

РАДИОБИОЛОГИЯ
Учебная программа
для высших учебных заведений по специальности
1-33 01 06 – Экология сельского хозяйства
специализации 1-33 01 06 01 – Сельскохозяйственная
радиоэкология

Одобрено методической комиссией агроэкологического факультета 29.06.2009. (протокол № 9) и научно-методическим советом БГСХА 30.06.2009 (протокол № 10).
Утверждена ректором УО «БГСХА» А.П. Курдеко 30.06.2009 г. Регистрационный № УД-АЭ–509–09/баз.

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по дисциплине «Радиобиология» разработана в соответствии с требованиями «Образовательного стандарта Республики Беларусь (ОСРБ–1-33 01 06 – 2008). Высшее образование. Первая ступень. Специальность 1-33 01 06 – Экология сельского хозяйства со специализацией 1-33 01 06 01 – Сельскохозяйственная радиоэкология, утвержденных и введенных в действие постановлением № 40 Министерством образования РБ от 02.05.2008.

Начальное действие радиации происходит на атомном и молекулярном уровнях, что сопровождается ионизацией и возбуждением атомов и молекул и радиолизом молекул. Затем повреждения на этих уровнях реализуются на клеточном, тканевом, органном и организменном уровнях, формируя ранние и отдаленные биологические эффекты облучения. Наука о действии всех видов ионизирующих излучений на живые организмы и их сообщества называется радиобиологией. Фундаментальной задачей радиобиологии является изучение общих закономерностей биологического действия ионизирующих излучений на живой организм, с целью управления ответными реакциями организма на облучение и разработки средств защиты организма от воздействия излучений. Наличие фундаментальной задачи определяет радиобиологию как самостоятельную науку, тесно связанную с другими науками

Цель изучения дисциплины – формирование у студентов знаний о механизме и особенностях действий ионизирующего излучения, радиобиологических эффектах человека и способах защиты его от радиационного воздействия.

Основные задачи дисциплины:

- изучение действия ионизирующей радиации на молекулы клетки и клетки биологических объектов;
- изучение радиобиологических реакций растений на острое и хроническое облучение;
- изучение действия ионизирующей радиации на организм животных и человека при остром и хроническом облучении;
- изучение последствий катастрофы на ЧАЭС для населения;
- изучение методов и способов защиты организма от ионизирующей радиации;
- изучение применения ионизирующего излучения в отраслях сельского хозяйства и в медицине.

Студент должен знать:

- основные закономерности проявления радиобиологического эффекта на клеточном, тканевом и организменном уровнях;
- методы оценки радиобиологических реакций клеток и организмов;
- способы модификации лучевого поражения;
- медицинские последствия аварии на ЧАЭС для населения.
- методы и способы защиты организма от вредного воздействия ионизирующих

излучений;

- санитарно-гигиенические требования, предъявляемые к пищевым продуктам;
- естественные средства, снижающие накопление радионуклидов в организме и повышающие защитные свойства организма;
- лекарственные препараты, обладающие радиопротекторными и адаптогенными свойствами;
- продукты питания, защищающие организм от воздействия радиации;

Студент должен уметь:

- производить оценку радиобиологического состояния различных фитоценозов и зооценозов по критериям радиочувствительности;
- разрабатывать мероприятия превентивного характера для защиты организма и предотвращения негативных последствий воздействия радиации.

Общее количество часов, отводимых на изучение дисциплины «Радиобиология» составляет 102 часа, в том числе лекций – 50 часов, лабораторно-практических – 52 часа.

2. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п.п.	Наименование тем, разделов	Всего аудиторных часов	В том числе	
			лекций	лабораторно-практических
	Введение	1	1	–
1	Биологическое действие ионизирующих излучений	3	3	–
1.1	Относительная биологическая эффективность ионизирующих излучений и линейная передача энергии. Методы оценки относительной биологической эффективности излучений	1	1	–
1.2	Механизмы биологического действия ионизирующих излучений	2	2	–
2	Молекулярная радиобиология клетки	14	10	4
2.1	Радиолиз молекулы воды	1	1	–
2.2	Радиационно-химические повреждения аминокислот, белков, углеводов и липидов	3	3	–
2.3	Реакция клеток на облучение	10	6	4
3	Радиобиология растений	43	13	30
3.1	Методы радиобиологии растений	1	1	–
3.2	Радиобиологические эффекты растений при остром и хроническом облучении	26	6	20
3.3	Радиобиологический мониторинг природных популяций растений на территории Республики Беларусь	8	4	4
3.4	Модификация радиочувствительности и защита растений от лучевого поражения	8	2	6

4	Радиобиология человека и животных	33	19	14
Продолжение				
4. 1	Радиочувствительность организма	12	12	–
4. 2	Медицинские последствия катастрофы на Чернобыльской АЭС для человека	2	2	–
4. 3	Защита населения от радиационного воздействия	19	5	14
5.	Прикладная радиобиология	8	4	4
5. 1	Радиационно-биологическая технология в сельском хозяйстве	6	2	4
5. 2	Радиационно-биологическая технология в перерабатывающей промышленности	1	1	-
5. 3	Радиационно-биологическая технология в медицине	1	1	-
	Итого	102	50	52

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА *ВВЕДЕНИЕ*

Предмет и задачи радиобиологии. История и этапы развития радиобиологии. Проблемы, основные направления и перспективы развития современной радиобиологии.

1. БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

1.1. Относительная биологическая эффективность ионизирующих излучений и линейная передача энергии. Методы оценки относительной биологической эффективности излучений. Особенности действия ионизирующих излучений. Относительная биологическая эффективность. Линейная передача энергии. Связь относительной биологической эффективности с линейной передачей энергии. Методы оценки относительной биологической эффективности. Зависимость относительной биологической эффективности от условий облучения и других факторов. Границы применения относительной биологической эффективности.

1.2. Механизм биологического действия ионизирующих излучений. Количественная концепции или теории прямого действия излучений. Теория попадания и мишени. Качественные концепции или теории непрямого действия излучений. Структурно-метаболическая теория. Этапы действия ионизирующих излучений. Прямое и косвенное действие излучений.

2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ РАДИОБИОЛОГИЯ КЛЕТКИ

2.1. Радиолиз молекулы воды. Причины изменения молекул клетки при облучении ионизирующим излучением. Природа и реакционная способность свободных радикалов. Радиолиз молекулы воды.

2.2. Радиационно-химические повреждения аминокислот, белков, углеводов и липидов. Радиационно-химические повреждения аминокислот, белков, углеводов, липидов. Структурные и функциональные нарушения нуклеиновых кислот растворов и клеток. Мера радиационно-химических изменений молекул.

2.3. Реакция клеток на облучение. Этапы радиационного повреждения клетки. Сравнительная радиочувствительность клеток. Закон Бергонье-Трибондо. Радиочувствительность ядра и цитоплазмы. Радиационное повреждение клеточной мембраны и мембран внутриклеточных структур. Задержка деления клеток при облучении. Радиочувствительность клетки в разных фазах жизненного цикла. Радиочувствительность клеток вне цикла или покоящихся клеток. Формы клеточной гибели. Репродуктивная гибель клеток и критерии репродуктивной гибели клеток. Интерфазная гибель клеток и методы ее оценки. Хромосомные aberrации при облучении клеток. Роль хромосомных aberrаций в репродуктивной гибели клеток. Сублетальные и потенциально летальные повреждения клеток. Пострадиационное восстановление клеток от повреждений. Молекулярные механизмы репарации при облучении клеток.

3. РАДИОБИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

3.1. Методы радиобиологии растений. Условия облучения растений в эксперименте и в природе. Типы излучений, применяемые при изучении радиобиологических эффектов. Способы и методы облучения растений. Количественные характеристики и мера радиобиологических эффектов. График дозовой зависимости (график «доза-эф-фekt») и его основные характеристики. Критерии радиочувствительности. Летальная, полулетальная и критическая дозы облучения.

3.2. Радиобиологические эффекты растений при остром и хроническом облучении. Сравнительная радиочувствительность семян. Факторы, определяющие радиочувствительность семян. Влияние высоких и низких доз облучения на посевные качества семян. Радиочувствительность репродуктивной системы. Радиобиологические эффекты при облучении меристем. Радиочувствительность других тканей растений. Радиочувствительность и радиобиологические эффекты растений при облучении в разных фазах развития. Радиочувствительность растений в пределах таксономических групп. Причины варьирования радиочувствительности. Радиостимуляционные эффекты растений. Механизмы и формы проявления радиостимуляции у растений. Морфологические аномалии органов и радиационные химеры при облучении растений. Сокращение продолжительности жизни. Физиологические, биохимические и генетические нарушения при облучении. Кумулятивный эффект, дистанционное действие излучений и индукция органогенеза. Влияние пострадиационных условий выращивания растений на проявление радиобиологических реакций.

3.3. Радиобиологический мониторинг природных популяций растений на территории Республики Беларусь. Дозы облучения древесных пород после катастрофы на Чернобыльской АЭС. Периоды хронического облучения растений. Морфологические аномалии органов растений при хроническом облучении. Физиологические нарушения и цитогенетические изменения в популяциях лесных фитоценозов в условиях хронического облучения. Нарушения репродуктивной системы древесных пород растений при хроническом облучении. Стимуляционные эффекты древесных пород при хроническом облучении. Радиоморфозы в популяциях травянистых фитоценозов. Физиологические нарушения и цитогенетические изменения в популяциях природных травянистых фитоценозов. Динамика хромосомных мутаций и факторы, влияющие на мутационный процесс при хроническом облучении травянистых фитоценозов. Морфологические, физиологические и генетические нарушения при хроническом облучении растений агроценозов. Показатели генетических изменений и критерии оценки генетических эффектов в естественных популяциях. Закономерности мутационных процессов естественных популяций при хроническом облучении. Этапы и динамика мутационного процесса при хроническом облучении популяции.

3.4. Модификация радиочувствительности и защита растений от лучевого поражения. Классификация воздействий, модифицирующих лучевое поражение.

Радиопротекторы и радиосенсибилизаторы. Количественные оценки модифицирующего эффекта. Классификация и механизм действия радиопротекторов. Факторы, влияющие на действие радиопротекторов.

4. РАДИОБИОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ И ЧЕЛОВЕКА

4.1. Радиочувствительность организма. Сравнительная радиочувствительность животных и человека. Критические органы. Коэффициент радиационного риска. Радиочувствительность органов кроветворения, клеток крови и кровеносных сосудов. Радиочувствительность воспроизводительной системы. Реакция эмбриона и плода на облучение. Радиочувствительность иммунной системы. Радиочувствительность системы пищеварения и системы выделения. Радиочувствительность органов дыхания и зрения. Радиочувствительность нервной, эндокринной и сердечно-сосудистой системы. Радиационные синдромы при общем облучении организма: костно-мозговой, желудочно-кишечный и церебральный. Острая и хроническая лучевая болезнь. Восстановление организма после общего острого лучевого поражения. Регенерация костного мозга и пострadiационное восстановление организма. Радиобиологические эффекты инкорпорированных радионуклидов. Радиационно-биологические эффекты малых доз радиации. Ранние и отдаленные последствия облучения. Детерминированные эффекты. Стохастические эффекты. Генетические эффекты. Отдаленные последствия облучения. Радиобиологические эффекты хронического облучения сельскохозяйственных и диких животных в условиях радиоактивного загрязнения среды обитания.

4.2. Медицинские последствия катастрофы на Чернобыльской АЭС для человека. Дозовые нагрузки на население различных регионов Республики Беларусь. Медицинские последствия катастрофы на Чернобыльской АЭС. Структура и динамика заболеваемости населения в Республике Беларусь после аварии на Чернобыльской АЭС.

4.3. Защита населения от радиационного воздействия. Физическая и химическая противолучевая защита. Защита временем. Защита расстоянием. Применение средств индивидуальной защиты и специальных сооружений для защиты населения. Средства химической (биологической защиты), оказывающие профилактическое, кратковременное и пролонгированное действие. Экстренная и массовая профилактика. Механизм противолучевой защиты. Искусственные и естественные радиопротекторы. Препараты микробного происхождения. Препараты тимического происхождения. Препараты костно-мозгового происхождения. Химически чистые препараты. Биологические стимуляторы и адаптогены. Законодательство Республики Беларусь по обеспечению радиационной безопасности населения. Радиационная безопасность и радиационная гигиена. Радиационный мониторинг продуктов питания и содержания радионуклидов в организме человека. Рацион питания населения, проживающего в условиях радиационного загрязнения. Мероприятия в сфере агропромышленного производства, направленные на снижение содержания радионуклидов в сельскохозяйственной продукции.

5. ПРИКЛАДНАЯ РАДИОБИОЛОГИЯ

5.1. Радиационно-биологическая технология в сельском хозяйстве. Области применения радиационно-биологической технологии. Радиационный мутагенез как основа получения новых сортов сельскохозяйственных растений и микроорганизмов. Использование стимуляционного действия ионизирующего излучения в отраслях сельского хозяйства. Производство кормов и кормовых добавок для сельскохозяйственных животных. Радиационная стерилизация ветеринарных принадлежностей, бактериальных препаратов и для получения радиовакцин. Радиационная стерилизация животных и насекомых-вредителей. Использование радиоактивных изотопов в качестве индикаторов. Радиационное обеззараживание навоза и навозных

стоков животноводческих ферм. Дезинфекция сырья животного происхождения при инфекционных заболеваниях.

5.2. Радиационно-биологическая технология в перерабатывающей промышленности. Продление сроков хранения продукции животноводства, растениеводства, овощеводства и рыбоводства. Изменение качества сырья с целью улучшения его технологической обработки. Ускорение медленно идущих процессов в пищевой технологии.

5.3. Радиационно-биологическая технология в медицине. Использование ионизирующих излучений в медицинской промышленности, для диагностики и лечения болезней человека и животных. Использование радиоактивных изотопов и ионизирующих излучений для диагностики и лечения болезней.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ЧАСТЬ

Примерный перечень лабораторно-практических занятий

1. Проницаемость мембран растительных клеток при остром гамма-облучении.
2. Хромосомные aberrации при облучении клеток.
3. Определение сравнительной радиочувствительности семян сельскохозяйственных растений.
4. Влияние ионизирующего излучения на жизнеспособность семян зерновых культур.
5. Влияние ионизирующего излучения на энергию прорастания и всхожесть семян зерновых культур.
6. Влияние ионизирующего излучения на силу роста семян зерновых культур.
7. Модификация радиочувствительности семян зерновых культур.
8. Радиочувствительность репродуктивной системы растений.
9. Влияние острого гамма-облучения семян на рост и развитие растений.
10. Морфологические аномалии растений при хроническом облучении в условиях радиоактивного загрязнения.
11. Изучение стимулирующего действия гамма-облучения на семена зерновых культур.
12. Определение физиологических потребностей человека в веществах и энергии по количеству потребления пищи.
13. Радиационный мониторинг продуктов питания и содержания радионуклидов в организме человека.
14. Расчет доз внутреннего и внешнего облучения населения.
15. Содержание цезия-137 в лекарственном сырье и лекарственных препаратах.

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Г р о д з и н с к и й Д. М. Радиобиология растений.–Киев: Наукова думка, 1989. 384с.
2. Г у д к о в И. Н. Клеточные механизмы пострадиационного восстановления растений /И.Н. Гудков. – Киев: Наукова думка, 1985. 224с.
3. Л а з а р е в и ч Н. В., Ч е р н у х а Г. А., Л а л о м о в а Т. В. Биологическое действие ионизирующих излучений: Лекция – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2002. 48с.
4. Радиобиология /А.Д. Белов, В.А. Киршин, Н.П. Лысенко, В.В. Пак и др. – М.: Колос, 1999. 384с.
5. Я р м о н е н к о С. П. Радиобиология человека и животных. Учебное пособие /С.П. Ярмоненко, А.А. Вайнсон. – М.: Высшая школа, 2004. 549с.

6. Чернуха Г. А. Радиационная безопасность. Учебное пособие /Г.А. Чернуха, Н.В. Лазаревич, Т.В. Лаломова. – Минск: ИВЦ Минфина, 2006. 236с.

Дополнительная литература

1. Аненков Б. Н., Юдинцев Е. В. Основы сельскохозяйственной радиологии. – М.: Агропромиздат, 1991. 387с.

2. Жаворонок С. В., Шебеко Л. Л., Трухан Т. В. Превентивная медицина при радиационных инцидентах. Курс лекций. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2004. 92с.

3. Кузин А. М. Молекулярная радиобиология клеточного ядра. – М.: Атомиздат, 1973. 173с.

4. Кузин А. М., Каушанский Д. А. Прикладная радиобиология. – М.: Энергоатомиздат, 1981. 252с.

5. Нестеренко В. Б. Радиационный мониторинг жителей и продуктов питания в Чернобыльской зоне Беларуси. Информационный бюллетень, 2005. 125 с.

6. Радиоактивное загрязнение растительности Беларуси (в связи с аварией на Чернобыльской АЭС) /Под общ. ред. В.И. Парфенова, Б.И. Якушева. – Мн.: Навука і тэхніка, 1995. 582с.

7. Савин В. Н. Действие ионизирующего излучения на целостный растительный организм. – М.: Энергоатомиздат, 1981. 123с.

8. Самсонова, Н. Е. Ионизирующая радиация и сельскохозяйственное производство. 2007г.

9. Сельскохозяйственная радиозэкология /Р.М. Алексахин, А.А. Васильев, В.Г. Дикарев. – М.: Экология, 1992. 400с.

10. Тимофеев-Рессовский Н. В., Савич А. В. Введение в молекулярную радиобиологию. – М.: Медицина, 1981. 378с.

11. Четверть века после чернобыльской катастрофы: итоги и перспективы преодоления. Национальный доклад Республики Беларусь. Минск: Департамент по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, 2011. 90 с.

12. Экологические, медико-биологические и социально-экономические последствия катастрофы на ЧАЭС в Беларуси. Под ред. Конопки Е.Ф. и Ролевича И.В. Мн.: Министерство по чрезвычайным ситуациям и защите населения от последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС Республики Беларусь. Институт радиобиологии Академии наук Беларуси, 1996. 279с.

13. Яблоков А. В., Нестеренко В.Б., Нестеренко А.В. Чернобыль: последствия катастрофы для человека и природы . – СПб, 2007. 376 с.

14. 20 лет после Чернобыля. Республика Беларусь (цифры и факты). – Гомель: РНИУП «Институт радиологии», 2006. 91 с.