

СИЛАБУС
навчальної дисципліни
«РАДІАЦІЙНА БІОХІМІЯ»

Галузь знань	<i>09 – біологія та біохімія</i>
Спеціальність	<i>091 – біологія</i>
Освітня програма	<i>Радіобіологія</i>
Освітній рівень	<i>доктор філософії</i>
Статус дисципліни	<i>вибірковий</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Курс / семестр	<i>II курс, 1 (2) семестр</i>
Кількість кредитів ЄКТС	<i>2 кредити ЄКТС</i>
Розподіл за видами занять та годинами навчання	<i>Лекції – 20 год. Практичні – 6 год. Семінарські – 4 год. Самостійна робота – 30 год.</i>
Форма підсумкового контролю	<i>Залік</i>
Відділ	<i>Відділ радіобіології та радіоекології, ІЯД НАН України</i>
Викладач	<i>Тукаленко Євген Валерійович, старший науковий співробітник, к.б.н.</i>
Контактна інформація викладача	<i>etukalenko@gmail.com; 380-98-105-23-90</i>
Дні занять	<i>За розкладом</i>
Консультації	<i>Дистанційні, за домовленістю з ініціативи здобувача, групові</i>

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Мета навчальної дисципліни – поглиблення та удосконалення знань з радіобіології, опанування теоретичних основ біохімічних процесів в живих організмах на різних рівнях організації – молекулярно-клітинному, тканинному, цілісного організму, популяційному за дії іонізуючої радіації різних типів. Ознайомлення з основними положеннями первинних фізичних та фізико-хімічних процесів, що відбуваються з речовинами клітин живих організмів за дії іонізуючої радіації.

Предмет навчальної дисципліни – біохімічні процеси в організмі людини і тварин за дії іонізуючої радіації та основи їх діагностики.

Компетентності

Інтегральна компетентність (ІК):

Здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності у сфері біології, а також у галузі управління та адміністрування, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики. Застосовувати новітні методології наукової та педагогічної діяльності, здійснювати власні наукові дослідження.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК1. Здатність до освоєння і системного аналізу нових знань в предметній та суміжних галузях, формування системного наукового та культурного світогляду.

ЗК2. Здатність до критичного аналізу і креативного синтезу нових ідей, які можуть сприяти технологічному та соціальному прогресу, базованому на здобутих знаннях.

ЗК3. Здатність до вирішення комплексних науково-дослідних задач в професійній галузі, планування та здійснення дослідницької діяльності.

ЗК4. Здатність до формування гнучкого та логічного мислення, саморозвитку та самовдосконалення, адаптації до роботи в науковому колективі.

ЗК8. Здатність до планування та проведення науково-дослідної роботи з дотриманням норм біоетики та гуманного поводження з лабораторними тваринами.

Фахові (спеціальні) компетентності (ФК):

ФК1. Здатність до самостійного освоєння фахових знань, сучасних наукових теорій і методів радіобіології, ефективного їхнього застосування при виконанні дисертаційного дослідження.

ФК3. Здатність застосовувати сучасні методи біологічного та радіобіологічного експерименту, відповідного математичного, статистичного аналізу результатів.

ФК4. Здатність характеризувати взаємодію різних видів іонізуючої та неіонізуючої радіації з речовиною, розуміння особливостей процесів дозоутворення у біологічних об'єктах.

ФК6. Здатність оцінювати закономірності формування радіобіологічних ефектів на різних рівнях організації живих організмів.

ФК7. Здатність аналізувати процеси ураження та пострадіаційного відновлення організму та корекції радіогенних порушень, обґрунтовувати застосування засобів радіаційного захисту.

Програмні результати навчання:

ПРН1. Мати знання методології та проектування наукових досліджень, принципів системного підходу та аналізу при вирішенні наукових завдань в галузі біологічних наук, зокрема радіобіології. Обирати адекватні методи досліджень, інтегрувати існуючі методики та адаптувати їх для розв'язання наукових завдань при проведенні дисертаційного дослідження.

ПРН2. Використовувати сучасні інформаційні джерела національного та міжнародного рівня для оцінки стану вивченості об'єкту досліджень, актуальності наукової проблеми.

ПРН4. Здійснювати інформаційний пошук та комунікацію за науковою проблематикою, працювати з сучасними бібліографічними і реферативними базами даних, наукометричними платформами.

ПРН7. Застосовувати у науковій діяльності знання закономірностей формування радіобіологічних ефектів на різних рівнях організації живих організмів; процесів пострадіаційного відновлення та адаптації клітин та організму; нових концептуальних та методологічних підходів до оцінки радіаційно-індукованих ефектів; особливостей дії малих доз опромінення на організм; генетичних та канцерогенних ефектів іонізуючої радіації.

ПРН8. Аналізувати та узагальнювати медико-біологічні наслідки впливу радіаційних чинників на людину та довкілля.

ПРН12. Нести персональну відповідальність за результат роботи, набувати та використовувати навички організаційної та інноваційної діяльності.

ПРН13. Здійснювати науково-дослідницьку, науково-організаційну, науково-педагогічну діяльність, дотримуючись наукової професійної етики, принципів академічної доброчесності та громадянської позиції.

ПРН14. Удосконалювати знання з обраної спеціальності, дотримуватися принципу “life-learning” – безперервного самостійного набуття знань та вмінь.

ПРН15. Самостійно, незалежно та відповідально приймати рішення щодо виконання індивідуальних наукових проектів, завдань, активно використовувати набуті під час навчання знання, уміння/навички та комунікаційні компетентності.

Після засвоєння матеріалу дисципліни аспіранти повинен: вивчити основні фактори та механізми біологічного впливу іонізуючого випромінювання на людину, рослинний та тваринний світ на різних рівнях його організації та залежно від віку, фізіологічного стану та навколишнього середовища; основні радіаційно-хімічні і радіаційно-біохімічні процеси в опромінених клітинах та тканинах; фізико-хімічну природу процесів, що відбуваються в живих організмах за дії радіації на різних рівнях організації; біохімічні механізми виникнення стресу (зокрема і окисного) і їх наслідки на різних рівнях структурної організації живого

організму; метаболічні шляхи перетворень основних біологічних сполук за дії іонізуючого випромінення; роль радіаційно-хімічних ушкоджень нуклеїнових кислот, зокрема ДНК-мембранного комплексу, у реалізації мішенних і немішенних радіобіологічних ефектів; роль вільнорадикальних продуктів та ендогенних радіотоксинів у формуванні радіаційних ефектів; механізми кисневого ефекту, формування продуктів радіолізу води, активних форм кисню; антиоксидантні системи; біохімічні механізми післярадіаційного відновлення на різних рівнях організації живих організмів та їх роль у забезпеченні радіостійкості; біохімічні механізми радіоадаптації живих організмів; закономірності модифікації променевого ефектів; сучасні підходи до класифікації хімічних модифікаторів радіаційного ураження.

Мати навички застосування методів ідентифікації вільнорадикальних станів молекул та активних форм кисню; аналізу кінетики вільнорадикальних процесів за дії різних видів іонізуючого випромінення; оцінювання функціональної ефективності (антиоксидантну смність) антиокисних ферментативних та неферментативних систем захисту організму від активних форм кисню; оцінювання ефективності радіомодифікаторів.

Передумови для навчання

Перелік попередньо прослуханих дисциплін / Знання, вміння, навички, якими повинен володіти здобувач, щоб приступити до вивчення дисципліни

Для успішного засвоєння дисципліни аспірант повинен мати знання та вміння, набуті під час вивчення курсів загальної радіобіології, екології, біохімії, радіоактивності, радіаційної гематології, основ розрахункової дозиметрії.

Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розділено на 3 модулі:

Модуль 1. Радіохімічні процеси в опроміненій клітині.

Модуль 2. Радіохімічні перетворення біологічно важливих молекул.

Модуль 3. Модифікація радіохімічних реакцій в біологічних системах.

Матеріально-технічне (програмне) забезпечення дисципліни

ІЯД НАН України, відділ радіобіології та радіоекології має у своєму розпорядженні матеріально-технічні ресурси для успішного засвоєння курсу дисципліни та виконання практичних завдань, зокрема: спеціалізовані та сертифіковані лабораторії, вимірювальне та аналітичне обладнання для біологічних зразків; навчальні приміщення та аудиторії, обладнані комп'ютерною та мультимедійною технікою, з доступом до мережі Інтернет.

Сторінка офіційного веб-сайту <http://www.kinr.kiev.ua/aspirant>
ІЯД НАНУ з інформаційним пакетом щодо навчальних дисциплін

Рекомендовані джерела

Базова література:

1. Березов Т.Т., Коровкин Б.Ф. Биологическая химия: учебник. – 4-е переработ. и доп. – М.: Медицина, 2007. – 704
2. Гродзинский Д.М. Радиобиология. – К.: Либідь, 2001. – 448 с.
3. Давиденко В.М. Радиобиология: навчальний посібник /Миколаєв: Видав. МДАУ, 2011. – 265с.
4. IAEA Training course series No. 42. Radiation biology: a handbook for teachers and students. IAEA, Vienna, 2010. – 166 p.
5. Кутлахмедов Ю.О., Войццький В.М., Хижняк С.В. Радиобиология. Підручник. – К: ВПЦ «Київський університет, 2011. – 543 с.
6. Остапченко Л.І. Біохімія. К.: КНУ, 2012. – 216 с.
7. Волощук О.М., Шмариков І.А., Марченко М.М. Біохімічні механізми вільнорадикальних реакцій.
8. Джаксон М.Б. Молекулярная и клеточная биофизика. /пер. з англ. Під ред. А.П. Савицького, А.И. Журавлева. – М.; Мир. Бином. Лаб.знаний, 2009. – 551с.

9. Сибірна Н.О. Механізми біохімічних реакцій: навальний посібник. / Н.О. Сибірна, Я.П. Чайка, Н.І. Климишин та ін. Львів. Видав. Центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2009. – 316с.
10. Марченко М.М., Копильчук Г.П. Біохімія інформаційних молекул. Навчальний посібник. Чернівці. Рута, 2003. – 344с.

Допоміжна література:

1. Mustonen V, Kesäniemi J, Lavrinienko A, Tukalenko E, Mappes T, Watts PC & Jurvansuu J (2018) Fibroblasts from bank voles inhabiting Chernobyl have increased resistance against oxidative and DNA stresses. BMC Cell Biology 19:17. <https://doi.org/10.1186/s12860-018-0169-9>.
2. Mappes T, Kivisaari K, Lavrinienko A, Milinevski G, Mousseau TA, Møller AP, Tukalenko E & Watts PC (2019) Ecological mechanisms can modify radiation effects in a key forest mammal of Chernobyl. Ecosphere 10:e02667. <https://doi:10.1002/ecs2.2667>.
3. Гриневич Ю.П., Липська А.І., Дрозд І.П., Дружина М.О. та ін. Фізико-хімічна регуляція перекисних процесів у крові шурів за дії радіонуклідів різної тропності. Ядерна фізика та енергетика, 2020, т. 21, № 1, с. 79-85.
4. Гриневич Ю.П., Маковецька Л.І., Липська А.І., Бурдо О.О. Прооксидантно-антиоксидантні процеси в крові та печінці мишоподібних гризунів (*MYODES GLAREOLUS* та *APODEMUS FLAVICOLLIS*) за разового опромінення. – Ядерна фізика та енергетика, 2023, т.24, № 1, с. 60-66.

Навчальний контент

Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Загальний методичний підхід до викладання навчальної дисципліни визначається як комунікативно-когнітивний та професійно орієнтований, згідно з яким у центрі освітнього процесу знаходиться аспірант – суб'єкт навчання і майбутній науковець.

Лекційні заняття

Модуль 1. Радіаційно-хімічні процеси в опроміненій клітині.

Лекція 1. Тема 1. Предмет і сучасні задачі радіаційної біохімії та її зв'язок з іншими науками.

Лекція 2. Тема 2. Типи іонізуючих випромінювань та їх класифікація. Фізика елементарних частинок: їх класифікація, типи взаємодій. Структура атома і ядра. Явище радіоактивності. Види іонізуючого випромінювання та їх фізичні характеристики. Закон радіоактивного розпаду. Одиниці радіоактивності і доз іонізуючих випромінювань.

Лекція 3. Методи ідентифікації вільнорадикальних станів молекул. Іонізовані молекули, вільні радикали та парамагнітні центри в різних фізико-хімічних і біологічних системах.

Тема 3. Фізико-хімічні основи взаємодії іонізуючого випромінювання з біологічними об'єктами.

Лекція 4. Радіаційно-хімічні перетворення молекул води, участь кисню в цих реакціях. Активні форми кисню та вільнорадикальні продукти радіолізу води. Продукти радіолізу води як чинники непрямой дії іонізуючого випромінювання. Ефект розведення. Закон Дейла.

Лекція. Кисневий ефект в радіобіологічних клітинних процесах. Механізми кисневого ефекту. Залежність кисневого ефекту від часу надходження кисню відносно опромінення та його концентрації. Кисневий ефект в модельних системах, водних розчинах та неводних системах.

Модуль 2. Радіохімічні перетворення біологічно важливих молекул.

Тема 4. Радіаційно-біохімічні процеси в опроміненіх клітинах.

Лекція 6. Вплив іонізуючого випромінювання на біологічні системи. Дія іонізуючої радіації на обмін речовин за тотального опромінення організму. Пряма і непряма дія випромінювання на молекули. Іонізовані атоми і молекули.

Тема 5. Вплив іонізуючого випромінювання на біологічно важливі молекули.

Лекція 7. Структура ДНК. Радіаційно-хімічні перетворення ДНК. Одно- та двониткові розриви молекули ДНК. Заміна основи в молекулі ДНК. Зшивки ДНК–ДНК, ДНК–білок.

Лекція 8. Структура РНК та її типи. Радіаційно-хімічні перетворення РНК. Методи досліджень радіаційних пошкоджень ДНК та РНК.

Лекція 9 Радіаційно-хімічні перетворення білків. Участь кисню в радіаційно індукованих реакціях білків. Окисна модифікація білків. Порушення структури і функції білків на прикладі Hb. Методи досліджень радіаційно-індукованих пошкоджень білкових молекул.

Тема 6. Вплив іонізуючого випромінювання на структуру і функції ліпідів.

Лекція 10. Структура та функції ліпідів в клітині. Радіаційно-хімічні перетворення ліпідів. Радіаційно-хімічні реакції жирних кислот. Роль радіаційних змін внутріклітинних фосфоліпідів. Механізми ланцюгового вільнорадикального окиснення ліпідів. Вільнорадикальні стани ліпідних молекул. Ендогенні радіотоксини.

Лекція 11 Методи досліджень вільнорадикальних станів та процесів в біологічних тканинах та клітинах. Інгібітори ланцюгових реакцій окиснення ліпідів. Природні та штучні антиоксиданти, механізм їх дії. Система антиоксидантного захисту.

Тема 7. Вплив іонізуючого випромінювання на стан металоферментних парамагнітних центрів.

Лекція 12. Вплив іонізуючого випромінювання на стан металів змінної валентності. Роль металів змінної валентності у реакціях вільнорадикального окиснення. Реакція Хабера-Вайса. Зміна функціональної активності металоферментних парамагнітних центрів енергетичної та детоксикаційної систем клітини за дії іонізуючого випромінювання.

Модуль 3. Модифікація радіаційно-хімічних реакцій в біологічних системах.

Тема 8. Функціональна реалізація молекулярних біохімічних пошкоджень в клітині, як основа модифікації променевого ураження організму.

Лекція 13. Гіпотеза біохімічного шоку. Ефекти та біохімічні механізми радіосенсибілізації.

Лекція 14. Основні закономірності модифікації променевого ушкодження організму. Загальні уявлення про радіопротекторні ефекти. Механізм дії радіопротекторів. Природні та штучні радіопротектори. Метаболізм та виведення радіопротекторів. Розробка нових підходів до модифікації радіаційного ураження живих організмів, зокрема протирадіаційного захисту, за допомогою речовин, які відповідали б вимогам, що висуваються до сучасних хіміко-фармакологічних препаратів: ефективність, стабільність, не токсичність.

Практичні заняття

1. Принципи радіаційної безпеки. Основи техніки безпеки під час роботи у радіобіологічній та біохімічній лабораторіях. Методи дезактивації радіоактивного зараження.

2. Одиниці виміру радіоактивності і проникної здатності різних видів випромінювання.

Співвідношення між одиницями вимірювання активності, дози та потужності дози у системі СІ та позасистемними одиницями. Дозові межі і допустимі рівні опромінення людей різних категорій.

3. Методи біохімічних досліджень: способи гомогенізації; отримання органел; основні принципи екстракції. Спектральні, хроматографічні, електрофоретичні, гравіметричні методи дослідження. Метод хемілюмінесценції. Метод електронного парамагнітного резонансу.

4. Ознайомлення та теоретичне опрацювання фізико-хімічних питань радіаційної біохімії. Вплив іонізуючого випромінювання на біологічні системи. Вплив іонізуючої радіації на обмін речовин за тотального опромінення організму. Інкорпоровані радіонукліди та шляхи їх потрапляння в організм.

5. Основи модифікації радіаційно-хімічних ефектів. Природа модифікуючих факторів.

Зміни ендогенного фону радіорезистентності. Радіопротектори. Метаболізм та виведення радіопротекторів. Радіосенсибілізатори, механізм їх дії.

Семінарські заняття.

1. Визначення радіобіології та радіаційної біохімії. Предмет, задачі і методи дослідження радіобіології. Історія науки та внесок зарубіжних і вітчизняних вчених в розвиток

радіобіології та радіаційної біохімії.

2. Радіоактивні речовини і радіоактивність.

3. Чутливість тварин до радіації. Механізми індивідуальної радіочутливості.

4. Біохімічні .Наслідки радіаційного опромінення живих організмів.

5. Біохімічні механізми прямої та не прямої дії радіації на клітинні структури і весь організм.

Самостійна робота аспіранта

Самостійна робота здобувача наукового ступеня доктора філософії є основним засобом засвоєння навчального матеріалу у вільний від навчальних занять час і включає:

Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
Підготовка до поточних практичних занять	10
Виконання поточних практичних завдань	10
Опанування матеріалів лекцій та додаткових питань із застосування основної та додаткової літератури	10

Політика та контроль

Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед аспірантом:

- правила відвідування занять: заняття проводяться відповідно до розкладу згідно із правилами встановленими Положенням про організацію освітнього процесу в Інституті ядерних досліджень НАН України. (http://www.kinr.kiev.ua/aspirant/creat_ed_inet.pdf), присутність на заняттях є добровільним і не допускається примушування до будь-яких дій в навчальному процесі без особистої згоди аспіранта. Відповідно до робочої навчальної програми даної дисципліни, бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях відпові до Уніфікованої система оцінювання навчальних досягнень аспірантів. (http://www.kinr.kiev.ua/aspirant/sys_test.pdf).

- правила поведінки на заняттях: аспірант має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях, передбачені робочою навчальною програмою дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Інституту здійснюється за умови вказівки викладача;

- політика дедлайнів та перескладань: якщо аспірант не виконував модульні контрольні роботи (без поважної причини), то його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання передбачено у разі поважних причин;

- політика щодо академічної доброчесності: Положення встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в Інституті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни «радіаційна цитогенетика»;

- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

Система оцінювання результатів навчання

Види контролю та система оцінювання результатів навчання

Поточний контроль: опитування за темою заняття, модульні контрольні роботи.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: залік.

Умови допуску до семестрового контролю: відсутні.

Рейтинг аспіранта з дисципліни складається з балів, які він отримує:

- 1) на лекційних та практичних заняттях;
- 2) за модульні контрольні роботи;
- 3) за відповідь на заліку.

Система рейтингових балів:

1) Практичні та лекційні заняття. Ваговий коефіцієнт дорівнює 0,5 балів. Максимальна кількість балів, які може отримати аспірант на практичних заняттях становить $40 \times 0,5 = 20$ балів.

2) Модульна контрольна робота. Ваговий коефіцієнт дорівнює 20.

Максимальна кількість балів за контрольну роботу становить $2 \times 20 = 40$ балів.

Нарахування балів за контрольну роботу:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації) 18-20 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації або незначні неточності) 15-17 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації та деякі помилки) 11-14 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (менше 60 % потрібної інформації) 0.

3) Залік. Критерії оцінювання. Завдання містить три основні, кожне з яких оцінюється у 12 балів та одне додаткове запитання, яке оцінюється 4 балами. Всього $3 \times 12 + 1 \times 4 = 40$ балів.

Нарахування балів за відповідь на заліку:

- повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації) 36-40 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації) 30-35 балів;
- неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації) 24-29 балів;
- незадовільна відповідь (менше 60 % потрібної інформації) 0.

Накопичування рейтингових балів з навчальної дисципліни

Види навчальної роботи	Мах кількість балів
Навчальна активність на лекційних та практичних заняттях	20
Контрольна робота	40
Іспит	40
Максимальна кількість балів	100

Відповідність шкали оцінювання ЄКТС національній системі оцінювання та ІЯД НАНУ

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену (іспиту), диференційованого заліку, курсового проекту (роботи), практики, тренінгу	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82 – 89	B	добре	
74 – 81	C	задовільно	
64 – 73	D	достатньо	
60 – 65	E		
35 – 59	FX	незадовільно	не зараховано
1 – 34	F		

Більш детальну інформацію щодо компетентностей, результатів навчання, методів навчання, форм оцінювання, самостійної роботи наведено у Робочій програмі навчальної дисципліни, див сайт ІЯД.