

ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАДИАЦИОННОЙ БИОЛОГИИ

Специальный курс

Учебная программа для специальности:

1-31 05 01 Химия (по направлениям)

Направления специальности:

1-31 05 01-4 Химия (охрана окружающей среды)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Характерной чертой научно-технического прогресса является использование технологий и аппаратов, которые являются источниками ионизирующих излучений. Расширение возможностей соприкосновения биообъектов с ионизирующими излучениями требует знаний о закономерностях протекания радиационно-индуцированных процессов и последствиях их реализации. Радиация, как установлено в многочисленных экспериментах, обладает выраженным биологическим действием, не имеющем себе по эффективности повреждения. Это является мощным стимулом к выявлению механизмов радиационного воздействия на организм, чему и посвящен настоящий курс.

В задачи предлагаемого курса входит рассмотрение следующих основных разделов:

Особенности прямого и косвенного действия излучений на уровне молекул.

Радиолиз водных растворов моно- и бифункциональных органических соединений.

Действие излучения на водные растворы сахаров.

Радиолиз водных растворов аминокислот, пептидов и белков.

Радиационно-индуцированные превращения липидов.

ДНК и ее компоненты как радиобиологические мишени.

Основные теории и представления о механизме биологического действия излучений.

Фармакохимическая противолучевая защита организма.

Радиопротекторы. Основные механизмы действия радиопротекторов.

В результате изучения дисциплины обучаемый

должен знать:

- основные понятия радиационной химии;
- отличительные особенности прямого и косвенного радиолиза;
- радиационно-химические превращения воды;
- основные закономерности радиолиза водных растворов биополимеров и их составляющих компонентов;
- основы радиобиологии клетки и целостного организма;
- взаимосвязь между структурой и эффективностью радиопротекторов.

должен уметь:

- использовать радиобиологическую информацию;
- оценить основные пути радиационно-химических превращений биомолекул;
- предложить научно-обоснованный выбор радиопротекторов;
- сформулировать причины радиобиологического парадокса.

При изучении данной дисциплины реализуются такие формы занятий как лекции, семинары и самостоятельная работа студентов.

Программа рассчитана на 60 часов, в том числе 32 часа лекций, 16 часов семинарских занятий и 12 часов КСР.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Введение

Радиационная биология как предмет. Фундаментальная задача радиационной биологии. Радиобиологический парадокс – в чем его смысл? Структура радиационной биологии как комплексной дисциплины. Три этапа развития радиационной биологии.

Предмет, метод и основные задачи радиационной химии. Ионизирующее излучение и его виды. Взаимодействие излучений с веществом. Поглощенная доза. Мощность дозы. Радиационно-химические эффекты. Радиационно-химический выход.

Радиолиз воды и водных растворов

Радиолиз воды. Радикальные продукты радиолиза воды, их свойства. Гидратированный электрон, механизм образования и его свойства. Косвенный и прямой радиолиз.

Взаимодействие радикальных продуктов радиолиза воды с органическими веществами. Свободные органические радикалы и их свойства. Основные реакции органических радикалов.

Радиолиз водных растворов монофункциональных органических соединений (спирты, амины, альдегиды).

Радиолиз водных растворов бифункциональных органических соединений (α -диолы и их эфиры, аминокспирты, аминокислоты).

Молекулярная радиационная биология

Структурная организация клетки. Химический состав клетки.

Радиолитические превращения углеводов в водных растворах. Основные типы радиолитических превращений моносахаридов. Радиолиз различных полисахаридов.

Действие ионизирующих излучений на водные растворы нуклеозидов. Взаимодействие продуктов радиолиза воды с составляющими нуклеозидов. Радиационно-индуцированный разрыв фосфоэфирной связи в нуклеотидах. Основные закономерности радиационно-химических превращений нуклеиновых кислот. ДНК и РНК: одиночный и двойной разрывы цепи; модификация азотистых оснований, элиминирование азотистых оснований, модификация сахарного фрагмента. Отличительные особенности радиолиза ДНК и РНК.

Радиационные превращения пептидов и их составляющих. Основные закономерности радиолиза аминокислот в водных растворах. Окислительное и

восстановительное дезаминирование аминокислот. Радиационно-индуцированное декарбоксилирование аминокислот. Влияние строения аминокислот на направленность их радиолитического разрыва. Радиационно-индуцированный разрыв пептидной связи – возможные механизмы. Сшивка белковых молекул при облучении.

Радиолитический гидролиз водных растворов липидов и моделирующих их соединений. Радиационно-химические превращения глицерина и глицеро-1-фосфата в водных растворах. Радиолитический гидролиз водных дисперсий высших ненасыщенных карбоновых кислот. Радиационно-индуцированное перекисное окисление липидов. Радиационно-индуцированная фрагментация липидов.

Радиобиология клетки

Задержка деления клеток в зависимости от дозы облучения. Летальные и нелетальные лучевые реакции клеток. Формы клеточной гибели и их наиболее вероятные причины. Правило Бергонье-Трибондо. Репродуктивная и интерфазная гибель клеток: основные отличия. Кривая выживаемости клеток как способ количественной регистрации зависимости эффекта от дозы: LD_{50} , $LD_{50/30}$, D_0 , D_{37} . Внутриклеточная репарация. Механизмы радиационного повреждения клеток. Кислородный эффект.

Теоретические представления о механизме биологического действия ионизирующих излучений

Принципы попадания и мишени. Стохастическая теория. Вероятностная модель радиационного поражения клетки. Гипотеза липидных радиотоксинов и цепных реакций. Структурно-метаболическая теория.

Радиочувствительность

Диапазон различий радиочувствительности в природе. Радиочувствительность – синоним радиопоражаемости и альтернатива радиоустойчивости (радиорезистентности). Необходимость адекватных критериев оценки сравнительной радиочувствительности и ее методологическое значение.

Радиобиология организма

Радиационные синдромы. Костный мозг – типичный пример системы клеточного обновления. Относительность понятия тканевой радиочувствительности.

Лучевая болезнь человека. Фаза первичной общей реакции. Фаза кажущегося клинического благополучия. Фаза выраженных клинических проявлений. Фаза раннего восстановления.

Защита организма от ионизирующих излучений

Механизмы противолучевой защиты. Основные классы химических соединений радиозащитного действия. Антиоксиданты в радиобиологии. Оценка радиозащитного действия.

Примерный тематический план

№п/п	Наименование разделов, тем	Количество часов				Самост. работа
		Аудиторные				
		Лекции	Практич., семинар.	Лаб. занят.	КСР	
1.	Действие излучения на живые и неживые объекты (история открытия). Радиационная химия и биология. Основные понятия и определения. Взаимодействие излучения с веществом. Поглощенная доза, мощность дозы, ЛПЭ, Г и др.	2				
	Радиолиз воды. Продукты радиолиза воды и их свойства.	2	2			
2.	Химия свободных радикалов.	4	2		2	
3.	Радиационная химия многофункциональных органических соединений.	2	2			
4.	Радиационная химия бифункциональных органических соединений.	2	2		2	
5.	Радиационная химия углеводов.	2				
6.	Радиационная химия аминокислот и пептидов.	2				
7.	Радиационная химия липидов и моделирующих их соединений.	4	2		2	
8.	Радиационная химия нуклеиновых кислот и их компонентов.	4	2		2	
9.	Радиобиология клетки.	2			2	
10.	Механизмы лучевого поражения клетки.	2				
11.	Действие излучения на целостный организм.	2	2			
12.	Радиопротекторы и антиоксиданты как радиозащитные средства.	2	2		2	

ЛИТЕРАТУРА

1. Ярмоненко С.П. Радиобиология человека и животных. – М.: Высшая школа, 1988.
2. Кудряшов Ю.Б., Беренфельд Б.С. Основы радиационной биофизики. – М.: МГУ, 1982.
3. Шарпатый В.А. Радиационная химия биополимеров. – М.: Энергоиздат, 1981.
4. C. von Sonntag. Chemical bases of radiation biology. London: Taylor & Francis, 1987.
5. Владимиров В.Г., Красильников И.И., Арапов О.В. Радиопротекторы: структура и функции. – Киев: Наукова думка, 1989.
6. Козлов В.Ф. Справочник по радиационной безопасности. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 352 с.
7. Варфоломеев С.Д., Гуревич К.Т. Биокинетика. Практический курс. – М.: ФАИР-ПРЕСС, 1999. – 720 с.
8. Ярмоненко С.П., Вайнсон А.А. Радиобиология человека и животных. – М.: Высшая школа, 2004. – 549 с.
- 9.

Примерная тематика семинарских занятий

1. Особенности прямого и косвенного действия излучений на уровне молекул.
2. Радиолиз водных растворов моно- и бифункциональных органических соединений
3. Действие излучения на водные растворы сахаров.
4. Радиолиз водных растворов аминокислот, пептидов и белков.
5. Радиационно-индуцированные превращения липидов.
6. ДНК и ее компоненты как радиобиологические мишени.
7. Основные теории и представления о механизме биологического действия излучений.
8. Фармакохимическая противолучевая защита организма. Радиопротекторы. Основные механизмы действия радиопротекторов.