

«Утверждаю»
Декан
биологического факультета МГУ
академик
М.П. Киричников



ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ В МАГИСТРАТУРУ БИОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ ПО БИОЛОГИИ

Микология и альгология

Традиционное понимание сборной группы «низшие растения». Общие черты строения. Понятие о талломе. Положение низших растений в современной системе органического мира. Основные группы низших растений, их распределение среди прокариот и эукариот и краткая характеристика.

Значение низших растений в природе и практической деятельности человека. Низшие растения как модельные объекты.

Водоросли. Общая характеристика. Строение клетки и таллома. Основные типы талломов. Пигменты водорослей, их роль в адаптациях к окружающей среде и в систематике. Особенности размножения и циклов развития водорослей. Современные принципы классификации, деление на отделы и краткая характеристика основных отделов. Распространение и роль водорослей в природе. Водоросли планктона и бентоса, их особенности строения в связи с образом жизни и значение в жизни водоемов. Характерные приспособительные черты в строении планктонных водорослей. Водоросли вневодных местообитаний. Симбиотические водоросли. Значение водорослей в природе и практической деятельности человека.

Грибы и псевдогрибы (грибоподобные организмы). Общая характеристика. Черты сходства грибов и псевдогрибов и основные различия. Положение в современной системе органического мира. Черты растительной и животной организации у грибов. Строение клетки и мицелия, особенности питания. Размножение и циклы развития. Современные принципы классификации, деление на отделы и краткая характеристика основных отделов. Распространение в природе, сапротрофные, паразитные и симбиотические формы. Значение грибов в круговороте веществ и их положительное и отрицательное хозяйственное значение.

Лишайники. Морфологическое и анатомическое строение таллома. Систематическое положение водорослей и грибов – симбионтов в лишайниках. Взаимоотношения компонентов лишайников. Способы размножения. Роль в природе и практической деятельности человека.

Слизевики. Общая характеристика. Положение в системе органического мира. Характерные черты организации, основные особенности. Строение плазмодия, особенности питания. Размножение и циклы развития. Основные отделы слизевиков и их краткая характеристика.

Литература

1. *Белякова Г.А., Дьяков Ю.Т., Тарасов К.Л.* Водоросли и грибы: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Ботаника: в 4 тт. М.: Издательский центр «Академия». 2006. Т. 1. 320 с. Т. 2. 320 с.

Высшие растения

Высшие растения как ключевая группа продуцентов наземных экосистем. Общая

характеристика высших растений. Важнейшие особенности организации высших растений: неподвижность, полярность, открытый рост, – их биологическое значение. Представления о монофилии высших растений. Родственные связи высших растений. Важнейшие отличия высших растений от ближайших родственных групп водорослей.

Жизненный цикл высших растений. Бесполое размножение и половое воспроизведение. Изоспоровые и гетероспоровые высшие растения. Многократное возникновение гетероспории в эволюции высших растений. Общие черты гетероспоровых высших растений. Типы спорангиев высших растений. Типы гаметангиев высших растений. Типы полового процесса, известные у высших растений и их эволюционные взаимоотношения.

Общие принципы организации тела высших растений. Талломы, теломы и побеги. Различные пути возникновения побеговой организации в ходе эволюции высших растений. Листья синтеломной и энационной природы. Структурные компоненты и описательная морфология листа. Важнейшие особенности морфологии побегов и побеговых систем. Возникновение корня в ходе эволюции. Важнейшие особенности морфологии корней и корневых систем.

Понятие ткани; различные подходы к классификации тканей. Основные типы растительных тканей. Типы меристем. Сравнительная характеристика колленхимы и склеренхимы. Покровные ткани (эпидерма, экзодерма, феллема), их образование, строение. Перидерма. Сравнительная характеристика флоэмы и ксилемы. Сравнительная характеристика анатомического строения корня и стебля (на примере семенных растений). Вторичное утолщение осевых органов. Возрастные изменения вторичной древесины и вторичной коры.

Мохообразные и сосудистые растения как две основные группы высших растений. Общая морфолого-анатомическая характеристика гаметофита и спорофита мохообразных. Отделы печеночники (Marchantiophyta), антоцеротовые (Anthocerotophyta) и мхи (Bryophyta): общая характеристика, эволюционные взаимоотношения, важнейшие различия.

Общая характеристика сосудистых растений. Отделы сосудистых растений, важнейшие различия между ними. Эволюция жизненного цикла высших растений. Сосудистые споровые растения. Их место в системе высших растений, характеристика важнейших групп сосудистых споровых растений.

Отдел Spermatophyta (семенные растения). Общая характеристика. Морфологическая природа и происхождение семяпочки. Таксономический статус и важнейшие особенности голосеменных растений. Сравнительная характеристика основных групп современных голосеменных растений: хвойных (Pinopsida), гнетовых (Gnetopsida), саговниковых (Cycadopsida) и гинкговых (Ginkgoopsida).

Общая характеристика покрытосеменных, или цветковых растений (класс Angiospermae). Цветок. Строение мужского и женского гаметофитов. Важнейшие различия между голосеменными и покрытосеменными растениями. Проблема происхождения покрытосеменных растений, важнейшие теории происхождения цветка. Сравнительная характеристика двудольных и однодольных растений. Парафилия двудольных. Современные представления о макросистеме и макроэволюции цветковых растений.

Понятие о факторах внешней среды. Климатические и эдафические факторы. Экологические группы растений по отношению к воде, свету, субстрату. Особенности растений разных экологических групп.

Литература:

1. Лотова Л.И. 2007. Ботаника. Морфология и анатомия высших растений. Учебник. Изд. 3-е, испр. – М.: КомКнига. 512 с.
2. Ботаника; в 4 т. Т. 3. Высшие растения: учебник для студ. высш. учеб. заведений / А.К.Тимонин. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 352 с.
3. Ботаника; в 4 т. Т.4. Систематика высших растений: учебник для студ. высш. учеб. заведений. В 2 кн. / под. Ред. А.К.Тимонина. – Кн.1 / А.К.Тимонин, В.Р.Филин. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 320 с.

4. Ботаника: в 4 т. Т. 4. Систематика высших растений: учебник для студ. высш.учеб.заведений. В 2 кн./ под ред. А.К.Тимонина. – Кн. 2 / А.К.Тимонин, Д.Д.Соколов, А.Б.Шипунов. – И.: Издательский центр «Академия», 2009. – 352 с.

Зоология беспозвоночных

Система Eukaryota и основные группы простейших. овременные представления о происхождении эукариотой клетки: роль архей и эубактерий, симбиотическое происхождение органелл, разнообразие пластид, жгутиковый аппарат. Современные представления о системе Eukaryota. Субдомены Двужгутиковые (Bikonta) и Одножгутиковые (Unikonta). Шесть надцарств эукариот. Характеристика надцарства Excavata и типа Euglenozoa, паразитические Kinetoplastida. Надцарство Chromalveolata, царство Alveolata. Тип Sporozoa. Строение и жизненные циклы грегариин (Gregarinea), кокцидий (Coccidea), кровяных споровиков (Haemosporidia). Медицинское значение споровиков. Характеристика Ресничных простейших (Ciliophora), строение клетки, ядерный аппарат, размножение, половой процесс и восстановление ядерного аппарата. Характеристика надцарства Rhizaria, типов Foraminifera, Radiolaria, Acantharia. Общая характеристика надцарства Amoebozoa. Механизм амебoidalного движения. Патогенные амебы. Характеристика надцарства Заднежгутиковые (Opisthokonta). Строение и биология воротничковых жгутиконосцев (Choanoflagellata). Место многоклеточных животных в системе эукариот.

Низшие многоклеточные. Проблема происхождения многоклеточных животных. Концепции неколониального (гипотезы "целлюляризации") и колониального происхождения многоклеточных (гипотезы гастреи, фагоцителлы, первичной седентарности предков многоклеточных). Надтип Губки (Porifera). Анатомическое строение, клеточный состав, скелет. Организация процесса фильтрации. Размножение и развитие. Тип Гребневики (Stenophora): анатомическое и гистологическое строение, биология, положение в системе животных. Тип Стрекающие (Cnidaria). План строения и гистологическая организация, стрекательные клетки. Кораллы (Anthozoa): жизненный цикл, билатеральная и радиальная симметрия, скелет и колонии, коралловые рифы. Характеристика и жизненные циклы Medusozoa: классы Сцифоидные (Scyphozoa), Кубоидные (Cubozoa), Гидроидные (Hydrozoa).

Происхождение и классификация трёхслойных Bilateria. Гипотезы происхождения Bilateria: планулоидно-турбеллярные, архицеломатные, первичной метамерии. Вендские многоклеточные, кембрийский взрыв. Исходный план строения трёхслойных Bilateria. Происхождение сквозного кишечника, рта и ануса, мезодермы, вторичной полости тела. Основные функции целома (опорная, выделительная, половая). Развитие целома в онтогенезе, телобластичекий и энтероцельный способы закладки. Происхождение метамерии Bilateria. Взаимосвязь бластоцеля, мезоглеи, соединительной ткани и гемоцеля. Строение стенки целома и гемоцеля. Происхождение и строение кровеносной системы. Современная классификация трёхслойных Bilateria: надтипы Trochozoa, Lophophorata, Ecdysozoa, Deuterostomia. Концепция Lophotrochozoa.

Надтип Трохофорные (Trochozoa). Тип Кольчатые черви (Annelida). Характеристика и система аннелид. Строение, размножение, развитие и биология многощетинковых червей (Polychaeta), малощетинковых червей (Oligochaeta) и пиявок (Hirudinea). Тип Моллюски (Mollusca). Морфология и анатомия Polyplacophora. Общая характеристика подтипа Раковинные моллюски (Conchifera), строение раковины и мантийного комплекса органов. Строение Monoplacophora. Особенности строения и биология двустворчатых моллюсков (Bivalvia). Характеристика головоногих (Cephalopoda). Характеристика брюхоногих моллюсков (Gastropoda), происхождение плана строения брюхоногих. Развитие моллюсков. Практическое значение моллюсков. Тип Плоские черви (Plathelminthes). Разнообразие строения ресничных червей (Turbellaria). Общая характеристика надкласса Neodermata. Характеристика и строение ленточных червей (Cestodes) и сосальщиков (Trematodes). Жизненные циклы и медицинское значение паразитических плоских червей, их приспособления к паразитизму.

Надтип Линяющие (Ecdysozoa). Общая характеристика Линяющих. Строение, химический состав и функции кутикулы Ecdysozoa, сравнение с микровиллярной кутикулой, механизм линьки. Строение и функции гемоцеля. Таксономический состав Ecdysozoa. Тип

Членистоногие (Arthropoda). Общая характеристика. Кембрийские членистоногие, строение первичной двуветвистой конечности. Проблема сегментарного состава головы членистоногих и гомология сегментов головного конца в различных группах современных членистоногих. Хелицероносные (Chelicerata). Меростомовые (Merostomata) как примитивные хелицероносные. Характеристика Паукообразных (Arachnoidea), приспособления к жизни на суше. Внешняя морфология, анатомия и биология скорпионов (Scorpiones), пауков (Aranei) и клещей (Acari). Медицинское и ветеринарное значение клещей. Ракообразные (Crustacea). Внешняя морфология и анатомическая организация. Экологическое разнообразие, практическое значение и роль в водных сообществах. Шестиногие (Hexapoda): сегментарный состав тела, анатомия, разнообразие личиночного развития. Происхождение крыльев: различные гипотезы. Биосферная роль и практическое значение насекомых. Современные представления о филогении членистоногих. Происхождение Hexapoda. Циклоневралии (Cycloneuralia). Тип Круглые черви (Nematoda): анатомическое и гистологическое строение. Свободноживущие нематоды. Жизненные циклы нематод - паразитов человека.

Надтип Вторичноротые (Deuterostomia). Характеристика вторичноротых: особенности строения и эмбриогенеза, положение в системе животных, таксономический состав. Тип Иглокожие (Echinodermata): характеристика, классификация, строение на примере морских звезд, развитие, строение личинок. Происхождение радиальной симметрии иглокожих.

Литература:

1. Зоология беспозвоночных. В двух томах/ Под ред. В.Вестхайде и Р. Ригера. Перевод с немецкого под ред. А.В. Чесунова. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008.
2. Эдвард Э. Рупперт, Ричард С. Фокс, Роберт Д. Барнс. Зоология беспозвоночных (В четырех томах). М.: Издательский центр "Академия", 2008.

Зоология позвоночных

Место зоологии позвоночных среди современных биологических наук.

Система типа хордовых. Ланцетник - современный представитель подтипа головохордовых - простейшая «модель» хордовых. Ключевые черты организации хордовых, отражающие принципиальные этапы истории эволюционного становления типа. Комплекс специфических черт хордовых, определивший их эволюционный успех. Формирование зародышевых листков у хордовых; образование связанных с ними основных систем органов.

Система подтипа оболочников; асцидии, сальпы, аппендикулярии. Основные черты биологии и морфофизиологических особенностей оболочников на примере асцидий. Упрощенная организация асцидий как результат сидячего образа жизни. Особенности размножения асцидий; половое и бесполое размножение. Особенности развития и строение личинок асцидий. Обоснование присутствия оболочников в типе хордовых.

Образ жизни и морфофункциональные особенности сальп и аппендикулярий. Метагенез. Гипотезы о происхождении хордовых. Морфобиологическая характеристика подтипа позвоночных. Нервный гребень и его роль в формировании организации позвоночных.

Панцирные бесчелюстные – первые представители подтипа. Эволюционная инновация - формирование костной ткани. Миноги и миксины – современные круглоротые – представители раздела бесчелюстных. Морфобиологическое своеобразие класса круглоротых, связанное со спецификой их образа жизни.

Морфобиологическая характеристика раздела челюстноротых. Класс хрящевых рыб. Морфофункциональные и физиологические адаптации к особенностям водной среды. Передвижение в плотной среде, захват пищевых объектов, дыхание, кровообращение, водно-солевой обмен, функционирование органов чувств. Особенности размножения.

Класс костные рыбы. Система класса: лучеперые и лопастнеперые рыбы. Пути окостенения скелета. Морфофункциональные и физиологические адаптации костистых рыб к особенностям водной среды. Передвижение в плотной среде, захват пищевых объектов, дыхательная система, кровообращение, водно-солевой обмен. Особенности размножения. Морфобиологические особенности кистеперых и двоякодышащих рыб. Адаптации,

создавшие предпосылки к освоению суши. Исторические причины и стимулы к освоению позвоночными суши. Происхождение наземных позвоночных.

Амфибии как первый класс наземных позвоночных. Преобразования опорно-двигательной системы, дыхательной системы, захвата пищевых объектов, кровообращения, водно-солевого обмена, органов чувств, обусловленные воздушной средой и силами гравитации. Морфофизиологические ограничения к распространению амфибий в наземной среде. Размножение амфибий. Метаморфоз, неотения.

Анамнии и амниоты. Ароморфозы, обусловившие становление амниот. Амниотическое яйцо, внутреннее оплодотворение, утрата личиночной стадии, формирование грудной клетки и смена механизма дыхания, ороговение кожи, тазовая почка. Морфобиологические особенности класса рептилий. Пути эволюции осевого черепа. Особенности посткраниального скелета. Кровеносная система.

Морфобиологическая характеристика класса птиц. Гомойотермия – механизмы терморегуляции, специфика дыхательной системы, особенности кровеносной системы. Специфика организации птиц в связи с адаптацией к полету. Особенности размножения. Происхождение птиц. Морфобиологическая характеристика класса млекопитающих. Морфофизиологические преобразования, обеспечившие высокий уровень метаболизма и становление гомойотермии. Механизмы терморегуляции, особенности дыхательной, кровеносной, пищеварительной и выделительной систем. Специфические эволюционные преобразования в черепе и посткраниальном скелете, связанные со становлением млекопитающих. Особенности размножения млекопитающих. Центральная нервная система позвоночных, основные этапы ее эволюции в ряду позвоночных.

Литература:

1. Левушкин С.И., Шилов И.А. Общая зоология. М., «Высшая школа», 1994.
2. Державский Ф.Я., Васильев Б.Д., Малахов В.В. Зоология позвоночных. М., «Академия», 2012.
3. Карташев Н.Н., Соколов В.Е., Шилов И.А. Практикум по зоологии позвоночных. Изд. 3. В серии классический университетский учебник. М. «Аспект Пресс», 2005.

Антропология

Происхождение человека. Систематика и характеристика отряда приматов. Ранние этапы эволюции приматов. Находки ранних гоминин, их характеристика, разнообразие, хронология и эволюционные взаимоотношения. Ранние люди. Древнейшие люди – архантропы. Особенности культуры древнейшего человека. Гейдельбергские люди, история изучения, характеристика, распространение, хронология и основные находки. Неандертальцы и гипотезы их исчезновения. Место и время появления человека современного типа. Кроманьонцы как представители древнейших сапиенсов Европы. Культура верхнего палеолита. Роль изоляции, метисации, адаптации, генного дрейфа и полового отбора в процессе человеческой эволюции и в становлении современных антропологических вариантов.

Этническая антропология. Признаки, применяемые для описания биологических особенностей популяций современного человека. Антропологическая дифференциация современного человечества. Переходные антропологические варианты и их происхождение.

Морфология человека. Периодизация индивидуального развития человека, этапы онтогенеза и их морфофункциональная характеристика. Понятие о биологическом возрасте. Морфологические, физиологические и биохимические критерии биологического возраста. Оценка биологического возраста у детей и подростков. Определение биологического возраста при старении. Основные факторы роста и развития детей и подростков. Эпохальные изменения темпов развития. Процесс акселерации, его проявления, региональные особенности. Основные гипотезы, объясняющие явление акселерации. Конституция человека как комплексная биомедицинская проблема. Морфологическая конституция (телосложение). Основные координаты телосложения. Состав тела человека и современные методы его определения. Основные схемы телосложения. Медицинские и спортивные аспекты телосложения. Экологические аспекты конституции. Адаптивные типы.

Литература:

1. В.А. Бахолдина, М.А. Негашева. Эволюция и морфология человека. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2014

Теория эволюции

История эволюционной биологии. Креационизм, трансформизм и эволюционизм - объяснение биоразнообразия и приспособленности живых организмов в рамках этих подходов. Индуктивное доказательство эволюции Ч. Дарвином. «Происхождение видов» и его роль в естественно-научном осмыслении мира. Развитие эволюционной биологии в XX - XXI веках (Синтетическая теория эволюции, Эволюционная биология развития и т.п.). Великие открытия молекулярной биологии, их роль в развитии представлений об эволюции.

Факторы эволюции. Генетическая изменчивость. Формы генетической изменчивости. Мутационная изменчивость, её роль в эволюции про- и эукариот. Современные представления о случайности мутаций и темпах мутагенеза. Мобильные генетические элементы: их типы и эволюционная роль. Генная инженерия в природе. Комбинативная изменчивость, ее роль в эволюции. Половое размножение как межорганизменная рекомбинация: его происхождение и эволюционная роль. Горизонтальный перенос генов, его формы и эволюционная роль.

Факторы эволюции. Фенотипическая изменчивость, формирование фенотипа в онтогенезе. Соотношение генотипа и фенотипа, его неоднозначность. Норма реакции. Основные свойства онтогенеза и фенотипа — пластичность и помехоустойчивость. Молекулярные механизмы, повышающие точность воспроизведения фенотипа в ходе онтогенеза. Генетический фон, явление эпистаза. Роль средовых факторов в регуляции онтогенеза. Молекулярные основы модификационной изменчивости. Длительные модификации, эпигенетическое наследование. Концепция эпигенетического ландшафта К.Х. Уоддингтона, канализация траекторий развития. Генетическая ассимиляция: экспериментальные доказательства и молекулярные механизмы.

Факторы эволюции. Борьба за существование и естественный отбор. Популяция как элементарная единица микроэволюции. Комплекс экологических взаимодействий, которые входят в понятие «борьба за существование». Приспособленность, компоненты приспособленности. Множественность путей достижения одного и того же уровня приспособленности. Реакция организма на отбор как единого целого, косвенные эффекты отбора, принцип trade-off.

Факторы эволюции. Формы естественного отбора. Движущий отбор, роль мутационной и комбинативной изменчивости в преобразовании фенотипа. Стабилизирующий отбор, его роль в накоплении скрытой генетической изменчивости и повышении устойчивости онтогенеза. Очищающий отбор, его влияние на генофонд популяции. Дизруптивный отбор. Балансирующий отбор: частотно- и плотностнозависимый отбор. Половой отбор: конфликт полов, фишеровское «убегание», индикаторы приспособленности, принцип гандикапа, стратегии выбора партнеров. Групповой отбор, родственный отбор и теория эволюции альтруизма; адаптации, вредные для особи, но полезные для группы; эволюция зусоциальности; проблема социального паразитизма и пути ее решения.

Генетические процессы в популяциях. Системы скрещивания, их влияние на генофонд популяции. Естественный отбор и генетический дрейф: моделирование отбора и дрейфа, зависимость их эффективности от численности популяции. Нейтральная эволюция и «молекулярные часы». Эффекты основателя и бутылочного горлышка. Детекция генетических процессов в популяции с помощью анализа нуклеотидных последовательностей.

Экспериментальное изучение эволюции. Обзор важнейших эволюционных экспериментов. Микро- и макроэволюционные закономерности, выявляемые в экспериментах. Моделирование эволюционных процессов и стратегий.

Видообразование. Эволюция и систематика. Концепции вида. Условность грани между видом и разновидностью. Аллопатрическое видообразование. Симпатрическое видообразование: примеры и возможные механизмы. Экспериментальное изучение формирования пре- и постзиготической репродуктивной изоляции. Адаптивная радиация.

Основы эволюционной биологии развития. Биогенетический закон и теория

филэмбриогенезов как попытки выявления механизмов эволюции онтогенеза. Фундаментальные принципы онтогенеза. Генетическая информация как набор параметров самоорганизации. Генетические регуляторные сети (ГРС) и обеспечение устойчивости онтогенеза. Модульность онтогенеза и ГРС. Эволюция стадий онтогенеза, жизненных циклов и стратегий размножения. Онтогенетические корреляции, причины частичной рекапитуляции предковых стадий онтогенеза. Проблема эволюционных новшеств, формирование их генетического определения. Сложные признаки и их эволюция. Проблема гомологии, её решение с помощью концепции модульности.

Макроэволюция. Макро- и микроэволюция: соотношение и методические подходы в изучении их закономерностей. Направленность и канализованность макроэволюции: функциональная эволюция; адаптивная зона таксона; адапциоморфоз, закономерная смена его фаз; конвергенция, дивергенция и параллелизм. Филогенез таксонов.

Коэволюция и симбиогенез. Формы межвидовых взаимодействий. Коадаптивные комплексы. Симбиоз и симбиогенез как магистральные направления эволюции. Многоклеточные эукариоты как симбиотические сверхорганизмы. Внутригеномные конфликты и «эгоистичные гены». Коэволюция на уровне клетки и на молекулярном уровне.

Происхождение жизни. Предполагаемые сценарии и этапы абиогинеза. Абиогенный синтез простой органики в эксперименте и в естественных обстановках. Первые репликаторы и старт дарвиновской эволюции. Эксперименты по созданию «протоклеток». Неферментативная репликация ДНК и РНК. Происхождение рибосом и белкового синтеза.

Основные этапы развития жизни. Эволюция сообществ. Измерение геологического времени. Геохронологические шкалы. Ранние этапы развития Земли и жизни на ней. Начало палеонтологической летописи. Микробные сообщества. Предпосылки оксигенизации атмосферы, «Великое кислородное событие». Цикл углерода, его связь с изменениями климата. Древнейшие многоклеточные. Венд: диверсификация многоклеточных. Проблема «кембрийского взрыва», его возможные предпосылки и механизмы. Адаптивная радиация и становление типов Metazoa. Количественные закономерности эволюции фанерозойской биоты. Эволюция сообществ: экогенез и специогенез, эволюция за счет изменения сукцессионных рядов. Биосферные кризисы и массовые вымирания, их причины.

Литература:

1. *Северцов А.С.* Теория эволюции. М.: "Владос". 2005.
2. *Марков А., Наймарк Е.* Эволюция: классические идеи в свете новых открытий. М.: Изд. "АСТ", 2014 г.

Экология

Предмет и методы экологии. Использование термина «экология» в современном обществе: экология как синоним состояния окружающей природной среды, как система общественных отношений в сфере природопользования и как научная дисциплина. Представление об уровнях организации живой материи (клетка, ткань, орган, организм, популяция, сообщество, экосистема, ландшафт, биом, биосфера). Введение понятий "экосистема" (А. Тенсли) и "биогеоценоз" (В.Н. Сукачев). Системный подход в экологии, основные положения общей теории систем.

Экологические факторы. Два типа экологических факторов: условия и ресурсы. Диапазон значений основных физических и химических показателей (температуры, влажности, рН, солевого состава и др.), в пределах которого возможно существование и размножение организмов. Лимитирующая концентрация необходимого ресурса. "Закон Ю. Либиха". Кривая толерантности, зоны оптимума и пессимума. Стенобионтные и эврибионтные виды. Многомерная модель экологической ниши. Взаимодействие факторов. Влияние температуры, света, влажности, солёности на организмы.

Популяционная экология. Статические характеристики популяции: общая численность, плотность, структура (размерная, возрастная, половая). Популяция в пространстве: случайное, агрегированное (пятнистое) и регулярное размещение особей. Динамические характеристики популяции: скорость роста численности, рождаемость, смертность, интенсивность иммиграции и эмиграции. Распределение смертности по возрастам. Основные

типы кривых выживания. Экспоненциальная и логистическая модели популяционного роста. Представление о r- и K-отборе. Основные типы эколого-ценотических стратегий по Раменскому-Грайму.

Взаимодействие популяций. Разные типы взаимодействий (хищничество, конкуренция, мутуализм) и способы их выявления. Теоретический подход к изучению конкуренции и хищничества: системы уравнений Лотки-Вольтерры и их графическая интерпретация. Лабораторные опыты по конкуренции и хищничеству с простейшими, микроорганизмами и насекомыми. Конкуренция и хищничество в природе. Симбиоз, примеры ключевых типов симбиотических взаимоотношений.

Трофические отношения и потоки энергии. Трофические уровни: продуценты, консументы и редуценты; трофические цепи и сети. Биомасса и продукция. Первичная продукция: чистая, валовая. Утилизация первичной продукции в трофических цепях. Потребление, ассимиляция, гетеротрофное дыхание, вторичная продукция. Пастбищная и детритная трофические цепи. Чистая продукция экосистемы.

Биогеохимические циклы. Биосферный цикл углерода. Содержание углерода в разных формах в литосфере, атмосфере, гидросфере и биоте. Содержание диоксида углерода (CO_2) в атмосфере: многолетние колебания и их связь с глобальными изменениями климата. Увеличении концентрации диоксида углерода в атмосфере в течение последнего столетия. Парниковый эффект: механизм возникновения и возможные последствия. Международные соглашения (Рамочная конвенция ООН по изменению климата, Киотский протокол). Биосферный цикл кислорода. Свободный кислород атмосферы и его происхождение. Озоновый слой и опасность его разрушения. Международные соглашения по охране озонового слоя. Биосферный цикл азота. Азотфиксация, роль микроорганизмов в трансформации соединений азота. Значение азота как ресурса, лимитирующего первичную продукцию в океане. Производство и применение азотных удобрений: масштабы этого процесса в сравнении с естественной азотфиксацией. Накопление нитратов в грунтовых водах. Выбросы оксидов азота промышленными предприятиями. Дальнейшая трансформация оксидов азота в атмосфере. Биосферный цикл фосфора. Отсутствие в атмосфере газообразных соединений фосфора. Сток фосфора с суши в море. Потребление фосфора организмами в сравнении с азотом и углеродом.

Эволюция биосферы. Связь биологической эволюции и изменений абиогенных компонентов биосферы. Роль изменений газового состава атмосферы в эволюции биосферы. Внешние и внутренние причины массовых вымираний. Смены ледниковых периодов и межледниковый в после.

Антропогенное воздействие на биосферу. Динамика численности человечества за последние 10 тысяч лет, переломные моменты (неолитическая и промышленная революции), приведшие к увеличению скорости роста численности человечества. Экологический след как интегральная характеристика антропогенного воздействия на биосферу. Экологический след различных стран.

Литература

1. *Николайкин Н.И., Николайкина Н.Е., Мелехова О.П.* Экология. 7-е изд. – М.: Дрофа, 2009. – 624 с.
2. *Миркин Б.М., Наумова Л.Г.* Краткий курс общей экологии. Часть I: Экология видов и популяций – Уфа: Изд-во БГПУ, 2011. – 206 с. Часть II: Экология экосистем и биосферы. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2011. – 180 с.

Цитология

Клеточная теория и её постулаты. Определение понятия «клетка». Понятия тотипотентности. Функциональные системы клетки: ядро; вакуолярная система; митохондрии и хлоропласты; цитоскелет, плазматическая мембрана. Центральная догма молекулярной биологии. Методы клеточной биологии. Методы микроскопии: световая, фазово-контрастная, флуоресцентная, электронная, видеомикроскопия. Иммуно-цитохимическое и цитохимическое окрашивание. Радиоавтография. Молекулярная гибридизация. Культура клеток и тканей.

Структурно-функциональная характеристика ядра. Структура хроматина. Строение хромосом. Понятие о клеточном цикле и характеристика фаз клеточного цикла, хромосомный цикл. Ядерная ДНК. Типы ДНК. Репликоны. Механизм репликация ДНК. Репликация теломерных районов хромосом. Полиплоидия. Понятия эуплоидности и анеуплоидности. Уровни компактизации хроматина и хромосом. Понятия эухроматина и гетерохроматина. Роль гистонов и негистоновых белков в компактизации хроматина. Модификации гистонов. Кариотип. Структура хромосом. Варианты дифференциального окрашивания хромосом. Методы гибридизации. Метод полимеразной цепной реакции – ПЦР. Метод «ДНК отпечатков пальцев». Модели организации хромосом. Ядерный белковый матрикс. Транскрипция и ядерные транскрипты. Типы РНК и РНК-полимераз. Понятия процессинга и сплайсинга. Морфология продуктов транскрипции. Субдомены ядра. Ядрышко и ядрышковый организатор: компоненты, ультраструктура, белки, участие в синтезе рибосомных РНК и формировании субъединиц рибосом. Тельца Кахаля, спеклс (speckles), PML. Хромосомные территории в интерфазном ядре. Ядерная оболочка. Ядерно-цитоплазматический транспорт.

Мембранные компоненты клетки. Свойства и строение биологических мембран. Общие свойства липидов. Белки мембран. Углеводный компонент. Плазматическая мембрана. Химический состав, строение и функции. Высокомолекулярные компоненты: липиды, белки, углеводы. Барьерная функция плазмалеммы. Транспорт низкомолекулярных и высокомолекулярных соединений. Эндоцитоз. Трансцитоз. Клеточные взаимодействия. Клеточная адгезия. Белки адгезии. Специализированные клеточные контакты. Синтез и топогенез белков. Механизм синтеза белка – трансляция. Строение рибосом. Полисомы. Строение гранулярного ЭПР. Синтез секреторных, мембранных и лизосомных белков в гранулярном ЭПР. Сигнальные последовательности. SRP частицы. Механизм ко-трансляционного транспорта белков в мембраны и цистерны ЭПР. Модификации белков, их укладка и адресование. Понятие стресса ЭПР. Аппарат Гольджи. Модели организации аппарата Гольджи. Модификация и адресование белков. Участие в синтезе гликозамингликанов. Протеогликаны. Транспортные пути вакуолярной системы и механизмы адресования и слияния везикул с мембранными компонентами. Антероградный и ретроградный транспорты. Экзоцитоз. Гладкий эндоплазматический ретикулум. Морфология и участие в синтезе липидов, стероидных гормонов, гликогена, депонировании кальция и детоксикации (роль цитохрома P-450). Пищеварительная система клетки. Лизосомы. Классификация, строение, модели образования. Аутофагия. Механизм образования аутофагосом и аутолизосом.

Системы энергообеспечения клеток. Гликолиз. Митохондрии. Химический состав, строение и функции. Образование АТФ путем окислительного фосфорилирования. Цикл Кребса. Биогенез митохондрий. Происхождение митохондрий. Фотосинтез. Строение хлоропласта и его функции. Этапы фотосинтеза.

Компоненты цитоскелета. Актиновые микрофиламенты. Мономеры актина и его изоформы, полимеризация *in vitro*. Строение актинового филамента. Локализация и функции актиновых филаментов. Белки, ассоциированные с актиновыми филаментами. Миозины: структура, функция, локализация, роль в немышечной и мышечной подвижности. Промежуточные филаменты: классификация, свойства, организация и локализация. Структура и функции микротрубочек, центросомы, центриолей, базальных тел и аксонемы. Полимеризация тубулина. MAP-белки. Семейства кинезинов и динеинов. Центриольный цикл. Два способа образования центриолей. Нецентросомные центры организации микротрубочек. Реснички и жгутики.

Митоз. Фазы митоза. Изменение структуры хромосом, роль конденсинов и когезинов. Митотическое веретено, его структура, состав, организация, механизмы формирования. Кинетохор, его структура, белковый состав. Механизм движения хромосом. Анафаза А и В. Телофаза. Цитокинез. Патология митоза. Эволюция митоза.

Мейоз. Принципы образования половых клеток. Фазы мейоза. Особенности профазы I мейоза. Синаптонемный комплекс. Механизм кроссинговера. Хиазмы. Хромосомы типа ламповых щеток. Первое мейотическое деление, редукция числа аллелей, второе мейотическое деление, расхождение гомологичных хроматид – редукция числа хромосом.

Созревание половых клеток. Регуляция клеточного цикла. Характеристика фаз клеточного цикла. Модели и методы изучения клеточного цикла. Общие закономерности прохождения клеточного цикла и его фаз. Понятие об экзогенных и эндогенных факторах регуляции. Эндогенная регуляция. Экзогенные регуляторы: факторы роста и цитокины.

Клеточная гибель. Основные понятия: программированная клеточная гибель, апоптоз и некроз, классификация. Апоптоз: клеточные проявления, методы регистрации, биохимические и морфологические признаки, молекулярные механизмы. Аутофагическая гибель клеток. Программированный некроз.

Особенности строения и функционирования растительных и бактериальных клеток. Растительные клетки: химический состав, строение и образование клеточной стенки. Типы пластид. Хлоропласты. Цитоскелет. Митоз. Плазмодесмы. Бактериальные клетки: особенности строения бактериальных клеток. Нуклеоид бактерий. Фотосинтетические структуры бактерий. Базальное тело и жгутик, клеточная стенка бактерий. Особенности деления бактерий.

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. – 2000с.

Гистология

Введение. Общая гистология, ее цели и задачи. Определение понятия “ткань”. Методы гистологических исследований. Краткая история гистологии. Учение о тканях. Значение исследований И.И. Мечникова, А.А. Максимова, А.А. Заварзина, Н.Г. Хлопина, А.В. Румянцева. Классификация тканей на основе их развития (фило- и онтогенеза), функций и строения. Физиологическое и репаративное обновление тканей. Понятие “клеточная популяция” и “дифферон”. Факторы дифференцировки. Представления об эмбриональных и фетальных/постнатальных (тканеспецифических) стволовых клетках. Методы их изучения.

Эпителиальная ткань. Общая характеристика и морфофункциональная классификация эпителиев. Микроскопическое строение эпителиев. Строение и функции базальной мембраны. Полярная дифференцировка. Гистогенез, понятие об эпителиальном диффероне. Понятие о стволовой эпителиальной клетке. Физиологическая и репаративная регенерация эпителиев. Строение и функции покровных эпителиев. Общая характеристика и морфофункциональная классификация железистого эпителия. Экзокринные железы. Микроскопическое строение. Гистогенез. Цитофизиология секреторной клетки. Секреторный цикл. Типы секреции. Примеры желез экзокринного типа. Эндокринные железы. Микроскопическое строение. Гистогенез. Цитофизиология секреторной клетки. Понятие о гормонах и других сигнальных молекулах. Примеры желез эндокринного типа.

Ткани внутренней среды (кровь, лимфа и соединительная ткань). Происхождение, общая характеристика строения и функций. Кровь и лимфа. Клетки крови, их строение и функции. Морфофункциональная характеристика гранулоцитов (нейтрофилы, эозинофилы, базофилы) и агранулоцитов (моноциты, лимфоциты), тромбоцитов и эритроцитов. Гемопоз. Органы кроветворения. Современные представления о гемопозе. Мультипотентные стволовые кроветворные клетки, свойства, методы исследования. Полипотентные, олигопотентные и монопотентные предшественники. Миелопоз (эритропоз, гранулоцитопоз, мегакариоцитопоз) и лимфоцитопоз. Регуляция кроветворения, современные представления о системе микроокружения (ниша стволовой клетки), факторы (гемопозитины) и структуры, обеспечивающие полноценное кроветворение. Особенности эмбрионального гистогенеза крови.

Клеточные основы защитных реакций. Гуморальные и клеточные основы врожденного и адаптивного иммунитета. Характеристика лимфоцитов как клеток, обеспечивающих иммунную защиту. В- и Т-лимфоциты, НК-клетки, антиген-представляющие клетки (дендритные клетки, макрофаги). Антиген-независимый и антиген-зависимый

лимфоцитопоз. Кооперация клеток в иммунном ответе. Общие представления об организации центральных (костный мозг, тимус) и периферических (неинкапсулированные лимфоидные фолликулы, лимфатические узлы, селезенка) органов иммунной системы.

Волокнистые (рыхлая и плотная) соединительные ткани. Общая морфофункциональная характеристика и гистогенез рыхлой соединительной ткани. Типы клеток, их происхождение и функции (фибробласты, макрофаги, тучные клетки, перициты, адвентициальные клетки, адипоциты, плазматические, пигментные клетки). Структура и химический состав межклеточного матрикса соединительных тканей. Коллагеновые, ретикулярные и эластические волокна. Функции и химический состав аморфного (основного) матрикса. Роль клеток в формировании межклеточного матрикса. Происхождение и обновление клеток рыхлой соединительной ткани в постнатальном онтогенезе. Понятие о мезенхимной стволовой клетке (МСК) и мультипотентных мезенхимных стромальных клетках (ММСК). Воспалительная реакция. Роль клеток крови и соединительной ткани на разных стадиях воспаления.

Плотная соединительная ткань. Сухожилия, связки. Их строение и функции. Скелетные соединительные ткани. Хрящевая ткань. Клетки хряща (хондрогенные, хондробласты, хондроциты). Тонкая структура межклеточного матрикса и его химический состав. Эмбриональный и постнатальный гистогенез хрящевой ткани. Костная ткань. Костные клетки (остеогенные, остеобласты, остеоциты, остеокласты). Структура и химический состав межклеточного матрикса кости. Структура остеона. Гистогенез костной ткани. Рост и регенерация костной ткани.

Мышечная ткань. Морфофункциональная характеристика мышечной ткани. Гладкая мышечная ткань. Микроскопическое строение, происхождение и гистогенез. Поперечно-полосатая (скелетная) мышечная ткань. Строение мышечного волокна. Структурно-химические основы сокращения миофибрилл. Гистогенез поперечно-полосатой мышечной ткани. Миосателлиты. Физиологическая и репаративная регенерация поперечно-полосатых мышц. Сердечно-мышечная ткань. Микроскопическое строение кардиомиоцитов. Физиологическая и репаративная регенерация сердечной мышцы. Стволовые клетки сердечной мышцы.

Нервная ткань. Общая морфофункциональная характеристика. Типы нейронов и их строение. Понятие о рефлекторной дуге. Строение нервного волокна. Ультраструктура синапсов. Механизмы синаптической передачи. Строение и функции нейроглии (эпендима, астроглия, олигодендроглия, микроглия. Взаимоотношения нейронов и нейроглии. Эмбриональный гистогенез нервной ткани. Понятие о нейральной стволовой клетке. Нейрогенез во взрослом мозге.

Литература:

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

Эмбриология

Формирование первичных половых клеток (гоноцитов) у различных групп животных (губки, кишечнополостные, круглые черви, ракообразные, позвоночные). Миграции гоноцитов в гонаду. Дистантные взаимодействия гамет. Случаи хемотаксиса. Гиногамоны, андрогамоны, спермиолизины, их роль. Контактные взаимодействия гамет. Активация спермия - акросомная реакция. Активация яйцеклеток - кортикальная реакция. Ее биохимические основы.

Общая характеристика процесса дробления. Его биологический смысл. Особенности клеточного цикла при дроблении. Особенности синтетических процессов при дроблении. Моменты включения материнских и отцовских генов. Пространственная организация дробления. Значение количества и распределения желтка. Правила Сакса-Гертвига. Основные закономерности спирального дробления. Механизмы бластуляции. Типы бластул и связь их

строения с морфологией дробления. Способы гаструляции: деламинация, иммиграция, эпиболия, инвагинация и различные их сочетания. Типы гаструл. Способы закладки мезодермы. Искусственный и естественный партеногенез. Гиногенез. Андрогенез. Теоретический интерес и практическое применение этих явлений.

Формирование внезародышевых органов и оболочек у Амниота: амнион, сероза (хорион), желточный мешок, аллантоис. Особенности раннего развития млекопитающих. Характеристика этапов от оплодотворения до имплантации (геномный импринтинг, дробление, моруляция, компактизация, кавитация, вылупление). Формирование глаз, конечностей, сердца, почек позвоночных. Морфогенетические взаимодействия между частями зачатка при развитии этих органов. Классификация плацент у млекопитающих: эпителиохориальные, синдесмохориальные, эндотелиохориальные, гемохориальные.

Литература:

1. Белоусов Л.В. Основы общей эмбриологии. М.: Изд-во МГУ. 2005.
2. Гилберт Скотт Ф. Биология развития. 7-е изд. СПб.: Политехника. 2010.
3. Голиченков В.А., Иванов Е.А., Никерясова Е.Н. Эмбриология. М.: Academia. 2004.

Генетика

Цели и принципы генетического анализа. Наследственный признак. Признаки качественные и количественные, элементарные и комплексные. Принцип анализа единичных признаков. Методы генетического анализа. Моногибридное и полигибридное скрещивания.

Аллели и типы их взаимодействий. Статистический характер расщеплений. Цитологические основы законов наследования. Условия выполнения менделевских закономерностей наследования признаков. 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. Кроссинговер. Множественный кроссинговер. Коинциденция. Интерференция. Линейное расположение генов в хромосомах. Генетические карты. Митотический кроссинговер. Хромосомная теория наследственности и роль Т. Моргана в ее формировании. Нехромосомное наследование.

Материнский эффект. Пластидная наследственность. Митохондриальная наследственность. Организация геномов хлоропластов и митохондрий. Взаимодействие ядерных и неядерных генов. Инфекционные факторы и неядерная наследственность. Плазмидное наследование. Свойства плазмид.

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

Хромосомные перестройки. Внутри- и межхромосомные перестройки: делеции, дупликации, инверсии, транслокации, транспозиции. Генные мутации. Классификация генных мутаций. Спонтанный мутагенез. Механизмы возникновения генных мутаций. Гены мутаторы и антимутаторы. Индуцированный мутагенез. Мутагены: физические и химические. Механизмы их действия. Первичные (предмутационные) повреждения ДНК. Роль процессов репарации в мутагенезе. Многоэтапность и генетический контроль мутационного процесса. Антимутагены. Мутагены окружающей среды и методы их тестирования.

Генетический контроль и молекулярные механизмы репликации. Репарация ДНК, ее роль в поддержании стабильности генетического материала. Виды репарации. Генетическая рекомбинация. Виды рекомбинации. Уровни регуляции экспрессии генов. Регуляция экспрессии генов у прокариот. Лактозный оперон. Регуляция экспрессии генов у эукариот. Посттранскрипционный уровень регуляции синтеза белков.

Задачи и методология генетической инженерии. Ключевые ферменты генетической инженерии. Методы выделения и синтеза генов. Векторы на основе плазмид и фагов. Геномные библиотеки. Получение рекомбинантных молекул ДНК, молекулярное клонирование фрагментов ДНК. Экспрессия чужеродных генов. Трансгенные организмы. Векторы эукариот. Генетическая инженерия животных и растений.

Литература:

1. *Инге-Вечтомов С.Г.* Генетика с основами селекции - Н-Л. Санкт-Петербург, 2015. - С. 720.

Физиология человека и животных

Структура и свойства мембраны возбудимых клеток. Механизм формирования потенциала покоя. Формула Нернста. Возбуждение. Потенциал действия - ответ по закону "все или ничего". Ионный механизм генерации потенциала действия. Проведение возбуждения вдоль нервного или мышечного волокна. Электротоническая и импульсная составляющая процесса распространения возбуждения. Передача возбуждения с одной клетки на другую. Электрические и химические синапсы, их структурные и функциональные различия. Химически управляемые ионные каналы. Постсинаптический потенциал, его отличия от потенциала действия. Генерация потенциала действия в мышце.

Поперечно-полосатые мышцы. Строение саркомера. Сократительные белки. Теория скольжения нитей. Роль Са и АТФ. Нейрон как структурно-функциональная единица нервной системы. Элементы нейрона: сома, дендриты, аксон, аксонный холмик. Аксонный транспорт. Отличия центральных синапсов от нервно-мышечного. Ионная природа тормозных и возбуждающих постсинаптических воздействий. Основные типы медиаторов и механизмы их взаимодействия с рецепторами. Медиаторы и модуляторы. Аfferентные, промежуточные и эfferентные нейроны. Понятие о рефлексе и рефлекторной дуге. Дивергенция и конвергенция. Явления окклюзии и облегчения. Возбуждающие и тормозные связи между нейронами. Механизмы модуляции эффективности синаптической передачи как способ изменения стандартных программ, их роль в формировании поведенческих реакций, процесс обучения и памяти. Сенсорные системы. Генерация импульсной активности в рецепторе (на примере фоторецептора); частотное кодирование силы воздействия. Пути поступления аfferентной информации в головной мозг.

Соматическая система. Спинной мозг, рефлекторная и проводящая функции. Мотонейроны, принцип общего конечного пути. Спинномозговые двигательные рефлексы. Мышечные веретена и сухожильные органы. Гамма-мотонейроны и их функциональное значение. Вегетативная нервная система. Ее роль в регуляции внутренних органов и поддержании гомеостаза. Структурно-функциональная организация симпатического и парасимпатического отделов и их регуляторные взаимоотношения. Медиаторы вегетативной нервной системы.

Эндокринная система. Особенности гуморальной регуляции. Механизмы, обеспечивающие адресованность влияний. Химическая природа основных групп гормонов и особенности их взаимодействия с клетками-мишенями (внутриклеточная и мембранная рецепция). Понятие о вторичных мессенджерах (Ca²⁺, циклические нуклеотиды). Основные железы внутренней секреции, выделяемые ими гормоны и их функциональная роль. Регуляция деятельности желез внутренней секреции. связь нервных и гормональных механизмов регуляции, гипоталамо-гипофизарная система.

Неспецифические и специфические механизмы защиты. Процесс свертывания крови. Фагоцитоз. Иммунная система. Антиген. Антитело. Клеточные основы иммунитета. В и Т лимфоциты. Роль тимуса. Гуморальный и клеточный иммунитет, их особенности, взаимодействие между собой и с неспецифическими системами защиты. Группы крови. Резус-фактор.

Функции системы кровообращения. Особенности кровообращения у разных классов позвоночных животных. Строение сердца теплокровного. Сердечный цикл. Автоматия; истинные и латентные водители ритма. Проводящая система сердца. Электро-кардиограмма, метод регистрации и информативное значение. Механизмы регуляции сердечной деятельности. Основные принципы гемодинамики и факторы, определяющие величину

кровенного давления.

Строение легких. Механизм легочного дыхания. Дыхательные мышцы и их иннервация. Дыхательный центр и его работа. Регуляция дыхания. Рефлексы саморегуляции с рецепторов растяжения легких и их роль в механизмах смены вдоха выдохом. Влияние газового состава крови на дыхание. Рефлексы с хеморецепторов сосудистых рефлексогенных зон и продолговатого мозга.

Общее строение пищеварительного тракта. Особенности пищеварения в различных отделах желудочно-кишечного тракта. Нервные и гуморальные механизмы регуляции желудочной секреции и секреции поджелудочной железы. Строение кишечной ворсинки. Пристеночное (мембранное) пищеварение, его смысл и значение. Механизмы всасывания; особенности всасывания аминокислот, углеводов и жиров. Роль печени.

Почки. Строение нефрона. Особенности почечного кровообращения. Клубочковая фильтрация, канальцевая реабсорбция и секреция. Активная реабсорбция натрия и сопряженный транспорт воды. Противоточно-поворотная система и ее роль в механизмах концентрирования мочи. Регуляция выделительной функции почки. Роль почки в регуляции АД и осмотического давления плазмы. Антидеуретический гормон, система ренин-ангиотензин-альдостерон, атрапептид.

Литература:

1. Фундаментальная и клиническая физиология. / Под ред. Камкина А.Г., Каменского А.А., – М.: Академия, 2004. - 1073с.
2. Гайтон А.Г., Холл Дж.Э. Медицинская физиология. – М.: Логосфера, 2008. – 1273с.

Физиология высшей нервной деятельности

Введение. История исследований физиологических механизмов поведения животных и человека. Представления Р. Декарта и И.М. Сеченова. Создание И.П. Павловым учения о высшей нервной деятельности. Классификация форм поведения Ч. Дарвина и Л.В. Крушинского. Круг задач рассматриваемых современной физиологией высшей нервной деятельности. Современные методы исследования функций головного мозга: от регистрации активности отдельных нейронов до исследования мозга человека.

Рефлекторная теория поведения И.П. Павлова. Безусловные и условные рефлексы. Классический условный рефлекс. Правила выработки, принцип образования, виды условных рефлексов. Инструментальный условный рефлекс. Внешнее и внутреннее торможение условных рефлексов. Соотношение условных и безусловных рефлексов в поведении животных и человека.

Инструментальное обучение. Основная концепция бихевиоризма. Представления бихевиористов об инструментальном научении (Э. Торндайк, Д. Уотсон). Критика основных положений бихевиоризма У. Хантером и К. Лешли. Необихевиоризм. Оперантный подход Б. Скиннера. Этология. Представления об инстинктах: поисковое поведение, ключевые стимулы, завершающий акт. Импринтинг. Свойства и значение импринтинга. Гидравлическая модель инстинкта (по К. Лоренцу). Иерархическая теория инстинкта Н. Тинбергена. Биологическая роль агрессии. Когнитивные аспекты научения. Представления об инсайте В. Келера. Когнитивные карты Э. Толмена. Элементарная рассудочная деятельность животных (по Л.В. Крушинскому): эмпирические законы окружающей среды; способность животных к экстраполяции; оперирование размерностью фигур; способность к рассудочной деятельности как таксономический признак.

Биологические мотивации. Триада «потребность, мотивация, эмоция»; представление о физиологических механизмах, роль в формировании поведения. Периферические и гуморальные теории мотиваций. Гипоталамическая теория Стеллара. Лимбическая система головного мозга, как нейробиологический субстрат биологических мотиваций. Метод электростимуляции для исследования мотивационных состояний. Эмоции. Теории эмоций: Джеймса-Ланге, Кэннона-Барда, активационная теория Линдсли, теория Мак-Лина, биологическая теория П.К. Анохина, информационная теория П.В. Симонова. Функции эмоций: отражательно-оценочная, переключающая, подкрепляющая.

Физиологические механизмы памяти. Виды памяти в биологических системах.

Когнитивный подход к исследованию памяти у человека (исследования Г. Эббингауза). Формы памяти: сенсорная память, кратковременная и долговременная память; процедурная и декларативная память; эпизодическая и семантическая память. Нарушения памяти. Мозговые структуры, участвующие в физиологических механизмах памяти. Нейронные механизмы обучения и памяти. «Синапс Хебба». Исследования на «простых» нервных системах (насекомые, моллюски) и на прижизненных срезах гиппокампа. Работы Э. Кендела. Исследование различных видов пластичности синапсов (фасилитация, потенциация).

Сон и бодрствование. Электрическая активность мозга во время сна, стадии сна. Современные представления о физиологических механизмах сна. Гипноз и родственные ему состояния у человека и животных. Физиология сна морских млекопитающих.

Локализация функций в головном мозге. Взгляды эквипотенциалистов и узких локализационистов. Исследования локализации речевой функции П. Брока и К. Вернике. Современные представления о локализации функций в головном мозге. Функциональная асимметрия полушарий коры головного мозга. Физиология анализаторов. Понятие об анализаторе. Сенсорные системы человека. Переработка информации на разных уровнях анализатора (на примере зрительного анализатора).

Вторая сигнальная система. Коммуникативные способности животных. «Танцы» пчел, акустическая коммуникация у дельфинов. Критерии языка по Хоккету. Обучение антропоидов языкам-посредникам. Этапы формирования речи у ребенка. Значение второй сигнальной системы для формирования абстрактно-логического типа мышления у человека.

Литература:

1. Шульговский В.В. Физиология высшей нервной деятельности. М.: Изд-во "Академия" 2014. 384 с. (Сер. Бакалавриат).

Физиология растений

Растительная клетка. Особенности строения, структурная и функциональная организация растительной клетки. Типы пластид, особенности их строения и функционирования, геном пластид. Особенности митохондрий растений, геном митохондрий. Литические и запасающие типы вакуолей. Эндомембранные системы растительной клетки, особенности строения и функционирования. Клеточная стенка. Особенности строения и функционирования.

Фотосинтез. Фотосинтетические пигменты, хлорофилл-белковые комплексы. Первичные процессы фотосинтеза. Электрон-транспортная цепь, ее пространственная организация в тилакоидной мембране и особенности функционирования. Q-цикл. Фотосинтетическое фосфорилирование. Ассимиляции углерода при фотосинтезе. РБФ-карбоксилаза-оксигеназа: структура, функции, регуляция. Цикл Кальвина, основные ферменты и механизмы регуляции цикла. Фотодыхание. Цикл Хэтча-Слэка-Карпилова (C₄-растения) его функциональное значение. Фотосинтез у САМ-растений.

Дыхание растений. Структура и функции комплексов электрон-транспортной цепи (ЭТЦ) дыхания. Особенности ЭТЦ дыхания растений. Гликолиз и глюконеогенез. Особенности гликолиза и цикла трикарбоновых кислот у растений. Окислительный пентозофосфатный цикл. Глиоксисомы и глиоксилатный цикл. Цитоплазматические оксидазы, их локализация, функции, физиологическая роль.

Водный обмен растений. Градиент водного потенциала как движущая сила поступления и передвижения воды. Аквапорины и их роль. Транспорт воды по растению. Корень как основной орган поглощения воды. Механизм радиального транспорта воды в корне, роль ризодермы и эндодермы. Характеристика «нижнего» и «верхнего» двигателей водного тока. Корневое давление. Транспирация и ее роль в водном обмене растения. Строение устьиц и механизм их работы.

Минеральное питание. Механизмы поглощения ионов и их передвижения по растению. Транспорт ионов через мембраны. Пассивный и активный транспорт ионов. Макроэлементы. Азотный обмен растений. Восстановление нитратов: нитрат- и нитритредуктаза. Пути включения аммонийного азота в органические соединения; характеристика ферментов. Обмен серы в растении. Аденозин-5'-фосфосульфат и 3'-фосфоаденозин-5'-фосфосульфат и

их роль в метаболизме серы. Восстановление сульфатов и сульфитов. Фосфор: поглощение и физиологическая роль. Калий, натрий, кальций, магний, особенности поглощения и их роль в жизнедеятельности растений. Микроэлементы. Особенности поступления железа у однодольных и двудольных растений. Формы запасаания и функционирование в растениях. Медь, марганец, молибден, цинк, бор. Поглощение, транспорт, содержание в клетках и тканях, выполняемые функции. Функции «полезных» элементов: натрий, хлор, кремний, кобальт. Дальний транспорт веществ в растении. Механизмы передвижения веществ по ксилеме и флоэме. Взаимодействие флоэмных и ксилемных потоков веществ и ионов. Апопластный и симпластный пути загрузки веществ в ксилему и флоэму.

Рост и развитие растений. Гормональная регуляция роста и развития растений. Общая характеристика фитогормонов. Ауксины, цитокинины, гиббереллины, абсцизовая кислота, этилен, брассиностероиды, жасмонаты. Биосинтез, образование конъюгатов, деградация, транспорт по растению. Рецепторы фитогормонов. Механизмы действия фитогормонов. Физиологическое действие фитогормонов. Другие регуляторы роста растений: салицилат, фитосульфокины, системин. Фоторецепторы. Фитохромы, криптохромы, фототропины. Строение, локализация, пути трансдукции сигнала и механизмы функционирования. Физиологическая роль фоторецепторов. Циркадные ритмы, механизм их образования и физиологическая роль. Онтогенез растений. Эмбриональное развитие, покой и прорастание семян: общая характеристика и механизмы регулирования: Вегетативный рост растений: общая характеристика и механизмы регулирования. Рост и развитие корня. Развитие побега: закладка и развитие листа, пазушной почки и междоузлия. Генеративное развитие растений. Фотопериодизм. Индукция и эвокация цветения. ABC/ABCDE-модель генетической регуляции развития цветка.

Устойчивость растений. Стрессы биотической и абиотической природы. Специфические и неспецифические ответные реакции растений на действие стрессоров. Абиотические стрессы. Неспецифические защитные соединения: стрессовые белки и их функции: низкомолекулярные антистрессовые вещества. Специфические защитные соединения: десатуразы жирных кислот, осмотлиты, полиолы, бетаины. Фитохелатины и их роль. Биотические стрессы. Фитоиммунитет. Механизмы ответа растений на внедрение патогена: реакция сверхчувствительности. Механизмы «узнавания» атаки патогена. Элиситоры. Олигосахариды. Генетическая природа устойчивости растений к патогенам. Вертикальная и горизонтальная устойчивости. Теория Флора «ген-на-ген». Роль вторичных метаболитов в вертикальной и горизонтальной устойчивости растений. Фитоалексины.

Литература:

1. Физиология растений/ Под ред. И.П. Ермакова. М.: Издательский центр «Академия», 2007.
2. *Медведев С.С., Шарова В.И.* Физиология растений. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского университета, 2011.

Микробиология

История микробиологии. Предмет и задачи микробиологии. Сущность и значение основных открытий в микробиологии (работы А. Левенгука, Л. Пастера, Р. Коха, С.Н. Виноградского, Д.И. Ивановского, М. Бейеринка, А. Клейвера, А. Флеминга). Развитие отечественной микробиологии. Главные направления современных микробиологических исследований.

Систематика микроорганизмов. Место микроорганизмов в системе живого. Группы организмов, входящие в мир микробов, их особенности. Основные способы классификации микроорганизмов-прокариот (нумерическая, морфофизиологическая, молекулярно-генетическая). Принципы идентификации микроорганизмов.

Строение и развитие микроорганизмов. Цитология и морфология микробных клеток (внутреннее строение и поверхностные структуры). Особенности строения архей. Способы движения микроорганизмов (жгутиковое и скользящее). Таксисы. Способы размножения и дифференцировка в мире микробов. Жизненные циклы микроорганизмов. Покоящиеся формы (эндоспоры и цисты).

Генетика микроорганизмов. Наследственный аппарат прокариот, плазмиды и другие

мигрирующие генетические элементы микроорганизмов. Процессы рекомбинации у прокариот (конъюгация, трансформация и трансдукция). Наследственная и ненаследственная изменчивость. Мутации, спонтанный и индуцированный мутагенез. Гетерогенность популяции микроорганизмов, понятие о диссоциации.

Культивирование микроорганизмов. Накопительные и чистые культуры. Принципы выращивания микроорганизмов в лаборатории и основные параметры роста культур (время генерации, константа скорости роста, урожай, экономический коэффициент). Периодическое и непрерывное культивирование. Некультивируемые формы микроорганизмов. Антимикробные вещества и их применение. Антибиотики, их значение и проблема множественной лекарственной устойчивости.

Метаболизм микроорганизмов. Типы питания микроорганизмов. Классификация микроорганизмов по отношению к качеству и количеству питательных веществ (олиго- и копиотрофы, гидролитики и диссипотрофы, прото- и ауксотрофы, пара- и сапротрофы). Виды пассивного и активного транспорта веществ в микробные клетки. Особенности использования микроорганизмами высокомолекулярных и нерастворимых в воде соединений. Способы образования АТФ у микроорганизмов. Микробные электронтранспортные цепи. Пути использования сахаров, преобразования пирувата и этапы конечного окисления у микроорганизмов. Роль цикла Кребса и глиоксилатного шунта. Виды брожений и микроорганизмы, их осуществляющих. Гомоацетогенез. Виды анаэробного дыхания и особенности анаэробно дышащих микроорганизмов. Метаногенез. Аэробное дыхание с полным и неполным окислением органических субстратов. Аммонификация. Микробная биолюминесценция. Метилотрофия. Окисление восстановленных неорганических соединений и особенности групп хемолитотрофных микроорганизмов. Особенности микробного фотосинтеза. Группы микроорганизмов-фототрофов, осуществляющих аноксигенный и оксигенный фотосинтез. Бесхлорофильный фотосинтез галобактерий (галоархей). Автотрофная и гетеротрофная ассимиляция углекислоты у микроорганизмов. Особенности ассимиляции углерода у метилотрофов. Ассимиляция азота (азотфиксация, ассимиляционная нитратредукция, ассимиляция аммония). Ассимиляция серы, фосфора, железа. Общее представление о синтезе микробных биополимеров. Вторичные метаболиты. Уровни регуляции микробного метаболизма (компарментализация, управление активностью ферментов, влияние на синтез ферментов).

Действие факторов окружающей среды на микроорганизмы. Основные абиотические факторы (активность воды, рН, температура, электромагнитные излучения, гидростатическое давление, наличие кислорода) и их влияние на рост микроорганизмов. Особенности микроорганизмов, развивающихся при экстремальных значениях абиотических факторов. Микробные местообитания, сочетающие несколько экстремальных физико-химических факторов. Биотические факторы окружающей среды. Симбиозы с участием микроорганизмов, их классификация. Микробные сообщества и трофические связи в них. Межвидовой перенос интермедиатов и синтрофия. Агрегация микроорганизмов, образование биопленок.

Экология микроорганизмов. Функции микроорганизмов в природных местообитаниях. Стратегии роста. Микроокружение. Особенности жизнедеятельности микроорганизмов в почве, водоемах, воздухе. Микроорганизмы бактериального газового фильтра. Парниковые газы. Участие микроорганизмов в биогеохимических циклах углерода, кислорода, азота, серы, железа. Роль микроорганизмов в эволюции биосферы. Теории панспермии и симбиогенеза.

Практическое применение микроорганизмов. Отрасли микробной биотехнологии (пищевые и непищевые производства). Микробная порча продуктов и материалов и биокоррозия. Роль микробиологии в решении глобальных проблем человечества (очистка окружающей среды, продовольственная и энергетическая проблемы, здоровье человека).

Литература:

1. Нетрусов А.И., Котова И.Б. «Микробиология. Университетский курс», 4-е изд., исправленное и дополненное. Учебник для вузов. М.: Изд-во «Академия», 2012.

Вирусология

Структура генетического материала вирусов. ДНК- и РНК-содержащие вирусы. Разнообразие форм вирусных нуклеиновых кислот: линейные, кольцевые, одно- и двуцепочечные. Сегментированные и разделенные геномы. РНК-геномы с положительной и отрицательной полярностью. «Двусмысленные» РНК-геномы. Концевые структуры вирусных нуклеиновых кислот – кэп, тРНК-подобные структуры, терминальные белки и др. Классификация вирусов в зависимости от типа генетического материала.

Общие принципы структуры вирусных частиц. Молекулярная организация вирионов простых вирусов. Понятия «капсид», «капсомер», «нуклеокапсид». Принципы спиральной симметрии (вирус табачной мозаики). Принципы икосаэдрической симметрии. Пентоны. Гексоны. Вирусы с комплексной симметрией. Строение бактериофага Т4. Оболочечные вирусы: происхождение и функции гликопротеинов. Пять основных видов симметрии вирусных частиц.

Взаимодействие вирусов с клеткой. Первые этапы инфекции. Разнообразие способов проникновения вирусного генома в бактериальные, растительные и животные клетки. Биологическая специфичность вирусов, роль первых фаз инфекции в определении спектра хозяев вируса. Варианты локализации синтеза компонентов вирусов в клетках. Сборка вирионов. Упаковка нуклеиновых кислот в вирусные частицы. Варианты выхода вирусного потомства из зараженной клетки. Типы вирусных инфекций: продуктивная инфекция (литическая, персистирующая), абортивная инфекция, интегративная форма – лизогения, интегративно-продуктивная форма - трансформация клетки.

Основные схемы репликации вирусов при продуктивной инфекции. Характеристика некоторых ферментов полимеразного типа, используемых вирусами при репликации: ДНК-ДНК-полимераз, ДНК-РНК-полимераз, РНК-РНК-полимераз (репликаз и транскриптаз), РНК-ДНК-полимераз (обратных транскриптаз). Принципы трансляции мРНК в прокариотических и эукариотических клетках. Общие схемы репликации вирусов с позитивным РНК-геномом, вирусов с негативным РНК-геномом, вирусов с двуцепочечными РНК-геномами, вирусов с двусмысленной (ambisense) РНК ретровирусов, ретроидных вирусов, вирусов с одноцепочечной кольцевой ДНК, вирусов с двуцепочечной линейной ДНК, вирусов с кольцевой двуцепочечной ДНК.

РНК-содержащие вирусы с позитивным геномом. РНК-содержащие бактериофаги. Строение вирионов, структура генома. Регуляция синтеза вирус-специфических белков. Синтез вирусных РНК. Связь процессов трансляции и транскрипции вирусной РНК. Пикорнавирусы. Строение вириона, структура генома и функции вирусных белков, особенности экспрессии генома и репликации РНК. Строение вирионов, структура и выражение генома ВТМ, функции вирусных белков.

РНК-содержащие вирусы с негативным РНК-геномом. Вирусы с непрерывным и сегментированным (-)РНК геномами. Рабдовирусы: строение вирионов, цикл репликации на примере вируса везикулярного стоматита. Ортомиксовирусы. Структура вирионов. Функции вирионных и неструктурных белков. Цикл репликации вируса гриппа А. Изменчивость вируса гриппа А.

РНК-содержащие вирусы с двуцепочечной РНК. Реовирусы. Структура вириона. Структурная перестройка вириона после попадания в клетку (вирион, инфекционная субвирусная частица, коровая частица). Характеристика генома. Вирионная РНК-полимераза. Синтез и трансляция вирусных информационных РНК. Репликация двуцепочечных РНК и созревание вирионов. Цикл репликации реовирусов.

РНК-содержащие вирусы с двусмысленной (ambisense) РНК. Ареновирусы: структура вириона, структура и выражение генома. Стратегия репликации ареновирусов.

Ретровирусы. Общая характеристика семейства. Структура вириона. Структура генома и особенности репродукции. Вирионные ферменты. Принцип обратной транскрипции. Механизм образования провируса. Интеграция провируса в геном клетки. Вирус-специфические мРНК, синтез вирус-специфических белков. Жизненный цикл ретровирусов.

Вирусы, содержащие одноцепочечную ДНК. Бактериофаги с одноцепочечной ДНК. Общая характеристика, особенности репликации. Структура вирионов вирусов сем. *Microviridae* и *Inoviridae*. Структура генома фага φX174. Репликация ДНК фага φX174: принцип «разматывающегося рулона» в репликации ДНК. Роль клеточных и вирус-специфических белков в репликации ДНК. Сборка фага φX174.

Вирусы прокариот, содержащие двуцепочечную ДНК. Бактериофаг T7: структура вириона, структура генома, вирусные белки, особенности регуляции транскрипции генома, схема репликации вирусной ДНК. Понятие о системе рестрикции-модификации бактериальной клетки, защита бактериофага T7 от клеточной системы рестрикции. Бактериофаг T4: структура вириона, особенности геномной ДНК, регуляция транскрипции.

Вирусы эукариот, содержащие двуцепочечную ДНК. Общая характеристика полиомавирусов. Обезьяний вирус - 40 (SV-40): структура, продуктивная и непродуктивная формы инфекции, литическая инфекция. Ранняя транскрипция генов SV-40. Т-антиген - мультифункциональный белок. Репликация ДНК SV-40. Поздняя транскрипция генов. Сборка вириона. Общая характеристика аденовирусов. Структура вириона. Литический цикл инфекции. Ранняя транскрипция; репликация ДНК, поздняя транскрипция, сборка вириона.

Ретроидные (параретро-) вирусы. Стратегия выражения генома по принципу $(\pm\text{ДНК}) \rightarrow (+\text{РНК}) \rightarrow (\pm\text{ДНК})$. Функции вирионной обратной транскриптазы. Вирус гепатита В: строение вирионов, структура генома, продукты генов и их функции. Транскрипция ДНК, синтез прегеномной РНК. Механизм репликации вирусного генома, транслокация белковой и РНК-затравок. Общая схема жизненного цикла вируса гепатита В. Роль вируса в возникновении гепатокарцином.

Литература:

1. *Alan Camm*, Principles of Molecular Virology, Fourth Edition, ELSEVIER, Academic Press, 2005.
2. *Карпова О.В., Градова Н.Б.* Основы вирусологии для биотехнологов, М.: ДеЛи плюс, 2012.
3. Вирусология (в 3- томах)/ Под ред. Б.Филдса, Д.Найпа при участии Р.Ченока и др.; перевод с англ. А.В.Гудкова и др.; под ред. Н.В.Каверина, Л.Л.Киселёва. – М.: Мир, 1989.
4. *А. В. Пиневиц, А. К. Сироткин, О. В. Гаврилова, А. А. Потехин.* Вирусология. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского университета, 2013.

Биохимия

Химическая природа и свойства компонентов клеток (статическая биохимия). Динамическая структура воды. рН и буферные растворы. Специфика молекулярных взаимодействий в водных растворах.

Структуры и физико-химические свойства мономерных соединений, входящих в состав биологических объектов. Природные аминокислоты. Природные углеводы и их производные. Липофильные соединения и их классификация. Насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты. Нейтральные жиры. Полиморфизм фосфолипидов в водных растворах. Мицеллы и липосомы. Пуриновые и пиримидиновые основания. Нуклеозиды и нуклеотиды. Циклические нуклеотиды. Витамины, коферменты и другие биологически активные вещества.

Структура и свойства биополимеров. Белки. Природа пептидной связи. Упорядоченные (α -спираль, β -слои) и неупорядоченные структуры полипептидных цепей. Уровни структурной организации белков. Природа внутри- и межмолекулярных взаимодействий, обеспечивающих структуру белков. Посттрансляционная модификация белков. Связь между первичной и высшими степенями структурной организации белков. "Консервированные" и гомологичные последовательности аминокислот в белках. Сравнительная биохимия и эволюция белков.

Нуклеиновые кислоты. Азотистые основания и пентозы, входящие в состав ДНК и РНК. Понятие фенотипа и генотипа в современной геномике и генетике. Разные подходы к определению функций. Ген – функция и молекулярные механизмы перехода от генетической информации к фенотипической (функциональной). Определение генома. Транскриптом и необходимость его изучения.

Биологические мембраны. Липосомы как модель биологических мембран. Физико-

химические свойства двойной фосфолипидной мембраны (проницаемость, подвижность молекул фосфолипидов). Химическая гетерогенность фосфолипидов мембраны. Динамическая модель биологических мембран Сингера-Никольсона. Каналы, поры, переносчики, рецепторы и избирательная проницаемость биологических мембран

Ферментативный катализ. Общие представления о катализе. Ферментативный катализ. Специфичность ферментативного катализа. Ингибиторы и активаторы ферментативных реакций. Изоферменты. Международная классификация ферментов. Основы биоэнергетики. Соединения с высоким потенциалом переноса групп. АТФ – универсальный источник энергии в биологических системах. Структура митохондрий и локализация компонентов дыхательной цепи млекопитающих. Регулирование фосфорильного потенциала.

Обмен углеводов. Гликолиз и гликогенолиз. Стехиометрические уравнения гликолиза и гликогенолиза. Характеристика отдельных ферментов гликолиза. Регулирование гликолиза. Обратимость гликолиза и глюконеогенез. Синтез гликогена. Обмен липидов. Активация жирных кислот. Роль карнитина в транспорте жирных кислот в митохондрии. Окислительный распад жирных кислот (β -окисление). Конечные продукты распада «четных» и «нечетных» жирных кислот. Образование ацетоацетата. Источники ацетил-СоА для синтеза жирных кислот. Система синтеза жирных кислот. Синтез фосфолипидов. Синтез нейтрального жира. Обмен аминокислот и других азотистых соединений. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Трансаминирование. Декарбоксилирование аминокислот. α -Кетокислоты – продукты распада аминокислот. Синтез мочевины в качестве конечного продукта обмена азотсодержащих соединений у млекопитающих. Стехиометрические уравнения образования мочевины. Распад ди-, трикарбоновых кислот. Окислительное декарбоксилирование пирувата. Цикл ди-, трикарбоновых кислот (цикл Кребса). Стехиометрическое уравнение распада пирувата до CO_2 . Энергетическая и пластическая функции цикла Кребса.

Регуляция и интеграция метаболизма. Дивергенция катаболических и анаболических цепей метаболизма. Типы регулирования активности ферментов и переносчиков. Регулирование активности ферментов их ковалентной модификацией. Каскадный принцип регулирования ферментов. Гормоны в качестве первичных управляющих сигналов метаболизма. Рецепторы гормонов и G-белки. Механизмы и результаты действия инсулина, адреналина, глюкагона. Вторичные посредники передачи сигналов.

Литература:

1. Д. Нельсон, М. Кохс. Основы биохимии Ленинджера. В трех томах. М., Бином. Лаборатория знаний. 2012.
2. Л. Страйер. Биохимия. В трех томах. М., Мир. 1987.

Молекулярная биология

Доказательства генетической функции ДНК. Структура ДНК, принцип комплементарности. Гибкость двойной спирали, физические параметры конформационных форм ДНК. Примеры, показывающие, что нуклеотидная последовательность определяет механические свойства ДНК. Неканонические формы ДНК. Сверхспирализация. Топоизомеразы.

Репликация ДНК. Точность воспроизведения ДНК, полимеразы, участвующие в репликации, их ферментативная активность. Вилка репликации, события на отстающей нити. Ферменты в репликационной вилке. Особенности ДНК полимераз эукариот. Репликоны и структура участка начала репликации (origin).

Репарация ДНК, классификация типов репарации. Прямая репарация тиминовых димеров и метилированного гуанина. Гликозилазы. Эксцизионная репарация, ферменты. Механизм репарации, направленный на исправление активно транскрибируемых генов. Механизм репарации неспаренных нуклеотидов, роль метилирования.

Транскрипция у прокариот. Особенности структуры РНК-полимеразы, сигма-факторы. Негативная и позитивная регуляция транскрипции. Узнавание ДНК белками в прокариотических системах. Аллостерический контроль связывания белков с ДНК. CAP-белок. Атенуация транскрипции.

Транскрипция у эукариот. Базальная транскрипция, факторы транскрипции. Энхансеры

и сайленсеры. "Модули" последовательностей ДНК, узнаваемые специфическими белками. Белковые домены, узнающий специфические последовательности ДНК. Гемеодомен и гены-селекторы. "Лейциновые молнии", "цинковые пальцы". Рецепторы гормонов, типы, особенности узнавания ДНК. Внешние сигналы, активирующие транскрипцию генов.

Структурная организация нуклеосом. Нуклеосомы и транскрипция. Модификации генов и динамическая структура хроматина. Представление о перемоделировании хроматина. Роль нуклеосомных структур в активации экспрессии генов. Процессинг РНК. Типы интронов, сплайсинг. Малые ядерные РНК и сплайсосома. Редактирование РНК. Общая схема биосинтеза белка. Роль РНК. Информационная РНК, ее структура, функциональные участки. Расшифровка и общие свойства генетического кода.

Транспортная РНК, ее структурные и функциональные особенности. Аминоацилирование тРНК, аминоацил-тРНК-синтетазы (АРСаза). Два класса АРСаз, особенности структурной организации. Участки тРНК, ответственные за специфическое связывание, взаимодействие белка с аминоацил-тРНК. Функции редактирования, неканонические функции аминоацил-тРНК-синтетаз. Рибосомы про- и эукариотического типа. Последовательное считывание мРНК рибосомами, полирибосомы. Химические реакции и общий энергетический баланс биосинтеза белка. Структурные домены и компактная укладка молекул РНК. Значение рибосомной РНК (рРНК). Рибосомные белки, их разнообразие, белковые комплексы, их взаимодействие с рРНК. Четвертичная структура рибосомы. Структурные превращения рибосом.

Рабочий цикл рибосомы. Элонгация: первый этап - поступление аминоацил-тРНК в рибосому. Концепция антикодона, кодон-антикодонное взаимодействие. Адаптерная гипотеза. Участие фактора элонгации I в связывании аминоацил-тРНК. Структура фактора I, его взаимодействия, связывание тройственного комплекса с рибосомой, роль гидролиза GTP. Антибиотики - ингибиторы первого этапа элонгации. Ложное кодирование. Общая последовательность событий и молекулярные механизмы.

Второй этап элонгации - транспептидация. Химия и энергетический баланс реакции, ингибиторы. Третий этап элонгации - транслокация. Участие фактора элонгации II. Роль гидролиза GTP. Скорость элонгации, ее регуляция. Неравномерность элонгации: паузы, модулирующие кодоны, влияние структуры мРНК и растущих пептидов. Избирательная регуляция элонгации на разных мРНК. Регуляция общей скорости элонгации. Фосфорилирование факторов. Механизм действия токсинов. Терминация трансляции.

Инициация трансляции у прокариот. Инициаторные кодоны, места связывания рибосом на мРНК. Белковые факторы инициации. Регуляция трансляции, различная "сила" инициации мРНК, сопряженная и последовательная трансляция полицистронных матриц. Репрессия трансляции. Регуляция трансляции мРНК рибосомных белков. Независимая инициация цистронов.

Регуляция трансляции у эукариот. Особенности эукариотической мРНК, CAP структура, инициаторные кодоны. Внутренний сайт связывания рибосом. Белковые факторы, взаимодействующие с рибосомой и с мРНК. Влияние на инициацию трансляции структур на 3'-конце мРНК. Последовательность событий. Общие механизмы регуляции: модификации факторов инициации, формирование мРНК (информосом), избирательная дискриминация мРНК, регуляция с участием коротких открытых рамок считывания. Трансляционная репрессия. Маскирование - демаскирование мРНК.

Котрансляционное сворачивание белков. Роль шаперонов. Посттрансляционные модификации белков. Белковый сплайсинг, его механизм и биологическое значение.

Литература:

1. *Спирин А.С.* Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка. М.: Академия, 2011. - 513 с.
2. *Разин С.В., Быстрицкий А.А.* Хроматин: упакованный геном. М.: Бином, 2012. - 176 с.

Иммунология

Введение в иммунологию. История иммунологии. Основные понятия иммунологии. Врожденный и адаптивный иммунитет. Концепция Ч. Джейнуэя. Филогенез иммунитета. Принципы иммунологического распознавания. Рецепторы врожденного иммунитета.

Врожденный иммунитет. Гуморальные факторы врожденного иммунитета. Система комплемента. Острофазные белки. Бактерицидные пептиды. Система цитокинов. Их классификация и основные свойства. Воспалительные цитокины и их антагонисты. Сигнализация и активация клеток врожденного иммунитета. Передача сигналов от рецепторов цитокинов.

Клетки иммунной системы. Введение в гемопоз. Лимфоидные клетки. Естественные киллеры. Развитие и функция. Введение в МНС. Активирующие и ингибирующие рецепторы. Механизмы контактного цитолиза. Протеосомы. Миелоидные клетки. Морфология и состав гранул. Молекулы адгезии и хемокины. Фагоцитоз. Молекулярные механизмы хемотаксиса, эндоцитоза, бактерицидности. Факторы и механизмы внеклеточного цитолиза. Система комплемента, пентраксины.

Адаптивный иммунитет. Специфическое распознавание. Антигенраспознающие рецепторы лимфоцитов: иммуноглобулины и Т-клеточные рецепторы (TCR). Доменная структура, изотипы, аллотипы, идиотипы. Особенности строения переменных доменов. Молекулярные основы формирования V-генов иммуноглобулинов и TCR (перестройка V-генов). В1 клетки. Понятия антигена и эпитопа. Чужеродность, иммуногенность, специфичность антигенов. Взаимодействие антигенов и антител. Иммунопротеосомы. Формирование лигандов для TCR. Созревание аффинитета и переключение изотипов.

Органы иммунной системы. Первичные лимфоидные органы. Строение и функции тимуса. Селекция Т-лимфоцитов. Формирование их клональной структуры. Особенности $\gamma\delta$ T- и NKT-клеток. Рециркулирующий пул лимфоцитов. Дендритные клетки как промежуточное звено между врожденным и адаптивным иммунитетом. Презентация антигена. Иммунный синапс; механизмы формирования и структура. Развитие лимфоцитов. Активация лимфоцитов. Активационные мотивы и киназы, связанные с рецепторами. Сигнальные каскады. Транскрипционные факторы. Молекулярные основы костимуляции. Дифференцировка Т-хелперов (Th1- и Th2-клеток) и выбор типа иммунного ответа. Клеточный иммунный ответ – его воспалительный и цитотоксический варианты. Вторичные лимфоидные органы и барьерные ткани. Гистогенез лимфоидных органов, роль молекул семейства TNF. Молекулярные основы хоминга лимфоцитов. Гомеостатический контроль численности лимфоцитов. Эффекторные механизмы иммунитета. Иммунный ответ в барьерных тканях.

Специальные разделы иммунологии. Гуморальный иммунный ответ. Регуляция иммунного ответа. Регуляторные Т-клетки. Иммунологическая память и вторичный иммунный ответ. Онтогенез иммунитета. Старение иммунной системы. Онкоиммунология, концепция иммунологического надзора. Противоопухолевый иммунитет и подходы к его стимуляции. Принципы иммунотерапии. Группы крови. Трансплантационный иммунитет. Иммунологическая толерантность. Механизмы формирования естественной толерантности к аутоантигенам и пищевым антигенам. Иммунологические взаимоотношения между матерью и плодом. Нарушение ауто толерантности и аутоиммунная патология. Иммунодефициты. Основные группы первичных иммунодефицитов, их генетические и иммунологические основы. Принципы лечения иммунодефицитов. СПИД. Клеточные и молекулярные основы аллергии. Роль циткинов, IgE, эйкозаноидов. Понятие об аллерговакцинах.

Литература:

1. А.А. Ярилин. Иммунология. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010 г. – 752 с.
2. С.А. Недоспасов. Врождённый иммунитет и его механизмы. М.: Научный мир, 2012. – 100 с.

Биофизика

Первый и второй законы термодинамики в биологии. Характеристические функции и их использование в анализе биологических процессов. Термодинамическое сопряжение. Изменение энтропии в открытых системах. Постулат Пригожина. Обобщенные силы и потоки. Линейные соотношения и соотношения взаимности Онзагера. Стационарное состояние и теорема Пригожина. Связь энтропии и информации в биологических системах.

Типы объемных взаимодействий в макромолекулах. Водородные связи; силы Ван-дер-Ваальса; электростатические взаимодействия, поворотная изомерия и энергия внутреннего

вращения. Физические характеристики объемных взаимодействий. Кооперативные свойства макромолекул. Переходы глобула-клубок. Состояние воды и гидрофобные взаимодействия в биоструктурах.

Конформационная подвижность биополимеров. Иерархия амплитуд и времен релаксации конформационных движений. Принцип работы и применение методов ЭПР и ЯМР в исследованиях динамики макромолекул. Электронные уровни молекул. Взаимодействие фотонов с биологически важными молекулами. Абсорбционная спектроскопия биологических объектов. Возбужденные состояния молекул. Схема Яблонского. Законы люминесценции. Принцип Франка-Кондона. Люминесценция биологически важных молекул. Миграция энергии. Механизмы миграции энергии. Примеры миграции энергии в биологических системах. Перенос электрона в биоструктурах. Туннельный эффект. Электронно-конформационные взаимодействия.

Кинетика ферментативных процессов. Условия реализации стационарности в ферментативном катализе. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Влияние модификаторов на кинетику ферментативных реакций. Механизмы ферментативного катализа. Электронно-конформационные взаимодействия в фермент-субстратном комплексе.

Структурная организация мембран. Характеристики мембранных белков и липидов. Модельные мембранные системы. Липидные монослои, бислойные липидные мембраны и липосомы. Физико-химические механизмы стабилизации мембран. Динамика структурных элементов мембраны. Фазовые переходы в мембранных системах. Пассивный и активный транспорт веществ через мембраны. Простая диффузия неэлектролитов. Проницаемость мембраны для воды. Облегченная диффузия. Транспорт через мембрану с участием переносчиков. Транспорт ионов и ионная проницаемость мембран. Основы электродиффузионной теории. Уравнение Нернста-Планка. Приближение постоянного поля (уравнения для потока ионов и мембранного потенциала). Проницаемость и проводимость. Соотношение Уссинга для односторонних потоков ионов.

Транспорт ионов в каналах. Активный транспорт ионов с участием АТФаз. Ионные механизмы генерации потенциала действия (ПД). Описание ионных токов в модели Ходжкина-Хаксли. Воротные токи. Механизмы проведения ПД. Основные положения хемиосмотической теории Митчела. Электрохимический градиент протонов. Сопрягающие комплексы и их локализация в мембране. Активные формы кислорода (АФК) в биологических системах. Механизмы генерации АФК в клетке. Ферментативные и неферментативные антиоксидантные системы. Перекисное окисление липидов биомембран.

Основные стадии фотобиологических процессов. Механизмы фотохимических и фотобиологических реакций. Молекулярные механизмы повреждающего действия ультрафиолетового излучения. Фотозащита и фотореактивация. Повреждающее и регуляторное действие света видимого диапазона. Сенсibilizаторы. Фотодинамическое действие. Первичные процессы фотосинтеза. Структурная организация и функционирование фотосинтетических мембран.

Виды ионизирующих излучений. Общая физическая характеристика. Граница между ионизирующим и неионизирующим электромагнитным излучением. Дозы ионизирующих излучений и их единицы. Мощность дозы. Радиационные и биологические факторы, определяющие радиобиологические эффекты. Радиационные синдромы у млекопитающих, продолжительность жизни после облучения. Лучевая болезнь человека. Детерминированные и стохастические, соматические и генетические эффекты облучения. Дозовые кривые выживаемости облученных клеток. Теория мишени. Прямое и косвенное действие ионизирующего излучения. Радиолиз воды. Эффект Дейла. Кислородный эффект в радиобиологии и его механизм. Противолучевые химические средства. Классификация. Механизмы действия. Фактор изменения дозы. Понятие идеального радиопротектора.

Литература:

1. Рубин А.Б. Биофизика: в 3-х томах. — Институт компьютерных исследований. Москва-Ижевск, 2013. — С. 472.