Министерство образования Республики Беларусь
Учебно-методическое объединение по естественнонаучному образованию
Учебно-методическое объединение по экологическому образованию

УТВЕРЖДАЮ
Первый заместитель Министра образования
Республики Беларусь

_____ В.А. Богуш

13 ___ 2015 г.

Регистрационный № ТД-А.526/тип.

Генетика

Типовая учебная программа по учебной дисциплине
для специальностей:
1-31 01 01 Биология (по направлениям);
1-31 01 02 Биохимия;
1-31 01 03 Микробиология;
1-33 01 01 Биоэкология

СОГЛАСОВАНО

Председатель Учебно-методического объединения по естественнонаучному образованию

_____ А.П. Толочко

15 ___ 2014 г.

Председатель Учебно-методического объединения по экологическому образованию

_____ В.И. Дунай

_____ 2014 г.

Подпись Толочко А.П. удостоверяю
Ведущий специалист управления организационной работы и документационного обеспечения
_____ 20____

СОГЛАСОВАНО

Начальник Управления высшего образования Министерства образования Республики Беларусь

_____ С.И. Романюк

24 ___ 2015 г.

Проректор по научно-методической работе Государственного учреждения образования «Республиканский институт высшей школы»

_____ И.В.Титович

09 ___ 2015 г.

Эксперт-нормоконтролер

_____ О.А. Велимович

28 мая 2015 г.

Информация об изменениях размещается на сайтах:
http://www.nihe.bsu.by
http://www.edubelarus.info

Минск 2015

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
"РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ИНСТИТУТ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ"

СОСТАВИТЕЛИ:

Наталья Павловна Максимова, заведующая кафедрой генетики биологического факультета Белорусского государственного университета, доктор биологических наук, профессор;

Елена Аркадьевна Храмцова, доцент кафедры генетики биологического факультета Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент;

Марина Петровна Куницкая, старший преподаватель кафедры генетики биологического факультета Белорусского государственного университета

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Государственное научное учреждение «Институт генетики и цитологии Национальной академии наук Беларуси»;

Галина Архиповна Писарчик, заведующий кафедрой экологической и молекулярной генетики Учреждения образования «Международный государственный экологический университет им. А.Д. Сахарова», кандидат биологических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:

Кафедрой генетики Белорусского государственного университета (протокол № 4 от 14 октября 2014 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 2 от 27 ноября 2014 г.);

Научно-методическим советом по биологии, биохимии и микробиологии Учебно-методического объединения по естественнонаучному образованию (протокол № 27 от 28 ноября 2014 г.)

Научно-методическим советом по биоэкологии и геоэкологии Учебно-методического объединения по экологическому образованию (протокол № 2 от 1 декабря 2014 г.)

Ответственный за редакцию: Наталья Павловна Максимова

Ответственный за выпуск: Наталья Павловна Максимова

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Типовая учебная программа по учебной дисциплине «Генетика» составлена в соответствии с требованиями образовательных стандартов высшего образования первой ступени по специальностям 1-31 01 01 «Биология (по направлениям)», 1-31 01 02 «Биохимия», 1-31 01 03 «Микробиология» и 1-33 01 01 «Биоэкология».

Генетика изучает механизмы наследственности и изменчивости живых организмов и является одной из основополагающих дисциплин в системе биологического образования. Целью курса является формирование научного взгляда на генетические процессы, обеспечивающие жизнедеятельность организмов, их развитие и размножение, а также изучение механизмов наследственности и изменчивости организмов с использованием классических подходов и новейших достижений в области молекулярной генетики, биотехнологии и генетической инженерии.

Задачей учебной дисциплины является ознакомление студентов с основами классической и современной генетики, а также фундаментальными и прикладными достижениями этой науки. В курсе рассматриваются такие важные вопросы общей генетики как наследование признаков при моно-, ди- и полигибридных скрещиваниях, цитологические основы наследственности и хромосомная теория наследственности. Наряду с этим большое внимание уделяется проблемам современной генетики. Подробно рассматриваются вопросы тонкого строения генов, молекулярные механизмы наследственности и изменчивости у про- и эукариотических организмов, проблемы клеточной и генетической инженерии, геномики. Кроме того, программа курса включает такие разделы генетики как генетические основы онтогенеза, нехромосомное наследование, генетика человека, генетика популяций, генетические основы селекции.

Курс «Генетика» связан со многими биологическими учебными дисциплинами – «Цитология и гистология», «Физиология человека и животных», «Биохимия», «Структурная биохимия», «Метаболическая биохимия», «Микробиология», «Молекулярная биология» и др. Изучение этого курса позволит получить фундаментальные знания в области классической и современной биологии и применять их в дальнейшей практической деятельности. Особое место отводится роли, которую играет сегодня эта наука в развитии биотехнологии, медицины, сельского хозяйства, охраны окружающей среды и социальных сфер жизни общества.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

– закономерности наследования признаков при моно-, ди- и полигибридных скрещиваниях;

– биологические основы размножения растений и животных;

– клеточные, хромосомные, генные и молекулярные механизмы наследственности;

– механизмы изменчивости генетического материала;

– закономерности онтогенеза;

– основы генетики человека и его наследственных заболеваний;

Учреждение образования
"МОЗЫРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени И. П. ШАМЯКИНА"
БИБЛИОТЕКА
3633

– генетические основы селекции;
– вопросы экологической и популяционной генетики;
– задачи и возможности клеточной и генетической инженерии;
– принципы создания трансгенных растений и животных;
– основные подходы генотерапии;

***уметь*:**

– проводить и анализировать генетический эксперимент;
– связывать данные генетики с достижениями цитологии, биологических основ размножения растений и животных, онтогенеза, эволюционной теории и селекции, а также с успехами в области биохимии нуклеиновых кислот, молекулярной биологии, микробиологии, вирусологии и иммунологии;
– использовать достижения генетики в решении задач селекции, медицины, экологии и биотехнологии, а также применять полученные знания в дальнейшей практической деятельности;

***владеть*:**

– навыками решения задач по различным направлениям генетики;
– основами генетического анализа микроорганизмов, растений, животных и человека;
– принципами проведения генетического эксперимента;
– информацией о современных методах генетического анализа и геномики.

Изучение учебной дисциплины «Генетика» должно обеспечить формирование у специалиста следующих компетенций:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

ПК-1. Квалифицированно проводить научные исследования в области биохимии и молекулярной биологии, проводить анализ результатов экспериментальных исследований, формулировать из полученных результатов корректные выводы.

ПК-2. Осваивать новые модели, теории, методы исследования, участвовать в разработке новых методических подходов.

ПК-3. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научной литературе, составлять аналитические обзоры.

ПК-4. Готовить научные статьи, сообщения, рефераты, доклады и материалы к презентациям.

ПК-5. Составлять и вести документацию по научным проектам исследований.

ПК-6. Квалифицированно проводить научно-производственные исследования в области промышленной экологии, выбирать грамотные и экспериментально обоснованные методические подходы, давать рекомендации по практическому применению полученных результатов.

ПК-7. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научно-технических и других информационных источниках.

ПК-8. Организовывать работу по подготовке научных статей, заявок на изобретения и лично участвовать в ней.

ПК-9. Организовывать работу по обоснованию целесообразности научных проектов и исследований.

ПК-10. Составлять и вести документацию по научно-производственной деятельности.

Программа рассчитана максимально на 166 часов, из них аудиторных 90 часов (примерное распределение по видам занятий: лекции – 60 часов, лабораторные занятия – 30 часов). Если в качестве итоговой формы контроля предусмотрен экзамен, то на подготовку отводится от 28 до 54 часов на каждый экзамен дополнительно.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ разделов и тем	Наименование разделов и тем	Аудиторные часы		
		Всего	Лекции	Лабора-торные занятия
1.	Введение	2	2	-
2.	Наследование признаков при моно-, ди- и полигибридном скрещивании	14	6	8
3.	Цитологические основы наследственности	4	4	-
4.	Хромосомная теория наследственности	18	10	8
5.	Структура и функции гена	6	4	2
6.	Молекулярные механизмы наследственности	16	12	4
7.	Изменчивость генетического материала	14	10	4
8.	Генетические основы онтогенеза	2	2	-
9.	Нехромосомная наследственность	2	2	-
10.	Генетика человека	2	2	-
11.	Генетика популяций	6	2	4
12.	Генетические основы селекции	2	2	-
13.	Клеточная и генетическая инженерия	2	2	-
ИТОГО:		90	60	30

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. ВВЕДЕНИЕ

Генетика и ее место в системе естественных наук. Предмет генетики. Понятие о наследственности и изменчивости. Проявление наследственности и изменчивости на разных уровнях организации живых организмов – молекулярном, клеточном, организменном и популяционном.

Объекты генетики. Методы генетики (гибридологический, цитологический, математический, молекулярно-генетический, биохимический и т.д.). Основные особенности гибридологического анализа. Связь генетики с другими науками и отраслями биологии, сельского хозяйства и медицины.

История генетики. Первые представления о механизмах наследственности (идеи Аристотеля, Гиппократа, Ж.Б. Ламарка, теория пангенезиса Ч. Дарвина). Значение эволюционной теории Ч. Дарвина, успехов селекции, эмбриологии и цитологии в становлении генетики. Основные этапы развития классической генетики (открытие законов наследственности Г. Менделем, мутационная теория С.И. Коржинского – Г. де Фриза, хромосомная теория наследственности Т. Мо-ргана, закон гомологических рядов Н.И. Вавилова, открытие индуцированного мутагенеза Г.А. Надсоном, Г.С. Филипповым и Г. Меллером, доказательство сложной структуры гена А.С. Серебровским. Роль отечественных ученых Н.К. Кольцова Ю.А. Филипченко, С.С. Четверикова, Г.Д. Карпеченко, А.Р. Жебрака, Б.Л. Астаурова в развитии отечественной генетики. Этапы развития молекулярной генетики (создание концепции «один ген – один фермент», установление генетической роли нуклеиновых кислот, открытие обмена генетической информацией у бактерий, создание модели ДНК Дж. Уотсоном и Ф. Криком, модели оперона Ф. Жакоба и Ж. Моно, расшифровка генетического кода и молекулярных механизмов генетических процессов – репликации, транскрипции, трансляции, разработка методов генетической инженерии и т.д. Развитие генетики в Беларуси.

Основные разделы генетики: классическая генетика, молекулярная генетика, цитогенетика, генетика популяций, эволюционная генетика. Генетика онтогенеза, иммуногенетика, биохимическая генетика, математическая генетика, экологическая генетика, генетика поведения и др. Генетика вирусов, микроорганизмов, растений, животных и человека. Частная и сравнительная генетика. Значение генетики для других наук и практики.

2. НАСЛЕДОВАНИЕ ПРИЗНАКОВ ПРИ МОНО-, ДИ- И ПОЛИГИБРИДНОМ СКРЕЩИВАНИИ

Моногибридное скрещивание. Первый закон Г. Менделя. Доминантные и рецессивные признаки. Понятие о генах и аллелях, гомозиготности и гетерозиготности, генотипе и фенотипе. Взаимодействие аллельных генов (полное доминирование, неполное доминирование и кодоминирование). Множественный аллелизм. Межаллельная комплементация.

Второй закон Г. Менделя. Правило «чистоты» гамет. Характер расщепления признаков по генотипу и фенотипу во втором поколении при разных типах взаимодействия аллелей. Условия выполнения второго закона Г. Менделя.

Типы скрещиваний (реципрокное, возвратное, анализирующее скрещивание). Значение анализирующего скрещивания для генетического анализа.

Статистическая проверка гипотез (метод χ^2).

Доминантно-рецессивное состояние генов и наследственные заболевания человека (альбинизм, фенилкетонурия, ахондроплазия, полидактилия и брахидактилия и др.).

Дигибридное и полигибридное скрещивания. Третий закон Г. Менделя. Независимое наследование признаков. Расщепление по генотипу и фенотипу. Цитологические основы независимого комбинирования генов, признаков. Формулы для расчета различных параметров полигибридного скрещивания

(возможного числа гамет, генотипов, фенотипов, генотипических классов и т.д.). Наследование при ди- и полигибридном анализирующем скрещивании.

Взаимодействие неаллельных генов (комплементарность, эпистаз, полимерия, действие генов модификаторов). Изменение стандартных формул расщепления при взаимодействии генов. Комплементарное действие генов. Эпистаз и его типы (доминантный и рецессивный). Наследование эпистатических генов. Полимерия (кумулятивная и некумулятивная). Особенности наследования количественных признаков. Действие генов-модификаторов. Плейотропия. Летальное действие гена.

Влияние факторов внешней среды на реализацию генотипа. Пенетрантность, экспрессивность и норма реакции.

3. ЦИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ

Развитие представлений о цитологических основах наследственности (работы Р. Вирхова, У. Сэттона и Т. Бовери).

Хромосомы – материальная основа наследственности. Строение хромосом. Упаковка ДНК в хромосомах и биологическое значение этого явления. Ультраструктурная организация хромосом. Нуклеосомы. Морфология митотических хромосом. Кариотип. Идиограмма. Понятие о гетерохроматине и эухроматине. Дифференциальная окраска хромосом и ее значение для анализае кариотипа.

Политенные хромосомы как модель интерфазной хромосомы: механизм образования, морфология и генетическая организация. Хромосомы типа «ламповых щеток».

Особенности строения нуклеоида прокариот.

Митоз. Клеточный цикл и его этапы. Место митоза в клеточном цикле и его продолжительность. Стадии митоза. Биологическое значение митоза. Особенности распределения цитоплазматических органелл в процессе деления клетки. Типы митоза.

Мейоз. Мейоз как цитологическая основа образования половых клеток. Стадии мейоза. Поведение гомологичных и негомологичных хромосом и третий закон Г. Менделя. Причины образования новых комбинаций генов в результате мейоза. Расщепление на гаметном уровне. Доказательство правила «чистоты гамет» с помощью тетрадного анализа. Принципиальные различия в поведении хромосом в мейозе и митозе. Биологическое значение мейоза.

Типы мейоза (гаметный, споровый и зиготный) и их особенности.

Гаметный мейоз. Образование гамет у млекопитающих. Сперматогенез и оогенез. Роль мейоза и митоза в сперматогенезе и оогенезе. Место мейоза в жизненном цикле животных. Смена гапло- и диплофаз в процессе развития организма.

Споровый мейоз. Образование гамет у высших растений. Микроспорогенез и развитие мужского гаметофита. Мегаспорогенез и образование женского гаметофита. Место мейоза в жизненном цикле растений. Чередование гапло- и диплофаз в жизненном цикле высших растений, папоротников и мхов. Двойное оплодотворение у растений.

Механизмы несовместимости у растений. Типы несовместимости: гомоморфическая (гаметофитная и спорофитная) и гетероморфическая.

Зиготный мейоз. Образование гамет у грибов, водорослей и дрожжей. Механизм образования аскоспор у *Neurospora crassa*. Чередование гапло- и диплофаз в жизненном цикле гриба. Механизм образования спор у *Saccharomyces cerevisiae*. Смена гапло- и диплофаз в жизненном цикле дрожжей. Роль мейоза и митоза в процессе образования спор.

Нерегулярные типы полового размножения у растений и животных: апомиксис и партеногенез, гиногенез, андрогенез.

4. ХРОМОСОМНАЯ ТЕОРИЯ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ

Определение пола. Биология пола у животных и растений. Гомо- и гетерогаметный пол. Механизмы определения пола (*XY, XO, ZW*, *ZO* и гаплодиплоидный). Пол у растений. Генетические и цитогенетические особенности половых хромосом. Гинандроморфизм. Балансовая теория определения пола у дрозофилы К. Бриджеса. Половой хроматин. Наследственные заболевания, связанные с изменением числа половых хромосом.

Дифференциация и переопределение пола в онтогенезе. Естественное и искусственное (гормональное) переопределение пола. Соотношение полов в природе.

Наследование признаков сцепленных с полом. Отклонения от законов Г. Менделя, обнаруженные Т. Морганом при изучении наследования признака окраски глаз у дрозофилы. Особенности наследования признаков, сцепленных с полом в случае гетерогаметности мужского и женского пола. Анализ реципрокных скрещиваний. Крисс-кросс наследование. Признаки, частично сцепленные с полом, голандрические, гологенические, зависимые от пола и ограниченные полом. Закономерности расхождения половых хромосом в мейозе.

Наследственные заболевания человека, связанные с доминантными и рецессивными мутациями в *X*-хромосоме.

Нерасхождение половых хромосом. Первичное и вторичное нерасхождение хромосом в опытах К. Бриджеса. Характер наследования признаков при нерасхождении половых хромосом как прямое доказательство их роли в передаче признаков потомству. Последствия нерасхождения хромосом у человека (синдром Дауна, синдром Кляйнфельтера и т.д.).

Сцепление и кроссинговер. Параллелизм в поведении хромосом и наследственных факторов. Доказательства роли хромосом в передаче наследственной информации. Нарушение закона независимого наследования признаков в опытах У. Бэтсона и Р. Пеннета (1906) на душистом горошке. Доказательство сцепленного наследования признаков, представленное Т. Морганом (1911) на дрозофиле. Полное и неполное сцепление. Генетическое доказательство перекреста хромосом. Кроссинговер. Определение частоты кроссинговера по результатам расщепления в анализирующем скрещивании и во втором поколении.

Опыты А. Стертеванта и Т. Моргана (1911-1916) по картированию Х-хромосомы дрозофилы. Использование двух- и трехфакторного скрещивания для построения генетических карт. Линейное расположение генов в группах сцепления. Единица генетической карты. Правило аддитивности. Интерференция (положительная и отрицательная). Коэффициент коинциденции. Хромосомы и группы сцепления. Этапы генетического анализа при картировании хромосом. Основные положения хромосомной теории Т. Моргана.

Цитологические доказательства кроссинговера. Работы Х. Крейтон и Б. Мак-Клинток на кукурузе (1931) и К. Штерна (1931) на дрозофиле. Кроссинговер на стадии четырех хроматид в профазе I мейоза и его цитологическое доказательство К. Бриджесом и И. Андерсоном (1925) на дрозофиле и С. Эмерсоном на *Neurospora crassa* (1963).

Сравнение цитологических и генетических карт хромосом. Факторы, влияющие на частоту кроссинговера.

Типы кроссинговера. Мейотический кроссинговер. Митотический кроссинговер и его экспериментальное доказательство К. Штерном (1933). Соматический мозаицизм. Неравный кроссинговер. Опыты А. Стертеванта (1925) по наследованию локуса *Bar* у дрозофилы. Гибридизация соматических клеток.

Молекулярный механизм кроссинговера. Типы двойного кроссинговера: двух, трех и четыреххроматидные обмены. Модель кроссинговера Р. Холлидея (1964) и ее основные этапы (образование синаптонемального комплекса, полухиазмы, миграция ветвей, изомеризация полухиазмы, разрешение полухиазмы, коррекция гетеродуплексов). Генная конверсия.

Рекомбинация у бактерий и вирусов. Особенности микроорганизмов как объекта генетических исследований. Организация генетического аппарата у бактерий и вирусов.

Способы генетического обмена у бактерий (конъюгация, трансформации и трансдукция). Особенности проведения генетического анализа и построения генетических карт у бактерий.

Конъюгация. Половой фактор. Рекомбинация при конъюгации бактерий. Особенности генетического анализа бактерий и построения генетических карт при коньюгации.

Трансформация. Особенности генетического анализа бактерий при трансформации.

Трансдукция и ее типы. Использование бактериофагов для картирования хромосомы бактерий.

Механизм общей, сайт-специфической и незаконной рекомбинации.

5. СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ ГЕНА

Эволюция представлений о гене. Представления школы Т.Моргана о строении и функции гена: ген как единица мутации, рекомбинации, функции. Рекомбинационный, мутационный и функциональный критерий аллелизма.

Формирование современных представлений о структуре гена. Работы А.С. Серебровского (1929) по ступенчатому аллеломорфизму на дрозофиле. Концепция псевдоаллелизма. Кризис «теории гена». Работа Дж. Бидла и Е. Татума (1941) над созданием концепции «один ген – один фермент» на *Neurospora crassa.*

Рекомбинационный анализ гена. Опыты С. Бензера (1961) на бактериофаге Т4, доказывающие мутационную и рекомбинационную делимость гена. Метод перекрывающихся делеций. Функциональный тест на аллелизм (*цис-транс*-тест).

Структура гена прокариотических организмов. Интрон-экзонная организация генов у эукариот.

6. МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ

Доказательства генетической роли ДНК и РНК. Опыты Ф. Гриффита (1928), О. Эйвери, К. Мак-Леод и М. Мак-Карти (1944) на пневмококках, А. Херши и М. Чейз (1952) – на бактериофаге Т2, Г. Френкель-Конрата и Р. Вильямса (1956) – на ВТМ, опыты по трансформации соматических клеток в культуре тканей.

Строение ДНК и РНК. Видовая специфичность нуклеотидного состава ДНК. Типы молекул ДНК и РНК у эукариот, прокариот и вирусов (линейные двухцепочечные ДНК, кольцевые двухцепочечные и одноцепочечные ДНК, линейные двухцепочечные и одноцепочечные РНК).

Репликация ДНК. Модель полуконсервативного способа репликации ДНК и ее доказательство М. Мезельсоном и Ф. Сталем (1957) на *E. coli* и Дж. Тейлером (1963) на *Vicia faba*. Механизм репликации ДНК. Ферменты репликации. Схема репликационной вилки.

Особенности репликации ДНК у про- и эукариот. Репликация линейных двухцепочечных молекул эукариот (множественность репликонов) и фагов Т7 (образование *У*-структур). Репликация кольцевой двухцепочечной молекулы ДНК у бактерий и фагов (с образованием θ структур или по типу катящегося кольца) и митохондрий (с образованием *D*-петли).

Репарация ДНК. Репарация как механизм поддержания стабильности генетической информации. Типы повреждений ДНК, удаляемые репарационными системами. Эффективность репарационных систем.

Классификация репарационных систем. Прямая реактивация. Фотореактивация и ее этапы. Эксцизионная репарация, её этапы, ферментное обеспечение и генетический контроль. Пострепликативная репарация, ее механизм и связь с рекомбинационной системой. *SOS*-репарация. Репарация однонитевых и двухнитевых разрывов ДНК. Дефекты системы репарации и наследственные заболевания человека.

Рестрикция-модификация ДНК. Система рестрикции-модификации и ее роль в защите клеток от включения в ее генетический материал чужеродной ДНК. Работы В. Арбера по исследованию рестрикции-модификации в системе *E. coli*–бактериофаг λ. Роль рестриктаз и метилаз в функционировании системы рестрикции – модификации.

Транскрипция. Процесс транскрипции, его особенности у про- и эукариот. Составляющие элементы процесса транскрипции (ДНК как матрица, РНК-полимераза, АТФ, мРНК), их структура и функция. Строение промоторов у про- и эукариот. Этапы транскрипции (инициация, элонгация, терминация). Образование пре-мРНК у эукариот.

Обратная транскрипция.

Трансляция. Процесс трансляции и его особенности у про- и эукариот. Составляющие элементы процесса трансляции (мРНК, рибосомы, тРНК, белковые факторы, АТФ, ГТФ), их структура и функции. Значимые для осуществления трансляции области на мРНК. Этапы трансляции (инициация, элонгация и терминация). Биологическое значение процесса трансляции.

Генетический код и его характеристика. Свойства генетического кода (триплетность, универсальность, неперекрываемость, отсутствие разделительных знаков, линейность, колинеарность, вырожденность, наличие инициирующих и терминирующих кодонов). Доказательство триплетности кода Ф. Криком (1961). Работы М. Ниренберга, Дж. Маттеи (1961) и С. Очоа (1962) по изучению генетического кода. Окончательная расшифровка генетического кода М. Ниренбергом и П. Ледером (1965). Биологическое значение генетического кода.

Экспрессия генов. Регуляция экспрессии генов на уровне транскрипции (индукция, репрессия, катаболитная репрессия, аттенуация). Опероная организация генов у бактерий. Строение оперонов. Структурные и регуляторные гены. Регуляция транскрипции путем индукции на примере *Lac*-оперона. Катаболитная репрессия. Механизм репрессии на примере *Trp*-оперона. Ретроингибирование.

Регуляция экспрессии генов у эукариот. Активация транскрипции регуляторными белками как основной механизм регуляции экспрессии генов у эукариот. Участие малых молекул РНК в регуляции экспрессии генов.

7. ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГЕНЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

Классификация типов изменчивости: наследственная (генотипическая), ненаследственная (модификационная) и онтогенетическая. Наследственная изменчивость организмов как основа эволюции.

Наследственная изменчивость (мутационная и комбинативная). Мутационная теория Г. де Фриза и ее историческое значение. Основные положения мутационной теории. Закон гомологических рядов Н.И.Вавилова (1920) как пример наследственной изменчивости организмов. Значение закона для теории и практики селекционного процесса. Развитие теории индуцированного мутагенеза Г.А. Надсоном, Г.С. Филипповым и Г. Меллером (1925-1927).

Понятие о мутациях. Принципы классификации мутаций. Классификация мутаций по характеру изменения генотипа, по проявлению в гетерозиготе, по отклонению от нормы, в зависимости от причин их возникновения. Дополнительные критерии классификации мутаций: по локализации в клетке, локализации в организме, по фенотипическому проявлению.

Спонтанные и индуцированные мутации. Методы индукции мутаций. Области применения индуцированного мутагенеза в генетике и селекции.

Генетические коллекции мутантных форм и их использование в частной генетике растений, животных и микроорганизмов. Значение мутации для генетического анализа.

Методы учета мутаций у про- и эукариот (микроорганизмов, растений и животных).

Генетические последствия загрязнения окружающей среды ксенобиотиками. Методы количественного учета мутаций. Характеристика тест-систем, используемых для выявления мутагенов и оценки степени генетического риска.

Методы учета мутаций у бактерий (прямой и непрямой отбор мутантов). Выделение ауксотрофных мутантов и мутантов, устойчивых к фагам. Тест Ньюкомба и флуктуационный тест Лурия и Дельбрюка. Учет мутации у дрожжей на примере *Ade*-мутантов *Saccharomyces cerevisiae*.

Методы учета рецессивных сцепленных с полом мутаций у дрозофилы (Меллер-5, *Double yellow*, *ClB*). Метод сбалансированных леталей *Cyrly* для учета рецессивных летальных мутаций у дрозофилы. Возможности методов и области их практического применения.

Особенности учета мутаций у растений и животных.

Генные мутации. Классификация генных мутаций по характеру изменения структуры ДНК: транзиции, трансверсии, вставки и выпадения нуклеотидов. Классификация генных мутаций по их проявлению на уровне белка (молчащие, нейтральные, миссенс и нонсенс мутации, мутации со сдвигом рамки считывания). Реверсии (прямые, эквивалентные, внутригенные и внегенные супрессорные мутации). Причины генных мутаций – концепция Р. фон Берстела об «ошибках трех Р»: репликации, репарации и рекомбинации.

Спонтанные мутации и молекулярные механизмы их возникновения. Типы спонтанных повреждений ДНК. Причины спонтанных мутаций – ошибки репликации, вставки и выпадения нуклеотидов, повреждения нуклеотидов. Ошибки репликации как результат таутомеризации оснований или их повреждения. Механизм появления транзиций, трансверсий, мутаций со сдвигом рамки считывания, делеций и дупликаций.

Спонтанные мутации и наследственные болезни человека

Индуцированные мутации. Роль физических (радиация, УФ-свет, СВЧ и др.) и химических (формальдегид, гидроксиламин, азотистая кислота, этилметансульфонат, нитрозогуанидин и др.) факторов в возникновении мутаций. Механизмы индуцированного мутагенеза. Ошибки репликации и ошибки включения под действием аналогов оснований 5-бромурацила и 2-аминопурина. Повреждения оснований в результате действия алкилирующих агентов, гидроксиламина, бисульфита натрия, азотистой кислоты. Включение акридиновых красителей в молекулу ДНК.

Связь между мутагенезом и канцерогенезом.

Хромосомные мутации. Классификация хромосомных мутаций (делеции или дефишинси, дупликации, инверсии, транслокации, транспозиции).

Делеции хромосом (терминальные или дефишинси и интерстициальные). Особенности поведения во время мейоза. Явление псевдодоминантности и

гемизиготное состояние. Методы выявления делеций (генетические и цитологические).

Дупликаций (тандемные и инвертированные). Амплификации. Роль дупликаций в эволюции генома.

Инверсии (парацентрические и перицентрические). Генетические последствия инверсий. Поведение во время мейоза. Механизм образования инверсионнои петли. Постмейотические аномалии хромосом с парацентрическими и перицентрическими инверсиями. Причины низкой жизнеспособности гамет и отсутствия кроссоверных типов гамет. Методы выявления инверсий (генетические и цитологические).

Транслокации. Поведение во время мейоза. Механизм образования квадривалентов. Причины низкой жизнеспособности гамет и отсутствия кроссоверных типов гамет. Эффект положения.

Транспозиции. Роль *IS*-элементов и транспозоновв возникновении мутаций. Мигрирующие генетические элементы у растений и дрозофилы. Работы Б. Мак-Клинток на кукурузе (1947).

Значение хромосомных перестроек в эволюции.

Геномные мутации. Классификация геномных мутаций. Эуплоидия и анеуплоидия.

Эуплоидия (гаплоиды, диплоиды и полиплоиды). Полиплоидия и ее типы: автополиплоидия и аллополиплоидия. Амфидиплоиды как частный случай аллополиплоидии. Сбалансированная и несбалансированная полиплоидия. Факторы, вызывающие образование полиплоидов (действие колхицина, температуры и др).

Гаплоиды и их использование в биотехнологии растений. Механизм образования триплоидов. Поведение хромосом во время мейоза у триплоидов и причины их стерильности. Использование триплоидов в селекционной практике.

Типы автотетраплоидов (квадриплексы, нуллиплексы, триплексы, дуплексы, симплексы) и их генотипы. Характер расщепления признаков в потомстве при случайном хромосомном расщеплении. Явление двойной редукции. Мейоз у автотетраплоидов. Особенности генетического анализа у автотетраплоидов. Значение полиплоидии в эволюции и селекции растений. Полиплоидия у животных.

Аллополиплоидия как механизм получения плодовитых амфидиплоидов на примере гибрида *Raphanobrassica* (работы Г.Д. Карпеченко). Принципы получения новых форм растений на примере современных сортов ржи и пшеницы (тритикале и секалотритикум).

Анеуплоидия: нуллисомия, моносомия, трисомия. Особенности мейоза и образования гамет у анеуплоидов. Жизнеспособность и плодовитость анеуплоидных форм.

Анеуплоидия и наследственные заболевания человека.

Модификационная изменчивость. Модификационная изменчивость как результат реализации генотипа в различных условиях среды. Понятия о норме реакции. Типы модификационных изменений (адаптивные модификации, морфозы, фенокопии). Влияние модификаций на проявление признаков в

онтогенезе. Условия, которые необходимо соблюдать при изучении модификационной изменчивости. Механизм модификаций. Роль модификационной изменчивости в адаптации организмов к условиям внешней среды и значение ее для эволюции.

8. ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОНТОГЕНЕЗА

Онтогенез как процесс реализации наследственной программы развития организма в определенных условиях внешней и внутренней среды. Понятие о тотипотентности и ее экспериментальное доказательство. Этапы онтогенеза.

Генетические основы дифференцировки. Функциональные изменения хромосом в онтогенезе. Функциональная гетерохроматизация хромосом. Дифференциальная репликация (селективная амплификация, образование политенных хромосом и др.). Дифференциальная транскрипция генов (образование хромосом типы «ламповых щеток», пуфов и их функция). Дифференциальная трансляция. Дифференциальная посттрансляционная модификация белков и выборочная их активация или инактивация. Хромосомные перестройки как механизм дифференциального изменения генотипа и фенотипа организма в процессе онтогенеза. Переключение типов спаривания *a* и α у дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*.

Роль мутаций в дифференциации клеток и тканей в процессе индивидуального развития. Нарушение детерминации развития организма в результате мутаций на ранних стадиях онтогенеза. Гомеозисные мутации и особенности их проявления.

Пол как генетическая модель индивидуального развития организма. Эпигеномная наследственность.

9. НЕХРОМОСОМНАЯ НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ

Особенности наследования нехромосомных генов у эукариот. Отклонения от законов Г. Менделя. Типы цитоплазматического наследования: по материнской линии (у большинства растений и животных), по отцовской линии (у герани), при равном участии обеих цитоплазм (у *Neurospora crassa*). Наследование паразитов и эндосимбионтов. Наследование признаков по материнской линии и механизм этого явления.

Типы цитоплазматических наследственных структур: хлоропластная и митохондриальная ДНК, кинетопласты у одноклеточных жгутиковых, 2μ и 3μ плазмидная ДНК у дрожжей, *S1* и *S2* ДНК у кукурузы. Плазмиды бактерий.

Признаки, контролируемые хлоропластными и митохондриальными генами. Особенности получения мутантов. Наследование пестролистности у растений. Характеристика *petite* – мутантов у дрожжей. Особенности генетического анализа хлоропластной ДНК на примере *Chlamydomonas*. Использование цитогет. Картирование митохондриальной ДНК с использованием метода перекрывающихся делеций. Новые аспекты парасексуального цикла. Цитодукция.

Явление цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС) и его использование в селекционной практике для создания гетерозисных двойных межлинейных гибридов.

Основные критерии нехромосомного наследования.

10. ГЕНЕТИКА ЧЕЛОВЕКА

Человек как объект генетических исследований. Кариотип человека. Идиограмма хромосом человека, номенклатура.

Методы изучения генетики человека (генеалогический, цитогенетический, близнецовый, онтогенетический, популяционный, молекулярно-генетический и др.). Генеалогический метод и его возможности для изучения характера наследования признаков. Использование близнецового метода для изучения роли генотипа и среды в формировании определенных признаков. Использование цитогенетических методов в генетике человека. Комбинации цитогенетических и бохимического методов для определения групп сцепления и локализации генов в хромосомах с помщью гибридизации соматических клеток. Роль цитогенетического метода в диагностике хромосомных болезней. Кариотип человека. Популяционный метод и его использование в геногеографии. Генетический груз. Онтогенетический метод и его значение для ранней диагностики наследственных заболеваний. Использование молекулярных методов в генетике человека (гибридизация ДНК, секвенирование, ПЦР и др.).

Медицинская генетика. Наследственные болезни и их распространение в популяции человека. Типы наследственных заболеваний: болезни обмена веществ (фенилкетонурия, альбинизм, алкаптонурия и др.), молекулярные болезни (талассемия, серповидно-клеточная анемия, пигментная ксеродерма, анемия Фанкони и др.), хромосомные болезни, вызываемые хромосомными и геномными мутациями (синтдром «кошачего крика», синдром Шерешевского-Тернера, синдром Кляйнфельтера, синдром Дауна и др.). Медико-генетическое консультирование. Значение ранней диагностики.

Геном человека. Методы изучения генома человека. Международная программа "Геном человека", ее цели и задачи.

Генетические механизмы канцерогенеза.

11. ГЕНЕТИКА ПОПУЛЯЦИЙ

Популяция и ее генетическая структура. Факторы, определяющие возникновение и развитие популяции. Популяции организмов с перекрестным размножением и самооплодотворением. Популяции и чистые линии. Генетическое равновесие в панмиктической популяции и его математический расчет с помощью формулы Харди-Вайнберга для двух и трех аллелей гена.

Факторы генетической динамики популяций. Роль мутационной изменчивости (работы С.С. Четверикова). Действие отбора. Факторы изоляции: географические, экологические, генетические (полиплоидия и хромосомные мутации). Роль изменения численности особей в нарушении равновесия

популяции. Миграции и генетическая структура популяции. Дрейф генов. Динамическое равновесие между мутационным процессом и отбором.

12. ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СЕЛЕКЦИИ

Генетика как теоретическая основа селекции. Предмет и методы исследования. Центры происхождения культурных растений по Н.И. Вавилову. Понятие о породе, сорте, штамме. Принципы подбора исходного материала для скрещивания. Источники изменчивости для отбора. Комбинативная изменчивость. Использование индуцированного мутагенеза в селекции растений, животных и микроорганизмов. Роль экспериментальной полиплоидии в повышении продуктивности растений.

Системы скрещивания в селекции растений и животных. Инбридинг. Линейная селекция. Аутбридинг. Отдаленная гибридизация. Гетерозис и его механизмы. Использование простых и двойных гибридов в растениеводстве и животноводстве.

Методы отбора. Индивидуальный и массовый отбор. Индивидуальный отбор как основа селекции. Сибселекция. Значение условий внешней среды для эффективности отбора.

Роль наследственности, изменчивости и отбора в создании пород животных и сортов растений. Основные достижения и перспективы селекции растений, животных и микроорганизмов. Биотехнология.

13. КЛЕТОЧНАЯ И ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

Генетическая инженерия бактерий, животных и растений. Методические подходы. Методы выделения генов и включения их в состав векторов.

Трансгенные дрожжи. Использование в качестве векторов плазмидной ДНК.

Трансгенные растения. Использование для клонирования генов *Ti*-плазмид из *Agrobacterium tumefaciens*. Методы изучения экспрессии клонированной ДНК в растительных клетках.

Трансгенные животные. Использование в качестве векторов вирусной ДНК (вируса *SV*40, ретровирусов, аденовирусов и др.).

Использование генно-инженерных подходов для выявления наследственных заболеваний. Идентификация мутантных генов в геноме человека. Генотерапия. Клеточная инженерия. Стволовые клетки и их применение.

Геномика и протеомика.

Возможные неблагоприятные воздействия генетически модифицированных организмов (ГМО) на здоровье человека и окружающую среду. Государственное регулирование генно-инженерной деятельности. Биобезопсность и биоэтика.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Литература

Основная:

1. *Айала, Ф.* Современная генетика / Айала Ф., Кайгер Дж. М.: Мир, 1987.

2. *Алиханян, С.И.* Общая генетика / Алиханян С.И., Акифьев А.П., Чернин Л.С. М.: Высш. шк., 1985.

3. Генетика. Учебник для вузов / Под ред. В.И. Иванова. М.: ИКЦ «Академкнига», 2006.

4. *Гершензон, С.М.* Основы современной генетики / Гершензон С.М.: Киев, 1979.

5. *Гутман, Б.* Генетика / Гутман Б., Гриффитс Э., Сузуки Д., Кулис Т. М.: ФАИР-ПРЕСС, 2004.

6. *Дубинин, Н.П.* Общая генетика / Дубинин Н.П. М.: Наука, 1986.

7. *Жимулев, И.Ф.* Общая и молекулярная генетика / Жимулев И.Ф.: Новосибирск: Изд-во Новосибирского ун-та, 2002.

8. *Жученко, А.А.* Генетика / Жученко А.А, Гужов Ю.Л., Пухальский В.А. и др. М.: Колос, 2004.

9. *Инге-Вечтомов, С.Г.* Генетика с основами селекции / Инге-Вечтомов С.Г. М.: Высш. шк., 1989.

10. *Клаг, У.* Основы генетики / Клаг У., Каммингс М. М.: Техносфера, 2007.

11. *Лобашев, М.Е.* Генетика / Лобашев М.Е.: Л., 1967.

12. *Максимова, Н.П.* Генетика. Часть 1. Законы наследственности. Курс лекций / Максимова Н.П.: Минск. БГУ, 2008.

13. *Максимова, Н.П.* Генетика. Часть 2. Хромосомная теория наследственности. Курс лекций / Максимова Н.П.: Минск. БГУ, 2012.

14. *Орлова, Н.Н.* Генетический анализ / Орлова Н.Н. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991.

15. *Ed. Griffiths, A.J.F.* An Introduction to Genetic Analysis / Ed. Griffiths A.J.F., Miller J.H., Suzuki D.T., Lewontin R.C., Gelbart W.M. New York: W.H. Freeman and Company, 1993.

16. *Ed. Streips, U.N.* Modern Microbial Genetics / Ed. Streips U.N., Yasbin R.E. New York: WileyLiss.Inc., 1993.

Дополнительная:

1. *Гайсинович, А.Е.* Зарождение и развитие генетики / Гайсинович А.Е. М.: Наука, 1988.

2. *Глазер, В.М.* Задачи по современной генетике. Учебное пособие / Глазер В.М., Ким А.И., Орлова Н.Н., Удина И.Г., Алтухов Ю.П. М.: Университет. Книжный дом, 2005.

3. *Давыденко, О.Г.* Миры геномов органелл / Давыденко О.Г., Даниленко Н.Г. Мн.: Тэхналогія, 2003.

4. *Ермишин, А.П.* Биотехнология. Биобезопасность. Биоэтика / Ермишин А.П., Подлисских В.Е., Воронкова Е.В. Мн.: Тэхналогія, 2005.

5. *Зорина, З.А.* Основы этологии и генетики поведения / Зорина З.А., Полетаева И.И., Резникова Ж.И. М.: Изд-во МГУ: Высшая школа, 2002.

6. *Каминская, Э.А.* Сборник задач по генетике / Каминская Э.А. Мн.: Вышэйшая школа, 1977.

7. *Картель, Н.А.* Генетика. Энциклопедический словарь / Картель Н.А., Макеева Е.Н., Мезенко А.М. Мн.: Тэхналогія, 1999.

8. *Картель, Н.А.* Биотехнология в растениеводстве / Картель Н.А., Кильчевский А.В. Мн.: Тэхналогія, 2005.

9. *Коничев, А.С.* Молекулярная биология / Коничев А.С., Севастьянова Г.А. М.: Академия, 2005.

10. *Корочкин, Л.И.* Введение в нейрогенетику / Корочкин Л.И., Михайлов А.Т. М.: Наука, 2000.

11. *Максимова, Н.П.* Молекулярная генетика. Сборник задач и тестов. Учебное пособие / Максимова Н.П. Минск.: БГУ, 2003.

12. *Максимова, Н.П.* Сборник задач по генетике / Максимова Н.П., Титок М.А., Анохина В.С., Храмцова Е.А., Гринев В.В., Куницкая М.П. Минск.: БГУ, 2008.

13. Общая генетика. Методическое пособие (Серия Exlibris «Экологическая генетика») / Под ред. С.Г. Инге-Вечтомова. СПб.; Изд-во Н-Л, 2007.

14. *Орлова, Н.Н.* Сборник задач по общей генетике / Орлова Н.Н., Глазер В.М., Ким А.И. и др. М.: Изд-во МГУ, 2001.

15. *Патрушев, Л.И.* Экспрессия генов / Патрушев Л.И. М.: Наука, 2004.

16. *Равич-Щербо, И.В.* Психогенетика / Равич-Щербо И.В., Марютина Т.М., Григоренко Е.Л. М.: Аспект Пресс, 1999.

17. *Рокицкий, П.Ф.* Введение в статистическую генетику / Рокицкий П.Ф. Мн.: Вышэйшая школа, 1974.

18. *Сингер, М.* Гены и геномы: В 2 т. / Сингер М., Берг П. М.: Мир, 1998.

19. *Стент, Г.* Молекулярная генетика / Стент Г., Кэлиндар Р. М.: Мир, 1981.

20. *Тихомирова, М.М.* Генетический анализ / Тихомирова М.М. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1990.

21. *Фогель, Ф.* Генетика человека: В 3 т. / Фогель Ф., Мотульский А. М.: Мир, 1989.

22. *Хедрик, Ф.* Генетика популяций / Хедрик Ф. М.: Техносфера, 2003.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине следует использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (учебно-программные материалы, учебное издание для теоретического изучения дисциплины, методические указания к лабораторным занятиям, материалы текущей и итоговой аттестации, позволяющие определить соответствие учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и учебно-программной

документации, в т.ч. вопросы для подготовки к экзамену, задания, тесты, вопросы для самоконтроля, тематика рефератов и др., список рекомендуемой литературы, информационных ресурсов и др.).

Эффективность самостоятельной работы студентов проверяется в ходе текущего и итогового контроля знаний. Для общей оценки качества усвоения студентами учебного материала рекомендуется использование рейтинговой системы.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

В качестве формы итогового контроля по учебной дисциплине рекомендован экзамен.

Для текущего контроля качества усвоения знаний студентами можно использовать следующий диагностический инструментарий:

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