

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
и образовательным инновациям

О.Н.Здрок

2020 г.

Регистрационный № УД-8278/уч.

Основы молекулярной биологии

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

1-31 01 01 Биология (по направлениям)

Направление специальности:

1-31 01 01-03 Биология (биотехнология)

2020г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 01 01-2013, учебного плана № G31-131/уч., утвержденного 30.05.2013 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

М.А.Титок, профессор кафедры микробиологии Белорусского государственного университета, доктор биологических наук, профессор

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Н.А. Беясова, доцент кафедры биотехнологии Учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», кандидат биологических наук, доцент;

Е.А. Николайчик, доцент кафедры молекулярной биологии Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой микробиологии
(протокол № 24 от 25 мая 2020 г.);

Научно-методическим Советом БГУ
(протокол № 5 от 17 июня 2020г.)

Заведующий кафедрой
д.б.н., профессор



В. А. Прокулевич

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины – охарактеризовать молекулярно-генетическую организацию и функционирование материала наследственности, обеспечивающего биологические процессы, происходящие на уровне клетки, являющейся структурной единицей любого живого организма.

Задачи учебной дисциплины:

- 1) рассмотрение организации генетического аппарата клеток;
- 2) характеристика основных этапов репликации
- 3) рассмотрение механизмов реализации наследственной информации (транскрипции и трансляции) и особенностей регуляции данных процессов;
- 4) рассмотрение механизмов возникновения мутаций и репарации повреждений генетического материала, обеспечивающие поддержание существования клетки как изолированной интегральной системы.
- 5) создание представлений об основных молекулярно-биологических процессах, обеспечивающих функционирование живых систем независимо от уровня их организации;

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина относится к циклу специальных дисциплин компонента учреждения высшего образования.

Связи с другими учебными дисциплинами, включая учебные дисциплины компонента учреждения высшего образования, дисциплины специализации и др.

Изучение учебной дисциплины «Основы молекулярной биологии» базируется на знаниях, полученных студентами по учебным дисциплинам «Введение в биотехнологию», «Биохимия», «Цитология и гистология». Программа составлена с учетом межпредметных связей с учебными дисциплинами «Генетика», «Микробиология», «Векторные системы» и др.

Требования к компетенциям

Изучение учебной дисциплины «Основы молекулярной биологии» должно обеспечить формирование следующих академических и профессиональных 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-6. Квалифицированно проводить научно-производственные исследования, 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 и заявок на изобретения и лично участвовать в ней.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- принципы организации и функционирования живых систем;
- строение и химический состав нуклеиновых кислот как вещества наследственности;
- механизмы процессов, обеспечивающих реализации генетической информации;
- основные молекулярные механизмы мутационных процессов;
- основные механизмы репарации повреждения генетического материала;
- экспериментальные доказательства основных положений молекулярной биологии.

уметь:

- использовать полученные знания при решении задач генной инженерии, биохимии, биотехнологии;
- свободно ориентироваться в большом объеме современных молекулярно-биологических данных.

владеть:

- современными методами анализа молекул нуклеиновых кислот;
- подходами, лежащими в основе создания объектов биотехнологии.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 5 семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Основы молекулярной биологии» отведено:

– для очной формы получения высшего образования – 70 часов, в том числе 34 аудиторных часов, из них: лекции – 24 часа, лабораторные занятия – 8 часов, управляемая самостоятельная работа – 2 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 1,5 зачетных единиц.

Форма текущей аттестации – зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Понятие о биологических системах, особенностях их организации и функционирования. Клетка как структурная единица организма, типы клеток, неклеточные биологические системы и их принципиальная характеристика. Основные биологические полимеры и их функции в живых системах.

Раздел 2. СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ

2.1. Типы нуклеиновых кислот и их распространение в природных биологических системах. Доказательства генетической роли нуклеиновых кислот. Установление генетической функции нуклеиновых кислот вирусов.

2.2. Принцип строения и функционирования ДНК как вещества наследственности. Создание структурной модели ДНК (работы Дж. Уотсона и Ф. Крика), объясняющей механизмы кодирования, изменения и воспроизведения генетической информации.

2.3. Эксперименты М. Месельсона и Ф. Сталя, доказавшие полуконсервативный способ репликации ДНК в клетке.

2.4. Основные молекулярные механизмы мутационных и репарационных процессов.

Раздел 3. РЕАЛИЗАЦИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В КЛЕТКЕ

3.1. "Центральная догма" молекулярной биологии. Этапы воспроизведения и реализации генетической информации в клетке (репликация, транскрипция, обратная транскрипция, трансляция, прионизация).

3.2. Система синтеза ДНК *in vitro* А. Корнберга. Синтез биологически активной фаговой ДНК. Репликация ДНК в клетке: репликативный аппарат, асимметричный синтез ДНК в области репликативной вилки. Стадии процесса репликации ДНК.

3.3. Репликативный аппарат бактериальной клетки. Основные белки, участвующие в процессе репликации ДНК. Особенности и типы бактериальных ДНК-полимераз. Точка начала репликации бактериальной хромосомы и сборка комплекса, инициирующего репликацию.

3.4. Особенности репликации кольцевых и линейных молекул ДНК. Репликация ДНК в эукариотических клетках.

3.5. Экспериментальные данные, обосновавшие существование внутриклеточного переносчика генетической информации.

3.6. Синтез РНК в клетке (транскрипция): характеристика стадий и аппарата транскрипции.

3.7. Регуляция процесса транскрипции и понятие об опероне. Индуцибельные и репрессибельные опероны. Механизмы аттенуации транскрипции. Пост транскрипционный процессинг РНК и молекулярные механизмы сплайсинга.

3.8. Синтез клеточных белков (трансляция). Аппарат трансляции и система синтеза белка *in vitro*. Регуляция трансляции.

3.9. Генетический код нуклеиновых кислот и его общие закономерности. Экспериментальные доказательства основных положений генетического кода. Расшифровка генетического кода. Таблица кодонов.

3.10. Мигрирующие генетические элементы клетки. Роль в изменчивости генетического материала на уровне генов, хромосом и геномов.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение							
1.1	Понятие о биологических системах, особенностях их организации и функционирования	1						
2	Структура и функции нуклеиновых кислот						1	Письменная контрольная работа
2.1	Типы нуклеиновых кислот и их распространение в природных биологических системах. Доказательства генетической роли нуклеиновых кислот. Установление генетической функции нуклеиновых кислот вирусов	2			1			Устный опрос, реферат
2.2	Принцип строения и функционирования ДНК как вещества наследственности. Создание структурной модели ДНК (работы Дж. Уотсона и Ф. Крика), объясняющей механизмы кодирования, изменения и воспроизведения генетической информации	2			1			Устный опрос, реферат
2.3	Эксперименты М. Месельсона и Ф. Сталя, доказавшие полуконсервативный способ репликации ДНК в клетке	1			0.5			Устный опрос, реферат
2.4	Основные молекулярные механизмы мутационных и репарационных процессов	3			2			Устный опрос, реферат

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	Реализация генетической информации в клетке						1	Письменная контрольная работа
3.1	«Центральная догма» молекулярной биологии. Этапы воспроизведения и реализации генетической информации в клетке (репликация, транскрипция, обратная транскрипция, трансляция, прионизация)	1						
3.2	Система синтеза ДНК <i>in vitro</i> А. Корнберга. Синтез биологически активной фаговой ДНК. Стадии процесса репликации ДНК	1						
3.3	Репликативный аппарат бактериальной клетки. Основные белки, участвующие в процессе репликации ДНК. Особенности и типы бактериальных ДНК-полимераз. Точка начала репликации бактериальной хромосомы и сборка комплекса, инициирующего репликацию	2			1			Устный опрос, реферат
3.4	Особенности репликации кольцевых и линейных молекул ДНК. Репликация ДНК в эукариотических клетках	1			0.5			Устный опрос, реферат
3.5	Экспериментальные данные, обосновавшие существование внутриклеточного переносчика генетической информации	1						
3.6	Синтез РНК в клетке (транскрипция): характеристика стадий и аппарата транскрипции	2			1			Устный опрос, реферат
3.7	Регуляция процесса транскрипции и понятие об опероне. Индуцибельные и репрессибельные опероны. Механизмы аттенуации транскрипции. Пост транскрипционный процессинг РНК и молекулярные механизмы сплайсинга	2			1			Устный опрос, реферат
3.8	Синтез клеточных белков (трансляция). Аппарат трансляции и система синтеза белка <i>in vitro</i> . Регуляция трансляции	2						

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3.9	Генетический код нуклеиновых кислот и его общие закономерности. Экспериментальные доказательства основных положений генетического кода. Расшифровка генетического кода. Таблица кодонов	1						
3.10	Мигрирующие генетические элементы клетки. Роль в изменчивости генетического материала на уровне генов, хромосом и геномов	2						
	ИТОГО	24			8		2	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Уотсон Ж. Д. ДНК. История генетической революции / Ж.Д. Уотсон, Э. Берри, Д. Кевин. Питер, 2019. – 512 с.
2. Кребс Дж. Гены по Льюину / Дж. Кребс, С. Килпатрик, Э. Голдштейн. Бином. Лаборатория знаний, 2017. – 919 с.
3. Корнберг А. Синтез ДНК / А. Корнберг. М.: Мир, 1977.
4. Стент Г. Молекулярная генетика / Г. Стент, Р. Кэлиндар. М.: Мир, 1981.
5. Инге-Вечтомов С.Г. Введение в молекулярную генетику / С.Г. Инге-Вечтомов. М.: Высш. шк., 1983.
6. Ленинджер А. Основы биохимии / А. Ленинджер. М.: Мир, 1985.
7. Альбертс Б. Молекулярная биология клетки / Б. Альбертс, Д. Брей, Дж. Льюис, М. Рэфф, К. Робертс, Дж. Уотсон. М.: Мир, т.2, 1986.
8. Спирин А.С. Структура и Функции нуклеиновых кислот / А.С. Спирин. М.: Высш. шк., 1990.
9. Бокуть С.Б. Молекулярная биология / С.Б. Бокуть, Н.В. Герасимович, А. А. Милютин. Мн: Высш. шк., 2005.
10. Сингер М. Гены и геномы / М. Сингер, П. Берг. М.: Мир, 1998.

Перечень дополнительной литературы

1. Айала Ф. Современная генетика / Ф. Айала, Дж. Кайгер. М.: Мир, т.1, 1987
2. Страйер Л. Биохимия / Л. Страйер. М.: Мир, т.2, 1986.
3. Овчинников Ю.А. Биоорганическая химия / Ю.А. Овчинников. М.: Высш. шк., 1987.
4. Коничев А. С. Молекулярная биология / А.С. Коничев, Г.А. Севостьянова. Из-во Academia, 2005.
5. Льюин Б. Гены. / Льюин Б. М.: Мир, 1987.

Перечень используемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Оценка за устные ответы на лабораторных занятиях включает в себя полноту ответа, наличие аргументов, примеров из практики и т.д.

В случае пропуска лекции без уважительной причины студент должен подготовить реферат объемом не менее 5 страниц рукописного текста с обязательным указанием списка использованной литературы (не менее 3 источников). При оценивании реферата обращается внимание на содержание

и полноту раскрытия темы, структуру и последовательность изложения, источники и их интерпретацию, корректность оформления и т.д.

Формирование отметки за текущую успеваемость:

- ответы на лабораторных занятиях – 20 %;
- письменная контрольная работа № 1– 40 %;
- письменная контрольная работа № 2– 40 %.

Формой текущей аттестации по учебной дисциплине «Основы молекулярной биологии» является зачет.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Раздел 2. Структура и функции нуклеиновых кислот (1 час)

Организация молекулы ДНК в клетке. Механизм репликации ДНК. Молекулярные механизмы мутаций и репарации.

Форма контроля – письменная контрольная работа.

Раздел 3. Реализация генетической информации в клетке (1 час)

Транскрипция, трансляция и регуляция этих процессов в клетках про- и эукариот.

Форма контроля – письменная контрольная работа.

Примерная тематика лабораторных занятий

Лабораторное занятие № 1. Химический состав ДНК, РНК. Доказательства ведущей роли ДНК (РНК) в наследственности. Организация ДНК, РНК в клетке. (2 часов).

Лабораторное занятие № 2. Репликация молекулы ДНК в клетке (2 часа).

Лабораторное занятие № 3. Молекулярные механизмы мутаций и репарации молекул ДНК (2 часа).

Лабораторное занятие № 4. Особенности транскрипции ДНК в клетках про и эукариот (2 часа).

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используются:

практико-ориентированный подход, который предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей и реализацию индивидуальных и групповых студенческих проектов;

метод учебной дискуссии, который предполагает участие студентов в целенаправленном обмене мнениями, идеями для предъявления и/или согласования существующих позиций по определенной проблеме.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине рекомендуется использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (учебная программа, учебно-методический комплекс, методические указания к лабораторным занятиям, задания в тестовой форме, темы рефератов, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов и др.).

При подготовке индивидуальных либо групповых проектов, написании рефератов студенты могут использовать источники из перечня основной и дополнительной литературы, а также самостоятельно выбранные источники. При подготовке к тестированию следует изучить мультимедийные презентации лекционного курса, конспект лекций по курсу «Основы молекулярной биологии».

Темы реферативных работ

1. Типы нуклеиновых кислот и их распространение в природных биологических системах. Доказательства генетической роли нуклеиновых кислот (эксперименты Эвери, Мак-Клеод и Мак-Карти, Херши и Чейз, Френкель-Конрата). Химический состав нуклеиновых кислот и понятие о мономерах (нуклеотидах), образующих молекулы ДНК и РНК. Уровни компактизации молекулы ДНК в про и эукариотической клетке. Закономерности нуклеотидного состава ДНК и правила Чаргаффа. Принцип строения и функционирования ДНК как вещества наследственности. Основные предпосылки, обеспечивающие создание структурной модели ДНК Дж. Уотсоном и Ф. Криком. Типы нуклеиновых кислот и их распространение в природных биологических системах. Доказательства генетической роли нуклеиновых кислот (эксперименты Эвери, Мак-Клеод и

Мак-Карти, Херши и Чейз, Френкель-Конрата). Химический состав нуклеиновых кислот и понятие о мономерах (нуклеотидах), образующих молекулы ДНК и РНК. Уровни компактизации молекулы ДНК в про и эукариотической клетке. Закономерности нуклеотидного состава ДНК и правила Чаргаффа. Принцип строения и функционирования ДНК как вещества наследственности. Основные предпосылки, обеспечивающие создание структурной модели ДНК Дж. Уотсоном и Ф. Криком.

2. Способы репликации ДНК и эксперименты М. Месельсона и Ф. Сталя. Типы репликации (δ -, θ - и D-петли). Система репликации бактериальной хромосомы. Особенности процесса репликации эукариотических хромосом. Теломеразы.

3. Типы мутаций и механизм их возникновения. Механизм образования генных мутаций. Механизм образования хромосомных мутаций. Механизм образования геномных мутаций. Мобильные генетические элементы прокариот. Особенности организации, механизмы транспозиции, роль в клетке. Мобильные генетические элементы эукариот. Особенности организации, механизмы транспозиции, роль в клетке. Молекулярные механизмы репарации ДНК. Световая и темновая репарация. Фотореактивация. Роль метилтрансфераз, лигаз и инсертаз в репарации. Эксцизионная репарация. Вырезание поврежденных оснований гликозилазами. Механизм репарации димеров тимина эксинуклеазным комплексом (uvrA, uvrB, uvrC и uvrD). Репарация неспаренных оснований белками MutH, MutL, MutS и MutU. Механизм пострепликативной или рекомбинационной репарации. Механизм SOS репарации.

4. «Центральная догма» молекулярной биологии, постулированная Ф. Криком, и ее современное содержание. РНК полимеразы про и эукариот. Сигма факторы. Факторы транскрипции. Регуляторные участки генов про и эукариот. Особенности транскрипции про- и эукариот. Организация генов про и эукариот. Негативная и позитивная регуляция транскрипции у прокариот. Регуляция транскрипции прокариот на примере лактозного и триптофанового оперонов. Регуляция транскрипции прокариот на примере оперона. Регуляция транскрипции у эукариот. Посттранскрипционный процессинг РНК и его особенности у эукариот. Механизм альтернативного сплайсинга мРНК, автосплайсинга I и II типа, ретроинтроны, сплайсинг тРНК дрожжей. Транс-сплайсинг.

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Типы нуклеиновых кислот и их распространение в природных биологических системах.
2. Доказательства генетической роли нуклеиновых кислот (эксперименты Эвери, Мак-Клеод и Мак-Карти, Херши и Чейз, Френкель-Конрата).
3. Химический состав нуклеиновых кислот и понятие о мономерах (нуклеотидах), образующих молекулы ДНК и РНК.

4. Уровни компактизации молекулы ДНК в про и эукариотической клетке.
5. Закономерности нуклеотидного состава ДНК и правила Чаргаффа.
6. Принцип строения и функционирования ДНК как вещества наследственности.
7. Основные предпосылки, обеспечивающие создание структурной модели ДНК Дж. Уотсоном и Ф. Криком.
8. Способы репликации ДНК и эксперименты М. Месельсона и Ф. Сталя.
9. Типы репликации (δ -, θ - и D-петли).
10. Система репликации бактериальной хромосомы.
11. Особенности процесса репликации эукариотических хромосом. Теломеразы.
12. Типы мутаций и механизм их возникновения.
13. Механизм образования генных мутаций.
14. Механизм образования хромосомных мутаций.
15. Механизм образования геномных мутаций.
16. Мобильные генетические элементы прокариот. Особенности организации, механизмы транспозиции, роль в клетке.
17. Мобильные генетические элементы эукариот. Особенности организации, механизмы транспозиции, роль в клетке.
18. Молекулярные механизмы репарации ДНК. Световая и темновая репарация. Фотореактивация.
19. Роль метилтрансфераз, лигаз и инсертаз в репарации.
20. Эксцизионная репарация. Вырезание поврежденных оснований гликозилазами.
21. Механизм репарации димеров тимина эксинуклеазным комплексом (uvrA, uvrB, uvrC и uvrD).
22. Репарация неспаренных оснований белками MutH, MutL, MutS и MutU.
23. Механизм пострепликативной или рекомбинационной репарации.
24. Механизм SOS репарации.
25. «Центральная догма» молекулярной биологии, постулированная Ф. Криком, и ее современное содержание.
26. РНК полимеразы про и эукариот. Сигма факторы. Факторы транскрипции.
27. Регуляторные участки генов про и эукариот.
28. Особенности транскрипции про- и эукариот
29. Организация генов про и эукариот
30. Негативная и позитивная регуляция транскрипции у прокариот.
31. Регуляция транскрипции прокариот на примере лактозного оперона.
32. Регуляция транскрипции прокариот на примере триптофанового оперона.
33. Регуляция транскрипции у эукариот.
34. Посттранскрипционный процессинг РНК и его особенности у эукариот.
35. Механизм альтернативного сплайсинга мРНК.
36. Механизм автосплайсинга I и II типа.
37. Ретроинтроны.

- 38.Сплайсинг тРНК дрожжей. Транс-сплайсинг.
- 39.Экспериментальные доказательства триплетности кода нуклеиновых кислот и расшифровка генетического кода.
- 40.Характеристики генетического кода нуклеиновых кислот.
- 41.Трансляция. Характеристика стадий трансляционного процесса.
- 42.Регуляция трансляции у про- и эукариот Дискриминация, трансляционное сопряжение, трансляционная репрессия, маскирование, тотальная регуляция трансляции.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Генетика	Генетики	Отсутствуют	Утвердить согласование (протокол №24 заседания кафедры микробиологии от 25.05.2020 г.)
Векторные системы	Микробиологии	Отсутствуют	Утвердить согласование (протокол №24 заседания кафедры микробиологии от 25.05.2020 г.)

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО
ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

на ____/____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № ____ от _____ 201_ г.)

Заведующий кафедрой

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета
