>2</sup> |
|---|---------------------------------------|-----------------------------------|--|---|---|---|
| М'ясо козулі (середнє значення активності за 16 років досліджень)                                 | 400                                   | 8315                              | 46   | 0,35  | 35,0                                      | 0,14-0,24   |
| М'ясо козулі (максимальне значення активності, яке спостерігається у період масової появи грибів) | 400                                   | 27770                             | 92   | 0,71  | 71,0                                      | 0,04-0,12   |

Нами встановлені закономірності щодо сезонних коливань у рівнях забруднення  $^{137}\text{Cs}$  організму козулі, що дає можливість обмежити дозові навантаження лише окремих жителів населеного пункту – мисливців. Для цієї категорії населення не бажано вживання м'ясо козулі, особливо у періоди зростання його активності, яке спостерігається у липні – серпні місяці, в період масової появи грибів.

Гранична щільність забруднення ґрунту  $^{137}\text{Cs}$ , за якої можна отримати м'ясо козулі в межах ДР-2007 р. розрахована на основі даних 16-річних досліджень становить 0,04–0,24 Кі/км<sup>2</sup> у залежності від періоду відстрілу.

#### **Висновки та перспективи подальших досліджень**

1. У результаті проведених досліджень встановлені особливості накопичення  $^{137}\text{Cs}$  різними кормовими видами природних угідь, які є важливими компонентами раціону диких та свійських тварин, і тому є потенційно небезпечними джерелами забруднення їх організму.

2. Дослідженнями встановлено, що активність та накопичення  $^{137}\text{Cs}$  кормовими видами природних угідь за період досліджень знизилася, що пояснюється із вертикальною міграцією радіонукліду по ґрунтовому профілю,

процесами зв'язування радіонукліду ґрунтопоглинаючим комплексом, а також періодом напіврозпаду радіонукліду. На противагу рослинам накопичення радіонукліду білим грибом у післячорнобильський період зросло, що пояснюється глибиною розміщення міцелію у ґрунтовому профілі.

3. Забруднення м'яса козулі носить сезонний характер. Активність м'яса козулі підвищується з середини липня і досягає максимуму в серпні (28 кБк/кг), а далі поступово знижується. Агрегований коефіцієнт переходу у ланцюгу ґрунт – м'язи у 48-и відстріляних козуль у середньому за період спостережень становив  $46 \text{ м}^2/\text{кг} \times 10^{-3}$ .

4. Коефіцієнт кореляції між активністю м'яса козулі та щільністю забруднення ґрунту  $^{137}\text{Cs}$  становив 0,41–0,84 (в середньому  $r=0,61$ ).

5. У результаті регресійного аналізу встановлено лінійні залежності між такими показниками: питомою активністю  $^{137}\text{Cs}$  у рубці та м'язах козулі при  $r=0,49$ ; питомою активністю  $^{137}\text{Cs}$  у калі та м'язах козулі при  $r=0,78$ ; питомою активністю  $^{137}\text{Cs}$  у калі та рубці при  $r=0,78$ .

6. Співвідношення між активністю  $^{137}\text{Cs}$  в м'язах (натуральна волога), вмісті рубця (суха речовина) та калі (суха речовина) у козулі становить 1:2,3:4,1.

7. Встановлено обернену лінійну залежність між питомою активністю  $^{40}\text{K}$  та  $^{137}\text{Cs}$  у м'язах козулі при  $r=-0,65$ .

8. Враховуючи високу питому активність  $^{137}\text{Cs}$  в м'язах козулі, яка становила в середньому за 16 років – 8315 Бк/кг, навіть при річному споживанні населенням лише 1 кг такого продукту, за умовної щільності забруднення ґрунту  $^{137}\text{Cs}$  – 15 К/км<sup>2</sup>, річна доза внутрішнього опромінення людини становитиме 0,35 мЗв/рік, або 35,0 % річної дози, рекомендованої ДР- 2007. При споживанні м'яса у період масової появи грибів річна доза внутрішнього опромінення людини досягає 0,71 мЗв/рік, або 71,0 % річної дози.

9. Гранична щільність забруднення ґрунту  $^{137}\text{Cs}$ , при якій можна отримати м'ясо козулі в межах ДР-2007 р., розрахована на основі даних 16-річних спостережень, становить 0,04–0,24 Кі/км<sup>2</sup>.

Подальші дослідження слід зосередити на розробці і вдосконаленні непрямих методів оцінки забруднення організму тварин радіонуклідами.

## Література

1. *Борщенко В. В.* Радиоэкологическая оценка различных типов кормовых угодий и использование сорбентов как способа снижения поступления цезия-137 в продукцию животноводства: дис. ... канд. с.-х. наук: спец. 03.00.16 – екологія, 06.02.02 – кормление с.-х. животных и технология кормов / Борщенко Валерий Владимирович. – Житомир, 1994. – 135 с.

2. *Петров М. Ф.* Корм козули (*Capreolus capreolus* L.) в зоне отчуждения Чернобыльской катастрофы на территории Украины / *М. Ф. Петров*// Проблемы Чернобыльской Зоны отчуждения. – К.: Наук. думка, 1996. – Вып. 3.С. 105–114.

3. Радиоэкология косули европейской в Центральном Полесье Украины. / *В. П. Краснов, З. М. Шелест, А. А. Орлов* [и др.]. – Житомир: Волинь, 1998.– С. 38–54.

4. Сезонна динаміка коефіцієнтів переходу радіоцезію в ланцюгу ґрунт – м'язи козулі на Поліссі України / *В. П. Славов, К. Й. Йохансон, В. В. Борщенко* [та ін.] // Вісн. аграр. науки. – 1996. – № 4. – С. 37–38.

5. Andersson I. Safety precautions in Swedish animal husbandry in the event of nuclear power plant accidents: dissertation. / I. Andersson// – Swedish university of agricultural sciences, department of animal nutrition and management.- Uppsala, 1989.

6. Lindell B. Stralrisker och Tjernobylyckykan./ B. Lindell // Var Foda 38. Supplement 3. Statens livsmeddelsverk. Uppsala, 1986 (In Swedish).

7. Radiocaesium in Swedish forest ecosystems. / K.J. Johanson, R. Bergstom, S.Von Bothmer, L. Kardell //The Chernobyl Fallout in Sweden. (Results from a research programme on environmental radiology. /ed. by L. Moberg. ISBN. 91 – 630 – 0721 – 5). Swedeen: Swedish Radiation Institute, 1991.– P. 477–486.

---

---