

УДК 638.598.539.1.04

Романчук Л. Д., к. с.-г. н., доцент, [LRomanchuck@rambler.ru](mailto:LRomanchuck@rambler.ru) ©  
Житомирський національний агроекологічний університет

## МІГРАЦІЯ РАДІОНУКЛІДІВ В СИСТЕМІ КОРМ / ОРГАНІЗМ СВИНЕЙ

*Представлено результати досліджень по накопичення радіоцезію в тканинах та органах свиней та коефіцієнтів переходу з корму до їх організму*

**Ключові слова:** радіоцезій, органи та тканини свиней, концентрація, коефіцієнти переходу.

**Вступ.** Сьогодні, на пізній стадії після аварії на Чорнобильській АЕС, основним дозоутворюючим радіонуклідом був і залишається цезій – 137. Вклад у сумарну дозу опромінення стронцію -90 в середньому становить кілька відсотків, а плутонію та америцію – частки процента.(2)

Важливе значення при оцінці впливу рівнів забруднення на формування доз опромінення має тип ґрунту для визначення коефіцієнтів переходу радіонуклідів та особливості накопичення радіонуклідів рослинами і в подальшого надходження їх до організму людини(1,3)

Для довгострокової оцінки радіаційного забруднення організму людини необхідно враховувати фізико-хімічні особливості радіонуклідів. Біологічний період напіввиведення цезію з організму від 40 до 200 діб, дітей від 10 до 50 діб. Вміст цезію в організмі людини залежить від структури харчового раціону та ступені забруднення його компонентів. Так як свиней часто використовують як біологічну модель людини, метою наших досліджень було дослідити накопичення радіоцезію в різних органах та тканинах свиней та визначити коефіцієнти переходу радіоцезію від корму до їх тканин та органів.

**Матеріали та методи досліджень.** Для того, щоб дослідити накопичення <sup>137</sup>Cs в організмі людей після радіоактивного забруднення територій був проведений експеримент на відгодівлі свиней протягом 45 днів в 2-ій зоні радіоактивного забруднення. Так як всі фізіологічні процеси у свиней ідентичні людському організму то вони використовуються як біологічна модель для людини.

З цією метою 13 свиней були завезені з незабруднених територій Південної України. Було встановлено, що тварини не хворі і не мають фізіологічних відхилень. На фермі біля Житомира вони адаптовувались впродовж 60 днів до проведення експерименту і отримували фіксований раціон з постійною кількістю і складом. Після періоду адаптації свині були привезені на приватну ферму в с. Христинівка. де утримувались в окремих боксах. Свині щоденно отримували корм із складових, які точно відповідали щоденному харчуванню жителів 2-ої зони радіоактивного забруднення. Вони отримували корми забруднені радіонуклідами з сільськогосподарських та напівприродних джерел.

Перед початком експерименту 3 свині було забито, щоб визначити початкову концентрацію  $^{137}\text{Cs}$  в окремих органах та тканинах. Відгодівля решти тварин продовжувалась без зміни в поєднанні «забруднених» та «чистих» кормів.

Окремі свині забивались з 15 дня по 45- день з інтервалом 15 днів після першого контрольного забою для того, щоб визначити збільшення концентрації  $^{137}\text{Cs}$  в організмі свиней.

Після того, як свині були забиті, для аналізу були взяті різні тканини та органи, їх зважили, перемололи на м'ясорубці Wolf King, заморозили та розтовкли так, щоб отримати однорідні проби для проведення гамма-спектрометричного аналізу.

Радіоактивність зразків вимірювали в Центрі радіаційного захисту та радіоекології Ганноверського університету (Німеччина) на напівпровідникових германійових детекторах високої точності, з ефективністю реєстрації 25-50%, що відповідає детектору NaI з розміром кристалу 3 3, та спроможною роздільністю 1,7 KeV на половині висоти максимуму піка з енергією 1,33 MeV .

Для вимірювань зразків використовували геометрії Марінееллі та циліндричні контейнери 0,5 - 1л. Прилади калібрували по енергії та ефективності реєстрації. Використовувались змішані радіонуклідні стандарти (еталони) та новітні технології АЕА, Розрахунки активності радіонуклідів в зразках проводились за допомогою матриць. Вимірювання зразків тривало від 2 до 16 годин.

**Результати досліджень.** Годівлю забрудненими кормами здійснювали двічі на день однаковими порціями у вареному вигляді. А так як свині поїдають кормів значно більше ніж доросла людина їжі, то в третю годівлю давали «чистий» корм, який складався з 4 кг вареної картоплі і 1 кг концентрованих кормів.

На початку експерименту свині важили в середньому 50-55 кг віком 80-85 днів. Питома радіоактивність кормів представлена в табл. 1.

Таблиця 1.

**Питома радіоактивність кормів**

Корм	кг корму на добу	Питома активність 1 кг корму	Щоденне споживання $^{137}\text{Cs}$ Бк/добу
«Забрудненні»	2,9	$726 \pm 1,6$	2098
«Чисті»	5	$6,7 \pm 1,9$	33,4
Всього			2131,4

В середньому доза радіоцезію яку щоденно споживала кожна свиня становила 2131,4 Бк/добу.

Перед початком експерименту 3 свині було забито, щоб визначити початкову концентрацію  $^{137}\text{Cs}$  в окремих органах та тканинах. Відгодівля решти тварин продовжувалась без зміни в поєднанні «забруднених» та «чистих» кормів.

Окремі свині забивались з 15 дня по 45- день з інтервалом 15 днів після першого контрольного забою для того, щоб визначити збільшення концентрації  $^{137}\text{Cs}$  в організмі свиней.

Концентрація радіоцезію в тканинах та органах свиней представлена в табл.2.

Таблиця 2.

**Концентрація радіоцезію в тканинах та органах свиней, Бк/кг**

Органи	Вміст перед початком досліду	Через 15 днів від початку досліду	Через 30 днів після початку досліду	Через 45 днів після початку досліду
Печінка	2,67±1,68	212,00±75,82	227,33±68,82	252,25±70,87
Шлунок	3,00±1,35	267,33±72,25	366,00±40,73	432±72,08
Нирки	7,57±5,86	435,00±113,64	528,33±54,50	565±131,96
Серце	3,30±1,51	300,33±75,96	363,33±48,21	466,75±88,73
Легені	1,77±0,55	160,73±59,36	239,33±45,79	222,5±37,97
Селезінка	2,63±0,76	235,00±58,39	278,00±28,84	322,25±78,30
Кишки	1,93±0,81	171,37±79,46	218,33±20,60	227,25±23,01
Шкіра	0,70±0,07	104,93±44,35	150,33±44,41	136,5±17,67
Щитовидна залозу	2,03±0,86	144,57±171,33	282,00±18,2	317,08±34,45
М'язи лопатки	1,43±0,46	153,00±169,00	472,67±77,24	413,259±129,29
М'язи спини	1,60±0,70	260,23±148,77	456,67±63,12	548±118,30
М'язи стегна	2,17±0,93	130,33±225,57	148,67±25,2	602,75±97,53
М'язи шиї	1,27±0,12	243,67±124,71	472,67±114,34	502,29±93,75
Кров	0,50±0,26	62,57±21,21	93,37±19,88	147,5±21,79
Кістки	1,33±0,35	110,97±34,23	199,67±31,53	230±32,57

Концентрація радіоцезію в тканинах та органах свиней на початку експерименту була дуже низькою і становила від до 0,5 до 7,57 Бк/кг. Через 15 днів від початку згодовування тваринам забруднених кормів вміст радіоцезію в організмі свиней значно підвищився. Найвища концентрація була в нирках - 435,0 Бк/кг, серці - 300,3 Бк/кг, шлунку - 267,3 Бк/кг та м'язах спини - 260,2 Бк/кг, а найнижча в крові - 62,6, шкірі 104,9 та кістках 110,97 Бк/кг відповідно. Через місяць активність радіоцезію в організмі свиней продовжували зростати і в нирках сягнула до 528,3 Бк/кг, м'язах лопатки 472,7, м'язах шиї 472,7, м'язах спини - 456,7, шлунку - 366,05 Бк/кг. Найменша концентрація була в крові 93,4 Бк/кг та щитовидній залозі 94,0 Бк/кг. Після 45 днів експерименту інтенсивність зростання концентрації радіоцезію в деякій мірі знизилась і так як в попередніх періодах досліду найвищою була у нирках - 565 Бк/кг та у м'язах в середньому була 516 Бк/кг.

Таблиця 3.

**Коефіцієнт переходу  $^{137}\text{Cs}$  від корму до тканин та органів свиней**

Органи	Середнє значення концентрація $^{137}\text{Cs}$ - в тканинах та органах свиней (Бк/кг)	Коефіцієнт переходу
Печінка	233,8 $\pm$ 65,77	0,11
Шлунок	364,5 $\pm$ 91,82	0,17
Нирки	517,4 $\pm$ 112,42	0,24
Серце	387,6 $\pm$ 99,69	0,18
Легені	210,0 $\pm$ 53,79	0,10
Селезінка	284,1 $\pm$ 66,69	0,13
Кишки	208,8 $\pm$ 48,18	0,10
Шкіра	131,8 $\pm$ 36,66	0,06
Щитовидна залоза	71,9 $\pm$ 126,85	0,03
М'язи лопатки	354,7 $\pm$ 170,17	0,17
М'язи спини	436,3 $\pm$ 162,73	0,20
М'язи стегна	326,3 $\pm$ 223,95	0,15
М'язи шиї	417,8 $\pm$ 153,52	0,20
Кров	106,3 $\pm$ 42,35	0,05
Кістки	186,1 $\pm$ 60,28	0,09

Коефіцієнти переходу були вираховані з концентрації  $^{137}\text{Cs}$ , який було виявлено в різних частинах туші свині і щоденної дози  $^{137}\text{Cs}$ - 2131 Бк, яку споживали свині з кормами. Показники коефіцієнту переходу знаходяться в межах 0,20 який знайдено у м'язах лопатки та спини і найнижчий 0,03 та 0,06 в щитовидній залозі та шкірі відповідно. Значення показника переходу тканина/корм, які було висвітлено різними науковцями в минулому, становить в основному по м'язовій тканині, як критичному органі і цей показник коливався між 0,21 до 0,61 (4,5)

Свиней часто використовують як фізіологічний аналог людини.

Це стосується також і кінетики  $^{137}\text{Cs}$ ., але наш експеримент був направлений не на кінетику  $^{137}\text{Cs}$  в організмі свиней, а на визначення коефіцієнту переходу  $^{137}\text{Cs}$  в типових умовах відповідно в 2-ій зоні радіоактивного забруднення.

В результаті проведених досліджень слід відмітити, що в організмі піддослідних тварин хоч і проходять подібні процеси накопичення радіонуклідів як і в організмі людей, але існують деякі відмінності:

- різний біологічний період напіврозпаду для свиней і людей;
- різна ефективна абсорбція радіоцезію в шлунково-кишковому тракті;
- масивна прибавка в живій вазі під час годівлі.

Якщо не дивлячись на вище сказане, а екстраполювати це на організм людей, то виходячи із даних одержаних під час досліджень, на одну дорослу людину по вмісту радіоактивності всього організму, то його вміст буде дорівнювати від 100 до 400 кБк.

**Висновки.** Дослідження проведені на свинях дозволяють зробити висновок, що в організмі дослідних тварин, точно так як і в людей найвищі концентрації радіоцезію були в м'язах та нирках.

Для визначення концентрації рівноваги радіоцезію в організмі людини необхідно дані по щоденному надходженню та абсорбції його в шлунково-кишковому тракті та біологічний період напіврозпаду.

#### Література

1. Концепція ведення агропромислового виробництва на забруднених територіях та їх комплексної реабілітації на період 2000-2010 рр. / Під ред. Прістера Б.С. – К., 2000. – 48с

2. Москалев Ю.И. Отдаленные последствия воздействия ионизирующих излучений. – М.: Медицина, 1991. – 464 с.

3. Пути миграции искусственных радионуклидов в окружающей среде, Радиоэкология после Чернобыля: Пер с англ. / Под ред. Ф. Уорнера и Р. Харрисона – М.: Мир, 1999. – 512с.

4. Feiden F. Untersuchungen zum transfer von  $^{134}\text{Cs}$  und  $^{137}\text{Cs}$  aus fall-out kontaminiertem Putter in Damwild und Angor-rakaninchen und zur biologischen Halbwertszeit des Radio-casium mittels der Gan/,korpergammasspektrometrie. Justus Liebig-Universitat Gie/3en; 1989. Dissertation (in German).

5. Melo DR, Lipsztein JL, Oliveira CAN, Lundgren DL, Muggen-burg BA, Guilmette R. A biokinetic model for  $^{137}\text{Cs}$ . Health Phys 73:320-337; 1997.

*Стаття надійшла до редакції 1.09.2010*