

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра загальної екології, радіобіології та безпеки життєдіяльності

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету ветеринарної медицини

Цвіліховський М.І.

“_____” _____ 2021 р.

“СХВАЛЕНО”

на засіданні кафедри

загальної екології, радіобіології та безпеки життєдіяльності

Протокол № 19 від “ 26 ” травня 2021 р.

Завідувач кафедри

_____ (Боголюбов В.М.)

“РОЗГЛЯНУТО”

Гарант ОПІ « Ветеринарна медицина»

_____ (_____)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ВЕТЕРИНАРНА РАДІОБІОЛОГІЯ»

Спеціальність:	211 – Ветеринарна медицини
Освітня програма:	«Ветеринарна медицина»
Факультет:	Ветеринарної медицини
Розробник:	, кандидат біологічних наук, доцент кафедри загальної екології радіобіології та безпеки життєдіяльності

Київ – 2021р.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ВЕТЕРИНАРНА РАДІОБІОЛОГІЯ»

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Галузь знань	Ветеринарія	
Спеціалізація	“Ветеринарна медицина”	
Освітньо-кваліфікаційний рівень	бакалавр	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	вибіркова	
Загальна кількість годин	90	
Кількість кредитів ECTS	3	
Кількість змістових модулів	3	
Курсовий проект (робота)	немає	
Форма контролю	залік	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	2	-
Семестр	4	-
Лекційні заняття	30 год.	-
Практичні, семінарські заняття	30 год.	-
Лабораторні заняття	немає	-
Самостійна робота	30 год.	-
Індивідуальні завдання	немає	-
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних самостійної роботи студента	4 год.	-

2. МЕТА І ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Місце і роль дисципліни в системі підготовки фахівців

Радіобіологія, або радіаційна біологія, — це наука про вплив іонізуючих випромінювань на живі організми. Основним завданням радіобіології є вивчення загальних закономірностей дії іонізуючих випромінювань на живий організм з метою пошуку можливостей щодо керування його реакціями.

Ветеринарна радіобіологія – частина загальної радіобіології, її галузь. Спираючись на дані ядерної фізики про суть, властивості, джерел іонізуючих випромінювань та методи їх вимірювання, вона вивчає особливості біологічної дії іонізуючих випромінювань на організм сільськогосподарських тварин, досліджує поведінку радіонуклідів в організмі продуктивних тварин та перехід їх у продукцію тваринництва, розробляє й поліпшує правила і методи радіаційної експертизи об'єктів ветеринарного контролю, вивчає можливості практичного застосування іонізуючих випромінювань у ветеринарній медицині та сільському господарстві. Ветеринарна радіобіологія стала є обов'язковим компонентом освітніх програм вишів сільськогосподарського спрямування після Чорнобильської радіаційної аварії 1986 року, коли 12 областей (47 районів) України зазнали радіоактивного забруднення, на більш ніж 300 тис. га припинено аграрне виробництво, більш ніж 100 тис голів ВРХ відправлено на вимушений забій і близько 10 тис тон м'ясної сировини поховано як радіоактивні відходи. Ветеринарна радіобіологія дає основні поняття щодо дії іонізуючої радіації на різні види сільськогосподарських тварин, класифікації радіобіологічних ефектів, захисту тварин від ІВ, отримання доброякісної тваринницької продукції на забрудненій радіонуклідами території, а також вивчає закономірності поведінки радіонуклідів в організмі сільськогосподарських тварин. Вивчення дисципліни «Ветеринарна радіобіологія» забезпечує опанування таких загальних компетентностей, як здатність використовувати сучасні знання про закономірності іонізуючої радіації на організм сільськогосподарських тварин для ефективного управління процесами виробництва продукції тваринництва на забрудненій радіонуклідами території.

2.2. Мета і задачі вивчення дисципліни

Метою вивчення дисципліни «Ветеринарна радіобіологія» є підготовка спеціаліста, який зможе висококваліфіковано оцінити радіаційну ситуацію і розробити заходи, що забезпечать безпеку ведення тваринництва на забруднених радіоактивними речовинами територіях і одержання «чистої» від радіонуклідів тваринницької продукції.

Задачі вивчення дисципліни «Ветеринарна радіобіологія» полягають у формуванні фахівців, здатних:

- самостійно оцінити існуючу радіаційну обстановку і у випадках інцидентів, пов'язаних з забрудненням навколишнього середовища радіоактивними речовинами, аварійну радіаційну обстановку;
- проводити радіометричну експертизу об'єктів навколишнього середовища продукції сільського господарства, продуктів харчування;
- прогнозувати рівні можливого надходження окремих радіонуклідів в продукцію тваринництва та продукти харчування;
- розробляти заходи щодо мінімізації надходження радіонуклідів в продукцію тваринництва.

2.3. Вимоги до знань та вмінь, набутих в процесі вивчення дисципліни

Студенти повинні **знати**:

- джерела іонізуючих випромінювань у навколишньому середовищі; шляхи надходження радіоактивних елементів у корми та організм сільськогосподарських тварин;
- принципи захисту тварин від радіаційного ураження;
- засоби запобігання надходженню і накопиченню радіоактивних речовин в продукції рослинництва і тваринництва;
- методологію і технологію ведення сільськогосподарського виробництва на забруднених радіонуклідами територіях.

Студенти повинні **вміти**:

- оцінювати радіаційні умови за допомогою дозиметричних приладів різних систем;
- проводити радіометричну експертизу об'єктів навколишнього середовища та сільськогосподарського виробництва;
- Розробляти контрзаходи щодо мінімізації надходження радіонуклідів в продукцію тваринництва.

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Модуль 1. Вступ. Фізичні основи радіобіології та радіоекології

Тема 1. Вступ. Радіобіологія та радіоекологія як суцільна наука

Визначення радіобіології (радіаційної біології) та радіоекології (радіаційної екології). Радіоекологія як складова частина радіобіології. Об'єкти вивчення радіобіології. Організаційна структура радіобіології. Місце

радіобіології серед суміжних наук. Напрями розвитку радіобіології. Завдання радіобіології і та радіоекології.

Історія розвитку радіобіології. Роль досягнень ядерної фізики наприкінці 19 століття у виникненні і розвитку радіобіології. Етапи розвитку радіобіології. Розвиток радіобіології та радіоекології в Україні.

Сучасні проблеми радіобіології: специфіка дії на живі організми малих доз іонізуючих випромінювань, особливості дії на організм хронічного опромінення, профілактика і терапія гострих і хронічних радіаційних уражень, радіаційне порушення імунітету, віддалені наслідки опромінення, спільна дія на організм іонізуючих випромінювань та інших факторів, міграція природних та штучних радіоактивних речовин в об'єктах навколишнього середовища, особливості дії на організм інкорпорованих радіоактивних речовин, блокування надходження радіоактивних речовин в рослини, організм тварин і людини, виведення радіоактивних речовин з організму.

Теоретичне і практичне значення радіобіології. Необхідність широкої пропаганди радіобіологічних знань.

Тема 2. Радіоактивність, типи іонізуючих випромінювань та їх дозиметрія

Явище радіоактивності. Радіоактивні перетворення ядер. Закон радіоактивного розпаду. Типи радіоактивного розпаду. Природа іонізації атомів і молекул речовини. Визначення поняття іонізуючих випромінювань.

Типи іонізуючих випромінювань: електромагнітне і корпускулярне випромінювання. Види електромагнітних іонізуючих випромінювань: рентгенівське, гамма- і гальмівне випромінювання. Фізичні характеристики основних видів корпускулярних випромінювань: альфа-, бета-, протонного та нейтронного.

Експозиційна, поглинута та еквівалентна дози іонізуючих випромінювань. Одиниці радіоактивності і доз іонізуючих випромінювань. Потужність дози. Види опромінення в залежності від потужності дози, фактору часу і кратності опромінення: гостре і пролонговане (хронічне), одноразове і багаторазове (фракціоноване).

Зв'язок між радіоактивністю речовини і дозою іонізуючого випромінювання.

Тема 3. Джерела іонізуючих випромінювань на Землі

Природні та штучні джерела іонізуючих випромінювань. Природне іонізуюче випромінювання. Космічне випромінювання і випромінювання природних радіоактивних елементів та ізотопів. Сонячне і галактичне випромінювання. Випромінювання радіоактивних елементів та ізотопів з родин урану, актиноурану і торію. Внесок випромінювання радону. Випромінювання

позародинних природних радіоактивних ізотопів. Внесок випромінювання радіоактивного калію. Випромінювання космогенних радіоактивних ізотопів.

Природний радіаційний фон. Оцінки доз опромінення живих організмів, зумовлених природним іонізуючим випромінюванням. Можливе значення природного випромінювання в процесах життєдіяльності організмів.

Іонізуюче випромінювання від штучних радіоактивних ізотопів. Джерела штучних радіоактивних речовин в навколишньому середовищі. Випромінювання від радіоактивних ізотопів, що утворюються внаслідок випробувань атомної зброї. Випромінювання радіоактивних речовин, що надходять у довкілля від підприємств ядерної енергетики.

Випромінювання від джерел, що застосовуються в медицині та побуті.

Тема 4. Фізичні основи взаємодії іонізуючих випромінювань з речовинами клітин живих організмів

Передача енергії іонізуючого випромінювання атомам і молекулам. Іонізація та збудження атомів і молекул. Вторинні електрони та їх участь в іонізації та збудженні атомів і молекул. Основні процеси, які відбуваються при взаємодії електромагнітних іонізуючих випромінювань з речовиною: фотоефект, комптонівський ефект, народження пар іонів. Особливості взаємодії корпускулярних іонізуючих випромінювань з речовиною: роль маси, заряду, енергії.

Проникаюча здатність іонізуючих випромінювань. Рідко- і щільно іонізуючі випромінювання. Лінійна втрата енергії (ЛВЕ) іонізуючих випромінювань. ЛВЕ і будова треку. Крива Брегга. Відносна біологічна ефективність (ВБЕ) і коефіцієнт якості іонізуючих випромінювань. Зв'язок ЛВЕ і ВБЕ. Особливості взаємодії нейтронів з речовиною.

Пряма і непряма дія іонізуючих випромінювань на молекули. Суть теорії мішені. Мішень дії іонізуючого випромінювання - ДНК та ДНК-мембранний комплекс. Іонізовані атоми і молекули та вільно радикальний стан молекул. Кількісна характеристика радіаційно-хімічних реакцій. Радіаційно-хімічні перетворення води. Участь кисню в радіаційно хімічних перетвореннях води.

Радіаційно-хімічні ушкодження нуклеїнових кислот. Зміни структури хроматину під впливом іонізуючого випромінювання. Радіаційно-хімічні перетворення білкових молекул. Радіаційна хімія амінокислот. Перетворення ліпідів під впливом іонізуючого випромінювання. Вільнорадикальні стани ліпідних молекул і ланцюгове окислення ліпідів. Радіаційно-хімічні реакції вуглеводів. Радіаційне ушкодження мембран. Гіпотеза вивільнення ферментів. Вплив випромінювань на окремі системи метаболізму: синтез ДНК та РНК, білків, ліпідів, фотосинтез, дихання, синтез гормонів, мінеральний та водний обмін та інші.

Токсичні продукти радіолізу органічних сполук. Гіпотеза «радіотоксинів». Структурно-метаболична гіпотеза біологічної дії іонізуючих випромінювань.

Модуль 2. Дія іонізуючих випромінювань на живі організми

Тема 5. Біологічні ефекти іонізуючих випромінювань у тварин

Поняття радіобіологічного ефекту. Класифікація радіобіологічних ефектів. Соматичні і генетичні радіобіологічні ефекти.

Суть радіаційної стимуляції. Радіаційна стимуляція у тварин. Основні типи морфологічних змін органів рослин під впливом іонізуючої радіації. Морфологічні зміни у тварин. Суть тератогенної дії іонізуючих випромінювань. Поняття радіаційної химери. Канцерогенна дія випромінювань. Механізми виникнення морфологічних змін при дії іонізуючих випромінювань. Ознаки променевої хвороби у рослин. Види і ступені променевої хвороби ссавців. Вплив іонізуючих випромінювань на прискорення старіння і тривалість життя. Загибель організмів при високих дозах опромінення. «Загибель під променем». Специфіка радіаційної загибелі рослин. «Гамма-проростки». Особливості дії іонізуючого випромінювання на лісові насадження. Реакції дерев на опромінення.

Неспецифічність типів мутацій, що виникають при дії іонізуючих випромінювань. Безпорогова і порогова концепції дії іонізуючої радіації. Безпороговий характер канцерогенної і генетичної дії іонізуючих випромінювань.

Близькі та віддалені ефекти іонізуючих випромінювань. Стохастичний характер віддалених наслідків радіаційного ураження.

Особливості дії малих доз іонізуючої радіації на живі організми: стимуляційні, антиімунні, канцерогенні, генетичні ефекти.

Біологічні ефекти радіоміметиків.

Тема 6. Радіочутливість тварин та інших організмів

Поняття радіочутливості та радіостійкості організмів. Ефективні дози: летальні, півлетальні і критичні. Принципи і методологія побудови кривих доза-ефект. Аналіз кривих доза-ефект та визначення на них ефективних доз іонізуючих випромінювань.

Порівняльна радіочутливість видів різного таксономічного походження. Радіочутливість тварин. Радіочутливість сільськогосподарських тварин. Радіочутливість інших організмів: птахів, риб, амфібій, плазунів, безхребетних тварин, найпростіших, бактерій, вірусів, грибів. Радіочутливість тварин на

окремих етапах онтогенезу. Радіочутливість біоценозів, фітоценозів, агроценозів.

Причини широкої варіабельності радіочутливості організмів: структурні і функціональні фактори.

Порівняльна радіочутливість клітин на різних фазах розвитку. Закон (правило) Бергон'є і Трібондо. Репродуктивна та інтерфазна загибель клітин. Критичні тканини і органи рослин і тварин.

Тема 7. Протирадіаційний біологічний захист і радіосенсибілізація

Явища антагонізму і синергізму при спільній дії на живі організми іонізуючих випромінювань та інших факторів. Поняття модифікації радіаційного ураження організму. Протирадіаційний біологічний захист і сенсибілізація радіаційного ураження.

Фізичні радіозахисні і радіосенсибілізуючі фактори: склад атмосфери, температура, вологість, світло та інші. Кисневий ефект. Кількісна характеристика кисневого ефекту - коефіцієнт кисневого посилення (K_{KP}).

Хімічні радіозахисні речовини і радіосенсибілізатори. Визначення понять радіопротекторів, радіоблокаторів і радіодекорпорантів. Основні вимоги до характеристики радіозахисних речовин. Фактор зміни дози (ФЗД) і його визначення. Кількісні характеристики протирадіаційної дії. Основні класи радіопротекторів. Природні і штучні радіопротектори. Нативні радіопротектори клітин. Антиоксиданти як радіопротектори. Радіопротектори пролонгованої дії. Механізми дії радіопротекторів: індукція гіпоксивного стану, «перехоплювання» вільно радикальних станів, утворення змішаних дисульфідів, гіпотеза «біохімічного шоку». Хімічні радіосенсибілізуючі речовини. Механізми дії радіосенсибілізаторів.

Тема 8. Післярадіаційне відновлення тварин .

Поняття післярадіаційного відновлення. Основні шляхи післярадіаційного відновлення: репарація, репопуляція, регенерація та компенсаторне відновлення. Репарація ДНК та інших молекул і структур клітини. Сублетальні та потенційно летальні пошкодження ДНК та їх репарація. Фотореактивація. Темнова репарація. Постреплікативна репарація. SOS-репарація. Самозбирання надмолекулярних асоціатів. Репарація мембранної системи клітини. Відновлення хромосом. Гетерогенність клітин критичних тканин та органів тварин. Радіочутливість клітин у різні фази клітинного циклу. Стан клітинного спокою. Роль радіостійких клітин та клітин поза циклом у формування резервів репопуляційного відновлення. Тканини і органи у стані спокою. Тимчасове прискорення поділу клітин критичних тканин

та органів як первинна реакція на радіаційне ушкодження. Дедиференціація клітин як окремий шлях їх післярадіаційного відновлення. Можливості управління процесами післярадіаційного відновлення.

Тема 9. Модифікація радіаційного ураження організму.

Класифікація радіаційних уражень: променева хвороба під час зовнішнього і внутрішнього опромінення, радіаційні бета-опіки шкіри. Променева хвороба під час зовнішнього опромінення. Класифікація ступенів важкості променевої хвороби у тварин і періоди її перебігу. Клінічні ознаки радіаційних синдромів (кістковомозковий, кишковий, нервовий) у різних видів тварин. Діагностика і прогноз променевої хвороби під час зовнішнього опромінення. Особливості променевої хвороби під час внутрішнього опромінення тварин. Класифікація ступенів тяжкості променевої хвороби при внутрішньому опроміненні тварин і періоди її перебігу. Особливості впливу на організм тварин продуктів ядерного поділу. Ураження тварин довгоживучими радіонуклідами. Діагностика і прогноз променевої хвороби під час надходження радіонуклідів в організм продуктивних тварин. Перебіг інфекційних хвороб на фоні радіаційної патології. Профілактика променевої хвороби і основні принципи лакування тварин. Фізичні, хімічні і біологічні засоби захисту тварин. Теорії та механізми радіозахисної дії хімічних сполук – радіопротекторів: послаблення кисневого ефекту, перехоплення та інактивація вільних радикалів, зміна окисно-відновного потенціалу, підвищення рівня сульфгідрильних груп, підвищення біологічного фону радіорезистентності, біохімічний шок. Основні принципи лікування променевої хвороби: застосування засобів патогенетичної терапії, дезінтоксикаційні препарати, боротьба з умовно патогенною макрофлорою, застосування засобів, що стимулюють гемопоез. Радіаційні опіки шкіри. Етіологія, патогенез, клінічні ознаки, перебіг і наслідки. Особливості радіаційних опіків та їх відмінність від термічних і хімічних опіків шкіри. Профілактика і лікування при радіаційних опіках шкіри.

Тема 10. Токсикологія радіонуклідів та радіаційні ураження тварин радіоактивним йодом.

Токсикологія радіоактивних речовин. Фактори, що визначають ступінь радіотоксичної дії: вид і енергія, шляхи надходження та виведення з організму, період піврозпаду, тип розподілу в організмі, розчинність та інші фізико-хімічні властивості радіонуклідів. Класифікація радіонуклідів за їх токсичністю для людини та тварин. Шляхи надходження радіонуклідів в організм тварин: інгаляційний, аліментарний, перкутанний. Основні закономірності обміну радіонуклідів в організмі тварин. Типи розподілу радіонуклідів в організмі тварин. Особливості поведінки і депонування в організмі тварин радіонуклідів

йоду, цезію, стронцію, рутенію, церію, плутонію. Перехід їх у продукцію тваринництва. Поняття про біологічний період піввиведення і про ефективний період піввиведення радіонуклідів з організму і фактори, що на них впливають. Вплив складу раціону на перехід радіонуклідів з кормів у молоко і м'ясо. Прогнозування забруднення радіонуклідами продукції тваринництва. Радіаційна небезпека ураній період після радіаційних аварій. Класифікація уражень сільськогосподарських тварин ізотопами радіоактивного йоду: шляхи надходження і метаболізм радіоактивного йоду в організмі сільськогосподарських тварин, гостра і хронічна форма ураження сільськогосподарських тварин радіоактивним йодом. Клінічні ознаки радіаційного ураження сільськогосподарських тварин радіоактивним йодом. Діагностика і прогноз променевих уражень тварин радіоактивним йодом. Розрахунок поглинутих доз на щитоподібну залозу за рахунок радіоактивних ізотопів йоду. Захист сільськогосподарських тварин від дії радіоактивного йоду. Використання сільськогосподарських тварин, що уражені радіоактивним йодом. Особливості пербігу радіаційного ураження сільськогосподарських тварин радіоактивним йодом в регіонах ендемічних по стабільному йоду.

Модуль 3. Ведення виробництва на забруднених радіонуклідами територіях та застосування іонізуючих випромінювань

Тема 11. Атмосфера і ґрунт як вихідні ланки міграції радіонуклідів у природному середовищі

Загальні шляхи міграції радіоактивних речовин в об'єктах навколишнього середовища і сільського господарства. Трофічний, або харчовий, ланцюжок. Джерела надходження радіоактивних речовин в атмосферу. Фактори міграції радіоактивних речовин в атмосфері: висота викиду, рух повітря, гравітація і атмосферні опади. Шляхи надходження радіонуклідів в ґрунт. Типи випадання радіонуклідів: локальні, тропосферні і стратосферні; сухі і мокрі. Сорбція радіонуклідів різними типами ґрунтів. Особливості ґрунтової хімії радіобіологічно значимих радіонуклідів. Роль фізико-хімічних властивостей радіонуклідів у їх міграції в ґрунті. Вплив агрохімічних властивостей ґрунту на процеси міграції. Вертикальна і горизонтальна міграція. Конвективний перенос, дифузія, перенос по кореневим системам рослин. Вплив погодно-кліматичних умов на міграцію радіонуклідів в ґрунті. Вітровий підйом ґрунту, його види.

Тема 12. Надходження радіонуклідів з ґрунту в рослини та організм тварин, біологічна дія інкорпорованих радіонуклідів

Шляхи надходження радіонуклідів в рослини: позакореневе (аеральне) і кореневе. Кількісні показники нагромадження радіонуклідів рослинами:

коефіцієнт накопичення (K_H), коефіцієнт переходу (K_P), коефіцієнт біологічного поглинання (K_{BP}).

Радіоактивні викиди в атмосферу як головне джерело позакореневого надходження радіонуклідів в рослини. Специфіка позакореневого надходження радіонуклідів з твердих аерозолей. Надходження розчинних радіонуклідів в рослини з повітря. Вітровий і дощовий підйом радіонуклідів з поверхні ґрунту як джерело вторинного забруднення рослин. Вплив біологічних особливостей рослин і погодних умов на позакореневе надходження радіонуклідів в рослини.

Вплив фізико-хімічних властивостей радіонуклідів на їх перехід з ґрунту в рослини через корені. Вплив властивостей ґрунту на кореневе надходження радіонуклідів в рослини: механічного складу, мінеральної частки, органічних речовин, кислотності, карбонатності, вологості, розподілу радіонуклідів по профілю ґрунту. Роль біологічних особливостей видів рослин, фази їх розвитку і фізіологічного стану у нагромадженні радіонуклідів. Вплив прийомів агротехніки на надходження радіонуклідів в рослини через корені. Специфіка надходження в рослини окремих радіонуклідів. Особливості міграції радіонуклідів в лісових біогеоценозах.

Шляхи надходження радіонуклідів в організм тварин: пероральний (через шлунково-кишковий тракт), інгаляційний (через органи дихання) і перкутальний (через шкіру і ранову поверхню). Кількісні показники нагромадження радіонуклідів в організмі тварин: коефіцієнт накопичення (K_H), коефіцієнт всмоктування (K_B), період піввиведення радіонуклідів ($T_{п/в}$). Метаболізм радіонуклідів в організмі тварин. Всмокування радіонуклідів в шлунково-кишковому тракті: швидкість і місце всмоктування, роль фізико-хімічних властивостей радіонуклідів і форм їх сполук, роль виду і віку тварин. Специфіка нагромадження радіонуклідів в організмі тварин при тривалому надходженні. Основні шляхи виведення радіонуклідів з організму тварин.

Визначення поняття інкорпорованих радіонуклідів. Особливості дії інкорпорованих радіонуклідів на організм. Радіобіологічні ефекти при дії інкорпорованих радіонуклідів на рослини і організм тварин. Особливості біологічної дії гарячих частинок.

Дозиметрія інкорпорованих радіонуклідів. Методи прогнозування надходження радіоактивних речовин у сільськогосподарські рослини. Принципи прогнозування надходження радіоактивних речовин в організм сільськогосподарських тварин. Підходи до нормування надходження і нагромадження радіонуклідів в сільськогосподарських рослинах і організмі сільськогосподарських тварин.

Тема 13. Заходи по зменшенню надходження радіонуклідів в продукцію тваринництва

Основні принципи застосування прийомів по зменшенню переходу радіонуклідів з ґрунту в сільськогосподарські рослини. Загальноприйняті і спеціальні прийоми обробітку ґрунту, які зменшують надходження радіонуклідів в рослини: звичайні культивація і оранка, глибока оранка плантажним плугом, зняття верхнього шару ґрунту, засипка забрудненого шару чистим ґрунтом. Агрохімічні засоби зменшення надходження радіонуклідів в рослини: вапнування та гіпсування, застосування збільшених норм фосфорних і калійних добрив, використання мікроелементів, органічних добрив. Підбір сільськогосподарських культур, як захід щодо зменшення вмісту радіонуклідів в рослинах. Управління режимом зрошення - ефективна міра зниження надходження радіонуклідів в сільськогосподарські культури. Застосування спеціальних хімічних речовин та сполук для зменшення нагромадження радіонуклідів в рослинах. Фітодезактивація ґрунтів.

Меліорація забруднених радіонуклідами луків і пасовиськ як засіб зменшення вмісту радіонуклідів в кормах. Радіометричний контроль кормів і продукції тваринництва. Вплив зміни режиму годівлі і складу раціонів, вмісту в раціоні лужноземельних елементів та інших факторів на перехід радіонуклідів з кормів в молоко, м'ясо, яйця та іншу продукцію тваринництва. Включення до раціонів мінеральних добавок і препаратів, що перешкоджають переходу радіонуклідів з кормів до організму тварин та прискорюють їх виведення. Організаційні заходи. Промивка і зневоднення продукції рослинництва і тваринництва як основа її очищення від радіонуклідів. Очищення продукції рослинництва від радіонуклідів: промивка при зовнішньому забрудненні, одержання олій, вилучення вуглеводів, одержання спирту, одержання кормового і харчового білка, очищення зерна, вилучення фармакологічних, біологічно активних та інших сполук, кулінарна обробка.

Очищення продукції тваринництва від радіонуклідів: переробка молока, промивка молочних продуктів, очищення молока за допомогою іонообмінних сполук та електродіалізу, кулінарна обробка м'яса, сала та інших продуктів.

Коефіцієнт очищення продукції.

Тема 14. Нормування радіаційного впливу, основи техніки радіаційної безпеки і ведення сільськогосподарського виробництва на забруднених радіонуклідами територіях.

Порівняльна оцінка джерел зовнішнього і внутрішнього опромінення населення. Норми радіаційної безпеки. Принципи радіаційної безпеки. Поняття про категорії опромінених осіб та допустимі дози їх опромінення. Гігієнічні регламенти та ліміти доз. Допустимий вміст найбільш важливих радіонуклідів у повітрі і воді. Межа річного надходження радіонуклідів в організм людини через органи травлення. Нормування надходження радіонуклідів у сільськогосподарську продукцію. Допустиме добове надходження радіонуклідів

в організмі продуктивних тварин. Законодавчі документи, що є підставою для будівництва, обладнання та організації роботи радіологічних лабораторій. Основні санітарні правила роботи з радіоактивними речовинами та іншими джерелами іонізуючих випромінювань. Положення про радіологічні відділи лабораторій ветеринарної медицини. Санітарний паспорт радіологічної лабораторії. Відкриті і закриті радіоактивні джерела. Основні принципи захисту від зовнішнього і внутрішнього опромінення під час роботи з радіоактивними речовинами: відстанню, часом, кількістю, екрануванням. Допустимі норми забруднення робочих місць, спецодягу, рук тощо. Методи дезактивації. Заходи під час аварійних ситуацій. Загальні принципи організації агропромислового виробництва в умовах радіоактивного забруднення території. Заходи щодо зниження надходження радіонуклідів у сільськогосподарські рослини: загальноприйняті і спеціальні, механічні, агротехнічні, хімічні, агрохімічні і біологічні. Комплексні системи зниження надходження радіонуклідів в рослини: обробіток ґрунту, застосування органічних і мінеральних добрив, введення в сівозміну нових культур, зміна режиму зрошення, внесення в ґрунт спеціальних сполук. Способи дезактивації продукції рослинництва. Зниження надходження і нагромадження радіонуклідів в організмі сільськогосподарських тварин. Основні правила організації кормової бази. Використання хімічних речовин для прискорення виведення з організму радіонуклідів. Способи дезактивації продукції тваринництва.

Тема 15. Радіаційна і ветеринарно-санітарна експертиза об'єктів ветеринарного контролю, використання іонізуючої радіації у тваринництві і ветеринарній медицині.

Положення про радіологічні відділи державних лабораторій ветеринарної медицини, лабораторій ветсанекспертизи на ринках, лабораторій підприємств м'ясної і молочної промисловостей. Завдання радіометричного контролю, послідовність етапів його виконання. Об'єкти дослідження, правила відбору і пересилання проб. Радіометрія тіла тварин. Експрес-методи визначення сумарної бета-активності. Гамма-спектрометрія. Оцінювання даних радіометричного дослідження. Дозиметричний контроль і особливості його проведення. Радіохімічний аналіз, його мета і завдання. Особливості радіохімічного аналізу при визначенні радіоактивності об'єктів ветеринарного контролю за вмістом ^{90}Sr , ^{131}I , ^{137}Cs , $^{238,239,240}\text{Pu}$. Радіаційна експертиза об'єктів ветеринарного контролю. Диспансеризація тварин після радіаційного ураження. Ветеринарно-санітарна і радіометрична експертиза продукції тваринництва під час зовнішнього опромінення тварин та ураження їх інкорпорованими радіонуклідами. Порядок вилучення, захоронення або утилізації продукції, забрудненої радіонуклідами понад рівнів, встановлених Національною комісією з радіаційного захисту населення України. Оформлення і видача сертифікатів за

результатами радіометричної експертизи. Застосування методу мічених атомів під час дослідження функціонального статусу органів і систем організму. Радіоімуннологічний метод аналізу та його використання в біохімії, токсикології, мікробіології, епізоотології, вірусології тощо. Метод авторадіографії. Використання біологічної дії іонізуючих випромінювань на рослинні і тваринні організми з метою стимуляції росту, розвитку, продуктивності, зміни спадкових властивостей організму. Можливості використання іонізуючих випромінювань для консервування кормів, продуктів тваринного походження, для стерилізації інструментів, перев'язувальних засобів, шкіряної сировини, вовни, тари, а також для знищення шкідливих комах. Використання іонізуючих випромінювань у діагностиці хвороб та лікуванні тварин, харчовій, фармакологічній промисловості та інших галузях народного господарства.

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теми лекцій	Год.	Теми лабораторних робіт	Год.
1	2	3	4
1 змістовний модуль			
Вступ. Радіобіологія та радіоекологія як суцільна наука	2 год.	Гігієнічні регламенти та основні правила радіаційної безпеки (ОСПУ-2005; НРБУ –97)	4 год.
Радіоактивність, типи іонізуючих випромінювань та їх дозиметрія	2 год.	Характеристика іонізуючих випромінювань та взаємодія їх з речовиною	2 год.
Джерела іонізуючих випромінювань на Землі	2 год.	Одиниці радіоактивності та доз іонізуючих випромінювань. Розв'язання задач з переходу від позасистемних одиниць до одиниць системи СІ	2 год.
Фізичні основи взаємодії іонізуючих випромінювань з речовинами клітин живих організмів	2 год.		
2 змістовний модуль			
Біологічні ефекти іонізуючих випромінювань у тварин	2 год.	Методи виявлення іонізуючих випромінювань. Типи детекторів	2 год.
Радіочутливість тварин та інших організмів	2 год.	Методи і прилади радіометричного та дозиметричного контролю. Призначення, класифікація та будова дозиметричних приладів	2 год.
Протирадіаційний біологічний захист і радіосенсибілізація	2 год.	Практична дозиметрія з визначення вмісту ¹³⁷ Cs в організмі людини. Розрахунки доз зовнішнього та внутрішнього опромінення	2 год.
Післярадіаційне відновлення тварин.	2 год.	Практична радіометрія. Оцінка ступеня радіоактивного ураження щитоподібної залози радиоактивним йодом	4 год.
Модифікація радіаційного ураження організму	2 год.	Вимірювання питомої та об'ємної активності β-випромінюючих радіонуклідів на радіометрі «Бета»	2 год.
Токсикологія радіонуклідів та радіаційні ураження тварин радиоактивним йодом	2 год.	Визначення сумарної β – активності зразків відносним методом на приладі ПС-20	2 год.
3 змістовний модуль			

Атмосфера і ґрунт як вихідні ланки міграції радіонуклідів у природному середовищі	2 год	Спектрометричні методи визначення вмісту радіоактивних речовин в об'єктах навколишнього середовища і продукції сільського господарства	2 год.
Надходження радіонуклідів з ґрунту в рослини та організм тварин, біологічна дія інкорпорованих радіонуклідів	2 год		
Заходи по зменшенню надходження радіонуклідів в продукцію тваринництва	2 год	Прижиттєве визначення вмісту цезію-137 в організмі тварин за допомогою гама-спектрометра СУГ-1	2 год.
Нормування радіаційного впливу і основи техніки радіаційної безпеки, ведення с/г виробництва на забруднених радіонуклідами територіях	2 год	Прогнозування рівнів забруднення радіонуклідами продукції тваринництва і рослинництва та ефективності контрзаходів	2 год.
Радіаційна і ветеринарно-санітарна експертиза об'єктів ветеринарного контролю, використання іонізуючої радіації у тваринництві і ветеринарній медицині	2 год	Ознайомлення з технікою використання в наукових дослідженнях методу ізотопних індикаторів та радіоімунного аналізу	2 год.
Всього годин – 60	30		30

5. ТЕМИ СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	не передбачені	

6. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	не передбачені	

7. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ п/п		Год.
1	Гігієнічні регламенти та основні правила радіаційної безпеки (ОСПУ-2006; НРБУ –97)	4
2	Характеристика іонізуючих випромінювань та взаємодія їх з речовиною	2

3	Одиниці радіоактивності та доз іонізуючих випромінювань. Розв'язання задач з переходу від позасистемних одиниць до одиниць системи СІ	2
4	Методи виявлення іонізуючих випромінювань. Типи детекторів	2
5	Методи і прилади радіометричного та дозиметричного контролю. Призначення, класифікація та будова дозиметричних приладів	2
6	Практична дозиметрія з визначення вмісту ^{137}Cs в організмі людини. Розрахунки доз зовнішнього та внутрішнього опромінення.	4
7	Практична радіометрія. Оцінка ступеня радіоактивного ураження щитоподібної залози радіоактивним йодом	2
8	Вимірювання питомої та об'ємної активності β -випромінюючих радіонуклідів на радіометрі «Бета»	2
9	Визначення сумарної β – активності зразків відносним методом на приладі ПС-20	2
10	Спектриметричні методи визначення вмісту радіоактивних речовин в об'єктах навколишнього середовища і продукції сільського господарства	2
11	Прижиттєве визначення вмісту ^{137}Cs в організмі тварин за допомогою гама-спектрометра СУГ-1	2
12	Прогнозування рівнів забруднення радіонуклідами продукції тваринництва і рослинництва та ефективності контрзаходів	2
13	Ознайомлення з технікою використання в наукових дослідженнях методу ізотопних індикаторів та радіоімунного аналізу	2
	Усього	30

8. САМОСТІЙНА РОБОТА ПІД КЕРІВНИЦТВОМ НПП

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	не передбачена	-

9. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

для самостійної роботи студентів з дисципліни

«Ветеринарна радіобіологія»

1. Надходження радіонуклідів з ґрунту в сільськогосподарські рослини.
2. Надходження радіонуклідів в організм сільськогосподарських тварин.
3. Нагромадження радіонуклідів в продукції рослинництва і тваринництва.

4. Заходи по зменшенню надходження радіонуклідів в продукцію рослинництва.
5. Заходи по зменшенню надходження радіонуклідів в продукцію тваринництва.

10. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

пасивні методи навчання: *засвоєння лекційного матеріалу*;

активні методи навчання: *полеміка, ділові ігри, ситуаційні завдання, логічні схеми, тренінги* тощо;

демонстраційні матеріали: *слайди, відеофільми*.

11. ФОРМИ КОНТРОЛЮ

Основною формою контролю знань є проведення модульних контрольних і залікових тестових робіт. За їх результатами модульних контрольних тестових робіт виводиться основна оцінка, яка переводиться у рейтингові бали. До них додаються бали за усні знання по кожному змістовому модулю.

12. РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ

Поточний контроль			Рейтинг з навчальної роботи $R_{НР}$	Рейтинг з додаткової роботи $R_{ДР}$	Рейтинг штрафний $R_{ШТР}$	Підсумкова атестація (екзамени чи заліки)	Загальна кількість балів
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	Змістовий модуль 3					
0-100	0-100	0-100	0-70	0-20	0-5	0-30	0-100

Примітки. 1. Відповідно до «Положення про кредитно-модульну систему навчання в НУБіП України», затвердженого ректором університету 03.04.2009 р., рейтинг студента з навчальної роботи $R_{НР}$ стосовно вивчення певної дисципліни визначається за формулою

$$R_{НР} = \frac{0,7 \cdot (R_{ЗМ}^{(1)} \cdot K_{ЗМ}^{(1)} + \dots + R_{ЗМ}^{(n)} \cdot K_{ЗМ}^{(n)})}{K_{ДИС}} + R_{ДР} - R_{ШТР},$$

де 0,7 – коефіцієнт з зрейтенгу навчальної роботи (0,2+0,25+0,25);

$R_{ЗМ}^{(1)}, \dots, R_{ЗМ}^{(n)}$ – рейтингові оцінки змістових модулів за 100-бальною шкалою;

n – кількість змістових модулів;

$K_{ЗМ}^{(1)}, \dots, K_{ЗМ}^{(n)}$ – кількість кредитів ECTS, передбачених робочим навчальним планом для відповідного змістового модуля;

$K_{ДИС} = K_{ЗМ}^{(1)} + \dots + K_{ЗМ}^{(n)}$ – кількість кредитів ECTS, передбачених робочим навчальним планом для дисципліни у поточному семестрі;

$R_{др}$ – рейтинг з додаткової роботи;

$R_{штр}$ – рейтинг штрафний.

Наведену формулу можна спростити, якщо прийняти $K^{(1)}_{зм} = \dots = K^{(n)}_{зм}$. Тоді вона буде мати вигляд

$$R_{нр} = \frac{0,7 \cdot (R^{(1)}_{зм} + \dots + R^{(n)}_{зм})}{n} + R_{др} - R_{штр}.$$

Рейтинг з додаткової роботи $R_{др}$ додається до $R_{нр}$ і не може перевищувати 20 балів. Він визначається лектором і надається студентам рішенням кафедри за виконання робіт, які не передбачені навчальним планом, але сприяють підвищенню рівня знань студентів з дисципліни.

Рейтинг штрафний $R_{штр}$ не перевищує 5 балів і віднімається від $R_{нр}$. Він визначається лектором і вводиться рішенням кафедри для студентів, які матеріал змістового модуля засвоїли невчасно, не дотримувалися графіка роботи, пропускали заняття тощо.

2. Згідно із зазначеним Положенням **здача заліку** оцінюється за 100 бальною шкалою і далі переводиться в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS.

12.1. Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90–100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

13. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1. Лазарєв М. М. Лабораторні роботи з радіобіології та радіоекології (методичні рекомендації студентам біолого-природних напрямів підготовки

вищих закладів освіти) / М. М. Лазарєв, В. О. Кічно, О. П. Майдебур, Ю. О. Бондар, О. Д. Петілова, І. М. Гудков. – К. : НУБіП України, 2009. – 34 с.

2. Гайченко В. А. Радіаційна безпека і правила роботи з джерелами іонізуючих випромінювань. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з радіобіології та радіоекології студентами біолого-природничих спеціальностей вищих закладів освіти / В. А. Гайченко, Ю. О. Бондар, В. О. Кашпаров, С. М. Грисюк, М. М. Лазарєв, І. М. Гудков. – К. : НУБіП України, 2011. – 32 с.

3. Бондар Ю. О. Норми радіаційної безпеки і санітарні правила роботи з джерелами іонізуючих випромінювань. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з радіобіології та радіоекології студентами біолого-природничих спеціальностей вищих закладів освіти / Ю. О. Бондар, В. О. Кашпаров, С. М. Грисюк, М. М. Лазарєв, І. М. Гудков. – К. : НУБіП України, 2012. – 36 с.

4. Лазарєв М. М. Методичні вказівки про відбір зразків об'єктів ветеринарного нагляду з метою проведення радіологічних досліджень / М. М. Лазарєв, Ю. О. Бондар. – К. : КП «Екологія», 2012. – 56 с.

5. Лазарєв М. М. Ветеринарні правила забезпечення радіаційної безпеки тварин і продукції тваринного походження / М. М. Лазарєв, Ю. О. Бондар. – К. : КП «Екологія», 2012. – 36 с.

6. Лазарєв М. М. Проведення диспансеризації тварин, що зазнали радіаційного ураження на забрудненій радіонуклідами території / М. М. Лазарєв, Ю. О. Бондар. – К. : КП «Екологія», 2012. – 20 с.

14. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Environmental Consequences of the Chernobyl Accident and Their Remediation: Twenty Years of Experience : [Report Of The Chernobyl Forum Expert

Group 'Environment', Radiological Assessment Reports Series]. – Vienna: IAEA, 2006. – 180 p.

2. 20 лет Чернобыльской катастрофы. Взгляд в будущее: [Национальный доклад Украины / гол. ред. В. І. Балоба]. – Киев: Аттика, 2006. – 232 с.

3. Гродзинський Д. М. Радіобіологія: підруч. / Гродзинський Д. М. – К. : Либідь, 2000. – 448 с.

4. Действие ионизирующей радиации на биогенез / [Криволуцкий Д. А., Тихомиров Ф. А., Федоров Е. А. и др.]. – М. : Наука, 1988. – 240 с.

5. Экологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС и их преодоление : двадцатилетний опыт / [доклад экспертной группы "Экология" Чернобыльского форума]. – Вена : МАГАТЭ, 2008. – 192 с.

6. Chernobyl Catastrophe : [editor Baryakhtar V. G.]. – К. : House of Annual, 1997. – 579 p.

7. A framework for assessing the impact of ionizing radiation on non-human species : [editor Valentin J.]. –Vienna : Annals of the ICRP, 2002. – 70 p. – (ICRP Publication 91).

8. A graded approach for evaluating radiation doses to aquatic and terrestrial biota : technical standard / [editor Valentin J.].–Vienna : USDOE, 2002. – 63 с.

9. Атлас загрязнення Європи цезієм после Чернобыльской аварии //EUR 16733, CG-NA-16-733-29-C, Luxembourg. – 1998. – 66 с.

10. Атлас. Україна. Радіоактивне забруднення / [наук. редкол.]. – К. : ПЦ ПП «Інтертехнологія», 2002. – 46 с.

11. Чорнобиль. Зона відчуження : [зб. наук. праць / наук. ред. Бар'яхтар В.]. – К. : Наук. думка, 2001. – 548 с.

12. Алексахин Р. М. Ядерная энергия и биосфера / Алексахин Р. М. – Москва : Энергоиздат, 1982. – 216 с.

13. Ярмоненко С. П. Радиобиология человека и животных / С. П. Ярмоненко, А. А. Вайнсон. – Москва : Высш. шк., 2004. – 549 с.

14. Давиденко В. М. Радіобіологія / Давиденко В. М. – Миколаїв : Видав. МДА, 2004. – 236 с.
15. Шпак А. П. Актиноиды в самоорганизующихся системах / Шпак А. П., Трачевский В. В., Карбовский В. Л. – К. : Академперіодика, 2003. – 613 с. – (Биоэффекты радиационных и токсикологических факторов среды; книга 3).
16. Agarkina G., Alexakhin R., Arkhipov A. et al. Behaviour of radionuclides in natural and semi-natural environments / [editors. Belli M. and Tikhomirov F.]. –Luxemburg, 1996. – 147 p. – (Experimental collaboration project № 5. Final report).
17. Пристер Б. С. Проблемы сельскохозяйственной радиобиологии и радиэкологии при загрязнении окружающей среды молодой смесью продуктов ядерного деления / Пристер Б. С. – Чернобыль : Ин-т проблем безопасности АЭС НАН Украины, 2008. – 320 с.
18. Ecotoxicology, Ecological Risk Assessment and Multiple Stressors : [editor Gerassimos Arapis et all.]. – Amsterdam : Springer, 2006. – 386 p. – (NATO Security through Science Series – C: Environmental Security. Series IV: Earth and Environmental Series ; vol. 6).