|  |
| --- |
| ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ **«ЛЕНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ** **А.С. ПУШКИНА»**Кафедра естествознания и географииУТВЕРЖДАЮПроректор по учебно-методическойработе \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С.Н. Большаков**ПРОГРАММА** **Б3.Б.01 (Г) ПОДГОТОВКА И СДАЧА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА****Направление подготовки – 19.03.01 Биотехнология****Профиль – молекулярная биология**г. Санкт-Петербург2022 г. |

**Лист согласования программы**

|  |
| --- |
| Программа составлена в соответствии с требованиями:- ФГОС ВО по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, утвержденного приказом Министерства образования и науки от 10.08.2021 г. № 736.- Приказ Минобрнауки России от 06.04.2021 N 245 "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры" (Зарегистрировано в Минюсте России 13.08.2021 N 64644).- Приказ Минобрнауки России от 29.06.2015 N 636 (ред. от 27.03.2020) "Об утверждении Порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры" (Зарегистрировано в Минюсте России 22.07.2015 N 38132).- Положения о порядке проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры в ГАОУ ВО ЛО «Ленинградский государственный университет имени А.С. Пушкина»;- Положения о требованиях к государственному экзамену по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры в ГАОУ ВО ЛО «Ленинградский государственный университет имени А.С. Пушкина»;- учебного плана ГАОУ ВО ЛО «Ленинградский государственный университет имени А.С. Пушкина» по направлению **19.03.01 Биотехнология.** |

Рассмотрено на заседании кафедры естествознания и географии 28.08.2022 г. (протокол №1, от «28» августа 2022 г.).

Соответствует требованиям к содержанию, структуре, оформлению.

Заведующий кафедрой естествознания и географии \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Силина Н.И.

Рабочая программа соответствует требованиям к содержанию, структуре, оформлению.

Согласовано:

Зав.библиотекой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ М.Е.Харитонова

Рекомендовано к использованию в учебном процессе

**1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ**

Государственный экзамен по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология (профиль Молекулярная биология) имеет целью произвести оценку освоения комплекса учебных дисциплин, определяющих формирование следующего перечня общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций: УК-1; УК-2; УК-3; УК-4; УК-5; УК-6; УК-7; УК-8; УК-9; УК-10; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5; ОПК-6; ОПК-7; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-8.

Государственный экзамен носит комплексный междисциплинарный характер и охватывает ключевые вопросы по дисциплинам, изученным обучающимся за период обучения.

Задачи государственного экзамена:

- оценка уровня освоения учебных дисциплин, определяющих компетенции выпускника;

- определение соответствия подготовки выпускника квалификационным требованиям Федерального государственного образовательного стандарта.

 На экзамене обучающийся должен продемонстрировать знания фундаментальных и прикладных вопросов биотехнологии, умения и навыки работы с базами данных, владения методикой биотехнологических исследований.

Государственный экзамен проводится по нескольким дисциплинам учебного плана. Вопросы, которые включаются в программу государственного экзамена, охватывают содержание учебных дисциплин базовой и вариативной части блока Дисциплины (модули) учебного плана бакалавров по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология (профиль Молекулярная биология), реализуемых в рамках основной образовательной программы: «Основы биохимии и молекулярной биологии», «Процессы и аппараты биотехнологии», «Общая генетика», «Молекулярная генетика», «Горизонтальный перенос генов и эволюция», «Основы биотехнологии», «Генетика и селекция микроорганизмов», «Химия биологически активных веществ».

Государственный экзамен проводится в устной форме по билетам (билет состоит из трех вопросов). В ходе проведения итогового государственного экзамена проверяется теоретическая и практическая подготовка обучающихся, уровень сформированности компетенций.

При ответе на вопросы экзаменационного билета обучающийся демонстрирует способности соотносить знания основ теоретических дисциплин с умением включать их в контекст будущей профессиональной деятельности при решении практических задач; способности к проектированию, структурированию, реализации профессиональной деятельности.

**2. СОДЕРЖАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА**

**ДИСЦИПЛИНА**

**«ОСНОВЫ БИОХИМИИ И МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ»**

Молекулярные носители наследственности. Структура ДНК и РНК. Модель ДНК Уотсона и Крика. Функции нуклеиновых кислот в реализации генетической информации: репликация, транскрипция и трансляция. Центральная догма молекулярной биологии: ДНК – РНК – белок. Полуконсервативный механизм репликации ДНК. Свойства генетического кода. Расшифровка кодонов. Вырожденность кода. Терминирующие кодоны. Универсальность кода. Ген как единица функции (цистрон). Молекулярно-генетические подходы в исследовании тонкого строения генов. Перекрывание генов в одном участке ДНК. Интрон-экзонная организация генов эукариот, сплайсинг.

Основные методы и подходы молекулярной генетики. Клонирование нуклеиновых кислот. Рестриктазы. Векторы. Геномные библиотеки. Гибридизация нуклеиновых кислот. Полимеразная цепная реакция (ПЦР). Секвенирование ДНК. Сборка сиквенсов геномов. Биоинформатика и системная биология.

Белки: состав, структура, свойства, функции. Роль белков в построении живых организмов и процессах жизнедеятельности. Элементный состав белков. Методы выделения, фракционирования и очистки белков. Размеры и форма белковых молекул. Глобулярные и фибриллярные белки. Способ связи аминокислот в белковой молекуле. Пептидная теория строения белков Э.Фишера. Пептиды. Методы синтеза пептидов. Природные пептиды: карнозин, глутатион, офтальмовая кислота, окситоцин, вазопрессин; их биологическая роль. Тонкое строение пептидной цепи (валентные углы и расстояния между атомами). Обмен белков. Распад белков и обмен аминокислот как источники возникновения биологически активных соединений.

Нуклеиновые кислоты. Структура и функции ДНК и РНК. Распад нуклеиновых кислот. Механизм биосинтеза (репликации) ДНК. Биосинтез РНК (транскрипция). Нуклеиновые кислоты. Структурные компоненты нуклеиновых кислот: азотистые основания пуринового и пиримидинового ряда, пентоза (β-D-ри-бофураноза и β-D-2-дезоксирибофураноза), фосфорная кислота. Таутомерия азотистых оснований. Типы нуклеиновых кислот: ДНК и РНК. Их биологическая роль. Нуклеозиды: состав, строение, химические свойства, биологическая роль. Нуклеотиды: состав, строение, химические свойства, биологическая роль. Связь мононуклеотидов в полинуклеотидной цепи. Первичная структура нуклеиновых кислот. Вторичная структура ДНК (модель Дж. Уотсона и Ф. Крика). Принцип комплементарности азотистых оснований в двойной спирали ДНК. Правила Е.Чаргаффа. РНК. Типы РНК: матричная (мРНК), транспортная (тРНК), информационная (иРНК), рибосомальная (рРНК), ядерная (яРНК), вирусная (вРНК). Первичная структура транспортной РНК (тРНК). Вторичная структура тРНК (модель "клеверный лист"). Третичная структура нуклеиновых кислот. Пути и механизмы синтеза белков в природе. Матричная система биосинтеза белков. Строение и модели работы рибосом.

Углеводы: структура, функции и пути обмена в организме. Углеводы. Их биологическая роль. Простые углеводы (моносахариды, или монозы). Классификация моносахаридов. Номенклатура. Изомерия: структурная и оптическая. Отношение моносахаридов к D- и L-стереохимическим рядам. Открытые и циклические формы моносахаридов. α- и β- Аномеры. Физико-химические свойства моносахаридов.

**ДИСЦИПЛИНА**

**«ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ БИОТЕХНОЛОГИИ»**

Современная биотехнология в создании и производстве лекарственных средств. Роль биотехнологии в современной фармации. Определение понятия биотехнологии. Краткая историческая справка по развитию биотехнологии в мире. Субстанции, используемые для биотехнологии. Биосинтез биологически активных веществ (БАВ) в условияхбиотехнологического производства (общие положения).

Слагаемые биотехнологического процесса. Структура биотехнологического производства.Общие положения. Схема производственного биотехнологического процесса. Подготовительные операции: выращивание посевного материала; стерилизация технологического воздуха; стерилизация оборудования; стерилизация питательных сред. Классификации биосинтеза. Кривая роста микроорганизмов при полупериодическом режимекультивирования. Параметры, влияющие на биосинтез ( механические, физические, химические, биологические). Совершенствование биообъекта методами клеточной инженерии. Техника клеточной инженерии. Техника генно-клеточной инженерии.

Совершенствование биообъекта методами генной инженерии. Техника генно-инженерного эксперимента. Техника безопасности в работе с генно-инженерными штаммами. Рекомбинантные белки – инсулин, интерфероны, гормоны роста, вакцины. Противоопухолевые антибиотики**.** Спектр биотехнологического производства рекомбинантных белков. Требования к микроорганизмам в производстве рекомбинантных белков. Правила безопасности в работе с рекомбинантными белками. Промышленное производство рекомбинантного инсулина. Схема получения рекомбинантного инсулина (фирма Eli Lilli – США). Контроль концентрации инсулина в крови человека. Интерфероны. Гормоны роста человека. Вакцины. Противоопухолевые антибиотики.

**ДИСЦИПЛИНА**

**«ОБЩАЯ ГЕНЕТИКА»**

Введение. История генетики. Проявление наследственности и изменчивости на разных уровнях организации живого: молекулярном, клеточном, тканевом, организменном, популяционном. Основные методы генетики. Логика генетического анализа в современной биологической науке. Синтез генетики и биохимии в становлении молекулярной биологии. Практическое значение генетики в современной науке о человеке, в медицине, в практике сельского хозяйства, разработке комплекса мер по охране окружающей среды. Генетика и молекулярная биология в современной биотехнологии. Исторический обзор развития генетики.

Основы генетического анализа. Понятия: ген, генотип и фенотип. Основы гибридологического метода: выбор объекта, отбор материала для скрещиваний, анализ признаков, применение статистического метода. Расщепление по фенотипу и по генотипу в F2 и F3. Взаимодействие аллелей: доминирование, неполное доминирование, кодоминирование. Гомо- и гетерозиготность. Закономерности наследования в ди- и полигибридных скрещиваниях при моногенном контроле каждого признака: единообразие первого поколения и расщепление во втором поколении. Закон независимого наследования генов. Статистический характер расщеплений. Неаллельные взаимодействия: комплементарность, эпистаз, полимерия. Особенности наследования количественных признаков (полигенное наследование). Использование статистических методов при изучении количественных признаков.

Молекулярные носители наследственности. Структура ДНК и РНК. Модель ДНК Уотсона и Крика. Функции нуклеиновых кислот в реализации генетической информации: репликация, транскрипция и трансляция. Свойства генетического кода. Расшифровка кодонов. Вырожденность кода. Терминирующие кодоны. Универсальность кода. Центральная догма молекулярной биологии: ДНК – РНК – белок. Полуконсервативный механизм репликации ДНК. Ген как единица функции (цистрон). Перекрывание генов в одном участке ДНК. Интрон-экзонная организация генов эукариот, сплайсинг.

Цитологические основы наследственности. Внутриклеточные носители наследственной информации – ядро, митохондрии и пластиды. Молекулярная организация хромосом эукариот. Компоненты хроматина: ДНК, РНК, гистоны, другие белки. Уровни упаковки хроматина, нуклеосомы. Понятие о хроматине. Эу- и гетерохроматин. Пространственная организация хромосомы. Нуклеосомный уровень организации хроматина. Цикл спирализации и деспирализации хромосом. Хромомеры. Деление клетки и воспроизведение. Митотический цикл и фазы митоза. Мейоз и образование гамет. Конъюгация хромосом. Редукция числа хромосом. Генетическая роль митоза и мейоза. Кариотип. Гомологичные хромосомы. Строение хромосом. Изменения в организации морфологии хромосом в ходе митоза и мейоза. Репликация хромосом.

Основы генетики пола. Понятие пола в генетике. Типы определения пола. Особенности хромосомного определения пола у разных организмов. Гомо- и гетерогаметный пол. Механизмы формирования гонад и внешних половых признаков у человека.

Основные методы и подходы молекулярной генетики. Клонирование нуклеиновых кислот. Гибридизация нуклеиновых кислот. Геномные библиотеки. Полимеразная цепная реакция (ПЦР). Секвенирование ДНК. Сборка сиквенсов геномов. Биоинформатика и системная биология.

Геномика. Структурная организация генома эукариот. Повторяющиеся и уникальные последовательности ДНК. Классификация повторяющихся элементов генома. Семейства генов. Псевдогены. Регуляторные элементы генома. Молекулярно-генетические методы картирования генома. Проблемы происхождения и молекулярной эволюции генов. Понятие о структурной, функциональной и эволюционной геномике. Композиционная гетерогенность. Эволюционный консерватизм элементов генома. Ортология и паралогия. Геномные базы данных.

Генетическая изменчивость. Классификация изменчивости. Понятие о наследственной генотипической изменчивости (комбинативная, мутационная) и ненаследственной фенотипической изменчивости (модификационная изменчивость). Наследственная изменчивость как основа эволюционного процесса. Мутационная изменчивость. Принципы классификации мутаций по фенотипическому проявлению: морфологические, физиологические, поведенческие, биохимические мутации и т. д. Летальные и полулетальные мутации, нейтральные и адаптивно ценные мутации, спонтанные и индуцированные мутации. Закон гомологических рядов наследственной изменчивости. Классификация мутаций по характеру изменения генотипа: генные, хромосомные, геномные и цитоплазматические. Генные мутации. Прямые и обратные мутации. Реверсии как результат обратных мутаций и как результат супрессии. Транзиции и трансверсии, инсерционные мутации, миссенс- и нонсенс-мутации. Молекулярные механизмы мутагенеза. Хромосомные мутации: делеции, дупликации, инверсии, транслокации, инсерции.

Генетика популяций и эволюционная генетика.Генетическая гетерогенность популяций. Равновесное состояние панмиктических популяций. Закон Харди – Вайнберга. Отбор генотипов в популяции. Типы отбора. Роль мутаций в эволюции популяций. Мутационное давление. Наследственный полиморфизм популяций и методы его изучения. Дрейф генов. Генофонд вида и популяций и его значение для селекции и эволюции. Геногеография. Проблема охраны генофонда редких и исчезающих видов.

Эпигенетика.Понятие эпигенетики. Биохимическая модификация структуры хроматина. Метилирование ДНК. Ацетилирование гистонов. Понятие «гистонового кода». Геномный импринтинг. Синдромы Прадера-Вилли и Ангельмана. Инактивация половой X-хромосомы у самок плацентарных млекопитающих (лайонизация). Компенсация дозы генов. РНК-интерференция.

Генетика и селекция. Учение Н.И. Вавилова об исходном материале для селекции. Аутбридинг. Инбридинг. Использование индуцированных мутаций и комбинативной изменчивости в селекции растений, животных и микроорганизмов. Явление гетерозиса и его генетические механизмы. Отбор, подбор и оценка генотипа в селекции. Отбор по фенотипу и генотипу (оценка по родословной и качеству потомства). Влияние условий внешней среды на эффективность отбора. Генетика человека и медицинская генетика.Философские аспекты генетики человека.

**ДИСЦИПЛИНА**

**«МОЛЕКУЛЯРНАЯ ГЕНЕТИКА»**

Введение. Современное состояние, задачи и методы молекулярной генетики.

[Структурная модель ДНК Дж. Уотсона и Ф. Крика](http://med-books.info/gennyie-bolezni-nasledstvennyie/strukturnaya-model-dnk-uotsona.html). ДНК – дезоксирибонуклеиновая кислота – биологическая макромолекула, носитель генетической информации во всех эукариотических клетках.

[Транскрипция. Процесс трансляции у эукариот](http://med-books.info/gennyie-bolezni-nasledstvennyie/transkriptsiya-protsess-translyatsii.html). Знание структуры и функций ДНК необходимо для понимания сути некоторых генетических процессов, протекающих в клетке.

[Сравнительная характеристика ДНК и РНК](http://med-books.info/gennyie-bolezni-nasledstvennyie/sravnitelnaya-harakteristika-dnk.html). Матричная РНК, транспортная РНК.

Генетический код. Свойства генетического кода• Вырожденность генетического кода.

Наследование при моногибридном скрещивании и закон расщепления. [Мутагены и мутагенез](http://med-books.info/gennyie-bolezni-nasledstvennyie/mutagenyi-mutagenez.html). физические, химические и биологические **мутагены.** Источник **мутагенов** в окружающей среде, в пищевых продуктах. Супер**мутагены.** Различают спонтанный и индуцированный **мутагенез.**

Дигибридное скрещивание и закон независимого распределения. Множественный аллелизм. Наследование групп крови. Изменчивость. [Классификация изменчивости. Ненаследственная изменчивость и ее типы](http://med-books.info/gennyie-bolezni-nasledstvennyie/klassifikatsiya-izmenchivosti-nenasledstvennaya.html). [Наследственная изменчивость и ее типы](http://med-books.info/gennyie-bolezni-nasledstvennyie/nasledstvennaya-izmenchivost-tipyi.html). [Мутагены и мутагенез](http://med-books.info/gennyie-bolezni-nasledstvennyie/mutagenyi-mutagenez.html). [Классификация мутаций на хромосомном уровне](http://med-books.info/gennyie-bolezni-nasledstvennyie/klassifikatsiya-mutatsiy-hromosomnom.html).

[Классификация наследственных болезней](http://med-books.info/gennyie-bolezni-nasledstvennyie/klassifikatsiya-nasledstvennyih-bolezney.html). Хромосомные болезни. Наследственные генные болезни.

**ДИСЦИПЛИНА**

**«ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ ПЕРЕНОС ГЕНОВ и эволюция»**

Введение. Общие сведения о горизонтальном переносе генов. Основные понятия и термины, использующиеся при исследовании горизонтального переноса генов. Суть явления горизонтального переноса генов. История открытия феномена горизонтального переноса генов. Методы исследования данного явления. Методы сравнительной геномики. Значение горизонтального переноса генов в природе и в практической деятельности человека.

Молекулярно-биологические механизмы вертикального и горизонтального переноса генов. Структура генома. Основные сведения о молекулярных механизмах передачи генетической информации. Репликация ДНК. Плазмиды. Механизмы встраивания вирусных ДНК и РНК в геном хозяина. Понятие о векторе. Цитогенетические характеристики явления горизонтального переноса генов.

Примеры горизонтального переноса генов. Горизонтальный перенос генов у микроорганизмов. Горизонтальный перенос генов у растений и животных. Горизонтальный перенос генов от вирусов другим организмам. Горизонтальный перенос генов от бактерий другим организмам. Частота переноса генов между представителями разных таксонов (от видов – до царств).

Роль горизонтального переноса генов в эволюции. Масштабы горизонтального переноса генов в природе. Горизонтальный перенос генов – как фактор эволюции. Примеры алло- и ароморфозов, являющихся последствием горизонтального переноса генов.

Использование горизонтального переноса генов в биотехнологии и селекции. Задачи генетической инженерии. Методы инкорпорации в геном чужеродных генов. Эффективные векторы и промоторы. Примеры искусственного горизонтального переноса генов. Генетически модифицированные организмы.

**ДИСЦИПЛИНА**

**«ОСНОВЫ БИОТЕХНОЛОГИИ»**

Биотехнология как межотраслевая область научно-технического прогресса и раздел практических знаний. Основные факторы, обусловившие стимул в развитии современной биотехнологии. Связь биотехнологии с биологическими, химическими, техническими и другими науками. Практические задачи биотехнологии и важнейшие исторические этапы ее развития. Области применения достижений биотехнологии. Трехкомпонентность современной биотехнологии.

Объекты биотехнологии, основные требования к их применению. Микробная, растительная и животная клетки - основной объект биотехнологии. Микроорганизмы (бактерии и высшие протисты) – основные объекты биотехнологии. Штаммы микроорганизмов, использующиеся в биотехнологии, их преимущества. Принципы подборы биотехнологических объектов. Промышленные, модельные и базовые микроорганизмы. Требования к продуцентам, используемым в биотехнологическом производстве.

Выделение и селекция микроорганизмов – продуцентов биологически активных веществ. Методические подходы к улучшению штаммов промышленных микроорганизмов. Характеристика мутантных клеток и особенности их использования.

Основные понятия генетики. Генетические способы улучшения продуцентов: организменный, клеточный и молекулярный уровни. Получение продуцентов путем ступенчатого отбора случайных мутаций и отбор продуцентов с заданным фенотипом.

Инженерная энзимология. Генетическая инженерия и технология рекомбинантных ДНК. Основные открытия, обосновавшие теоретически технологический подход к наследственной информации.

Инструменты генетической инженерии. Методы обнаружения и выделения микроорганизмов. Характеристика ферментов, используемых в генетической инженерии. Технологические приемы и аппаратурное оформление процессов выращивания микроорганизмов. Рестрицирующие эндонуклеазы, их основные характеристики и область применения. Методы соединения клонируемых фрагментов и векторных молекул. Выделение фрагментов ДНК.

Характеристика и особенности векторных молекул. Векторные системы, применяемые для клонирования в клетках прокариотических организмов. Типы векторов: плазмидные и фаговые, космиды и фазмиды. Классификация векторов. Упаковочная система бактериофага лямбда и область ее применения. Особенности клонирования в клетках грамотрицательных и грамположительных бактерий.

Банки генов и клонотеки геномов.

Векторные системы для клонирования в клетках эукариот: животных, растительных и дрожжевых.

Стратегия клонирования и экспрессия чужеродной генетической информации в клетках различных организмов.

Способы введения рекомбинантных ДНК в клетки различных организмов. Поиск клонов с рекомбинантной ДНК. Общая схема эксперимента по генетической инженерии.

Требования, предъявляемые к питательным субстратам, использующимся в биотехнологических процессах. Основные типы питательных сред, использующихся в биотехнологии: требования к составу и качеству, принципы подбора.

Сырьевая база биотехнологии. Питательные среды для ферментационных процессов. Природные сырьевые субстраты растительного происхождения. Отходы производства как потенциальные субстраты для культивирования биологических объектов. Биотехнологические производства.

Устройство и основные конструкторские детали ферментеров и биореакторов. Технологические основы получения метаболитов. Системы пеногашения, теплообмена, аэрирования и перемешивания, асептики и стерилизации, используемые в ферментерах. Иммобилизованные ферменты. Специализированные ферментационные технологии: аэробные, анаэробные, газофазные и др.

Типы и режимы ферментаций: периодические и непрерывные. Хемостаты и турбидостаты. Твердофазная ферментация. Особенности получения целевых продуктов при различных условиях ферментации. Принцип масштабирования технологических процессов: лабораторные, пилотные и промышленные установки. Типовые схемы промышленных процессов получения: биомассы белка и аминокислот, ферментов, антибиотиков и продуктов брожения.

Основные параметры роста культур: время генерации, удельная скорость роста, выход биомассы, экономический коэффициент. Кривая роста популяции клеток, характеристика отдельных фаз и получение целевых продуктов. Зависимость выхода конечного продукта от потребленного субстрата.

Особенности культивирования биологических объектов. Культивирование клеток высших растений, примеры получаемых продуктов. Культивирование клеток животных, получение моноклональных антител.

Конечные стадии получения целевого продукта. Основы биосинтетических процессов. Отделение биомассы: флотация, фильтрование и центрифугирование. Методы дезинтеграции клеток. Выделение целевого продукта: осаждение, экстрагирование, адсорбция, электрохимические методы, ионообменная хроматография и др. Стадии концентрирования, обезвоживания, модификации и стабилизации целевых продуктов биотехнологических процессов.

Классификация продуктов биотехнологического производства.

Иммобилизованные клетки и ферменты, преимущества их использования в биотехнологии. Основные биополимеры клеток. Характеристика используемых носителей, способы иммобилизации клеток и ферментов. Рост и культивирование микроорганизмов.

Технология производства ферментов в промышленных условиях, требования, предъявляемые к продуцентам ферментов.

Инженерная энзимология как современное направление биотехнологии.

Прикладная генная и клеточная инженерия. Органеллы клеток. Методы культивирования клеток высших организмов. Строение и химический состав клеток. Каллусные и суспензионные культуры клеток высших растений, методы их получения и область применения. Поступление веществ в клетку и их метаболизм. Протопласты растительных клеток, их получение, методы регенерации и культивирования. Инженерные основы биотехнологии. Слияние протопластов растительных клеток. Гибридизация соматических клеток растений.

Культивирование клеток и тканей животных. Ферментативный катализ и основы кинетики биохимических реакций. Приемы культивирования в суспензионной культуре и и в адгезированном состоянии. Требования к качеству и составу питательных сред. Первичные и перевиваемые культуры.

Получение трансгенных организмов.

Производство белка одноклеточных организмов. Продуценты белка. Понятие скора. Требования к белку одноклеточных организмов, возможности его использования.

Биотехнология и медицина. Получение антибиотиков в промышленных условиях. Другие лекарственные препараты, получаемые в промышленных условиях (вакцины, пробиотики и т.д.).

Биотехнологические способы получения энергоносителей.

Биотехнология и окружающая среда. Экологическая биотехнология. Биотехнология очистки промышленных отходов.

Социальные аспекты биотехнологии и биоинженерии. Контроль применения биотехнологических методов.

Важнейшие продукты биотехнологии. Основные характеристики и потребительские свойства; надежность биотехнологических систем и проблемы охраны окружающей среды.

**ДИСЦИПЛИНА**

**«ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ»**

Микроорганизмы и их классификация. Положение микроорганизмов в системе живого мира. Разнообразие микроорганизмов и их общность с другими организмами. Прокариотические и эукариотические микроорганизмы; сходства и основные различия.

Вирусы: общая характеристика, отличия от клеточных организмов жизни. Бактериофаги: свойства, химический состав, строение, распространение в природе. Вирулентные и умеренные бактериофаги; особенности взаимодействия с бактериальными клетками. Фаговая конверсия.

Морфология и структурная организация бактериальной клетки. Морфология и размеры бактерий. Плеоморфизм бактерий. Анатомия бактериальной клетки (схематическое строение "идеализированной" бактерии). Роль различных химических соединений в формировании клеточных структур и функционировании бактерий.

Культивирование и рост бактерий. Питательные среды в микробиологии (классификация, принцип изготовления). Культивирование аэробных и анаэробных микроорганизмов. Накопительные культуры; методы их получения. Чистые культуры микроорганизмов; методы их получения.

Действие физических и химических факторов на жизнедеятельность бактерий. Действие факторов физической природы на жизнедеятельность микроорганизмов. Характер и механизмы действия химических веществ на жизнедеятельность микроорганизмов. Репарация повреждений ДНК у микроорганизмов (фотореактивация, эксцизионная и рекомбинационная репарации, SOS-ответ).

Генетика бактерий. Изменчивость микроорганизмов. Доказательства мутационной природы изменения наследственных признаков у бактерий. Понятие об адаптации микроорганизмов. Модификационная изменчивость у бактерий. Мутации у бактерий. Классификация мутаций и молекулярные основы мутационного процесса. Мутагенные факторы. Практическое использование мутаций. Методы выделения мутантов бактерий.

Плазмиды бактериальных клеток; природа, организация, свойства и значение для бактериальной клетки. Взаимодействие плазмид с хромосомой. Использование плазмид в генетической инженерии.

**ДИСЦИПЛИНА**

**«ХИМИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ»**

Высшие одноосновные предельные и непредельные карбоновые кислоты, входящие в состав жиров. Высшие предельные одноосновные карбоновые кислоты – пальмитиновая (гексадекановая) и стеариновая (октадекановая) кислоты - как составные компоненты простых омыляемых липидов: восков и жиров. Строение, физические и химические свойства, способы получения, биологическая роль. Их участие в обменных процессах в организме: ресинтезе жиров и в процессе β-окисления. Олеиновая кислота (9-октадеценовая кислота) как представитель высших одноосновных непредельных карбоновых кислот, входящих в состав жиров: строение, физические и химические свойства, биологическая роль. Функциональные производные угольной кислоты. Мочевина – диамид угольной кислоты: строение, химические свойства, получение, роль в организме.

Глицерин и его биологически важные производные. Трёхатомные спирты (глицерины, или триолы). Глицерин (пропантриол-1,2,3): технические способы получения, физические и химические свойства (образование глицератов при взаимодействии со щелочными металлами, гидроксидами тяжёлых металлов (качественная реакция на α-диольный фрагмент), образование сложных эфиров при взаимодействии с минеральными и карбоновыми кислотами, практическое применение. Биологическая роль глицерина. Превращения in vivo. Жиры как сложные эфиры глицерина и высших жирных кислот (ВЖК): строение, физические и химические свойства, способы получения, биологическая роль. Превращения жиров in vivo.

Дикарбоновые кислоты, участвующие в процессах жизнедеятельности. Дикарбоновые предельные кислоты. Малоновая кислота: строение, химические свойства, способы получения, биологическая роль. Янтарная кислота: строение, химические свойства, способы получения, биологическая роль. Непредельные дикарбоновые кислоты. Фумаровая кислота (транс-изомер бутен-2-диовой кислоты): строение, химические свойства, участие в обменных процессах в организме.

Гидроксикислоты, участвующие в процессах жизнедеятельности. Гидроксикарбоновые кислоты. Классификация, номенклатура. Моногидроксикарбоновые кислоты: строение, оптическая активность, химические свойства, обусловленные наличием в молекуле карбоксильной и гидроксигрупп. Лактиды, лактоны. Их гидролиз. Реакция элиминирования β-гидроксикислот. Биологическое значение. Многоосновные гидроксикарбоновые кислоты: двухосновные (яблочная), трёхосновные (лимонная). Яблочная кислота (гидроксиянтарная) как представитель многоосновных гидроксикислот: строение, химические свойства, биологическая роль. Её участие в цикле Кребса. Лимонная кислота (2-гидроксипропан-1,2,3-трикарбоновая кислота): строение, химические свойства, биологическая роль. Её участие в обмене углеводов. Образование лимонной кислоты в результате альдольного присоединения.

Кетокислоты - участники обменных процессов в организме. α-Кетокарбоновые кислоты, участвующие в процессах жизнедеятельности. Пировиноградная кислота (ПВК): строение, химические свойства, биологическая роль. Щавелево-уксусная кислота (ЩУК): строение, химические свойства, биологическая роль. Участие в обменных процессах в организме: в цикле Кребса, в реакциях трансаминирования α-аминокислот. α-Кетоглутаровая кислота: строение, химические свойства, биологическая роль. Её участие в обменных процессах в организме. Ацетоуксусная кислота как пример β-кетокислоты, участвующей в обменных процессах в организме (в метаболизме "кетоновых, или ацетоновых" тел). Строение, химические свойства. Реакция декабоксилирования β-кетонокислот и окислительного декарбоксилирования α-кетонокислот. Кето-енольная таутомерия ацетоуксусного эфира. Участие в биохимических процессах.

Глюкоза и другие углеводы, их биохимические превращения. Глюкоза как представитель полигидроксиальдегидов, участвующих в обменных реакциях in vivo. Строение, химические свойства глюкозы, способы получения, биологическая роль. Участие глюкозы в обменных процессах углеводов в организме: гликолиз, цикл Кребса, пентозофосфатный цикл. Биологически важные дисахариды: мальтоза, лактоза, сахароза. Строение, химические свойства, биологическая роль. Крахмал как гомополисахарид: нахождение в природе, физические свойства, строение, химические свойства, биологическая роль.

Аминоспирты, входящие в состав живых организмов. Аминоспирты: строение, химические свойства, получение, роль в организме. Коламин (этаноламин): строение, химические свойства, получение. Его участие в построении структурных липидов. Холин (гидроксид триметил-2-гидроксиэтиламмония) как представитель аминоспиртов, являющихся структурным компонентом сложных омыляемых липидов. Ацетилхолин как сложный эфир холина и уксусной кислоты: строение, химические свойства, биологическая роль.

Аминофенолы, входящие в состав живых организмов. Аминофенолы: дофамин, норадреналин, адреналин. Строение, химические свойства. Понятие о биологической роли этих соединений и их производных.

Аминокислоты. Биологически важные реакции α-аминокислот. α-Аминокислоты: классификация, строение (образование цвиттер-иона), оптическая изомерия, химические свойства. Биологически важные реакции α-аминокислот: реакции дезаминирования (её виды), декарбоксилирования, трансаминирования (переаминирования), поликонденсации. γ-Аминомасляная кислота (ГАМК): строение, химические свойства, получение, биологическая роль.

Пептиды, их биологическая роль. "Каскадный" синтез пептидов. Пептиды. Строение. Химические свойства. Биологическая роль. "Каскадный синтез" пептидов. Реакции, лежащие в основе этого процесса. Природные пептиды: глутатион, карнозин, офтальмовая кислота. Строение, биологическая роль.

Коферменты, их участие в биохимических реакциях. Коферменты. Нуклеозидполифосфаты: АДФ, АТФ. АТФ: строение, химические свойства, биологическая роль. Кофермент А: строение, его участие в обменных процессах в организме. Никотинамиднуклеотидные коферменты: НАД+, НАДФ+ (окисленная форма), НАД Н2, НАДФ Н2 (восстановленная форма). Строение, их роль в биохимических реакциях. Флавиновые коферменты: ФАД. Строение, биологическая роль.

Биологически важные гетероциклы. Биологически важные гетероциклические соединения. Фуран, пиррол, тиофен как представители пятичленных гетероциклов с одним гетероатомом: строение, химические свойства, биологическая роль (общая характеристика). Фуран: строение, химические свойства, биологическая роль. Пиррол: строение, химические свойства, биологическая роль. Тиофен: строение, химические свойства, биологическая роль. Имидазол как представитель пятичленных гетероциклов с двумя одинаковыми гетероатомами: строение, химические свойства, биологическая роль. Тиазол как представитель пятичленных гетероциклов с двум разными гетероатомами: строение, химические свойства, способы получения, биологически важные производные тиазола. Пиридин как представитель шестичленных гетероциклов с одним гетероатомом: строение, химические свойства. Биологически важные производные пиридина: никотиновая кислота и её амид как две формы витамина РР. Пиримидин как представитель гетероциклов с двумя одинаковыми гетероатомами: строение, химические свойства, способы получения, биологическая роль. Пиримидиновые основания, входящие в состав нуклеиновых кислот: урацил, тимин, цитозин. Их лактим-лактамная таутомерия. Пурин как представитель бициклических гетероциклов: строение, химические свойства. Биологически важные производные пурина: аденин, гуанин как составные компоненты нуклеиновых кислот. Мочевая кислота (2,6,8-тригидроксипурин) как конечный продукт метаболизма пуриновых соединений in vivo.

**3. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ, ВЫНОСИМЫХ НА ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН**

1. Мутации, их разновидности, мутагенные факторы.
2. Инициация и элонгация трансляции.
3. Генетические векторы, их разновидности.
4. Процессинг РНК.
5. Структура нуклеиновых кислот.
6. Строение ДНК. Альтернативные формы двойной спирали ДНК.
7. Денатурация и ренатурация нуклеиновых кислот. Гибридизация РНК И ДНК.
8. Функции нуклеиновых кислот.
9. Механизм репликации по Уотсону и Крику. Эксперимент Месельсона и Сталя.
10. Уровни укладки ДНК в эукариотической хромосоме.
11. Интроны и экзоны. Основные характеристики интронов. Виды интронов. Теории мозаичного строения генов эукариот.
12. Значение микроорганизмов как объектов биотехнологических производств.
13. Основные конструкции центрифуг.
14. Классификации биосинтеза.
15. Техника клеточной инженерии.
16. Схема биотехнологического производства.
17. Методы выделения и очистки конечных продуктов биотехнологических производств.
18. Моногибридное скрещивание, 1-й закон Менделя. Особенности методических подходов в экспериментах Г. Менделя. Типы аллельного взаимодействия генов.
19. 2-й закон Менделя. Правило «чистоты гамет». Анализирующее скрещивание и его значение для генетического анализа.
20. Особенности наследования признаков при ди- и полигибридном скрещивании. 3-й закон Менделя.
21. Доказательство генетической роли ДНК и РНК.
22. Классификация генных мутаций.
23. Геномные мутации. Классификация.
24. Центральная догма молекулярной биологии.
25. Сплайсинг.
26. Генетический код.
27. Уникальные и повторяющиеся гены.
28. ДНК митохондрий и хлоропластов.
29. Структура геномов прокариот.
30. Суть явления горизонтального переноса генов.
31. Значение горизонтального переноса генов в природе и в практической деятельности человека.
32. Строение и функции плазмид.
33. Горизонтальный перенос генов у микроорганизмов.
34. Горизонтальный перенос генов – как фактор эволюции.
35. Общие требования к биотехнологическим производствам.
36. Гибридизация соматических клеток.
37. Регуляция размножения животных.
38. Влияние мутагенов на культивируемые клетки.
39. История развития генетической инженерии.
40. Методы получения генетически модифицированных организмов и их использование.
41. Повторяющиеся и уникальные последовательности ДНК. Классификация повторяющихся элементов генома.
42. Псевдогены.
43. Полимеразная цепная реакция (ПЦР).
44. Мутации. Классификации мутаций.
45. Интрон-экзонная организация генов эукариот, сплайсинг.
46. Дикарбоновые предельные и непредельные кислоты, участвующие в процессах жизнедеятельности.
47. Функциональные производные угольной кислоты. Мочевина – диамид угольной кислоты: строение, химические свойства, получение, роль в организме.
48. Биологически важные дисахариды: мальтоза, лактоза, сахароза. Строение, химические свойства, биологическая рол.
49. Пептиды. Строение. Химические свойства. Биологическая роль.
50. Биологически важные гетероциклические соединения. Фуран, пиррол, тиофен как представители пятичленных гетероциклов с одним гетероатомом: строение, химические свойства, биологическая роль (общая характеристика).

**4. РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩЕМУСЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ И ПРОЦЕДУРА ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА**

При подготовке к государственному экзамену обучающийся знакомится с перечнем вопросов, вынесенных на государственный экзамен и списком рекомендуемой литературы. Для успешной сдачи подготовки к государственному экзамену, обучающемуся предлагается посетить предэкзаменационную консультацию, которая проводится по вопросам, включенным в программу государственного экзамена.

Государственный экзамен проводится в соответствии с утвержденным расписанием государственной итоговой аттестации. На экзамене обучающиеся получают экзаменационный билет. Каждый билет содержит 3 вопроса из фонда оценочных средств: два из них теоретические, на которые должен ответить выпускник, третий представляет собой практическое задание.

Процедура сдачи государственного экзамена включает:

* подготовка обучающегося к ответу по вопросам билета;
* ответ обучающегося на вопросы билета;
* ответы обучающегося на дополнительные вопросы, заданные членами комиссии;
* обсуждение ответов обучающихся членами ГЭК, выставление и объявление оценок (оценки объявляются всей группе после окончания экзамена).

Устный ответ обучающегося на государственном экзамене заслушивается государственной экзаменационной комиссией. В зависимости от полноты и глубины ответа на поставленные вопросы, обучающемуся могут быть заданы дополнительные вопросы членами государственной экзаменационной комиссии.

После заслушивания ответов на вопросы экзаменационных билетов всех обучающихся группы, комиссия принимает решение и выставляет отметки каждому обучающемуся за сдачу государственного экзамена.

**5. ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ**

**4.1 основная литература:**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование | Авторы | Место издания | Год издания | Наличие |
| в научно-техническойбиблиотеке, экз | в ЭБС, адрес в сети Интернет |
| 1. | Теоретические основы биотехнологии: учебно-методическое пособие | Сироткин А. С. , Жукова В. Б. | Казань: КГТУ  | 2010 |  | http://biblioclub.ru  |
| 2. | Теоретические основы биохимии: учебное пособие | Барышева Е. , Баранова О. , Гамбург Т. | Оренбург: ОГУ | 2011 |  | http://biblioclub.ru |
| 3. | Генетические основы селекции растений Том. 1. Общая генетика растений. В 4 т | Баранова А.А. | Минск: Белорусская наука | 2008 |  | [http://biblioclub.ru](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=143050&sr=1) |
| 4. | Генетика человека с основами общей генетики: учебное пособие | Курчанов Н. А. | СПб.: СпецЛит | 2009 |  | [http://biblioclub.ru](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=105726&sr=1) |
| 5. | Практический курс общей генетики: учебное пособие | Нахаева В. И. | М.: Флинта | 2011 |  | [http://biblioclub.ru](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=83544&sr=1) |
| 6. | Биологическая химия |  Таганович А. Д. , Олецкий Э. И. , Коневалова Н. Ю. , Лелевич В. В. |  Минск: Вышэйшая школа | 2013 |  | [http://biblioclub.ru](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=235731&sr=1) |
| 7. |  Теоретические основы биохимии: учебное пособие |  Барышева Е. , Баранова О. , Гамбург Т. |  Оренбург: ОГУ |  2011 |   | [http://biblioclub.ru](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=259198&sr=1) |

**4.2.** **дополнительная литература:**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование | Авторы | Место издания | Год издания | Наличие |
| в научно-техническойбиблиотеке, экз | в ЭБС, адрес в сети Интернет |
|  | Толковый биотехнологический словарь (русско-английский) | Тарантул В. З.. | М.: Языки славянской культуры | 2009 |  | [http://biblioclub.ru](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=73429&sr=1) |
|  | Генетическая инженерия | Щелкунов С. Н. | Новосибирск: Сибирское университетское издательство | 2010 |  | [http://biblioclub.ru](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=57527&sr=1) |
|  | Научные основы биотехнологии: учебное пособие, Ч. I. Нанотехнологии в биологии | Горленко В. А. , Кутузова Н. М. , Пятунина С. К. | М.: Прометей | 2013 |  | [http://biblioclub.ru](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=240486&sr=1) |
|  | Молекулярная Биология Клетки. | Б. Альбертс,, Д. Брей, Дж. Льюис, М. Рэфф, К. Робертс, Дж. Уотсон. | М: Мир | 1994. в 3х томах |  | [http://biblioclub.ru](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=40083&sr=1) |
|  | Основы современной генетики: учебное пособие для учащихся высших учебных заведений (бакалавриат) | Мандель Б. Р. | М., Берлин: Директ-Медиа | 2016 |  | [http://biblioclub.ru](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=440752&sr=1) |
|  | Общая и молекулярная генетика.  | И.Ф. Жимулев. | Сибирское университетское издательство. |  2007 |  | [http://biblioclub.ru](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=57409&sr=1) |
|  | Биохимия: учебное пособие |  Шамраев А. В. | Оренбург: ОГУ | 2014 |  | [http://biblioclub.ru](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=270262&sr=1) |
|  | Практические основы биохимии: учебное пособие | Барышева Е. , Баранова О. , Гамбург Т. | Оренбург: ОГУ | 2011 |  | [http://biblioclub.ru](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=259197&sr=1) |

**6. РЕСУРСЫ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»**

1. Медико-биологический информационный портал MedLine: http://www.medline.ru.
2. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU, РИНЦ: http://elibrary.ru.
3. Проект «Молекулярная и классическая биология»: www.molbiol.ru.
4. Российская государственная библиотека: http://www.rsl.ru.
5. Российский гуманитарный научный фонд: http://grant.rfh.ru/rfh/index.php/ru/.
6. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека». – Режим доступа :/http:// biblioclub.ru
7. База данных медицинских и биологических публикаций PubMed: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed.
8. Национальные базы патентного ведомства США: http://patft.uspto.gov.
9. Платформа «ScienceDirect»: http://www.sciencedirect.com.
10. National Center for Biotechnology Information: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/.
11. Springer International Publishing: http://www.springerlink.com.
12. U.S. National Institutes of Health's National Library of Medicine (NIH/NLM): http://www.pubmedcentral.nih.gov .
13. ACS Publications: http://www.pubs.acs.org.