

# ПРОГРАММА ПИСЬМЕННОГО ЭКЗАМЕНА ДЛЯ ПОСТУПЛЕНИЯ В МАГИСТРАТУРУ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА

## Направление – БИОЛОГИЯ

### ЭКОЛОГИЯ

**Экологические факторы.** Основные факторы внешней среды, влияющие на организм. Лимитирующие факторы среды.. Понятие экологического оптимума.

**Биологический вид, популяция, биотоп, экосистема, биоценоз, биосфера.** Экологическая ниша вида. Структура популяции. Коэффициенты рождаемости и смертности. «Волны жизни». Демографическая пирамида. Понятие экосистемы. Структура экосистемы. Учение о биосфере. Роль живого вещества в преобразовании атмосферы и литосферы Земли.

**Пищевые цепочки.** Автотрофы и гетеротрофы. Продуценты, консументы, редуценты. Трофическая цепочка. Трофическая сеть. Трофическая пирамида. Круговорот веществ в природе.

**Потребление ресурсов.** Современный прогноз дальнейшего роста народонаселения Земли. Факторы, влияющие на снижение рождаемости. Факторы, определившие снижение смертности в человеческом обществе.

**Достижения и негативные последствия «зелёной» революции.** Роль биологических морских ресурсов в обеспечении человечества продуктами питания. Аквакультура: культивируемые группы видов, условия осуществления.

**Прогноз запасов ресурсов.** Прогноз запасов основных минеральных ресурсов. Доминирующие в России запасы минерального сырья. Воздействие на окружающую среду открытого и закрытого способов добычи природных ресурсов.

Водные ресурсы мира и проблемы их использования. Причины и последствия эрозии почв. Причины засоления почв.

Современное использование энергетических ресурсов в мире. Позитивные и негативные стороны основных способов получения электроэнергии. Особенности добычи нефти из сланцев. Водородная энергетика. Авария на Чернобыльской АЭС, ее причины и последствия.

**Загрязнение окружающей среды.** Основные виды загрязнения окружающей среды. «Кислотные» осадки, их происхождение и способы борьбы с ними. «Парниковый эффект» и его последствия. Пути решения проблемы. Истощение озонового слоя Земли и его опасность. Предпринятые меры для решения проблемы.

Загрязнение Мирового океана нефтепродуктами. Эвтрофикация водоемов: причины и последствия. Меры предотвращения эвтрофикации водоемов.

Опасность использования этилированного бензина автотранспортом. Основные причины радиоактивного загрязнения окружающей среды. Способы захоронения радиоактивных отходов.

### Рекомендованная литература:

1. Марфенин Н.Н. Экология: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования. М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 512 с.
2. Марфенин Н.Н. Устойчивое развитие человечества. Учебник. - М.: МГУ, 2006. – 624 с.
3. Николайкин Н.И., Николайкина Н.Е., Мелехова О.П. Экология: учебник для вузов. – 3-е изд., стереот. – М.: Дрофа, 2004. – 624 с.

## КЛЕТОЧНАЯ БИОЛОГИЯ

**Клеточная теория.** Функциональные системы клетки: ядро, митохондрии, хлоропласты, цитоскелет. Методы изучения клеток. Методы микроскопии: световая и электронная микроскопия, флуоресцентная микроскопия, видеомикроскопия.

Цитохимическое окрашивание и иммуно-цитохимическое окрашивание клеток, молекулярная гибридизация, метод FISH, культура клеток,

**Структурно-функциональная характеристика ядра.** Эухроматин и гетерохроматин. Типы ДНК. Уровни компактизации ДНК. Роль гистонов и негистоновых белков в компактизации хроматина. Топологически-ассоциированные домены. Модели организации хромосом. Кариотип. Хромосомные территории.

Репликации ДНК. Репликация теломерных районов хромосом. Полиплоидия. Механизмы полиплоидизации клеток.

Транскрипция. Типы РНК и РНК-полимераз. Созревание продуктов транскрипции. Субдомены ядра: ядрышко, тельца Кахаля, спеклы.. Механизм образования рибосомных РНК и формирование рибосомных субъединиц. Судьба компонентов ядрышка в митозе.

Ядерная оболочка. Структура и функции ламины. Строение ядерной поры. Механизмы ядерно-цитоплазматического транспорта.

**Мембранные компоненты клетки.** Строение мембраны. Мембранные домены. Функции мембран. Межклеточные контакты и контакты клетки с внеклеточным матриксом. Транспорт через плазматическую мембрану низкомолекулярных и высокомолекулярных соединений. Основные механизмы эндоцитоза (фагоцитоз, клатрин-опосредуемый эндоцитоз, неклатриновый эндоцитоз). Ранние и поздние эндосомы.

**Синтез и топогенез белков.** Синтез белка. Строение рибосом. Строение и функции эндоплазматического ретикулума (ЭПР). Синтез белков на гранулярном ЭПР. Модификации белков в эндоплазматическом ретикулуме. Стресс ЭПР. Аппарат Гольджи.

**Механизмы везикулярного транспорта.** Роль белков окаймления. Механизм адресования и слияния везикул. Антероградный и ретроградный транспорт. Транспорт везикул от аппарата Гольджи к плазматической мембране. Созревание секреторных гранул. Экзоцитоз.

**Клеточные системы деградации.** Аутофагия. Механизм образования аутофагосом. Классификация, строение, модели образования лизосом. Понятия эндолизосомы, аутолизосомы, фаголизосомы и аутофаголизосомы. Лизосомные болезни. Протеасомы.

**Системы энергообеспечения клеток.** Гликолиз. Строение и функции митохондрий. Цикл Кребса. Образование АТФ путем окислительного фосфорилирования. Митохондриальная ДНК, синтез белков митохондрий и их топогенез. Механизмы слияния и деления митохондрий. Пластиды. Строение хлоропласта и его функции. Этапы фотосинтеза. Геном хлоропластов, синтез белков хлоропластов и их топогенез. Происхождение митохондрий и пластид.

**Компоненты цитоскелета.** Актиновые микрофиламенты. Полимеризация актина. Белки, ассоциированные с актиновыми филаментами. Моторные белки - миозины. Функции актиновых филаментов. Структура саркомера. Механизм сокращения миофибрилл мышечного волокна. Промежуточные филаменты. Структура и функции микротрубочек. Полимеризация тубулина и белки, ассоциированные с микротрубочками. Моторные белки - кинезины и динеины. Строение centrosомы в клетках животных и ее роль в инициации сборки и организации микротрубочек в цитоплазме. Структура и белковый состав центриолей. Реснички и жгутики.

**Митоз.** Фазы митоза. Формирование веретена деления. Изменение структуры хромосом, роль конденсинов и когезинов. Кинетохор. Прикрепления кинетохоров к микротрубочкам веретена. Механизмы движения хромосом в прометафазе. Механизм движения хромосом в анафазе А и анафазе В. Цитокинез. Основные события в телофазе. Патологические митозы.

**Мейоз.** Фазы мейоза при оогенезе и сперматогенезе. Принципы образования половых клеток. Синаптонемный комплекс. Кроссинговер. Хиазмы, Хромосомы типа ламповых щеток. Амплифицированные ядрышки в ооцитах.

**Регуляция клеточного цикла.** Фазы клеточного цикла. Комплексы циклинов и циклин-зависимых киназ и регуляция их активности. Прохождение сверхточных точек. Роль белка p53 в регуляции клеточного цикла. Экзогенные регуляторы: митогены, факторы роста и цитокины.

**Клеточная гибель.** Непрограммируемая (некроз) и программируемая гибель клеток. Основные типы программируемой гибели клеток. Молекулярные механизмы апоптоза. Роль апоптоза в патогенезе и лечении заболеваний. Аутофагическая гибель клеток. Некроптоз (программированный некроз).

### **Рекомендованная литература:**

1. Ченцов Ю.С. Цитология с элементами клеточной патологии. Учебное пособие. М., Медицинское информационное агентство, 2010.
2. Альбертс Б. и др. Молекулярная биология клетки. – М. – Ижевск: НИЦ Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2012.

## **ГИСТОЛОГИЯ**

**Общая гистология.** Определение понятия “ткань”. Клетки и межклеточное вещество. Классификация тканей человека. Методы гистологических исследований.

Варианты организации тканей по характеру обновления клеточных компонентов. Стволовые клетки. Эмбриональные стволовые клетки. Индуцированные плюрипотентные клетки (iPSCs). Опухолевые стволовые клетки.

**Эпителиальные ткани.** Морфологическая классификация эпителиев. Однослойные эпителии. Плоский, кубический, цилиндрический, многослойный эпителии. Многослойные эпителии. Многослойный неороговевающий эпителий (роговица). Многослойный ороговевающий эпителий (кожа). Дифференцировка кератиноцитов. Старение кожи. Меланоциты. Клетки Лангерганса. Клетки Меркеля.

**Рыхлая и плотная соединительная ткань.** Межклеточное вещество рыхлой соединительной ткани. Коллагены, коллагеновые волокна. Патологические состояния, обусловленные недостаточным, избыточным или аномальным синтезом коллагена. Ретикулярные волокна. Эластин. Клеточные элементы рыхлой соединительной ткани. Капилляры. Фибробласты и фиброциты. Миофибробласты. Опухолевые фибробласты. Макрофаги. Тучные клетки. Плазматические клетки. Морфофункциональные варианты соединительной ткани.

**Жировая ткань.** Белые, бурые и бежевые адипоциты. Генезис разных типов жировой ткани в постнатальном периоде.

**Хрящевая и костная ткани.** Организация хрящевой ткани. Межклеточное вещество гиалинового хряща. Хондробласты и хондроциты. Рост хрящевой ткани. Эластический хрящ. Волокнистый хрящ. Костная ткань. Межклеточное вещество костной

ткани. Остеобласты и остециты. Остеокласты.. Развитие кости на основе хрящевой модели. Губчатая и компактная кость. Остеоны. Формирование остеонной организации компактной кости.

**Кровь.** Плазма крови. Клетки крови. Соотношение и количество клеток крови при различных состояниях организма. Современные представления о гемопоэзе.

**Иммунная система.** Иммунная система человека. Антигены и антитела. Клетки иммунной системы. Главный комплекс гистосовместимости. Лимфоидная ткань. Тимус. Диффузная лимфоидная ткань. Лимфоидные узелки. Пейеровы бляшки. Лимфатические узлы. Роль лимфатических узлов в иммунных реакциях. Селезенка.

**Мышечная ткань.** Морфофункциональная характеристика мышечной ткани.

Поперечно - полосатая (скелетная) мышечная ткань. Структура миофибрилл. Поперечные или Т-трубочки, саркоплазматический ретикулум, терминальные цистерны, триады. Молекулярная организация саркомера. Сокращение миофибрилл. Сателлитные клетки. Физиологическая и репаративная регенерация поперечно - полосатых мышц. Иннервация скелетной мускулатуры. Моторная бляшка. Двигательная моторная единица.

Поперечно - полосатая (сердечная) мышечная ткань. Микроскопическое строение сердечной мышцы. Строение вставочных дисков. Механизмы мышечного сокращения и роль нейральной иннервации.

Гладкая мышечная ткань. Микроскопическое строение гладкой мышечной ткани. Сокращение гладких мышечных клеток.

**Нервная ткань.** Нейроны и нейроглия. Рефлекторная дуга. Микроскопическое строение нервных клеток. Астроциты. Микроглия. Взаимоотношения нейронов и нейроглии. Строение миелиновых и безмиелиновых нервных волокон. Олигодендроциты и шванновские клетки. Синапсы и механизмы синаптической передачи. Нейральные стволовые клетки. Дегенерация и регенерация нервной ткани во взрослом организме. Понятие о нейральной стволовой клетке. Регенерация отростков нейронов. Гистологическая организация центральной нервной системы (спинной мозг, мозжечок, кора головного мозга).

### **Рекомендованная литература:**

1. Быков В.Л. Цитология и общая гистология. – СПб: СОТИС, 2003.
2. Быков В.Л. Частная гистология человека. - СПб: СОТИС, 2002.

## **МИКОЛОГИЯ И АЛЬГОЛОГИЯ**

**Общие вопросы.** Организмы - объекты изучения наук микологии и альгологии: грибы, псевдогрибы, слизевики, водоросли. Современные представления о положении водорослей, грибов, псевдогрибов и слизевиков в системе органического мира и степень их родства с иными группами биоты.

Классические и современные подходы к систематике грибов, псевдогрибов, слизевиков, водорослей. Основные изменения, произошедшие в их системе с внедрением методов молекулярной филогении.

Грибы, псевдогрибы, слизевики, водоросли в природных сообществах, их роль в круговороте биогенных элементов и связи с организмами из других групп. Экологические группы среди грибов, псевдогрибов, слизевиков, водорослей. Симбиотические и паразитические представители.

Грибы, псевдогрибы, слизевики, водоросли в деятельности человека: положительная и отрицательная практическая роль. Их теоретическое значение в качестве модельных объектов в различных областях биологии.

**Альгология: водоросли.** Общая характеристика водорослей. Понятие о водорослях как об искусственной нетаксономической группе талломных организмов. Общие черты группы.

Современные принципы систематики водорослей, основные признаки, имеющие таксономическое значение. Основные отделы водорослей и принципы их выделения.

Практическое применение водорослей человеком. Культивируемые водоросли. Сырье пищевого, медицинского и прочих назначений, получаемое из водорослей. Отрицательная роль водорослей как токсинообразователей и возбудителей заболеваний ,

Использование водорослей в биотехнологии.

**Микология: псевдогрибы (грибоподобные организмы), грибы, слизевики.** Общие черты псевдогрибов, грибов, слизевиков – гетеротрофных талломных организмов. Животные и растительные черты в организации и образе жизни псевдогрибов, грибов, слизевиков.

Современные представления о положении псевдогрибов, грибов, слизевиков в многоцарственной системе органического мира.

Современные принципы систематики псевдогрибов, грибов, слизевиков, основные признаки, имеющие таксономическое значение. Основные отделы псевдогрибов, грибов, слизевиков и принципы их выделения.

Роль псевдогрибов, грибов и слизевиков в деятельности человека. Использование грибов в биотехнологиях и утилизации отходов. Грибы как источник лекарственных средств и пищевой ресурс. Применение грибов в бродильных производствах. Использование слизевиков как модельных объектов. Отрицательная роль псевдогрибов, грибов и слизевиков как возбудителей заболеваний растений, животных и человека. Грибы как агенты порчи продуктов и непищевых материалов. Микотоксины.

### **Рекомендованная литература:**

1. Белякова Г.А., Дьяков Ю.Т., Тарасов К.Л. Водоросли и грибы: учебник для студ. Высш. Учеб. Заведений/Ботаника: в 4 тт.: Изд.центр «Академия». 2006. Т1 и Т2.

## **ГЕНЕТИКА**

**Генетический анализ у прокариот.** Особенности микроорганизмов как объекта генетических исследований. Генетические элементы бактериальной клетки: хромосома, плазмиды, профаги, мобильные элементы. Геном прокариот. Общее представление о плазмидах и их разнообразии.

**Аллели и типы их взаимодействий.** Законы наследования признаков (законы Менделя). Условия выполнения менделевских закономерностей наследования признаков. Цитологические основы законов наследования.

**Взаимодействие генов:** комплементарность, эпистаз, полимерия (кумулятивная и некумулятивная). Биохимические основы взаимодействия генов.

**Типы детерминации пола.** Половые хромосомы. Наследование признаков, сцепленных с полом. Наследование при нерасхождении половых хромосом.

**Сцепленное наследование признаков.** Группы сцепления. Линейное расположение генов в хромосомах. Кроссинговер. Коинциденция. Интерференция.

Генетические карты. Хромосомная теория наследственности и роль Т.Моргана в ее формировании.

**Критерии нехромосомного наследования.** Материнский эффект. Пластидная наследственность. Митохондриальная наследственность. Организация геномов хлоропластов и митохондрий. Взаимодействие ядерных и неядерных генов. Инфекционные факторы и неядерная наследственность.

**Понятие о наследственной и ненаследственной (модификационной) изменчивости.** Взаимодействие генотипа и окружающей среды. Норма реакции генотипа. Пенетрантность и экспрессивность. Комбинативная изменчивость, механизмы ее возникновения и роль в эволюции.

**Мутационный процесс.** Геномные изменения: полиплоидия (эуплоидия и анеуплоидия). Автополиплоиды. Аллополиплоиды. Межвидовая гибридизация.

Хромосомные перестройки. Внутри- и межхромосомные перестройки: делеции, дупликации, инверсии, транслокации, транспозиции.

Мутагенез. Спонтанный и индуцированный мутагенез. Механизмы спонтанного мутагенеза: роль генетических процессов (репликация, репарация, рекомбинация). Индуцированный мутагенез. Мутагены: химические и физические. Генные мутации. Классификация генных мутаций.

**Генетическая регуляция процессов онтогенеза.** Онтогенез как реализация наследственно детерминированной программы развития. Действие генов в раннем эмбриогенезе. Гомеозисные гены. Тканеспецифическая активность генов.

**Генетические процессы в популяциях.** Вид и популяция. Частоты фенотипов, генотипов, генов и аллелей. Закон Харди-Вайнберга. Генетическая гетерогенность популяций. Факторы динамики генетического состава популяции: ограничение численности (дрейф генов, эффект «бутылочного горлышка»), мутации, миграции, естественный отбор. Генофонд. Генетический груз. Приспособленность. Коэффициент отбора.

#### **Генетический контроль в процессах передачи генетического материала**

Генетическая рекомбинация. Конъюгация, трансдукция, трансформация, транспозиция у бактерий. Типы рекомбинации: гомологичная или общая рекомбинация (кроссинговер), сайт-специфическая рекомбинация, транспозиция, незаконная рекомбинация.

Мобильные элементы и их инсерции в ДНК-мишень. Типы мобильных элементов и механизмы их транспозиции.

**Поддержание стабильности генетического материала.** Основные повреждения ДНК. Эндогенные и экзогенные ДНК-повреждающие факторы. Повреждения ДНК и их основные следствия: возникновение мутаций и гибель клетки. Генетический контроль репарационных процессов. Виды репарации.

**Молекулярные механизмы регуляции экспрессии генов.** Принципы регуляции экспрессии генов у прокариот. Оперонные системы регуляции (теория Жакоба и Моно). Лактозный оперон *E.coli*. Принципы регуляции действия генов у эукариот. Кодрующие и некодирующие гены. Некодирующие РНК у эукариот. РНК-интерференция и РНК-сайленсинг. Малые регуляторные РНК (siRNA и miRNA) у эукариот, их сходства и различия. РНК-интерференция как инструмент генетической инженерии.

**Генетическая инженерия растений.** Ti-плазмиды *Agrobacterium tumefaciens*: структурно-функциональная организация и использование для трансформации клеток растений. Технология получения трансгенных растений.

**Генетическая инженерия животных.** Введение генов в зародышевые и соматические клетки животных. Этические проблемы получения и использования трансгенных животных.

Значение генетической инженерии для решения задач биотехнологии, сельского хозяйства и медицины. Генетически модифицированные продукты питания – проблема ГМО. Генная терапия.

#### **Рекомендуемая литература:**

1. Инге-Вечтомов С.Г. Генетика с основами селекции. Н-Л, 2015.
2. Клаг У.С., Каммингс М.Р., Спенсер Ш.А., Палладино М.А. Основы генетики. Техносфера, 2016.
3. Кребс Дж., Голдштейн Э., Килпатрик С. Гены по Льюису М.: Лаборатория знаний, 2017.
4. Журавлева Г.А. Генная инженерия в биотехнологии. Эко-Вектор, 2016 г

### **БИОХИМИЯ**

**Углеводы.** Функции углеводов. Моносахариды, производные моносахаридов. Олигосахариды. Полисахариды.

**Липиды.** Функции липидов. Общая характеристика, классификация липидов. Триглицериды. Фосфо- и гликолипиды. Мембранные липиды. Изопrenoиды. Стероиды.

**Аминокислоты,** их общие свойства и классификация. Заменяемые и незаменимые аминокислоты.

**Белки.** Функции белков в живых организмах. Пептидная связь, ее свойства. Уровни структурной организации белков. Классификация белков.

**Нуклеотиды и нуклеиновые кислоты.** Азотистые основания, нуклеозиды и нуклеотиды. Макромолекулярная структура ДНК. Типы РНК и особенности ее структуры.

**Биологические катализаторы – ферменты.** Важнейшие особенности ферментов как катализаторов. Свойства ферментов. Механизмы ферментативного катализа. Номенклатура и классификация ферментов. Кинетика ферментативных реакций.

**Биологические мембраны.** Физико-химические свойства двойной фосфолипидной мембраны. Избирательная проницаемость биологических мембран.

**Обмен углеводов.** Физиологическая роль пентозофосфатного пути. Биосинтез крахмала, гликогена и целлюлозы. Пути распада полисахаридов.

Гликолиз, его физиологическая роль и локализация в клетке. Глюконеогенез. Регуляция глюконеогенеза и гликолиза.

**Обмен липидов.** Биосинтез жирных кислот. Биосинтез триацилглицеридов и фосфоглицеридов. Образование ненасыщенных жирных кислот. Гидролиз липидов в живых организмах. Судьба глицерина и  $\beta$ -окисление жирных кислот.

**Биоэнергетика.** Роль АТФ в процессах жизнедеятельности. Пути образования и расходования АТФ. Окислительное декарбоксилирование пирувата. Цикл ди- и трикарбоновых кислот. Его локализация, физиологическая роль и регуляция. Дыхательная цепь и ее локализация. Синтез АТФ в аэробных клетках.

**Обмен аминокислот.** Биохимические превращения неорганических соединений азота. Азотфиксация. Включение азота в аминокислоты. Переаминирование. Орнитиновый цикл (цикл мочевины). Роль компонентов гликолиза и цикла ди- и трикарбоновых кислот в

биосинтезе аминокислот. Сопряжение процессов углеводного, липидного и аминокислотного обмена.

### **Рекомендованная литература:**

1. Д. Нельсон, М. Кокс. Основы биохимии Ленинджера. В трех томах. М., Бином. Лаборатория знаний. 2012.

## **МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ**

**Доказательства генетической функции ДНК.** Опыты Гриффитса, Эйвери, Херши и Чейз. Открытие двойной спирали ДНК. Формы двойной спирали ДНК. Сверхспирализация ДНК. Топоизомеры.

**Репликация ДНК у прокариот и эукариот.** Доказательство полуконсервативного характера репликации ДНК. ДНК-полимеразы прокариот. ДНК-полимераза III.. Инициация, элонгация и репликация прокариот. Вилка репликации, «ведущая» и «отстающая» нити при репликации. Фрагменты Оказаки.

Особенности репликации в эукариотических клетках. Репликативные ДНК-полимеразы эукариот. Проблема недорепликации линейных хромосом и ее решение в эукариотической клетке.

**Репарация ДНК.** Типы повреждений ДНК. Причины возникновения мутаций. Классификация типов репарации. Процесс пруфридинга. Прямая репарация тиминовых димеров и метилированного гуанина. Эксцизионная репарация оснований. Эксцизионная репарация поврежденных нуклеотидов у прокариот и эукариот. Механизм репарации неспаренных нуклеотидов у прокариот и эукариот. SOS-репарация (репарация через повреждение) у про- и эукариот. Репарация двунитевых разрывов: гомологичная пострепликативная рекомбинация и объединение негомологичных концов молекулы ДНК.

**Транскрипция у прокариот.** РНК-полимераза прокариот. Разнообразие сигма-факторов. Стадии транскрипционного цикла: инициация, образование «открытого комплекса», элонгация и терминация транскрипции. Регуляция транскрипции у прокариот на уровне инициации. Негативная и позитивная регуляция транскрипции у прокариот. Лактозный оперон. Аттенуация транскрипции.

**Транскрипция у эукариот.** Особенности транскрипции у эукариот. РНК-полимеразы эукариот. Основные этапы сборки преинициаторного комплекса РНК-полимеразы II, общие транскрипционные факторы. Особенности регуляции транскрипции у эукариот. Некодирующие регуляторные последовательности: энхансеры, сайленсеры, инсуляторы. Модульная организация транскрипционных факторов. ДНК-связывающие домены. Активаторы и репрессоры транскрипции. Медиатор.

**Процессинг РНК.** Кэпирование, сплайсинг и полиаденилирование транскриптов, синтезируемых РНК-полимеразой II. Экзоны и интроны. Классификация интронов. Сплайсосома.

**Хроматин.** Нуклеосома как единица структурной организации хроматина. Уровни упаковки хроматина у эукариот. Механизмы преобразования хроматина. «Ремоделирование» хроматина. Химические модификации гистонов нуклеосом. Понятие о «гистоновом коде». Вариантные формы гистонов. Активный и неактивный хроматин.

**Биосинтез белка.** Расшифровка и основные свойства генетического кода. Виды РНК. Информационная РНК, ее структура и функциональные участки. тРНК. Аминоацилирование тРНК. Аминоацил-тРНК-синтетазы, их структура и механизм



действия. Прокариотический и эукариотический типы рибосом. Функциональные центры рибосомы. Полирибосомы.

**Инициация трансляции.** Рабочий цикл рибосомы. Инициация трансляции у прокариот. Иницирующие кодоны и сайт связывания рибосом на мРНК. Инициаторная тРНК и белковые факторы инициации.

Особенности инициации трансляции у эукариот. Основные белковые факторы инициации трансляции. АТФ-зависимое сканирование 5'-нетранслируемой области.

**Элонгация трансляции.** Поступление аминоацил-тРНК в рибосому. Кодон-антикодонное взаимодействие, адаптерная гипотеза Крика и ее доказательство. Гипотеза нестрогого соответствия (wobble-гипотеза) Крика. Участие белкового фактора элонгации I в связывании аминоацил-тРНК.

**Транспептидация, транслокация и терминация трансляции.** Стереохимия транспептидации, перемещение продуктов реакции. Участие фактора элонгации (EF-G или EF-2), роль гидролиза GTP. Последовательность событий при транслокации. Механизм реакции терминации трансляции у прокариот и эукариот. Факторы терминации.

**Пути растущего полипептида.** Котрансляционное и посттрансляционное сворачивание новосинтезированного белка. Пространственное сворачивание белков *in vivo* при участии шаперонов и шаперонинов. Посттрансляционные модификации белков.

**Регуляция трансляции у прокариот.** Независимая инициация цистронов. Различная «сила» инициации мРНК. Сопряженная, индуцированная, реинициация трансляции полицистронных матриц. Регуляция трансляции белками-репрессорами. Регуляция трансляции аптамерными модулями мРНК («рибопереключения»), антисмысловыми и комплементарными РНК.

**Регуляция трансляции у эукариот.** мРНК-специфическая негативная регуляция (трансляционная репрессия). Маскирование – демаскирование мРНК.

### **Рекомендованная литература:**

1. Льюин, Бенджамин Гены / Бенджамин Льюин ; пер. 9-го англ. изд. И. А. Кофиади [и др.] под ред. Д. В. Ребрикова. – М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2012. - 896 с.
2. Хроматин: упакованный геном / С. В. Разин, А. А. Быстрицкий. - М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2013. - 172 с.,
3. Альбертс Б., Джонсон А., Льюис Д. и др. Молекулярная биология клетки: в 3-х томах — М.–Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2013.
4. Спирин А. С. Молекулярная биология: рибосомы и биосинтез белка. – М.: Academia, 2011.

## **МИКРОБИОЛОГИЯ**

**Систематика прокариот.** Основные различия прокариот, эукариот и архей. Современные методы идентификации прокариот.

**Строение клеток прокариот.** Сходство и различие строения клеток прокариот и эукариот. Цитология и морфология микробных клеток (внутреннее строение и поверхностные структуры). Различия в устройстве генома у прокариот и эукариот. Внехромосомные элементы генома прокариот. Размеры и форма клеток прокариот. Способы движения прокариот. Размножение прокариот.

**Выращивание микроорганизмов в лаборатории. Методы культивирования.** Среда для культивирования микроорганизмов. Способы культивирования аэробных и анаэробных микроорганизмов. Накопительные и чистые культуры микроорганизмов.

Основные параметры роста микробных культур. Периодическое культивирование. Кривая роста, фазы роста. Непрерывное культивирование. Некультивируемые формы микроорганизмов. Антимикробные вещества и антибиотики. Защита микроорганизмов от действия антибиотиков.

**Абиотические факторы среды, влияющие на рост микроорганизмов.** Влияние температуры, pH, активности воды, молекулярного кислорода, гидростатического давления, электромагнитного излучения на рост и выживаемость микроорганизмов. Категории микроорганизмов по отношению к абиотическим факторам.

**Метаболизм микроорганизмов.** Типы питания микроорганизмов. Роль сахаров, преобразования пирувата и этапы конечного окисления у микроорганизмов. Виды брожений и микроорганизмы, вызывающие их. Роль цикла трикарбоновых кислот, глиоксилатного шунта и пентозофосфатного окислительного цикла в метаболизме органических соединений у микроорганизмов.

Аэробное дыхание с полным и неполным окислением органических субстратов микроорганизмами.

Хемоорганогетеротрофия. Виды анаэробного дыхания и особенности анаэробно дышащих микроорганизмов. Акцепторы электронов, используемые микроорганизмами при анаэробном дыхании.

Окисление неорганических соединений. Хемолитотрофные микроорганизмы. Микроорганизмы использующие одноуглеродные субстраты. Метано- и метилотрофия. Аэробное и анаэробное окисление метана.

Особенности микробного фотосинтеза. Состав, организация и функции фотосинтезирующего аппарата. Фотосинтетические пигменты разных групп фототрофных микроорганизмов.

Ассимиляция углекислоты автотрофами и гетеротрофами. Азотфиксация, значение и механизм. Свободноживущие и симбиотические азотфиксаторы.

**Генетические процессы у микроорганизмов.** Наследственный аппарат прокариот, плазмиды, профаги, мобильные элементы в геноме прокариот. Мутации, спонтанный и индуцированный мутагенез. рекомбинации, горизонтальный перенос генов. Способы передачи генетической информации у прокариот: конъюгация, трансформация и трансдукция.

**Место и роль микроорганизмов в природе.** Особенности обитания микроорганизмов в водных и почвенных экосистемах. Образование биопленок. Сообщества микроорганизмов. Виды биотических связей между организмами. Трофические связи в сообществах. Синтрофия. Симбиозы с участием микроорганизмов. Особенности взаимодействия микроорганизмов с растениями, животными и человеком. Микробиом человека. Участие микроорганизмов в биогеохимических циклах углерода, кислорода, азота, серы, железа. Роль прокариот в эволюции биосферы. Теории симбиогенеза и панспермии.

**Практическое использование микроорганизмов.** Отрасли микробной биотехнологии: пищевые и непищевые производства.

Пищевые. Производство кормовых белковых препаратов. Преимущества получения белка микробиологическим путем. Традиционные производства: приготовление кисломолочных продуктов и сыров, виноделие, пивоварение, хлебопечение.

Непищевые. Микробные удобрения и их использование в сельском хозяйстве. Биоинсектициды и биофунгициды, используемые микроорганизмы. Биогидрометаллургия. Особенности микроорганизмов как источников ферментов. Ферменты, выпускаемые в промышленности. Применение ферментов в медицине, в пищевой промышленности, кормопроизводстве и в других областях экономики. Аминокислоты, витамины и витаминные препараты: применение в кормопроизводстве, медицине, пищевой промышленности. Преимущества микробиологического способа получения аминокислот. Микроорганизмы, участвующие в разрушении различных материалов и особенности их метаболизма. Микробная порча продуктов и материалов. Биологическая коррозия. Роль микроорганизмов в решении экологических проблем. Биологическая очистка сточных вод.

### **Рекомендованная литература:**

1. Нетрусов А.И., Котова И.Б. Микробиология. Университетский курс, 4-е изд. Учебник для вузов. М.: Изд-во Академия, 2012.
2. Экология микроорганизмов. Учебник для бакалавров, 2-е изд. Под ред. Нетрусова А.И. – М.: Изд-во Юрайт, 2013.
3. Кузнецов А.Е., Градова Н.Б., и др. Прикладная экобиотехнология. Т. 1-2. М., «Бином-Лаборатория знаний», 2010.

## **ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ**

**Потенциал действия.** Метод фиксации потенциала на мембране, Ионный механизм генерации потенциала действия. Потенциал-зависимые ионные каналы и их свойства. Блокаторы потенциал-зависимых каналов.

**Нейрон. Синаптическая передача.** Строение нейрона, функциональные типы нейронов. Передача возбуждения с одной клетки на другую. Электрические и химические синапсы, их структурные и функциональные различия. Кальциевая сигнализация в нейронах. Нейромедиаторы. Лиганд-зависимые рецепторы постсинаптической мембраны. Постсинаптические потенциалы, их отличия от потенциала действия.

**Спинной мозг. Рефлексы.** Спинной мозг, оболочки, серое и белое вещество. Спинномозговые двигательные рефлексы. Рефлекторные дуги.

**Головной мозг.** Нейроны и нейроглия. Оболочки мозга. Отделы головного мозга, их строение и функции. Зоны коры больших полушарий, их функции. Нейродегенеративные заболевания.

**Вегетативная нервная система. Периферическая нервная система.** Вегетативная нервная система, ее роль в регуляции внутренних органов и поддержании гомеостаза. Структурно-функциональная организация симпатического и парасимпатического отделов и их регуляторные взаимоотношения. Синапсы и нейромедиаторы вегетативной нервной.

**Строение и свойства поперечнополосатых и гладких мышц.** Строение саркомера, основные белки, их роль и заболевания, связанные с их дисфункцией. Гладкие мышцы. Строение саркомера, основные белки. Электромеханическое сопряжение. Роль кальция и АТФ в сократительном ответе.

**Сердечно-сосудистая система.** Строение сердца млекопитающих. Камеры, клапаны, круги кровообращения. Искусственные клапаны: новые материалы и конструкции. Рабочий миокард. Потенциал действия пейсмекера и рабочего кардиомиота. Искусственные пейсмекеры: современные подходы.

**Физиология крови.** Состав крови: плазма, форменные элементы. Группы крови. Резус-фактор. Гемоглобин, его типы и характеристики. Патологии эритроцитов. Процесс свертывания крови. Антикоагулянты. Заменители крови.

**Физиология дыхания.** Потребности организма в кислороде. Этапы дыхания. Строение воздухоносных путей и легких. Дыхательный центр и его работа.

**Выделение.** Почки, их функции в организме. Строение нефрона. Клубочковая фильтрация, канальцевая реабсорбция и секреция. Строение и патологии клубочкового фильтра. Роль почки в регуляции артериального давления и осмотического давления плазмы. Почечные камни.

**Физиология пищеварения.** Общее строение пищеварительного тракта. Пищеварение в желудке и кишечнике. Печень, поджелудочная железа и желчный пузырь, их функции и роль в пищеварении. Роль аппендикса. Механизмы всасывания; особенности всасывания воды, аминокислот, углеводов и жиров. Роль микрофлоры кишечника: влияние на нейроэндокринные процессы.

**Эндокринная система.** Химическая природа основных групп гормонов и особенности их взаимодействия с клетками-мишенями (внутриклеточная и мембранная рецепция). Мембранные и ядерные рецепторы. Основные железы внутренней секреции, выделяемые ими гормоны и их функциональная роль. Патологии при гипо- и гиперфункции желез. Железы смешанной секреции: поджелудочная железа, половые железы.

### **Рекомендованная литература:**

1. Физиология человека. В 3-х томах. /Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. М.: Мир 1996.
2. Эккерт Р., Рэнделл Д., Огастин Дж. Физиология животных. В 2-х томах. М.: Мир, 1991.
3. Дубынин В.А., Каменский А.А., Сапин М.Р., Сивоглазов В.И. Регуляторные системы организма человека. – М.: Дрофа, 2003.
4. Гайтон А.Г., Холл Дж. Э. Медицинская физиология. – М.: Логосфера, 2008.
5. Фундаментальная и клиническая физиология. / Под ред. А.Г. Камкина, А.А. Каменского. – М.: Академия, 2004.

## **ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ**

**Растительная клетка.** Особенности строения. Структурная и функциональная организация клетки. Органеллы растительной клетки.

**Фотосинтез (световая фаза).** Фотосинтетические пигменты. Поглощение квантов, миграция энергии и работа фотосистем (световая фаза). Антенные комплексы. Подвижные и неподвижные комплексы.

Фотосистема I. Строение и функционирование ФС I. Локализация ФС I в мембране тилакоидов.

Фотосистема II. Строение и функционирование фотосистемы II. Водоокисляющий комплекс и реакции образования кислорода. Работа реакционного центра. Локализация ФС II и взаимодействие со светособирающим комплексом. Последовательность переносчиков. АТФ-синтазный комплекс. Ротационный механизм преобразования энергии протонного градиента ( $\Delta\mu\text{H}^+$ ) в энергию химических связей АТФ.

**Фотосинтез (темновая фаза).** C-3 фотосинтез. Фиксация  $\text{CO}_2$  в растительной клетке. Восстановительный пентозофосфатный путь (цикл Кальвина). Основные этапы и

биохимические реакции, входящие в цикл. Рибулзобисфосфаткарбоксилаза-оксигеназа (RubisCO) как ключевой фермент фиксации углекислого газа.

**С-4 фотосинтез.** Особенности С-4 фотосинтеза на примере НАДФ-зависимого-МДГ типа (кукуруза): анатомические особенности и компартментация С-4 цикла. Экологическая роль С-4 фотосинтеза. Сравнительная характеристика и локализация основных карбоксилаз: RubisCO и ФЕП-карбоксилазы. Многообразие путей декарбоксилирования при С-4 фотосинтезе.

**Дыхание растений.** Особенности гликолиза и цикла трикарбоновых кислот у растений. Электрон-транспортная цепь митохондрий. Комплексы I, II, III и IV. Сравнение Q-цикла фотосинтеза и дыхания. Стехиометрия переноса протонов через мембрану. Особенности FeS-центра Риске. Локализация компонентов Q-цикла в мембране. Синтез АТФ на мембране митохондрий. Преобразование энергии протонного градиента ( $\Delta\mu\text{H}^+$ ) в энергию химических связей (АТФ) на внутренней мембране митохондрий. Строение АТФ-синтазного комплекса и механизм его работы.

**Водный обмен растений.** Транспорт воды по растению. Поглощение воды корнем, создание корневого давления. Капиллярные эффекты. Транспирация и способы её регуляции. Строение устьиц и устьичные движения. Работа каналов и перемещение ионов при открывании и закрывании устьиц.

**Минеральное питание.** Необходимые элементы минерального питания: азот, фосфор, калий, сера, кальций, железо, микроэлементы. Симбиотическая фиксация азота.

**Рост и Развитие растений.** Общая характеристика фитогормонов. Ауксины, гибберелины, цитокинины, абсцизовая кислота, этилен, брассиностероиды, жасмонаты.

**Фоторецепторы растений.** Фототропины, криптохромы и фитохромы. Хромофорные группировки и основные принципы передачи сигнала. Физиологические процессы, регулируемые фоторецепторными системами.

**Устойчивость растений.** Устойчивость к абиотическому стрессу. Устойчивость растений к солевому стрессу. Общие механизмы солеустойчивости и устойчивости к засухе. Устойчивость к биотическому стрессу. Механизмы защиты растений от патогенных микроорганизмов и грибов. Конститутивная, полуиндуцибельная и индуцибельная защита.

**Вторичный метаболизм.** Признаки вторичных метаболитов. Функции, выполняемые вторичными метаболитами. Конститутивные, полуконститутивные, индуцибельные вторичные метаболиты. Группы вторичных метаболитов: изопреноиды, алкалоиды, фенольные соединения, цианогенные гликозиды, глюкозинолаты.

### **Рекомендованная литература:**

1. Физиология растений: учебник для студ. вузов. Под ред. И.П. Ермакова. – М.: Издательский центр "Академия", 2007. – 640 с.
2. Зитте П., Вайлер Э.В., Кадерайт Й.В. и др. Strassburger. Ботаника. Т. 2. Физиология растений. Под ред. В.В. Чуба. Учеб. для вузов. В 4 т.: Пер. с нем. М. Издательский центр "Академия", 2008 – 496с.
3. Хелдт Г.В. Биохимия растений. (Серия "Лучший зарубежный учебник") Под ред А.М. Носова, В.В. Чуба. М.: БИНОМ, 2011 – 471 с.
4. Медведев С.С. Физиология растений. Учебная литература для вузов. С.-Петербург.: БХВ-Петербург, 2012, 512 с. ISBN 978-5-9775-0716-5.

## БИОФИЗИКА

**Термодинамика живых систем.** Первый и второй законы термодинамики в биологии. Внутренняя энергия системы. Понятие свободной энергии, энтальпии и энтропии. Термодинамическое равновесие. Стационарное состояние неравновесной системы. Термодинамические потенциалы закрытых систем. Теорема Пригожина. Линейные соотношения и соотношения взаимности Онзагера.

**Пространственная организация биополимеров.** Макромолекула как основа организации биоструктур. Пространственная конфигурация биополимеров. Статистический характер конформации биополимеров. Условия стабильности конфигурации макромолекул. Кооперативные свойства макромолекул. Переходы глобула-клубок. Взаимодействие макромолекул с растворителем. Состояние воды и гидрофобные взаимодействия в биоструктурах.

**Типы объёмных взаимодействий в макромолекулах.** Водородные связи и электростатические взаимодействия. Силы Ван-дер-Ваальса (ориентационное, индукционное и дисперсионное взаимодействия). Поворотная изомерия и энергия внутреннего вращения.

**Электронные уровни в биополимерах.** Основные типы молекулярных орбиталей и электронных состояний. Схема Яблонского для сложных молекул. Принцип Франка – Кондона и законы флуоресценции. Люминесценция биологически важных молекул. Механизмы миграции энергии: резонансный механизм, синглет-синглетный и триплет-триплетный переносы, миграция экситона. Природа гиперхромного и гипохромного эффектов.

**Структурная организация мембран.** Характеристики липидов и особенности мембранных белков. Липидные монослои, бислойные липидные мембраны и липосомы. Протеоллипосомы как модель для изучения механизма энергетического сопряжения. Физико-химические механизмы стабилизации мембран. Динамика структурных элементов мембраны.

Активный, пассивный и вторично-активный транспорт веществ через мембрану. Простая диффузия неэлектролитов. Проницаемость мембраны для воды. Облегчённая диффузия. Транспорт через мембрану с участием переносчиков. Электродиффузия. Проницаемость и коэффициент диффузии. Уравнение Уссинга (соотношение односторонних потоков).

**Поверхностный заряд мембранных систем.** Происхождение биоэлектрического потенциала. Явление поляризации в мембранах. Потенциалы Доннана и Нернста. Уравнение Гендерсона. Электродиффузионное уравнение Нернста-Планка. Потенциал покоя. Особенности структуры живых клеток и тканей, лежащие в основе их электрических свойств. Стационарный потенциал Гольдмана-Ходжкина-Катца. Ионные механизмы генерации потенциала действия (ПД).

**Свободные радикалы** при цепных реакциях окисления липидов в мембранах и других клеточных структурах. Образование свободных радикалов в тканях в норме и при патологических процессах. Роль активных форм кислорода (АФК). Антиоксиданты, механизм их биологического действия. Естественные антиоксиданты тканей и их биологическая роль.

**Процессы, приводящие** к инаktivации макромолекул при прямом действии радиации. Радиочувствительность клеток. Сравнительная радиочувствительность биологических объектов и систем. Действие малых доз и хронического облучения. Мощность дозы. Прямое и косвенное действие ионизирующего излучения. Радиоллиз воды. Радиационные и биологические факторы, определяющие радиобиологические эффекты. Радиопротекторы.

**Рекомендованная литература:**

1. Рубин А.Б. Биофизика: в 3-х томах. – Институт компьютерных исследований. Москва-Ижевск, 2013.