КАБІНЕТ МІНІСТРІВ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кафедра радіобіології та радіоекології

РАДІОБІОЛОГІЯ ТА РАДІОЕКОЛОГІЯ

(методичні рекомендації для виконання курсової роботи
студентами біолого-природничих факультетів)

КИЇВ 2009

УДК 57.043:63:37.022

Викладено основні вимоги щодо підготовки, написання та оформлення курсової роботи з радіобіології та радіоекології. Дано методичні пояснення до рішення ситуаційних задач з прогнозування можливого радіонуклідного забруднення продукції рослинництва і тваринництва, розрахунків річної еквівалентної дози внутрішнього опромінення внаслідок вживання її в їжу та оцінки ефективності рекомендованих заходів.

Рекомендовано Навчально-методичною радою факультету екології та біотехнології Національного університету біоресурсів і природокористування України від 25.03.2009 р.

Укладачі: В.О. Кіцно, О.Д. Петілова, І.М. Гудков

Рецензенти: в.о. професора кафедри біохімії Київського національного університету імені Тараса Шевченка, д-р біол. наук *О.П. Кравець*; директор ННЦ аграрної екології, стандартизації і сертифікації об'єктів та територій, д-р с.-г. наук *В.М. Чайка*.

Навчальне видання

РАДІОБІОЛОГІЯ ТА РАДІОЕКОЛОГІЯ

(методичні рекомендації для виконання курсової роботи студентами біолого-природничих факультетів вищих навчальних закладів)

Укладачі: Кіцно Валентин Омелянович,
Петілова Олена Дмитрівна,
Гудков Ігор Миколайович

Відповідальний за випуск - завідувач кафедри радіобіології та радіоекології, д-р біол. наук, проф., акад. УААН І.М. Гудков

Зав. видавничим центром НУБіПУ А.П. Колесніков
Редактор Л.О. Задорожна
Підписано до друку Формат 60x84 1/16.
Ум.-друк. арк. 2,74. Обл. вид. арк. 2,75.
Наклад 100 пр.
Видавничий центр НУБіП України
03041, Київ, вул. Героїв Оборони, 15.

ЗМІСТ

ВСТУП 4
Розділ 1. Виконання курсової роботи 5
1.1. Прогноз рівнів вмісту радіонуклідів у врожаї 5
1.2. Заходи, спрямовані на зниження забруднення продукції рослинництва радіонуклідами 5
1.3. Заходи, спрямовані на зниження забруднення продукції тваринництва радіонуклідами 5
1.4. Визначення граничного рівня забруднення ґрунту для отримання придатної до вживання продукції рослинництва 6
1.5. Прогноз рівнів вмісту радіонуклідів у продукції тваринництва 6
1.6. Розрахунок і оцінка еквівалентної дози опромінення внаслідок надходження радіонуклідів в організм людини 7
Розділ 2. Методичні пояснення до рішення ситуаційних задач з прогнозування можливого радіонуклідного забруднення продукції рослинництва та тваринництва, розрахунків річної еквівалентної дози внутрішнього опромінення внаслідок вживання її в їжу та оцінки ефективності рекомендованих заходів 8
2.1. Прогнозування радіоактивного забруднення продукції рослинництва 8
2.2. Прогнозування радіоактивного забруднення продукції тваринництва 22
Розділ 3. Написання курсової роботи 25
3.1. Структура курсової роботи 25
3.2. Оформлення курсової роботи 26
ДОДАТКИ 28
Список літератури 49

Розділ 1

ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

1.1. Прогноз рівнів вмісту радіонуклідів у врожаї

При розрахунках забруднення сільськогосподарських культур ($A_р$) враховуються 3 фактори:

- значення коефіцієнтів переходу ($К_П$) ^{137}Cs в урожай залежно від біологічних властивостей рослин;
- фактичні рівні забруднення ґрунту ($A_г$);
- вміст в ґрунті обмінного калію.

У додатку 5 наведено значення $К_П$, виражені через щільність забруднення ґрунту, яка вимірюється в кБк/м^2. У зв'язку з тим, що щільність забруднення ґрунтів на картограмах виражена в Кі/км^2 необхідно до цього вимірювання звести і значення $К_П$, для чого потрібно абсолютне значення $К_П$ з додатка 5 помножити на 37 (формула 1):

$$К_П, (Бк/кг):(Кі/км^2) = 37 \cdot К_П (Бк/кг):(кБк/м^2) \qquad (1)$$

Зразки оформлення кінцевих результатів розрахунків представлено в додатках 6 і 7.

1.2. Заходи, спрямовані на зниження забруднення продукції рослинництва радіонуклідами

Заходи щодо зменшення вмісту радіонуклідів у продукції рослинництва, спрямовані на отримання продуктів, концентрація радіонуклідів у яких не перевищувала б допустимих рівнів (санітарно-гігієнічних нормативів). Основними з них є:

- проведення інвентаризації угідь за показниками щільності забруднення ґрунту;
- проведення глибокої оранки з обертанням скиби (на високородючих ґрунтах);
- зміна структури сівозміни;
- докорінне та поверхневе поліпшення сіножатей і пасовищ;
- вапнування кислих ґрунтів;
- внесення підвищених доз фосфорно-калійних добрив (відповідно у 1,5 і 2 рази більше відносно дози, розрахованої на запланований врожай);
- внесення органічних добрив;
- внесення меліорантів (цеоліти, глинисті мінерали тощо);

1.3. Заходи, спрямовані на зниження забруднення продукції тваринництва радіонуклідами

Заходи щодо зменшення вмісту радіонуклідів у продукції тваринництва, спрямовані на отримання продуктів, концентрація радіонуклідів у яких не перевищувала б допустимих рівнів (санітарно-гігієнічних нормативів). Вони включають:

- перепрофілювання галузей тваринництва;
- зміни умов утримання тварин у літній період;

- докорінне поліпшення природних луків та пасовищ;
- зміни у режимі годівлі сільськогосподарських тварин;
- застосування у раціонах ентеросорбентів та декорпорантів радіонуклідів;
- технологічну переробку молока та м'яса.

1.4. Визначення граничного рівня забруднення ґрунту для отримання придатної до вживання продукції рослинництва

Граничний рівень забруднення ґрунту розраховується шляхом ділення допустимих рівнів забруднення продукції (додаток 8) на її забруднення, отримане при розрахунках. Розрахунки проводяться як без проведення заходів щодо зниження коефіцієнта переходу, так і з ними.

1.5. Прогноз рівнів вмісту радіонуклідів у продукції тваринництва

При радіоактивному забрудненні сільськогосподарських угідь радіонуклідами на перше місце виходить проблема прогнозу та мінімізації вмісту радіонуклідів у тваринницькій продукції, в першу чергу в молоці та м'ясі. З цими продуктами харчування в організм людини надходить 70-95% радіонуклідів йоду, цезію та стронцію, які зумовлюють внутрішнє опромінення населення.

Максимально допустимі рівні щільності забруднення територій, на яких можна одержати молочні продукти, що відповідають вимогам ДР-2006, досить низькі. Для виробництва молока корів з використанням кормів природних угідь допустима щільність забруднення радіоцезієм торф'яно-болотних ґрунтів - 3,7 кБк/м^2; торф'яних - 40,7; дерново-підзолистих супіщаних - 74; сірих лісових - 277 кБк/м^2.

Прогноз вмісту радіонуклідів у продуктах тваринництва ($A_{прог}$) розраховують за формулою 2:

$$A_{прог} = \frac{A_{рац} \cdot K_{П}}{100}, \qquad (2)$$

де $A_{рац}$ — вміст радіонуклідів в добовому раціоні, Бк;

$K_П$ — коефіцієнт переходу радіонукліда з раціону в 1 кг продукту, %.

Значення коефіцієнтів переходу радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr з раціону в продукти тваринництва наведено в Додатку 13.

Вміст радіонуклідів у кормах добового раціону визначають, виходячи із щільності забруднення території радіонуклідами.

Розрахунок проводять за формулою 3:

$$A_{корму} = K_{П} \cdot H, \qquad (3)$$

де $A_{корму}$ – вміст радіонукліда в кормі, Бк/кг;

$K_П$ – коефіцієнт переходу радіонукліда з ґрунту в кормові культури (Додатки 14,15,16,17);

Н – щільність забруднення території радіонуклідами, кБк/м^2, або Кі/км^2.

1.6. Розрахунок і оцінка еквівалентної дози опромінення внаслідок надходження радіонуклідів в організм людини

Для розрахунку і оцінки еквівалентної дози опромінення використовують прийняті Міжнародною комісією радіаційного захисту (МКРЗ) таблиці дозових цін різних радіонуклідів – поглинених доз внаслідок надходження певного радіонукліда активністю 1 Бк в організм (Додаток 10).

Один із шляхів розрахунку еквівалентної дози ґрунтується на середніх оцінках активності радіонуклідів у продуктах харчування і воді, за якими, з огляду на раціон, оцінюють річне надходження їх в організм людини. Обчислюють дозу опромінення за формулою 4:

$$Д_{екв} = R_i \cdot \Sigma A_{ij} \cdot C_j \qquad (4)$$

де: $Д_{екв}$ – індивідуальна річна еквівалентна доза від і-того радіонукліда, мкЗв/рік;

R_i – дозова ціна певного (j-того) радіонукліда в разі перорального надходження, мкЗв/Бк;

A_{ij} – активність і-того радіонукліда в j-тому продукті харчування, Бк/кг;

C_j – річний об'єм вживання j-того продукту, кг/рік.

Якщо немає регулярних даних про активність радіонуклідів у продуктах харчування і воді, для прогнозованої оцінки дозового навантаження на людину використовують інший шлях розрахунку.

В цьому випадку розраховують активність радіонуклідів у продуктах харчування, виходячи з даних про: щільність забруднення сільськогосподарських угідь, коефіцієнтів переходу радіонуклідів з ґрунту в рослини і активність отриманої продукції. Далі використовують формулу 4.

Після розрахунку внеску кожного виду продукту в надходження ^{137}Cs в організм і формування еквівалентної дози внутрішнього опромінення людини, проводять розрахунок сумарної еквівалентної дози опромінення внаслідок вживання продукції рослинництва, забрудненої радіонуклідами. Розраховують річну ефективну еквівалентну дозу від надходження ^{137}Cs із спожитими продуктами харчування за формулою 5:

$$\Sigma Д_{екв} = d_{1i} + d_{2i} + d_{3I} \ldots\ldots d_{ni} \qquad (5)$$

де: $\Sigma Д_{екв}$ – сумарна індивідуальна річна еквівалентна доза від надходження радіонукліда з продуктами харчування, мкЗв/рік

d_{1i} - d_{ni} – річні ефективні еквівалентні дози, сформовані надходженням радіонукліда з і-тим (окремим) продуктом харчування, мкЗв/рік.

МЕТОДИЧНІ ПОЯСНЕННЯ ДО РІШЕННЯ СИТУАЦІЙНИХ ЗАДАЧ З ПРОГНОЗУВАННЯ МОЖЛИВОГО РАДІОНУКЛІДНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА ТА ТВАРИННИЦТВА, РОЗРАХУНКІВ РІЧНОЇ ЕКВІВАЛЕНТНОЇ ДОЗИ ВНУТРІШНЬОГО ОПРОМІНЕННЯ ВНАСЛІДОК ВЖИВАННЯ ЇЇ В ЇЖУ ТА ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕКОМЕНДОВАНИХ ЗАХОДІВ

2.1. Прогнозування радіоактивного забруднення продукції рослинництва

Дано: Тип ґрунту – дерново-підзолистий, товщина орного шару 25 см

Показники	Номер поля, культура, сорт						
	1 цибуля ріпчаста	2 редиска Заря	3 картопля Світанок	4 капуста Білосніжка	5 морква Нантська	6 помідори Іскорка	7 огірки Далекосхідні
Ступінь забруднення ґрунту, Бк/кг	1100	960	1050	1180	1150	975	1025
Вміст K^+, мг/100 г	2	2	2	3	4	3	3
Питома маса ґрунту, г/см^3	1,30	1,32	1,35	1,31	1,34	1,30	1,33

Визначити:

1. Вміст ^{137}Cs в продукції рослинництва та її придатність до використання згідно з ДР-2006.
2. Можливі контрзаходи щодо зниження надходження радіонуклідів у рослини.
3. Дозове навантаження на організм людини в результаті споживання цієї продукції до та після проведення контрзаходів.

Приклад рішення:

1-е поле. Цибуля ріпчаста

1. Визначаємо масу забрудненого шару ґрунту на 1 м^2, для чого перемножуємо показники площі ґрунту, товщини орного шару та об'ємної маси ґрунту:

100 см · 100 см · 25 см · 1,3 г/см^3 = 325000 г = 325 кг

2. Знаходимо вміст ^{137}Cs на 1 м^2, для чого забруднення 1 кг множимо на визначену масу ґрунту:

1100 Бк/кг · 325 кг = 357500 Бк = 357,5 кБк

3. Визначаємо забруднення території в Кі/км^2, для чого ділимо отримане забруднення на забруднення при 1 Кі (1 Кі/км^2 = 37 кБк/м^2):

357,5 кБк/м^2 : 37 кБк/м^2 = 9,66 Кі/км^2

4. Знаходимо коефіцієнт переходу ^{137}Cs в цибулю ріпчасту на дерново-підзолистих ґрунтах при вмісті калію 2 мг/100 г (Додаток 5). Він становить 3,7 Бк/кг при щільності забруднення 1 Кі/км^2.

5. Визначаємо забруднення цибулі, для чого отримане забруднення території 9,66 Кі/км^2 множимо на знайдений коефіцієнт для 1 Кі:

9,66 · 3,7 Бк/кг = 35,74 Бк/кг.

6. Визначаємо придатність отриманої продукції, для чого у додатку 8 знаходимо допустимий рівень забруднення за ^{137}Cs згідно з ДР-2006. Для овочів він становить 40 Бк/кг.

Перший висновок: продукція придатна для використання, оскільки її забруднення за ^{137}Cs не перевищує допустимий рівень.

Далі проводимо розрахунок і оцінку річної еквівалентної дози внутрішнього опромінення організму людини внаслідок вживання цієї продукції.

7. Знаходимо річну норму споживання цибулі (Додаток 9). Вона становить 10 кг.

8. Визначаємо кількість ^{137}Cs, що надійде в організм людини протягом року внаслідок споживання цибулі. Для цього річну норму її споживання (10 кг) множимо на забруднення (35,74 Бк/кг):

10 кг · 35,74 Бк/кг = 357,4 Бк

9. Знаходимо значення дозової ціни для ^{137}Cs (Додаток 10). Воно становить 2 ·10^{-2} мкЗв/Бк.

10. Обчислюємо річну еквівалентну дозу внутрішнього опромінення, сформовану внаслідок споживання цибулі. Для цього кількість ^{137}Cs, що надійде в організм протягом року внаслідок споживання цибулі (357,4 Бк), множимо на дозову ціну 1 Бк ^{137}Cs (2 · 10^{-2} мЗв/Бк).

357,4 Бк · 2 · 10^{-2} мкЗв/Бк = 7,148 мкЗв

Кінцевий висновок: дозове навантаження на організм людини, сформоване внаслідок споживання цибулі, становитиме 7,148 мкЗв за рік.

2-е поле. Редиска сорту Заря

1. Визначаємо масу забрудненого шару ґрунту на 1 м^2, для чого перемножуємо показники площі ґрунту, товщини орного шару та об'ємної маси ґрунту:

100 см · 100 см · 25 см · 1,32 г/см^3 = 330000 г = 330 кг

2. Знаходимо вміст ^{137}Cs на 1 м^2, для чого забруднення 1 кг множимо на визначену масу ґрунту:

960 Бк/кг · 330 кг = 316800 Бк = 316,8 кБк

3. Визначаємо забруднення території в Кі/км^2, для чого ділимо отримане забруднення на забруднення при 1 Кі (1 Кі/км^2 = 37 кБк/м^2):

316,8 кБк/м^2 : 37 кБк/м^2 = 8,56 Кі/км^2

4. Знаходимо коефіцієнт переходу ^{137}Cs в редиску сорту Заря на дерново-підзолистих ґрунтах при вмісті калію 2 мг/100 г (Додаток 5). Він становить 14 Бк/кг при щільності забруднення 1 Кі/км^2.

5. Визначаємо забруднення редиски, для чого отримане забруднення території 8,56 Кі/км^2 множимо на знайдений коефіцієнт для 1 Кі:

8,56 · 14 Бк/кг = 119,84 Бк/кг.

6. Визначаємо придатність отриманої продукції, для чого у додатку 8 знаходимо допустимий рівень забруднення за ^{137}Cs згідно з ДР-2006. Для овочів він становить 40 Бк/кг.

Перший висновок: продукція непридатна для використання, оскільки її забруднення за ^{137}Cs перевищує допустимий рівень у 3,00 рази (119,84 : 40 = 3,00).

Далі проводимо розрахунок і оцінку річної еквівалентної дози внутрішнього опромінення організму людини внаслідок вживання цієї продукції.

7. Знаходимо річну норму споживання редиски (Додаток 9). Вона становить 4 кг.

8. Визначаємо кількість ^{137}Cs, що надійде в організм людини протягом року внаслідок споживання редиски. Для цього річну норму її споживання (4 кг) множимо на забруднення (119,84 Бк/кг):

4 кг · 119,84 Бк/кг = 479,36 Бк

9. Знаходимо значення дозової ціни для ^{137}Cs (Додаток 10). Воно становить $2 \cdot 10^{-2}$ мкЗв/Бк.

10. Обчислюємо річну еквівалентну дозу внутрішнього опромінення, сформовану внаслідок споживання редиски. Для цього кількість ^{137}Cs, що надійде в організм протягом року внаслідок споживання редиски (479,36 Бк), множимо на дозову ціну 1 Бк ^{137}Cs ($2 \cdot 10^{-2}$ мкЗв/Бк).

479,36 Бк · 2 · 10^{-2} мкЗв/Бк = 9,587 мЗв

Далі розпочинаємо дії щодо можливого використання угіддя для вирощування редиски, яка відповідала б вимогам ДР-2006.

11. Визначаємо необхідний коефіцієнт переходу для отримання придатної для вживання редиски, для чого коефіцієнт, визначений у дії 4 (14 Бк/кг), ділимо на 2,996:

14 Бк/кг : 2,996 = 4,67 Бк/кг

12. Знаходимо, при якому вмісті калію на дерново-підзолистих ґрунтах коефіцієнт переходу ^{137}Cs в редиску буде становити 4,67 Бк/кг або менше (Додаток 5). При вмісті калію 7 мг на 100 г коефіцієнт буде становити 3,9 Бк/кг.

13. Визначаємо дефіцит калію в ґрунті, для чого від необхідних 7 мг віднімаємо 2 мг наявних у ґрунті:

7 – 2 = 5 мг

Відомо, що для підвищення вмісту калію на 1 мг на 100 г в орному шарі ґрунту необхідно внести 30 кг калійних добрив за діючою речовиною.

14. Визначаємо необхідну кількість внесення калію, для цього 30 кг множимо на дефіцит калію - 5 мг:

30 кг · 5 = 150 кг калійних добрив за діючою речовиною

15. Визначаємо прогнозоване забруднення редиски після внесення калійних добрив, для чого очікуваний коефіцієнт переходу (3,9 Бк/кг для 1 Кі/км^2) множимо на забруднення території (8,56 Кі/км^2):

3,9 Бк/кг · 8,56 = 33,38 Бк/кг

Другий висновок: на цій території можна отримати придатну за

вмістом ^{137}Cs редиску після внесення 150 кг калійних добрив за діючою речовиною, при цьому її забруднення буде в 1,2 раза нижче за допустимий рівень (40 : 33,38 = 1,20).

Встановлюємо дозову ефективність проведених контрзаходів.

16. Обчислюємо річну еквівалентну дозу внутрішнього опромінення, сформовану внаслідок споживання редиски, що була вирощена на полі після внесення 150 кг калійних добрив за діючою речовиною. Для цього річну норму споживання редиски (4 кг) множимо на її забруднення (33,38 Бк/кг).

4 кг · 33,38 Бк/кг = 133,52 Бк

17. Знаходимо значення дозової ціни для ^{137}Cs (Додаток 10). Воно становить $2 \cdot 10^{-2}$ мкЗв/Бк.

18. Обчислюємо річну еквівалентну дозу внутрішнього опромінення, сформовану внаслідок споживання редиски. Для цього кількість ^{137}Cs, що надійде в організм протягом року внаслідок споживання редиски (133,52 Бк), множимо на дозову ціну 1 Бк ^{137}Cs ($2 \cdot 10^{-2}$ мкЗв/Бк).

133,52 Бк · 2 · 10^{-5} мЗв/Бк = 2,670 мЗв

Кінцевий висновок: на цій території можна отримати придатну для споживання редиску після внесення 150 кг калійних добрив за діючою речовиною. Внаслідок проведення цього контрзаходу дозове навантаження на організм людини, сформоване внаслідок споживання редиски, зменшиться у 3,59 раза і становитиме 2,670 мкЗв за рік.

<u>3-е поле. Картопля сорту Світанок</u>

1. Визначаємо масу забрудненого шару ґрунту на 1 м^2, для чого перемножуємо показники площі ґрунту, товщини орного шару та об'ємної маси ґрунту:

100 см · 100 см · 25 см · 1,35 г/см^3 = 337500 г = 337,5 кг

2. Знаходимо вміст ^{137}Cs на 1 м^2, для чого забруднення 1 кг множимо на визначену масу ґрунту:

1050 Бк/кг · 337,5 кг = 354375 Бк = 354,38 кБк

3. Визначаємо забруднення території в Кі/км^2, для чого ділимо отримане забруднення на забруднення при 1 Кі (1 Кі/км^2 = 37 кБк/м^2):

354,38 кБк/м^2 : 37 кБк/м^2 = 9,58 Кі/км^2

4. Знаходимо коефіцієнт переходу ^{137}Cs в картоплю сорту Світанок на дерново-підзолистих ґрунтах при вмісті калію 2 мг/100 г (Додаток 5). Він становить 22 Бк/кг при щільності забруднення 1 Кі/км^2.

5. Визначаємо забруднення картоплі, для чого отримане забруднення території 9,58 Кі/км^2 множимо на знайдений коефіцієнт для 1 Кі:

9,58 · 22 Бк/кг = 210,71 Бк/кг.

6. Визначаємо придатність отриманої продукції, для чого у додатку 8 знаходимо допустимий рівень забруднення за ^{137}Cs згідно з ДР-2006. Для картоплі він становить 60 Бк/кг.

Перший висновок: продукція непридатна для використання, оскільки її забруднення за ^{137}Cs перевищує допустимий рівень у 3,51 раза (210,71 : 60 = 3,51).

Далі проводимо розрахунок і оцінку річної еквівалентної дози

внутрішнього опромінення організму людини внаслідок вживання цієї продукції.

7. Знаходимо річну норму споживання картоплі (Додаток 9). Вона становить 95 кг.

8. Визначаємо кількість ^{137}Cs, що надійде в організм людини протягом року внаслідок споживання картоплі. Для цього річну норму її споживання (95 кг) множимо на забруднення (210,71 Бк/кг):

95 кг · 210,71 Бк/кг = 20017,45 Бк

9. Знаходимо значення дозової ціни для ^{137}Cs (Додаток 10). Воно становить $2 \cdot 10^{-2}$ мкЗв/Бк.

10. Обчислюємо річну еквівалентну дозу внутрішнього опромінення, сформовану внаслідок споживання картоплі. Для цього кількість ^{137}Cs, що надійде в організм протягом року внаслідок споживання картоплі (20017,45 Бк), множимо на дозову ціну 1 Бк ^{137}Cs ($2 \cdot 10^{-2}$ мкЗв/Бк).

20017,45 Бк · 2 · 10^{-2} мкЗв/Бк = 400,349 мкЗв

Другий висновок: споживання картоплі в кількості 95 кг за рік при її забрудненні 210,71 Бк/кг зумовить надходження 20017,44 Бк ^{137}Cs і дозу внутрішнього опромінення 400,349 мкЗв за рік.

Далі розпочинаємо дії щодо можливого використання угіддя для вирощування картоплі, яка відповідала б вимогам ДР-2006.

11. Визначаємо необхідний коефіцієнт переходу для отримання придатної для вживання картоплі, для чого коефіцієнт, визначений у дії 4 (22 Бк/кг), ділимо на 3,51:

22 Бк/кг : 3,51 = 6,27 Бк/кг

12. Знаходимо, при якому вмісті калію на дерново-підзолистих ґрунтах коефіцієнт переходу ^{137}Cs в картоплю буде становити 6,27 Бк/кг або менше (Додаток 5). При вмісті калію 7 мг на 100 г коефіцієнт буде становити 6,2 Бк/кг.

13. Визначаємо дефіцит калію в ґрунті, для чого від необхідних 7 мг віднімаємо 2 мг наявних у ґрунті:

7 – 2 = 5 мг .

Нагадуємо, що для підвищення вмісту калію на 1 мг на 100 г в орному шарі ґрунту необхідно внести 30 кг калійних добрив за діючою речовиною.

14. Визначаємо необхідну кількість внесення калію, для чого 30 кг множимо на дефіцит калію - 5 мг:

30 кг · 5 = 150 кг калійних добрив за діючою речовиною.

15. Визначаємо прогнозоване забруднення картоплі після внесення калійних добрив, для чого очікуваний коефіцієнт переходу (6,2 Бк/кг для 1 Кі/км^2) множимо на забруднення території (9,58 Кі/км^2):

6,2 Бк/кг · 9,58 = 59,4 Бк/кг

Третій висновок: на цій території можна отримати придатну за вмістом ^{137}Cs картоплю після внесення 150 кг калійних добрив за діючою речовиною, при цьому її забруднення буде в 1,01 раза нижче за допустимий рівень (60 : 59,4 = 1,01).

Встановлюємо дозову ефективність проведених контрзаходів.

16. Обчислюємо річну еквівалентну дозу внутрішнього опромінення, сформовану внаслідок споживання картоплі, що була вирощена на полі після внесення 150 кг калійних добрив за діючою речовиною. Для цього річну норму споживання картоплі (95 кг) множимо на її забруднення (59,4 Бк/кг).

95 кг · 59,4 Бк/кг = 5643 Бк

17. Знаходимо значення дозової ціни для ^{137}Cs (Додаток 10). Воно становить $2 \cdot 10^{-2}$ мкЗв/Бк.

18. Обчислюємо річну еквівалентну дозу внутрішнього опромінення, сформовану внаслідок споживання картоплі. Для цього кількість ^{137}Cs, що надійде в організм протягом року внаслідок споживання картоплі (5643 Бк), множимо на дозову ціну 1 Бк ^{137}Cs ($2 \cdot 10^{-2}$ мкЗв/Бк).

5643 Бк · 2 · 10^{-2} мЗв/Бк = 112,860 мкЗв

Кінцевий висновок: на цій території можна отримати придатну для вживання картоплю після внесення 150 кг калійних добрив за діючою речовиною. Внаслідок проведення цього контрзаходу дозове навантаження на організм людини, сформоване внаслідок споживання картоплі зменшиться у 3,55 раза і буде становити 112,860 мкЗв за рік.

<u>4-е поле. Капуста сорту Білосніжка</u>

1. Визначаємо масу забрудненого шару ґрунту на 1 м^2, для чого перемножуємо показники площі ґрунту, товщини орного шару та об'ємної маси ґрунту:

100 см · 100 см · 25 см · 1,31 г/см^3 = 327500 г = 327,5 кг

2. Знаходимо вміст ^{137}Cs на 1 м^2, для чого забруднення 1 кг множимо на визначену масу ґрунту:

1180 Бк/кг · 327,5 кг = 386450 Бк = 386,45 кБк

3. Визначаємо забруднення території в Кі/км^2, для чого ділимо отримане забруднення на забруднення при 1 Кі (1 Кі/км^2 = 37 кБк/м^2):

386,45 кБк/м^2 : 37 кБк/м^2 = 10,44 Кі/км^2

4. Знаходимо коефіцієнт переходу ^{137}Cs в капусту сорту Білосніжка на дерново-підзолистих ґрунтах при вмісті калію 3 мг/100 г (Додаток 5). Він становить 14 Бк/кг при щільності забруднення 1 Кі/км^2.

5. Визначаємо забруднення капусти, для чого отримане забруднення території 10,44 Кі/км^2 множимо на знайдений коефіцієнт для 1 Кі:

10,44 · 14 Бк/кг = 114,84 Бк/кг.

6. Визначаємо придатність отриманої продукції, для чого у додатку 8 знаходимо допустимий рівень забруднення за ^{137}Cs згідно з ДР-2006. Для овочів він становить 40 Бк/кг.

Перший висновок: продукція непридатна для використання, оскільки її забруднення за ^{137}Cs перевищує допустимий рівень у 2,87 раза (114,84 : 40 = 2,87).

Далі проводимо розрахунок і оцінку річної еквівалентної дози внутрішнього опромінення організму людини внаслідок вживання цієї продукції.

7. Знаходимо річну норму споживання капусти (Додаток 9). Вона становить 28 кг.

8. Визначаємо кількість ^{137}Cs, що надійде в організм людини протягом року внаслідок споживання капусти. Для цього річну норму її споживання (28 кг) множимо на забруднення (114,84 Бк/кг):

28 кг · 114,84 Бк/кг = 3215,52 Бк

9. Знаходимо значення дозової ціни для ^{137}Cs (Додаток 10). Воно становить $2 \cdot 10^{-2}$ мкЗв/Бк.

10. Обчислюємо річну еквівалентну дозу внутрішнього опромінення, сформовану внаслідок споживання капусти. Для цього кількість ^{137}Cs, що надійде в організм протягом року внаслідок споживання капусти (3215,52 Бк), множимо на дозову ціну 1 Бк ^{137}Cs ($2 \cdot 10^{-2}$ мкЗв/Бк).

3215,52 Бк · $2 \cdot 10^{-2}$ мкЗв/Бк = 64,310 мкЗв

Другий висновок: споживання капусти в кількості 28 кг за рік при її забрудненні 114,84 Бк/кг зумовить надходження 3215,52 Бк ^{137}Cs і дозу внутрішнього опромінення 64,310 мкЗв за рік.

Далі розпочинаємо дії щодо можливого використання угіддя для вирощування капусти, яка відповідала б вимогам ДР-2006.

11. Визначаємо необхідний коефіцієнт переходу для отримання придатної для вживання капусти, для чого коефіцієнт, визначений у дії 4 (14 Бк/кг), ділимо на 2,87:

14 Бк/кг : 2,871 = 3,83 Бк/кг

12. Знаходимо, при якому вмісті калію на дерново-підзолистих ґрунтах коефіцієнт переходу ^{137}Cs в капусту буде становити 3,83 Бк/кг або менше (Додаток 5). При вмісті калію 11 мг на 100 г коефіцієнт буде становити 3,7 Бк/кг.

13. Визначаємо дефіцит калію в ґрунті, для чого від необхідних 11 мг віднімаємо 2 мг наявних у ґрунті:

11 – 3 = 8 мг .

Нагадуємо, що для підвищення вмісту калію на 1 мг на 100 г в орному шарі ґрунту необхідно внести 30 кг калійних добрив за діючою речовиною.

14. Визначаємо необхідну кількість внесення калію, для чого 30 кг множимо на дефіцит калію - 5 мг:

30 кг · 8 = 240 кг калійних добрив за діючою речовиною

15. Визначаємо прогнозоване забруднення капусти після внесення калійних добрив, для чого очікуваний коефіцієнт переходу (3,7 Бк/кг для 1 Кі/км^2) множимо на забруднення території (10,44 Кі/км^2):

3,7 Бк/кг · 10,44 = 38,63 Бк/кг

Третій висновок: на цій території можна отримати придатну за вмістом ^{137}Cs капусту після внесення 240 кг калійних добрив за діючою речовиною, при цьому її забруднення буде в 1,035 раза нижче за допустимий рівень (40 : 38,63 = 1,04).

Встановлюємо дозову ефективність проведених контрзаходів.

16. Обчислюємо річну еквівалентну дозу внутрішнього опромінення, сформовану внаслідок споживання капусти, що була вирощена на полі після внесення 150 кг калійних добрив за діючою речовиною. Для цього річну норму споживання капусти (28 кг) множимо на її забруднення (38,63 Бк/кг).

28 кг · 38,63 Бк/кг = 1081,64 Бк

17. Знаходимо значення дозової ціни для ^{137}Cs (Додаток 10). Воно становить $2 \cdot 10^{-2}$ мкЗв/Бк.

18. Обчислюємо річну еквівалентну дозу внутрішнього опромінення, сформовану внаслідок споживання капусти. Для цього кількість ^{137}Cs, що надійде в організм протягом року внаслідок споживання капусти (1081,64 Бк), множимо на дозову ціну 1 Бк ^{137}Cs ($2 \cdot 10^{-2}$ мкЗв/Бк).

1081,64 Бк · $2 \cdot 10^{-2}$ мкЗв/Бк = 21,633 мкЗв

Кінцевий висновок: на цій території можна отримати придатну для вживання капусту після внесення 240 кг калійних добрив за діючою речовиною. Внаслідок проведення цього контрзаходу дозове навантаження на організм людини, сформоване внаслідок споживання капусти, зменшиться у 2,97 раза і становитиме 21,633 мкЗв за рік.

5-е поле. Буряк столовий сорту Невський

1. Визначаємо масу забрудненого шару ґрунту на 1 м^2, для чого перемножуємо показники площі ґрунту, товщини орного шару та об'ємної маси ґрунту:

100 см · 100 см · 25 см · 1,34 г/см^3 = 335000 г = 335 кг

2. Знаходимо вміст ^{137}Cs на 1 м^2, для чого забруднення 1 кг множимо на визначену масу ґрунту:

1150 Бк/кг · 335 кг = 385250 Бк = 385,25 кБк

3. Визначаємо забруднення території в Кі/км^2, для чого ділимо отримане забруднення на забруднення при 1 Кі (1 Кі/км^2 = 37 кБк/м^2):

385,25 кБк/м^2 : 37 кБк/м^2 = 10,41 Кі/км^2

4. Знаходимо коефіцієнт переходу ^{137}Cs в буряки столові сорту Невські на дерново-підзолистих ґрунтах при вмісті калію 4 мг/100 г (Додаток 5). Він становить 13 Бк/кг при щільності забруднення 1 Кі/км^2.

5. Визначаємо забруднення буряків, для чого отримане забруднення території 10,41 Кі/км^2 множимо на знайдений коефіцієнт для 1 Кі:

10,41 · 13 Бк/кг = 135,33 Бк/кг.

6. Визначаємо придатність отриманої продукції, для чого у додатку 8 знаходимо допустимий рівень забруднення за ^{137}Cs згідно з ДР-2006. Для овочів він становить 40 Бк/кг.

Перший висновок: продукція непридатна для використання, оскільки її забруднення за ^{137}Cs перевищує допустимий рівень у 3,38 раза (135,33 : 40 = 3,38).

Далі проводимо розрахунок і оцінку річної еквівалентної дози внутрішнього опромінення організму людини внаслідок вживання цієї продукції.

7. Знаходимо річну норму споживання буряка столового (Додаток 9). Вона становить 18 кг.

8. Визначаємо кількість ^{137}Cs, що надійде в організм людини протягом року внаслідок споживання буряку. Для цього річну норму їх споживання (18 кг) множимо на забруднення (135,33 Бк/кг):

18 кг · 135,33 Бк/кг = 2435,94 Бк

9. Знаходимо значення дозової ціни для ^{137}Cs (Додаток 10). Воно становить $2 \cdot 10^{-2}$ мкЗв/Бк.

10. Обчислюємо річну еквівалентну дозу внутрішнього опромінення, сформовану внаслідок споживання буряку. Для цього кількість ^{137}Cs, що надійде в організм протягом року внаслідок споживання буряку (2435,94 Бк), множимо на дозову ціну 1 Бк ^{137}Cs ($2 \cdot 10^{-2}$ мкЗв/Бк).

$$2435{,}94 \text{ Бк} \cdot 2 \cdot 10^{-2} \text{ мкЗв/Бк} = 48{,}719 \text{ мкЗв}$$

Другий висновок: споживання столового буряку в кількості 18 кг за рік при його забрудненні 135,33 Бк/кг зумовить надходження 2435,94 Бк ^{137}Cs і дозу внутрішнього опромінення 48,719 мкЗв за рік.

Далі розпочинаємо дії щодо можливого використання угіддя для вирощування столового буряку, які відповідали б вимогам ДР-2006.

11. Визначаємо необхідний коефіцієнт переходу для отримання придатного для вживання буряку, для чого коефіцієнт, визначений у дії 4 (13 Бк/кг), ділимо на 3,38:

$$13 \text{ Бк/кг} : 3{,}38 = 3{,}85 \text{ Бк/кг}$$

12. Знаходимо, при якому вмісті калію на дерново-підзолистих ґрунтах коефіцієнт переходу ^{137}Cs в буряки буде становити 3,85 Бк/кг або менше (Додаток 5). При вмісті калію 15 мг на 100 г коефіцієнт буде становити 3,4 Бк/кг.

13. Визначаємо дефіцит калію в ґрунті, для чого від необхідних 15 мг віднімаємо 4 мг наявних у ґрунті:

$$15 - 4 = 11 \text{ мг}.$$

Нагадуємо, що для підвищення вмісту калію на 1 мг на 100 г в орному шарі ґрунту необхідно внести 30 кг калійних добрив за діючою речовиною.

14. Визначаємо необхідну кількість внесення калію, для чого 30 кг множимо на дефіцит калію 11 мг:

$$30 \text{ кг} \cdot 11 = 330 \text{ кг калійних добрив за діючою речовиною.}$$

В перерахунку на фізичну масу мінеральних калійних добрив це становитиме близько 590 кг/га. Внесення такої кількості добрив недоцільне і економічно невиправдане.

Тому одним із варіантів подальшого вирішення задачі може бути підбір іншої культури, близької за господарським значенням, але з меншим коефіцієнтом переходу. Такою культурою може бути морква сорту Нантська. Рішення задачі починаємо з пункту 4.

4. Знаходимо коефіцієнт переходу ^{137}Cs в моркву сорту Нантська на дерново-підзолистих ґрунтах при вмісті калію 4 мг/100 г (Додаток 5). Він становить 6 Бк/кг при щільності забруднення 1 Кі/км^2.

5. Визначаємо забруднення моркви, для чого отримане забруднення території 10,41 Кі/км^2 множимо на знайдений коефіцієнт для 1 Кі:

$$10{,}41 \cdot 6 \text{ Бк/кг} = 62{,}46 \text{ Бк/кг}.$$

6. Визначаємо придатність отриманої продукції, для цього у додатку 8 знаходимо допустимий рівень забруднення за ^{137}Cs згідно з ДР-2006. Для овочів він становить 40 Бк/кг.

Перший висновок: продукція непридатна для використання,

оскільки її забруднення за ^{137}Cs перевищує допустимий рівень у 1,60 раза (62,46 : 40 = 1,60).

Далі проводимо розрахунок і оцінку річної еквівалентної дози внутрішнього опромінення організму людини внаслідок вживання цієї продукції.

7. Знаходимо річну норму споживання моркви (Додаток 9). Вона становить 18 кг.

8. Визначаємо кількість ^{137}Cs, що надійде в організм людини протягом року внаслідок споживання моркви. Для цього річну норму її споживання (18 кг) множимо на забруднення (62,46 Бк/кг):

$$18 \text{ кг} \cdot 62{,}46 \text{ Бк/кг} = 1124{,}28 \text{ Бк}$$

9. Знаходимо значення дозової ціни для ^{137}Cs (Додаток 10). Воно становить $2 \cdot 10^{-2}$ мкЗв/Бк.

10. Обчислюємо річну еквівалентну дозу внутрішнього опромінення, сформовану внаслідок споживання моркви. Для цього кількість ^{137}Cs, що надійде в організм протягом року внаслідок споживання моркви (1124,28 Бк), множимо на дозову ціну 1 Бк ^{137}Cs ($2 \cdot 10^{-2}$ мкЗв/Бк).

$$1124{,}28 \text{ Бк} \cdot 2 \cdot 10^{-2} \text{ мкЗв/Бк} = 22{,}486 \text{ мкЗв}$$

Другий висновок: споживання моркви в кількості 18 кг за рік при її забрудненні 62,46 Бк/кг зумовить надходження 1124,28 Бк ^{137}Cs і дозу внутрішнього опромінення 22,486 мкЗв за рік.

Далі розпочинаємо дії щодо можливого використання угіддя для вирощування моркви, яка відповідала б вимогам ДР-2006.

11. Визначаємо необхідний коефіцієнт переходу для отримання придатної для вживання моркви, для чого коефіцієнт, визначений у дії 4 (6 Бк/кг), ділимо на 1,6:

$$6 \text{ Бк/кг} : 1{,}6 = 3{,}75 \text{ Бк/кг}$$

12. Знаходимо, при якому вмісті калію на дерново-підзолистих ґрунтах коефіцієнт переходу ^{137}Cs в моркву сорту Нантська буде становити 3,75 Бк/кг або менше (Додаток 5). При вмісті калію 7 мг на 100 г коефіцієнт буде становити 3,4 Бк/кг.

13. Визначаємо дефіцит калію в ґрунті, для чого від необхідних 7 мг віднімаємо 4 мг наявних у ґрунті:

$$7 - 4 = 3 \text{ мг}.$$

Нагадуємо, що для підвищення вмісту калію на 1 мг на 100 г в орному шарі ґрунту необхідно внести 30 кг калійних добрив за діючою речовиною.

14. Визначаємо необхідну кількість внесення калію, для чого 30 кг множимо на дефіцит калію 11 мг:

$$30 \text{ кг} \cdot 3 = 90 \text{ кг калійних добрив за діючою речовиною.}$$

15. Визначаємо прогнозоване забруднення моркви після внесення калійних добрив, для чого очікуваний коефіцієнт переходу (3,4 Бк/кг для 1 Кі/км^2) множимо на забруднення території (10,41 Кі/км^2):

$$3{,}4 \text{ Бк/кг} \cdot 10{,}41 = 35{,}39 \text{ Бк/кг}$$

Третій висновок: на цій території можна отримати придатну за вмістом ^{137}Cs моркву після внесення 90 кг калійних добрив за діючою

речовиною, при цьому її забруднення буде в 1,13 раза нижче за допустимий рівень (40 : 35,39 = 1,13).

Встановлюємо дозову ефективність проведених контрзаходів.

16. Обчислюємо річну еквівалентну дозу внутрішнього опромінення, сформовану внаслідок споживання моркви, що була вирощена на полі після внесення 90 кг калійних добрив за діючою речовиною. Для цього річну норму споживання моркви (18 кг) множимо на її забруднення (35,39 Бк/кг).

18 кг · 35,39 Бк/кг = 637,02 Бк

17. Знаходимо значення дозової ціни для ^{137}Cs (Додаток 10). Воно становить $2 \cdot 10^{-2}$ мкЗв/Бк.

18. Обчислюємо річну еквівалентну дозу внутрішнього опромінення, сформовану внаслідок споживання моркви. Для цього кількість ^{137}Cs, що надійде в організм протягом року внаслідок споживання моркви (637,02 Бк), множимо на дозову ціну 1 Бк ^{137}Cs ($2 \cdot 10^{-2}$ мкЗв/Бк).

637,02 Бк · $2 \cdot 10^{-2}$ мкЗв/Бк = 12,740 мкЗв

Кінцевий висновок: на цій території можна отримати придатну для вживання моркву після внесення 90 кг калійних добрив за діючою речовиною. Внаслідок проведення цього контрзаходу дозове навантаження на організм людини, сформоване внаслідок споживання моркви, зменшиться у 1,76 раза і буде становити 12,740 мкЗв за рік.

6-е поле. Помідори сорту Іскорка

1. Визначаємо масу забрудненого шару ґрунту на 1 $м^2$, для чого перемножуємо показники площі ґрунту, товщини орного шару та об'ємної маси ґрунту:

100 см · 100 см · 25 см · 1,32 г/$см^3$ = 325000 г = 325 кг

2. Знаходимо вміст ^{137}Cs на 1 $м^2$, для чого забруднення 1 кг множимо на визначену масу ґрунту:

975 Бк/кг · 325 кг = 316875 Бк = 316,875 кБк

3. Визначаємо забруднення території в Кі/$км^2$, для чого ділимо отримане забруднення на забруднення при 1 Кі (1 Кі/$км^2$ = 37 кБк/$м^2$):

316,875 кБк/$м^2$: 37 кБк/$м^2$ = 8,56 Кі/$км^2$

4. Знаходимо коефіцієнт переходу ^{137}Cs в помідори сорту Іскорка на дерново-підзолистих ґрунтах при вмісті калію 3 мг/100 г (Додаток 5). Він становить 4,9 Бк/кг при щільності забруднення 1 Кі/$км^2$.

5. Визначаємо забруднення помідорів, для чого отримане забруднення території 8,56 Кі/$км^2$ множимо на знайдений коефіцієнт для 1 Кі:

8,56 · 4,9 Бк/кг = 41,94 Бк/кг.

6. Визначаємо придатність отриманої продукції, для чого у додатку 8 знаходимо допустимий рівень забруднення за ^{137}Cs згідно з ДР-97. Для овочів він становить 40 Бк/кг.

Перший висновок: продукція непридатна для використання, оскільки її забруднення за ^{137}Cs перевищує допустимий рівень у 1,05 раза (41,94 : 40 = 1,05).

Далі проводимо розрахунок і оцінку річної еквівалентної дози внутрішнього опромінення організму людини внаслідок вживання цієї

продукції.

7. Знаходимо річну норму споживання помідорів (Додаток 9). Вона становить 25 кг.

8. Визначаємо кількість ^{137}Cs, що надійде в організм людини протягом року внаслідок споживання помідорів. Для цього річну норму їх споживання (25 кг) множимо на забруднення (41,94 Бк/кг):

25 кг · 41,94 Бк/кг = 1048,5 Бк

9. Знаходимо значення дозової ціни для ^{137}Cs (Додаток 10). Воно становить $2 \cdot 10^{-2}$ мкЗв/Бк.

10. Обчислюємо річну еквівалентну дозу внутрішнього опромінення, сформовану внаслідок споживання помідорів. Для цього кількість ^{137}Cs, що надійде в організм протягом року внаслідок споживання помідорів (1048,5 Бк), множимо на дозову ціну 1 Бк ^{137}Cs ($2 \cdot 10^{-2}$ мкЗв/Бк).

1048,5 Бк · $2 \cdot 10^{-2}$ мкЗв/Бк = 20,970 мкЗв

Другий висновок: споживання помідорів в кількості 25 кг за рік при їх забрудненні 41,94 Бк/кг зумовить надходження 1048,5 Бк ^{137}Cs і дозу внутрішнього опромінення 20,970 мкЗв за рік.

Далі розпочинаємо дії щодо можливого використання угіддя для вирощування помідорів, які відповідали б вимогам ДР-2006.

11. Визначаємо необхідний коефіцієнт переходу для отримання придатних для вживання помідорів, для чого коефіцієнт, визначений у дії 4 (4,9 Бк/кг), ділимо на 1,05:

4,9 Бк/кг : 1,05 = 4,67 Бк/кг

12. Знаходимо, при якому вмісті калію на дерново-підзолистих ґрунтах коефіцієнт переходу ^{137}Cs в помідори буде становити 4,67 Бк/кг або менше (Додаток 5). При вмісті калію 5 мг на 100 г коефіцієнт буде становити 3,7 Бк/кг.

13. Визначаємо дефіцит калію в ґрунті, для чого від необхідних 5 мг віднімаємо 3 мг наявних у ґрунті:

5 – 3 = 2 мг .

Для підвищення вмісту калію на 1 мг на 100 г в орному шарі ґрунту необхідно внести 30 кг калійних добрив за діючою речовиною.

14. Визначаємо необхідну кількість внесення калію, для чого 30 кг множимо на дефіцит калію - 2 мг:

30 кг · 2 = 60 кг калійних добрив за діючою речовиною.

15. Визначаємо прогнозоване забруднення помідорів після внесення калійних добрив, для чого очікуваний коефіцієнт переходу (3,7 Бк/кг для 1 Кі/$км^2$) множимо на забруднення території (8,56 Кі/$км^2$):

3,7 Бк/кг · 8,56 = 31,67 Бк/кг

Третій висновок: на цій території можна отримати придатні за вмістом ^{137}Cs помідори після внесення 60 кг калійних добрив за діючою речовиною, при цьому їх забруднення буде в 1,26 раза нижче за допустимий рівень (40 : 31,67 = 1,26).

Встановлюємо дозову ефективність проведених контрзаходів.

16. Обчислюємо річну еквівалентну дозу внутрішнього опромінення,

сформовану внаслідок споживання помідорів, що були вирощені на полі після внесення 60 кг калійних добрив за діючою речовиною. Для цього річну норму споживання помідорів (25 кг) множимо на їх забруднення (31,67 Бк/кг).

25 кг · 31,67 Бк/кг = 791,75 Бк

17. Знаходимо значення дозової ціни для ^{137}Cs (Додаток 10). Воно становить $2 \cdot 10^{-2}$ мкЗв/Бк.

18. Обчислюємо річну еквівалентну дозу внутрішнього опромінення, сформовану внаслідок споживання помідорів. Для цього кількість ^{137}Cs, що надійде в організм протягом року внаслідок споживання помідорів (791,75 Бк), множимо на дозову ціну 1 Бк ^{137}Cs ($2 \cdot 10^{-2}$ мкЗв/Бк).

791,75 Бк · $2 \cdot 10^{-2}$ мкЗв/Бк = 15,835 мкЗв

Кінцевий висновок: на цій території можна отримати придатні для вживання помідори після внесення 60 кг калійних добрив за діючою речовиною. Внаслідок проведення цього контрзаходу дозове навантаження на організм людини, сформоване внаслідок споживання помідорів, зменшиться у 1,32 раза і становитиме 15,835 мкЗв за рік.

7-е поле. Огірки сорту Далекосхідні

1. Визначаємо масу забрудненого шару ґрунту на 1 $м^2$, для чого перемножуємо показники площі ґрунту, товщини орного шару та об'ємної маси ґрунту:

100 см · 100 см · 25 см · 1,33г/$см^3$ = 332500 г = 332,5 кг

2. Знаходимо вміст ^{137}Cs на 1 $м^2$, для чого забруднення 1 кг множимо на визначену масу ґрунту:

1025 Бк/кг · 332,5 кг = 340812 Бк = 340,812 кБк

3. Визначаємо забруднення території в Кі/$км^2$, для чого ділимо отримане забруднення на забруднення при 1 Кі (1 Кі/$км^2$ = 37 кБк/$м^2$):

340,812 кБк/$м^2$: 37 кБк/$м^2$ = 9,21 Кі/$км^2$

4. Знаходимо коефіцієнт переходу ^{137}Cs в огірки сорту Далекосхідні на дерново-підзолистих ґрунтах при вмісті калію 3 мг/100 г (Додаток 5). Він становить 8,8 Бк/кг при щільності забруднення 1 Кі/$км^2$.

5. Визначаємо забруднення огірків, для чого отримане забруднення території 9,21 Кі/$км^2$ множимо на знайдений коефіцієнт для 1 Кі:

9,21 · 8,8 Бк/кг = 81 Бк/кг.

6. Визначаємо придатність отриманої продукції, для чого у додатку 8 знаходимо допустимий рівень забруднення за ^{137}Cs згідно з ДР-2006. Для овочів він становить 40 Бк/кг.

Перший висновок: продукція непридатна для використання, оскільки її забруднення за ^{137}Cs перевищує допустимий рівень у 2,02 раза (81 : 40 = 2,02).

Далі проводимо розрахунок і оцінку річної еквівалентної дози внутрішнього опромінення організму людини внаслідок вживання цієї продукції.

7. Знаходимо річну норму споживання огірків (Додаток 9). Вона становить 25 кг.

8. Визначаємо кількість ^{137}Cs, що надійде в організм людини протягом року внаслідок споживання огірків. Для цього річну норму їх споживання (25 кг) множимо на забруднення (81 Бк/кг):

25 кг · 81 Бк/кг = 2025 Бк

9. Знаходимо значення дозової ціни для ^{137}Cs (Додаток 10). Воно становить $2 \cdot 10^{-2}$ мкЗв/Бк.

10. Обчислюємо річну еквівалентну дозу внутрішнього опромінення, сформовану внаслідок споживання огірків. Для цього кількість ^{137}Cs, що надійде в організм протягом року внаслідок споживання огірків (2025 Бк), множимо на дозову ціну 1 Бк ^{137}Cs ($2 \cdot 10^{-2}$ мкЗв/Бк).

2025 Бк · $2 \cdot 10^{-2}$ мкЗв/Бк = 40,500 мкЗв

Другий висновок: споживання огірків в кількості 25 кг за рік при їх забрудненні 81 Бк/кг зумовить надходження 2025 Бк ^{137}Cs і дозу внутрішнього опромінення 40,500 мкЗв за рік.

Далі розпочинаємо дії щодо можливого використання угіддя для вирощування огірків, які відповідали б вимогам ДР-2006.

11. Визначаємо необхідний коефіцієнт переходу для отримання придатних для вживання огірків, для чого коефіцієнт, визначений у дії 4 (8,8 Бк/кг), ділимо на 2,02:

8,8 Бк/кг : 2,02 = 4,4 Бк/кг

12. Знаходимо, при якому вмісті калію на дерново-підзолистих ґрунтах коефіцієнт переходу ^{137}Cs в огірки буде становити 4,4 Бк/кг або менше (Додаток 5). При вмісті калію 9 мг на 100 г коефіцієнт буде становити 3,7 Бк/кг.

13. Визначаємо дефіцит калію в ґрунті, для чого від необхідних 9 мг віднімаємо 3 мг наявних у ґрунті:

9 – 3 = 6 мг .

Для підвищення вмісту калію на 1 мг на 100 г в орному шарі ґрунту необхідно внести 30 кг калійних добрив за діючою речовиною.

14. Визначаємо необхідну кількість внесення калію, для чого 30 кг множимо на дефіцит калію 6 мг:

30 кг · 6 = 180 кг калійних добрив за діючою речовиною.

15. Визначаємо прогнозоване забруднення огірків після внесення калійних добрив, для чого очікуваний коефіцієнт переходу (3,7 Бк/кг для 1 Кі/$км^2$) множимо на забруднення території (9,21 Кі/$км^2$):

3,7 Бк/кг · 9,21 = 34,1 Бк/кг

Третій висновок: на цій території можна отримати придатні за вмістом ^{137}Cs огірки після внесення 180 кг калійних добрив за діючою речовиною, при цьому їх забруднення буде в 1,17 раза нижче за допустимий рівень (40 : 34,1 = 1,17).

Встановлюємо дозову ефективність проведених контрзаходів.

16. Обчислюємо річну еквівалентну дозу внутрішнього опромінення, сформовану внаслідок споживання огірків, що були вирощені на полі після внесення 180 кг калійних добрив за діючою речовиною. Для цього річну норму споживання огірків (25 кг) множимо на їх забруднення (34,1 Бк/кг).

25 кг · 34,1 Бк/кг = 852,5 Бк

17. Знаходимо значення дозової ціни для ^{137}Cs (Додаток 10). Воно становить $2 \cdot 10^{-2}$ мкЗв/Бк.

18. Обчислюємо річну еквівалентну дозу внутрішнього опромінення, сформовану внаслідок споживання огірків. Для цього кількість ^{137}Cs, що надійде в організм протягом року внаслідок споживання огірків (852,5 Бк), множимо на дозову ціну 1 Бк ^{137}Cs ($2 \cdot 10^{-2}$ мкЗв/Бк).

852,5 Бк · $2 \cdot 10^{-2}$ мкЗв/Бк = 17,050 мкЗв

Кінцевий висновок: на цій території можна отримати придатні для вживання огірки після внесення 180 кг калійних добрив за діючою речовиною. Внаслідок проведення цього контрзаходу дозове навантаження на організм людини, сформоване внаслідок споживання огірків, зменшиться у 2,37 раза і становитиме 17,050 мкЗв за рік.

Розрахунок річної еквівалентної дози від надходження ^{137}Cs в організм людини з продуктами харчування до проведення контрзаходів проводять шляхом додавання доз, сформованих внаслідок вживання протягом року кожного продукту окремо (пункт 10 задачі).

$\Sigma Д_{екв}$ = 7,148 мкЗв + 9,587 мкЗв + 400,349 мкЗв + 64,310 мкЗв + 48,719 мкЗв + 20,970 мкЗв + 40,500 мкЗв = 591,580 мкЗв (0,592 мЗв)

<u>Висновок:</u> без проведення реабілітаційних заходів внаслідок вживання продукції рослинництва цієї сівозміни річна еквівалентна доза внутрішнього опромінення людини становитиме 0,592 мЗв, що становить близько 59% від встановленого НРБУ ліміту дози (1 мЗв).

Розрахунок річної еквівалентної дози від надходження ^{137}Cs в організм людини з продуктами харчування після проведення контрзаходів, проводять шляхом додавання доз, сформованих внаслідок вживання протягом року кожного продукту окремо (пункт 18 задачі).

$\Sigma Д_{екв}$ = 7,148 мкЗв + 2,670 мкЗв + 112,860 мкЗв + 21,633 мкЗв + 12,740 мкЗв + 15,835 мкЗв + 17,050 мкЗв = 189,936 мкЗв (0,190 мЗв)

Висновок: після проведення реабілітаційних заходів річна еквівалентна доза внутрішнього опромінення людини внаслідок вживання продукції рослинництва цієї сівозміни становитиме 0,190 мЗв. Вся отримана продукція буде відповідати вимогам ДР-2006, а кратність зниження дози внутрішнього опромінення (дозова ефективність проведених реабілітаційних заходів) становитиме 3,11 раза, що є досить високим показником.

Результати всіх розрахунків оформляються у вигляді таблиць (Додатки 6,7).

2.2. Прогнозування радіоактивного забруднення продукції тваринництва

Задача: Визначити вміст ^{137}Cs в молоці та м'ясі ВРХ (питома активність дерново-підзолистого ґрунту 600 Бк/кг, період утримання – літній пасовищний, сектор – громадський). Зробити висновки та дати рекомендації.

<u>Визначити</u>:

1. Щільність забруднення території радіонуклідами.

2. Раціон для цього періоду року, типу утримання та виду тварин.
3. Вміст радіонуклідів у кожному окремому виді корму.
4. Розрахувати очікувану концентрацію радіонуклідів у кінцевому продукті.
5. Порівняти отримані дані з допустимими рівнями вмісту ^{137}Cs в молоці та м'ясі, зробити висновки та дати конкретні рекомендації щодо зменшення вмісту радіонуклідів у кінцевому продукті.
6. Розрахувати дозове навантаження на організм людини в результаті вживання цієї продукції.

Приклад рішення:

1. Визначаємо щільність забруднення території (Н) радіонуклідами в кБк/м^2. Для цього необхідно вміст ^{137}Cs або ^{90}Sr (Бк/кг ґрунту) помножити на масу 1 м^2 орного шару, яка залежить від об'ємної маси ґрунту та глибини оранки. Для розрахунку використовують опосередковані показники маси орного шару ґрунтів: дерново-підзолистих – 270 кг, сірих лісових – 260 кг, чорноземних – 300 кг, торф'яно-болотних – 190 кг. Глибину оранки в середньому приймають за 20 см.

Н = 600 Бк/кг · 270 кг/м^2 = 162000 Бк/м^2 = 162 кБк/м^2

1.1. Визначаємо забруднення території в одиницях Кі/км^2. Ділимо 162 кБк/м^2 на 37 (1 Кі/км^2 = 37 кБк/м^2).

162 кБк/м^2 : 37 = 4,4 Кі/км^2.

Отримуємо 4,4 Кі/км^2.

<u>Примітка</u>: Якщо в умовах задачі щільність забруднення визначена в одиницях Кі/км^2, необхідно зробити перерахунок в одиниці системи СІ – кБк/м^2, тобто помножити щільність забруднення в Кі/км^2 на 37.

2. Складаємо раціон для літнього періоду утримання тварин, який є типовим для цієї ґрунтово-кліматичної зони (Додатки 18,19,20,21).

Трави з окультурених пасовищ – 50 кг;

Концентрати (дерть ячмінна) – 5 кг.

3. Визначаємо вміст радіонуклідів у кожному окремому виді корму та їх вміст в раціоні, для чого дані, які наведені в Додатку 14, множимо на визначену щільність забруднення території радіонуклідами в одиницях кБк/м^2, а дані з Додатку 15, множимо на щільність забруднення території в одиницях Кі/км^2:

Трава з окультурених пасовищ - 0,7 · 162 = 113 Бк/кг;

Концентрати (дерть ячмінна) - 4,1 · 4,4 = 18 Бк/кг.

Вміст ^{137}Cs в раціоні:

За рахунок трави з окультурених пасовищ - 113 · 50 = 5650 Бк/раціон;

За рахунок концентратів - 18 · 5 = 90 Бк/раціон;

Всього: 5650 Бк + 90 Бк = 5740 Бк/раціон.

4. Визначаємо очікувану концентрацію радіонуклідів у кінцевому продукті, використовуючи Додаток 13 та формулу 3:

Очікувані концентрації ^{137}Cs в молоці, Бк/л:

За рахунок трави з окультурених пасовищ – 5650 Бк/раціон · 1% / 100 = 56,5 Бк/л;

За рахунок концентратів - 90 Бк/раціон · 1% / 100 = 0,9 Бк/л;

Всього: 56,5 Бк/л + 0,9 Бк/л = 57,4 Бк/л.

Очікувані концентрації ^{137}Cs в м'ясі, Бк/кг:

За рахунок трави з окультурених пасовищ – 5650 Бк/раціон · 4% / 100 = 226 Бк/кг;

За рахунок концентратів - 90 Бк/раціон · 4% / 100 = 3,6 Бк/кг;

Всього: 226 Бк/кг + 3,6 Бк/л = 229,6 Бк/кг.

5. Порівнюємо отримані нами дані з допустимими рівнями вмісту ^{137}Cs в молоці та м'ясі (Додаток 8):

Молоко ДР – 2006 за ^{137}Cs 100 Бк/кг;

М'ясо ДР – 2006 за ^{137}Cs 200 Бк/кг;

Фактично:

По молоку 100 Бк/л / 57,4 Бк/л = у 1,74 раза нижче за ДР-2006;

По м'ясу 229,6 Бк/кг / 200 Бк/кг = у 1,15 раза вище за ДР-2006.

Робимо висновки та даємо конкретні рекомендації щодо зменшення вмісту радіонуклідів у кінцевому продукті:

Вміст ^{137}Cs в молоці корів відповідає вимогам ДР-2006. Вміст ^{137}Cs в м'ясі перевищує допустимі рівні у 1,15 раза. Для зменшення переходу радіонукліда в молоко та м'ясо необхідно ввести в раціон ентеросорбенти (цеолітове борошно марки А або хумоліт), які знижують концентрацію ^{137}Cs в молоці та м'ясі в 2,5-3,5 раза. Після введення в раціон ентеросорбентів таке молоко може використовуватись також для виготовлення спеціалізованих продуктів дитячого харчування.

6. Розраховуємо дозове навантаження на організм людини в результаті вживання цієї продукції:

Встановлюємо дозову ефективність проведених контрзаходів.

Обчислюємо річну еквівалентну дозу внутрішнього опромінення, сформовану внаслідок споживання продукції тваринництва. Для цього річну норму їх споживання (Додаток 9) множимо на їх забруднення.

Молоко: 125 л · 57,4 Бк/л = 7175 Бк

Яловичина: 14 кг ·229,6 Бк/кг = 3214 Бк

Всього за рахунок продукції тваринництва: 7175 + 3214 = 10389 Бк

Знаходимо значення дозової ціни для ^{137}Cs (Додаток 10). Воно становить $2 \cdot 10^{-2}$ мкЗв/Бк.

Обчислюємо річну еквівалентну дозу внутрішнього опромінення, сформовану внаслідок споживання цієї продукції тваринництва. Для цього кількість ^{137}Cs, що надійде в організм протягом року внаслідок її споживання (10389 Бк), множимо на дозову ціну 1 Бк ^{137}Cs ($2 \cdot 10^{-2}$ мкЗв/Бк).

$$10389 \text{ Бк} \cdot 2 \cdot 10^{-2} \text{ мкЗв/Бк} = 207{,}000 \text{ мкЗв (0,207 мЗв)}$$

Висновок: річна еквівалентна доза внутрішнього опромінення, сформована внаслідок споживання цієї продукції тваринництва становитиме 0,207 мЗв за рік, що становить 20,7% від ліміту дози для осіб категорії В.

Результати розрахунків оформляються у вигляді таблиці (Додаток 22):

Розділ 3

НАПИСАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

3.1. Структура курсової роботи

Курсова робота повинна мати цілісну структуру, а окремі її розділи логічно пов'язуватися між собою. Кожний розділ, підрозділ і пункт закінчуються висновком, який служить своєрідним переходом до наступних частин.

Курсова робота повинна мати такі структурні елементи: титульну сторінку, зміст, вступ, огляд літератури, експериментальну частину, яка включає підрозділи: матеріали та методи, результати та їх обговорення, узагальнення, висновки, список використаної літератури. Додатковими елементами можуть бути: список прийнятих скорочень, додатки.

Титульна сторінка – перша сторінка – заповнюється за зразком (Додаток 23).

Зміст – друга сторінка курсової роботи – включає нумерацію та назви всіх розділів, підрозділів та пунктів із позначенням номерів сторінок, на яких вони надруковані.

Вступ - в цьому розділі коротко оцінюється сучасний стан проблеми, яка вивчається, вихідні дані для розробки теми, висновок про необхідність проведення досліджень за цією темою. У "Вступі" має бути відображено актуальність, новизну, мету та завдання курсової роботи. Загальний обсяг цього розділу 2-3 сторінки.

Огляд літератури – в ньому висвітлюються основні дані наукової літератури за темою роботи. Матеріал подається у вигляді критичного аналізу з порівнянням та узагальненням даних. Кожне положення "Огляду літератури", запозичене з літератури, підтверджується посиланням на першоджерело шляхом вказування порядкового номера посилання в "Списку літератури". Наприклад: "Дійсно, було показано, що внесення калійних добрив у кількості 60 кг/га при вмісті калію 1 мг/100 г призводить до зниження рівня забруднення урожаю на 67% [24]". Якщо в цьому розділі використовуються рисунки або таблиці, то в підписі до них необхідно подати посилання на джерело.

При дослівному цитуванні якогось матеріалу цитата береться в лапки, після чого подається посилання і номер сторінки в квадратних дужках.

Обсяг "Огляду літератури" – 10-12 сторінок.

Експериментальна частина - у першому підрозділі ***"Матеріали та методи досліджень"*** описуються об'єкти (тип ґрунту, структура сівозміни, ступінь забруднення радіонуклідами, вміст обмінного калію і т.п.) та методи досліджень із посиланням на джерело літератури, звідки взято метод.

Підрозділ ***"Результати та їх обговорення"*** може включати ряд пунктів. Результати власних досліджень подають у вигляді таблиць або рисунків. В таблиці вказується достовірність отриманих результатів, а на графіках і діаграмах наводяться результати у вигляді вертикальних ліній з

обмеженнями, які розраховуються за законами ймовірної статистики межі їх максимально можливих змін.

Не дозволяється дублювання результатів досліджень в таблицях і рисунках.

Результати повинні описуватися чітко, без повторень, вказуючи умови проведення дослідів таким чином, щоб їх можна було легко відтворити.

При обговоренні результатів отримані експериментальні дані аналізують і порівнюють з результатами, отриманими іншими авторами. Підрозділи та пункти цієї частини роботи повинні закінчуватись короткими висновками (без виділення в окремі пункти), які б зв'язували всі підрозділи між собою і забезпечували цілісність всієї роботи.

Обсяг підрозділу "Результати та їх обговорення" визначається метою та завданнями роботи і, як правило, не перевищує половини всієї роботи.

Узагальнення - в цьому розділі автор курсової роботи повинен узагальнити отримані результати досліджень та висловити свої припущення про доцільність використання тих чи інших заходів, розроблених у роботі.

Висновки - основна мета експериментальної частини – підвести підсумки всієї роботи. Тут необхідно в чіткій і лаконічній формі у вигляді окремих пунктів подати основні результати власних досліджень. В цілому висновки повинні свідчити, що мету роботи досягнуто, а поставлені завдання вирішено.

Список літератури - вносяться в алфавітному порядку джерела українською та російською мовами (кирилицею), а потім англійською, німецькою та іншими (латиною). Роботи одного й того ж автора вносяться в хронологічному порядку. Якщо є роботи одного автора і його ж роботи в співавторстві, то спочатку вказують його самостійні роботи.

Приклади бібліографічного опису джерел літератури наведено в додатку 24.

3.2. Оформлення курсової роботи

Після пошуку літературних даних та їх систематизації, виконання експериментальної частини та обробки результатів досліджень студенти переходять до написання курсової роботи. Обсяг курсової роботи визначається її характером, однак, бажано щоб він не перевищував 35, але й не був меншим за 25 сторінок (шрифт 14, інтервал 1,5).

Курсова робота повинна бути написана (надрукована) на одній стороні листка білого паперу формату А4 (розмір 21 х 29,5 см). Сторінки повинні мати поля: ліве – 3 см, праве – 1 см, верхнє і нижнє – 2,5 см. Робота пишеться українською мовою, без помилок. Граматичні помилки, графічні неточності, виявлені в курсовій роботі, можна підчистити або забілити, а потім нанести на це місце виправлений текст. Вписувати в текст окремі слова, формули, умовні знаки допускається тільки чорнилами або пастою.

Заголовки розділів, підрозділів і пунктів розмішують симетрично до тексту з абзацу (відступ 1,25 см). Розділи починають з нової сторінки. Вони повинні мати порядкову нумерацію і назначуються арабськими цифрами з

крапкою. Вступ і заключення не нумеруються. Номер підрозділу складається з номера розділу і підрозділу, які розділяються крапкою, а номер пункту – з номера розділу, підрозділу і пункту, розділених крапкою.

Всі сторінки курсової роботи нумеруються арабськими цифрами за порядком від титульної до останньої сторінки без пропусків, повторень та додавання літер. Нумерація починається з другої сторінки. На титульній сторінці номер не ставиться. Останню сторінку підписує автор.

Графічний матеріал (Додаток 11) графіки, діаграми, схеми, картограми, а також фотографії чи карти позначаються як рисунки (наприклад, рис.1) і під ними дається підпис. Таблиці нумеруються так само, але у верхньому правому куті. Під номером таблиці дається її заголовок. Якщо необхідно перенести частину таблиці на іншу сторінку, то над нею пишуть "Продовження табл." та вказують її номер. Після підпису рисунка ставиться крапка. Після підпису таблиці крапка не ставиться. Графіки, таблиці, карти та інший матеріал включають в загальну нумерацію сторінок і розміщують відразу після посилання в тексті. При необхідності окремі ілюстрації можна розмістити в додатку.

Формули нумеруються справа на рівні формули в круглих дужках.

При необхідності в курсову роботу ввести додаток, його починають з нової сторінки, вказавши в правому верхньому куті "Додаток", а потім заголовок. Додатки нумерують послідовно арабськими цифрами.

ДОДАТКИ

Додаток 1

Забруднення ґрунту полів сівозмін ^{137}Cs, Бк/кг

Варіанти (номер сівозміни)	Номери полів						
	1	2	3	4	5	6	7
1	790	850	1100	910	870	980	1200
2	920	810	860	990	930	1150	820
3	800	940	900	1000	880	1050	1010
4	850	950	790	920	890	1030	910
5	870	1040	910	990	1060	1000	880
6	1200	1160	980	1020	850	1130	800
7	1090	1140	900	970	950	820	1000
8	1190	960	790	880	940	1080	1120
9	990	870	960	1060	1160	1200	830
10	930	850	970	1070	1150	1170	920

Примітка: у всіх варіантах завдань тип ґрунту – дерново-підзолистий, а товщина орного шару становить 25 см.

Додаток 2

Орієнтовні схеми розміщення культур

У господарствах овочевого напряму:

1. 1-е поле – гречка; 2 – огірки; 3 – помідори; 4 – капуста; 5 – картопля; 6 – жито; 7 – буряки столові.
2. 1-е поле – картопля; 2 – редиска; 3 – пшениця озима; 4 – капуста рання; 5 – буряки столові; 6 – жито; 7 – кабачки.
3. 1-е поле – морква; 2 – жито; 3 – картопля; 4 – капуста цвітна; 5 – цибуля; 6 – помідори; 7 – патисони.
4. 1-е поле – жито; 2 – огірки; 3 – капуста; 4 – картопля; 5 – помідори; 6 – пшениця озима; 7 – буряки столові.
5. 1-е поле – картопля; 2 – огірки; 3 – морква; 4 – помідори; 5 – жито; 6 – цибуля; 7 – капуста.
6. 1-е поле – картопля; 2 – цибуля; 3 – огірки; 4 – буряки столові; 5 – озима пшениця; 6 – капуста; 7 – морква.
7. 1-е поле – помідори; 2 – озиме жито; 3 – капуста; 4 – картопля; 5 – огірки; 6 – озима пшениця; 7 – буряки столові.
8. 1-е поле – цибуля; 2 – помідори; 3 – озиме жито; 4 – буряки столові; 5 – овес; 6 – картопля; 7 – озима пшениця.
9. 1-е поле – озиме жито; 2 – буряки столові; 3 – помідори; 4 – капуста; 5 – картопля; 6 – просо; 7 – морква.
10. 1-е поле – огірки; 2 – картопля; 3 – капуста рання; 4 – озима пшениця; 5 – морква; 6 – помідори; 7 – буряки столові.

Додаток 3

Вміст в ґрунті полів сівозміни обмінного калію, мг/100 г

Варіанти	Номери полів						
	1	2	3	4	5	6	7
1	3	2	4	2	5	4	3
2	2	4	1	3	4	3	2
3	3	2	4	5	2	4	3
4	4	3	2	1	4	2	5
5	2	4	3	1	3	4	2
6	3	2	4	3	2	3	4
7	5	3	2	4	1	2	3
8	2	4	3	2	4	1	2
9	4	2	5	3	2	3	4
10	3	1	2	4	5	2	3

Додаток 4

Середні значення об'ємної маси ґрунту орного шару полів сівозміни, г/см^3

Варіанти	Номери полів						
	1	2	3	4	5	6	7
1	1,25	1,38	1,29	1,39	1,26	1,32	1,35
2	1,30	1.35	1,38	1,40	1,28	1,35	1,39
3	1,26	1,37	1,32	1,30	1,36	1,38	1,25
4	1,40	1,30	1,35	1,38	1,39	1,40	1,28
5	1,29	1,33	1,39	1,27	1,37	1,29	1,40
6	1,31	1,38	1,33	1,29	1,33	1,30	1,38
7	1,32	1,27	1,34	1,31	1,34	1,33	1,37
8	1,39	1.40	1,27	1.36	1,35	1,37	1,36
9	1,35	1,36	1,28	1,37	1,25	1,28	1,30
10	1,28	1,25	1,36	1,40	1,24	1,26	1,33

Додаток 5

Середньобагаторічні* значення $К_п$ ^{137}Cs для різних культур залежно від вмісту обмінного калію в ґрунті, (Бк/кг)/(Кі/км)**

Вміст у ґрунті обмін. К, мг/100 г	Зернові та зернобобові (зерно)													
	Кукурудза	Пшениця озима	Ячмінь	Тритикале	Пшениця яра	Просо	Жито	Овес	Боби	Гречка	Соя	Горох	Вика	Люпин жовтий
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Дерново-підзолисті														
0.5	33	44	41	67	56	70	81	230	330	420	340	370	480	2400
1	17	22	20	34	28	35	40	110	160	210	180	190	240	1200

Продовження таблиці

2	8.3	11	10	17	14	18	20	57	82	100	86	94	120	600
3	4.4	5.8	5.4	8.8	7.4	9.2	11	30	43	55	45	49	63	320
4	4.1	5.5	5.1	8.4	7	8.8	10	29	41	52	43	47	60	300
5	3.3	4.4	4.1	6.7	5.6	7	8.1	23	33	42	34	37	48	240
7	2.3	3.1	2.9	4.7	3.9	4.9	5.7	16	23	29	24	26	33	170
9	1.8	2.4	2.2	3.7	3.1	3.8	4.4	13	18	23	19	21	26	130
1	1.5	2	1.9	3.1	2.6	3.2	3.7	11	15	19	16	17	22	110
13	1.3	1.7	1.6	2.6	2.2	2.7	3.2	8.9	13	16	13	15	19	95
15	1.1	1.5	1.4	2.3	1.9	2.4	2.8	7.8	11	14	12	13	16	83
20	0.82	1.1	1	1.7	1.4	1.8	2	5.7	8.2	10	8.6	9.4	12	61

*З часом (роками) значення $K_П$ можуть незначно змінюватись.

**В системі СІ розмірність $K_П$ (Бк/кг)/(кБк/м^2). Для зручності розрахунків в таблицях розмірність $K_П$ (Бк/кг)/(Кі/км^2).

Зернові та зернобобові (солома)														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Дерново-підзолисті														
0,5	200	140	89	110	120	330	150	360	500	520	340	510	880	1300
1	100	69	45	54	58	160	76	180	250	260	170	260	440	640
2	50	34	22	27	29	82	38	89	120	130	84	130	220	320
3	26	18	12	14	15	43	20	50	66	68	45	68	120	170
4	25	17	11	13	14	41	19	44	62	65	42	64	110	161
5	20	14	9	11	12	33	15	36	50	52	34	51	88	129
7	14	9.6	6.2	7.5	8.1	23	11	25	35	36	24	36	61	90
9	11	7.5	4.9	5.9	6.3	18	8.4	20	27	29	19	28	48	71
11	9.2	6.4	4.1	4.9	5.3	15	7	6	23	24	16	24	40	59
13	7.8	5.3	3.5	4.2	4.5	13	5.9	14	19	20	13	20	34	50
15	6.8	4.7	3.0	3.6	3.9	11	5.2	12	17	18	12	17	30	44
20	5.0	3.4	2.2	2.7	2.9	8.2	3.8	8.9	12	13	8.4	13	22	32

Вміст у ґрунті обмін. К, мг/100 г	**Овочеві**											
	Баклажани	Цибуля ріпчаста, зелен	Цибуля батун, перо	Цибуля шніт, перо	Цибуля ріпчаста	Перець солодкий,	Перець солодкий,	Кабачки, Цукіні	Кабачки Одеські 52	Кабачки Грибовські 37	Гарбуз Мускатний	Гарбуз Стофунтовий
Дерново-підзолисті												
0.5	4.8	12	15	11	15	19	26	22	19	22	22	33
1	2.4	6.1	7.4	5.6	7.4	9.3	13	11.1	9.25	11.1	11.1	16.7
2	1.2	3.1	3.7	2.8	3.7	4.6	6.5	5.6	4.6	5.6	5.6	8.3
3	0.63	1.6	2.0	1.5	2.0	2.4	3.4	2.9	2.4	2.9	2.9	4.4

Продовження таблиці

4	0.6	1.5	1.9	1.4	1.9	2.3	3.2	2.8	2.3	2.8	2.8	4.2
5	0.48	1.2	1.5	1.1	1.5	1.9	2.6	2.2	1.9	2.2	2.2	3.3
7	0.34	0.85	1	0.78	1	1.3	1.8	1.6	1.3	1.6	1.6	2.3
9	0.26	0.67	0.81	0.61	0.81	1	1.4	1.2	1.0	1.2	1.2	1.8
11	0.23	0.56	0.69	0.52	0.69	0.85	1.2	1.8	0.85	1.8	1.8	1.5
13	0.19	0.48	0.58	0.43	0.58	0.72	1	0.87	0.72	0.87	0.87	1.3
15	0.16	0.41	0.5	0.38	0.5	0.63	0.89	0.75	0.63	0.75	0.75	1.1
20	0.12	0.39	0.37	0.28	0.37	0.46	0.65	0.56	0.46	0.56	0.56	0.83

Вміст у ґрунті обмін. К, мг/100 г	**Овочеві (продовження)**										
	Патисони	Часник	Томати					Огірки Конкурент	Огірки Далекосхідні	Фізаліс суничний	Фізаліс мексиканський
			Українець тепличний	Світанок	Іскорка	Заказний 280	Лідер				
Дерново-підзолисті											
0.5	33	33	15	30	37	37	44	41	67	33	41
1	17	17	7.4	15	19	19	22	20	33	17	20
2	8.3	8.3	3.7	7.4	9.3	9.3	11	10	17	8.3	10
3	4.4	4.4	2.0	3.9	4.9	4.9	5.9	5.4	8.8	4.4	5.4
4	4.2	4.2	1.9	3.7	4.6	4.6	5.6	5.1	8.3	4.2	5.1
5	3.3	3.3	1.5	3.0	3.7	3.7	4.4	4.1	6.7	3.3	4.1
7	2.3	2.3	1.0	2.1	2.6	2.6	3.1	2.9	4.7	2.3	2.9
9	1.8	1.8	0.81	1.6	2.0	2.0	2.4	2.2	3.7	1.8	2.2
11	1.5	1.5	0.68	1.4	1.7	1.7	2.0	1.9	3.1	1.5	1.9
13	1.3	1.3	0.58	1.2	1.4	1.4	1.7	1.6	2.6	1.3	1.6
15	1.1	1.1	0.5	1.0	1.3	1.3	1.5	1.4	2.3	1.1	1.4
20	0.83	0.83	0.37	0.74	0.93	0.93	1.8	1.0	1.7	0.83	1

Вміст у ґрунті обмін. К,мг/100 г	**Овочеві (продовження)**											
	Шпинат	Морква Нантська	Морква Артек	Редиска			Петрушка	Коріандр	Календула	Капуста		
				Заря	Красний Велікан	Червона з білим кінчиком				Амагер 611	Браун-швейзька	Савойська
Дерново-підзолисті												
0.5	41	48	56	56	67	110	37	63	63	63	59	67
1	20	24	28	28	33	54	19	32	32	32	30	33
2	10	12	14	14	17	27	9	16	16	16	15	17
3	5.4	6.3	7.3	7.3	8.8	14	4.9	8.4	8.4	8.4	7.8	8.5
4	5.1	6.0	6.9	6.9	8.3	13	4.6	7.9	7.9	7.9	7.4	8.3
5	4.1	4.8	5.6	5.6	6.7	11	3.7	6.3	6.3	6.3	5.9	6.7

Продовження таблиці

7	2.9	3.4	3.9	3.9	4.7	7.5	2.6	4.4	4.4	4.4	4.1	4.7
9	2.2	2.7	3.1	3.1	3.7	5.9	2.0	3.5	3.5	3.5	3.3	3.7
11	1.9	2.2	2.6	2.6	3.1	4.9	1.7	2.9	2.9	2.9	2.7	3.1
13	1.6	1.9	2.2	2.2	2.6	4.2	1.4	2.5	2.5	2.5	2.4	2.6
15	1.4	1.6	1.9	1.9	2.3	3.7	1.3	2.1	2.1	2.1	2.0	2.3
20	1.0	1.2	1.4	1.4	1.7	2.7	9.3	1.6	1.6	1.6	1.5	1.7

Вміст у грунті обмін. К, мг/100 г	Овочеві (продовження)											
	Капуста							Перець гіркий	Пастернак	Фенхель	Кріп Грибовський	Цибуля Духмяна
	Червоно-качанна	Білосніж-ка	Брюссе-льська	Цвітна	Рання	Кольрабі	Гілляста					
Дерново-підзолисті												
0.5	70	81	130	63	110	120	120	74	78	89	89	100
1	35	41	65	32	54	59	59	37	39	44	44	50
2	18	20	32	16	27	30	30	19	19	22	22	25
3	9.3	11	17	8.3	14	16	16	9.8	10	12	12	13
4	8.8	10	16	7.9	13	15	15	9.3	9.7	11	11	13
5	7.0	8.1	13	6.3	11	12	12	7.4	7.8	8.9	8.9	10.0
7	4.9	5.7	9.1	4.4	7.5	8.3	8.3	5.2	5.4	6.2	6.2	7.0
9	3.9	4.5	7.1	3.5	5.9	6.5	6.5	4.1	4.3	4.9	4.9	5.5
11	3.2	3.7	6.0	2.9	4.9	5.5	5.5	3.5	3.6	4.1	4.1	4.6
13	2.7	3.2	5.1	2.5	4.2	4.6	4.6	2.9	3.0	3.5	3.5	3.9
15	2.4	2.8	4.4	2.1	3.7	4.0	4.0	2.5	2.6	3.0	3.0	3.4
20	1.8	2.0	3.2	1.6	2.7	3.0	3.0	1.9	1.9	2.2	2.2	2.5

Вміст у грунті обмін. К, мг/100 г	Овочеві (продовження)											
	Салат	Буряк столовий				Чорнушка	Ісоп	Щавель	Чабер	Змієголовик	Крес-салат	Гірчиця салатна
		Бордо 237	Носівський	Червона куля	Раннє диво							
Дерново-підзолисті												
0.5	100	110	100	130	140	120	140	140	85	230	240	320
1	52	54	50	63	69	61	72	72	93	110	120	59
2	26	27	25	32	34	31	36	36	46	57	59	80
3	14	14	13	17	18	16	19	19	24	30	31	42
4	13	13	13	16	17	15	18	18	23	29	30	40
5	10	11	10	13	14	12	14	14	19	23	24	32
7	7.3	7.5	7.0	8.8	9.6	8.6	10	10	13	16	17	22
9	5.7	5.9	5.5	6.9	7.5	6.7	7.9	7.9	10	13	13	18

Продовження таблиці

11	4.8	4.9	4.6	5.8	6.3	5.6	6.6	6.6	8.5	11	11	15
13	4.0	4.2	3.9	4.9	5.3	4.8	5.6	5.6	7.2	9.0	9.2	12
15	3.5	3.7	3.4	4.3	4.7	4.2	4.9	4.9	6.3	7.8	8.1	11
20	2.6	2.7	2.5	3.2	3.4	3.1	3.6	3.6	4.6	5.7	5.9	8

Вміст у грунті обмін. К, мг/100 г	Овочеві (продовження)					
	Картопля					Топінам-бур
	Нєвська	Незабудка	Луговська	Світанок	Каскад	
Дерново-підзолисті						
0.5	63	63	63	89	44	63
1	32	32	32	44	22	32
2	16	16	16	22	11	16
3	8.3	8.3	8.3	12	5.9	8.3
4	7.9	7.9	7.9	11	5.6	7.9
5	6.3	6.3	6.3	8.9	4.4	6.3
7	4.4	4.4	4.4	6.2	3.1	4.4
9	3.5	3.5	3.5	4.9	2.4	3.5
11	2.9	2.9	2.9	4.1	2.0	2.9
13	2.5	2.5	2.5	3.5	1.7	2.5
15	2.1	2.1	2.1	3.0	1.5	2.1
20	1.6	1.6	1.6	2.2	1.8	1.6

Середньобагаторічні значення Кп ^{137}Cs для кормових культур (зелений корм) залежно від вмісту обмінного калію в грунті, (Бк/кг)/(Кі/км^2)

Вміст у грунті обмін. К, мг/100 г	Кукурудза	Тимофіївка	Корм збірний	Редька олійна	Капуста	Ріпак озимий	Конюшина червона	Соняшник	Люпин жовтий
Дерново-підзолисті									
0,5	55	84	100	110	160	170	200	220	550
1	28	42	51	55	79	84	99	110	280
2	14	21	26	28	39	42	50	55	140
3	7.2	11	14	15	21	22	26	29	73
4	6.7	11	13	14	20	21	25	28	69
5	5.5	8.4	10	11	16	17	20	22	55
7	3.8	5.9	7.2	7.7	11	12	14	15	39
9	3.0	4.6	5.6	6.1	8.7	9.3	11	12	30
11	2.5	3.9	4.7	5.1	7.2	7.8	9.1	10	25
13	2.1	3.3	4.0	4.3	6.1	6.6	7.7	8.6	22

Продовження таблиці									
15	1.9	2.9	3.5	3.7	5.4	5.7	6.7	7.5	19
20	1.4	2.1	2.6	2.8	3.9	4.2	5.0	5.5	14

Середньобагаторічні значення Кп ^{137}Cs для технічних культур в стадії господарської стиглості залежно від вмісту обмінного калію в грунті, (Бк/кг)/(Кі/км^2)

Вміст у грунті обмінного К, мг/100 г	Льон, насіння	Льон, соломка	Соняшник	Редька олійна	Буряк цукровий
Дерново-підзолисті					
0.5	67	85	222	207	126
1	33	43	110	100	63
2	17	21	56	52	32
3	8.8	11	29	27	17
4	8.3	11	28	26	16
5	6.7	8.5	22	21	13
7	4.7	6.0	16	15	8.8
9	3.4	4.7	12	11	6.9
11	3.1	3.9	10	9.5	5.8
13	2.6	3.3	8.7	8.1	4.9
15	2.3	2.9	7.6	7.0	4.3
20	1.7	2.1	5.6	5.2	3.2

Додаток 6

Зразок оформлення результатів досліджень у вигляді таблиці

Рівні забруднення врожаю та дозове навантаження на людину до проведення контрзаходів щодо зниження надходження ^{137}Cs в рослини

Показники	Номер поля							Σ	Середнє значення
	1	2	3	4	5	6	7		
Щільність забруднення грунту ^{137}Cs, Кі/км^2	9,66	8,56	9,58	10,44	10,41	8,56	9,21	-	9,48
Вміст K^+ в грунті, мг/100 г грунту	2	2	2	3	4	3	3	-	-
Культура	цибуля	редиска	картопля	капуста	буряк	помідори	огірки	-	-
Кп, Бк/кг (Кі/км^2)	3,7	14	22	14	13	4,9	8,8	-	-
Концентрація ^{137}Cs в продукції A_p, Бк/кг	35,74	119,84	210,71	114,84	135,33	41,94	81,00	-	105,62
Допустимий рівень вмісту ^{137}Cs в продукції, Бк/кг	40	40	60	40	40	40	40	-	-
Перевищення допустимого рівня вмісту ^{137}Cs в продукції, кратність	-	3,00	3,51	2,87	3,38	1,05	2,02	-	-
Річна норма споживання продукції, кг	10	4	95	28	18	25	25	205	-
Надходження ^{137}Cs в організм з продуктами, Бк	357,40	479,36	20017,45	3215,52	2435,94	1048,50	2025,00	29579,17	4225,59
Річна $Д_{еєз}$, мкЗв/рік	7,148	9,587	400,349	64,310	48,719	20,970	40,500	591,580	-

Додаток 7
Зразок оформлення результатів досліджень у вигляді таблиці

Рівні забруднення врожаю та дозове навантаження на людину після проведення контрзаходів щодо зниження надходження ^{137}Cs в рослини

Показники	Номер поля							Σ	Середнє значення
	1	2	3	4	5	6	7		
Щільність забруднення грунту ^{137}Cs, Кі/км^2	9,66	8,56	9,58	10,44	10,41	8,56	9,21	-	9,48
Вміст K^+ в грунті, мг/100 г грунту	2	7	7	11	7	5	9	-	-
Культура	цибуля	редиска	картопля	капуста	морква	помідори	огірки	-	-
Кп, Бк/кг (Кі/км^2)	3,7	3,9	6,2	3,7	3,4	3,7	3,7	-	-
Концентрація ^{137}Cs в продукції A_p, Бк/кг	35,74	33,38	59,40	38,63	35,39	31,67	34,10	-	38,33
Допустимий рівень вмісту ^{137}Cs в продукції, Бк/кг	40	40	60	40	40	40	40	-	-
Відношення допустимого рівня вмісту ^{137}Cs в продукції до фактичного, кратність	1,11	1,20	1,01	1,04	1,13	1,26	1,17	-	-
Річна норма споживання продукції, кг	10	4	95	28	18	25	25	205	-
Надходження ^{137}Cs в організм з продуктами	357,40	133,52	5643,00	1081,64	637,02	791,75	852,50	9496,83	1356,69
Річна $Д_{екв}$, мкЗв/рік	7,148	2,670	112,860	21,633	12,740	15,835	17,050	189,936	-
Дозова ефективність, разів								3,11	-

Додаток 8

Значення допустимих рівнів вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у деяких продуктах харчування (ДР-2006), Бк/кг, Бк/л

№ з/п	Найменування продукту	^{137}Cs, Бк/кг	^{90}Sr, Бк/кг
1	**Зерно, борошно-круп'яні та хлібобулочні вироби**		
	1.1. Зерно продовольче, у т.ч. пшениця, жито, овес, ячмінь, просо, гречка, рис, кукурудза, сорго та інших зернових культур	50	20
	1.2. Зерно бобових сушене, у т.ч. горох, квасоля, сочевиця, боби та ін.	50	30
	1.3. Борошно, борошняні хлібопекарські суміші, крупа, крохмаль, зерно плющене чи перероблене в пластівці; макаронні вироби, круп'яні вироби, толокно; напівфабрикати зернові; готові продукти, виготовлені із зерна, зернових культур, у т.ч. сухі сніданки, мюслі, продукти, одержані шляхом здуття чи обсмажування зернових та ін.	30	10
	1.4. Соєві боби сушені, продукти переробки сої, у т.ч. соєвий білок, борошно, готові вироби та ін.	50	30
	1.5. Хліб та хлібобулочні вироби, у т.ч. з добавками; продукти борошняні, у т.ч. борошняні кондитерські вироби, напівфабрикати з тіста	20	5
2	**Молоко та молочні продукти**		
	2.1. Сире товарне молоко для промислової переробки (крім продуктів дитячого харчування), молоко рідке та вершки, сироватка молочна; продукти кисломолочні, у т.ч. сири свіжі, йогурти, йогуртні продукти, десерти кисломолочні свіжі, напої кисломолочні та ін.; продукти, вироблені на основі молока та вершків, у т.ч. з додаванням немолочних компонентів (морозиво, виготовлене на основі молока чи вершків, торти з морозива, напої молочні, десерти молочні та ін.)	100	20
	2.2. Масло вершкове (у т.ч. масло коров'яче, спреди, молочний жир та ін.); бутербродні пасти на основі масла вершкового	200	40
	2.3. Сири сичужні тверді, сири розсольні, сири плавлені, сири голубі	200	100
	2.4. Молоко та вершки концентровані або згущені, молоко та вершки згущені з наповнювачами	300	60
	2.5. Продукти молочні сухі, у т.ч. молоко, вершки, казеїн та ін.; сухі молочні суміші, концентрати харчові на основі молока	500	100

	Продовження додатка		
	2.6. Сире товарне молоко для промислової переробки (для продуктів дитячого харчування)	40	5
3	**М'ясо та м'ясопродукти**		
	3.1. М'ясо забійних тварин, птиці (свіже, охолоджене, заморожене) без кісток для промислової переробки, м'ясо, харчові субпродукти (у т.ч. кишки-сирець, кров харчова) забійних тварин та свійської птиці свіжі, заморожені, різних способів обробки; продукти їх переробки, у т.ч. напівфабрикати, готові продукти, ковбаси, консерви м'ясні та м'ясо-рослинні	200	20
	3.2. М'ясо диких тварин та птиці	400	40
	3.3. Жир забійних тварин (у т.ч. шпик) та свійської птиці, продукти його переробки	100	30
	3.4. М'ясо забійних тварин, свійської птиці сушене та продукти його переробки	400	40
4	**Яйця птиці та продукти їх переробки**		
	4.1. Яйця птиці та рідкі яєчні продукти; напівфабрикати та готові вироби з яєць птиці	100	30
	4.2. Сушені продукти переробки яєць птиці, у т.ч. яєчний порошок, сушені білок, жовток; сухі суміші, вироблені на основі яєць птиці	400	100
5	**Овочі та продукти їх переробки**		
	5.1. Картопля свіжа та продукти переробки картоплі, у т.ч. картопля консервована, картопля заморожена; кулінарні картопляні вироби, напівфабрикати з картоплі та ін.	60	20
	5.2. Свіжі овочі (листові, у т.ч. столова зелень, плодові, баштанні, коренеплоди), бобові, кукурудза цукрова, гриби (культивовані); продукти переробки овочів, у т.ч. напівфабрикати, готові продукти, соки, консерви та ін.	40	20
6	Насіння олійних культур (соняшнику, кунжуту, арахісу, маку та інших, за винятком сої); продукти їх переробки, за винятком рослинних жирів та олій	70	10
7	Жири та олії рослинні, продукти, вироблені на їх основі, у т. ч. маргарини, кулінарні жири, кондитерські жири, креми та ін.	100	30
8	**Продукти дитячого харчування**		
	Готові продукти дитячого харчування, сухі молочні суміші	40	5

Додаток 9

Набір продуктів харчування для працездатного населення (кг/рік на одну людину)*

Найменування продукту	Кількість
Хлібопродукти:	
- борошно житнє	0,4
- борошно пшеничне	9
- хліб житній	39
- хліб пшеничний	62
- макаронні вироби	4
- рис	2,5
- пшоно	1
- гречана крупа	2
- вівсяна крупа	1,1
- бобові	1,9
- інші	0,5
Картопля	95
Овочі, баштанні:	
- капуста	28
- помідори	25
- огірки	25
- морква	18
- буряк	18
- цибуля	10
- часник	10
- баштанні	16
- редиска	4
- перець солодкий	3
- інші	6
Фрукти і ягоди:	
- фрукти, ягоди свіжі	60
- сухофрукти	4
Цукор, кондитерські вироби:	
- цукор	24
- кондитерські вироби	13
Олія	7,1
Маргарин	2
М'ясопродукти:	
- яловичина	14
- баранина	2
- кріль	2
- свинина	8
- субпродукти	4

	Продовження додатка
- птиця домашня	12
- сало	2
- ковбасні вироби	9
Рибопродукти:	
- риба свіжа	7
- оселедці	4
- інші	2
Молокопродукти:	
- молоко	125
- масло вершкове	5
- сир твердий	3,5
- сир м'який	10
- сметана	5
Яйця, штук	220

* - Затверджено Постановою Кабінету Міністрів України від 14 квітня 2000 р. № 656 "Набори продуктів харчування, набори непродовольчих товарів та набори послуг для основних соціальних і демографічних груп населення".

Додаток 10

Дозові ціни різних радіонуклідів залежно від шляхів надходження їх в організм (за 60-тою публікацією МКРЗ)

Радіонуклід	Дозова ціна, *мкЗв/Бк*		Радіонуклід	Дозова ціна, *мкЗв/Бк*	
	перорально	інгаляційно		перорально	інгаляційно
^{90}Sr	$4*10^{-3}$	$3*10^{-1}$	^{144}Ce	$1*10^{-2}$	$4*10^{-2}$
^{95}Zr	$1*10^{-3}$	$4*10^{-3}$	^{238}Pu	$5*10^{-2}$	$7*10^{1}$
^{131}I	$2*10^{-2}$	$2,5*10^{-2}$	^{239}Pu	$7*10^{-1}$	$7*10^{1}$
^{134}Cs	$2*10^{-2}$	$1*10^{-2}$	^{240}Pu	$5*10^{-1}$	$7*10^{1}$
^{136}Cs	$3*10^{-3}$	$2*10^{-3}$	^{241}Pu	$1*10^{-2}$	$1*10^{-3}$
^{137}Cs	$2*10^{-2}$	$1*10^{-2}$	^{242}Pu	$5*10^{-1}$	$7*10^{1}$
^{141}Ce	$1*10^{-3}$	$2*10^{-3}$			

Додаток 11

(Зразок оформлення рисунка)

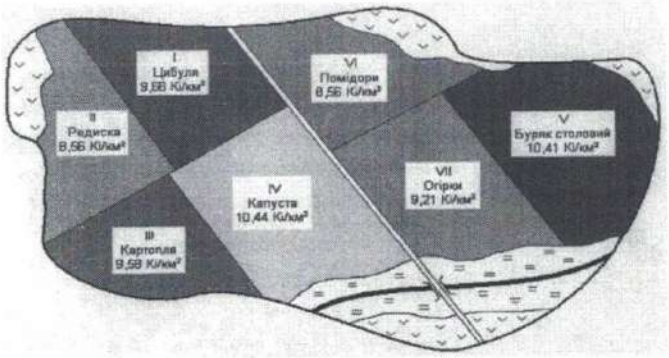

Рис. 1. Схема розміщення культур на полях сівозміни та рівні забруднення ґрунтів.

Додаток 12

Варіанти задач з прогнозування забруднення радіонуклідами продукції тваринництва

№	Вид тварин	Продукція	Тип ґрунту*	Щільність забруднення, кБк/м^2		Питома активність ґрунту, Бк/кг		Період утримання
				^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*
1	ВРХ	молоко, м'ясо	1	185	-	-	-	Пасовищ-ний
2	ВРХ	молоко, м'ясо	1	-	7,4	-	-	Літній стійловий
3	ВРХ	молоко, м'ясо	2	259	-	-	-	Пасовищ-ний
4	ВРХ	молоко, м'ясо	1	-	-	760	-	Зимовий стійловий
5	Свині	м'ясо	1	185	-	-	-	Зимовий
6	Вівці	м'ясо	1	-	-	800	-	Зимовий стійловий
7	ВРХ	молоко, м'ясо	2	-	-	900	-	Зимовий стійловий
8	Кури	м'ясо, яйця	1	370	-	-	-	Літній
9	ВРХ	молоко, м'ясо	1	-	-	390	-	Пасовищ-ний

Продовження додатка

10	Кури	м'ясо	1	111	-	-	-	Літній
11	Свині	м'ясо	3	200	-	-	-	Зимовий
12	Вівці	м'ясо	1	-	-	900	-	Літній
13	Свині	м'ясо	1	-	-	450	-	Літній
14	Вівці	м'ясо	1	-	-	600	-	Зимовий
15	Свині	м'ясо	2	-	-	590	-	Зимовий
16	Вівці	м'ясо	3	-	-	500	-	Літній
17	ВРХ	молоко	1	-	-	250	-	Пасовищ-ний
18	ВРХ	молоко, м'ясо	1	-	-	150	-	Зимовий стійловий
19	ВРХ	молоко, м'ясо	3	-	-	200	-	Зимовий стійловий
20	ВРХ	молоко, м'ясо	2	-	-	180	-	Зимовий стійловий
21	Кози	молоко	3	-	-	200	-	Літній
22	ВРХ	молоко, м'ясо	1	-	-	1300	-	Зимовий стійловий
23	ВРХ	молоко, м'ясо	1	-	-	450	-	Пасовищ-ний
24	ВРХ	молоко, м'ясо	1	-	-	-	400	Пасовищ-ний
25	ВРХ	молоко, м'ясо	1	-	-	750	-	Зимовий стійловий
26	Кози	молоко	1	-	-	950	-	Літній
27	Вівці	м'ясо	3	-	-	370	-	Зимовий
28	Свині	м'ясо	2	-	-	1000	-	Зимовий
29	Коні	м'ясо	1	-	111	-	-	Літній
30	Коні	м'ясо	3	-	-	420	-	Зимовий
31	ВРХ	молоко, м'ясо	1	-	-	-	350	Зимовий стійловий
32	Вівці	м'ясо	1	-	90	-	-	Літній
33	Кури	м'ясо, яйця	2	-	-	-	200	Літній
34	Кози	молоко	3	-	37	-	-	Зимовий
35	Свині	м'ясо	2	230	-	-	-	Літній

* 1- дерново-підзолистий; 2 – сірий лісовий; 3 – торф'яно-болотний

Додаток 13

Середні значення коефіцієнтів переходу ($К_П$) радіонуклідів із добового раціону в продукцію тваринництва (% від вмісту в раціоні на 1 кг продукту).

Вид продукції	Радіонукліди	
	^{137}Cs	^{90}Sr
Молоко корів	1	0,13
Молоко кіз	6	0,60
Яловичина*	4	0,04
Конина	8	0,08
Свинина	15	0,10
Баранина	15	0,10
М'ясо куряче	45	0,20
Яйця	3,5	3,20

**Коефіцієнт переходу у м'ясо телят віком до 6 місяців дорівнює 17%.*

Додаток 14

Коефіцієнти переходу ^{137}Cs в кормові культури (Бк/кг) при щільності забруднення території 1 кБк/м^2

Культури	Тип ґрунту, pH сольової витяжки			
	Торф'яно-болотні 4.0-5.0	Дерново-підзолисті 4.5-5.5.	Сірі лісові 5.6-6.5	Чорноземні 6.6-7.5
Сіно природних трав	15.0	4.1	1.8	0.15
Сіно сіяних трав	4.5	2.9	1.4	0.1
Трави з природних пасовищ	4.9	1.0	1.5	0.05
Трави з окультурених пасовищ	1.6	0.7	0.4	0.03
Люцерна	-	0.8	0.2	0.06
Конюшина	1.9	1.6	0.3	0.1
Віко-вівсяна суміш	-	0.7	0.3	0.11
Люпин	-	12.9	6.4	1.1
Ріпак озимий	-	0.46	0.08	0.01
Ячмінь озимий	0.28	0.12	0.04	< 0.01
Буряк кормовий	0.9	0.4	0.18	0.07
Кукурудза на силос	0.35	0.15	0.09	0.01
Картопля	0.35	0.14	0.08	0.02

Додаток 15

Коефіцієнти переходу ^{137}Cs в зерно та солому (Бк/кг) при щільності забруднення території 1 Кі/км^2

Культури	Тип ґрунтів					
	Дерново-підзолисті		Сірі лісові		Чорноземні	
	зерно	солома	зерно	солома	зерно	солома
Кукурудза	3.3	20.0	0.56	3.4	0.1	0.6
Пшениця озима	4.4	14.0	0.75	2.3	0.13	1.4
Ячмінь	4.1	9.0	0.7	1.5	0.12	0.3
Пшениця яра	5.6	11.0	0.9	2.0	0.2	0.75
Овес	23.0	36.0	3.9	7.1	0.69	1.1
Соя	34.0	34.0	5.8	5.7	1.0	1.0
Горох	37.0	51.0	6.4	8.7	1.1	1.5
Люпин	240.0	129.0	41.0	22.0	7.3	3.9

Додаток 16

Коефіцієнти переходу ^{90}Sr в зерно та солому (Бк/кг) при щільності забруднення території 1 кБк/м^2

Культури	Тип ґрунтів					
	Дерново-підзолисті		Сірі лісові		Чорноземні	
	зерно	солома	зерно	солома	зерно	солома
Кукурудза	0.2	3.0	0.05	0.75	0.1	1.5
Пшениця озима	2.4	50.4	0.3	9.6	0.15	2.9
Ячмінь	3.8	36.0	0.5	11.0	0.2	4.0
Пшениця яра	4.0	84.0	0.5	10.0	0.3	6.0
Овес	3.8	76.0	0.5	11.0	0.2	4.0
Горох	7.2	281.0	0.9	32.4	0.4	14.5

Додаток 17

Коефіцієнти переходу ^{90}Sr в кормові культури (Бк/кг) при щільності забруднення території 1 кБк/м^2

Культури	Тип ґрунту, pH сольової витяжки			
	Торф'яно-болотні, 4.0-5.0	Дерново-підзолисті 4.5-5.5.	Сірі лісові 5.6-6.5	Чорноземні 6.6-7.5
Сіно природних трав	28.0	30.0	7.0	3.8
Сіно сіяних трав	15.0	14.0	4.0	2.0
Трави з природних пасовищ	7.2	7.5	1.8	0.9
Трави з окультурених пасовищ	4.2	3.8	1.0	0.5

Продовження додатка

Люцерна	-	24.0	12.0	4.5
Конюшина	32.0	38.0	7.0	2.7
Люпин	-	124.0	55.0	24.0
Буряк кормовий	0.78	0.32	0.12	0.05
Картопля	0.6	0.5	0.35	0.07
Кукурудза на силос	4.4	6.2	0.9	0.6

Додаток 18

Добове споживання сухих кормів та води домашніми тваринами

Вид тварин	Споживання сухих кормів (кг/добу)		Споживання води (л/добу)
	Середнє	Діапазон	
Молочні корови	16,1	10-25	50-100
М'ясна худоба (500 кг)	7,2	5-10	20-60
Телята (160 кг)	1,9	1,5-3,5	5-15
Молочні кози	1,3	1,0-3,5	5-10
Молочні вівці	1,3	1,0-2,5	5-8
М'ясні вівці (50 кг)	1,1	0,5-3,0	6-10
Свині (110 кг)	2,4	2,0-3,0	6-10
Кури несучки	0,1	0,07-0,15	0,1-0,3
Бройлери	0,07	0,05-0,15	0,1-0,3

Додаток 19

Приблизний добовий раціон годівлі сільськогосподарських тварин при стійловому утриманні

Вид тварин	Грубі корми, кг		Соковиті корми, кг			Конц-корми, кг
	Сіно	Солома	Силос	Карто-пля	Буряк кормо-вий	
Молочні корови (на 100 кг живої ваги)	1.5-2	1.5-2	4-5	-	7-9	0.3-0.5
Коні	8-14	-	14-20	5-6	8	3-8
Вівці (кози)	1.5-2.5	-	-	-	1.5-4	0.4-0.8
Свині	-	-	-	4-6	4-6	5-6

Додаток 20

Приблизний добовий раціон годівлі сільськогосподарських тварин при пасовищному та стійловому літньому утриманні

Вид тварин	Трави з пасовищ, кг	Зелена маса, кг	Соковиті корми, кг	Концкорми, кг
Пасовищне утримання				
Молочні корови	60-70	-	3-5	3-5
Коні	35-45	-	-	3-8
Вівці (кози)	6-7	-	-	0.4-0.8
Стійлове літне				
Молочні корови	-	до 100	-	3-5

Додаток 21

Приблизні норми деяких кормів в добовому раціоні курей

Корм	Кількість корму, г/голову	
	Оптимальна	Максимальна
Зерно злаків	80-90	115
Картопля (варена)	30-50	100
Буряк кормовий	50-70	100
Трав'яна суміш	15-30	50

Додаток 22

Прогноз вмісту ^{137}Cs в раціонах, молоці та м'ясі ВРХ при щільності забруднення грунту 162 кБк/м^2 (4,4 Кі/км^2)

Корм	Маса, кг	Концентрація ^{137}Cs в 1 кг корму, Бк/кг	Вміст у раціоні ^{137}Cs	Очікувані концентрації ^{137}Cs		Перевищення допустимого рівня вмісту ^{137}Cs в продукції		Надходження ^{137}Cs в організм з продуктами, Бк		Еквівалентна доза внутрішнього опромінення, мкЗв/рік
			Бк/раціон	Молоко, Бк/л	М'ясо, Бк/кг	Молоко, Бк/л	М'ясо, Бк/кг	Молоко	М'ясо	
Громадський сектор, випас										
Трави з окультурених пасовищ	50	0,7 x 162 = 113	113 x 50 = 5650	56,5	226	-	-	-	-	-
Концентрати (дерть ячмінна)	5	4,1 x 4,4 = 18	18 x 5 = 90	0,9	3,6	-	-	-	-	-
Всього	-	-	5740	57,4	229,6	-	2,2	7175	3214	207,000