

ОЦІНКА НАДХОДЖЕННЯ ЦЕЗІЮ-137 В ОРГАНІЗМ ТІЛЬНИХ КОРІВ ТА НОВОНАРОДЖЕНИХ ТЕЛЯТ НА РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЯХ ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ

Ірина Лігоміна¹, Василь Соколюк¹, Петро Бойко²

¹Поліський національний університет, Житомир, Україна; ²Східноєвропейський національний університет ім. Лесі Українки, Луцьк, Україна

Email: ligominairina@ukr.net

У роботі проаналізовано радіоекологічний стан сільськогосподарських угідь Житомирського Полісся. Встановлено, що тварини, які утримуються в господарствах 3 та 4 зон радіоактивного забруднення, знаходяться під постійним впливом зовнішнього випромінювання. Споживання тваринами корму і води зумовлює додаткове внутрішнє опромінення організму. Сумарне добове надходження ¹³⁷Cs у тварин з господарства 3 зони забруднення становить 11036 Бк, що перевищує допустимий рівень в 1,1 рази. Це зумовлює накопичення радіонуклідів цезію-137 в органах і тканинах телят у молозиві і молоці корів.

Ключові слова: цезій-137, тільні корови, новонароджені телята, молоко, радіоактивне забруднення, Житомирське Полісся.

Iryna Lihomina, Vasyl Sokolyuk, Petro Boyko. ASSESSMENT OF CESIUM-137 INPUT IN BODIES OF CALVES AND NEWBORN CALVES ON RADIOACTIVELY CONTAMINATED TERRITORIES OF ZHYTOMYR POLISSY.

The analysis of the ecological condition of some agricultural lands of Zhytomyr Polissya region is carried out. It was found that animals kept in farms of zones 3 and 4 of radioactive contamination have been under the permanent exposure to external radiation. Consumption of contaminated feed and water by animals causes additional internal irradiation of the body. The total daily intake of ¹³⁷Cs in animals from the zone 3 is 11036 Bq, which exceeds the permissible level by 1.1 times. This causes the accumulation of radionuclides in the organs and tissues of calves in colostrum and cow's milk.

Key words: cesium-137, pregnant cows, newborn calves, milk, radioactive contamination, Zhytomyr Polissya.

На сьогодні небезпеку для здоров'я тварин можуть створювати радіонукліди природного та антропогенного походження (йоду, стронцію, цезію, урану та ін.), які потрапляють у природні водні джерела з атмосферного повітря, ґрунт та корми. Особливої актуальності проблема набула після аварії на Чорнобильській АЕС, внаслідок якої було забруднено радіонуклідами ¹³⁷Cs і ⁹⁰Sr значну територію України та сусідніх держав [1–3].

Основними радіонуклідами, що визначають радіаційний стан на забрудненій території є ¹³⁷Cs і ⁹⁰Sr, щільність яких після аварії на даний час суттєво знизилась. Проте, агроландшафти Житомирського Полісся й нині є ще досить небезпечні за радіаційним фоном [4,5]. Включаючись в компоненти біосфери, ці радіонукліди мігрують трофічним ланцюгом та із продовольчою продукцією рослинного і тваринного походження надходять в організм людини [6,7].

Саме тому вплив іонізуючого опромінення на процеси життєдіяльності організму тварини і людини є однією з актуальних проблем сучасної радіобіології. Однак механізм біологічної дії радіоактивного опромінення донині остаточно не з'ясований та є предметом наукових досліджень і дискусій [8]. Водночас, внаслідок нагромадження радіонуклідів в організмі тварин проявляється їх кумулятивна дія, що впливає на процеси обміну речовин. У тварин частково втрачається продуктивність, знижується неспецифічний імунний захист, вони стають більш сприйнятливими до захворювань, що призводить до їх передчасного вибраковування. Радіаційна ситуація, що склалася на території Житомирського Полісся, визначається, головним чином низькими і помірними рівнями іонізованого опромінення. Ведення тваринництва за цих умов потребує попереднього усунення їх хронічного впливу на організм у зонах підвищеного радіаційного чинника [9].

Метою нашої роботи було вивчити вміст радіонуклідів ^{137}Cs в кормах, воді, органах і тканинах новонароджених телят, молозові та молоці корів.

Матеріал та методи. Наукову роботу проводили на молочнотоварних фермах господарств Житомирської області. Два підприємства СТОВ ім. Т. Шевченка Народицького району та СТОВ «Дідковичі» Коростенського району (3 і 4 зони забруднення), ще одне – СТОВ «Україна» Попільнянського району (умовно чиста зона). Зразки корму, води, що використовують для годівлі і напування тварин, органи та тканини телят, молоко, молозиво відбирали відповідно до методики [10]. Дослідження вмісту радіонуклідів у пробах проводили на універсальному спектрометричному комплексі «Гамма Плюс» згідно за інструкцією [11].

Результати досліджень та їх обговорення. Дослідження показали, що щільність забруднення цезієм-137 території СТОВ ім. Т. Шевченка становила $10\text{--}15 \text{ Ки/км}^2$, гамма-фон на вигульних майданчиках – $45,2 \pm 0,3 \text{ мкР/год.}$, а у приміщеннях – $20,9 \pm 0,6 \text{ мкР/год.}$ У господарстві СТОВ «Дідковичі» – $7,5\text{--}10 \text{ Ки/км}^2$, радіаційний фон об'єктів – $22,0 \pm 0,8 \text{ мкР/год.}$ і $19,4 \pm 0,2 \text{ мкР/год.}$ – відповідно.

Корови з господарства 3-ї зони в літній період випасались на пасовищах з травостоєм, забрудненим радіонуклідами. В зимово-стійловий період їм згодовували грубі корми заготовлені з тих самих сільськогосподарських угідь. За результатами досліджень питома радіоактивність кормів, які згодовують тваринам за вмістом ^{137}Cs була найвищою у СТОВ ім. Т. Шевченка, що знаходиться у 3-й зоні радіоактивного забруднення, значно меншою була забрудненість кормів у господарстві з 4-ї зони. Суттєво відрізнявся радіаційний фон кормів, які згодовували в господарстві з умовно чистої зони (СТОВ «Україна»). На основі проведених досліджень розраховали сумарне добове надходження радіонуклідів. Як видно з отриманих результатів, надходження радіонуклідів коровам у СТОВ ім. Т. Шевченка Народицького району становило 11036 Бк за добу. Корови, які утримувались у СТОВ «Дідковичі» (4 зона) протягом доби отримували корми, що мали забрудненість 2230 Бк . При проведенні аналізу забрудненості кормів, які згодовували коровам, що утримувались в господарстві з умовно чистої зони, надходження становило $351,4 \text{ Бк}$ на добу.

Радіонукліди в організм тварин надходили як при зовнішньому опроміненні – через шкіру, слизові оболонки та легені, при вдиханні забрудненого повітря, так і через травний канал з кормом і водою. В організм тварин із СТОВ «Дідковичі» з кормами надходило лише

2230 Бк цього елементу. Очевидно, що така кількість радіонуклідів суттєво не впливає на здоров'я тварин, адже у 4 зоні допустимий їх вміст у добовому раціоні становить 4–5 тис. Бк.

Радіаційне забруднення води у дослідних господарствах з 3 і 4 зони було порівняно низьким і становило $1,45 \pm 0,2$ і $1,3 \pm 0,2$ Бк/дм³. Проте враховуючи, що корови впродовж доби випивали близько 70 л води, то в організм додатково потрапляло в середньому 80 Бк радіонуклідів.

Вчені відмічають [4,5], що радіонукліди, які надходять в організм тварин накопичуються в різних тканинах та органах нерівномірно. Надходження ¹³⁷Cs з атмосферним повітрям, кормом і водою, супроводжується його накопиченням в плаценті, навколоплодовій рідині та виділяється з організму в складі молока і молозива (табл. 1).

Оскільки в органах і м'язовій тканині двомісячних телят виявлений ¹³⁷Cs, ми можемо стверджувати, що радіонукліди проникають через плацентарний бар'єр та інкорпуються в навколоплодових рідинах, а також в органах і тканинах плодів у період внутрішньоутробного розвитку.

Таблиця 1

Активність цезію-137 в організмі та молоці корів дослідних господарств, $M \pm m$; $n=5$.

Матеріал досліджень	Од. виміру	СТОВ «Україна»	СТОВ ім. Т. Шевченка
Навколоплодова рідина	Бк/л	$3,1 \pm 0,1$	$25,1 \pm 1,6$
Плацента	Бк/кг	$4,9 \pm 0,4$	$32,8 \pm 2,4$
Молозиво	Бк/л	$4,4 \pm 0,5$	$18,0 \pm 1,5$
Молоко	Бк/л	$3,2 \pm 0,8$	$84,0 \pm 5,2$

Плацента дуже чутлива до іонізуючої радіації у ранньому періоді розвитку, коли відбувається вrostання алантоїдних судин в екоплаценту – без судинний розвиток плаценти, яка згодом перетворюється на справжню плаценту [6].

Аналізуючи результати досліджень було встановлено, що концентрація цезію-137 в плаценті плода і в навколоплодовій рідині корів СТОВ ім. Т. Шевченка суттєво не відрізнялася. Вміст цього елемента в молозиві менший, порівняно з молоком.

Водночас нас зацікавив вміст радіонуклідів у молозиві для новонароджених телят та молоці, яке вони отримували протягом молочного періоду. Необхідно зазначити, що захист новонародженого приплоду сільськогосподарських тварин від несприятливих факторів навколишнього середовища в перші дні життя забезпечується за рахунок імуноглобулінів, які містяться у молозиві [7]. Це забезпечує колостральний імунітет у перші дні життя новонароджених телят. Питома радіоактивність 1 л молока корів господарства з 3 зони становила $84,0 \pm 5,2$ Бк. Враховуючи те, що за один день теля отримувало близько 6 літрів молока, внутрішнє надходження радіонуклідів в організм новонароджених сягало 504 Бк за добу. Отже, у новонароджених телят з цього господарства радіоактивне забруднення відбувалося за рахунок зовнішнього і внутрішнього опромінення організму телят.

В літературі є дані [12] щодо питомої радіоактивності окремих органів і тканин великої рогатої худоби за умов різного забруднення кормів. Максимально накопичувався

^{137}Cs у м'язовій тканині, ^{90}Sr – у кістковій, радіонукліди йоду – в щитоподібній залозі. Такі тканини й органи називаються критичними для даного радіонукліду.

Ми вивчали питому радіоактивність окремих внутрішніх органів і тканин загинутих телят у СТОВ ім. Т. Шевченка (табл. 2).

Як видно з даних таблиці найбільше радіоактивне забруднення ^{137}Cs було у нирках та м'язовій тканині, значно меншою – в печінці та серці.

Таблиця 2

Активність цезію -137 в органах і тканинах телят, $M \pm m$, $n=5$.

Тканини та органи	Активність, Бк/кг
Нирки	34,1±2,5
М'язова тканина	34,3±3,21
Рубець	30,6±1,27
Кісткова тканина	30,9±3,95
Печінка	15,8±2,43
Серце	20,0±0,75

Низька активність цезію-137 у серцевій тканині підтверджується літературними даними щодо його високої радіорезистентності [6].

Паренхіматозні органи травної системи, зокрема печінка, мають найбільш низький поріг пошкодження. Радіоактивне забруднення цього органу у телят становила 15,8±2,43 Бк/кг.

Необхідно відмітити, що в печінці після опромінення виявляли некротичні ділянки [3]. Печінка здатна підтримувати нормальну функцію, не дивлячись на пошкодження більшої її частини. Крім того, гепатоцити мають високу здатність до регенерації та при ушкодженні частини органу швидко проліферують, відновлюючи функцію. За морфологічними змінами печінка належить до радіорезистентних органів.

Висновки

1. Дослідження показали, що тварини, які утримуються в господарствах 3 та 4 зон радіоактивного забруднення, споживають забруднені корми, воду, що зумовлює опромінення інкорпорованими радіонуклідами внутрішніх органів. Корови щодня отримували у господарствах 3 зони – 11036 Бк, 4 – 2230 Бк цезію-137, проти 351 Бк/гол в господарстві умовно чистої зони.

2. Активність цезію-137 у воді для напування тварин було порівняно низьким і становило: СТОВ ім. Т. Шевченка – 1,45±0,2; СТОВ “Україна” – 1,3±0,2 Бк/дм³. Однак це зумовлює додаткове надходження в організм ще приблизно 80 Бк радіонукліду на добу.

3. Постійне надходження цезію-137 в організм тварин супроводжується їх накопиченням у токсичних концентраціях. Він акумулюється в органах і тканинах, плаценті, в навколоплодовій рідині, виділяється з молозивом і молоком, що негативно впливає на стан здоров'я новонароджених телят та якість продукції.

Література

1. Atlas of Cesium deposition on Europe after the Chernobyl accident. Luxembourg, European Commission. 1998. 63 p.

2. Beresford N.A., Fesenko S., Konoplev A., Skuterud L., Smith J.T., Voigt G. Thirty years after the Chernobyl accident: what lessons have we learnt? *Journal of Environmental Radioactivity*. 2016. Vol. 157. P. 77-89. URL: <http://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2016.02.003>.
3. Лігоміна І.П. Стан обміну речовин у корів, які знаходяться в третій та четвертій зонах підвищеного радіаційного контролю / Лігоміна Вісник Білоцерків. держ. аграр. ун-ту. - Біла Церква, 2000. - Вип. 13. - Ч. 2. - С. 124-127.
4. Лазарев М.М., Левчук С.Є., Косарчук О.В., Можар А.О. Проблеми забруднених радіонуклідами сільськогосподарських територій на сучасному етапі. Вісник Житомирського національного агроекологічного університету. 2016. № 1 (55), Т.3. С. 191-201.
5. Фещенко В.П., Гуреля В.В. Прогностичний аналіз екологічної безпеки сільськогосподарського виробництва на радіоактивно забруднених агроландшафтах Полісся. Збалансоване природокористування. 2016. № 3. С. – 25-30.
6. Howard B.J., Wells C., Barnett C.L., Howard D.C. Improving the quantity, quality and transparency of data used to derive radionuclide transfer parameters for animal products. 2. Cow milk. *Journal of Environmental Radioactivity*. 2017. Vol. 167, February 2017, P. 254-268..
7. Левчук С. Є., Лазарев М. М., Павлюченко В. В. Сучасний стан із забрудненням ¹³⁷Cs молока корів у північних регіонах України. *Ядерна фізика та енергетика*. 2016. Т. 17, № 1. С. 69-75.
8. Herasyumenko V., Pertsovyi I., Rozputnyi O. Assessment of the radiation safety of the rural population of the Central forest-steppe of Ukraine in the remote period after the Chernobyl catastrophe. *Proceedings of the 2nd Annual Conference «Technology transfer: fundamental principles and innovative technical solutions»*. Tallinn, Estonia, DKLex Academy OÜ and «Scientific Route» OÜ, November 23. 2018. P. 30-33. DOI: <http://dx.doi.org/10.21303/2585-6847.2018.00768>.
9. Романчук Л.Д. Радіоекологічна оцінка формування дозового навантаження у мешканців сільських територій Полісся України : монографія. Житомир : Полісся. 2015. 300 с.
10. Методичні рекомендації щодо підготовки проб для визначення питомої активності радіонукліду ¹³⁷Cs в сировині, продукції тваринного та рослинного походження за допомогою гамма-спектрометрів і радіометрів. / [А.О. Меженський, В.З. Салата, Т.О. Прокопенко та ін.]. 2010. К., ДНДІ ЛДВСЕ. 9 с.
11. Методика вимірювання активності радіонуклідів ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr в харчових продуктах, кормах, сировині тваринного та рослинного походження на універсальному спектрометричному комплексі «Гамма Плюс» / А.О. Меженський, Т.В. Вінокурова, Л.М. Гусак, Т.О. Прокопенко, Н.А. Меженська. 2014. К., ДНДІЛДВСЕ. 82 с.
12. Fesenko S., Isamova N., Howard B.J., Sanzharovaa N., Wells C. Review of Russian language studies on radionuclide behaviour in agricultural animals: Transfer to animal tissues. *Journal of Environmental Radioactivity*. 2018. Vol. 192, December 2018. P. 233-249.