

УДК 613.26 (477)

Клименко О. М., к.т.н., доцент; Клименко М. О., д.с.-г.н., професор
(Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ОЦІНКА РІВНІВ ЗАБРУДНЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ РАДІОНУКЛІДАМИ

Здійснена оцінка рівнів забруднення картоплі, молока та м'яса ВРХ цезієм-137 та стронцієм-90 у критичних населених пунктах Рівненської області. Встановлено, що при щільності забруднення ґрунтів пасовищ вище 35 кБк/м², доза внутрішнього опромінення населення при споживанні молока ВРХ може перевищувати допустиму величину в 1 м³/рік.

Ключові слова: ґрунти, рівні забруднення, паспортна доза опромінення, вміст цезію-137, стронцію-90.

Актуальність. За даними експертів ВОЗ здоров'я населення на 50% залежить від повноцінного та якісного харчування [1]. Особливої гостроти набуває ця проблема для населення, що проживає на радіоактивно забруднених територіях, незважаючи на те що за час після катастрофи на Чорнобильській АЕС радіологічна ситуація на цих територіях значно покращилась. Природний розпад радіонуклідів та комплекс здійснених контрзаходів у сільськогосподарському виробництві сприяли зниженню рівнів радіоактивного забруднення сільськогосподарської продукції та дози опромінення населення [2, 3].

Проте споживання радіоактивно забрудненої сільськогосподарської продукції, яка виробляється у підсобних та фермерських господарствах, нерідко сприяє формуванню у населення критичних населених пунктів паспортної середньорічної ефективної дози внутрішнього опромінення понад 1 м³/рік [4-11].

Такі населені пункти є на території поліських районів Рівненської області, де рівні радіоактивного забруднення молока, м'яса, лісових ягід і грибів перевищують допустимі рівні.

У зв'язку з цим, оцінка рівнів забруднення сільськогосподарської продукції радіонуклідами у критичних населених пунктах має практичне значення.

Мета досліджень полягала в оцінці рівнів радіоактивного забруднення овочів, молока, м'яса та формування паспортної дози для населення у критичних населених пунктах Рівненської області.

Передбачалось вивчення наступних завдань: дослідження динаміки рівнів забруднення радіонуклідами картоплі, накопичення радіонуклідів у молоці та м'ясі ВРХ, дослідження динаміки зміни паспортної дози опромінення населення у критичних населених пунктах.

Об'єкти, методи і методики. Об'єктами досліджень було обрано рівні радіоактивного забруднення ґрунтів (по щільності випадінь радіонуклідів), рівні забруднення молока, м'яса ВРХ, картоплі, результати дозиметричної паспортизації радіоактивно забруднених критичних населених пунктів Рівненської області.

Аналізувались дані за 2000 р. та до нинішнього часу. Джерелом даних були власні дослідження та матеріали дозиметричної паспортизації населених пунктів області, які наводяться у загальнодержавних Збірках [14-17]. З цих матеріалів ми використовували дані щодо щільності забруднення ґрунтів цезієм-137 та стронцієм-90, їх вмістом у сільськогосподарській продукції. Отримані дані були піддані регресійному і кореляційному аналізу.

Результати досліджень та їх аналіз. В результаті катастрофи на ЧАЕС найбільшого радіоактивного забруднення зазнали території північних районів області, а саме: Березнівського, Володимирецького, Дубровицького, Зарічненського, Рокитнівського та Сарненського.

Щільність забруднення ґрунтів радіоцезієм на цих територіях коливалась від 2-10 до 185-555 кБк/м² у 1996 р. і зниженням до 11-173 кБк/м² у 2006 р. (табл. 1).

Таблиця 1

Щільність забруднення ґрунтів Рівненської області ¹³⁷Cs, кБк/м²
(мінімальні – максимальні значення)

Райони	Зони забруднення	1991 р.	1996 р.	2000 р.	2006 р.
Березнівський	4	16-62	19-68	20-69	14,2-49,8
Володимирецький	3-4	27-116	22-115	28-115	16,1-83,3
Дубровицький	2-3	28-230	28-239	28-240	20,4-173,6
Зарічненський	3	14-245	16-185	19-185	11,8-134,2
Рокитнівський	3	27-174	25-170	26-170	18,8-123,2
Сарненський	3-4	24-80	23-145	25-145	17,1-64,6

Слід відмітити, що рівні забруднення сільськогосподарської проду-

кції у поліських районах визначаються не лише щільністю забруднення ґрунтів, але й у значній мірі їх типом та агрохімічними властивостями. Це стосується насамперед торфових та торфово-болотних ґрунтів, які мають підвищену кислотність, високий вміст води, і для яких притаманна підвищена міграція радіонуклідів в системі «ґрунт – рослина». Саме це і зумовлює високі рівні забруднення радіонуклідами як рослинницької, так і тваринницької продукції, яку отримують на цих ґрунтах.

Як свідчать дослідження, вміст в картоплі цезію-137 впродовж 2000-2008 років суттєво знижувався, а саме: від максимальних значень 30,4 до 6,6 Бк/кг для цезію-137 та впродовж 2005-2008 р. по стронцію-90 – з 1,63 до 0,24 Бк/кг (табл. 2, 3).

Таблиця 2

Динаміка зміни середнього вмісту цезію-137 в картоплі громадян в населених пунктах Рокитнівського району

№ з/п	Населений пункт	Середній вміст цезію-137, Бк/кг								
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1	Блажеве	23,6	10,8	28,6	12,4	32,2	5,2	19,2	25,8	4,6
2	Більськ	17,2	16,8	20,8	31,2	30,8	13,8	12,6	19,8	6,2
3	Залав'я	20	22,8	19,4	13,6	22	12,8	11,4	8,2	6,4
4	Біловіж	26,4	4,2	39,6	26	16,6	13,8	24,6	25,6	8,5
5	Мушня	32	13,4	44,4	29,6	22,6	17,6	34,6	30,8	3,4
6	Масевичі	17,2	10,8	14,2	28,4	17,8	10,8	10,0	12,8	5,4
7	с. Рокитне	23,6	13,8	15	19,2	28,6	8,0	20,0	6,4	3,4
8	Осницьк	30,4	10,8	20	11,8	26,6	8,8	15,6	17,2	6,6
9	Старики	19,6	14,8	17,2	12,2	30,6	19,8	19,2	14,8	5,6
10	Лісове	24,8	19,2	5	19,4	16,4	15,2	11,2	29,4	6,0
11	Сновидовичі	13,2	18,8	30,2	22,6	21,4	18,8	15,4	57,8	5,6
12	Остки	36	20,8	16	17,8	36,4	8,2	23,0	22,8	6,6
13	Будки Сновидовицькі	8,8	27,2	31,6	25,6	42,8	8,0	17,0	37,0	7,2

Таблиця 3

Динаміка зміни вмісту стронцію-90 в картоплі громадян населених пунктів Рокитнівського району

№ з/п	Сільська рада	Населений пункт	Роки			
			2005	2006	2007	2008
			Sr-90, Бк/кг			
1	Блажівська	Блажеве	0,72	0,26	0,08	0,06
2	Блажівська	Більськ	ОД	0,68	0,24	0,13
3	Блажівська	Залав'я	1,3	0,92	0,51	0,12
4	Біловізька	Біловіж	0,83	0,19	0,5	0,1
5	Біловізька	Мушня	0,21	0,76	1,04	0,1
6	Біловізька	Купеля	0,17	0,46	0,24	0,08
7	Борівська	Борове	1,63	0,11	0,1	0,07
8	Борівська	Нетреба	0,19	0,16	0,67	0,15
9	Вежицька	Переходичі	0,62	0,17	1,15	0,09
10	Вежицька	Вежиця	0,73	0,92	0,12	0,16
11	Кам'янська	Кам'яне	0,11	0,41	0,12	0,21
12	Кам'янська	Обсічі	1,55	0,2	0,27	0,15
13	Масевицька	Масевичі	0,1	0,16	0,13	0,07
14	Масевицька	Буда	0,76	0,21	0,09	0,18
15	Рокитнівська	Рокитне	0,93	0,14	0,68	0,09
16	Рокитнівська	Осницьк	1,57	0,15	0,16	0,36
17	Рокитнівська	Старики	1,38	0,74	0,15	0,09
18	Рокитнівська	Лісове	0,12	0,13	1,9	0,25
19	Сновидовицька	Сновидовичі	0,12	0,21	0,54	0,14
20	Сновидовицька	Остки	0,36	0,07	0,20	0,09
21	Сновидовицька	Будки Сновидовицькі	0,14	0,21	0,09	0,07
22	Старосільська	Старе Село	0,53	0,14	0,13	0,09
23	Старосільська	Дроздинь	0,31	0,13	0,63	0,06

Зниження вмісту цезію-137 та стронцію-90 в картоплі післяварійний період позитивно вплинуло на формування паспортної дози для населення критичних населених пунктів.

Питома активність цезію-137 у сніні природних луків Володимирецького району коливається у межах 100-525 Бк/кг, а питома активність стронцію-90 у сніні – у межах 2,67-10,8 Бк/кг. Рівні забруднення сніні цезієм-137 у Дубровицькому районі, коливаються у межах

108-1294 Бк/кг. Питома активність стронцію-90 у пробах сіна, відібраних у Дубровицькому районі коливається в межах 3,37-22,98 Бк/кг. Питома активність цезію-137 у сіні Зарічненського району коливається у межах 42-1770 Бк/кг, а питома активність стронцію-90 у сіні варіює у межах 3,1-12,37 Бк/кг. Питома активність цезію-137 у сіні Рокитнівського району коливається в межах 49-923 Бк/кг, тоді як питома активність стронцію-90 у сіні варіює у межах 3,3-10,52 Бк/кг.

Найкритичнішим районом щодо забруднення молока цезієм-137 є Рокитнівський, оскільки середньорічний показник забруднення цезієм-137 молока ВРХ по району у 2007 році перевищував ДР-2006 у 1,77 рази.

Дослідженнями в Рокитнівському районі встановлено, що за щільності забруднення пасовищ, представлених торфовими та дерново-підзолистими (різного ступеня оглеєння) ґрунтами, від 35 до 60 кБк/м² (або 0,95-1,62 кі/км²), рівні забруднення молока цезієм-137 сягало значень від 200 до 400 в 2005 році та від 220 до 430 Бк/л в 2006 році.

Залежності, які описують надходження цезію-137 з ґрунтів пасовищ у діапазоні від 20 до 70 кБк/м² (x – кБк/мг) до молока (y – Бк/л) у приватному секторі мають вигляд:

$$y = 0,2885x^2 - 16,007x + 334,99, R^2 = 0,686. \quad (1)$$

Дане рівняння свідчить, що при щільності забруднення ґрунтів понад 35 кБк/м², молоко ВРХ, отримане у приватному секторі, буде перевищувати ДР-2006 (рис. 1).

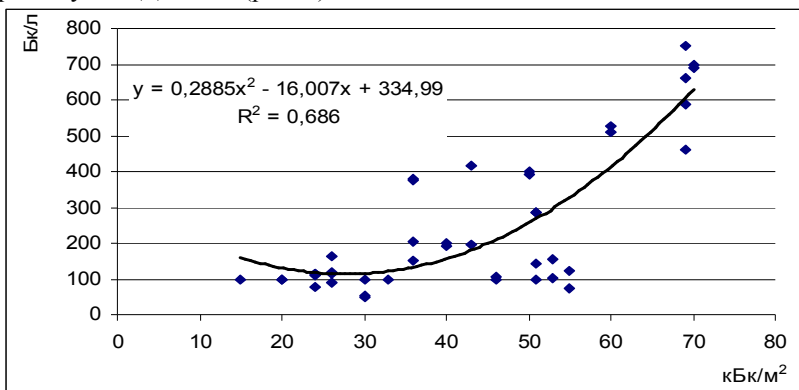


Рис. 1. Вміст цезію-137 у молоці ВРХ в залежності від забруднення гігро-морфних ґрунтів цезієм-137 Рокитнівського району Рівненської області

На сьогодні, за даними державної санітарно-епідеміологічної служби, перевищення рівнів вмісту цезію-137 у молоці ВРХ становить: у Житомирській області – 30%, у Рівненській – 17,8%.

Це, насамперед, стосується молока ВРХ, отриманого на природних пасовищах зі щільністю забруднення ґрунтів понад 60 кБк/м (4-кратного перевищення) та 40 кБк/м² (1,5-кратного перевищення). І лише при щільності забруднення ґрунтів на рівнях до 27-35 кБк/м² стає можливим отримання молока ВРХ, вміст цезію-137 в якому не буде перевищувати ДР-2006.

Поряд з цим встановлено, що динаміка вмісту цезію-137 за пробами молока ВРХ впродовж 1991–2012 років описується рівняннями парабол 2-го порядку (рис. 2).

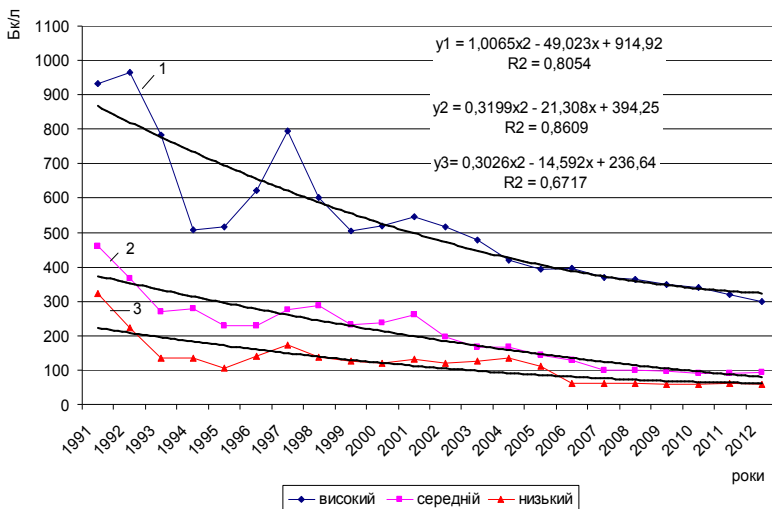


Рис. 2. Динаміка середнього вмісту цезію – 137 в пробах молока ВРХ сільських рад Рокитнівського району Рівненської області (за даними ЛВЛ моніторингу)

Як видно з рис. 2, при низьких рівнях забруднення ґрунтів (20-45 кБк/м²), молоко ВРХ у приватному секторі, до 100 кБк/л, було отримане у 2003 році, при середньому (30-60 кБк/м²) – у 2009 році, а при високих рівнях (60-75 кБк/м²) молоко на період 2012 року не відповідало ДР-2006.

Споживання понаднормативно забрудненого молока ВРХ цезієм-137 спричиняє зростання паспортної дози опромінення населення, що підтверджується даними, представленими на рис. 3.

Як видно з рис. 3, на період 2011 року величина паспортної дози для населення Рокитнівського району становила такі величини для сільських рад з високим вмістом цезію-137 в молоці – 2,74 м³/рік (третій дозовий інтервал), з середнім вмістом – 1,0 м³/рік (четвертий дозовий інтервал) і з нормативним вмістом – 0,50 м³/рік (п'ятий дозовий інтервал).

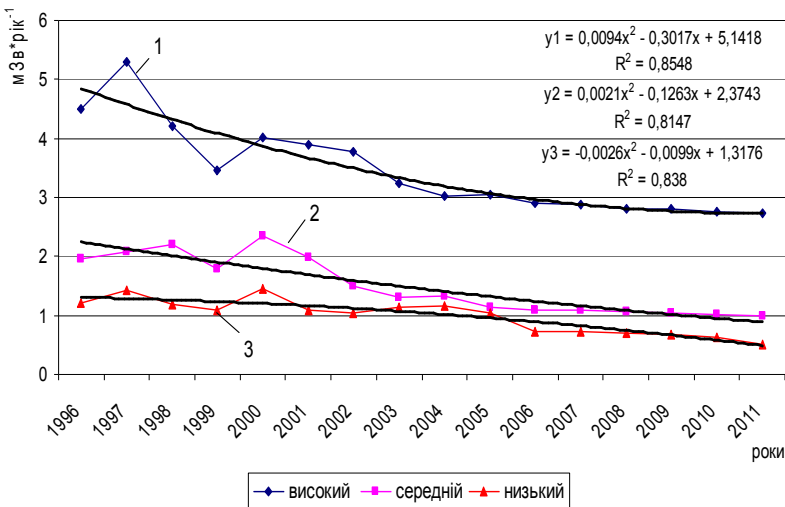
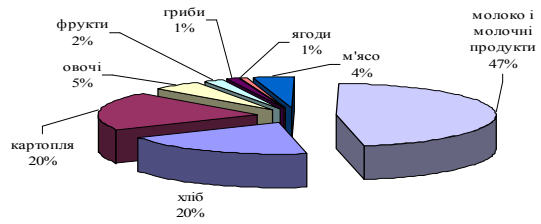


Рис. 3. Динаміка зміни паспортної дози опромінення населення сільських рад Рокитнівського району Рівненської області (за даними ЛВЛ моніторингу)

Розраховані нами дози внутрішнього опромінення населення Рокитнівського району на основі встановленого раціону харчування та питомої активності цезію-137 у харчових продуктах у 2012 р., становили величини від 0,58 до 2,0 м³/рік для дорослих та від 0,48 до 1,8 м³/рік для дітей (рис. 4, 5).

В інших поліських районах, забруднених радіонуклідами, перевищення вмісту цезію-137 у молоці та формування сумарної паспортної дози для населення понад 1 м³/рік на період 2011 року спостерігається лише в окремих населених пунктах (табл. 4).

А)



Б)

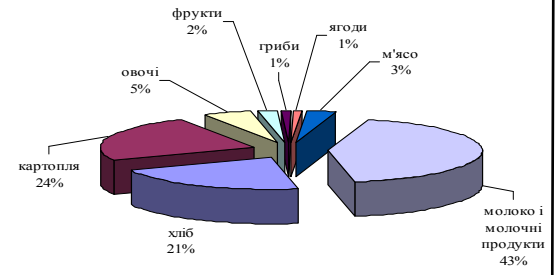
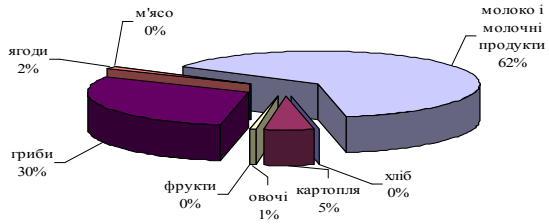


Рис. 4. Структура споживання харчових продуктів населенням, що проживає на забруднених територіях, % (А – діти, Б – дорослі)

А)



Б)

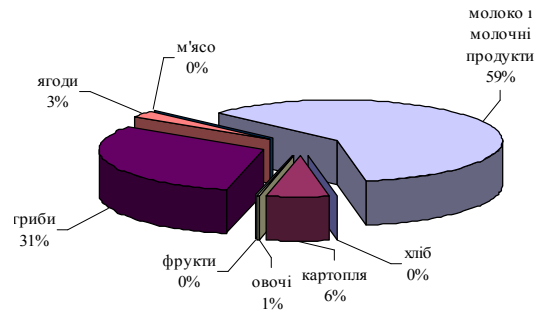


Рис. 5. Структура дози внутрішнього опромінення населення, що проживає на забруднених територіях, % (А – діти, Б – дорослі)

Таблиця 4

Накопичення цезію-137 різнотрав'ям на пасовищах та його перехід до молока і м'яса тварин (2011 р.)

Назва населеного пункту, ґрунту	Цезій-137 у ґрунті, кБк/м ² *	Питома активність різнотрав'я, Бк/кг	Розрахований вміст цезію-137		Вміст цезію-137 у молоці, Бк/л*	Паспортна доза, м ³ /рік*
			М'ясо яловичини, Бк/кг	Молоко, Бк/л		
Рокитнівський район						
Вежиця, торфовий	61	549	1098	274	308	2,33
Грабунь, торфовий	45	657	1350	338	330	2,44
Дроздинь, торфовий	34	850	1700	425	429	3,26
Єльне, торфовий	61	488	976	244	212	1,67
Переходичі, торфовий	87	522	1044	261	234	1,84
Старе Село, торфовий	32	800	1600	400	380	2,80
Сарненський район						
Пугач, дерново-підзолистий	44	380	760	190	153	1,2
Клесів, дерново-підзолистий	94	282	564	141	135	1,16
Чемерне, дерново-підзолистий	38	342	684	171	138	1,11
Дубровицький район						
Будимля, дерново-підзолистий	57	342	684	171	154	1,26
Вел. Черемель, дерново-підзолистий	93	320	640	160	149	1,27
Зарічненський район						
Бір, торфовий*	49	441	882	221	240	1,86
Кухче, дерново-підзолистий	39	351	702	176	127	1,03
Лисичин, дерново-підзолистий	31	279	558	140	156	1,22
Серпики, торфво-болотний	52	468	936	234	183	1,48

Примітка: дані ЛВЛ-моніторингу за 2011 рік

Як видно з таблиці 4, при вмісті в торфових, торфово-болотних ґрунтах вмісту цезію-137 у діапазоні від 35 до 87 кБк/м² населення отримує молоко у весняно-літній період з вмістом цезію-137 від 212 до 429 Бк/л. Тоді як на дерново-підзолистих ґрунтах різного ступеня оглеєння з вмістом цезію-137 від 31 до 93 кБк/м² наявність цезію-137 у молоці не перевищує рівні 127-183 кБк/л. Значно інтенсивнішим є надходження цезію-137 з торфових ґрунтів до різнотрав'я пасовищ і молока, що зумовлюється їх високою кислотністю, підвищеною вологістю та вмістом фульвокислот.

При цьому слід відмітити, що питома активність різнотрав'я на пасовищах, розташованих на торфових ґрунтах, була в межах 830-468 Бк/кг, що у 1,7-2,4 рази більше, ніж питома активність різнотрав'я, отриманого на пасовищах, де переважали дерново-підзолисті ґрунти.

Поряд з цим нами експериментально встановлено питому активність різнотрав'я та проведений розрахунок переходу цезію-137 з добового раціону у молоко і м'ясо тварин. Як свідчать розрахунки, при добовому раціоні, коли корова поїдає за добу 50 кг різнотрав'я з питомою активністю 549 Бк/кг цезію-137, її раціон буде містити: $549 \times 50 = 27450$ Бк/раціон.

Оскільки в 1 літр молока переходить 1% цезію-137 від вмісту у добовому раціоні, то до молока надійде $27450 \times 0,01 = 274,5$ Бк/л цезію-137 (ДР – 100 Бк/л). В 1 кг м'яса яловичини переходить 4% цезію-137 від вмісту у добовому раціоні. Таким чином, до м'яса яловичини перейде $27450 \times 0,04 = 1098$ Бк/кг цезію-137 (ДР – 400 Бк/кг).

Споживання населенням молока і м'яса ВРХ з понаднормативним вмістом цезію-137 призведе до формування паспортної дози вище 1 м^3 /рік, що і підтверджується ЛВЛ-моніторингом за 2011 рік.

Виникає потреба заміни кормів або проведення контрзаходів, які здатні знижувати вміст цезію-137 у молоці та м'ясі тварин, що випасаються на природних пасовищах.

Висновки. 1. На період 2012 року основним джерелом надходження цезію-137 до населення, яке проживає на забруднених територіях, є молоко, молочні продукти та м'ясо ВРХ.

2. Дози внутрішнього опромінення населення критичних населених пунктів при щільності забруднення торфових, торфово-болотних ґрунтів вище 35 кБк/м^2 будуть перевищувати на період 2012 року допустиму величину в 1 м^3 /рік.

3. Щільність забруднення та особливості міграції радіонуклідів у ланцюжку «ґрунт – рослина – тварина – людина» зумовлюють необхідність проведення заходів протирадіаційного захисту населення, спря-

мованих переважно на попередження внутрішнього опромінення.

1. Предлагаемый Второй план действий в области пищевых продуктов и питания для Европейского региона ВОЗ на 2007-2012 гг., 2007 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.euro/who.ent>.
2. Радиологическая обстановка в Украине после Чернобыльской аварии и оптимизация применения контрмер на современном этапе / В. А. Кашпаров, В. И. Йошнко, Ю. О. Бондарь, Э. С. Танкач // Радиационная гигиена – 2009. – Т. 2 – № 1. – С. 15–19.
3. IAEA International Atomic Energy. Environmental consequences of the Chernobyl accident and their remediation: twenty years of experience. Report of the UN Chernobyl Forum Expert Group «Environment» (EGE). Vienna, IAEA 2006, 166 pp.
4. ПРЕС-РЕЛІЗ до 25-х роковин Чернобыльської катастрофи, парламентських слухань «Сучасний стан та актуальні завдання подолання наслідків Чернобыльської катастрофи» / МОЗ України. 14.03.2011 – С. 8.
5. Радиологічний стан територій, віднесених до зон радіоактивного забруднення (у розрізі районів) [Текст] / за заг. ред. В. І. Холоші. – Київ, 2008. – 55 с.
6. 20 років Чернобыльської катастрофи: підсумки та перспективи [Текст] // Збірка матеріалів до парламентських слухань у Верховній раді України 26 квітня 2006 року. – К. : Парламентське вид-во, 2006. – 640 с.
7. Дозиметрическая паспортизация населенных пунктов Украины, подвергшихся радиоактивному загрязнению после Чернобыльской аварии. Сводные данные, июнь 1991-март 1995 г. Сборник 5. – К. : МЗ Украины, 1995. – 273 с.
8. Загальнодозиметрична паспортизація населених пунктів України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чернобыльської аварії. Збірка 6. – К. : МОЗ України, 1997. – 103 с.
9. Загальнодозиметрична паспортизація населених пунктів України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чернобыльської аварії. Узагальнені дані за 1998-2000 рр. Збірка 9. – К. : МОЗ України, 2001. – 60 с.
10. Загальнодозиметрична паспортизація населених пунктів України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чернобыльської аварії. Узагальнені дані за 2005-2006 рр. Збірка 11. – К. : МОЗ України, 2007. – 63 с.
11. Загальнодозиметрична паспортизація за результатами ЛВЛ-моніторингу в населених пунктах України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чернобыльської аварії. Дані за 2008-2012 рр. Збірка 14. – К. : МОЗ України, 2012. – 64 с.

Рецензент к.с.-г.н., професор Прищеп А. М. (НУВГП)

**Klymenko O. M., Candidate of Engineering, Associate Professor,
Klymenko M. O., Doctor of Agricultural Science, Professor** (National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne)

ESTIMATION OF LEVELS OF AGRICULTURAL PRODUCTION CONTAMINATION BY RADIONUCLIDES

Estimation of levels of potato, milk and livestock meat contamination by cesium-137 and strontium-90 in the critical settlements of Rivne region was carried out. It is ascertained that under the contamination density of pasture soils above 35 кБк/м² the dose of population internal irradiation can exceed the permissible value by 1 м³в/a year.

Keywords: soils, levels of contamination, passport dose of irradiation, content of cesium-137, strontium-90.

Клименко А. Н., к.т.н., доцент, Клименко Н. А., д.с.-х.н., профессор (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

ОЦЕНКА УРОВНЕЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ РАДИОНУКЛИДАМИ

Проведена оценка уровней загрязнения картофеля, молока, мяса БРС цезием-137 и стронцием-90 у критических населенных пунктах Ровенской области. Установлено, что при плотности загрязнения почв пастбищ свыше 35 кБк/м², доза внутреннего облучения населения при употреблении молока БРС может превышать допустимую величину в 1 м³в/год.

Ключевые слова: почвы, уровни загрязнения, паспортная доза облучения, содержание цезия-137, стронция-90.
