

**Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования Московской области «Международный
университет природы, общества и человека «Дубна»
(университет «Дубна»)
Факультет естественных и инженерных наук
Кафедра биофизики**

УТВЕРЖДАЮ

проректор по учебной работе

_____ С.В. Моржухина

«_____» _____ 20 г.

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Молекулярная генетика микроорганизмов

(наименование дисциплины)

по направлению (специальности)

140307.65, Радиационная безопасность человека и окружающей среды

(№, наименование направления, специальности)

Форма обучения: очная

Уровень подготовки: специалист

Курс (семестр): 5 (9)

г. Дубна, 2011 г.

Программа дисциплины «Молекулярная генетика микроорганизмов» по направлению (специальности) «Радиационная безопасность человека и окружающей среды»: Учебная программа. Автор: – Дубна: Университет «Дубна», 2011.

Автор программы:

д.б.н. **БОРЕЙКО Алла Владимировна**, кафедра биофизики _____
(подпись)

Программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования и учебным планом по направлению подготовки (специальности)

140307.65, Радиационная безопасность человека и окружающей среды
(указывается номер ОКСО, код и наименование направления подготовки (специальности))

Программа рассмотрена на заседании кафедры биофизики
(название кафедры)

Программа рассмотрена на заседании кафедры _____
(название кафедры)

Протокол заседания № _____ от «_____» _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ /
(ученое звание) (подпись) (фамилия, имя, отчество)

СОГЛАСОВАНО

заведующий выпускающей кафедрой¹ _____ / _____ /
(ученое звание) (подпись) (фамилия, имя, отчество)

«_____» _____ 20__ г.

Рецензент: _____
(ученая степень, ученое звание, Ф.И.О., место работы, должность)

Руководитель библиотечной системы _____ / _____ /
(подпись) (ФИО)

¹ Для программ общеуниверситетских кафедр

1. Аннотация

Программа дисциплины «Молекулярная генетика микроорганизмов» составлена в соответствии с разделом ОПД.В.1 ГОС ВПО для подготовки дипломированных специалистов по специальности: 140307.65 «Радиационная безопасность человека и окружающей среды»

Дисциплина «молекулярная генетика микроорганизмов» входит в цикл ОПД.В.1

	ОПД.В.1 Дисциплины по выбору	
	Молекулярная генетика микроорганизмов	162

Место курса в профессиональной подготовке

Настоящий курс призван дать студентам систематические знания о молекулярных механизмах реализации генетической информации у микроорганизмов. В задачи курса входит изучение принципов организации геномов живых организмов, знакомство с основами и последними достижениями в области транскрипции генов, репликации, рекомбинации и репарации, рестрикции и модификации генетического материала. Полученные знания могут быть успешно использованы для нужд современной биотехнологии.

Формы работы студентов в ходе изучения дисциплины предусмотрены лекции, семинарские занятия, выполнение домашних работ. Отдельные темы теоретического курса прорабатываются студентами самостоятельно в соответствии с планом самостоятельной работы и конкретными заданиями преподавателя с учетом индивидуальных особенностей студентов.

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом, выполняется в ходе семестра в форме подготовки к семинарским занятиям и зачету.

Виды текущего контроля – проверка домашних заданий. Текущий контроль проводится с целью определения качества усвоения лекционного материала.

Форма промежуточного контроля

Зачет по теоретической части и по практическим работам.

Перечень обязательных видов работы студента:

- посещение лекционных занятий;
- ответы на теоретические вопросы на семинаре.

2. Цель и задачи дисциплины

Курс «Молекулярная генетика микроорганизмов» входит в учебный план подготовки специалистов по направлению 140307.65 – «Радиационная безопасность человека и окружающей среды» и изучается студентами в девятом семестре.

Целью преподавания дисциплины «Молекулярная генетика микроорганизмов» является изучение фундаментальных генетических процессов наследственности и изменчивости микроорганизмов. В задачи курса входит изучение принципов организации геномов живых организмов, знакомство с основами и последними достижениями в области транскрипции генов, репликации, рекомбинации и репарации, рестрикции и модификации генетического материала.

3. Требования к уровню освоения содержания дисциплины

В результате изучения дисциплины “Молекулярная генетика микроорганизмов” студент должен **знать**:

- морфологию, физиологию и генетику прокариот (бактерий) и эукариот (мицелиальные грибы и дрожжи);
- молекулярные механизмы репликации, репарации, рекомбинации;
- молекулярные механизмы возникновения мутаций.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы (час):

Вид занятий	Всего часов	Семестры	
		9	
Общая трудоемкость	162	162	
Аудиторные занятия:	68	68	
Лекции (Лк)	34	34	
Практические занятия (ПЗ)	34	34	
Лабораторные работы (ЛР)			
Самостоятельная работа:	94	94	
Курсовая работа		—	
Вид итогового контроля (зачет/экзамен)	зачет	зачет	

5. Разделы (темы) дисциплины, содержание и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Лекции	ПЗ	СР
1	История возникновения молекулярной генетики	2	2	6
2	Морфология, структура и химический состав микроорганизмов	4	4	8
3	Морфология, строение, развитие, классификация прокариот (бактерий), метаболизм бактерий	2	2	6
4	Морфология, строение, развитие, метаболизм эукариот	2	2	6
5	Вирусы	2	2	6
6	Молекулярные механизмы репликации	4	4	8
7	Пути обмена генетической информации у микроорганизмов	2	2	6
8	Молекулярные механизмы возникновения мутаций	2	2	6
9	Механизмы репарации ДНК	2	2	6
10	Молекулярные механизмы рекомбинации	4	4	8
11	Нестабильность генома	2	2	6
12	Системы рестрикции и модификации ДНК	2	2	8
13	Транскрипция и биосинтез РНК	2	2	6
14	Регуляция экспрессии генов на уровне транскрипции	2	2	8

Содержание разделов дисциплины

1. История возникновения молекулярной генетики. Молекулярные основы наследственности. Доказательство генетической роли нуклеиновых кислот. Основные структурные элементы ДНК и РНК. Первичная структура нуклеиновых кислот. Модель

Уотсона-Крика. Альтернативные двуспиральные структуры ДНК. Влияние суперспирализации на структуру двойной спирали. Организация генома прокариот. Современные методы и подходы к изучению геномов (геномика). Бактериальный геном. Плазмиды. Методы картирования. Геном вирусов бактерий.

2. Морфология, структура и химический состав микроорганизмов. Метаболизм микроорганизмов. Элементарный состав клеток микроорганизмов. Пищевые потребности микроорганизмов. Соединения углерода и азота, используемые микроорганизмами. Типы питания: гетеротрофный и автотрофный. Факторы роста. Механизмы проникновения питательных веществ в клетку: пассивная диффузия и активный транспорт.

Энергетический обмен. Виды энергии, используемые микроорганизмами. Фототрофы и хемотрофы. Особенности биологического окисления. Способы существования и типы обмена веществ у микроорганизмов: хемогетеротрофы, хемоавтотрофы, фотогетеротрофы, фотоавтотрофы. Аэробное дыхание. Неполное окисление. Брожение. Анаэробное дыхание. Взаимосвязь конструктивного и энергетического обменов у микроорганизмов.

3. Морфология, строение, развитие, классификация прокариот (бактерий). Одноклеточные и многоклеточные бактерии. Строение бактериальной (прокариотной) клетки. Движение бактерий. Размножение бактерий. Метаболизм. Характеристика отдельных таксономических групп бактерий. Грамотрицательные бактерии: *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*. Грамположительные бактерии: *Bacillus subtilis*. Формирование споры.

4. Морфология, строение, развитие эукариотных микроорганизмов (грибы и дрожжи). Классификация и номенклатура грибов. Характеристика представителей отдельных классов и их значение. Дрожжи. Форма, размеры. Особенности строения дрожжевой клетки. Классификация дрожжей. Морфология дрожжевой клетки. Метаболизм дрожжей. Структура хромосом.

5. Вирусы. Формы существования, структура, особенности химического состава и репродукция. Происхождение, распространение вирусов в природе и их значение. Вирусы микроорганизмов. Фаги. Бактериофаги (T, $\phi 80$, λ). Фитопатогенные вирусы. Вирусы животных. Вирусы со спиральной симметрией. Полиэдрические вирусы. Морфология бактериофагов. Литический цикл. Лизогенный цикл.

6. Молекулярные механизмы репликации. Репликация ДНК. Полуконсервативный механизм. Ферменты биосинтеза ДНК. ДНК-полимеразы прокариот и эукариот. ДНК-полимеразы бактериофагов. Точность редупликации ДНК и мутантные ДНК-полимеразы. ДНК-лигазы.

Механизм репликации ДНК (на примере *E. coli*). Схема синтеза ДНК в репликативной вилке. Особенности репликации у эукариот. Фрагменты Оказаки. Регуляция репликации. Современные модели репликации.

7. Пути обмена генетической информацией у микроорганизмов. Пол и конъюгация у бактерий. Половой фактор. Организация tra-оперона. Стадии процесса конъюгации. Трансформация. Особенности процесса у разного типа бактерий. Молекулярные механизмы трансдукции. Трансдуцирующие фаги. Картирование хромосом бактерий с использованием систем конъюгации, трансдукции и трансформации. Методы молекулярно-генетического анализа.

8. Молекулярные механизмы возникновения мутаций. Классификация мутаций. Мутации, возникающие в процессе генетических процессов: репликации ДНК, генетической рекомбинации. Гены - мутаторы. Индуцированный мутагенез. Механизм действия мутагенов (УФ-свет, ионизирующая радиация, аналоги оснований, алкилирующие агенты, азотистая кислота, акридиновые красители и т.д.).

9. Механизмы репарации ДНК. Репарационные системы. Световая репарация. Эксцизионная репарация. Репарация неспаренных оснований. Пострепликативная репарация. SOS - ответ. Механизм работы продуктов гена *uvr* (UvrA, B, C, D). Гены-

мутаторы. Коррекция неспаренных оснований с участием продуктов генов *mutH*, *mutS* и *mutL*. Другие ферменты, участвующие в репарации: N-гликозидазы, апуриновая эндонуклеаза, ферменты рекомбинационного комплекса, ДНК-полимераза I, ДНК-лигаза и пр. Обнаружение новых ДНК-полимераз, участвующих в репарационном процессе (ДНК-полимеразы IV и V). Молекулярный процесс их функционирования, связь с мутационным процессом.

10. Молекулярные механизмы рекомбинации. Типы генетической рекомбинации. Общая (гомологичная) рекомбинация. Разрыв и воссоединение нитей ДНК. Ассимиляция нитей. Образование гетеродуплексной области. Структуры Холлидея. Генная конверсия. Энзимология процесса рекомбинации. Роль нуклеазы RecBC. Белок RecA и условия рекомбинации. Функция белков RuvA, B, C. Горячие точки рекомбинации. Схема Дж. Жостака (репарация двунитевого разрыва). Молекулярные механизмы процесса "homing" (возвращения домой). Сайт-специфическая рекомбинация (на модели интеграции хромосомы фага лямбда). Гены, контролирующие интеграцию и эксцизию. Молекулярные механизмы процесса. Структура интасомы. Сайт-специфическая рекомбинация, приводящая к инверсиям участков хромосомы (на примерах инверсии фрагмента G фага Mu и фазовым вариациям у салмонеллы). Биологическая роль инверсий. Механизм работы инвертаз.

Механизм гомологичной рекомбинации (на примере *E. coli*). Анализ мутантов *E. coli* по ферментам рекомбинации. Особенности генетической рекомбинации у эукариот. Мейотический кроссинговер. Генетический контроль. Митотический кроссинговер: соотношение между реципрокной и нереципрокной рекомбинацией.

11. Нестабильность генома. Мобильные генетические элементы микроорганизмов. IS-элементы и транспозоны бактерий. Инфекционные интроны в генах бактериофагов. Молекулярные механизмы транспозиции. Репликативная и нерепликативная транспозиция. Фаг Mu. Регуляция процесса транспозиции. Изменения генома микроорганизмов, вызываемые транспозируемыми элементами. Механизмы регуляции частоты транспозиции на примерах транспозонов TnA и Tn10. Горизонтальный перенос генов и его роль в эволюции прокариот.

12. Системы рестрикции и модификации ДНК. Роль систем рестрикции и модификации ДНК, индуцируемых клеткой-хозяином. Метилирование ДНК фагов и бактерий. Рестрикция неметилированной ДНК. Классификация систем рестрикции - модификации. Ферменты рестрикции и модификации. Генетические и биохимические данные об их структуре. Специфичность рестриктаз и метилаз. Механизм действия. Антирестриктазные механизмы бактериофагов.

13. Транскрипция и биосинтез РНК. Стадии транскрипции. Структура и функция бактериальной РНК-полимеразы. Сайты инициации транскрипции у бактерий. Структура промоторов. Механизмы узнавания промотора РНК-полимеразой. Системные переключения инициации транскрипции: синтез новых РНК-полимераз (на примере T7-подобных фагов) и использование альтернативных σ -факторов (на примере спорообразования у *Bacillus subtilis*). Терминация транскрипции. Механизмы антитерминации.

14. Регуляция экспрессии генов на уровне транскрипции. Классическая схема оперона по Жакобу и Моно. Индукция и репрессия синтеза ферментов на примере лактозного оперона. Катаболитная репрессия как пример позитивной регуляции транскрипции. Явление аттенуации (на модели триптофанового оперона). Организация регуляторной области арабинозного оперона. "Строгий" контроль регуляции генной активности при аминокислотном голодании. Особенности регуляции транскрипции у бактериофагов. Фагоспецифические РНК-полимеразы. Регуляция транскрипции ДНК фага λ .

Практические занятия (семинары)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тема
1	1	Организация генома прокариот.
2	2	Метаболизм микроорганизмов (катаболизм и анаболизм; транспорт питат. веществ, ферменты, биосинтез углеводов, аминокислот, липидов).
3	2	Энергетический метаболизм. Получение энергии: а) путем субстратного фосфорилирования, процессы брожения, б) путем окислительного фосфорилирования.
4	3	Морфология, строение, развитие, классификация прокариот (бактерий).
5	4	Морфология, строение, развитие эукариотных микроорганизмов (грибы и дрожжи).
6	5	Взаимодействие фага с бактериальной клеткой.
7	6	Молекулярные механизмы репликации.
8	6	Особенности репликации у эукариот.
9	7	Пути обмена генетической информации у микроорганизмов.
10	8	Классификация мутаций. Индуцированный мутагенез.
11	9	Механизмы репарации ДНК.
12, 13	10	Типы генетической рекомбинации.
14	11	Регуляция процесса транспозиции.
15	12	Классификация систем рестрикции - модификации.
16	13	Стадии транскрипции РНК. Структура и функция бактериальной РНК-полимеразы.
17	14	Схема оперона по Жакобу и Моно.

6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика: Учебное пособие для вузов / Жимулев Игорь Федорович; под ред. Е.С.Беляева, А.П. Акифьева. - 4-е изд., стер. - Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2007. - 479с. // ЭБС «КнигаФонд». - URL: <http://www.knigafund.ru/books/18890>. (дата обращения: 5.09.2011). - Режим доступа: с компьютеров ун-та «Дубна».
2. Емцев В.Т. Микробиология: Учебник для вузов / Емцев Всеволод Тихонович, Мишустин Евгений Николаевич. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Дрофа, 2005. - 445с.
3. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия: Учеб.-справ. пособие. – 3-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2008. – 514 с. // ЭБС «КнигаФонд». - URL: <http://www.knigafund.ru/books/18433>. (дата обращения: 5.09.2011). - Режим доступа: с компьютеров ун-та «Дубна».
4. Бокуть С.Б. Молекулярная биология: Молекулярные механизмы хранения, воспроизведения и реализации генетической информации: Учебное пособие для вузов / Бокуть Сергей Борисович, Герасимович Наталья Васильевна, Милютин Александр Антонович. - Минск: Вышэйшая школа, 2005. - 464с.
5. Коничев А.С. Молекулярная биология: Учебник для вузов / Коничев Александр Сергеевич, Севастьянова Галина Андреевна. - М.: Академия, 2003. - 400с.

Дополнительная литература:

1. Джаксон М.Б. Молекулярная и клеточная биофизика / Джаксон Мейер Б.; Пер. с англ. Е.В. Жуковской и др. под ред. А.П.Савицкого, А.И.Журавлева. - М.: Мир: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. - 551с.: ил.
2. Беясова Н.А. Биохимия и молекулярная биология: Учебное пособие для технологических и биологических специальностей вузов / Беясова Наталья Александровна. - Минск: Книжный дом, 2004. - 416с.: ил.
3. Прозоров А.А. Генетическая трансформация у микроорганизмов / Прозоров Александр Александрович; Отв. ред. С.И. Алиханян. - М.: Наука, 1966. - 128с.: ил.
4. Рис Э. Введение в молекулярную биологию клеток: От клеток к атомам / Рис Энтони, Стернберг Майкл; Пер. с англ. В.А. Розенблата и др. под ред. Ю.С. Лазуркина, В.А.Ткачука. - М.: Мир, 2002. - 142с.
5. Онтогенез микроорганизмов / Отв. ред. Л.В.Калакуцкий. - М.: Наука, 1979. - 316с.

7. Технические и электронные средства обучения

- *Мультимедийный проектор,*
- *Проектор «overhead»*

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

не предусмотрено

9. Формы контроля

Формы контроля, перечень выносимых на зачет вопросов
Зачет

Вопросы к зачету

1. Генетика микроорганизмов и ее место в системе биологических наук.
2. Организация генома и строение гена у эукариотических микроорганизмов.
3. Особенности организации генетического материала у бактерий. Строение гена прокариот.
4. Структура ДНК и РНК.
5. Основные принципы репликации.
6. Репликация ДНК прокариот.
7. Репликация ДНК эукариот.
8. ДНК-полимеразы прокариот и эукариот.
9. Пол и конъюгация у бактерий.
10. Механизмы трансдукции.
11. Картирование хромосом бактерий с использованием систем конъюгации, трансдукции и трансформации.

12. Современные представления о модификационной и мутационной изменчивости микроорганизмов.
13. Мутационный анализ. Классификация мутаций.
14. Типы мутаций у бактерий и способы выявления мутантов.
15. Молекулярные механизмы генных мутаций.
16. Понятие о репарации и ее механизмах.
17. Типы генетической рекомбинации.
18. Механизм гомологичной рекомбинации
19. Сайт-специфическая рекомбинация.
20. IS-элементы и транспозоны бактерий.
21. Репликативная и нерепликативная транспозиция.
22. Механизмы регуляции частоты транспозиции на примерах транспозонов TnA и Tn10.
23. Классификация систем рестрикции - модификации.
24. Ферменты рестрикции и модификации.
25. Стадии транскрипции.
26. Структура и функция бактериальной РНК-полимеразы.
27. Механизмы узнавания промотора РНК-полимеразой.
28. Схема оперона по Жакобу и Моно.
29. Особенности регуляции транскрипции у бактериофагов.
30. Фагоспецифические РНК-полимеразы.