

**Міністерство аграрної політики і продовольства України
Національна академія аграрних наук
Інститут агроекології і природокористування НААН**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З
РЕАБІЛІТАЦІЇ ТЕРИТОРІЙ, ЩО ЗАЗНАЛИ РАДІОАКТИВНОГО
ЗАБРУДНЕННЯ, ТА ОПТИМІЗАЦІЇ СТРУКТУРИ
ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ НА ОСНОВІ ЛАНДШАФТНИХ ПІДХОДІВ**

Київ – 2013

**Міністерство аграрної політики і продовольства України
Національна академія аграрних наук
Інститут агроекології і природокористування НААН**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З
РЕАБІЛІТАЦІЇ ТЕРИТОРІЙ, ЩО ЗАЗНАЛИ РАДІОАКТИВНОГО
ЗАБРУДНЕННЯ, ТА ОПТИМІЗАЦІЇ СТРУКТУРИ
ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ НА ОСНОВІ ЛАНДШАФТНИХ ПІДХОДІВ**

Київ – 2013

УДК 631.95:539.16:504:57

*Рекомендації схвалено Вченою радою ІАП НААН
(Протокол № 8 від 14.11.2013 р.)*

Рекомендації можуть бути використані в навчальному процесі при викладанні навчальних курсів "Радіоекологія в агросфері" та "Радіоекологія в біосфері" студентам освітньо-кваліфікаційних рівнів "Магістр" та "Доктор філософії".

Рекомендації розробили:

Академік НААН, доктор економічних наук Фурдичко О.І.;
д.с.-г.н., акад. НААН Тараріко О.Г.; д.б.н., проф. Чоботько Г.М.; д.с.-
г.н. Кучма М.Д., к.с.-г.н. Дутов О.І., к.с.-г.н. Ландін В.П.; к.б.н.
Коніщук В.В.; к.с.-г.н. Райчук Л.А.; к.с.-г.н. Хаурдінова Г.О., к.с.-г.н.
Паньковська Г.П.; к.с.-г.н. Гаврилюк В.А.; Мороз В.В.; Швиденко І.К.;
Тараріко М.Ю.; Якименко Г.М., Замула Х.П., Захарчук В.А.; к.с.-г.н.
Фещенко В.П., к.с.-г.н. Гуреля В.В.

Рецензенти:

Шерстобоева О.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор,
головний науковий співробітник відділу агроєкології і біобезпеки Інституту
агроєкології і природокористування НААН.

Борисенко Б.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, декан
екологічного факультету Житомирського агроєкологічного університету.

Зміст

	Вступ	4
1.	Основні радіоекологічні терміни	5
2.	Радіоекологічна ситуація в зоні Полісся	6
2.1.	Соціально-економічні особливості радіоактивно забруднених територій в зоні Полісся	6
2.2.	Природно-кліматичні умови регіону	8
3.	Функціональне використання радіоактивно забруднених територій	10
3.1.	Ландшафтно-екологічна структура територій, що неперспективні для сільськогосподарського користування	11
3.2.	Території, що знаходяться в зоні радіоактивного забруднення і придатні для обмеженого агропромислового виробництва	12
3.3.	Приміська зона, що забезпечує сільськогосподарською продукцією міську агломерацію	15
4.	Оцінка потоків радіонуклідів та дозових навантажень на мешканців зони Полісся	16
5.	Пропозиції щодо оптимізації ведення рослинництва в зоні Полісся	21
5.1.	Організаційні заходи в рослинництві	22
5.2.	Агротехнічні заходи	25
5.3.	Агрохімічні заходи	30
6.	Моніторинг стану забруднення продукції агропромислового виробництва на радіоактивно забруднених територіях	32
7.	Інформування населення про радіаційний стан	33
	Додатки	35
	Перелік посилань	36

Вступ

Внаслідок Чорнобильської катастрофи в Україні залишаються забрудненими 5,35 млн. га земель, з них 1,24 млн. га сільськогосподарських угідь мають щільність радіоактивного забруднення ґрунту цезієм (^{137}Cs) понад 37 кБк/м². Реабілітації та повернення в господарське використання потребують 130,6 тис. га вилучених сільськогосподарських угідь [3].

Для населення зони Полісся, де територія найбільше постраждала від аварії на Чорнобильській АЕС (ЧАЕС), особливо важкими виявилися соціальні наслідки катастрофи.

Сільськогосподарське виробництво тут є основним сектором економіки Полісся, де природні ландшафти дають змогу одержувати значну частку товарної продукції, а доза опромінення населення, в основному, формується за рахунок вживання продуктів харчування місцевого виробництва.

Особливістю території Полісся є мозаїчне різноманіття ґрунтового покриву з переважанням дерново-підзолистих та торфово-болотних типів ґрунтів. Це зумовлює інтенсивну міграцію радіонуклідів у системі «ґрунт-рослина» та значні коливання коефіцієнтів переходу (КП) ^{137}Cs з ґрунту в рослини. Крім цього, радіоекологічна ситуація ускладнюється значною строкатістю радіоактивного забруднення території [8, 12].

За післяаварійний період відмічено значне зниження концентрації ^{137}Cs у рослинах за рахунок процесів напіврозпаду радіонуклідів, його фіксації глинистими мінералами ґрунтового-вбирного комплексу [15] та вертикальної міграції в природних та напівприродних екосистемах [4,16], але слід зазначити, що проблема отримання сільськогосподарської продукції з допустимим рівнем вмісту ^{137}Cs на забруднених територіях Полісся, не втратила своєї актуальності і донині [7].

Крім цього, радіоекологічна ситуація у населених пунктах зони Полісся в останнє десятиріччя ускладнилася за рахунок того, що великі сільськогосподарські підприємства, де раніше проводився повний комплекс контрзаходів, ліквідовано, а основний обсяг виробництва сільськогосподарської продукції забезпечується в особистих підсобних господарствах селян.

Після розпаювання земель, у використання населенням були залучені відносно малородючі дерново-підзолисті і торфові ґрунти, призупинення проведення агротехнічних контрзаходів на яких призвело до підвищення їх критичності і, до підвищення КП ^{137}Cs у рослини. Внаслідок цього на присадибних ділянках навіть з відносно невисокою щільністю забруднення ґрунту трапляються непоодинокі випадки, коли вміст радіонуклідів в овочевій продукції перевищує допустимі рівні (ДР-2006) [9].

Слід зазначити також, що важливе місце, після молочної та овочевої продукції, у раціоні мешканців Полісся стали займати так звані «дари лісу». Їх внесок в загальну дозу опромінення населення з часом підвищується.

Проблема оцінки отриманої населенням Полісся доз опромінення ускладнюється тим, що радіоактивне забруднення ґрунту має значну

строкатість, внаслідок цього продукти сільськогосподарського виробництва, що виробляються на одній і тій же території, та продукти харчування лісового походження мають різні рівні радіоактивного забруднення.

Це викликає необхідність оптимізації ландшафтно-екологічної структури агроландшафтів та здійснення спеціальних заходів щодо ведення агропромислового виробництва в зоні Полісся.

Останнім часом особливого занепокоєння починає викликати забруднення території Іванківського району ^{90}Sr . Через високу вартість і трудомісткість його визначення масовий контроль вмісту радіонуклідів ^{90}Sr в сільськогосподарській продукції в останні роки в Україні проводився в обмеженої кількості, а рухомість радіонукліду з плином часу підвищується. Найбільш критичними тут є території зони гарантованого добровільного відселення (3-я зона радіоактивного забруднення), що межують із зоною відчуження ЧАЕС. Саме тут трапляються непоодинокі випадки, коли вміст ^{90}Sr в пробах зерна значно перевищує ДР-2006. Тобто, зазначена продукція не може використовуватися безпосередньо на продовольчі цілі [21].

Ці Методичні рекомендації призначені для використання населенням регіону, фахівцями сільськогосподарських підприємств та місцевими органами влади.

1. Основні радіоекологічні терміни

Активність радіонукліда – кількість атомних розпадів елемента за певний проміжок часу. В системі СІ одиницею активності є бекерель /Бк/, що дорівнює одному розпаду за секунду. Позасистемна одиниця – кюрі /Ки/, що дорівнює $3,7 \times 10^{10}$ Бк (додаток А).

Альфа-випромінювання – іонізуюче випромінювання, що складається з альфа-частин (ядер гелію), що випромінюються при радіоактивному розпаді чи при ядерних реакціях, перетвореннях.

Бета-випромінювання – електронне /позитронне/ іонізуюче випромінювання, що виникає при радіоактивному бета-розпаді ядер або нестабільних часток.

Внутрішнє опромінення – опромінення тіла від джерела іонізуючого випромінювання, що міститься всередині тіла.

Гамма-випромінювання – фотонне /електромагнітне/ іонізуюче випромінювання, що виникає при ядерних перетвореннях.

Зовнішнє опромінення – опромінення тіла від джерела іонізуючого випромінювання, що розміщене поза тілом.

Еквівалентна доза випромінювання – поглинута доза випромінювання, помножена на середній коефіцієнт якості випромінювання для біологічної тканини стандартного складу та на модифікаційний фактор. Одиницями вимірювання в системі СІ є зіверт /Зв/, позасистемна одиниця – бер /Бер/.

Експозиційна доза гамма-випромінювання – характеризує іонізуючу здатність гамма-випромінювання у повітрі. Позасистемна одиниця – рентген

(Р), під експозиційною дозою в 1 Р приймається така поглинута енергія, яка призводить до утворення в 1 см³ повітря при нормальних умовах $2,08 \times 10^9$ пар іонів.

Перелог – ділянки, що вийшли з-під тривалого і тимчасового сільськогосподарського користування, пустирі, поляни, сіножаті низької якості, перелогові та піщані землі, «нелісові землі з опосередкованим лісівничим потенціалом».

Питома активність радіонукліда – відношення активності радіонукліда в зразку до маси зразка.

Природний радіаційний фон – іонізуюче випромінювання, що складається з космічного випромінювання та іонізуючого випромінювання природних радіоактивних речовин земної кори, ґрунту, біоти.

Поглинута доза випромінювання – відношення прирощення середньої енергії, що передалась випромінюванням речовині в елементарному об'ємі, до маси речовини в цьому об'ємі. В системі СІ одиницею поглинутої дози є греї /Гр/, позасистемна одиниця – рад.

Радіонуклід – радіоактивні атоми з даним масовим числом і атомним номером. Радіонукліди одного й того ж хімічного елемента називаються радіоактивними ізотопами.

Радіоактивність – самочинне перетворення нестійкого нукліда в інший нуклід, що супроводжується виникненням іонізуючого випромінювання.

Реабілітація (радіаційна реабілітація забруднених територій) – система заходів, які спрямовані на перетворення забруднених територій до безпечного для проживання і економічно доцільного стану.

2. Радіоекологічна ситуація в зоні Полісся

2.1. Соціально-економічні особливості радіоактивно забруднених територій в зоні Полісся

Згідно із Законом України "Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи": «Залежно від ландшафтних та геохімічних особливостей ґрунтів, величини перевищення природного доаварійного рівня накопичення радіонуклідів у навколишньому середовищі, пов'язаних з ними ступенів можливого негативного впливу на здоров'я населення, вимог щодо здійснення радіаційного захисту населення та інших спеціальних заходів, з урахуванням загальних виробничих та соціально-побутових відносин територія, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи, поділяється на зони [10, 11]. Такими зонами є

- перша Зона відчуження – 2,15 тис.км²;
- друга зона безумовного (обов'язкового) відселення – 0,92 тис.км²;
- третя зона гарантованого добровільного відселення – 1,25 тис.км²;
- четверта зона – посиленого радіоекологічного контролю – 8,05 тис.км².

Згідно постанови Кабінету Міністрів Української РСР від 23.07.91 №106 і розпорядженнями Кабінету Міністрів України від 12.01.93 №17-р і від 27.01.95 №37-р., а також відповідно до Закону України «Про віднесення деяких населених пунктів Волинської та Рівненської областей до зони гарантованого добровільного відселення (Відомості Верховної Ради, 2004, N 12, ст.161) до зон радіоактивного забруднення віднесено 2293 населених пункти дванадцяти областей України (таб. 2.1, 2.2).

Таблиця 2.1. Характеристики зон радіоактивного забруднення

Зони	Кількість населених пунктів	Площа, тис км ²
Відчуження	76	2,0
Безумовного відселення	86	2,2
Гарантованого відселення	841	23,3
Посиленого радіоекологічного контролю	1290	27,2

Таблиця 2.2. Кількість населених пунктів, віднесених до зон радіоактивного забруднення

Область	Зона відчуження (1-ша зона)	Зона безумовного (обов'язкового) відселення (2-га зона)	Зона гарантованого добровільного відселення (3-тя зона)	Зона посиленого радіоекологічного контролю (4-та зона)	Разом
Вінницька		0	0	89	89
Волинська		0	166	0	166
Житомирська	10	63	301	363	734
Івано-Франківська		0	0	5	5
Київська	69	20	33	438	560
Рівненська		1	273	65	339
Сумська		0	2	9	11
Тернопільська		0	0	10	10
Хмельницька		0	0	9	9
Черкаська		0	4	99	103
Чернігівська		2	61	190	253
Чернівецька		0	1	13	14
Разом	76	86	841	1290	2293

З них до Українського Полісся відносяться Волинська, Житомирська, Київська, Рівненська, Чернігівська, частина Сумської області. В Українському Поліссі в зоні відчуження кількість населених пунктів становить – 76, обов'язкового відселення – 86, гарантованого добровільного відселення – 836, посиленого радіоекологічного контролю – 1065.

За даними радіоекологічного та дозиметричного моніторингу, структура доз додаткового опромінення населення в різних регіонах України має суттєві відміни. Опромінення коливається в межах 0,1–5,0 мЗв за рік і формується, головним чином, за рахунок споживання продуктів харчування з підвищеним вмістом радіонуклідів. Зовнішнє опромінення у районах Українського Полісся не перевищує 20% від загальної дози.

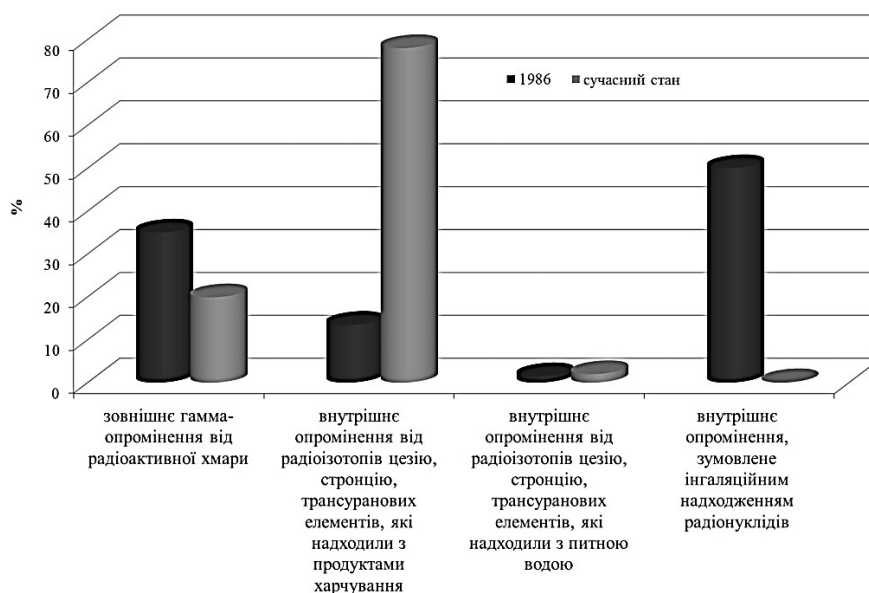


Рис. 2.1. Порівняння зовнішнього і внутрішнього опромінення за 1986 рік з сучасним станом

2.2. Природно-кліматичні умови регіону

Територія Полісся України характеризується рівнинним, злегка горбкуватим рельєфом місцевості з поширенням великих слабкодренованих (часто заболочених) понижень, які чергуються з невеликими за площею підвищеннями, з характерними плоскими вершинами і пологими схилами, крутизна яких не перевищує 1-2 градуси.

Клімат – помірно континентальний з відносно м'якою зимою і помірно теплим літом.

Зима продовжується з грудня по лютий. Денна температура в цей час тримається в межах – 0,5-3,5°C, вночі – 5- 6,5°C. Під час сильного похолодання, температура повітря може знижуватися до -30 -35°C. В цей період ґрунти промерзають до глибини 50-60 см. Стійкий сніговий покрив устатковується у першій декаді грудня. Середня його висота становить 15-25 см, максимальна – 60-70 см.

Річки також замерзають у першій декаді грудня. Товщина льоду на плесах досягає 20-40 см, але в період зимових відлиг вона може зменшуватися. Зимові паводки в останні десятиріччя бувають практично щорічно. Рівень води в цей період може підвищуватися на 1-2 м. Скресують ріки в середині березня.

Весна починається з середини березня і продовжується звичайно до кінця травня. Середньорічна дата стійкого переходу добових температур повітря весною через 5°C – 7 квітня, через 10°C – 27 квітня. Ймовірність приморозків (-3 °C) у повітрі (перша - третя декада квітня) – 20-55%.

Опади в першій половині весни звичайно бувають у вигляді мряки зі снігом. В другій половині весни вони інтенсивніші і короткочасні. Починаючи з березня, температура повітря підвищується спочатку на 4-8°C, а влітку на 1-3°C за місяць.

Відносна вологість повітря в зимовий період становить 75-85%. Починаючи з квітня, вона зменшується до 60%, а іноді (квітень-травень) - до 38-49%. Поряд із зменшенням відносної вологості повітря у травні-червні різко зменшується вміст вологи в ґрунті. Її нестача може негативно вплинути на ріст, розвиток і продуктивність сільськогосподарських культур.

Влітку (червень-серпень) переважає помірно тепла погода. Денні температури, як правило, є вищими 20 °C, а вночі знижуються до 14-16°C. В посушливі періоди температура повітря може підвищуватись до 30-35°C. Найтеплішим місяцем є липень. Середня кількість днів з максимальною температурою повітря вище 25°C (за червень-серпень) – 33. Сума активних (вище 10 °C) температур повітря наростаючим підсумком на кінець серпня становить 2055°, на кінець вересня 2445°, відповідно.

Середня кількість опадів за червень становить 80 мм, за липень - 85 і за серпень - 80 мм, відповідно. Опади в цей час мають інтенсивний характер і супроводжуються грозами і поривчастим вітром.

Осінь (вересень-жовтень) у першій половині тепла і суха, в другій - прохолодна і дощова. В цей період переважають дощі з туманом. Кількість днів з туманом в жовтні сягає 7 – 8.

Протягом року переважають вітри західного напрямку. Взимку під час тривалої морозної погоди - південно-східного. Середня швидкість – 2-3,5 м/сек.

Середня річна сума опадів - 600 мм.

Колективне сільськогосподарське підприємство «Ківшовата» Таращанського району Київської області розташоване в зоні Лісостепу України.

Місцевість, на якій розташовані землі підприємства, представляє собою пагорбкувату рівнину з абсолютною відміткою 230-250 м. Рівнина розчленована балками і ярами завширшки 5-17 м, завглибшки від 2 до 8-10 м. Ґрунтові води в балках і долинах залягають на глибині від 2 до 5 м, в міжріччях - до 20 м.

Зима у цьому регіоні є відносно м'якою з хмарною погодою і частим туманом (до 11 днів в місяць). Переважаюча температура повітря вдень становить -4 -5 °C, а вночі - 6-9 °C. В суворі зими морози можуть сягати – 35 °C.

Висота снігового покриву звичайно становить 10-15 см, а в окремі снігові зими 20-35 см. Стійкий сніговий покрив встановлюється в середині грудня і зберігається до середини березня. В окремі малосніжні зими ґрунт

може промерзати на глибину 30-60 см. Протягом зими в середньому буває до 10 днів з завірюхами, які переважно спостерігаються в лютому.

Весна починається з березня і закінчується в третій декаді травня.

Середньорічна дата стійкого переходу добових температур повітря через 5 °С спостерігається 4 квітня, через 10 °С – 24 квітня, а через 15 °С - 20 травня.

Ймовірність заморозків (-3°C) у повітрі має місце у першій та третій декадах квітня і становить 50-10 %.

Літній період характеризується відносно високою і сталою температурою повітря. В найтеплішому місяці - липні середня її значення становить 18-20°C. Під час посухи вона може збільшуватись вдень до 30°C. Абсолютний максимум температури липня сягає 33-39°C. Сума активних середньодобових температур (вище 10°C) наростаючим підсумком на кінець серпня становить 2160°; вересня – 2580°. Тривалість періоду з температурою повітря понад 15°C – 115-120 днів, з максимальною температурою повітря (вище 25°C) за червень-серпень – 46 днів.

Опади в літній період звичайно відрізняються відносно високою інтенсивністю і нерівномірним їхнім розподілом, супроводжуються громом. Ймовірність бездошових періодів в 10-20 днів з квітня по червень становить 75%, з липня по вересень – 70%, відповідно. Середня кількість опадів за червень-серпень складає 210 мм. У теплий період року (квітень-жовтень) в середньому спостерігається 350-400 мм опадів.

Осінь починається у вересні і продовжується до кінця листопада. Перша її половина суха з переважно сонячною погодою. Середньорічна дата стійкого переходу добової температури повітря через 10°C – 2 жовтня, через 5°C – 31 жовтня. Заморозки звичайно спостерігаються наприкінці вересня. В окремі роки вони відсутні до середини жовтня.

Друга половина осені супроводжується похмурою дощовою погодою з частими туманами. Середньорічна сума опадів становить 543 мм.

Протягом року переважають західні і північно-західні вітри. В літній період і на початку осені частіше спостерігаються вітри південно-східного напрямку. Середньорічна їхня швидкість становить 3-5 м/сек [14].

3. Функціональне використання радіоактивно забруднених територій

Діючі рекомендації забезпечують реалізацію комплексу організаційних, агротехнічних, агрохімічних та технологічних заходів, спрямованих на виробництво рослинницької продукції, що відповідає радіологічним стандартам. Але на сучасному етапі розвитку радіоекологічної ситуації максимальний рівень зниження радіонуклідного забруднення продукції рослинництва досягається завдяки ландшафтної оптимізації землекористування.

У Поліській зоні за рівнем радіоекологічного впливу слід виділити три регіональних рівні:

- території з високою щільністю радіоактивного забруднення, які, згідно законодавства, належать до зони безумовного (обов'язкового) відселення і є частково придатні для розвитку агропромислового виробництва (за умови проведення реабілітаційних заходів) з орієнтацією на «лісовий сценарій»;
- території, де проживає населення, що виробляє агропромислову продукцію переважно для власних потреб і, частково, для продажу, а також заготовляє частку харчових продуктів лісу (гриби, ягоди, сік тощо);
- селітебні приміські регіони, що виробляють агропромислову продукцію, орієнтовану на реалізацію для споживання міськими мешканцями, та заготовляють лісову продукцію.

3.1. Ландшафтно-екологічна структура територій, що непридатні для сільськогосподарського користування

До територій, що непридатні для сільськогосподарського користування, належать землі Зони відчуження, на яких найближчі роки недоцільно вести сільськогосподарську діяльність. Загальна площа територій зі щільністю забруднення ^{137}Cs понад 555 кБк/м^2 становить $0,70 \text{ тис. км}^2$; зі щільністю забруднення ^{90}Sr понад 10 кБк/м^2 становить $1,0 \text{ тис. км}^2$. На цих землях проходять процеси автореабілітації. Майже 50% цієї території вкрито лісами, 23% займають перелоги і 13% - болота. Тому на цих землях найбільш прийнятним є «лісовий сценарій» їх використання.

В Поліський зоні на малородючих землях слід надавати перевагу штучному створенню лісових насаджень з участю головних та супутніх лісових порід, характерних для цієї кліматичної зони. Метою залісення є відтворення на них ознак і властивостей лісового біогеоценозу у стислі терміни шляхом створення насаджень лісових культур та формування необхідних умов і можливостей для відновлення на них в майбутньому повноцінних лісових насаджень, подібних до корінних деревостанів за складом, формою і структурою.

Особливу увагу заслуговують полезахисні лісові насадження їх фактична лісистість у зоні Полісся складає 0,4 %, що є значно нижчі від оптимальної 4,5 %. Санітарно-гігієнічна роль зелених лісових насаджень відображається в локалізації: шкідливих речовин і елементів удобрення у ґрунті; промислових емісій; газових вихлопів автотранспорту; обмежують переміщення пестицидів і запобігають забрудненню сільськогосподарських угідь важкими металами від викидів автомобільного транспорту, виявляють значний вплив на розподіл радіоактивних речовин в агроландшафтах. Рівень забруднення у системі полезахисних лісових насаджень знижується на 7–35 %, 1 га лісонасаджень на протязі року очищує 50–70 т повітря від пилу зменшуючи їх концентрацію на 30–40 %. Вплив захисних лісосмуг на осадження радіоактивних речовин на міжсмугових полях виявляється на відстані 1Н смуги з боку переносу радіоактивних речовин і 10Н з боку підвітряної опушки (рис. 3.1).

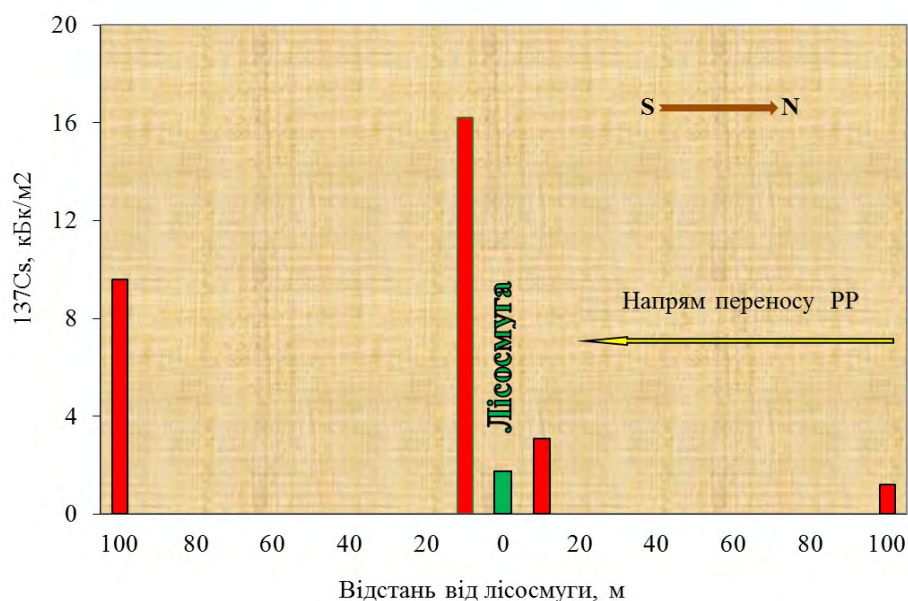


Рис. 3.1. Вплив захисної лісосмуги на розподіл радіоактивних речовин у міжсмуговому просторі

3.2. Території, що знаходяться в зоні радіоактивного забруднення і придатні для обмеженого агропромислового виробництва

До територій, що придатні для обмеженого сільськогосподарського користування, належать землі третьої-четвертої та частково другої зон радіоактивного забруднення зі щільністю забруднення ^{137}Cs менше 555 kBq/m² та зі щільністю забруднення ^{90}Sr менше 10 kBq/m² і розташованих поза межами селітебних територій.

За адміністративно-територіальним розподілом 13% цієї території вкрито лісами, решту займають сільськогосподарські угіддя, рілля, сіножаті та пасовища (рис.3.2).

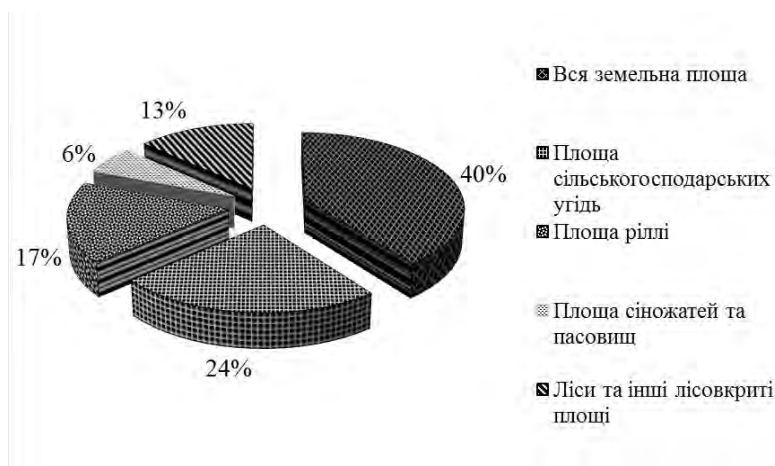


Рис.3.2. Землі Українського Полісся які входять до адміністративно-територіальних одиниць

Але занепокоєння викликає сільськогосподарська продукція, що виробляється в особистих підсобних господарствах населення і безпосередньо використовується мешканцями цих населених пунктів.

За час після Чорнобильської катастрофи на забруднених територіях відбулися зміни радіоекологічної ситуації. Це відбулося завдяки природнім реабілітаційним процесам (фізичний розпад радіонуклідів, їх іммобілізація ґрунтово-поглинаючим комплексом), а також впровадженню комплексу протирадіаційних заходів тощо (табл. 3.1) [20].

За наведеними даними видно, що сьогодні навіть у зонах відчуження та зоні безумовного (обов'язкового) відселення, за умови впровадженні комплексу протирадіаційних заходів, можливе отримання сільськогосподарської продукції, яка відповідатиме чинним гігієнічним нормативам.

Таблиця 3.1. Зміни коефіцієнтів переходу ^{137}Cs в сільськогосподарські культури

Група культур	Рік	Тип ґрунту			
		дерново-підзолистий			сірий лісовий
		торфово-болотний	піщаний та супіщаний	суглинистий	
Природні трави, сіно	1987	100–200	10–20	5–10	6,5
	2006	2,0–10	0,60–1,5	0,30–0,50	0,30
Сіяні злакові трави, сіно	1987	50–80	3,5–12	2,5–3,0	2,8
	2006	0,50–4,0	0,13–0,45	0,10–0,15	0,075
Кормові трави, зелена маса	1987	20	1,5–3,0	1,1–1,3	0,75–1,4
	2006	0,20	0,30–0,60	0,25–0,50	0,15–0,30
Овочеві культури, плоди	1987	–	1,8–2,3	1,5–1,7	1,2
	2006	–	0,04–0,10	0,025–0,05	0,015–0,02
Коренеплоди, бульби	1987	4–6	0,65–1,0	0,4–0,6	0,3–0,4
	2006	0,050–0,20	0,04–0,05	0,03–0,05	0,04–0,05
Зернові культури, зерно	1987	2–3	0,45–0,70	0,4–0,5	0,30–0,55
	2006	0,08–0,10	0,04–0,06	0,03–0,05	0,03–0,06

Разом з тим, ліквідація великих сільськогосподарських підприємств, припинення контрзаходів на забруднених територіях, різке зменшення доз внесення мінеральних та органічних добрив призвело до зниження рівня родючості ґрунтів і як наслідок – до підвищення коефіцієнта переходу радіонуклідів у рослини. Навіть при відносно низьких щільностях забруднення ґрунту у забруднених регіонах отримують обмежено придатну для споживання продукцію. Отже, природні реабілітаційні процеси себе вичерпали. Подальше покращення радіологічної ситуації можливе лише за умови проведення належних протирадіаційних заходів. Тобто, сьогодні, і у віддаленій перспективі, саме організація ведення сільськогосподарського виробництва визначатиме ступень радіаційної безпеки населення України.

Інститутом агроєкології і природокористування за співпраці з Чорнобильською комісією відродження та розвитку ПРО ООН (2010 р.)

проведено серію досліджень щодо соціально-економічного статусу мешканців забруднених регіонів та можливості реалізації науково-обґрунтованої системи контрзаходів в агросфері [17].

На Поліссі при порівняно невисоких рівнях щільності забруднення території радіонуклідом ^{137}Cs (2 – 5 Кі/км²) продукти харчування лісового походження, які, залежно від виду продукції та типу лісорослинних умов перевищують норматив питомої активності ^{137}Cs у десятки тисяч разів. Тому лісові продукти, які не є основними продуктами харчування, є потужним модифікуючим фактором дозового навантаження на населення.

Перевищення вмісту ^{137}Cs реєструється в дикорослинних грибах та ягодах, м'ясі дичини:

- вміст радіоцезію в сироїжках, масляках, підосичниках, білих грибах, коливається від 3,0 до 20,0 кБк/кг (допустимий рівень – 0,5 кБк/кг), а вміст радіонуклідів у сухих грибах досягає 25 кБк/кг (допустимий рівень – 2,5 кБк/кг);
- вміст ^{137}Cs у м'ясі диких тварин (кабани, косулі, кози) становить до 1 кБк/кг, що перевищує допустимий рівень у 2,5 рази;
- в дикорослих ягодах чорниці зафіксований вміст ^{137}Cs становить 0,7 кБк/кг (допустимий рівень – 0,6 кБк/кг).

Радіаційна ситуація в лісах досі залишається складною. Відбувається накопичення радіонуклідів у деревині, ягодах, кормах, лікарських рослинах, грибах, м'ясі диких тварин. Тому вживання харчових продуктів лісу на радіоактивно забруднених територіях призводить до додаткового опромінення населення.

Внесок харчових продуктів лісу у формування дози внутрішнього опромінення для категорії «все населення» коливається у межах 50 – 60%, а для критичних груп населення сягає 75 – 85% [5, 6].

У віддалений після аварії на ЧАЕС період відбувається перерозподіл частки різних складових раціону харчування у дозу внутрішнього опромінення. Внесок харчових продуктів місцевого походження у дозу внутрішнього опромінювання зростає. В сільських населених пунктах, розташованих в безпосередній близькості до лісів, частіше реєструються особи з наднормативними дозами внутрішнього опромінювання. Частка дози зовнішнього опромінення при цьому не перевищує 20%.

Найбільш специфічні щодо радіаційної безпеки є торфові екосистеми. На торфових болотах через явище фізіологічної сухості відмінності коефіцієнтів переходу радіонуклідів у наземну фітомасу незначні. Максимальні показники КП стосуються лікарської сировини, а саме багна звичайного (*Ledum palustre* L.) 10 кБк/кг, чорничника (*Vaccinium myrtillus* L.) 5 кБк/кг. У ягодах журавлини (*Oxycoccus palustris* Pers.) зафіксовані найменші показники радіоактивності – до 0,1 кБк/кг, найбільші – у брусниці (*Rhodococcum vitis-idaea* L. Avror.) 0,5-5 кБк/кг. Серед грибів найнебезпечніша група болетових (*Boletus* sp.), накопичення радіонуклідів у яких сягає 20000 кБк/кг.

3.3. Приміська зона, що забезпечує сільськогосподарською продукцією міську агломерацію

У відповідності до Закону України “Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи” [5], територія приміської зони Полісся належить до зони посиленого радіоекологічного контролю – це територія з щільністю забруднення ґрунту понад доаварійний рівень ізотопами цезію від 1,0 до 5,0 Кі/км² або стронцію від 0,02 до 0,15 Кі/км², або плутонію від 0,005 до 0,01 Кі/км² за умови, що розрахункова ефективна еквівалентна доза опромінення людини з урахуванням коефіцієнтів міграції радіонуклідів у рослини та інших факторів перевищує 0,5 мЗв (0,05 бер) за рік понад дозу, яку вона одержувала у доаварійний період.

Тому згідно Закону України “Про правовий статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи” [6] – “Продукція, вироблена у зонах безумовного (обов’язкового) відселення, гарантованого добровільного відселення, посиленого радіоекологічного контролю, повинна мати сертифікат, що вказує місце її виробництва, вміст радіонуклідів, відповідального виробника цієї продукції і контролера, який перевіряє її на вміст радіонуклідів”.

Але, враховуючи, що великі сільськогосподарські підприємства на цій території практично відсутні, перевіряти агропромислову продукцію, яка вирощується селянами на власних присадибних ділянках у невеликій кількості, недоцільно. Цей висновок можна зробити, спираючись як на дослідження МОЗ, так і на власні результати досліджень лабораторії радіоекологічного моніторингу Інституту агроєкології і природокористування НААН.

Згідно статистичних даних за 2012 рік найбільшу площу серед посівних земель займає картопля – 61%, а найменшу овочі відкритого ґрунту – 2% (рис. 3.3.).

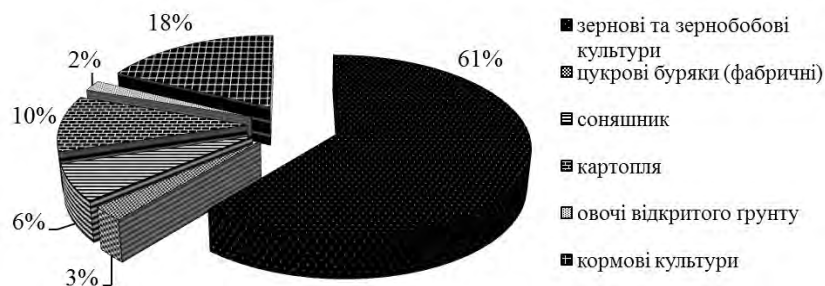


Рис. 3.3. Розподіл посівних площ сільськогосподарських культур, тис.га

За період 2008 – 2012 рр. було відібрано понад 300 проб сільськогосподарської продукції у 8 населених пунктах. Визначення питомої активності радіонуклідів ⁹⁰Sr та ¹³⁷Cs проводилось спектрометричним

методом. Згідно результатів досліджень (табл. 3.4) середні показники питомої активності ^{137}Cs у пробах сільськогосподарської продукції приміської зони м. Київ за останні 5 років не перевищують державних гігієнічних нормативів.

Таблиця 3.4. Середні значення питомі активності ^{137}Cs у сільськогосподарській рослинній продукції по роках досліджень

№ з/п	Вид сільськогосподарської продукції	Питома активність ^{137}Cs , Бк/кг			
		ДР-2006	Рік досліджень		
			2010	2011	2012
1	2	3	4	5	6
1	Картопля	60	3,22	2,18	2,54
2	Капуста	40	3,52	2,75	3,18
3	Морква	40	3,44	1,75	2,12
4	Буряк	40	3,50	2,04	2,44

Продовження табл. 3.4.

1	2	3	4	5	6
5	Цибуля	40	2,08	2,12	2,24
6	Помідори	40	2,01	2,00	1,52
7	Огірки	40	1,05	0,99	0,87
8	Кабачки	40	1,20	1,15	1,07
9	Кріп	40	15,07	11,28	13,24
10	Петрушка	40	8,04	4,94	6,58

Аналізуючи результати досліджень, слід відмітити наступну тенденцію зниження активності ^{137}Cs у овочевій продукції (від найбільшого значення до найменшого): кріп → петрушка → капуста → буряки → картопля → морква → цибуля → помідори → кабачки → огірки.

4. Оцінка потоків радіонуклідів та дозових навантажень на мешканців Поліської зони

Оцінка структури дози опромінення мешканців показала, що формується вона, в основному, за рахунок внутрішнього опромінення від радіонуклідів, що надходять з продуктами харчування (рис. 4.1).

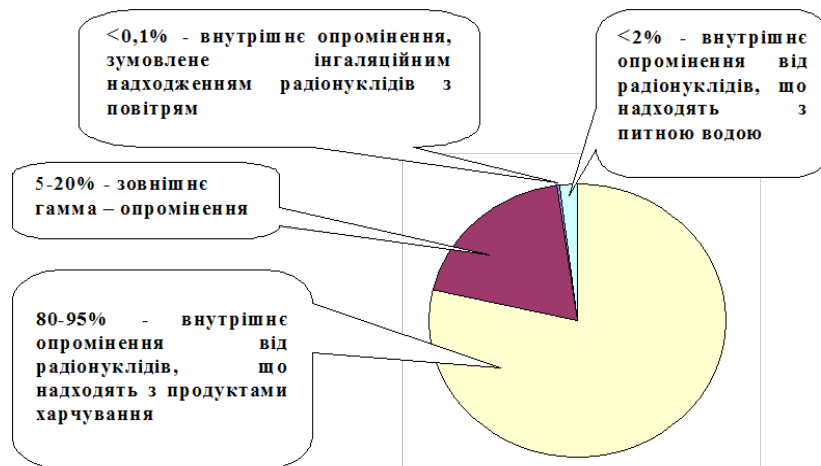


Рис. 4.1. Структура формування дози опромінення населення Київського Полісся, забрудненого внаслідок Чорнобильської катастрофи

Аналіз розподілу дози внутрішнього опромінення мешканців Полісся (рис. 4.2) надав можливість виявити вагомі відмінності значення цього показника залежно від сезону року – значення дози зростали восени у порівнянні з весняним періодом.

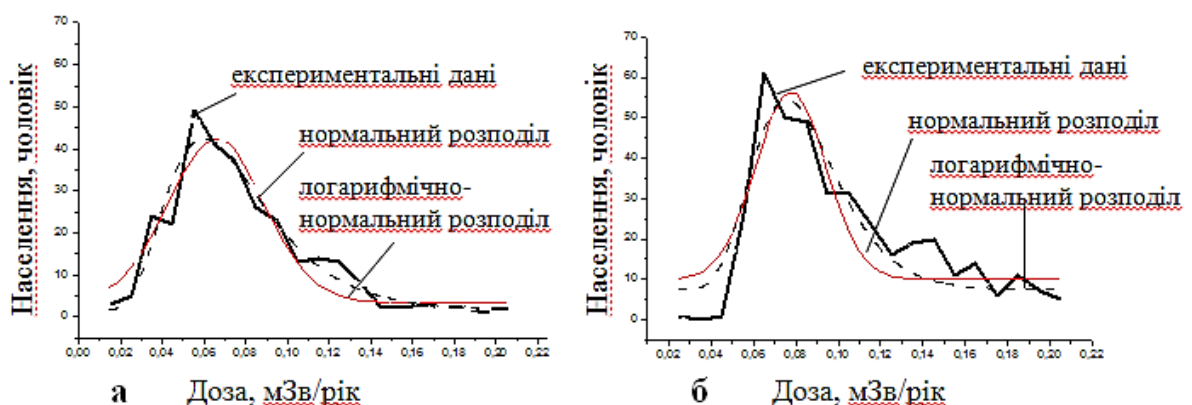


Рис. 4.2. Розподіл доз внутрішнього опромінення мешканців населених пунктів зони Полісся, 2006 р. (а – весна, б - осінь)

Дослідженнями встановлена залежність дози внутрішнього опромінювання сільських мешканців від наявності лісових масивів, які прилягають до населених пунктів. Восени спостерігається як зростання індивідуальних доз внутрішнього опромінення у переважної більшості обстежених, так і збільшення кількості осіб з аномально високими рівнями опромінення.

Дози, отримані людьми, які регулярно, всупереч рекомендаціям, і у особливо значній кількості споживають харчові продукти лісового походження, в т.ч. дичину, перевищують середні показники по регіону, інколи досягаючи 5,2 мЗв/рік.

Перевищення допустимих значень поглинутих доз часто спостерігаються у школярів. Це обумовлено тим, що діти споживають молоко, отримане в підсобних господарствах, з високим рівнем забруднення.

Принципових відмінностей в розподілі дозових навантажень за статеву ознакою не простежується.

В останні роки змінилось співвідношення споживання мешканцями радіоактивно забруднених регіонів тваринницької та рослинницької продукції порівняно з рекомендованим раціоном (регламентований постановою Кабінету Міністрів України від 14 квітня 2000 р. №656). У споживчому кошику починають переважати овочі та продукти лісового походження. Особливо це характерно для населених пунктів півночі Київської області.

Споживання овочевої продукції населенням збільшилося у середньому на 10 %. Порівняння результатів досліджень у західному (Маневицькому районі Волинської та Рокитнівському Рівненської областей) та центральному регіоні Полісся (Поліському Київської, Коростенському Житомирської та Козелецькому Чернігівської областей) показали відмінності у споживанні місцевими жителями капусти, моркви та буряків столових і гарбузових по відношенню до рекомендованих норм (табл. 4.1).

Таблиця 4.1. Структура споживання населенням забруднених регіонів рослинницької продукції (%)

Овочі	Західне Полісся	Центральне Полісся	Рекомендовано
Капуста	12,5	8,8	12,2
Коренеплоди	15,4	15,0	7,7
Гарбузові	8,6	10,5	11,2
Інші (в т.ч. картопля)	63,5	65,7	68,9
Всього	100	100	100

Забезпеченість сільського населення городиною власного господарства складає близько 77%. Мешканці сіл практично повністю забезпечують свої потреби в городині, а жителі селищ та міст мають для цього менші можливості. Виробництво молока та м'яса в особистих господарствах селян знаходиться на рівні 53 – 62 %. Забезпеченість сільського населення фруктами і ягодами не перевищує 48%.

За статистичними даними серед виробництва основних видів продукції тваринництва в зоні Полісся переважає виробництво яєць, молока, м'яса (рис. 4.3).

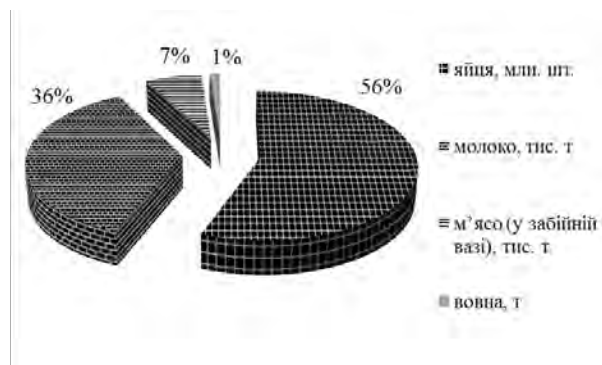


Рис. 4.3. Виробництво основних видів продукції тваринництва

За даними обстеження, раціон харчування, що використовується для обчислення величини дози внутрішнього опромінення жителів населених пунктів Полісся, включає визначальні в надходженні радіонуклідів до організму людини компоненти (табл. 4.2).

Таблиця 4.2. Добовий раціон харчування (2010 р.), використаний для оцінок дозового навантаження при внутрішньому опроміненні населення [19]

№ п/п	Назва продукту	Раціон , г	
		Весна	Осінь
	Продукти тваринного походження:		
1.	молоко	540	240
2.	сир	80	90
3.	свинина	95	80
4.	яловичина	11	5
5.	курятина	35	25
6.	кролі	2	7
	Городина:		
7.	картопля	390	470
8.	овочі кореневі	250	340
9.	овочі листові	510	220
	Продукти лісового походження:		
10.	гриби	54	116
11.	лісові ягоди	135	85
12.	дичина	8	21
13.	Фрукти	390	100

В ньому як навесні, так і восени, переважає городина (46 і 59% відповідно). Значним є споживання молока. Восени дещо зростає частка харчових продуктів лісового походження (до 12%).

Разом із тим, в останні роки у зв'язку із погіршенням економічної ситуації на селі гриби і ягоди стали товаром, споживання їх місцевим населенням дещо зменшилось. Грошові доходи населення від продажу грибів та ягід досягають 5% річного доходу населення. Тобто гриби та ягоди є не лише об'єктом радіаційного контролю, а й соціально-економічним фактором.

Незважаючи на порівняно невисоку частку харчових продуктів лісового походження у раціоні мешканців північної частини Українського Полісся, їх внесок у дозу внутрішнього опромінення становить від 48% навесні до 70% восени. (рис. 4.4).

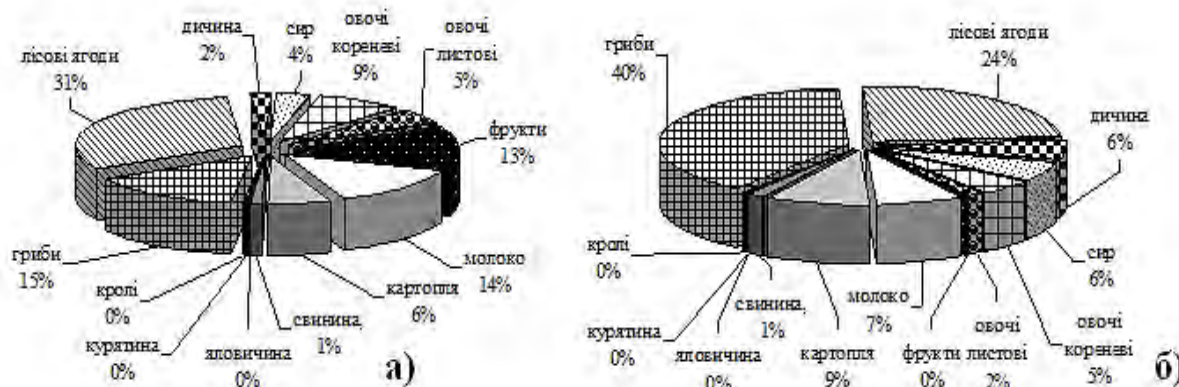


Рис. 4.4. Структура дози внутрішнього опромінення жителів IV зони радіоактивного забруднення Українського Полісся по сезонах (а – весна, б - осінь)

У віддалений період після аварії на Чорнобильській АЕС у зв'язку із вищими коефіцієнтами переходу радіоактивного забруднення із ґрунту в продукцію лісу у порівнянні з сільськогосподарською продукцією, а також із тривалим утриманням радіонуклідів лісовими екосистемами мешканці сільських населених пунктів зони Полісся належать до групи ризику. Це підтверджується частішим фіксуванням у них високих доз внутрішнього опромінення.

Аналіз динаміки забруднення продукції, яка перевищує ДР-2006, також свідчить про те, що відносне число радіоактивно забруднених зразків «дарив лісу» з часом поступово збільшується (рис. 4.5).

Так в 2002 році відносна чисельність зразків молока з перевищенням ДР-2006 тут також була набагато вищою за кількість забруднених зразків лісової продукції. Але, починаючи з 2009 року, чисельність вищезгаданих зразків продукції була майже на одному рівні і у 2011 році становила, відповідно 48 і 46%.



Рис. 4.5. Динаміка продукції, що перевищує ДР-2006, 2002-2011 рр.

Відносна чисельність зразків продукції рослинництва і м'яса, які перевищували ДР-2006, за роки спостережень була приблизно на одному рівні і в середньому по Україні становила 4 і 2%, відповідно.

Зменшення вмісту радіонуклідів в лісовій продукції відбувається, в основному, за рахунок природного їх розпаду і перерозподілу в компонентах лісових екосистем. В сільськогосподарській продукції (молоко, м'ясо, продукція рослинництва тощо) вміст радіонуклідів зменшується також і за рахунок впровадження комплексу відповідних протирадіаційних заходів. Окрім того, процеси «старіння» радіонуклідів тут відбувається більш інтенсивно.

5. Пропозиції щодо оптимізації ведення рослинництва на території зони Полісся

За роки, які минули після аварії на ЧАЕС, в Україні істотно змінились екологічні та економічні умови, погіршилась демографічна ситуація. У радіоактивно забруднених регіонах назріла необхідність гармонійного поєднання спеціалізованих контрзаходів та сучасних тенденцій розвитку природно господарського комплексу у нових економічних умовах на базі ландшафтно-екологічного підходу.

Це дасть можливість забезпечити мешканців радіоактивно забрудненій території якісною, радіаційно безпечною, продукцією рослинництва, відродити традиційні для регіону його галузі, а відтак, поліпшити стан довкілля, створити нові робочі місця, стимулювати розвиток продуктивних сил тощо. Для чого необхідно:

- відродження традиційних для Українського Полісся галузей рослинництва (льонарство, хмелярство тощо).
- реалізація об'єктивних радіологічних та нормативно-правових обмежень

для розвитку інвестиційного клімату в рослинництві на забрудненій радіонуклідами території.

– вдосконалення нормативно-правової бази, державних санітарних норм і правил, стандартів та інших нормативних документів у сфері виробництва радіаційно безпечної сільськогосподарської продукції рослинництва.

Відродження і розвиток рослинництва на забруднених територіях повинен забезпечувати мінімізацію колективних доз опромінення населення регіону. Довгостроковим завданням є реабілітація цих територій, відродження традиційних для них галузей сільськогосподарського виробництва, оптимізацію їх ведення з врахуванням відновлення природної структури ландшафтів та забезпечення біорізноманіття екосистем.

Оптимізація ведення рослинництва на радіаційно забрудненій території Українського Полісся має базуватися на забезпеченні відповідності продукції, що виробляється, гігієнічному нормативу ГН 6.6.1.1-130-2006 «Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді» (ДР-2006). Особлива увага тут має приділятися не щільності радіаційного забруднення ґрунтів, а їх здатність утримувати радіоактивний цезій в необмінній формі.

До комплексу заходів, спрямованих на виробництво рослинницької продукції, що відповідає радіологічним стандартам, належать **організаційні, агротехнічні, агрохімічні**.

5.1. Організаційні заходи в рослинництві

Організаційні заходи базуються на даних інвентаризації угідь за типом ґрунту, щільністю його забруднення. Відповідні картограми дають змогу оцінити можливості виробництва гарантовано радіологічно безпечної рослинницької продукції на харчові потреби. Виробництву саме цієї продукції має приділятися особлива увага. Саме в цій продукції регламентуються допустимі рівні вмісту радіонуклідів. Отже, для вирощування зазначеної групи сільськогосподарських культур мають відводитися більш родючі ґрунти з мінімальною щільністю забруднення.

Вміст радіонуклідів в кормах безпосередньо чинними нормативними актами не регламентується. Тому для їх виробництва можна відводити менш родючі ґрунти з більш високою щільністю забруднення радіонуклідами. Тобто головним принципом організації кормовиробництва на радіоактивно забрудненій території є забезпечити раціон тварин, вміст радіонукліду в якому не призведе до перевищення ДР - 2006 у тваринницької продукції.

Враховуючи вищенаведене, видно, що концентрація радіонуклідів в кормах визначається багатьма факторами і навіть при однаковій щільності забруднення ґрунту радіоцезієм, його накопичення в рослинах може значно відрізнятись. Тому особливого значення в організації кормовиробництва в умовах радіоактивного забруднення ґрунту набуває диференційоване складування кормів і раціональне їх використання.

Для організації виробництва рослинницької сировини для поглибленої

переробки можна відводити більш критичні в радіаційному розумінні ґрунти. Тут необхідно виходити з того, що вміст радіонуклідів в кінцевому продукті має зменшитися в процесі переробки сировини і не перевищувати відповідні гігієнічні нормативи. Так, за даними, наведеними в таблиці 5.1 видно, що навіть традиційні заходи попередньої обробки продукції (миття, очищення, зняття поверхневих плівок тощо) водночас забезпечують видалення радіонуклідів разом з частинками ґрунту.

Таблиця 5.1. Гранично допустимий вміст ^{137}Cs в рослинницькій сировині для переробки у продукцію, що відповідатиме за вмістом радіонукліду чинним гігієнічним нормативам (ДР-2006)

С.-г. сировина	Спосіб переробки (обробки)	Допустимий вміст ^{137}Cs , Бк/кг	
		В продукції (ДР-2006)	В сировині
1	2	3	4
Капуста	Відварювання	40	200
	Маринування	40	60
	Квашення (соління)	40	52-56
Огірки, кабачки	Маринування	40	44-48
	Соління	40	60-68
Томати	Маринування	40	44-48
	Виготовлення соків	40	40
Буряк, морква	Очистка	40	52
	Відварювання	40	56-88
	Маринування	40	44-48
	Виготовлення соків	40	80-100
Картопля	Очистка	60	66
	Відварювання в мундирах	60	72-84
	Картопляне пюре	60	78-84
	Переробка на крохмаль	50	300-400
	Переробка на етилен	50	2500-5000
Буряк цукровий	Переробка на цукор	50	650-5000
Ріпак, зерно	Переробка на біодизель	-	-

Але чільне місце у комплексі заходів, спрямованих на виробництво гарантовано радіаційно безпечної продукції, має зайняти виробництво сільськогосподарської сировини для подальшої поглибленої переробки. Так, переробка картоплі на крохмаль забезпечує зниження вмісту ^{137}Cs у 6-8 разів, на етилен – в 50-100 разів. Переробка цукрового буряка на цукор зумовлює зменшення вмісту радіонукліду в 13-100 разів. Але найбільш прийнятним є вирощування ріпаку для переробки на біопалива. В кінцеву продукцію тут переходить лише до 2% активності. Окрім того, біодизель не відноситься до харчових продуктів і вміст радіонуклідів в ньому не регламентується

допустимими рівнями вмісту радіонуклідів в харчових продуктах і питної воді (ДР-2006).

Одним з раціональних шляхів ефективного використання земель, забруднених радіонуклідами внаслідок Чорнобильської катастрофи є організація насінництва сільськогосподарських культур. Це, насамперед, пов'язано з тим, що норм забруднення насіннєвого матеріалу не існує. Тобто ведення насінництва можливе навіть при максимальній щільності радіоактивного забруднення ґрунту на якому дозволяється ведення агропромислового виробництва у відповідності з чинним законодавством. Але при організації насінництва на цих територіях, велике значення відіграватиме завдання зменшення потоків радіонуклідів з товарною продукцією (насінням), яка відчужується з урожаєм, тобто зменшення загальної інтенсивності міграції радіонуклідів чорнобильського походження, а також привнесення радіонуклідів в ґрунт при посіві сільськогосподарських культур.

Аналіз даних, наведених на рисунку 5.1 свідчить про те, що максимальне винесення радіоактивного цезію спостерігається з посадковим матеріалом (бульбами) картоплі і становить 34,4% від загального потоку радіонуклідів, які відчужуються з урожаєм сільськогосподарських рослин, насінництво яких характерно для зони Полісся України. Друге місце, або 24% від загального потоку радіонуклідів, належить люпину жовтому.

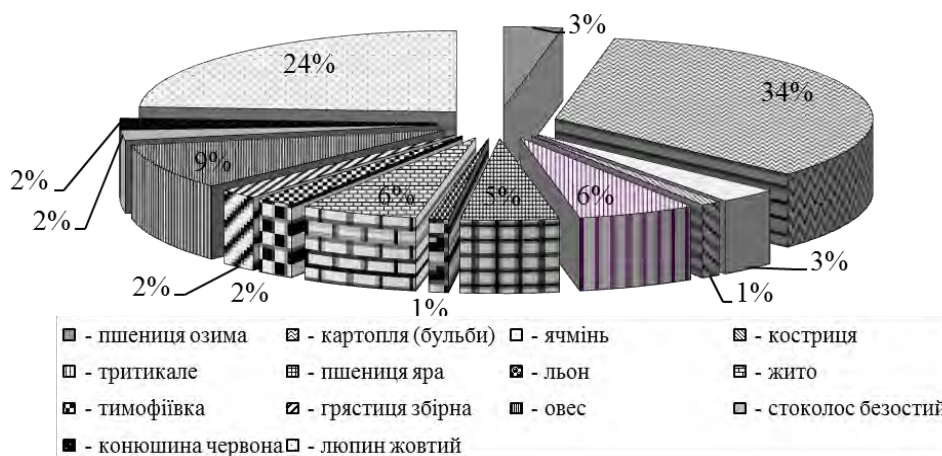


Рис. 5.1. Розподіл потоків ^{137}Cs з насінням сільськогосподарських культур з дерново-підзолистих ґрунтів, забруднених внаслідок аварії на ЧАЕС, %

Отже, загальний потік радіонуклідів, які відчужуються з урожаєм найбільш поширених в зоні Полісся України сільськогосподарських культур формується, в основному, за рахунок картоплі і люпину жовтого і сягає 58,4% потоку. Загальний вклад інших 12 культур, насінництво яких є найбільш поширеним в зоні Полісся України, становить 41,6%. З них більш високим він є у вівса (9,1%), жита озимого (6,0%), тритикале (5,6%) і пшениці ярої (4,6%). Мінімальним винос радіонуклідів з одиниці площі був характерним для насіння льону, багаторічних трав, пшениці озимої і ячменю ярого. Загальний вклад цих восьми культур у потік радіонуклідів не

перевищував 17%, в тому числі пшениці озимої і ячменю 6,6%, у льону 0,8%, а у багаторічних трав знаходився в межах 1,0 – 2,2%. Тобто, в умовах радіоактивного забруднення ґрунту з метою зменшення інтенсивності потоків ^{137}Cs з насінням сільськогосподарських культур з дерново-підзолистих ґрунтів Полісся України, пріоритетним буде насінництво саме цих культур.

5.2. Агротехнічні заходи

Агротехнічні заходи, головним чином, включають обробіток ґрунту і підбір культур з низьким рівнем накопичення радіонуклідів.

Обробіток ґрунту є найбільш ефективним заходом поліпшення радіаційної ситуації на забруднених територіях в першій після аварії період. Цей агротехнічний захід спрямовується на захоронення верхнього забрудненого шару ґрунту. Подальший обробіток здійснюється на меншу глибину і, залежно від умов, полицевим, чи безполицевим знаряддям. За результатами досліджень Інституту сільського господарства Полісся НААН, при збільшенні глибини обробітку, насамперед зменшувався гама - фон і питомий вміст радіонуклідів у ґрунті. З плином часу після Чорнобильської катастрофи протирадіаційна ефективність цього агрозаходу зменшується.

Підбір культур з низьким рівнем накопичення радіонуклідів також є одним з найефективніших заходів забезпечення виробництва радіологічно безпечної сільськогосподарської продукції.

Результати досліджень з вивчення радіаційно-екологічних аспектів підбору польових сільськогосподарських культур для сівозмін території, забрудненій внаслідок Чорнобильської катастрофи, представлені на рисунку 5.2.

Наведені дані показують, що за потенційною здатністю до накопичення ^{137}Cs в товарній частині рослин польові сільськогосподарські культури можна розділити на три умовні групи.

Найменшим накопиченням ^{137}Cs відрізнялися зернові злакові культури. Мінімальним вміст радіонукліду спостерігається в зерні кукурудзи, і КП становив 0,07 (Бк/кг)/(кБк/м²). Накопичення радіоактивного цезію в зерні озимої пшениці є на 56% більше. Перехід радіонукліду в зерно жита в 3,5 рази вищий, ніж в кукурудзі, його максимальний вміст є характерним для зерна вівса. Вміст ^{137}Cs в ньому в 5 разів вищий, ніж в кукурудзі.

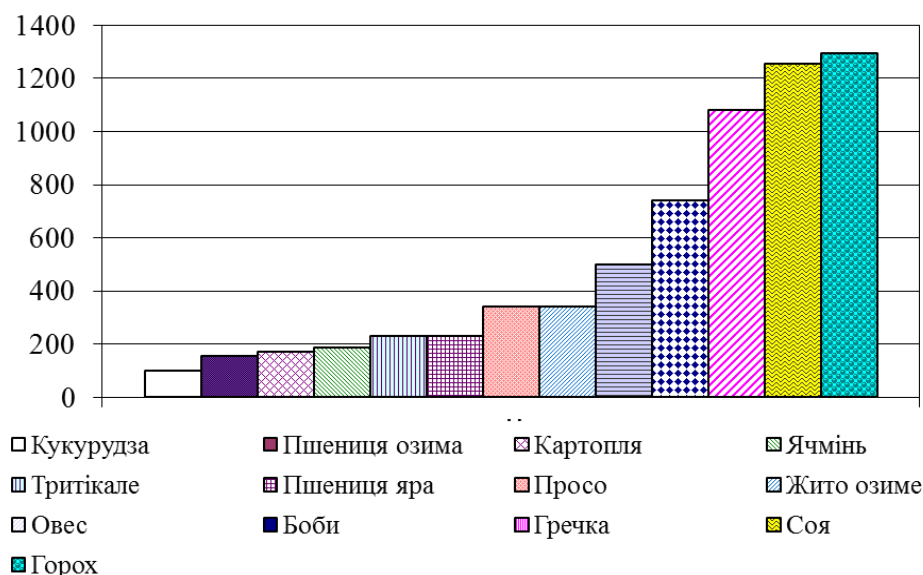


Рис. 5.2. Відносне накопичення ^{137}Cs польовими культурами, % до кукурудзи

До групи культур з потенційно невисокою здатністю до накопичення ^{137}Cs відноситься і картопля. Коефіцієнт переходу радіонукліду в її бульби займає проміжне положення між пшеницею озимою і ячменем, але є на 71% вищим, ніж зерно кукурудзи.

Більш високим потенційним накопиченням радіонукліду відрізнялася група круп'яних культур. Якщо накопичення радіоактивного цезію в просі спостерігається на рівні озимого жита, то в гречці – вище в 3 рази вищим. Але максимальне накопичення радіоактивного цезію є характерним для групи зернових бобових культур. При цьому вміст радіонукліду в зерні бобів в межах цієї групи є мінімальним.

За потенційною здатністю до накопичення радіоактивного цезію товарною частиною ми розділили овочеві культури на п'ять умовних груп (рис. 5.3).

До першої групи увійшли овочеві культури з мінімальною потенційною здатністю накопичувати радіонуклід. Коефіцієнт переходу ^{137}Cs з ґрунту в товарну частину тут не перевищує 0,11 (Бк/кг)/(кБк/м²). У порядку збільшення акумуляції радіонукліду їх можна розмістити за наступним порядком: баклажани, цибуля, перець солодкий, кабачки, гарбузи, патисони, часник, томати.

На території зон радіоактивного забруднення, де згідно чинного законодавства дозволяється ведення сільськогосподарського виробництва, обмежень щодо вирощування цієї групи овочів немає. Перевищення чинних гігієнічних нормативів вмісту ^{137}Cs в зазначеній групі овочів зафіксовано не було. Особливу увагу звертають на себе баклажани, коефіцієнт переходу ^{137}Cs в товарну частину (плоди) яких не перевищував 0,013 (Бк/кг)/(кБк/м²), що майже на порядок менше, ніж в томати, які також увійшли у цю групу.



Рис. 5.3. Групи овочевих культур за потенційною здатністю до накопичення ^{137}Cs .

До другої групи овочів – групи з потенційно невисокою здатністю накопичувати ^{137}Cs в товарній частині, увійшли культури, коефіцієнт переходу радіонукліду в товарну частину яких є в межах 0,11-0,21 (Бк/кг)/(кБк/м²). До неї (у порядку збільшення акумуляції) увійшли огірки, фізаліс, шпинат, морква, редис, петрушка, кінза, капуста білоголова, кольорова, перець гіркий, пастернак, картопля, топінамбур тощо.

У віддалений період після Чорнобильської катастрофи зазначену групу овочів також можна вирощувати без обмежень. Вміст ^{137}Cs в них не буде перевищувати чинні гігієнічні нормативи.

До третьої групи овочевих культур – групи з середньою потенційною здатністю накопичувати ^{137}Cs в товарній частині віднесені культури коефіцієнт переходу радіонукліду в які є в межах 0,21-0,31 (Бк/кг)/(кБк/м²). Ця група представлена такими культурами як редис, капуста рання, капуста кольрабі, фенхель, кріп, салат, буряки столові.

Зазначені овочі потребують більшої уваги до умов вирощування. Навіть у віддалений період після Чорнобильської катастрофи мають місце окремі випадки (в основному в умовах критичних в радіаційному відношенні органогенних ґрунтів Рівненської області), коли вміст радіонуклідів в них може перевищувати чинні гігієнічні нормативи.

До четвертої групи – групи з підвищеною здатністю до накопичення радіонуклідів увійшли капуста брюссельська, буряки столові, шавель. Коефіцієнти переходу радіонукліду в їх товарну частину знаходиться в межах 0,32-0,43 (Бк/кг)/(кБк/м²). Зазначені культури необхідно розміщати на більш родючих ґрунтах, застосовувати комплекс відповідних ґрунтово-агрохімічних заходів, спрямованих на обмеження інтенсивності міграції радіонуклідів в рослини.

П'ята група – група овочів з високою потенційною здатністю накопичувати радіонукліди - представлена рослинами коефіцієнти переходу

цезію-137 в товарну частину яких перевищує 0,43 (Бк/кг)/(кБк/м²). До неї входять мало розповсюджені в Україні овочеві культури, які досить рідко використовуються в традиційному харчуванні населення: чабер, крес-салат і гірчиця салатна. В межах групи максимальний коефіцієнт переходу ¹³⁷Cs тут є найбільшим в зелену масу гірчиці салатної і може до двох разів перевищувати відповідний показник для інших культур групи. Отримання нормативно безпечної продукції цієї групи овочів можливе при вирощуванні їх на високо родючих землях з низькою щільністю забруднення ґрунту і відповідним застосуванням комплексу протирадіаційних ґрунтово-агрохімічних заходів.

Звертає на увагу той факт, що деякі овочеві культури (лук, капуста, буряки столові тощо) можуть бути віднесені к різним за здатністю накопичувати радіонукліди групам. Це свідчить про відмінності в накопиченні радіонукліду різними сортами культури в межах одного виду рослин.

У таблиці 5.2 наведені сортові відмінності в накопиченні радіо цезію у найбільш розповсюджених в Українському Поліссі овочевих культурах (морква, буряк столовий, капуста) і картоплі (табл. 5.3).

Таблиця 5.2. Значення коефіцієнта переходу ^{137}Cs з різних типів ґрунту в овочів різних сортів, 2008-2010 рр.

Роки досліджень	Тип ґрунту		Тип ґрунту		Тип ґрунту	
	Дерново-підзолистий	Торфово-болотний	Дерново-підзолистий	Торфово-болотний	Дерново-підзолистий	Торфово-болотний
	МОРКВА СТОЛОВА		БУРЯК СТОЛОВИЙ		КАПУСТА	
	гібрид Сквирянка F1		сорт Зміна		бервоноголова гібриду Фуего F1	
2008	0,46	0,72	0,26	0,32	0,91	1,00
2009	0,45	0,87	0,24	0,34	0,83	0,97
2010	0,41	0,81	0,29	0,31	0,87	0,93
сорт Шантане Сквирська			сорт Делікатесний		савойська сорту Отава	
2008	0,45	0,48	0,41	0,47	0,63	0,80
2009	0,42	0,46	0,42	0,45	0,66	0,76
2010	0,44	0,54	0,40	0,48	0,61	0,79
сорт Квітневська			сорт Ліко		білоголова сорту Ярославна	
2008	0,43	0,49	0,60	0,73	0,65	0,78
2009	0,45	0,51	0,59	0,75	0,50	0,69
2010	0,41	0,53	0,62	0,72	0,66	0,75
-	-	-	-	-	білоголова сорту Українська осінь	
-	-	-	-	-	0,69	0,82
-	-	-	-	-	0,64	0,79
-	-	-	-	-	0,60	0,85

Таблиця 5.3. Значення коефіцієнта переходу ^{137}Cs з дерново – підзолистого ґрунту в бульбу картоплі

Роки дослідження	Система удобрення	Сорти		
		Ракурс	Світанок Київський	Бородянська рожева
2008	Контроль (без добрив)	0,22	0,26	0,30
	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₄₀	0,17	0,20	0,17
	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₄₀ +перегній	0,18	0,16	0,16
2009	Контроль (без добрив)	0,19	0,32	0,28
	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₄₀	0,15	0,20	0,17
	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₄₀ +перегній	0,16	0,19	0,18
2010	Контроль (без добрив)	0,21	0,29	0,29
	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₄₀	0,16	0,22	0,23
	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₄₀ +перегній	0,17	0,25	0,26

5.3. Агрохімічні заходи

Загальновідома роль мінеральних і органічних добрив в оптимізації мінерального живлення рослин, збереженні і підвищенні родючості ґрунтів, сталому розвитку землеробства. Внесення оптимальних доз, видів, форм мінеральних добрив на певних етапах органогенезу рослин з метою оптимізації режиму мінерального живлення сприяє найбільш повній реалізації біологічного потенціалу рослин в сучасних технологіях вирощування сільськогосподарських культур.

Не змінюється роль добрив і в умовах радіоактивного забруднення ґрунту. Але їх застосування тут має спрямовуватися і на зменшення інтенсивності міграції радіонуклідів в системі ґрунт - сільськогосподарські рослини.

До агрохімічних протирадіаційних заходів належать вапнування кислих ґрунтів, внесення підвищених доз добрив (калійних та фосфорно-калійних, органічних). Ці заходи традиційно вважаються найбільш ефективними і довготривалими. Значущість їх підвищується і у зв'язку з тим, що спрямовуються вони на зменшення міграції радіонуклідів в системі ґрунт – сільськогосподарські рослини, і на підвищення родючості ґрунтів зони Полісся.

Ефективність застосування контрзаходів та їх комбінацій наведена у таблиці 5.4. Вона залежить від багатьох факторів: виду заходу, типу ґрунту та його властивостей, біологічних особливостей виду рослин та ін.

Таблиця 5.4. Порівняльна оцінка ефективності застосування агрохімічних контрзаходів, що знижують надходження радіонуклідів в урожай польових та технічних культур

Контрзаходи	¹³⁷ Cs		⁹⁰ Sr	
	грунти			
	мінеральні	органічні	мінеральні	органічні
Вапнування 4–6 т/га	1,5–3,0	1,5–2,0	1,5–2,6	–
НРК*, рекомендоване спів- відношення	1,5–2,0	1,5–3,0	0,8–1,2	–
Гній, 50 т/га	1,5–3,0	–	1,2–1,5	–
Вапнування + НРК	1,8–2,7	2,5–4,0	–	–
НРК + гній	1,5–3,0	–	–	–
Вапнування + гній + НРК	2,5–4,0	–	1,5–1,8	–
Сапропель	2,0–4,0	–	1,3–1,5	–

Норми внесення мінеральних добрив розраховуються на підставі даних щодо виносу елементів живлення з урожаєм та результатів визначення запасів рухомих форм поживних речовин у ґрунті. Застосування подвійної дози калійних добрив на дерново-підзолистому супіщаному ґрунті знижує накопичення ^{137}Cs у плодах до 2-х разів. При внесенні добрив в умовах радіоактивного забруднення ґрунту необхідно дотримуватися оптимального співвідношення азоту (N) до фосфору (P) і до калію (K) як 1:1,5:2; тобто на кожний кілограм азоту (по діючій речовині) необхідне внесення 1,5 кг фосфору і 2 кг калію (наприклад, $\text{N}_{60}\text{P}_{90}\text{K}_{120}$). Слід зазначити, що землі, які були визнані особливо критичними і не використовувались в попередні роки, ефективність контрзаходів буде більш високою.

На торфових та дерново-підзолистих ґрунтах під овочеві культури разом з азотними, фосфорними і калійними добривами доцільно вносити магнієві та сірчані. Нестачу магнію та сірки можна поповнити щорічним внесенням такого калійного добрива, як калімагnezія.

Ґрунти Полісся у більшості випадків характеризуються відносно невисоким вмістом мікроелементів (бору, міді, марганцю, молібдену, цинку, кобальту). Для усунення цього недоліку досить ефективним буде додаткове внесення мікродобрив.

Їх вносять відповідно загальноприйнятим рекомендаціям безпосередньо в ґрунт, або під час передпосівного обробітку насіння та позакоренових підживлень рослин.

Внесення органічних добрив (гною, торфо-гнійних компостів, сапропелів тощо) істотно збільшує ємність поглинання ґрунту, нормалізує його кислотність, знижує доступність радіонуклідів рослинам за рахунок утворення комплексних органо-мінеральних сполук у ґрунті. Застосування перегною під овочеві культури знижує надходження ^{137}Cs у продукцію рослинництва до 2-х разів на всіх типах ґрунтів Полісся.

Рекомендується вносити гній, доведений до стадії високоякісного перегною. Якщо гній отримано від худоби, що випасається без контролю або

на ділянках з високим вмістом радіоцезію у траві, його доцільно складувати окремо від більш чистого. Використовувати його необхідно на полях та ділянках з максимальною щільністю забруднення в даному господарстві.

Внесення меліорантів, як основний захід зменшення інтенсивності міграції радіонуклідів в рослини, має застосовуватися на кислих ґрунтах. Разом з тим, додаткове внесення вапна є ефективним протирадіаційним заходом по відношенню накопичення в урожаю радіоактивного стронцію. Особу актуальність цей агрозахід набуває в господарствах Іванківського району, які межують із зоною відчуження. Повторне вапнування ґрунтів доцільно проводити в строки, передбачені рекомендаціями агрохімічної служби. При цьому використання доломітової муки і цеолітів з цією метою буде більш ефективним, ніж внесення вапна.

Заслуговує на увагу освоєння товаровиробниками малозатратних технологій вапнування кислих ґрунтів для локального підтримання оптимальної реакції ґрунтового розчину та позитивного балансу обмінних основ кальцію і магнію в ґрунті. Таке внесення вапна сприяє значному зменшенню затрат по проведенню робіт, раціональному використанню вапноматеріалів, забезпечує оптимізацію основних факторів родючості у верхньому (10 – 15 см) шарі ґрунту.

Збалансований розвиток екосистем Українського Полісся передбачає нормалізацію екологічної ситуації, що погіршилася під впливом антропогенних чинників.

6. Моніторинг стану забруднення продукції агропромислового виробництва на радіоактивно забруднених територіях

Моніторинг стану забруднення продукції агропромислового виробництва на радіоактивно забруднених територіях є одним з інструментів реалізації Стратегії Державної екологічної політики України на період до 2020 року. Він має базуватися на гарантованому виявленні сільськогосподарської продукції, яка не відповідає гігієнічному нормативу ГН 6.6.1.1-130-2006 «Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді (ДР-2006).

Аналіз діючої на даний час системи радіоекологічного моніторингу вимагає внесення до системи моніторингу коректив з метою їх уніфікації в єдину державну систему (або єдину базу даних) в наступних напрямках:

- на територіях, що знаходяться в зоні радіоактивного забруднення і придатні для агропромислового виробництва, протягом 3 років здійснювати контроль за продукцією с/г виробництва і харчовими продуктами лісу з періодичністю в період отримання основного виду продукції. При достовірних даних щодо не перевищення нормативів радіологічний контроль перевести в режим поточного екологічного моніторингу без спеціальних заходів.
- у випадку, коли за даними дозиметричної паспортизації мешканців встановлено достовірні факти перевищення додаткової дози 0,1 мЗв, на

протязі 5 років система радіологічного моніторингу залишається в діючому обсязі. При відсутності впродовж 3 років достовірних даних щодо перевищення допустимих рівнів радіологічний контроль при широкому інформуванні громадськості перевести в режим поточного екологічного моніторингу без спеціальних заходів. Рішення про зміну статусу території приймається за результатами не менш як останніх 3-річних обстежень.

– постійному моніторингу підлягає така харчова продукція лісового походження як гриби, ягоди, сік березовий та лікарські рослини.

Особливу увагу при проведенні моніторингу слід приділяти сільськогосподарській продукції приміської зони, яка надходить до міської агломерації. Для забезпечення виробництва в приміській зоні чистої в радіаційному відношенні сільськогосподарської продукції необхідно:

– відновити в повному обсязі науково обґрунтовану систему контрзаходів у колективних та приватних господарствах;

– забезпечити реалізацію системи радіаційного моніторингу за станом продукції агропромислового комплексу на підприємствах незалежно від форм власності;

– забезпечити інформування директивних органів та населення щодо необхідності та ефективності контрзаходів на радіоактивно забруднених територіях;

– максимально спростити механізм переведення неперспективних для сільського господарства радіоактивно забруднених земель під заліснення або залуження;

Результатом здійснення усіх перерахованих заходів буде підвищення рівня та ефективності радіаційного контролю якості сільськогосподарської продукції і, як наслідок, зменшення індивідуальної та колективної дози опромінення населення регіону.

7. Інформування населення про радіаційний стан

За сприяння Чорнобильської комісії ПРООООН Інститутом агроєкології і природокористування НААН здійснено заходи щодо інформування населення постраждалих від радіоактивного забруднення територій про радіаційний стан лісів, що потребує подальшого уточнення.

Для отримання чистої продукції на присадибних ділянках необхідно використовувати овочеві культури, які характеризуються низьким накопиченням радіоцезію в урожаї. У порядку зменшення надходження радіоцезію, їх можна розташувати таким чином: петрушка → кріп → капуста → буряки → картопля → цибуля → морква → помідори → огірки → гарбузи → кабачки. Для розміщення овочевих культур слід підбирати найбільш окультурені та родючі ґрунти.

Внесення мінеральних добрив при вирощуванні овочів здійснюються щорічно із розрахунку 3 кг подвійного суперфосфату, 4 кг хлористого або сірчаноокислого калію та не більше 2 кг аміачної селітри на 100 м² (1 сотку). Це зменшує вміст ¹³⁷Cs в овочах майже вдвічі і підвищує врожайність

культур. Внесення мінеральних добрив, в яких переважають фосфор і калій, при вирощуванні картоплі знижує вміст радіоцезію в урожаї в 2–3 рази [12].

Вапнування кислих ґрунтів під овочеві культури проводять 1 раз у п'ять років у дозі 50 кг/100 м², післядія вапнування спостерігається протягом 3-4 років. Вміст радіонуклідів у врожаї зменшується в 1,5-2,5 рази.

Внесення органічних добрив (гною, торфо-гнойних компостів, сапропелю) у дозі 500-800 кг/100 м² ґрунту при вирощуванні просапних культур знижує надходження ¹³⁷Cs до продукції рослинництва до 2-х разів на всіх типах ґрунтів.

На виконання «Оргуської конвенції», адміністрація підприємств, органи місцевого самоврядування у зоні радіоактивного забруднення, спираючись на результати спектрометричних аналізів проб на вміст радіонуклідів у сільськогосподарській продукції з підсобних господарств робітників підприємства, харчовій продукції лісу, від державних установ, повинна забезпечити повну гласність і доступність для населення інформації про радіаційну ситуацію у зоні діяльності підприємства.

При виявленні перевищення норм вмісту радіонуклідів у продукції, працівники підприємств та місцеве населення оперативно інформуються про це через пресу, радіо, телебачення.

У зв'язку із значною мозаїчністю щільності забруднення лісів ¹³⁷Cs, у лісових масивах необхідно використовувати попереджувачі знаки про радіаційну небезпеку. Їх слід встановлювати на узбіччях доріг. При щільності забруднення насаджень ¹³⁷Cs більше 15 Кі/км² встановлюється знак «Увага! Висока радіоактивність! Прохід і проїзд заборонено». При щільності забруднення ¹³⁷Cs більше 2 Кі/км² – «Увага! Радіація! Збирання ягід, грибів та лікарських рослин заборонено».

Серед дикорослих їстівних грибів найбільшим рівнем накопичення радіоцезію характеризуються гриби-мікоризоутворювачі. До накопичувачів радіонуклідів відносяться свинушка, маслюк, польський гриб моховики. Мінімальним накопиченням радіоцезію характеризуються опеньок, дощовик, гриб-зонтик і глива. В процесі кулінарної обробки грибів, що передбачає промивання, замочування, відварювання зі зливом відвару видалається від 60% до 75% радіоцезію. Промислова переробка грибів може забезпечити зменшення вмісту забруднення на 95%.

Серед лісових ягід найбільшим вмістом радіоцезію в плодах та фітомасі характеризується чорниця, буяхи, брусниця, журавлина, найменшим – калина, горобина. Промивання ягід дає змогу дещо зменшити вміст у них радіонуклідів. Рекомендовано готувати з дикорослих ягід лише компоти і соки з наступним видаленням з них жмивів ягід. Приготування джемів і варення не бажано.

Виконання перерахованих вище заходів радіаційного захисту дозволяє підтримувати дозу опромінення населення радіоактивно забруднених територій Українського Полісся на прийнятному рівні, нижчому допустимого ліміту дози опромінення 1 мЗв/рік.

Додатки

Показники радіоактивності та одиниці її вимірювання

№ п/п	Найменування показника	Одиниці вимірювання	
		у системі СІ	позасистемні
1.	Активність радіонукліда	Беккерель (Бк)	Кюрі (Ки)
		1 Бк = 1 розпад/сек	
		1 Бк = $2,703 \cdot 10^{-11}$ Ки	1 Ки = $3,7 \cdot 10^{10}$ Бк
2.	Експозиційна доза гамма-випромінювання	Кулон/кг (Кл/кг)	Рентген (Р)
		1 Кл/кг = $3,88 \cdot 10^3$ Р (приблизно)	1 Р = 0,258 Кл/кг
3.	Поглинута доза	Грей (Гр)	Рад
		1 Гр = 1 Дж/кг	1 Рад = 0,01 Гр
4.	Еквівалентна поглинута доза	Зіверт (Зв)	Бер
		1 Зв = 100 Бер	1 Бер = 0,01 Зв

Перелік посилань

1. Блер Г.А. Формулировка взаимосвязи между дозой облучения и сокращением продолжительности жизни. / Г.А. Блер // Материалы Международной конференции по мирному использованию атомной энергии (Женева, 8–20 августа 1955 г.), т.11. – М.: ГИМЛ, 1958. – С. 54–62.
2. Власова, Н.Г. Статистический анализ результатов СИЧ-измерений для оценки дозы внутреннего облучения сельских жителей в отдаленный период после аварии на ЧАЭС / Н.Г. Власова, Д.Н. Дроздов, Л.А. Чунихин // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2009. – том 49, №4. – С. 397–406.
3. 25 років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього / Національна доповідь. – України К., 2011. – 356с.
4. Іванов Ю.О. Динаміка перерозподілу радіонуклідів в ґрунтах і рослинності // Зб. наук. праць «Чорнобиль. Зона відчуження», НАН України. – К.: Наук. думка, 2001. – С. 47–76.
5. Інформаційно-довідкові матеріали з питань подолання наслідків Чорнобильської катастрофи. – К.: Кабінет міністрів України, 2009. – 136 с.
6. Кадука, М.В. Радиоактивное загрязнение природных пищевых продуктов в отдаленный период после аварии на ЧАЭС / М.В. Кадука, В.Н. Шутов, К.В. Ворфоломеева // Гигиенические аспекты обеспечения радиационной безопасности населения на территориях с повышенным уровнем радиации: сб. тезисов междунар. науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, 15-17 сентября 2008 г./ Санкт-Петербургский НИИ РГ им. П.В. Рамзаева – Санкт-Петербург, 2008. – С. 73–74.
7. Кашпаров В.О. Формування і динаміка радіоактивного забруднення навколишнього середовища під час аварії на Чорнобильській АЕС та в післяаварійний період // Зб. наук. праць «Чорнобиль. Зона відчуження», НАН України. – К.: Наук. думка, 2001. – С. 11–46.
8. Перепелятников Г.П. Рекомендації населенню з ведення особистих підсобних господарств в умовах радіоактивного забруднення території внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС на період 2000–2005 рр. // Перепелятников Г. П., Лазарєв М. М., Шматок І. О., Романов Л. М., Федін Ф. А., Соболев А. С., Иванова Т. М. – К.: УкрНДІСГР, 2000.– 42 с.
9. Перепелятникова Л.В. Проблеми реабілітації виведених земель Житомирської області / Перепелятникова Л.В. Иванова Т.М., Калининко Л.В. // Бюл. екологічного стану Зони відчуження та Зони безумовного (обов'язкового) відселення. – 2001. – № 18. – С. 47–51.
10. Постанова Кабінету міністрів України №622 від 12 травня 2004 р. «Про внесення змін і доповнень до постанови Кабінету міністрів України №106 від 23 липня 1991 р.».
11. Постанова КМ УРСР №106 від 23 липня 1991 р. «Про організацію виконання постанов Верховної Ради Української РСР про порядок введення в дію законів Української РСР "Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської

катастрофи" та "Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок чорнобильської катастрофи"

12. Пристер Б.С. Количественная комплексная оценка свойств почв при прогнозировании поведения радионуклидов в системе почва-растение / Б.С. Пристер // Вісник аграрної науки. – 2007. – №1. – С. 61–68.

13. Протас Н.М. Моделювання міграції мікроелементів в системі ґрунт – рослина: автореферат кандидатської дисертації канд. с.–г. наук / Н.М. Протас Київ. – 2004. – 19 с.

14. Середня чисельність на січень 1995р. та на січень 2012 р. Електронний ресурс/ режим доступу: www.gorstat.kiev.ua.

15. Фесенко С.В. Моделирование миграции ^{137}Cs в системе почва – растения на торфяных почвах, подвергшихся загрязнению после аварии на Чернобыльской АЭС / С.В. Фесенко, С.И. Спиридонов, Н.И. Санжарова, В.С. Анисимов К.П. // Экология. – 2002. – №3. – С.185–192.

16. Фещенко В.П. Моніторинг динаміки вертикальної міграційної рухомості радіоцезію на торфово – болотних ґрунтах / В.П. Фещенко – Зб. ДАУ, Житомир, – 2001. – 104 с.

17. Фурдичко О.І Завдання наукового супроводу виробництва сільськогосподарської продукції на радіоактивно забруднених територіях / О.І. Фурдичко, М.Д. Кучма, Г.П. Паньковська // Агроекологічний журнал. – 2011. – №1. – С. 21–26.

18. W.R.Schell. Model-directed sampling in Chernobyl forests: general methodology and 1994 sampling program / [W.R.Schell, I.Linkov, V.Remkevich at al.] // The Science of the Total Environment. – 1996. – №180. – С.119–240.

19. Постанова Кабінету Міністрів України від 14 квітня 2000 р. № 656 «Про затвердження наборів продуктів харчування, наборів непродовольчих товарів та наборів послуг для основних соціальних і демографічних груп населення»

20. Булігін С.Ю. Щодо програми безпечного ведення сільськогосподарського виробництва на територіях, забруднених радіонуклідами внаслідок Чорнобильської катастрофи/ С.Ю. Булігін, Б.С. Пристер., О.І.Фурдичко, О.І. Дутов// Вісник аграрної науки №5, 2012.- С. 53-57.

21. Радіологічний стан територій, віднесених до зон радіоактивного забруднення (у розрізі районів) / [Л.Я. Табачник, І.М. Колімасов, Є.Л. Самородов та ін.]. – К., 2008. – 49 с.