

Министерство образования Республики Беларусь
Учебно-методическое объединение по естественнонаучному образованию



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель Министра образования
Республики Беларусь

А.И. Жук

01 2013 г.

Регистрационный № ТД-Г. 456 /тип.

Генетика микроорганизмов

**Типовая учебная программа
для высших учебных заведений по специальности:
1-31 01 03 Микробиология**

СОГЛАСОВАНО

Председатель Учебно-методического объединения по естественнонаучному образованию

А.Л. Толстик

10 2012 г.



получено в соответствии с доверием
Заместитель начальника управления
организационно-методической работы и
документационного обеспечения
12 10 2012 г.

СОГЛАСОВАНО

Начальник Управления высшего и среднего специального образования Министерства образования Республики Беларусь

С.И. Романюк

10 01 2013 г.

Проректор по учебной и воспитательной работе Государственного учреждения образования «Республиканский институт высшей школы»

В.И. Шупляк

13 12 2012 г.

Эксперт-нормоконтролер

И.А. Барденекова

13 12 2012 г.

Минск 2013

СОСТАВИТЕЛЬ:

Титок Марина Алексеевна, профессор кафедры микробиологии Белорусского государственного университета, доктор биологических наук, профессор

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра биотехнологии и биоэкологии Учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»;

Раиса Владимировна Михайлова, главный научный сотрудник лаборатории ферментов Государственного научного учреждения «Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси», доктор биологических наук, профессор

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:

Кафедрой микробиологии Белорусского государственного университета (протокол № 4 от 20 сентября 2012 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 1 от 27 сентября 2012 г.);

Научно-методическим советом по биологии, биохимии и микробиологии Учебно-методического объединения по естественному образованию (протокол № 15 от 12 октября 2012 г.)

Ответственный за редакцию: Марина Алексеевна Титок

Ответственный за выпуск: Марина Алексеевна Титок

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Типовая учебная программа по дисциплине «Генетика микроорганизмов» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования первой ступени по специальности 1-31 01 03 «Микробиология».

Генетика микроорганизмов, являясь разделом общей генетики, изучает структуру, функции и изменения генетического аппарата, а также способы генетического обмена у бактерий, микроскопических грибов и водорослей, вирусов животных, растений, актинофагов и бактериофагов. Высокая разрешающая способность методов классического генетического анализа микроорганизмов и вирусов позволила впервые изучить их генетический аппарат на молекулярном и клеточном уровнях. Знание тонких механизмов генетических процессов, обеспечивающих горизонтальный перенос генов лежит в основе понимания не только эволюции этой наиболее разнообразной группы организмов, но и является мощным инструментом для целенаправленного изменения их свойств для практического использования.

Целью настоящего курса является рассмотрение особенностей организации, функционирования и путей изменения наследственного аппарата микроорганизмов и вирусов.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен:

знать:

- особенности генетической организации микроскопических грибов, водорослей, бактерий и вирусов;
- механизмы генетической изменчивости микроскопических грибов, водорослей, бактерий и вирусов;
- особенности рекомбинационного процесса у микроскопических грибов, водорослей, бактерий и вирусов;
- современные методы генетического анализа, лежащие в основе изучения и практического использования микроорганизмов и вирусов;

уметь:

- использовать полученные знания для анализа возможных путей эволюции микроорганизмов и вирусов;
- применять принципы генетического анализа для целенаправленного конструирования микроорганизмов и вирусов с заданными свойствами.

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения, реализуемые на лекционных и лабораторных занятиях;
- компетентностный подход, реализуемый на лекциях, лабораторных занятиях и при организации самостоятельной работы студентов;
- учебно-исследовательская деятельность, реализуемая на лабораторных занятиях;
- рейтинговая система оценки знаний.

При чтении лекционного курса необходимо применять технические средства обучения для демонстрации слайдов и презентаций, а также наглядные материалы в виде таблиц, схем и мелового рисунка. Организация самостоятельной работы студентов по курсу предполагает размещение в сетевом доступе комплекса учебных и учебно-методических материалов (программа, рекомендуемая литература, перечень информационных ресурсов, вопросы для самоконтроля, темы практических занятий, методические и информационные материалы к ним и др.).

Программа рассчитана на 134 часа, в том числе 54 часа аудиторных: 36 – лекционных и 18 – лабораторных занятий.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ разделов и тем	Наименование разделов и тем	Аудиторные часы		
		Всего	Лекции	Лабораторные занятия
I.	Введение	2	2	-
II.	Организация генетического аппарата и жизненные циклы микроорганизмов	4	4	-
III.	Мутации и мутационный процесс	8	4	4
IV.	Способы генетического обмена у микроорганизмов	22	12	10
V.	Внехромосомные генетические системы	8	6	2
VI.	Мигрирующие генетические элементы микроорганизмов	6	4	2
VII.	Генетические аспекты селекции микроорганизмов	4	4	-
ИТОГО:		54	36	18

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

I. ВВЕДЕНИЕ

Генетика микроорганизмов и ее место в системе генетических дисциплин. Новые отрасли биологии и новые аспекты классических биологических наук, возникшие на основе генетики микроорганизмов. Особенности микроорганизмов, как объекта генетических исследований. Разрешающая способность генетического анализа микроорганизмов. Современные методы исследования генома микроорганизмов.

II. ОРГАНИЗАЦИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА И ЖИЗНЕННЫЕ ЦИКЛЫ МИКРООРГАНИЗМОВ

Эукариотические микроорганизмы. Жизненные циклы классических объектов генетических исследований: грибов (дрожжей, аспергиллов, нейроспоры) и зеленых водорослей (хламидомонады). Организация генома и строение генов у эукариотических микроорганизмов. Прокариоты. Строение клетки и особенности организации генетического аппарата (кольцевые и линейные хромосомы). Особенности организации клеток и жизненный цикл актиномицетов. Строение генов у прокариот. Репликация ДНК и деление клетки. Бактериофаги. Вирулентные бактериофаги. Их строение и жизненный цикл на примере Т-четных бактериофагов. Разнообразие строения и жизненных циклов вирулентных бактериофагов. Умеренные бактериофаги (на примере бактериофага λ). Разнообразие строения и особенности жизненных циклов умеренных бактериофагов.

III. МУТАЦИИ И МУТАЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС

Понятия «фенотип» и «генотип» у микроорганизмов. Доказательства мутационной природы изменчивости у микроорганизмов. Спонтанный и индуцированный мутагенез. Прямые и обратные мутации. Различия в частотах образования разных типов мутаций и их причины. Современные представления о мутационной и модификационной изменчивости микроорганизмов. Молекулярные механизмы генных, хромосомных и геномных изменений. Понятие о репарации и ее механизмах. Методы выделения мутантов. Типы мутационных изменений у грибов, водорослей, бактерий и бактериофагов, используемые в генетических исследованиях (морфологические, устойчивости к антибиотикам, чувствительности к мутагенным факторам, ауксотрофные, условно летальные и др.). Методы направленного мутагенеза для создания генно-модифицированных микроорганизмов для практического использования. Мутационный процесс как фактор эволюции микроорганизмов.

IV. СПОСОБЫ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА У МИКРООРГАНИЗМОВ

Гомологичная рекомбинация как способ генетического обмена у микроорганизмов. Частоты рекомбинационных событий и способы их выявления у про- и эукариотических организмов.

Тетрадный анализ. Особенности тетрадного анализа при упорядоченном и неупорядоченном расположении спор в тетрадах. Роль тетрадного анализа в установлении классических постулатов генетики (чистота аллеля, прохождения кроссинговера на уровне четырех хроматид, генная конверсия). Тетрадный анализ и генетическое картирование генов. Анализ

закономерностей наследования признаков при моногибридном и дигибридном скрещиваниях у дрожжей. Анализ сцепленного наследования признаков у дрожжей. Картирование генов с использованием тетрадного анализа. Молекулярные механизмы конверсии генов.

Анализ митотического расщепления (на примере мицелиальных грибов). Парасексуальный цикл и его этапы у разных видов грибов. Гетерокарионы, их свойства и возможности использования при генетическом анализе. Гетерозиготные диплоиды, метод их получения, свойства. Митотическое расщепление гетерозиготных диплоидов и его механизмы. Методы картирования при митотическом анализе на примере аспергиллов: определение групп сцепления и локализация генов в группах сцепления. Митотические карты.

Способы переноса генетического материала и генетическое картирование у бактерий.

Трансформация. Открытие эффекта. Трансформация у грамположительных и грамотрицательных бактерий. Особенности переноса генетического материала при трансформации. Явление компетентности бактериальной клетки, проникновение экзогенной ДНК в бактериальную клетку, эффективность и механизм включения ДНК донора в геном реципиента. Генетическое картирование при трансформации: сцепление маркеров (котрансформация), рекомбинационный анализ. Использование трансформации в генно-инженерных исследованиях.

Конъюгация. Открытие конъюгации у *Escherichia coli* и особенности этого процесса. Половая дифференцировка у кишечной палочки (свойства F⁻, F⁺ и Hfr - штаммов). Доказательства кольцевой природы хромосомы *E. coli*. Половой фактор, его функции, интеграция в хромосому и исключение. Сексдукция. Перенос хромосомы при конъюгации. Мерозиготы. Частота переноса и частота включения маркеров. Методы картирования хромосомы при конъюгации: по градиенту передачи маркеров, по времени их вхождения в мерозиготу, по частоте кроссинговера. Конъюгация у различных видов бактерий.

Сайт-специфическая рекомбинация. Лизогения и фаговая конверсия. Лизогенные бактерии и их свойства, индукция фага в лизогенных культурах, иммунитет. Профаг, его функции в клетке, механизм интеграции в хромосому и исключение.

Специфическая и неспецифическая трансдукция. Особенности и механизмы. Использование специфической трансдукции при генетическом анализе у бактерий. Возможности генетического картирования при неспецифической трансдукции.Abortивная трансдукция. Трансдукция у разных видов бактерий.

Перенос генетического материала и генетическое картирование у актиномицетов. Получение гибридных клонов актиномицетов: гетерокарионы, гетероклоны и рекомбинанты, механизм их образования. Конъюгация у актиномицетов; конъюгативные плазмиды. Использование гетероклонов и рекомбинантов для генетического анализа: функциональный

тест на аллелизм, локализация мутаций на генетической карте, тонкое генетическое картирование. Половые типы актиномицетов, их сходство и различия с половыми типами кишечной палочки.

Слияние протопластов у микроорганизмов – метод создания гибридных штаммов. Получение, слияние и реверсия протопластов, частоты этих событий. Процесс формирования гибридов при слиянии протопластов. Особенности гибридов, полученных путем слияния протопластов и перспективы их использования.

Рекомбинация и генетический анализ у бактериофагов. Вирулентные бактериофаги (на примере Т-четных фагов). Особенности скрещивания бактериофагов. Генетический анализ вирулентных и умеренных бактериофагов (Т-четных фагов, фага λ). Функциональный тест на аллелизм, генетическое картирование (делеционный анализ, двухфакторные и трехфакторные скрещивания, тонкое картирование генов).

Использование бактериофагов в качестве векторов для молекулярного клонирования (векторы на основе фага M13 и λ).

V. ВНЕХРОМОСОМНЫЕ ГЕНЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Цитоплазматические системы эукариотических микроорганизмов: хлоропласты водорослей и митохондрии грибов. Мутации генов хлоропластов хламидомонады и митохондрий дрожжей и методы их выделения. Генетические карты хлоропластов и метод их построения (на примере хламидомонады). Генетические методы картирования митохондриального генома (на примере дрожжей-сахаромицетов): делеционный метод, картирование полярного района.

Плазмиды. Бактериальные плазмиды, их классификация и фенотипические признаки. Репликация плазмид. Использование плазмид в генетическом анализе у бактерий. Методы генетического анализа плазмидной ДНК. Трансформация плазмидной ДНК. Биологическое значение плазмид и их роль в эволюции бактерий.

Плазмиды актиномицетов. Плазмиды дрожжей-сахаромицетов: двухмикронная и трехмикронная ДНК. Плазмиды мицелиальных грибов.

Плазмиды – векторы биотехнологии.

VI. МИГРИРУЮЩИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ МИКРООРГАНИЗМОВ

Инсерционные последовательности (Is) и транспозоны (Tn) бактерий. Классификация и структура. Механизмы транспозиции. Генетические эффекты, вызываемые внедрением в геном мигрирующих элементов: регуляторная роль и индукция мутаций, геномные перестройки. Конъюгативные транспозоны. Интегроны. Возможные механизмы возникновения мобильных генетических элементов и их роль в эволюции бактерий.

Бактериофаг μ . Строение вириона и генома, упаковка фага. Цикл развития. Механизм интеграции в бактериальный геном. Последствия интеграции μ в геном бактерий: мутагенез, геномные перестройки, транспозиция с помощью μ хромосомных генов и плазмид. Возможности использования μ в генетических экспериментах.

Мигрирующие элементы дрожжей. Tu - элемент, его структура и способ внедрения в ДНК-мишень. Генетические эффекты, вызываемые внедрением в геном Tu -элементов: регуляторная роль и индукция мутаций, геномные перестройки.

Система определения типа спаривания у дрожжей (α - и α). Молекулярные механизмы переключения типов спаривания у дрожжей.

VII. ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СЕЛЕКЦИИ МИКРООРГАНИЗМОВ

Микроорганизмы, используемые в селекционной работе. Особенности микроорганизмов как объектов селекционной работы. Основные направления и методы селекции микроорганизмов: использование естественной изменчивости; искусственный отбор, основанный на селекции спонтанных мутаций; искусственный отбор с применением мутагенных факторов (ступенчатая селекция и мутационные блоки путей биосинтеза); возможности использования гибридизации; геновая инженерия и селекция.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Современная микробиология: Прокариоты / Под ред. Й. Ленгелера, Г. Дрекса, Г. Шлегеля. М.: Мир, 2005.
2. Сингер, М. Гены и геномы / М. Сингер, П. Берг. М.: Мир, 1998.
3. Айала, Ф. Современная генетика / Ф. Айала, Дж. Кайгер. Т.1-3. М., 1987.
4. Орлова, Н.Н. Генетический анализ / Н.Н. Орлова. М., 1991
5. Даниленко, Н.Г. Миры геномов органелл / Н.Г. Даниленко О.Г. Давыденко. Мн: Технология, 2003.
6. Лысак, В.В. Микробиология / В.В.Лысак Минск: БГУ, 2007.
7. Хейс, У. Генетика бактерий и бактериофагов / У. Хейс. М. 1965.
8. Хесин, Р.Б. Непостоянство генома / Р.Б. Хесин. М.: Наука, 1984.

Дополнительная:

1. Глик, Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / Б. Глик, Дж. Пастернак. М.: Мир, 2002.

2. *Альбертс, Б.* Молекулярная биология клетки / Б. Альбертс, Д. Брэй, Дж. Льюис, М. Рэфф, К. Робертс. М.: Мир, 1993. Т. 1–3.
3. *Рыбчин, В.Н.* Основы генетической инженерии / В. Н. Рыбчин. Санкт-Петербург: Изд-во СПбГТУ, 2002.
4. *Титок, М.А.* Плазмиды грамположительных бактерий / Под ред. Ю.К. Фомичева. Мн: Изд-во БГУ, 2004.
5. *Захаров, И.А.* Курс генетики микроорганизмов / И.А. Захаров. Минск: Высшая школа, 1978.
6. *Геном бактериофагов / В.Н.Крылов* В сб. Организация генома. М.Наука, 1989.

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Баллы	Показатели оценки
1 (один)	Отсутствие знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта или отказ от ответа
2 (два)	Фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта; знание отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой дисциплины; неумение использовать научную терминологию дисциплины, наличие в ответе грубых ошибок; пассивность на лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий
3 (три)	Недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта; знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными ошибками; слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач; неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях изучаемой дисциплины; пассивность на лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий
4 (четыре)	Достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; использование научной терминологии, логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач; умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им оценку; работа под руководством преподавателя на лабораторных занятиях, допустимый уровень исполнения заданий

5 (пять)	Достаточные знания в объеме учебной программы; использование научной терминологии, грамотное логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно принимать типовые решения в рамках учебной программы; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку; самостоятельная работа на лабораторных занятиях, фрагментарное участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий
6 (шесть)	Достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы; использование необходимой научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обобщения и обоснованные выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку; активная самостоятельная работа на лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий
7 (семь)	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; свободное владение типовыми решениями в рамках учебной программы; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку; самостоятельная работа на лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
8 (восемь)	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем поставленным вопросам в объеме учебной программы; использование научной терминологии (в том числе на иностранном

	<p>языке), грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; владение инструментарием учебной дисциплины (в том числе техникой информационных технологий), умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку; активная самостоятельная работа на лабораторных занятиях, систематическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий</p>
9 (девять)	<p>Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы; полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку; систематическая, активная самостоятельная работа на лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий</p>
10 (десять)	<p>Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы; точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы; безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации; полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы по изучаемой учебной дисциплине; умение свободно ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин; творческая самостоятельная работа на лабораторных занятиях, активное творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий</p>

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

Типовым учебным планом специальности 1-31 01 03 «Микробиология» в качестве формы итогового контроля по дисциплине рекомендован экзамен. Оценка учебных достижений студента осуществляется на экзамене и производится по десятибалльной шкале. Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений студентов по данной дисциплине можно использовать следующий диагностический инструментарий:

- защита индивидуальных заданий при выполнении лабораторных работ;
- устные опросы;
- письменные контрольные работы по отдельным темам курса;
- компьютерное тестирование.