

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Навчально-науковий інститут агроекології та землеустрою
Кафедра агрохімії, ґрунтознавства та землеробства

05-02-253М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних занять та самостійної роботи із освітньої компоненти «Радіобіологія рослин» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Агрономія» спеціальності 201 «Агрономія» денної (з елементами дуальної освіти) та заочної форм навчання

Рекомендовано науково-
методичною радою
з якості ННІАЗ
Протокол № 7 від 07.02.2023 р.

Рівне – 2023

Методичні вказівки до лабораторних занять та самостійної роботи із освітньої компоненти «Радіобіологія рослин» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Агрономія» спеціальності 201 «Агрономія» денної (з елементами дуальної освіти) та заочної форм навчання [Електронне видання] / Солодка Т. М. – Рівне : НУВГП, 2023. – 41 с.

Укладач: Солодка Т. М., к.с.-г.н., доцент кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства.

Відповідальний за випуск: Колесник Т. М., к.с.-г.н., доцент, завідувач кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства.

Керівник групи забезпечення: Колесник Т. М., к.с.-г.н., доцент, завідувач кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства.

© Т. М. Солодка, 2023

© НУВГП, 2023

З М І С Т

Вступ	4
Лабораторне заняття № 1. Техніка безпеки при роботі з радіоактивними речовинами, норми радіаційної безпеки.....	5
Лабораторне заняття № 2. Моніторинг катастрофи на Чорнобильський атомній електростанції. Причини та наслідки	9
Лабораторне заняття № 3. Прогноз вмісту радіонуклідів в сільськогосподарській продукції.....	13
Лабораторне заняття № 4. Зменшення забрудненості сільськогосподарської продукції	17
Лабораторне заняття №5. Визначення сумарної ефективності дози опромінення населення.....	23
Лабораторне заняття № 6. Основні правила ведення тваринництва на радіоактивно забруднених територіях.....	26
Лабораторне заняття №7 Визначення потужності експозиційної дози рентгенівського і гама-випромінювання за допомогою дозиметра.....	29
Лабораторне заняття №8 Визначення питомої активності гама-випромінюючих нуклеотидів.....	32
Лабораторне заняття № 9. Радіочутливість та радіостійкість організмів.....	34
Тематика самостійної роботи.....	39
Рекомендована література	41

ВСТУП

Радіобіологія рослин є прикладною галуззю знань, яка вивчає дію іонізуючих випромінювань на живі організми та їх угруповання. Програма освітньої компоненти включає знання елементів системи землеробства, розуміння залежності продуктивності вирощуваних рослин від різних факторів, властивості іонізуючих випромінювань, засоби їх виявлення та методи реєстрації, дію на речовину, деякі принципи захисту від них та прикладного використання.

Програма освітньої компоненти «Радіобіологія рослин» забезпечує набуття здобувачами компетентностей про особливості організації землеробства як галузей сільського господарства, здатності організовувати відповідне ведення рослинництва з врахуванням природно-економічних умов і існуючого рослин. Зміст програми також передбачає вивчення класифікації та особливостей різних видів іонізуючих випромінювань, принципів і методів оцінки якості культур, технології організації землеробства у господарствах, принципів організації сівозмін.

Основними завданнями вивчення освітньої компоненти є - вивчення радіочутливості видів сільськогосподарських рослин і тварин,

- пошук можливостей модифікації радіочутливості,
- розробка прийомів мінімізації нагромадження радіоактивних речовин у продукції рослинництва й тваринництва.

Метою проведення лабораторних занять із освітньої компоненти є вивчення закономірностей біологічної дії іонізуючої радіації на живий організм з подальшим оволодіння керуванням його реакціями на опромінення.

Лабораторна робота № 1

ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ РОБОТІ З РАДІОАКТИВНИМИ РЕЧОВИНАМИ, НОРМИ РАДІАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ

Мета роботи: ознайомитись з нормами радіаційної безпеки та основними правилами поведіння з радіоактивними речовинами.

Основні поняття.

А. Норми радіаційної безпеки

Норми радіаційної безпеки (НРБ) встановлюють систему дозових меж та принципи їх застосування. Діючі НРБ -76/87 розроблено на основі вітчизняного досвіду та рекомендацій Міжнародної комісії з радіаційного захисту (МКРЗ).

НРБ базуються на наступних принципах:

- Неперевищення встановленої основної дозової межі;
- Виключення будь-якого необґрунтованого опромінення;
- Зниження дози опромінення до можливого мінімального рівня;

В НРБ, при визначенні доз опромінення не враховуються:

Дози опромінення, отримані пацієнтами при медичному опроміненні;

Дози, спричинені природним фоном.

Згідно НРБ визначені наступні категорії населення. Для них встановлені межі опромінення:

Категорія А – персонал АЕС та інших ядерних об'єктів;

Категорія Б – обмежена частина населення, що в силу професійних обов'язків піддається додатковим опроміненням;

Категорія В – решта населення країни.

Оскільки радіостійкість різних органів та частин організму людини різна, то виділяють 3 групи критичних органів стосовно опромінення:

І група – гонади, червоний кістковий мозок;

2 група - м'язи, щитовидна залоза, жирова тканина, печінка, нирки, селезінка, кишково-травний тракт, легені, кришталік ока;

3 група – шкіряний покрив, кісткова тканина, гомілки, кисть, ступня.Б. Правила роботи з відкритими радіоактивними джерелами.

Всі роботи з використанням відкритих джерел поділяються на три класи в залежності від радіаційної небезпеки (табл. 1).

Таблиця 1

Група радіаці йної безпеки	Мінімально значима активність, МЗА, мкКі	Активність на робочому місці, мкКі		
		Клас роботи		
		1	2	3
А	0,1	$>10^4$	Від 10 до 10^4	Від 0,1 до 10
Б	1,0	$>10^5$	Від 100 до 10^5	Від 1 до 100
В	10	$>10^6$	Від 10^3 до 10^6	Від 10 до 10^3
Г	100	$>10^7$	Від 10^4 до 10^7	Від 100 до 10^4

Залежно від класу робіт запроваджується комплекс заходів по радіаційній безпеці, які повинні гарантувати захист людей від зовнішнього та внутрішнього опромінення, забруднення повітря та поверхностей робочих приміщень, а також навколишнього середовища як при нормальній експлуатації, так і при радіаційній аварії.

Роботи 3-го класу проводять в окремих кімнатах обладнані як як хімічні лабораторії. Поверхні шаф, столів покривають слабосорбуючими матеріалами. Рекомендовано обладнати душ.

Приміщення для робіт 2-го класу повинні розміщатись ізольовано від інших приміщень. Приміщення обладнують витяжними шафами та боксами. В складі приміщень повинен бути санітарний пропускник, шлюз, душ та пункт радіаційного контролю. Стіни та підлогу покриваються слабосорбуючими матеріалами.

Приміщення для робіт 1-го класу повинні розміщатись в окремій будові або ізольованій частині з окремим входом тільки через санітарний пропускник та обладнуються боксами,

камерами та іншим герметичним обладнанням. Приміщення діляться на 3 зони:

1- а зона – не обслуговується, тут розміщується обладнання, яке є основним джерелом опромінення. Перебування персоналу не допускається під час роботи обладнання.

2- га зона – приміщення, що періодично обслуговується, - розраховане для ремонту обладнання та інших робіт, зберігання відходів і т.д.

3- тя зона – приміщення постійного перебування персоналу протягом зміни.

В приміщеннях для робіт 1 та 2 класів управління системами управління опаленням, газопостачанням, водоводом і т.д., виносяться з основних робочих приміщень.

В приміщеннях для робіт 1 класу (3 зона) стіни та підлога, а в 1-й та 2-й зонах і стелі покриваються спеціальними слабосорбуючими матеріалами.

В. Вентиляція, пилогазоочищення та опалення.

При роботі з відкритими радіоактивними джерелами потоки повітря повинні бути спрямовані в приміщення з більшим забрудненням. Забороняється використовувати системи рециркуляції повітря без очистки від радіоактивних та токсичних речовин. Система вентиляції для приміщень, де працюють з радіоактивними сполуками і для інших приміщень повинна бути роздільною. Забруднене повітря перед викидом в атмосферу піддається очистці без розбавлення. Розрахункова швидкість повітря в дверцях витяжних шаф має дорівнювати 1,5 м/с.

При виборі та обладнанні систем пилогазоочищення висуваються наступні вимоги:

- Максимально можливе зменшення числа обладнання;
- Механізація та автоматизація процесів обслуговування, ремонту та заміни;
- Автоматична сигналізація;
- Наявність систем контролю за ефективністю роботи фільтрів та апаратів;
- Надійна ізоляція обладнання як джерела опромінення.

Опалення приміщень для робіт із застосуванням радіоактивних речовин має бути водяним або повітряним.

Г. Водопостачання та каналізація.

В установах, де щорічно утворюється понад 200 л рідких радіоактивних відходів, слід обладнувати спеціально каналізацію з очисними спорудами.

Система спеціальної каналізації повинна передбачати дезактивацію стічних вод, а, якщо можливо, повторне їх використання для стічних вод. Очисні споруди розміщують на території установи.

Раковини, фасонні частини, трапи в системі спеціальної каналізації виготовляють із корозійностійких матеріалів.

За конструкцією приймачі мають виключати можливість розбризкування води. Крани для води повинні мати пристрої для педального або ліктьового перемикання.

Вимоги до обладнання водоводів та каналізації регламентуються загальноприйнятими нормами. В приміщеннях всіх класів робіт обов'язкова наявність гарячого водопостачання.

Всі радіоактивні відходи діляться на рідкі та тверді. Рідкі відходи вважаються радіоактивними, якщо вміст в них радіонуклідів перевищує допустимі концентрації (ДК), встановлені для води НРБ. За своєю питомою активністю відходи діляться на три категорії:

В господарсько-побутову каналізацію допускається скид радіоактивних стічних вод з концентрацією, що перевищує ДК до 10 раз, якщо забезпечується десятикратне розведення їх нерадіоактивними водами. Якщо це не можливо, рідкі відходи відправляють для захоронення на пункт захоронення або на спецкомбінат. Забороняється скид радіоактивних відходів в стави, озера та водосховища, призначені для розведення риби.

Хід роботи.

1. засвоїти основні положення НРБ.
2. вивчити правила роботи з відкритими радіоактивними джерелами.

3. ознайомитись з основними вимогами до приміщень та лабораторій в яких працюють з радіоактивними речовинами.

Питання для самоконтролю.

1. назвіть основні принципи на яких базуються НРБ.
 2. назвіть категорії населення для яких встановлені межі опромінення.
 3. назвіть групи критичних органів організму людини стосовно опромінення.
 4. назвіть класи робіт з радіоактивними джерелами.
 5. назвіть вимоги до приміщень для робіт різних класів.
 6. вимоги до вентиляції, пилогазоочищення, водопостачання та каналізації в приміщеннях, де проводяться роботи з радіоактивними речовинами.
- Рекомендована література [1,2,4,5]

Лабораторна робота № 2

КАТАСТРОФА НА ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ АТОМНІЙ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ. ПРИЧИНИ ТА НАСЛІДКИ

Мета роботи: ознайомитися з демонстративною моделлю розвитку катастрофи на ЧАЕС:

Основні поняття.

Будівництво Чорнобильської АЕС здійснювалося з 1970 року. Введена в дію 1-го енергоблоку відбулося в вересні 1977 р., 2-го – в січні 1979 р., 3-го та 4-го – відповідно в грудні 1981 і 1983 років. Планувалося спорудження на цій електростанції 5-го та 6-го енергоблоків. В 1981 році були розпочаті будівельно монтажні роботи по їх побудові. Пуск 5-го енергоблоку був назначений на осінь 1986 року, але весною (після аварії на 4-му енергоблоці) будівництво було зупинено.

Після аварійний пуск 1-го енергоблоку ЧАЕС відбувся 1 жовтня 1986 року, 2-го – 5 листопада 1986 року, 3-го – 3 грудня 1987 року.

Для ЧАЕС в якості базового був застосований енергоблок з реактором РБМК-100 електричною потужністю 1000 МВт. Це гетерогенний каналний реактор на теплових нейронах, в якому в якості уповільнювача використовується графіт, а в якості теплоносія

– вода. Концепція потужних реакторів каналного типу з графітовим уповільнювачем і киплячим теплоносієм була розроблена на початку 60-х років. До того часу в країні вже був накопичений досвід в будівництві та експлуатації уран-графітових реакторів з водними теплоносіями (Обнінська, Білоярська, Вілінська, Сибірська АЕС). Принциповою особливістю конструкції каналних реакторів була відсутність спеціального стійкого корпусу, який властивий реакторам типу ВВЕР (водо-водяний енергетичний реактор).

Перевага реакторів РБМК над реакторами типу ВВЕР полягала в тому, що можна було здійснювати перевантаження ядерного палива без зупинки реактора, тим саме й підвищувався коефіцієнт використання потужності. Для підвищення безпеки та надійності реактора необхідно було зменшити паровий коефіцієнт реактивності та створити швидкодіючу систему аварійного захисту. Недоліком цього типу реактора було і те, що при загрузці реактора стержні аварійного захисту при своєму русі вниз на протязі п'яти секунд вносили в реактор не від'ємну, а додатню реактивність.

26 квітня 1986 року о 1 год. 23 хв. на четвертому блоці Чорнобильської АЕС відбулася аварія, яка привела до руйнування активної зони реактора і частини будівлі, в якій він був розташований.

Аварія відбулася під час випробування, яке повинно було проводитися з турбогенератором в період звичайної запланованої зупинки реактора. Планувалося перевірити здатність турбогенератора, під час повного вимкнення електропостачання станції подавати, електричну енергію до того, як резервні дизельні генератори зможуть подавати енергію в аварійних

умовах. Невірно складена програма випробувань і грубі порушення загальних правил експлуатації призвели до того, що реактор вийшов на низьку потужність (200 МВт. тепл.), при якій витрати теплоносія й умови охолодження не могли підтримуватися завдяки ручному управлінню. Враховуючи особливі характеристик конструкції, реактор експлуатувався в небезпечному режимі. В цей же час оператори вивели більшість стержнів управління і захисту із активної зони та відключили деякі важливі системи безпеки. Наступні події привели до інтенсивного пароутворення в активній зоні реактора створивши таким чином, додаткову реактивність. Спостерігався початок різкого підвищення потужності, тому була зроблена спроба вручну зупинити ланцюгову реакцію, при заблокованій системі аварійної зупинки, яка повинна була би спрацювати на початку випробування. Однак можливість швидкої аварійної зупинки реактора була обмежена, оскільки майже всі стержні керування були повністю вилучені із активної зони. Безперервне підвищення реактивності внаслідок пароутворення привело до миттєвого критичного стрибку потужності – через 4 секунди після команди зупинити реактор потужність за розрахунками в 100 разів перевищувала повну. Це катастрофічне зростання потужності спонукало до фрагментації палива, швидкій генерації пари а також руйнування активності зони реактора і зв'язаних з нею конструкцій. Виділення енергії зсунуло 1000-тону захисну плиту реактора внаслідок чого, були зрізані всі канали охолодження двох сторін активної зони реактора. Руйнування реактора забезпечило доступ повітря, що відповідно, привело до загорання графіту. Частина графіту та палива опинилася викинутою на дахи розташованих поблизу будівель. Почалися пожежі в залі блоку 4, на дахах 3 блоку і машинного залу. Приблизно через 3,5 години після початку аварії пожежа була ліквідована.

З ранку 26 квітня були прийняті перші міри щодо зниження температури активної зони та обмеженню виходу продуктів поділу. Для цього в палаючий реактор стали вводити карбід бору, доломіт, свинець та інші компоненти. Бор повинен був забезпечити під критичність реактора. Доломіт – загальмувати

процес графіту. Пісок та глина фільтрували викиди. Свинець поглинав тепло та екранував гама-випромінювання. Взагалі було скинуто приблизно 5000 тон матеріалу.

Руйнування конструкцій захисних споруд і активної зони привело до викиду радіоактивних речовин із станції. В період з 26 квітня по 6 травня було викинуто 100 процентів радіонуклідів інертних газів . Викид інших радіонуклідів склав 3 – 4 % від загальної кількості радіонуклідів активної зони.

В зв'язку з значним рівнем забрудненості та постійним розворотом вітру, який розносив радіоактивні частки з аварійного реактора, була здійснена евакуація населення з 30-км зони навколо реактора. Всього в 1986 році евакуйовані мешканці 186 населених пунктів (116 тис. чол.).

Всі забруднені землі були поділені на 4 зони: зона відчуження, зона безумовного відселення, зона гарантованого добровільного відселення, зона посиленого радіологічного контролю.

Хід роботи

1. Ознайомитися з демонстративною моделлю розвитку аварії на ЧАЕС.
 2. Охарактеризувати хід подій розвитку аварії на четвертому енергоблоці ЧАЕС.
 3. Оцінити дію операторів в аварійній ситуації.
 4. Виділити переваги та недоліки реактора РБМК-1000 перед реакторами типу ВВЕР.
 5. Розглянути та описати масштаби та ступінь радіоактивного забруднення природного середовища в зоні впливу аварії на ЧАЕС (демонстративна модель аварії на ЧАЕС).
 6. Розглянути динаміку підвищення радіаційного фону протягом 28 квітня – 3 травня 1986 року та виявити закономірності підвищення радіаційного фону протягом цього часу (демонстраційна модель розвитку аварії на ЧАЕС).
 7. Ознайомитися з медичними наслідками катастрофи.
 8. Дати оцінку катастрофи на ЧАЕС порівняно з найбільшими світовими катастрофами.
- Питання для самоперевірки

1. Назвіть число, місяць, рік, номер реактора на якому відбулася аварія.
2. Основні причини аварії на ЧАЕС.
3. Хід подій та дія персоналу в аварійній ситуації.
4. Основні особливості динаміки підвищення радіаційного фону території, що попала в межу впливу катастрофи.
5. Медичні наслідки катастрофи.
6. Дайте характеристику проблем, що існують сьогодні в Україні і пов'язані з катастрофою на ЧАЕС 1986 року.
Рекомендована література [1,2,5]

Лабораторна робота № 3

ПРОГНОЗ ВМІСТУ РАДІОНУКЛІДІВ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІЙ ПРОДУКЦІЇ

Мета роботи: Ознайомитися та засвоїти методику прогнозування радіоактивного забруднення сільськогосподарської продукції.

Основні поняття

Рослини є важливою ланкою більшості біологічних ланцюгів, за якими мігрують радіонукліди в природі та початковою ланкою харчових ланцюгів, які визначають надходження радіоактивних

елементів в організм тварин та людини. Із багатьох радіоактивних елементів найбільшу біологічну небезпеку представляють довгоживучі радіоізотопи цезію та стронцію, котрі мають період напіврозпаду біля 30 років і активно включаються в процеси біологічної міграції. Інші радіонукліди, які були викинуті із зруйнованого реактора мають короткий період напіврозпаду (декілька діб, місяців) або практично не беруть участі в процесах мінерального обміну біологічних об'єктів. Період напіврозпаду радіоізоотопів плутонія складає від 20 до 30 тисяч років, але вони практично не засвоюються з ґрунту рослинами, і небезпечними для людини лише у випадку

попадання в легені з пилом. Надходження цезію та стронцію в організм людини з продуктами харчування проходить в результаті переходу Sr-90, Cs-137 з ґрунту в рослини, а потім в продукцію рослинництва та тваринництва.

Цезій-137, є аналогом калію, тому аналогічно цьому елементу бере участь в усіх реакціях обміну в рослинах, організмах тварин та людини, біологічно дуже рухомий і порівняно з іншими радіонуклідами швидко виводиться з організмів тварини та людини.

Стронцій-90 – хімічний аналог кальцію, для нього характерне високе засвоювання рослинами та тваринами, він повільно виводиться з організму та накопичується в кісткових тканинах.

На накопичення радіонуклідів сільськогосподарськими рослинами впливають фізико-хімічні характеристики радіонуклідів, властивості ґрунту, біологічні особливості рослин і агротехніка вирощування культур.

Сам рівень забруднення сільськогосподарської продукції прямо пропорційний щільності забруднення ґрунтів. Щільність забруднення ґрунту вимірюється кількістю розпадів радіоактивних атомів, які проходять за одиницю часу на одиниці площі поверхні ґрунту.

При розробці структури посівних площ можна попередньо розрахувати очікуваний вміст цезію-137 і стронцію-90 в майбутньому врожаї. Існують різні методи прогнозу вмісту цих радіонуклідів у врожаї сільськогосподарських культур при вирощуванні їх на забруднених землях.

Розглянемо розрахунок прогнозу вмісту радіонуклідів в сільськогосподарській продукції з використанням коефіцієнта переходу (Кп). В основі цього методу прогнозу закладені фактичні результати польових досліджень рівня забруднення ґрунту та рослин, котрі росли на ньому. Застосування цього методу прогнозу раціональне, так як коефіцієнт пропорційності можна попередньо визначити для різних сільськогосподарських культур. Коефіцієнт переходу радіонуклідів з ґрунту в рослини залежить від типу та кислотності ґрунтів, вмісту в них гумусу, обмінного кальцію та

калію, видових та сортових особливостей рослин. Коефіцієнти переходу із всіх типів ґрунту в рослинну продукцію для стронцію-90 вище, як для цезію-137. Стронцій-90 в 2-6 разів інтенсивніше поглинається бобовими культурами, як злаковими. Вміст цезію-137, як правило також вище в зернобобових культурах порівняно із злаковими.

Прогнозний вміст радіонуклідів в урожаї сільськогосподарських культур (С) можна розрахувати за формулою:

$$C = Kn D, \text{ Бк / кг} \quad (1)$$

Де Kn - коефіцієнт переходу радіонуклідів з ґрунту в рослину (Бк / кг: Бк / кв. м) ;

D – щільність забруднення ґрунту (Бк / кв. м)

Таким чином рівні забруднення врожаю однієї і тієї ж культури залежить як від щільності забруднення ґрунту, так і від агрохімічних властивостей ґрунтів. Чим вища окультуреність ґрунту, темніше накопичення радіонуклідів у врожаї. У зв'язку з цим розміщення культур із врахуванням щільності забруднення ґрунту, а також біологічних особливостей рослин різних культур дозволяє регулювати різні забруднення врожаю та вирощувати продукцію з вмістом радіонуклідів значно нижче тимчасових допустимих рівнів.

Хід роботи

1. Виписати вихідні дані згідно варіанту (таблиця 2).
2. Охарактеризувати тип ґрунту та навести основні його агрохімічні характеристики (рН, величину гідролітичної кислотності, вміст азоту, фосфору, калію та кальцію, гумусу).

3. Визначити коефіцієнт переходу радіонуклідів з ґрунту в культури (таблиці 3,4) та оцінки біологічні особливості кожної культури, щодо накопичення радіонуклідів.

4. Користуючись формулою 1 розрахувати прогнозний рівень забруднення врожаю сільськогосподарських культур. Одержані прогнозні рівні порівняти з тимчасовими допустимими рівнями вмісту радіонуклідів в сільськогосподарській продукції (табл. 5) та визначити відсоток перевищення, коли такий існує. 6. Результати розрахунків

представити у табличній формі (табл. 6). 7. Підібрати культури, які можна вирощувати при даному рівні забруднення ґрунту. Обґрунтувати вилучення деяких культур з сівозміни, яка культивується на даній території.

8. Зробити висновок. Захистити роботу.

Питання для самоперевірки

1. Назвіть та охарактеризуйте найбільш небезпечні, з точки зору сільськогосподарського виробництва, радіонукліди.

2. Що таке коефіцієнт переходу та від яких факторів він залежить.

3. Що лежить в основі методу прогнозу вмісту радіонуклідів в сільськогосподарській продукції.

Рекомендована література [1,2,5]

Лабораторна робота № 4

ЗМЕНШЕННЯ ЗАБРУДНЕНOSTІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

Мета роботи: ознайомитися з основними заходами, які направлені на зменшення забруднення Cs-137 сільськогосподарської продукції, та навчитися застосовувати ці заходи для певних умов.

Основні поняття

Сільськогосподарське виробництво на території, яка зазнала радіоактивного забруднення в результаті аварії на ЧАЕС, спрямоване на вирішення однієї з основних задач – застосування у виробництві заходів, які сприяють зниженню вмісту радіонуклідів в продукції до встановлених норм з врахуванням їх економічної доцільності.

Комплекс заходів, які спрямовані на одержання «умовно чистої продукції» рослинництва складається з чотирьох груп: організаційні, агротехнічні, агрохімічні, технологічні.

ОРГАНІЗАЦІЙНІ заходи передбачають:

- проведення інвентаризації угідь за щільністю забруднення та складання відповідних картограм;
- складання ґрунтових характеристик угідь і даних про їх забруднення;
- прогнозування вмісту радіонуклідів в урожаї;
- прогнозування ефективності заходів і рівня забруднення врожаю після їх проведення;
- визначення площ, де можливе вирощування культур для різнопланового використання:
 - а) на виробничі цілі;
 - б) на виробництво кормів; в) на технічну переробку;
 - г) на одержання посівного матеріалу;
- організація радіаційного контролю продукції.

АГРОТЕХНІЧНІ заходи включають:

- проведення глибокої оранки (на високо-родючих ґрунтах);
- збільшення долі площ під культури з низьким рівнем накопичення радіонуклідів;
- запобігання вторинного забруднення рослин;
- кореневе та поверхнєве покращення сінокосів та пасовищ;
- висів при пересіванні сінокосів та пасовищ травосумішів з мінімальним накопиченням радіонуклідів.

АГРОХІМІЧНІ заходи передбачають:

- вапнування кислих ґрунтів;
- внесення підвищених доз калійних добрив;
- внесення підвищених фосфорно-калійних добрив;
- внесення органічних добрив;
- комплексне внесення різних видів мінеральних та органічних добрив.

ТЕХНОЛОГІЧНІ заходи включають:

- промивку і первинну очистку зібраної плодоовочевої та технічної продукції;
- застосування різних способів збирання зернових, овочевих і кормових культур, які не допускають вторинного забруднення продукції;
- переробку одержаної продукції з метою зниження концентрації радіонуклідів.

Товарне сільськогосподарське виробництво на території з щільністю забруднення цезієм-137 вище 14 Кі/кв.км забороняється на всіх типах ґрунтів, на торфових та торфво-болотних ґрунтах цей показник може бути обмежений до 5 Кі/кв.км.

Сьогодні ґрунт є основним джерелом надходження радіонуклідів в сільськогосподарську продукцію. ґрунт здійснює значний вплив на міграцію радіонуклідів. З однієї сторони, проходить сорбція радіонуклідів твердою фазою ґрунту, з іншої – ідуть процеси перерозподілу їх в більш глибокі шари. Швидкість цих процесів залежить від таких властивостей ґрунту, як механічний та мінералогічний склад, вміст органічної речовини, ємність вбирання.

Деякі ґрунти Українського Полісся (дерново-підзолисті піщані, слабо гумусні піски) характеризуються дуже низьким вмістом глинистих мінералів, це викликає слабе протікання процесів необмінного поглинання Cz -137. Тому цезій-137 в цих та органогенних (торфво-болотних) ґрунтах характеризується різко підвищеними значеннями міграційної здатності та біологічної доступності. Зниженню накопичення радіонуклідів в рослинах сприяє підвищений вміст гумусу в ґрунтах. Вплив гумусу на поведінку радіонуклідів пояснюється не тільки підвищеною ємністю вбирання , а також зниженням активної та гідролітичної кислотності ґрунту, утворенням комплексних або елементоорганічних з'єднань, в складі яких радіонукліди не можуть бути засвоєні коренями.

Виходячи з цього вапнування є одним з найрозповсюдженіших заходів для одержання рослинницької продукції, яка відповідає радіологічним стандартам.

1. Вапнування

Кислотність ґрунтів – це здатність ґрунту підкислювати ґрунтовий розчин або розчини солей внаслідок наявності в складі ґрунту кислот, а також обмінних іонів водню і катіонів, які утворюють при їх витісненні гідролітично кислі солі. Розрізняють активну кислотність, яка визначається значенням рН ґрунтового розчину та потенціальну кислотність, носієм якої є іони H^+ , Al^{3+} , що знаходяться в твердій фазі ґрунту в обмінно-поглинутому

стані і які підкислюють ґрунтовий розчин в результаті обмінних реакцій при збільшенні в ньому концентрації електролітів (наприклад, при внесенні добрив). За способом визначення потенціальної кислотності поділяють на обмінну та гідролітичну. Обмінна кислотність виявляється при взаємодії ґрунту з розчинами нейтральних солей (хлоридами), а гідролітична – з розчинами гідролітично розчеплюючих солей. Обмінна кислотність характеризується величиною рН сольової витяжки (інтервал від 3 – до 6).

За значенням рН ґрунтового розчину ґрунти бувають :

Сильно кислі (рН 3-4), кислі (рН 4 – 5), слабо кислі (рН 5 – 6), нейтральні (рН 6 – 7), лужні (рН 7 – 8), сильно лужні (рН 8 – 9).

В кислих ґрунтах рухомість радіонуклідів максимальна. Із підвищенням рН сорбція радіоізоотопів зростає, а рухомість знижується. Зміна реакції розчину з сильнокислої до нейтральної знижує рухомість радіоактивних цезію, стронцію в 2 – 4 рази. Для умов Полісся коефіцієнти переходу основних забруднювачів цезію-137 та стронцію-90 із підвищенням рН знижуються в 3 – 15 разів.

Внесення вапна ефективно в дозах, які забезпечують нейтралізацію кислої реакції ґрунтового розчину. Дози вапна розраховують за гідролітичною кислотністю ґрунту. В зоні з щільністю забруднення ґрунту до 15 Ки/ кв.км вапно вносять в одній дозі за гідролітичною кислотністю. Надлишкове внесення вапна додатково не зменшує надходження радіонуклідів і може впливати на продуктивність таких культур, як льон, картопля, люпин, середела. В перші роки після внесення вапна на поля необхідно розміщувати кормові боби, горох, кукурудзу, озиму пшеницю.

На дерново-підзолистих та сірих лісових ґрунтах при гумусу до 3%, потребу у вапні можна визначити по рН сольової витяжки з ґрунту та механічному складі

В умовах Полісся, при можливості, ефективно замість вапна використовувати доломітову муку, вапнякові туфи, дефекати. Строки повторного вапнування ґрунтів встановлюються в міру підкислення ґрунтового розчину.

2. Застосування мінеральних та органічних добрив
Вплив мінеральних добрив на накопичення радіонуклідів у врожаї культур за одних і тих же самих ґрунтових умов різна.

Азотні добрива в деяких випадках можуть спонукати накопиченню радіонуклідів в урожаї. Тому, азотні добрива слід застосовувати тільки в складі складного добрива в кількості, яка забезпечує одержання запланованого врожаю. При застосуванні складного мінерального добрива рекомендується відношення N : P : K = 1 : 1.5 : 2. Ефективність добрив максимально проявляється на низькородючих ґрунтах.

Застосування органічних добрив спричиняє як підвищення врожаю, так і знижує накопичення в ньому радіоактивних речовин. Органічні добрива застосовують в дозах 60 – 100 т / га залежно від потреби культури.

Під кормові культури рекомендується вносити наступні дози добрив : калій 90 – 120 кг д.р. / га ; фосфор 60 – 90 кг д.р. / га ; азот 45

– 60 кг д.р. /га ;органічні (гній, сапропель) не менше 50 т / га.

На екологічно небезпечних ґрунтах таких, як торфових та піщаних мінеральних рекомендовані заходи : вапнування та внесення підвищених норм фосфорно – калійних добрив не завжди забезпечують отримання «умовно чистої» продукції. Тому комплекс заходів доцільно доповнювати прийомами по збагаченню їх сорбентами орґано – мінерального складу. Ефективними матеріалами для меліорантів є місцеві матеріали : мергель, лесовидні та моренні суглинки, алювіальні відклади суглинкового та глинистого складу, розмелені туфи.

3. Розміщення культур

Рівні забруднення врожаю сільськогосподарських культур залежить від біологічних властивостей рослин.

Так, зернові та зернобобові культури в міру збільшення накопичення радіо цезію в урожаї зерна на одному і тому ж ґрунті можна розмістити в ряд : кукурудза, тритикале, просо, пшениця, жито, овес, горох, квасоля, боби, соя, гречка. Відмінність між

накопиченням радіо цезію в зерні кукурудзи та гречки складає 18 раз.

Кормові культури по мірі збільшення рівнів забруднення зеленої маси розміщуються в наступному порядку : кукурудза, тимофіївка, конюшина, соняшник, вика, кормова капуста, люпин жовтий.

Характеристика овочевих культур, щодо накопичення радіоцезію представлена в таблиці 8.

Таким чином, розміщення культур з врахуванням щільності забруднення ґрунту, а також біологічних особливостей рослин дозволяє регулювати рівні забруднення врожаю та вирощувати продукцію з вмістом радіонуклідів значно нижче ТДР. Оцінка ґрунтів за ступенем радіоактивного забруднення.

Залежно від рівня додаткових затрат та їх складності виконання існує шкала оцінки рівня деградаваності ґрунту за рівнем забруднення його радіонуклідами (за М. О. Клименко, С. І. Веремеєнком).

Хід роботи

1. На основі вихідних даних лабораторної роботи «Прогноз вмісту радіонуклідів в сільськогосподарській продукції» оцінити радіоактивну обстановку території, охарактеризувати тип ґрунту.

2. Оцінити кислотність ґрунту та розрахувати необхідну кількість внесення вапна або за гідролітичною кислотністю, або спираючись на дані таблиці 3.9. Обґрунтувати спосіб розрахунку.

Розрахунок норми вапна за гідролітичною кислотністю:

$$N_p = 1,5 G_k, \text{ т / га, де } N_p \text{ – норма вапна, т / га ; } G_k \text{ – величина гідролітичної кислотності, м-екв / 100г ґрунту ; } 1,5 \text{ – коефіцієнт перерахунку гідролітичної кислотності на } CaCO_3, \text{ т / га .}$$

3. Запропонувати оптимальні дози добрив для конкретної культури з урахуванням типу ґрунту та рівнів радіоактивного забруднення.

4. Охарактеризувати розміщення культур, виходячи з їх біологічних особливостей.

5. Оцінити ґрунт за ступенем радіоактивного забруднення.

6. Результати розрахунків звести в таблицю. Зробити висновки

Питання для самоперевірки.

1. Назвіть комплекс заходів, котрі необхідно проводити на забруднених радіонуклідами ґрунтах при їх сільськогосподарському використанні.

2. Від яких факторів залежить міграція $Cz - 137$ в системі «ґрунт – рослина»?

3. Назвіть основні заходи, щодо зниження надходження $Cz - 137$ в продукцію рослинництва.

4. На основі яких показників розраховують дози внесення вапна.

5. Кислотність ґрунту, види кислотності.

6. Роль добрив в одержанні «умовно чистої» продукції.

7. Назвіть основні ступені деградаваності ґрунтів при забрудненні їх радіонуклідами.

Рекомендована література [1,2,4,]

Лабораторна робота № 5

ВИЗНАЧЕННЯ СУМАРНОЇ ЕФЕКТИВНОЇ ДОЗИ ОПРОМІНЕННЯ НАСЕЛЕННЯ

Мета роботи : ознайомитися з методикою розрахунку річної сумарної ефективної еквівалентної дози опромінення.

Основні поняття.

На території радіоактивного забруднення одним із ведучих факторів, що визначають екологічні умови проживання людей є рівень радіаційного опромінення населення. Проблема радіаційного захисту виступає на перший план.

З метою вивчення та розробки заходів по радіаційному захисту населення в 1928 році була створена Міжнародна комісія

з радіаційного захисту (МКРЗ). В 1958 році нею була рекомендована гранично допустима норма опромінення – 5 бер/рік. Дана сумарна норма опромінення, на думку експертів забезпечує захист населення і дозволяє здійснювати необхідну практичну діяльність.

Сумарна доза опромінення складається із зовнішнього та внутрішнього опромінення. Зовнішнє опромінення обумовлене радіаційним фоном території, космічними та іншими зовнішніми джерелами. Внутрішнє опромінення визначається кількістю радіонуклідів, що надходить в організм людини з їжею, водою і повітрям. На забруднених радіонуклідами територіях доза опромінення населення помітно зростає.

В Україні проблема значного додаткового опромінення виникла після катастрофи на ЧАЕС. В зв'язку з цим у грудні 1991 року Верховна Рада прийняла закони України “Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок чорнобильської катастрофи” та “Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок чорнобильської катастрофи”. У відповідності із згаданими законами, у межах забруднених площ виділяється чотири зони:

- 1) зона відчуження – це територія, з якої проведено евакуацію населення в 1986 році;
- 2) зона безумовного (обов'язкового) відселення – це територія, що зазнала інтенсивного забруднення довгоживучими радіонуклідами, з щільністю забруднення ґрунту понад доаварійного рівня ізотопами цезію від 15 Кі/км² та вище, або стронцію від 3.0 Кі/км² та вище, або плутонію від 0.1 Кі/км² та вище, де розрахункова ефективна еквівалентна доза опромінення людини з урахуванням коефіцієнтів міграції радіонуклідів у рослини та інших факторів може перевищити 5.0 мЗв (0.5 бер) за рік понад дозу, яку вона одержувала у доаварійний період;
- 3) зона гарантованого добровільного відселення - це територія, що зазнала інтенсивного забруднення довгоживучими радіонуклідами, з щільністю забруднення ґрунту понад доаварійного рівня ізотопами цезію від 5 до 15 Кі/км², або стронцію від 0.15 до 3.0 Кі/км², або плутонію від 0.01 до 0.1 Кі/км², де розрахункова ефективна еквівалентна доза

опромінення людини з урахуванням коефіцієнтів міграції радіонуклідів у рослини та інших факторів може перевищити 1.0 м Зв (0.1 бер) за рік понад дозу, яку вона одержувала у доаварійний період;

- 4) зона посиленого радіоекологічного контролю - це територія, що зазнала інтенсивного забруднення довгоживучими радіонуклідами, з щільністю забруднення ґрунту понад доаварійного рівня ізотопами цезію від 1 до 5 Кі/км², або стронцію від 0.02 до 0.15 Кі/км², або плутонію від 0.005 до 0.01 Кі/км², де розрахункова ефективна еквівалентна доза опромінення людини з урахуванням коефіцієнтів міграції радіонуклідів у рослини та інших факторів може перевищити 0.5 м Зв (0.05 бер) за рік понад дозу, яку вона одержувала у доаварійний період.

Умовою проживання і трудової діяльності населення без обмежень за радіаційним фактором є одержання додаткової за рахунок забруднення території радіоактивними ізотопами дози, яка не перевищує рівня опромінення 1.0 мЗв (0.1 бер) за рік.

Додаткова доза зовнішнього опромінення обумовлюється щільністю забруднення ґрунтів. В першу чергу, фонуотворюючих ізотопів: цезію, стронцію, плутонію. Розрахувати дозу зовнішнього опромінення для умов Західного Полісся можна на основі номограм (табл 4.).

Основну ж дозу опромінення люди отримують за рахунок внутрішнього опромінення в результаті споживання забрудненої їжі. При цьому розрахунки внутрішнього опромінення (табл.3.14) визначаються по надходженню радіонуклідів в перерахунку на основні продукти – молоко та картоплю. Середньодобове споживання приймається для молока – 0.5 л., картоплі – 1.5 кг. Розрахунки внутрішнього опромінення базуються на дослідних даних про те, що концентрація радіоцезію 1 наноКюрі на літр молока (нКі/л) забезпечує дозу 30 мбер на рік, а споживання 0.5 л молока на добу за дозовою ефективністю відповідає споживанню 1.5 кг картоплі.

Таблиця 4

Номограма розрахунку зовнішнього опромінення населення залежно від щільності забруднення ґрунту.

Цезій				Стронцій		Плутоній	
Щільність забруднення ґрунту Кі/км ²	Доза опромінення, мбер			Щільність забруднення ґрунту, Кі/км ²	Доза опромінення, мбер	Щільність забруднення ґрунту, Кі/км ²	Доза опромінення, мбер
	Місто	Смт	село				
0.1	0,6	0,9	1,3	0,01	0,2	0,005	0,3
0.2	102	1,8	2,6	0,02	0,4	0,01	0,6
0.5	3,0	4,5	6,5	0,05	1,0	0,02	1,2
1.0	6,0	9,0	13	0,1	2,0	0,05	3
2.0	12,0	18	26	0,2	4,0	0,1	6
5.0	30	45	65	0,5	10	0,2	12
10	60	90	130	1	20	0,5	30

Хід роботи.

1. Виписати вихідні дані згідно варіанту
орахувати сумарну ефективну еквівалентну дозу опромінення міського та сільського населення, результати представити в табличній формі (табл. 16).

3. Визначити, до якої зони слід віднести дану територію.

4. Зробити висновки

Питання для самоперевірки

1. Чим обумовлюється зовнішня додаткова доза опромінення.
2. Чим обумовлюється внутрішня додаткова доза опромінення.
3. Охарактеризуйте зони радіоактивного забруднення, які були виділені на забруднених територіях внаслідок катастрофи на ЧАЕС.
4. На основі яких положень побудовані прогностичні номограми розрахунку внутрішнього та зовнішнього опромінення населення

Рекомендована література [1,2,4,5]

Лабораторна робота № 6

ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ВЕДЕННЯ ТВАРИННИЦТВА НА РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЯХ

Мета роботи :ознайомитися з основними принципами ведення тваринництва на забруднених землях і навчитися прогнозувати вміст цезія-137 в продуктах тваринництва.

Основні поняття.

Основну дозу радіоактивного опромінення людина одержує не ззовні, а за рахунок споживання забруднених продуктів. Зменшити надходження радіонуклідів в організм людини можна лише за умов прогнозування ймовірних рівнів забруднення продуктів тваринництва.

Радіоактивні речовини надходять в організм тварин трьома шляхами: перорально (через рот) ; аврально (через дихальні шляхи); перкутативно (через шкіряний покрив). Аеральний та перкутативний шляхи представляють інтерес при оцінці дозових навантажень на організм тварин, а пероральний в основному характеризує забруднення основних продуктів тваринництва (молока, м'яса, яєць).

Загалом в господарствах, які розміщені на забруднених радіонуклідами територіях, ступінь забруднення продукції тваринництва буде залежати від складу раціону та способу утримання тварин.

Найбільш високі рівні забруднення тваринництва будуть спостерігатися при екстенсивному типі відгодівлі тварин (кормовою базою є природні луки та пасовища).Зменшення рівня забруднення окремих кормів та загалом раціону тварин в цілому, може бути досягнуто при використанні інтенсивної системи землеробства, стійлового утримання тварин з організацією раціональної кормової бази.

При складанні раціонів необхідно приймати до уваги те , що важливе значення для пониження переходу радіонуклідів цезію та стронцію в продукцію тваринництва має збалансоване мінеральне харчування. Наприклад , дефіцит кальцію в раціоні тварин визиває підвищене накопичення стронцію – 90 в молоці.

Тому при складанні раціону для продуктивних тварин, птахів необхідно рекомендувати раціон повноцінний та збагачений кальцієм. При забрудненні території радіоактивним цезієм, раціон тварин повинен бути збалансованим за калієм.

Радіонуклід, який потрапив в організм з кормом, всмоктується в кров у відповідних відділах шлунково-кишечного тракту. За певний період (що вимірюється в хвиликах) , він розподіляється в судинній системі і виводиться з крові сечею, потом, калом, молоком та в результаті радіоактивного розпаду Частина радіонуклідів відкладається в тканинах, потім потрапляє в кров і входить в процеси виведення.

Виведення радіонуклідів з молоком залежить від періоду лактації та продуктивних якостей тварин : чим вищий добовий надій корови, тим менше концентрація радіонуклідів в молоці. Концентрація цезію- 137 у молоці визначається кількістю радіонукліда в добовому раціоні.

Перехід Cz -137 з раціону в молоко, в середньому рівний 1% від вмісту радіонукліда в добовому раціоні. Основним шляхом зменшення вмісту цезію -137 у молоці є переведення корів на максимально «чисті» корми.

Значний вплив на забруднення продукції має стан пасовищ. Практика показує, що використання природних пасовищ з забрудненням Cz -137 до 5 Ки / кв. Км, а інколи і до 10 Ки / кв. Км з додатковою підкормкою тварин « чистими» кормами, дозволяє одержувати молоко з вмістом радіонуклідів в межах норми.

В організмі тварин радіоактивний цезій концентрується в м'язах, стронцій-90 – в кістках. Порівняно з молоком концентрація Cz -137 в м'язах приблизно в 4 рази вище, а Sr-90 – в 1,5 рази нижче.

Для характеристики швидкості виведення радіоцезія з м'язів використовують «час напіввиділення», тобто проміжок часу, за який вміст радіонукліда зменшується в два рази. Період напіввиділення для жуйних тварин залежно від віку та продуктивності рівний 20 – 30 дням . Основний метод зниження вмісту радіо цезію у м'ясі полягає у відгодівлі тварин на завершальному етапі максимально чистим «кормом». Швидкість зниження цезію-137 в м'язах тварин, при утриманні їх на

«чистих» кормах із збільшенням віку зменшує. Для пониження концентрації радіонуклідів в продуктах харчування необхідно застосовувати технологічну та кулінарну обробки. Перехід цезію -137 та стронцію -90 з забрудненого молока в молочні продукти показана в таблиці 4.4. Відомо ряд способів зниження концентрації радіонуклідів в м'ясі та м'ясопродуктах.

Хід роботи

Розрахувати вміст радіонуклідів в запропонованих раціонах для відгодівлі телят(сіно – 2 кг ; силос – 15 кг ; кормовий буряк – 6 кг ; концентрати – 3 кг) та харчування дійних корів (сіно – 2,5 кг, сінаж 10 кг, силос – 25 кг, коренеплоди (кормовий буряк) – 11 кг ; солома – 2 кг ; концентрати – 6,5 кг).

Раціон, який складений за поживністю, прораховують для визначення вмісту в ньому радіонуклідів за формулою :

$$A P (A) + B P (B) + \dots = P (\text{раціону}), \text{ Бк}$$

Де А – кількість корму А в раціоні , кг ; $P (A)$ – вміст радіонуклідів в кормі А, Бк / кг ;

В – кількість корму В в раціоні, кг ; $P (B)$ – вміст радіонуклідів в кормі В, Бк / кг .

Порівняти одержаний результат з допустимим вмістом цезію - 137 в раціоні телят та корів . Якщо вміст радіонуклідів у раціоні більший, як показники таблиці 3.19, то необхідно замінити корми або зменшити кількість найбільш «забрудненого» корму.

Визначити забруднення м'яса та молока при даному вмісті цезію в раціоні тварин, користуючись таблицею 20

Запропонувати способи зменшення вмісту радіонуклідів в продукції шляхом її переробки.

Питання для самоперевірки

Від яких факторів залежить накопичення радіонуклідів в організмі тварини?

Яким чином розраховують вміст радіонуклідів в раціоні тварин?

Назвіть методи зменшення радіонуклідів в продукції тваринництва.

Рекомендована література [1,2,4,5]

Лабораторна робота № 7

ВИЗНАЧЕННЯ ПОТУЖНОСТІ ЕКСПОЗИЦІЙНОЇ ДОЗИ РЕНТГЕНІВСЬКОГО І ГАМА-ВИПРОМІНЮВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ДОЗИМЕТРА

Мета роботи: ознайомитися з роботою дозиметра ДРГЗ-01 та навчитися визначати потужність експозиційної дози випромінювання за допомогою даного дозиметра.

Основні поняття.

Дозиметр застосовують для вимірювання характеристик полів рентгенівського і гама випромінювання в лабораторних і виробничих умовах. Дозиметр дозволяє проводити ці вимірювання в діапазоні від 0 до 100 мкР/год. Діапазон вимірювання поділений на наступні піддіапазони: 0 – 1; 0 – 3; 0 – 10; 0 – 30; 0 – 100 мкР/с.

Конструктивно дозиметр виконаний у вигляді двох вузлів – блоку детектування та пульта. Блок детектування представляє собою сталений циліндр, в середині якого для захисту фотоелектронного примножувача від магнітних полів розміщений пермаловий екран. На передньому торці блоку детектування знаходиться берилловий фільтр, блок сцинтилятора і світловий засув. Берилловий фільтр дає можливість вимірювати потужність м'якого (від 15 кеВ) рентгенівського випромінювання. На блоці детектування нанесена гравіровка, яка вказує положення світлового засуву ВІДКРИТО – ЗАКРИТО.

Конструктивно пульт складається з кришки, дна і корпусу. Схема дозиметра складається з наступних частин: блоку детектування, підсилювача напруги, блоку живлення. Блок детектування служить для пропорційного перетворення енергії рентгенівського та гама-випромінювання в енергію електричного струму.

1. Підготовка дозиметра до роботи

1. Встановіть перемикачі S_1 в положення НАКАЛ та S_2 - ВИКЛ.
2. Підключіть дозиметр до струму за допомогою електрошнура.
3. Встановіть перемикач S_2 в положення НЕПР.СВИШЕ 30. Стрілка вимірювального приладу повинна встановитися на поділці 2 за

нижньою шкалою. В іншому випадку зніміть дно пульта і з допомогою потенціометра РЕГ.НАІР. на блоці живлення встановіть стрілку на вказану поділку.

4. Встановіть перемикач S_1 в положення АНОД. Стрілка вимірювального приладу повинна показувати за нижньою шкалою (7.5 – 9)В (межа шкали вимірювання 15В).
5. Встановіть перемикач S_1 в положення УСТ.НУЛЯ. Ручкою УСТ.НУЛЯ встановіть стрілку вимірювального приладу на нульову відмітку шкали.
6. Після трьоххвилинного прогріву встановіть перемикач S_1 на піддіапазон, необхідний для проведення вимірювання від контрольного джерела (для даного дозиметра цей піддіапазон рівний 30мкР/с).
7. Закрийте світловий засув і ручкою УСТ.НУЛЯ встановіть стрілку вимірювального приладу на нульову відмітку шкали.
8. Зніміть кришку контейнера контрольного джерела.
9. Відкрийте світловий засув і встановіть блок детектування торцем на контрольне джерело. Стрілка вимірювального приладу в нормальних умовах повинна встановитися на значенні 15.5 мкР/с (для даного приладу).

Якщо покази дозиметра від контрольного джерела, які були виміряні за нормальних умов, відрізняється від значення зафіксованих в паспорті необхідно провести цього переградування. Для підвищення тосності вимірювання без переградування приладу, а також зниження додаткової температурної похибки в робочому діапазоні температур, допускається вводити поправку на покази дозиметра. Для цього визначається повірочний коефіцієнт $K = R_{кп}/R_{кв}$, де $R_{кп}$ – покази дозиметра від контрольного джерела, які зафіксовані в паспорті, мкР/с; $R_{кв}$ – покази дозиметра від контрольного джерела, які виміряні, мкР/с.

Порядок роботи дозиметра

Розмістіть блок детектування в контрольну зону.

Встановіть перемикач S_1 на необхідний піддіапазон вимірювання.

Закрийте світловий засув на блоці детектування, при необхідності ручкою УСТ. НУЛЯ проведіть коректування нуля за

шкалою вимірювального приладу. (Коректування нуля дозиметра необхідно проводити перед кожним вимірюванням).

Відкрийте світловий засув та проведіть відлік показів після певного проміжку часу, який залежить від піддіапазонів вимірювання. Час встановлення показів дозиметра на повинен перевищувати наступних значень: на піддіапазонах від 1 до 3 с^{-1} – 30с; 3 до 10 с^{-1} - 15с; 10 - 30 с^{-1} – 10с; вище 30 с^{-1} – 5 с.

Для виключення впливу флуктації стрілки на найбільш чутливих піддіапазонах рекомендується проводити 5 відліків з інтервалом 10с. Покази в цьому випадку визначаються, як середньо арифметичне.

При використанні повірочного коефіцієнту, потужність експозиційної дози в місці розміщення детектора P_0 визначається за формулою: $P_0 = P_p K$, мкР/с, де

P_p - покази приладу, мкР/с, K – повірочний коефіцієнт.

Хід роботи

Ознайомитися з будовою та роботою приладу.

Підготувати дозиметр до роботи, при цьому визначити повірочний коефіцієнт (див.пункт 1)

Визначити потужність експозиційної дози рентгенівського та гама випромінювань приміщення(див.пункт 2).

Результати вимірювань та розрахунків звести в таблицю.

Питання для самоперевірки.

1. Що таке експозиційна доза, які дози ви ще знаєте?
2. З якою метою визначають повірочний коефіцієнт приладу.
3. Як розраховується потужність експозиційної дози рентгенівського та гама випромінювань.
4. В яких одиницях вимірюється величина потужностіекспозиційної дози
5. Дайте характеристику дозиметру ДРГЗ-01.

Рекомендована література [1,2,4,5]

Лабораторна робота №8

ВИЗНАЧЕННЯ ПИТОМОЇ АКТИВНОСТІ ГАМА-ВИПРОМІНЮЮЧИХ НУКЛІДІВ

Мета роботи: ознайомитися з принципом роботи радіометра РІГ – 01 “Гама” та навчитися визначати питому активність гама-випромінюючих нуклідів в різних пробах.

Основні поняття

Радіометр гама випромінювання РІГ – 01 “Гама” призначений для вимірювання питомої активності гама-випромінюючих нуклідів в обмеженому діапазоні енергії (Cs – 137 та K – 40) в пробах молока, води, сипучих та інших харчових продуктів, ґрунту на рівні допустимих концентрацій і нище, без підготовки проб методом хімічного виділення і концентрування.

Радіометр дозволяє проводити вимірювання питомої активності проб природного середовища з ефективним атомним номером $z < 16$ та щільністю $< 1.5 \text{ г/см}^3$ з будь-якою вологістю, а також може бути використаний для експресного визначення вмісту радіонуклідів цезію-137 та калію-40 в організмі людини.

Діапазон вимірювання радіометра для всіх видів проб:

при вимірюванні цезію-137: 3.0 – 1000.0 Бк/л; Бк/кг;

при вимірюванні калію-40: 40.0 – 1000.0 Бк/л; Бк/кг.

Принцип роботи радіометра

Сцинтиляторний детектор, який складається з кристала – сцинтилятора і фотоелектронного примножувача, перетворює фізичну інформацію в електричний сигнал. Імпульси з фотоелектронного примножувача після підсилення і відбору за амплітудою амплітудним селектором перетворюються в послідовність логічних сигналів, середня частота яких пропорційна вимірювальній активності. Ці логічні сигнали поступають на лічильник імпульсів. Час заповнення лічильника поступає в мікропроцесор для обробки результатів. Після обробки результатів вимірювання висвітлюється відповідним світлодіодом. Результат вимірювання відградуваний в одиницях питомої активності.

Порядок вимірювання.

1. Підключити вилку кабеля до мережі струму і нажати кнопку “Мережа”. На індикаторному табло появляться символи 0000 і загориться світлодіод, який сигналізує ввімкнення приладу в мережу.

2. Прогріти прилад протягом 30 хвилин.

3. Визначити середню швидкість відліку рівня фону. Для цього посуд Марінелі заповнюють дистильованою водою і розміщують в свинцевому хатку. Натискають кнопку “фон”. На цифровому табло висвітлюється зворотній відлік часу в секундах від 1200 до 0, загоряються світлодіоди режиму “фон”, “імп/с”. Після завершення часу вимірювання подається звуковий сигнал, на табло висвітлюється швидкість відліку рівня фону в ЦЕЗІСВОМУ каналі, загоряються світлодіоди, які відповідають одиниці вимірювання – імп/с і канал вимірювання – “ЦЕЗІЙ”. При натискуванні кнопки “КА” на табло висвітлюється швидкість відліку рівня фону в КАЛІЄВОМУ каналі і загоряються світлодіоди режиму роботи.

Виміряні в кожному каналі величини рівнів швидкості відліку фону заносяться в пам'ять мікропроцесора і не потребують коректування протягом двох годин.

4. Встановіть в центрі торцевої частини блока детектування контрольне джерело, натисніть кнопку “ІЗМ”. Через 300 секунд вимірювання завершиться, що буде підтверджено звуковим сигналом. На табло висвітляться показники активності від контрольного джерела, яке не повинне відрізнятися від паспортних даних на більше, ніж на 10%.

5. Розмістіть досліджувану пробу з радіоактивним забрудненням цезієм – 137 і калієм – 40 в посуд Марінелі і встановіть в свинцеву хатку. Натисніть кнопку “ІЗМ”, на цифровому табло відобразиться прямий відлік часу в секундах.

6. Після 300 с відбудеться зчитування інформації, яка одержана в каналах “ЦЕЗІЙ”, “КАЛІЙ”, та проводиться обробку результатів.

Процес вимірювання можна зупинити натискуванням клавіші “Т”, якщо не потребується висока точність при вимірюванні радіоактивної забрудненості досліджуваної проби.

6. При вимірюванні питомої активності проб в'язких та сипучих продуктів з питомою щільністю від 0.2 до 105 г/см³ необхідно провести наступні дії. На технічних вагах, які дозволяють вимірювати не менше двох кілограм з точністю до 0.01 кг, зважте пустий контейнер ЖШ. 056.061. Заповніть контейнер досліджуваною пробкою і розрахуйте вагу досліджуваної пробки з точністю до 0.01 кг. Закрийте кришку контейнера, розмістіть його на блоці детектування і проведіть вимірювання.

Хід роботи

1. Ознайомитися з будовою та принципом роботи приладу.
2. Підготувати радіометр до роботи, при цьому визначить середню швидкість відрахунку рівня фону.
3. Визначити радіоактивність запропонованих проб.
4. Зробити висновки.

Питання для самоперевірки.

1. Що таке експозиційна доза, які дози ви ще знаєте?
2. З якою метою визначають повірочний коефіцієнт приладу.
3. Як розраховується потужність експозиційної дози рентгенівського та гама випромінювань.
4. В яких одиницях вимірюється величина потужності експозиційної дози.
5. Дайте характеристику дозиметру ДРГЗ-01.
Рекомендована література [1,2,4,5]

Лабораторна робота № 9 **РАДІОЧУТЛИВІСТЬ ТА РАДІОСТІЙКІСТЬ** **ОРГАНІЗМІВ.**

Мета роботи: вивчити вплив іонізуючого випромінювання на флору та фауну.

Основні поняття

У радіобіології рівноправними є два терміни, що характеризують відношення організму до іонізуючих

випромінювань – радіочутливість і радіостійкість. Вони взаємозв'язані та із різних боків характеризують одне явище. Якщо організм має високу радіочутливість, то він характеризується низькою радіостійкістю, і навпаки. Проте ці терміни треба розрізняти. Радіочутливість організму – це здатність організму реагувати на мінімальні дози іонізуючої радіації. Радіостійкість – це здатність організму переносити високі рівні опромінення. Для характеристики радіостійкості використовують рівні доз, при яких після опромінення певна частина організмів (наприклад ЛД50 – напівлетальна доза) гине і, відповідно, виживає половина організмів, або гинуть всі (ЛД100 – летальна доза). Тому, характеризуючи радіочутливість різних організмів чи їх радіостійкість, звичайно застосовують один рівень доз. Радіочутливість рослин. Іонізуюче випромінювання на рослини діє по різному. Найбільш радіочутливі рослинні організми – лілейні, хвойні, найбільш радіостійкі – деякі види синьозелених водоростей. У формі насіння – на стадії глибокого спокою рослини, виявлено високу стійкість до іонізуючого випромінювання та стійкість проти інших шкідливих факторів. Варто тільки помістити насіння у вологе середовище при кімнатній температурі (18-22°C), як зразу активізуються процеси обміну речовин і вони починають проростати. Радіочутливість дводенного проростка порівняно з насінням збільшується в десятки разів і лишається приблизно на тому ж рівні до кінця вегетації. Чутливими до іонізуючих випромінювань також є хвойні рослини, і насамперед сосна та ялина, для яких летальні дози становлять, відповідно, 4-6 і 5-10 Гр. Через це під час аварії на Чорнобильській АЕС загинув сосновий ліс на площі 600 га. Максимальна радіостійкість серед вищих рослин у представників родини хрестоцвітих. Так, напівлетальна доза для вегетуючих рослин та насіння редису становить, відповідно 50 і 2000 Гр. Надзвичайно висока радіостійкість у нижчих рослин – грибів, водоростей, лишайників. Найстійкішими серед усіх видів рослин є синьозелені водорості. Напівлетальні дози для деяких з їх видів досягають 12-16 кГр. При дії іонізуючих випромінювань на рослинні угруповання навіть при порівняно 16 невисоких дозах в їх структурі можуть статися істотні зміни. Це пояснюється тим,

що навіть слабке пригнічення росту й розвитку 1-2 видів рослин може спричинити порушення зв'язків між окремими видами і забезпечити сприятливі умови для розвитку інших видів. У цій ситуації небезпечнішим для фітоценозів є хронічне опромінення, а не гостре, оскільки діючи протягом кількох поколінь на рослину, воно призводить до нашарування постійних відхилень у розвитку того чи іншого виду. А після гострого одноразового опромінення фітоценоз у наступні роки може відновитися, наприклад, за рахунок насіння, що збереглося в ґрунті і має вищу радіостійкість. Зміни у складі рослинних угруповань можуть виникати не тільки при інгібуючих, а й при стимулюючих дозах. Бо посилення росту і розвитку одних видів створює для них переваги у фітоценозі, що може супроводжуватись погіршенням екологічних умов для розвитку інших видів аж до їх повного випадання. Основним фактором, що призводить до порушення зв'язків між різними видами рослин, є радіобіологічні реакції. Оскільки зміни фітоценозу виникають переважно внаслідок хронічного опромінення, потужність дози є важливішою характеристикою впливу, ніж загальна доза радіації. Безпечною для рослинного угруповання слід вважати таку потужність дози, при якій опромінення будь-якої тривалості не викликає його змін. Критичні органи – це життєво важливі органи або системи організму, які першими пошкоджуються і виходять з ладу при опроміненні іонізуючим випромінюванням, що зумовлює всі радіобіологічні ефекти, аж до загибелі організму. У вищих рослин, до яких належать усі сільськогосподарські культури, подібні властивості мають меристеми – утворювальні тканини, клітини яких тривалий час, а інколи упродовж усього життя перебувають у стані поділу і здатні утворювати нові клітини, тканини і органи. Внаслідок цього клітини меристем, як і критичних органів ссавців, надзвичайно високочутливі до іонізуючих випромінювань, їх радіочутливість у десятки і сотні разів вища за радіочутливість інших тканин рослини. До критичних органів вищих рослин відносяться такі елементи квітки як: пилляк, яйцеклітина, які також мають високу радіочутливість. Радіочутливість тварин. З відомостей про радіочутливість тварин важливими для людини є дані про ссавців.

Для більшості родів ссавців півлетальна доза не перевищує 5-8, а летальна – 9-10 Гр. До найбільш радіочутливого виду сільськогосподарських тварин відносять овець, мінімальне значення ЛД50 для яких становить лише 1,5 Гр, а до найбільш радіостійких – кролів, ЛД50 для яких досягає 8-10 Гр, при цьому радіочутливість молодих тварин вища, ніж дорослих. Більшу радіостійкість ніж ссавці мають птахи. Напівлетальні дози для більшості їх видів складають 8-25 Гр, риби – від 5 до 20 Гр. Для амфібій вони трохи вищі – до 25-30 Гр. Широко варіюють ці дози і для плазунів: для найбільш радіочутливих представників цього класу – черепах 15- 20, а для найбільш радіостійких – змій 80-200 Гр. Для моллюсків напівлетальні дози варіюють від 20 до 200 Гр, для членистоногих – від 100 до 1000 Гр, для кишковопорожнинних – від 50 до 2500 Гр, для простих (амеб, інфузорій) – від 1000 до 3000 Гр.

Хід роботи

1. Ознайомитись із поняттями радіостійкості та радіочутливості організмів.
2. Розглянути залежність організмів від дози іонізуючого випромінювання.
3. Вивчити специфіку пристосування організмів: рослинного та тваринного походження відносно радіаційного фону середовища існування.
4. Розглянути рівні критичних органів у рослин.

Завдання для самостійної роботи студентів (підготувати до практичного заняття реферат, презентацію, доповідь):

1. Назвіть зарубіжних і вітчизняних вчених, які зробили визначний внесок у розвиток радіобіології.
2. Вкажіть структуру радіобіології.
3. Вкажіть галузі застосування досягнень радіобіології.
4. Охарактеризуйте зв'язок радіобіології з іншими науками.
5. Радіобіологія це наука про: - фізичні закономірності органічного життя; - вплив радіації на живі систем; - хімічні закономірності органічного життя.
6. Вкажіть основні методи дослідження в радіобіології

Питання для самоперевірки.

1. Що таке експозиційна доза, які дози ви ще знаєте?
2. З якою метою визначають повірочний коефіцієнт приладу.
3. Як розраховується потужність експозиційної дози рентгенівського та гама випромінювань.
4. В яких одиницях вимірюється величина потужності експозиційної дози
5. Дайте характеристику дозиметру ДРГЗ-01.
Рекомендована література [1,2,4,5]

ТЕМАТИКА САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Підсумком самостійної роботи над вивченням дисципліни «Радіобіологія рослин» є складання письмового звіту за однією з рекомендованих тем (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

Варіанти тем самостійної роботи

№ п/п	Тема самостійної роботи	Короткий зміст
1.	Радіочутливість клітин у різні фази мітотичного циклу	Синхронні популяції. Причини зміни радіочутливості клітин.
2.	Радіостійкість рослин.	Синьозелені водорості. Зелені водорості. Мохоподібні та папоротеподібні. Голонасінні та покритонасінні.
3.	Радіостійкість вірусів і бактеріофагів	Негативні ефекти опромінення. Реактивація клітиною-хазяїном. „Урятування маркера”.
4.	Радіостійкість бактерій	Межі радіостійкості бактерій. Типи мутантів. Біохімічні мутації.
5.	Радіостійкість грибів	Особливості високої радіостійкості. Поняття про летальні сектора.
6.	Радіостійкість насіння рослин	Залежності радіостійкості насіння від стану. Поділ рослин на групи за стійкістю рослин.
7.	Радіостійкість рослин у вегетаційний період	Залежність від фази розвитку, видів рослин. Реакція рослин.
8.	Радіостійкість пилкових зерен	Оцінка радіостійкості. Дозові залежності виживаності пилку різних видів рослин.
9.	Радіаційний синдром у рослин	Фізіологічні порушення. Поняття про „химери”. Радіаційне порушення морфогенезу.

Самостійна робота виконується студентом відповідно до варіанту, визначеному викладачем. Текстова частина викладається на стандартному папері формату А4 з однієї сторони. Поля: верхнє, нижнє та лівє — 25 мм, правє — 10мм. Обсяг 10 сторінок.

Малюнки та таблиці розміщуються як за текстом, так і на окремих аркушах паперу і повинні мати нумерацію у межах розділу.

Формули розміщуються посередині сторінки і повинні мати нумерацію в межах розділу.

Посилання на літературні джерела здійснюються шляхом зазначення у дужках номера, під яким та чи інша друкована праця наведена у списку використаної літератури. Наприклад, [2,7,11,14].

Захист звіту про самостійну роботу відбувається у терміни, спільно обумовлені студентом і викладачем.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Базова література

1. Гродзинський Д. М. Радіобіологія. Київ : Либідь, 2000. 447 с.
2. Гудков І. Н., Ткаченко Г. М., Кицно В. Е. Практикум по сільськогосподарській радіобіології. Київ : Либідь, 1992. 208 с.

2. Допоміжна література

1. Практикум з радіобіології та радіоекології / Гайченко В. А. та ін. Київ : Кондор, 2010. 286 с.;
2. Гудков І. М., Віннічук М. М. Сільськогосподарська радіобіологія. Житомир : Вид-во ДАУ, 2003. 472 с.
3. Микитюк П. В. Ветеринарно-санитарные и зоотехнические мероприятия в прудовом рыбководстве. Белая Церковь. 1991. 156 с.
4. Основы сільськогосподарської радіології./ Пристер Б. С. та ін. Київ : Урожай, 1991. 472 с.
5. Gudkov I. M., Vinnichuk M. M. Radiobiology and Radioecology. K. : NAUU, 2006. 295 p.