

**Міністерство освіти і науки України**  
**Рівненський державний гуманітарний університет**  
Психолого-природничий факультет

**Осіян Руслан Ігорович**

УДК 631.95-546.42-541.15

**Визначення стронцію-90 ( $^{90}\text{Sr}$ ) в молоці корів, що утримуються на  
радіоактивно забруднених територіях**

Спеціальність 101 - екологія, спеціалізація «радіоекологія»

Автореферат наукової роботи на здобуття кваліфікації магістра  
студента 6 курсу ППФ, групи МР-61

Рівне – 2018

## ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** В результаті катастрофи на ЧАЕС відбулося радіаційне забруднення території Рівненського Полісся. Природні умови регіону – кисла реакція ґрунтів, бідність їх глинистими та слюдистими мінералами, висока зволоженість території, наявність великої кількості лісів, боліт і торфовищ сприяють посиленій міграції радіонуклідів. Як наслідок, навіть через 31 рік з моменту аварії тут спостерігаються високі рівні забруднення радіонуклідами ґрунтів і продуктів харчування. Споживання продукції присадибних господарств та висока доля у раціоні населення грибів і ягід спричиняють високе надходження радіонуклідів в організм людини, що може спричинити втрату здоров'я та виникнення негативних спадкових наслідків у понад 400 тисяч мешканців території шести радіоактивно забруднених районів області.

На території України статус радіаційно забруднених регіонів відразу після аварії отримали Київська, Житомирська, Чернігівська області із введенням обов'язкових заходів захисту населення (евакуація, проведення медичних заходів, обмеження вживання забруднених харчових продуктів та їх заміна чистими тощо) В той же час відбулося і радіоактивне забруднення шістьох поліських районів Рівненської області, але при цьому “поліське” населення Рівненщини такої підтримки з боку держави не отримувало майже 5 років. Фактично, час отримання статусу постраждалих населених пунктів Рівненщини у 1991, співпав з розпадом СРСР і міри ефективних контрзаходів у подальшому з року в рік залишався незначним. А це, в свою чергу, означає, що населення північних районів області впродовж 1986-1991 років зазнавало (і продовжує зазнавати) значно більшого радіаційного навантаження чим населення у вищевказаних областях за рахунок Sr-90.

Після Чорнобильської катастрофи, незважаючи на прийняті міри, в Рівненській області рівні радіоактивного забруднення ґрунту та продукції сільськогосподарського виробництва особливо молока з приватного господарства істотно не змінилися і становище залишається доволі складним.

**Мета роботи:** Оцінити стан радіоактивного забруднення молока приватного сектору стронцієм-90 у північних районах Рівненської області.

**Об'єкт дослідження:** Якість молочної продукції що виробляється в північних районах Рівненської області: Березнівського, Зарічнлянського, Дубровицького, Володимирецького, Рокитнівського та Сарненського.

**Предмет дослідження:** накопичення радіонуклідів стронцію-90 в молоці приватного сектору на території досліджуваних районів.

- Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні **завдання:**
- проаналізувати наукову та науково-популярну літературу згідно теми дипломної роботи;
- розкрити фізико-географічні особливості та дати характеристику радіоактивного забруднення території Рівненської області;
- ознайомитися з методиками визначення вмісту стронцію-90 у об'єктах дослідження;

- проаналізувати дані по вмісту стронцію-90 у молоці з індивідуального сектору в досліджуваних районів;
- з'ясувати основні принципи захисту сільськогосподарської продукції від радіоактивного забруднення;
- зробити висновки та сформулювати пропозиції щодо зменшення рівня накопичення радіонуклідів в молоці.

**Методи дослідження:** Теоретичні, статистичні, аналітичні, лабораторні.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Результати спостереження за радіаційним станом на території області впродовж всього після аварійного періоду, свідчать про необхідність постійного радіаційного контролю вмісту радіонуклідів в харчових продуктах, питній воді, об'єктах навколишнього середовища та недопущення вживання забруднених радіонуклідами продуктів.

З'ясовано, що споживання продукції присадибних господарств та висока доля у раціоні населення молока обумовлюють значне надходження радіонуклідів в організм людини, що може спричинити втрату здоров'я та виникнення негативних спадкових наслідків

Підтверджено, що в досліджуваних районах Рівненської області радіонуклід Стронцію-90 в молоці індивідуально сектору накопичуються нерівномірно: найбільш забрудненою продукція тваринництва зафіксована у Рокитнівському районі.

Доведено необхідність проведення комплексних протирадіаційних заходів на забруднених радіонуклідами територіях.

Запропоновано рекомендації щодо зниження рівня накопичення радіонуклідів продукцією тваринництва.

**Практичне значення роботи:** Робота має інформативно прикладне значення. Результати дослідження будуть використані для інформування населення північних районів Рівненської області про стан радіоактивного забруднення ґрунтів та продукції сільського господарства. За результатами будуть запропоновані заходи щодо поліпшення радіологічної ситуації в північних районах області.

**Особистий внесок здобувача.** Магістерська робота є самостійно виконаним науковим дослідженням, упродовж якої магістром обґрунтовано наукову концепцію, визначено мету і завдання, опрацьовано наукову літературу, проведено дослідження, систематизовано та узагальнено дані по районам Рівненської області, сформульовано висновки.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

### Теоретико-методичні основи радіоекологічних досліджень.

Заходи, що здійснюються у різних сферах виробництва, і в першу чергу сільськогосподарського виробництва і харчової промисловості, мають бути спрямовані на обмеження надходження радіоактивних речовин в організм людини з продуктами харчування. Саме вони є одними з основних у комплексі заходів з забезпечення радіаційної безпеки населення. Це свідчить про важливу роль продукції рослинництва і тваринництва у формуванні дози опромінення людини.

На сучасному етапі розвитку радіоекології виникають такі важливі завдання:

1. Широкий систематичний радіаційний моніторинг різних сфер господарювання, який включає оцінку вмісту основних дозоутворюючих природних і штучних радіонуклідів в основних об'єктах навколишнього середовища: атмосфері, ґрунті, водоймах, сільськогосподарських та лісних угіддях.

2. Вивчення особливостей міграції радіонуклідів у ґрунтах різних типів, ланці ґрунт – рослини – продуктивні тварини – людина з наступною кількісною оцінкою накопичення радіонуклідів в окремих ланках трофічних ланцюгів.

3. Дослідження особливостей формування поглинених доз іонізуючої радіації в рослинах, організмі тварин і людини за рахунок внутрішнього опромінення інкорпорованих радіонуклідів, а також їх біологічної дії на окремі види і угруповання.

4. Розробка заходів по мінімізації накопичення радіонуклідів в продукції рослинництва і тваринництва і рекомендацій по веденню сільськогосподарського виробництва на забруднених територіях.

### Основні терміни, поняття й одиниці вимірювання в радіоекології

*Радіоактивний ізотоп, або радіоізотоп, – це нестійкий ізотоп, що розпадається.* Так, елемент калій складається з трьох ізотопів –  $^{39}\text{K}$ ,  $^{40}\text{K}$  і  $^{41}\text{K}$ . Перший і третій з них – стійкі, стабільні, а  $^{40}\text{K}$  – нестійкий, радіоактивний. Терміни „ізотоп”, „радіоактивний ізотоп” використовується звичайно тоді, коли говориться про атоми одного і того ж елемента.

*Радіоактивний елемент – це хімічний елемент, всі ізотопи якого радіоактивні.* Наприклад, природний уран, який складається з трьох радіоактивних ізотопів –  $^{234}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$  і  $^{238}\text{U}$ , а також торій, полоній, плутоній, америцій та інші, у склад яких входять виключно радіоактивні ізотопи.

*Радіоактивна речовина – це речовина, до складу якої входить радіоактивний ізотоп.* При цьому слід розуміти тільки хімічні сполучення атомів елементів, до складу котрих входять радіоактивні ізотопи. Наприклад,  $^3\text{H}_2\text{O}$ ,  $^{40}\text{KCl}$ ,  $^{90}\text{SrSO}_4$ ,  $^{137}\text{CsNO}_3$ .

Нукліди – це загальна назва атомів, що відрізняються кількістю нуклонів у ядрі або при однаковій кількості нуклонів містять різну кількість протонів чи нейтронів. *Радіонуклід, або радіоактивний нуклід, – це нестійкий, такий, що*

розпадається, нуклід. Термін „радіонуклід” звичайно застосовують для визначення атомів радіоактивних речовин, так як радіоактивні ізотопи, як правило, бувають у складі сполук і дуже рідко у вільному стані. Так, говорять про радіонукліди  $^{89}\text{Sr}$  і  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{134}\text{Cs}$  і  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{131}\text{I}$  і  $^{132}\text{I}$  і т.д. В принципі поняття „радіонуклід” близьке поняттю „радіоізоотоп”.

Основною одиницею в радіобіології і радіоекології є доза опромінення – міра енергії іонізуючого випромінювання, яка передана речовині, або міра біологічних ефектів іонізуючого випромінювання в тілі людини, його органах і тканинах.

*Опромінення* – це вплив на людину чи будь-який об’єкт іонізуючого випромінювання.

*Зовнішнє опромінення* – опромінення тіла людини чи будь-якого живого об’єкту джерелами іонізуючих випромінювань, які знаходяться поза ним.

*Внутрішнє опромінення* – опромінення тіла людини чи будь-якого живого об’єкту, окремих органів та тканин від джерел іонізуючих випромінювань, що знаходяться в самому об’єкті.

Найважливіша задача дозиметрії – визначення дози випромінювання в різних середовищах і особливо в тканинах живого організму.

В радіоекології та радіобіології розрізняють чотири (табл. 1) основних видів доз іонізуючих випромінювань: експозиційну, поглинену, еквівалентну, ефективну.

**Таблиця 1 - Основні види іонізуючого випромінювання та одиниці їх вимірювання**

Величина	Одиниця, позначення		Співвідношення між одиницями
	СІ	Позасистемна	
Активність радіонуклідів,	Бекерель (Бк)	Кюрі (Ки)	1 Ки=3,7·10 <sup>10</sup> Бк
Експозиційна доза фотонного випромінювання,	Кулон на кілограм (Кл/кг)	Рентген (Р):	1 Р=2,5810 <sup>-4</sup> Кл/кг
Потужність експозиційної дози фотонного випромінювання,	Ампер на кілограм (А/кг)	Рентген за секунду (Р/с)	1 Р/с=2,5810 <sup>-4</sup> А/кг
Поглинена доза випромінювання,	Грей (Гр)	Рад (рад)	1 рад = 0,01 Гр
Потужність поглиненої дози випромінювання,	Грей за секунду (Гр/с)	Рад за секунду (рад/с)	1 рад/с = 0,01 Гр/с
Еквівалентна (ефективна) доза випромінювання,	Зіверт (Зв)	Бер (бер)	1 бер = 0,01 Зв
Потужність еквівалентної (ефективна) дози випромінювання,	Зіверт за секунду (Зв/с)	Бер за секунду (Бер/с)	1 Бер/с = 0,01 Зв/с

## Матеріал і методи досліджень

### Відбір проб та методи визначення радіонукліду стронцію-90 в молоці

Стандартний радіохімічний аналіз  $^{90}\text{Sr}$  ( $^{90}\text{Y}$ ) у пробах молока має такі основні етапи: видалення органічних компонентів; отримання розчину радіонуклідів, виділення  $^{90}\text{Sr}$  ( $^{90}\text{Y}$ ) з розчину.

Молоко, забруднене радіонуклідами стронцію-90 (in vitro і in vivo), змішують із сорбентом. Суміш поміщають у струшуючий апарат. Після закінчення визначеного часу сорбент відокремлюють від молока фільтрацією через лавсановий фільтр. Промитий дистильованою водою осад підсушують у сушильній шафі, зважують, поміщають на підкладку і вимірюють його активність. Можливість використання сорбенту для опрацювання проб молока пов'язана з тим, що основна частина солей у ньому знаходиться в іонодисперсному і молекулярно-дисперсному стані. Деякі солі утворюють колоїдні розчини, зокрема солі фосфорної кислоти.

Відомо, що в молоці між істинними і колоїдними розчинами існує рівновага. Зрушення в ту чи іншу сторону залежить від рН молока, температури й інших чинників. При зміні цих показників рівновага зрушується в бік істинного розчину. Звільнені іони  $^{90}\text{Sr}$  ( $^{90}\text{Y}$ ) та інших елементів вільно підходять до сорбенту, вступаючи в реакції обміну з утворенням енергетично вигідніших комплексів.

Для визначення питомої активності проб молока і сорбентів використовують гама-, бета-спектрометричний комплекс «Прогрес». У процесі його роботи реалізовано спосіб визначення вмісту  $^{90}\text{Sr}$  за  $\beta$ -випромінюванням його дочірнього радіонукліду ( $^{90}\text{Y}$ ). Для реєстрації  $\beta$ -випромінювання його лічильного зразка використовують  $\beta$ -спектрометричний тракт комплексу «Прогрес» із сцинтиляційним блоком детектування.

Середня тривалість підготування проби до аналізу - 60-70 хв. Мінімально вимірювана активність при визначенні стронцію-90 у пробах молока - 5 Бк/кг при рівні безпеки 25 Бк/кг.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

### Оцінка рівня накопичення $^{90}\text{Sr}$ у молоці приватного сектору на території північних районів Рівненської області

Основна господарська діяльність частини Рівненської області, яка зазнала радіоактивного забруднення в результаті аварії на Чорнобильській АЕС в 1986 році, а саме Полісся, північна частина Лісостепу – аграрне виробництво. Майже 70% населення, що проживає у цій зоні, складають сільські жителі. Сільськогосподарська продукція і продукти харчування, які виробляється на забруднених радіонуклідами територіях, є одним з основних, а часом єдиним домінуючим джерелом дії іонізуючої радіації на людину. Дози опромінення сільського населення значно вищі, ніж міського, що визначається специфічним “сільським типом харчування”. Нарешті, мінімізація наслідків аварії у сільськогосподарській сфері, до котрих відноситься виконання радіозахисних

заходів, або так званих контрзаходів, є одним з основних елементів системи радіаційної безпеки усього населення країни.

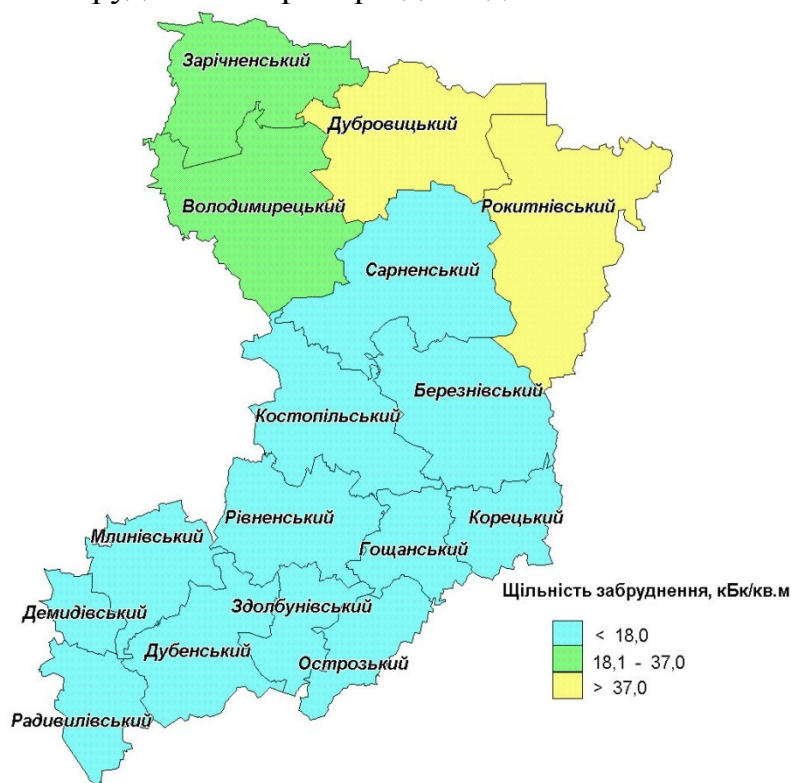
Саме тому радіоактивне забруднення сільськогосподарських угідь стало одним з найбільш тяжких наслідків аварії і вона з усіма підставами була названа сільськогосподарською катастрофою.

Радіоактивні речовини, що потрапляють в атмосферу, в кінцевому рахунку концентруються в ґрунті. Через кілька років після радіоактивних опадів на земну поверхню надходження радіонуклідів з ґрунту стає основним шляхом потрапляння їх у їжу людини і корм тварин. Як показала аварія на Чорнобильській АЕС, вже на другий рік після випадіння радіонуклідів основний шлях потрапляння радіоактивних речовин у харчові ланцюги - надходження радіонуклідів з ґрунту в рослини, а потім далі по харчових ланцюгах.

Радіоактивні речовини, що потрапляють у ґрунт, можуть з нього частково вимиватися і потрапляти в ґрунтові води. Проте ґрунт досить міцно утримує радіоактивні речовини, які у нього потрапили. Поглинання радіонуклідів обумовлює дуже тривале (протягом десятиліть) їх перебування в ґрунтовому покриві і безперервне надходження в сільськогосподарську продукцію. Ґрунт як основний компонент агроценозу формує основний вплив на стан радіоактивного забруднення території, а також продукції сільського господарства.

Поглинання ґрунтами радіонуклідів перешкоджає їх пересуванню по профілю ґрунтів, проникненню у ґрунтові води і в кінцевому рахунку визначає їх акумуляцію у верхніх ґрунтових горизонтах. Так, на цілих ділянках, на природних луках і пасовищах радіонукліди затримуються в самому верхньому шарі (0-5 см). Після обробки ґрунту радіонукліди знаходяться переважно в орному шарі.

Тому для комплексного аналізу в першу чергу потрібно проаналізувати стан радіоактивного забруднення території дослідження.



## Карта забруднення ґрунтів Рівненської області радіонуклідами

### Визначення факторів, що впливають на перехід радіонуклідів із кормів у молоко

Перехід радіонуклідів з кормів у продукцію тваринництва залежить від рівня і повноцінності годівлі тварин, їх віку, фізіологічного стану, продуктивності та інших факторів. Для прогнозування початкової концентрації радіонуклідів в організмі тварин використовують такі параметри: коефіцієнт концентрації (КК), коефіцієнт накопичення (КН) та кратність накопичення (Р). КК являє собою концентрацію в органі в процентах від надходження радіонукліду з добовим раціоном; КН - відношення концентрації нукліду в органі і раціоні; Р - відношення вмісту нукліду в органі, тканині чи організмі в цілому до вмісту у добовому раціоні, його можна визначити за формулою:

$$P=C \times M : R,$$

де С - концентрація нукліду, Бк/кг, М - маса органу, кг; Р - активність радіонукліду, що надходить за добу, Бк. У високопродуктивних тварин коефіцієнт переходу радіоцезію з кормів в організм, як правило, нижчий, ніж у низькопродуктивних. Істотний вплив на величину коефіцієнта переходу чинить збалансування раціонів годівлі тварин за основними і особливо, мінеральними елементами.

### Середні дані про перехід радіонуклідів із добового раціону в продукцію тваринництва ( % від вмісту в раціоні на 1 кг продукту)

Вид продукції	Радіонукліди	
	цезій-137	стронцій-90
Молоко коров'яче		
– стійловий період	0,7	0,14
– пасовищний період	0,9	0,14
Яловичина	4	0,04
Свинина	15	0,10
Баранина	15	0,10
М'ясо куряче	450	0,20
Яйця	3,5	3,20

Встановлено певний зв'язок між вмістом клітковини у забрудненому раціоні корів при стійловому утриманні і переходом  $^{90}\text{Sr}$  у молоко.

Як свідчать експерименти, коефіцієнти переходу  $^{90}\text{Sr}$  в молоко з раціону з різними рівнями забруднення кормів при стійловому утриманні і випасанні корів на культурному пасовищі практично не відрізняються. Проте за утримання корів на малопродуктивному природному пасовищі з рідким травостоєм відмічається багаторазове підвищення концентрації  $^{90}\text{Sr}$  у молоці. Це пояснюється низькою якістю трави на природному пасовищі і поїданням тваринами верхнього шару дернини з високою концентрацією радіостронцію.

При контролі вмісту радіонуклідів у раціоні ВРХ враховується наявність їх в окремих кормах, що входять до складу раціону, і коефіцієнта концентрації (КК) з раціону в продукцію.



**Приблизний раціон для корови з надоем 10 кг на добу і гранично допустимий вміст радіонуклідів у стійловий період**

<i>Найменування кормів</i>	<i>Маса, кг</i>	<i>Вміст цезію-137, Бк/кг</i>	<i>Всього цезію, Бк/добу</i>	<i>Вміст стронцію-90, Бк/кг</i>	<i>Всього стронцію, Бк/добу</i>
Сіно	3	1000	3000	2600	7800
Солома	2	370	740	1850	3700
Сінаж сіяних трав	6	300	1800	500	3000
Буряк кормовий	10	200	2000	100	1000
Силос кукурудзяний	10	150	1500	50	500
Концентрати	3	200	600	100	300
<b>Всього:</b>			<b>9640</b>		<b>16300</b>

Наявність різких коливань кількісних характеристик накопичення Стронцію - 90 в об'єкті дослідження свідчить про існування досить високої щільності радіоактивного забруднення ґрунту, оскільки рівень забрудненості ґрунтів і їх властивості, біологічні особливості культур і технології їх вирощування багато в чому визначають накопичення радіонуклідів рослинами, які використовуються на корм тваринам. При цьому необхідно врахувати значну роль ландшафтно-геохімічних особливостей міграції радіонуклідів.

**Аналіз радіоактивного забруднення молока індивідуального сектору <sup>90</sup>Sr.**

На даний час основна частина дози додаткового опромінення населення, що проживає на забруднених територіях, обумовлена внутрішнім опроміненням за рахунок радіоактивно-забруднених харчових продуктів: молока власного виробництва, дикоростучих ягід та грибів, картоплі, м'яса.

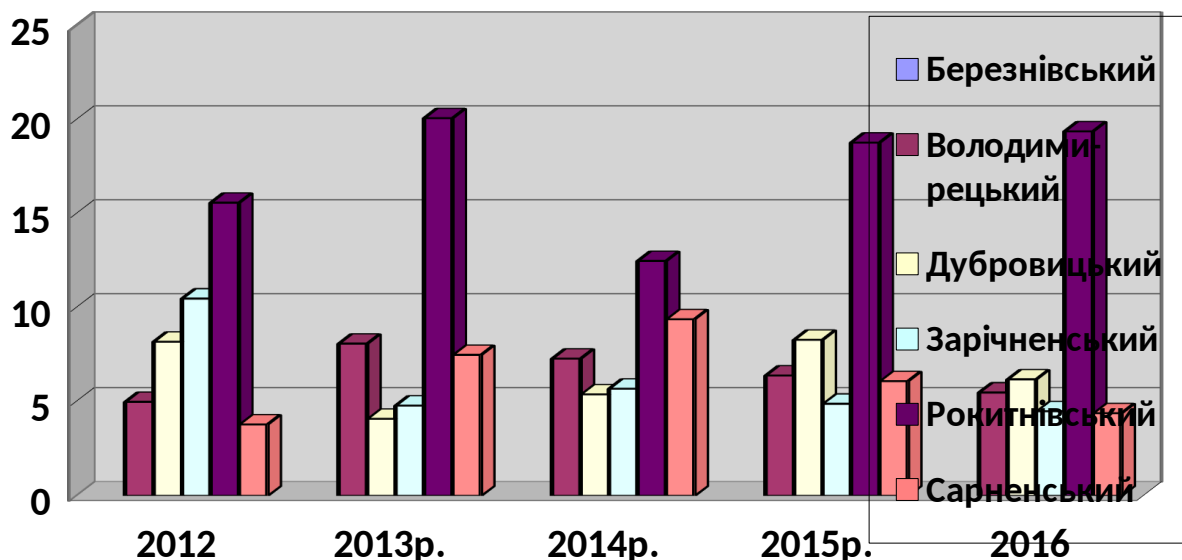
В таблиці 3.5. наведена питома вага невідповідності <sup>90</sup>Sr в молоці приватного сектору за період з 2012 по 2016 рр. відповідно по північних районах Рівненської області, які підпали під радіаційне забруднення.

**Питома кількість невідповідності <sup>90</sup>Sr в молоці приватного сектору за період з 2012 по 2016 роки**

№ з/п	Назва району	2012р.		2013р.		2014р.		2015р.		2016	
		К-сть дослі Дж.	% Неві дп.	К-сть дослі Дж.	% Неві дп.	К-сть дослі Дж.	% Неві дп.	К-сть дослі Дж.	% Неві дп.	К-сть дослі Дж.	% Неві дп.
1	Березнівський	357	-	187	-	209	-	231	-	205	-
2	Володимирецький	911	<b>5,0</b>	646	<b>8,1</b>	642	<b>7,3</b>	730	<b>6,4</b>	630	<b>5,5</b>
3	Дубровицький	594	<b>8,2</b>	73	<b>4,1</b>	520	<b>5,4</b>	595	<b>8,3</b>	546	<b>6,2</b>
4	Зарічненський	425	<b>10,5</b>	378	<b>4,8</b>	423	<b>5,7</b>	380	<b>4,9</b>	353	<b>4,5</b>
5	Рокитнівський	620	<b>15,6</b>	328	<b>20,1</b>	257	<b>12,5</b>	260	<b>18,8</b>	240	<b>19,4</b>
6	Сарненський	26	<b>3,8</b>	23	<b>7,5</b>	32	<b>9,4</b>	25	<b>6,1</b>	21	<b>4,4</b>

Із аналізу наведених в табл. 3.5 видно, що за період з 2012 по 2016 рр., в молоці індивідуального сектору, в п'яти з шести забруднених районах були виявлені радіонукліди з тією чи іншою частотою ненормативних проб. Найбільший відсоток забруднення молока індивідуального сектору протягом досліджуваних років була у Володимирецькому (щорічно 5-8% ненормативних проб), Сарненському (щорічно 4-9% ненормативних проб), Дубровицькому (щорічно 4-8% ненормативних проб), Зарічненському (щорічно 5-11% ненормативних проб), але, особливо, Рокитнівському (щорічно 12-20% ненормативних проб) районах. В останньому районі ненормативних проб на радіонукліди в харчовій продукції було більше, ніж в сумі по інших потерпілих районах.

При аналізі даних щодо накопичення  $^{90}\text{Sr}$  в молоці з року в рік спостерігається різке коливання кількісних характеристик. Зміни, вірогідно, зумовлені коефіцієнтом переходу радіостронцію з кормів в організм тварин. Найвищий рівень забруднення молока спостерігався у 2013 році. Найбільш забрудненою продукція тваринництва зафіксована у Рокитнівському районі. Так, відсоток невідповідності вмісту  $^{90}\text{Sr}$  в пробах молока тут становить від 12,5% до 20,1% (рис.3.2).



**Відсоток невідповідності вмісту  $^{90}\text{Sr}$  в пробах молока в північних районах Рівненської області**

*Слід зауважити, що в жодній пробі молока в Березнівському районі  $^{90}\text{Sr}$  не був визначений впродовж 2012 – 2016 рр.*

## **РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПОЛПШЕННЯ РАДІОЛОГІЧНОЇ СИТУАЦІЇ**

Контроль радіоактивного забруднення сільськогосподарської продукції має найважливіше значення у системі радіаційної безпеки. Обмеження рівня забруднення харчових продуктів є реальним і основним шляхом запобігання переопроміненню людей понад встановлені нормативи.

Тому сьогодні раціональне використання радіоактивно забруднених земель для виробництва гарантовано радіологічно безпечної сільськогосподарської продукції є одним і з пріоритетних завдань, розв'язання якого є основною передумовою для збереження здоров'я, поліпшення умов діяльності і підвищення рівня життя населення.

### **Заходи щодо зменшення вмісту радіонуклідів у ґрунтах**

Надзвичайно велику роль у міграції радіоактивних речовин у навколишньому середовищі і, відповідно, надходженні їх в сільськогосподарські рослини, відіграє рельєф місцевості та окремі ландшафтно-географічні особливості території. Вони можуть посилювати рух радіонуклідів як в горизонтальному, так і у вертикальному напрямках і, відповідно, впливати на їх перехід в рослини. У цьому відношенні умови більшості території Полісся є досить несприятливими. Висока еродованість ґрунтів вказує на необхідність проведення на територіях з підвищеними рівнями забруднення радіоактивними речовинами системи протиерозійних заходів. Вона повинна включати низку взаємопов'язаних та взаємодоповнюючих гідромеліоративних, агромеліоративних та лісомеліоративних прийомів. Основні з них такі:

1. Проведення осушувально-обводнювальної меліорації, яка забезпечує зниження рівня ґрунтових вод і зменшує вертикальну та горизонтальну міграцію радіонуклідів з водою. Проте проведення таких робіт не повинно призводити до переосушення ґрунтів, так як це значно посилює вітрову ерозію. З цією ж метою необхідне проведення снігозатримання та регулювання сніготанення.

2. Проведення заорювання поверхневого шару ґрунту на максимально можливу глибину з наступним обробітком безвідвальними знаряддями на схильних до ерозії дуже забруднених радіонуклідами ділянках.

3. Задерновування і залісення виведених із землекористування внаслідок високого вмісту радіоактивних речовин відкритих територій з метою послаблення вітрового перенесення частинок ґрунту та їх міграції з водними стоками.

4. Застосування для боротьби з виникненням ярів та балок водозатримуючих споруд для скиду води, закріплення дна ярів, терасування схилів, використання на схилах від 4 до 12° ґрунтозахисних сівозмін, головними компонентами яких повинні бути багаторічні трави на зелений корм з підсівом багаторічних трав, озима пшениця, кукурудза. В цілому ж зведення до мінімуму механічного обробітку ґрунту, який руйнує його структуру і посилює ерозійні процеси, особливо на водозборах.

5. Внесення на сільськогосподарських угіддях підвищених норм мінеральних та органічних добрив, проведення інших заходів, що сприяють збереженню і збагаченню гумусового шару ґрунту, котрі в свою чергу відіграють важливу роль у фіксації та утриманні радіоактивних речовин.

6. Посилення протипожежних заходів, оскільки зола і попіл, що містять кількості радіонуклідів, на декілька порядків вищі, ніж ґрунти, на яких вони утворюються, можуть переноситись вітром на значно більші відстані, ніж ґрунтові частинки.

#### ***Методи зменшення вмісту радіонуклідів у ґрунті***

До найефективніших методів зменшення вмісту радіонуклідів слід віднести:

- 1) вапнування та гіпсування ґрунтів, а також внесення калійних добрив;
- 2) внесення фосфорних добрив;
- 3) внесення цеолітів, бентонітів, деяких інших природних чи спеціально підготовлених сорбуючих матеріалів.

#### **Методи захисту продуктів харчування в умовах радіоактивного забруднення**

Для створення безпеки проживання населення в умовах радіоактивного забруднення території при постійному вживанні в їжу місцевих продуктів харчування необхідно дотримуватися низки простих правил. Їх дотримання і своєчасне виконання виключає накопичення радіонуклідів вище встановлених норм у вирощених сільськогосподарських продуктах і вироблених продуктах тваринництва.

При радіоактивному забрудненні основна особливість підготовки продуктів рослинництва безпосередньо до використання або для подальшої переробки полягає у застосуванні нескладних заходів первинної дезактивації і технологічної обробки. Це такі загальноприйняті способи, як миття у проточній воді овочів і фруктів, очищення овочів (зрізання головок коренеплодів, зривання верхніх листків капусти тощо). Ці заходи знижують радіоактивне забруднення продуктів у 2—10 і більше разів.

*Молоко.* Для зниження концентрації радіоактивних речовин молоко можна переробляти на молочні продукти, тим самим виключаючи потрапляння в організм людини значної кількості радіоактивних речовин. У домашніх умовах це роблять двома шляхами: обезжиренням сироватки та сиру; виготовленням жирного сиру і сироватки, яку в їжу використовувати не можна.

При переробці сметани і вершків на масло основна частина радіоактивних речовин йде в пахту. Якщо вершкове масло перетопити, то радіоактивних речовин можна позбутися практично повністю.

Таким чином, молоко і ряд молочних продуктів, що мають рівень радіоактивного зараження, не потрібно знищувати. Залежно від ступеня зараження можна виготовити з них продукти, які в подальшому використовуються для харчових або кормових цілей.

***Заходи зменшення нагромадження радіонуклідів у продукції рослинництва.*** В залежності від властивостей ґрунту, ступеня його забруднення, видів рослин, що вирощуються, шляхів використання врожаю застосовують різні заходи, які в багато разів можуть зменшити нагромадження радіонуклідів у продукції рослинництва. Одні з них є загальноприйнятими, або загальноновживаними, у сільськогосподарському виробництві, тобто такими, застосування яких забезпечує ведення звичайного рівня рільництва, або навіть

сприяє збільшенню родючості ґрунту, зростанню кількості та якості врожаю і водночас призводить до зменшення надходження радіонуклідів в рослини. Інші – це спеціальні заходи, головною метою яких є виключно зменшення надходження радіонуклідів у рослини.

Звичайно виділяють п'ять основних комплексних систем зниження надходження радіонуклідів у рослини: прийоми обробітку ґрунту, застосування хімічних меліорантів та добрив, зміна складу рослин у сівозміні, зміни у режимі зрошення і застосування спеціальних речовин та засобів.

Що стосується обробітку ґрунту, то такі загальноприйняті й спеціальні прийоми, як звичайна і глибока оранка, зняття верхнього шару ґрунту та деякі інші, ефективні лише у перші періоди після випадання на території радіоактивних речовин. В зв'язку з тим, що рівень забруднення зони Лісостепу внаслідок аварії був порівняно невеликим, ці прийоми застосовувалися тут у дуже обмежених масштабах. Основним заходом на забруднених радіонуклідами сільськогосподарських угіддях цієї зони треба вважати застосування хімічних меліорантів і добрив.

**Заходи зменшення нагромадження радіонуклідів у продукції тваринництва.** Ефективним способом зниження забруднення радіоцезієм продукції тваринництва є використання в раціонах кормових добавок, що вибірково зв'язують його в шлунково–кишковому тракті тварин, зокрема фероцинових препаратів. Використання їх в складі болюсів, солі-лизунця і комбікормів для лактуючих корів і великої рогатої худоби на заключній стадії відгодівлі дає змогу знизити концентрацію  $^{90}\text{Sr}$  у молоці від 3 до 10 разів, в м'ясі від 2 до 5 разів залежно від рівня радіоактивного забруднення раціонів та умов утримання.

При розробці стратегії ведення скотарства найбільш забруднені кормові угіддя слід використовувати для пасовищного утримання м'ясної худоби.

Сучасні технології утримання м'ясної худоби з урахуванням закономірностей метаболізму радіоцезію в організмі тварин дають змогу використовувати забруднені землі практично без обмежень. Вже у перші роки після аварії була запропонована триетапна технологія відгодівлі великої рогатої худоби на м'ясо, що дозволяє на першому етапі відгодівлі (від 6 місяців до 12–16 міс.) використовувати корми з будь-яким рівнем радіонуклідного забруднення. На другому етапі, який триває 1-2 міс. залежно від строків реалізації тварин, застосовують корми з рівнем забруднення до 40 кБк/кг. Третій етап відгодівлі, залежно від рівня забруднення тварин, може тривати 30–60 діб з використанням кормів, на порядок “чистіших”, ніж на першому етапі, і дає змогу за цей строк практично у 5-8 разів знизити рівень в організмі тварин за рахунок його виведення. У жуйних тварин залежно від віку і продуктивності період напіввиведення  $^{90}\text{Sr}$  складає 20-40 діб. При цьому прижиттєвий вміст  $^{90}\text{Sr}$  у м'язовій тканині легко визначають за загально відомою методикою прижиттєвого визначення концентрації радіоцезію в організмі тварин.

Такий маневр з кормовою базою неможливо реалізувати при веденні молочного скотарства. Водночас за рахунок м'ясного скотарства можна економити “чисті” площі сінокосів і пасовищ для одержання молока. Нерівномірність радіоактивного забруднення території дає змогу практично в кожному господарстві забрудненої радіонуклідами зони знайти можливість

організувати кормову базу для м'ясної худоби з одержанням кінцевої продукції згідно з вимогами ДР-97.

Якщо радіоактивне забруднення кормів перевищує допустимі рівні і не дає змоги нормувати вміст  $^{90}\text{Sr}$  у добовому раціоні на рівні до 5 кБк, то вирощують і відгодовують тварин у два етапи. На першому етапі утримують тварин за прийнятою в господарстві технологією без обмежень, що дає змогу повністю використати весь ресурс кормів у господарстві, включаючи найбільш забруднені. Але на останні два місяці відгодівлі складають раціони, у котрих вміст  $^{90}\text{Sr}$  не перевищує 5 кБк/добу. Від тварин на заключному етапі відгодівлі бажано одержувати максимально можливі прирости живої маси. При відгодівлі рекомендується використовувати кукурудзяний силос, сінаж з однорічних трав, коренеплоди, концентрати. За нестачі в господарствах кормів із низьким вмістом  $^{137}\text{Cs}$  на заключній відгодівлі рекомендується застосовувати додавання до раціону сорбентів.

Від корів, що протягом 18 місяців споживали ферроцен у дозі 6 г/добу на голову, за два отелення не відмічено будь-яких відхилень клініко-фізіологічних показників у корів-матерів та їх нащадків. Препарат дається тваринам один раз на добу за ретельним перемішуванням його з концентрованими кормами. При згодовуванні ферроцену лактуючим коровам суттєве зниження надходження  $^{90}\text{Sr}$  в молоко відмічається вже на третю добу, а максимальний ефект досягається через 15 діб.

Евакуація тварин із зон небезпечного і надзвичайно небезпечного забруднення проводиться після зниження радіації, для цього краще використати транспорт, за можливості закритий, із застосуванням для захисту органів дихання тварин найпростіших засобів індивідуального захисту. Для утримання тварин в умовах радіоактивного забруднення після ядерного вибуху рекомендується застосовувати режими утримання тварин, які забезпечать допустиму чистоту продукції.

Виходячи з рекомендації, початок випасання м'ясної худоби дозволяється при рівні радіації на пасовищі 0,5 Р/год, молочної — 0,1 Р/год, а з використанням молока дітям — 0,01 Р/год.

Після аварії на АЕС у період "йодної небезпеки" худобу доцільно перевести на стійлове утримання і годувати кормами, заготовленими в минулому сезоні. Найбільш чисті кормові культури мають бути в раціоні дійних і тільних корів. Такими кормовими культурами є сіяні злакові трави, коренебульбоплоди (особливо картопля), кукурудза, горох, боби, люпин.

Для захисту щитовидної залози від відкладання в ній радіоізотопів йоду рекомендується у перші тижні всім тваринам давати таблетки йодистих препаратів.

Дійним тваринам доцільно вводити в раціон більше кормових із родини хрестоцвітних (капуста, бруква, кукурудза, ріпак). Дослідження показали, що при згодовуванні таких кормових культур виділення з молоком радіонуклідів йоду зменшується вдвічі.

Забруднені м'ясо і м'ясопродукти вище допустимі норми направляють на технологічну переробку, що забезпечує виготовлення кінцевого продукту, придатного для харчового використання. Якщо це неможливо, то таке м'ясо і м'ясопродукти переробляють на тваринні корми.

## **Зменшення концентрації радіонуклідів і рекомендації щодо режиму харчування**

Розглядаючи питання забруднення продуктів харчування радіонуклідами, необхідно знати, що організм людини, рослинний і тваринний світ постійно зазнають дії іонізуючого випромінювання (природного і штучного походження). Але при правильному режимі харчування людей, які проживають в умовах радіоактивного забруднення території, надходження в організм радіонуклідів можна зменшити. Населенню також важливо знати, що при зменшенні концентрації радіонуклідів у продуктах харчування важливо зберегти всі необхідні організму елементи - білки, жири, вуглеводи, вітаміни, мінеральні речовини, органічні кислоти і харчові волокна.

Так наприклад, у молоці, вершках та кисломолочних продуктах основна частина радіонуклідів з'єднується з білками і міститься в білково-ліпідних оболонках. Їх вміст більш низький у молочних продуктах з високим вмістом жирів і меншим білків, і навпаки. При виробництві з молока кисломолочних продуктів утворюються маслянка та сироватка, в яких залишається основна частина радіонуклідів, що містяться у молоці. Тому перед вживанням їх слід спеціально обробляти осаджувачами радіоактивних речовин.

При виробництві вершків багато радіоактивних речовин переходить у маслянку. Промиванням вершків водою, а потім знежиреним молоком (без радіонуклідів), можна майже в 10 разів зменшити вміст радіоактивних речовин.

Сири, вироблені сичужно-кислотним способом, містять більше радіонуклідів, ніж виготовлені кислотним способом.

М'ясо має здатність фіксувати радіоактивний стронцій (в кістках його концентрація може бути в 1000 разів вищою, ніж у м'язовій тканині). Досліди показали, що при варінні м'яса в бульйон переходить близько 80% цезію-137, а стронцію-90 - соті частки %. Концентрація цезію-137 в жировій тканині в 4-10 р. менша, ніж у м'язовій. У перетопленому салі його в 20 разів менше, ніж у сирому (топлені жири містять менше радіонуклідів при високому вмісті їх у м'ясі).

М'ясо, вміст радіонуклідів у якого перевищує допустимі рівні, забороняється направляти в торгівлю і вживати в їжу. Його використовують при виробництві ковбас, стежачи за тим, щоб готові продукти мали допустимі рівні радіонуклідів, або виготовляють з нього м'ясо-кісткове борошно.

Молоко із завищеним вмістом радіонуклідів використовують для виробництва масла, сирів сичужних і сухого згущеного молока за умови подальшого довгострокового зберігання.

Яйця найбільше радіонуклідів накопичують у шкаралупі, з якої при варінні вони можуть переходити в їстівну частину, що обов'язково слід враховувати при вживанні їх у їжу.

Деякі з овочів із незначним ступенем забруднення можна використовувати, але тільки після відокремлення верхніх прошарків плодів разом із шкірочкою. А овочі із завищеним рівнем радіонуклідів утилізують на місці. Ягоди, які ростуть у зонах радіонуклідного забруднення, дуже поглинають радіонукліди і тому використовувати їх у їжу не можна.

Переробляти на компоти, варення, джеми їх також не слід, оскільки радіонукліди в цих продуктах переробки не змінюються.

В харчових продуктах вміст радіонуклідів значно зменшується під час відповідної технологічної і кулінарної обробки. В домашніх умовах необхідно знімати з овочів верхнє листя, добре мити фрукти, ягоди, овочі у проточній воді і очищувати; лісові ягоди, гриби вимочувати в холодній воді 2-3 год., а в умовах підвищеного забруднення радіонуклідами варити, оскільки частина радіонуклідів, а також нітратів і важких металів переходить у відвар.. Попереднє замочування сприяє зниженню активності радіонуклідів. Видалення покривних тканин овочів також сприяє зменшенню вмісту радіонуклідів.

Необхідно стежити, щоб у раціоні харчування були всі необхідні людині поживні речовини. Нестачу кальцію при виключенні молочних продуктів слід компенсувати вживанням інших продуктів, які містять цей елемент, наприклад сухим згущеним молоком, виготовленим із сировини, не забрудненої радіонуклідами. Зменшення тваринних білків у раціоні можна компенсувати збільшенням білків рослинного походження - квасолі, бобів та ін.

Плоди і овочі слід споживати з районів, не забруднених радіонуклідами.

Стронцій виводиться багатьма органічними кислотами, пектиновими речовинами, тому треба пити більше соків, вживати екологічно чисті і свіжі овочі та продукти переробки їх. Пектинові речовини містяться у багатьох свіжих плодах і продуктах переробки їх - мармеладі, варенні та сухофруктах.

Цезій виводиться із організму під впливом свого хімічного аналога - калію. Тому необхідно стежити за тим, щоб у раціоні була достатня кількість цього елемента в біологічно корисному вигляді. Багато калію міститься у таких продуктах, як петрушка, щавель, хрін, картопля, ізюм, кисле молоко, молочні суміші, кишмиш, урюк, курага, кайса, смородина чорна, шовковиця та ін.

Дуже важливо підтримувати в раціоні на достатньому рівні вміст каротину, який є в багатьох плодах і овочах - абрикосах, хурмі, обліпсї, горобині, моркві, шпинаті, цибулі зеленій, томатах, перці, гарбузах та ін. Також провідні лікарі рекомендують вживати сухофрукти, оскільки вони містять набір мінералів та вітамінів, які оздоровлюють мікрофлору кишечника, вбираючи і виводячи з організму шкідливі продукти обміну речовин — надлишки холестерину, радіонукліди, пестициди, антибіотики, гормони, ароматизатори, фарбники, консерванти і т.п.

Особливої актуальності набуває збільшення обсягів виробництва профілактичних продуктів, які містять антирадіанти і всі необхідні біологічно активні речовини. Підприємства харчової промисловості випускають спеціальні продукти радіозахисної дії, збагачені пектином, альгінатом натрію, рутином, вітаміном С,  $\beta$ -каротином, цикорієм, харчовими волокнами та ін.

Хліб (з альгінатом натрію) на 40% зменшує відкладення радіоактивного стронцію. Деякі кондитерські вироби містять пектинові речовини, антоціани, вітамін С,  $\beta$ -каротин, тому мають радіозахисні властивості. Розробляються таблетовані продукти, сухі безалкогольні напої з пектином, вітамінами, сухі порошкові продукти на основі розчинних екстрактів овочів, фруктів та ягід.

Концепція радіозахисного харчування також передбачає зменшення надходження радіонуклідів з продуктами харчування, гальмування процесів



накопичення радіонуклідів в організмі, виведення радіонуклідів з організму, дотримання принципів раціонального харчування для підвищення імунітету.

**Рекомендації щодо зменшення забруднення продуктів харчування радіонуклідами.** Найбільш ефективним методом кулінарної обробки сировини в умовах підвищеного забруднення радіонуклідними речовинами є варіння, при якому значна частина радіонуклідів переходить у відвар. Використовувати такий відвар в їжу нецільеспрямовано.

Зниження складу радіонуклідів у молочних продуктах можна досягти шляхом отримання із молока жирових та білкових концентратів.

При переробці у промислових умовах фруктів і овочів, забруднених радіонуклідами лише ззовні, рекомендується такий режим попередньої обробки:

- промивання протягом 1-2 хв. Водяним струменем з метою усунення основної частини механічно затриманих радіонуклідів;
- обробка протягом 10 хв. десорбуючим розчином соляної кислоти (1%);
- повторне миття водним струменем протягом однієї хв. для усунення решти розчину з поверхні фруктів та овочів.

Радіоактивні елементи вимиваються розчином харчової солі. Можна додати до сольового розчину трохи оцтової есенції чи аскорбінової кислоти.

Під час смаження практично всі радіонукліди залишаються у продукті, а через випаровування рідини їх концентрація навіть підвищується. Єдине, що можна порадити любителям смаженого, - спочатку продукт відварити за всіма правилами, а потім посмажити, додаючи за смаком приправи і сіль. На смак їжа буде не гіршою, а радіонуклідів міститиме значно менше.

Отже, щоб запобігти забрудненню продуктів харчування необхідний їх радіаційний контроль. Це процес досить складний, потребує певного мінімуму параметрів. Значимість проблеми підсилюється також небезпекою, яку створюють для здоров'я людини навіть мінімальні кількості радіонуклідів у їжі.

## ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що завдяки природним умовам досліджуваних районів, а саме: кисла реакція ґрунтів, бідність їх глинистими та слюдицими мінералами, висока зволоженість території, наявність великої кількості лісів, боліт і торфовищ проблема міграції радіонуклідів по трофічних ланцюгах та захист населення від іонізуючого випромінювання після 30 років залишається однією з актуальних медико-екологічних проблем часу. Особливо шкідливі для людини продукти харчування, що вирощені в зонах значного радіоактивного забруднення ґрунту внаслідок аварії на Чорнобильській атомній електростанції.

2. Результати спостереження за радіаційним станом на території області впродовж всього після аварійного періоду, свідчать про необхідність постійного радіаційного контролю вмісту радіонуклідів в харчових продуктах, питній воді, об'єктах навколишнього середовища та недопущення вживання забруднених радіонуклідами продуктів.

3. Споживання продукції присадибних господарств та висока доля у раціоні населення молока обумовлюють значне надходження радіонуклідів в організм людини, що може спричинити втрату здоров'я та виникнення негативних спадкових наслідків

4. Підтверджено, що в досліджуваних районах Рівненської області радіонуклід стронцію-90 в молоці індивідуально сектору накопичуються нерівномірно: найбільш забрудненою продукція тваринництва зафіксована у Рокитнівському районі. Так, відсоток невідповідності вмісту  $^{90}\text{Sr}$  в пробах молока тут становить від 12,5% до 20,1%

5. Підтверджено необхідність проведення комплексних протирадіаційних заходів на забруднених радіонуклідами територіях.

6. Запропоновано рекомендації щодо зниження рівня накопичення радіонуклідів продукцією тваринництва.

## Анотація

Осіян Р.І. Визначення стронцію-90 ( $^{90}\text{Sr}$ ) в молоці корів, що утримуються на радіоактивно забруднених територіях: Магістерська робота. (101 - екологія, спеціалізація «Радіоекологія») / РДГУ. Кафедра екології, географії та туризму. Наук. кер.: Лисиця А.В., д.біол.н., проф., Рівне, 2017. – 76 ... с.

Магістерська робота складається з п'яти розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків.

У першому розділі, описана теоретична частина. В даному розділі описуються основні теоретико-методичні основи радіоекологічних досліджень. Визначаються та характеризуються основні терміни, поняття й одиниці вимірювання в радіоекології. Виходячи з сучасного стану проблеми формується основні завдання дослідження.

В другому розділі проводиться загальна характеристика об'єкту дослідження. Наводиться комплексний аналіз, природно-географічні умови та екологічний стан північних районів Рівненської області.

Третій розділ - дослідницька частина в якій розкритий сучасний стан радіоактивного забруднення територій досліджуваних районів. Аналізується рівень вмісту радіонуклідів у сільськогосподарській продукції північних районів Рівненської області

Четвертий розділ присвячено рекомендаціям щодо поліпшення радіологічної ситуації. Описані основні заходи зменшення нагромадження радіонуклідів у продукції тваринництва та рослинництва.

П'ятий розділ - правила техніки безпеки при роботі з радіоактивними речовинами в лабораторії. Вимоги до лабораторії і сховищ, порядок зберігання радіоактивних речовин.

У «Висновках» сформульовані основні результати досліджень, список літературних джерел складає 56 найменувань, основна частина роботи викладена на 89 сторінках, вона містить 8 рисунків і 13 таблиць, окремі матеріали винесено в додатки.

**Ключові слова:** радіоекологія, радіоактивність, радіоактивне забруднення, екологічний стан.

## SUMMARY

Osiyan R.I. Determination of strontium-90 in milk in radioactive contaminated areas: Master's work. (101 - ecology, specialization "Radioecology") / RSHU. Department of Ecology, Geography and Tourism. Science director: Lysytsya A.V., doctor of biological sciences, prof., Rivne, 2017. - ... p.

Master's work consists of five sections, conclusions, list of used literature and applications.

In the first section, the theoretical part is described. This section describes the main theoretical and methodological foundations of radioecological research. The basic terms, concepts and units of measurement in radioecology are determined and characterized. Based on the current state of the problem, the main tasks of the study are formed.

In the second section a general description of the object of research is conducted. The complex analysis, natural-geographical conditions and the ecological state of the northern regions of the Rivne region are presented.

The third section - the research part in which the current state of radioactive contamination of the territories of the studied areas is revealed. The level of radionuclide content in agricultural products of northern regions of Rivne region is analyzed

The fourth section is devoted to recommendations for improving the radiological situation. The main measures of reducing the accumulation of radionuclides in livestock and crop production are described.

Fifth section - safety rules when working with radioactive substances in the laboratory. Requirements for laboratories and storage facilities, storage procedures for radioactive substances.

The "Conclusions" formulated the main results of the research, the list of literary sources is 56 items, the bulk of the work is set out on 84 pages, it contains 8 figures and 13 tables, some of the materials are included in the annexes.

**Key words:** radioecology, radioactivity, radioactive contamination, ecological status.

### **Аннотация**

Осиян Р.И. Определение стронция-90 в молоке коров, содержащихся на на радиоактивно загрязненных территориях: Магистерская работа. (101 - экология, специализация «Радиоэкология») / РГГУ. Кафедра экологии, географии и туризма. Науч. рук.: Лисица А.В., д.биол.н., проф., Ровно, 2017. -... с.

Магистерская работа состоит из пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложений.

В первом разделе, описана теоретическая часть. В данном разделе описываются основные теоретико-методические основы радиоэкологических исследований. Определяются и характеризуются основные термины, понятия и единицы измерения в радиоэкологии. Исходя из современного состояния проблемы формируются основные задачи исследования.

Во втором разделе проводится общая характеристика объекта исследования. Приводится комплексный анализ, естественно-географические условия и экологическое состояние северных районов Ровенской области.

Третий раздел - исследовательская часть в которой раскрыт современное состояние радиоактивного загрязнения территорий исследуемых районов. Анализируется уровень содержания радионуклидов в сельскохозяйственной продукции северных районов Ровенской области

Четвертый раздел посвящен рекомендациям по улучшению радиологической ситуации. Описаны основные меры для уменьшения накопления радионуклидов в продукции животноводства и растениеводства.

Пятый раздел - правила техники безопасности при работе с радиоактивными веществами в лаборатории. Требования к лаборатории и хранилища, порядок хранения радиоактивных веществ.

В «Заключении» сформулированы основные результаты исследований, список литературных источников составляет 56 наименований, основная часть работы изложена на 89 страницах, она содержит 8 рисунков и 13 таблиц, отдельные материалы вынесен в приложения.

**Ключевые слова:** радиоэкология, радиоактивность, радиоактивное загрязнение, экологическое состояние.