

Учреждение образования
«Международный государственный экологический институт имени
А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по учебной и
воспитательной работе

МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ

_____ В.И. Красовский

«18» мая 2016

Регистрационный № УД-562-16/уч.

ОБЩАЯ РАДИОБИОЛОГИЯ. РАДИАЦИОННАЯ БИОХИМИЯ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:

1-33 81 02 Радиобиология

2016 г

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта Республики Беларусь ОСВО 1-33 81 02-2014 и учебного плана по специальности.

СОСТАВИТЕЛИ:

Н.В.Герасимович, доцент кафедры экологической медицины и радиобиологии учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ, кандидат биологических наук, доцент;

И.В.Пухтеева, старший преподаватель кафедры экологической медицины и радиобиологии учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой экологической медицины и радиобиологии учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ (протокол № 14 от 25 апреля 2016 г.);

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ (протокол № 9 от 17 мая 2016 г.)

I. Пояснительная записка

Учебная программа «Общая радиобиология. Радиационная биохимия» разработана в соответствии с требованиями учебного плана студентов специальности 1-33 81 02 «Радиобиология».

Радиационная биохимия – современная развивающаяся наука о выяснении физико-химических, биохимических механизмов первичных процессов лучевых изменений, протекающих в живом организме с момента возникновения ионизированных и возбужденных атомов и молекул до появления видимых структурных и функциональных изменений. Она тесным образом связана с рядом теоретических и прикладных областей знаний, таких как, медицина, биология, ядерная физика, биохимия, экология и др..

В системе высшего экологического образования она является одной из важнейших дисциплин для создания теоретической базы и приобретения профессиональных навыков при подготовке специалистов для последующей работы в лечебно-диагностических, экологических центрах, экологических отделениях больниц, центрах гигиены и эпидемиологии, научно-исследовательской работы в институтах, работы в Министерстве по чрезвычайным ситуациям, Министерстве здравоохранения, Министерстве природных ресурсов и охраны окружающей среды, научно-педагогической деятельности в вузах, системе специализации и повышения квалификации в области оценки воздействия ионизирующего излучения на организм человека.

Целью преподавания дисциплины «Общая радиобиология. Радиационная биохимия» является формирование у студентов современных научных знаний и представлений об основных принципах радиационного воздействия на важнейшие биологические молекулы, органы, ткани, системы организма от момента поглощения энергии до ответа биологической системы.

Задачи изучения и преподавания дисциплины:

1. Ознакомить студентов с современными научными достижениями в области изучения механизмов действия ионизирующих излучений на молекулярном, органном и системном уровнях, происходящих на каждом этапе «размена энергии» излучения в этих системах.

2. Дать представления о терминах и описание этапов биохимических изменений для создания общей картины, отражающей всю последовательность реакций, приводящих, в зависимости от дозы облучения, к лучевым изменениям или лучевому поражению организма.

3. Изучить роль эндогенных окислителей в свободно-радикальных реакциях проявления лучевых поражений организма и участие ферментативной и неферментативной систем организма в процессах инактивации свободных радикалов.

4. Изучить молекулярные механизмы действия радиопротекторов, с целью их применения в качестве средств защиты от внешнего и внутреннего облучения.

В результате обучения студент должен

знать:

- основные биохимические процессы действия ионизирующих излучений на биологические макромолекулы;
- механизмы образования свободных радикалов и их дальнейшие превращения в клетке;
- радиационно-индуцированные изменения на тканевом, органном и системном уровнях;
- химические методы защиты от внешнего и внутреннего облучения;
- методы регистрации молекулярных маркеров повреждающего действия ионизирующего излучения.

уметь:

- использовать полученные знания для анализа структурных и функциональных изменений в биологических молекулах, вызванных воздействием радиации;
- использовать современные биохимические, молекулярно-биологические и биофизические методы исследования в определении содержания свободных радикалов в клетках и биологических жидкостях облученного организма;
- использовать знания об отдаленных последствиях действия ионизирующего излучения на организм для прогнозирования радиобиологического эффекта и разработки химических средств защиты от действия радиации;
- использовать полученные теоретические знания при изучении других дисциплин, а также в последующей профессиональной деятельности для формирования представлений о закономерностях реализации механизмов воздействия ионизирующего излучения на живой организм.

Для изучения дисциплины «Общая радиобиология. Радиационная биохимия» необходимы знания по следующим дисциплинам: «Общая и экологическая биохимия», «Генетика», «Цитология и гистология», «Основы радиобиологии и радиационная безопасность».

Лекции сопровождаются мультимедийными презентациями. На практических занятиях студенты знакомятся с принципами моделирования эксперимента, приобретают практические навыки по определению накопления свободных радикалов, молекулярных продуктов радиолиза липидов и белков в биологических жидкостях, а также осваивают методы оценки эффективности применения защитных средств. Контроль знаний проводят путем устных и письменных опросов на текущих занятиях.

Самостоятельная работа студентов включает подготовку презентаций по актуальным проблемам радиационной биохимии.

Учебная программа учреждения высшего образования разработана в соответствии с образовательным стандартом и учебным планом высшего образования второй степени по специальности 1-33 81 02 «Радиобиология».

Всего на изучение дисциплины согласно учебному плану отводится 90 часов, в том числе 36 часов аудиторных: 16 – лекционных, 12 – практических и 8 часов лабораторных занятий. Форма текущей аттестации – зачет в 1 семестре. Форма получения высшего образования на II ступени – дневная.

II. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Основные положения радиационной биохимии. Ионизирующие излучения и краткая характеристика процессов их взаимодействия с веществом. Предмет и задачи радиационной биохимии, ее место в кругу дисциплин, изучающих действие ионизирующей радиации.

Источники ионизирующего излучения и их характеристика. Типы и общая характеристика ионизирующих излучений (корпускулярные и электромагнитные излучения). Явление радиоактивности. Особенности взаимодействия с веществом различных видов излучений. Основные свойства ионизирующих излучений: линейная плотность ионизации и линейная передача энергии, относительная биологическая эффективность. Радиационные поражения организма во времени и уровни поражения организма. Стадии первичного этапа действия ионизирующих излучений на организм (физическая стадия, физико-химическая стадия, химическая стадия, биологическая стадия).

Тема 2. Первичные процессы поглощения энергии ионизирующих излучений. Механизмы действия ионизирующего излучения в биологических системах (прямое и косвенное действие ионизирующего излучения). Свободные радикалы в организме человека. Радиолиз воды. Первичные процессы радиолиза. Последовательность образования промежуточных активных частиц. Реакции превращения возбужденных и ионизированных молекул. Реакции взаимодействия электронов с молекулами.

Определение, характерные реакции, краткая характеристика отдельных радикалов и активных форм кислорода. Некоторые характерные реакции радикалов. Характеристика отдельных активных форм кислорода. Супероксид ($O_2^{\cdot-}$). Перекись водорода (H_2O_2). Гидроксил радикал (OH^{\cdot}) Монооксид азота (NO^{\cdot}), Пероксинитрит-ион ($ONOO^{\cdot}$) Гипохлорноватистая кислота ($HOCl$). Озон (O_3). Синглетный кислород (1O_2).

Кислородный эффект. Коэффициент кислородного усиления. Зависимость кислородного эффекта от концентрации кислорода. Обратный кислородный эффект. Механизм радиомодифицирующего действия кислорода.

Роль среды в процессах размена энергии. Эффект разведения (закон Дейла). Количественная оценка радиационно-химических реакций. Расчеты выхода продуктов радиолиза воды в зависимости от поглощенной дозы.

Тема 3. Действие ионизирующей радиации на биологически важные молекулы и надмолекулярные структуры. Некоторые сведения из радиационной химии полимеров.

3.1 Действие радиации на нуклеиновые кислоты и нуклеопротеиды. Радиационно-химические превращения пиримидиновых и пуриновых оснований, нуклеозидов и нуклеотидов. Действие радиации на молекулярную структуру нуклеиновых кислот (ДНК, РНК) *in vitro* и *in vivo*. Влияние радиации на обмен нуклеиновых кислот в клетке. Связь между изменениями в ДНК и биологическим эффектом. Репарация повреждений ДНК. Прямая репарация (фотореактивация неферментативная и ферментативная) ДНК. Эксцизионная

(темневая) репарация ДНК. Репарации однонитевых и двунитевых разрывов. Репарация РНК. Пострепликативная и индуцибельная репарация. Репарации сшивок ДНК-белок.

3.2 Действие радиации на простые белки, пептиды и аминокислоты.

Первичные физико-химические процессы радиационного повреждения белков. Реакции взаимодействия с e_{aq}^- и H^\bullet , HO_2^\bullet . Образование вторичных радикалов. Радиочувствительность отдельных аминокислот. Действие радиации на структуру и функции белков. Действие радиации на ферментные системы. Действие радиации на биосинтез белков. Дыхательная цепь и обмен макроэргических фосфатов после облучения. Изменение дыхания клеток и изолированных митохондрий, изменения окислительного фосфорилирования в митохондриях, ядрах. Содержание макроэргических фосфатов в тканях облученного организма.

3.3 Действие радиации на углеводы. Радиационно-химические изменения простых сахаров (радиолиз пентоз, гексоз). Действие ионизирующих излучений на олигосахариды, мукополисахариды. Радиолиз глюкозосодержащих полимеров. Нарушение обмена углеводов при облучении целостного организма. Изменения интенсивности гликолиза, пентозофосфатного цикла, цикла трикарбоновых кислот в облученном организме.

3.4 Основы действия ионизирующего излучения на липиды. Радиолиз карбоновых (жирных) кислот. Окисление липидов (реакции взаимодействия с OH^\bullet). Процессы перекисного окисления липидов (инициирование цепи, разветвление цепи, обрыв цепей). Радиационные повреждения биологических мембран. Репарация мембранной системы клетки. Радиационно-химические превращения жиросодержащих витаминов, стероидов и коферментов. Гормоны и их обмен после облучения. Роль нарушений гормонального статуса организма в формировании лучевых эффектов. Водный и минеральный обмен в облученном организме.

Тема 4. Радиационно-биохимические изменения в системах, органах и тканях организма. Особенности радиационно-индуцированных изменений на системном, органном и тканевом уровнях в зависимости от дозы и условий облучения. Вклад специфического и неспецифического компонентов в опосредование действия радиации на организм. Роль изменений ферментативной активности в развитии лучевого поражения. Влияние ионизирующих излучений на иммунную систему.

Радиационные синдромы (костно-мозговой, желудочно-кишечный, церебральный). Периоды формирования острой лучевой болезни. Биохимические изменения в тканевых жидкостях при острой лучевой болезни. Острая лучевая болезнь от неравномерного облучения. Местные лучевые поражения. Хроническая лучевая болезнь, обусловленная общим и инкорпорированным облучением. Биохимические показатели и общее состояние органов и систем при хроническом облучении. Принципы лечения острой и хронической лучевой болезнью.

Тема 5. Антиоксидантная система человека (классификация, функции, характеристика отдельных антиоксидантов). Классификация, компоненты и функции антиоксидантной системы (АОС) организма. Взаимодействие антиоксидантов со свободными радикалами. Ферментативные компоненты АОС. Локализация и функции супероксиддисмутазы, каталазы, глутатионпероксидазы. Пероксиредоксины. Специфические реакции инактивации свободных радикалов ферментами АОС. Естественные антиоксиданты. Жирорастворимые антиоксиданты (токоферол, ретинол, убихинон, эстрогены). Водорастворимые антиоксиданты (витамин С). Внеклеточные антиоксиданты (церулоплазмин, фенолы, трансферин, лактоферрин, ферритин). Механизм инактивации свободных радикалов и продуктов радиолитического распада естественными антиоксидантами.

Тема 6. Химическая защита от радиационного эффекта. Химическая защита организма от острого воздействия ионизирующего излучения. Радиопротекторы. Классификация. Требования, предъявляемые к радиопротекторам. Радиопротекторы кратковременного и пролонгированного действия. Механизм действия радиопротекторов. Критерии применимости радиопротекторов. Оценка радиозащитного (радиопротекторного) действия препарата. Предотвращение всасывания и ускорения выведения радиоактивных веществ из организма. Сорбенты и декорпоранты.

III. УЧЕБНО – МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УРС	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Основные положения радиационной биохимии. Ионизирующие излучения и краткая характеристика процессов их взаимодействия с веществом	2	2					
2.	Первичные процессы поглощения энергии ионизирующих излучений	2	2					
3.	Действие ионизирующей радиации на биологически важные молекулы и надмолекулярные структуры	4	2		4			
4.	Радиационно-биохимические изменения в системах, органах и тканях организма	4	2					
5.	Антиоксидантная система человека (классификация, функции, характеристика отдельных антиоксидантов)	2	2		2			
6.	Химическая защита от радиационного эффекта	2	2		2			
	Итого:	16	12		8			

IV. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Примерный перечень тем лабораторных занятий

1. Радиационная химия полимеров. Расчет радиационно-химического выхода измененных биополимеров (белков, нуклеиновых кислот) в водных растворах.
2. Определение интенсивности протекания процессов перекисного окисления липидов в клетках и биологических жидкостях облученного организма.
3. Сравнение эффективности применения различных протекторов в модельном эксперименте.

Перечень заданий для самостоятельной работы студентов

1. Основные физические величины радиобиологии и единицы их измерения (активность, доза, мощность дозы).
2. Структура и функции биологически важных молекул (белки, нуклеиновые кислоты, углеводы, липиды)
3. Радиобиологические эффекты малых доз радиации на молекулярном уровне.
4. Стресс в развитии радиационного поражения. Роль регуляторных биохимических механизмов.
5. Применение кислородного эффекта в лучевой терапии.
6. Влияние повышенной естественной радиоактивности на состояние процессов перекисного окисления липидов.
7. Проблема «малых доз» ионизирующей радиации и идея «гормезиса» в радиационной биохимии.
8. Пути поступления радионуклидов в организм млекопитающих.
9. Рак и ионизирующее излучение.
10. Биологическая противолучевая защита.
11. Адаптация к облучению *in vivo*.

Литература

Основная

1. Верещако, Г. Г. Радиобиология: термины и понятия: энцикл. справ. / Г. Г. Верещако, А. М. Ходосовская; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т радиобиологии. – Минск: Беларуская навука, 2016. – 340 с.
2. Радиобиология: пособие для студентов биологических специальностей университетов / М.М. Филимонов, Д.А. Новиков – Мн.: БГУ, 2015. – 130 с.
3. Кудряшов Ю.Б., Рубин А.Б. Радиационная биофизика. Сверхнизкочастотные электромагнитные излучения. Учебник. – М.: Физматлит, 2014. – 220 с.
4. Джойнер М.С. Основы клинической радиобиологии. – М.: Бином, 2013, – 600 с.
5. Давыдов, Ю.П. Основы радиохимии: учебное пособие / Ю.П. Давыдов. – Минск: Выш.шк., 2014. – 317 с.
6. Бекман, И.Н. Радиохимия. В 2 т. / И.Н. Бекман. – М.: Издательство Юрайт, 2015. – 473 с.

Дополнительная

1. Радиационная медицина: учебник / А.Н. Стожаров [и др.]; под ред. А.Н. Стожарова. – Минск: ИВЦ Минфина, 2010. – 208 с.
2. Гребенюк А. Н., Стрелова О. Ю., Легеза В. И., Степанова Е. Н. Основы радиобиологии и радиационной медицины: Учебное пособие. — СПб: ООО “Издательство ФОЛИАНТ”, 2012. — 232 с.
3. Лысенко Н.П., Пак В.В., Рогожкина Л.В., Кусурова З.Г. Радиобиология. – М.: Лань, 2012. – 576 с.
4. Ярмоненко С.П. Радиобиология человека и животных: Учебное пособие / С.П. Ярмоненко, А.А. Вайнсон: под ред. С.П. Ярмоненко. – М.: ВШ, 2004. – 549 с.
5. Гродинский, Д.М. Радиобиология: учебник. – Киев: Лебедь, 2000. – 448 с.
6. Костюк, В.А. Биорадикалы и биоантиоксиданты / В.А. Костюк, А.И. Потапович. – Минск: БГУ, 2004. – 179 с.
7. Мартинович, Г.Г. Окислительно-восстановительные процессы в клетках / Г.Г. Мартинович, С.Н. Черенкевич. – Минск: БГУ, 2008. – 159 с.
8. Окислительный стресс. Прооксиданты и антиоксиданты / Е.Б. Меньшикова [и др.]. – М.: Слово, 2006. – 556 с.
9. Москалев, Ю. И. Отдаленные последствия ионизирующих излучений / Ю.И. Москалев. – М.: Медицина, 1991. – 391 с.
10. Романцев, Е.В.. Биохимические основы действия радиопротекторов / Е.В. Романцев [и др.]. – М.: Атомиздат, 1980 – 296 с.
11. Эйдус, Л.Х. Кислород в радиобиологии / Л.Х. Эйдус, Ю.Н. Корыстов. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 136 с.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
		Данная дисциплина не требует согласования с другими дисциплинами	

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО
на ____ / ____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (название кафедры) (протокол № ____ от _____ 201_ г.)

Заведующий кафедрой

_____ (ученая степень, ученое звание) _____ (подпись) _____ (И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ (ученая степень, ученое звание) _____ (подпись) _____ (И.О.Фамилия)