

Программа профиля «БИОЛОГИЯ»

Раздел 1. Биология клетки

Возникновение жизни на Земле. Критерии живого. Термодинамика живых систем. Неравновесность живых систем. Замкнутые по веществу экосистемы как самодостаточные живые объекты. Биотический кругооборот как способ существования жизни. Потoki вещества и энергии в биотическом кругообороте. Строение эукариотической и прокариотической клетки. Деление клеток. Клеточный цикл, его особенности у про- и эукариот. Митоз, его фазы. Особенности митоза у животных и растительных клеток. Многообразие клеток, их дифференциация и взаимодействие в многоклеточном организме. Элементный состав клеток. Роль макро- и микроэлементов в химии живых существ. Полимеры как основная форма организации вещества в клетках на химическом уровне. Типы химических связей, работающих в живых системах. Строение и функции белка в клетке. Ферментативный катализ. Его стадии и кинетика. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Ингибирование ферментативных реакций. Необратимое и обратимое ингибирование. Описание механизма обратимого ингибирования с помощью теории Михаэлиса-Ментен. Аллостерическое регулирование ферментов. Классификация ферментов. Липиды: общие черты строения. Фосфолипиды. Строение и свойства биологических мембран. Углеводы: общие свойства и структурные формулы. Нуклеиновые кислоты. Репликация ДНК. Репликационная вилка. Ферменты репликации и их функции. Синтез белка как реализация генетической информации. Генетический код и его особенности. Транскрипция, роль промотора. Процессинг матричной РНК. Особенности строения структурных генов у эукариот, интроны и экзоны, сплайсинг, рибозимы. Трансляция, ее этапы. Транспортная РНК, ее роль и строение. Энергетика белкового синтеза. Посттрансляционная модификация белков. Репарация ДНК. Рекомбинация. Генные и геномные мутации. Геномика. Картирование генов и геномов. Строение хромосом у эукариот. Законы Менделя. Наследственность и изменчивость. Формы изменчивости. Основные положения эволюционной теории Ч. Дарвина, ее отличия от теории Ламарка. Формы отбора, типы видообразования, основные пути эволюции. Основные принципы биоэнергетики. Виды работ в живых системах. АТФ и ее строение. Принцип сопряжения. Роль НАДН в биологическом окислении. Основные типы окислительно-восстановительных реакций в клетке. Катаболическая «воронка», ее схема. Дыхание на клеточном уровне, основные черты. Хемиосмотическое сопряжение транспорта электронов и синтеза АТФ на мембране. Митохондрии. Их роль и строение. Транспортные процессы в клетке. Пассивный и активный транспорт малых молекул через мембраны. Транспорт неэлектролитов. Транспорт ионов. Переносчики. Работа калий-натриевого насоса в биомембранах. Роль натриевого и калиевого градиентов. Пузырьковый транспорт в клетке.

Раздел 2 Ботаника и физиология растений

Основы цитологии (протопласт и его производные, биохимический состав клетки, классификация тканей по выполняемым функциям). Пластидная система растительной

клетки. Митохондрии растений. Мембранные системы растительной клетки. Онтогенез клетки растения. Анатомия вегетативных органов побегов. Морфология растений (вегетативные органы высших растений: особенности строения корня и типы корневых систем, образование побегов, типы почек, строение стеблей и листьев, листорасположение, характеристика репродуктивных органов и размножения растений, эмбриология цветковых растений, морфологическое разнообразие цветков, цветение и опыление, типы плодов, принципы их классификации). Особенности состава и метаболизма углеводов растений. Насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты в растениях: классификация, синтез, катаболизм и функции. Особенности строения ненасыщенных жирных кислот растений. Биологические мембраны, специфика различных мембран растительной клетки. Вторичные метаболиты растений (алкалоиды, изопреноиды, фенольные соединения). Пути биосинтеза основных классов вторичных метаболитов. Уникальность энергетических процессов растений: фотосинтез и дыхание. Химизм процессов ассимиляции углерода в фотосинтезе. Ассимиляция углекислоты в листе. Особенности ЭТЦ дыхания растений. Функции дыхания у растений. Транспорт воды по растению. Экология водообмена растений. Потребность растений в элементах минерального питания. Особенности азотного обмена растений. Поступление серы в растение. Особенности поступления фосфора и транспорта его соединений в растение. Содержание и распределение калия в клетке, тканях и органах растения. Накопление, формы соединений, особенности поступления и перемещения ионов кальция по растению. Содержание и соединения магния в тканях растений. Микроэлементы и нарушения в метаболизме растений при недостатке микроэлементов. Определение понятий «рост» и «развитие» растений. Общие закономерности роста. Показатели роста, S-образный характер кривой роста, его фазы. Жизненный цикл высших растений. Гормональная регуляция роста и развития растений. Фоторегуляция у растений. Фотопериодизм. Фитоиммунитет. Роль вторичных метаболитов в вертикальной и горизонтальной устойчивости растений. Экология растений (экологические группы растений, жизненные формы растений, экологические группы растений по отношению к влаге, свету, температуре, почве, периодизация онтогенеза растений, фенология растений). Систематика растений (особенности строения и жизненного цикла водорослей, грибов и лишайников, их классификации, мохообразные и сосудистые споровые растения, особенности строения и жизненного цикла семенных растений, современные классификации). География растений (ареалы, их виды, элементы флоры, основы фитоценологии (геоботаники), флористическая география мира).

Раздел 3 Зоология и физиология

Принципы современной систематики животных. Основные таксономические категории в зоологии. Вид как основная элементарная единица систематики. Биологическая и типологическая концепция вида. Экологические системы животных и системы жизненных форм. Географическое распространение животных. Понятие об ареале. Зоогеография. Учение о центрах происхождения животных. Основные трофические группы животных. Типы биоценологических отношений между животными и между животными и другими

организмами. Основные типы организации животных. Одноклеточные и многоклеточные. Многоклеточные низшие и высшие: двуслойные, трехслойные (паренхиматозные, первичнополостные, вторичнополостные). Первичноротые и вторичноротые. Типы симметрии у животных. Формирование этапов онтогенеза многоклеточных. Усложнение и упрощение онтогенеза в разных группах. Прямое развитие и с метаморфозом. Типы кожи. Нервная система и органы чувств. Органы чувств животных. Гуморальная и нервная регуляция. Природа нервного возбуждения. Нервная клетка и функциональное значение ее частей. Учение о рефлексе. Природа безусловного рефлекса. Опорно-двигательный аппарат. Скелет наружный и внутренний. Эволюция способов передвижения и двигательного аппарата животных. Строение мышечного волокна. Возбуждение мышечного волокна. Пищеварительная система. Питание и регулирующие системы организма. Биологически активные вещества желудочно-кишечного тракта. Пищеварение в полости рта. Пищеварение в полости желудка. Секреторная функция поджелудочной железы. Образование и выделение желчи. Пищеварение в 12-типерстной кишке. Пищеварение в тонкой и толстой кишках. Дыхательная система. Биомеханика дыхания. Работа дыхательных мышц. Газообмен между легкими и кровью, кровью и тканями. Роль блуждающего нерва в дыхании. Саморегуляция вдоха и выдоха. Выделительная система. Саморегуляция температуры тела. Почки, их строение и выделительная функция. Экскреторная функция кожи и потовых желез. Потоотделение. Экскреторная функция печени, легких и желудочно-кишечного тракта. Механизм мочеиспускания. Гормональная регуляция. Источники синтеза гормонов. Железы. Диффузная эндокринная система. Полость тела и ее функции. Кровеносная система. Строение и физиологические функции эритроцитов. Физиологические свойства и функции отдельных видов лейкоцитов. Лейкоцитарная формула крови. Функция крови. Состав и значение лимфы. Лимфообразование. Значение кровообращения для организма. Строение и дифференциация сосудов. Строение сердца и его роль в кровообращении. Нервная и гуморальная регуляция деятельности сердца. Половая система. Размножение и жизненные циклы. Происхождение эукариот от прокариот. Низшие многоклеточные (пластинчатые, губки). Плоские черви. Первичнополостные или круглые черви. Кольчатые черви. Членистоногие. Моллюски. Иглокожие. Щетинкочелюстные. Общая характеристика хордовых животных. Общая характеристика подтипа Позвоночных или Черепных. Особенности организации и развития. Круглоротые. Костные рыбы. Происхождение наземных позвоночных. Земноводные. Пресмыкающиеся. Птицы. Млекопитающие.

Раздел 4 Микробиология и вирусология

История развития микробиологии. Структура и направления современной микробиологии. Морфологические типы бактерий (форма, размеры). Структура бактериальной клетки (капсулы, жгутики, фимбрии и пили, клеточная стенка, цитоплазматическая мембрана, цитоплазма, включения, нуклеоид и плазмиды). Споры и спорообразование: процесс спорообразования (стадии), свойства спор, прорастание спор. Другие покоящиеся формы прокариот. Общие сведения о систематике микроорганизмов. Понятие вида, клона, штамма, изолята. Современные царства. Надцарства прокариот.

Отличия архей от эубактерий. Морфология вирионов. Свойства вирионов. Формы существования вирусов. Систематика вирусов. Краткие сведения об экспрессии генов у вирусов. Взаимодействие вируса с клеткой-хозяином. Характеристика отдельных групп вирусов. Наследственные факторы микроорганизмов. Понятие полинуклеотида, нуклеотида, бактериальной хромосомы, структурный ген, регуляторный ген, плазида, локус. Транспозоны. Механизмы, вызывающие изменение генетической информации. Мутации (генные, хромосомные, диссоциация, спонтанные). Рекомбинации: реципиент, донор, парасексуальный процесс. Трансформация. Конъюгация. Трансдукция бактерий. Осмофильные, галофильные микроорганизмы. Температурный режим: психрофилы, мезофиллы, термофилы. Кислотность среды: алкалофилы, нейтрофилы, ацидофилы. Отношение к молекулярному кислороду в среде: аэробы, анаэробы, микроаэрофиллы. Способы питания и поступления в клетку различных веществ. Транспорт питательных веществ: активный, пассивный. Типы питания: фототрофы, хемотрофы, автотрофы, гетеротрофы, органотрофы, литотрофы. Получение энергии. Брожение. Дыхание: аэробное, цикл Кребса. Окислительное фосфорилирование. Фотосинтез. Биосинтез веществ микробной клетки. Регуляция метаболизма. Клеточные циклы бактерий. Время генерации. Удельная скорость роста и период удвоения. Способы и виды культивирования микроорганизмов. Режимы культивирования и их характеристика. Фазы цикла развития культуры бактерий в периодическом глубинном культивировании. Азотфиксация свободноживущими микроорганизмами. Ассоциативная и симбиотическая азотфиксации. Биохимия азотфиксации. Биологический цикл соединений серы: окисление соединений серы, восстановление неорганических соединений серы. Превращение органических соединений фосфора. Превращение неорганических соединений фосфора.

Раздел 5. Биотехнология

Полидисциплинарность современных биотехнологий. Основные области применения современной биотехнологии. Способы культивирования микроорганизмов (периодическое, непрерывное, иммобилизация клеток и ферментов). Смешанные культуры, консорциумы. Принципы их культивирования. Метаболизм микроорганизмов. Взаимосвязь биосинтетических и энергетических процессов. Понятие «биологическое окисление». Особенности электронтранспортных систем микроорганизмов. Анаэробные процессы окисления. Анаэробное дыхание. Брожение. Аэробное дыхание. Синтез липидов, полисахаридов и других компонентов клетки. Образование микроорганизмами биологически активных веществ: ферментов, антибиотиков, витаминов, токсинов. Первичные и вторичные метаболиты. Практическое использование. Селекция, генетические основы селекции. Понятие о генотипе и фенотипе. Наследственность, изменчивость, отбор микроорганизмов. Понятие о генетике популяций и популяционной изменчивости. Селекция микроорганизмов. Формы взаимоотношений микроорганизмов. Молекулярные основы наследственности. Природа генетического материала. Генетический код и его свойства. Мутационный процесс. Спонтанный и индуцированный мутагенез. Классификация мутагенов. Внехромосомные генетические элементы. Плазмиды, их строение и классификация. Половой фактор F. Образование доноров типа

Hfr и F. Бактериофаги, их структура и жизненный цикл. Вирулентные и умеренные бактериофаги. Мигрирующие генетические элементы: транспозоны и IS-последовательности, их роль в генетическом обмене. Позитивный и негативный контроль экспрессии генов. Контроль на уровне терминации транскрипции. Основы генной инженерии. Ферменты рестрикции и модификации. Выделение и клонирование генов. Векторы для молекулярного клонирования. Принципы конструирования рекомбинантных ДНК и их введения в реципиентные клетки. Кинетические основы ферментативных процессов. Стационарная кинетика ферментативных реакций, уравнение Михаэлиса-Ментен. Влияние ингибиторов и активаторов на скорость ферментативных реакций. Температурная и pH-зависимость активности ферментов, инактивация ферментов. Кинетические основы микробиологических процессов. Кинетическое описание процесса роста микроорганизмов. Экспоненциальная модель роста. Уравнение Моно-Иерусалимского. Математическое описание периодической, турбидостатной и хемостатной культуры. Кинетическое описание смешанных культур. Кинетика гибели микроорганизмов. Кинетическое описание биосинтеза продуктов микроорганизмами. Основные биообъекты биотехнологии: промышленные растений, животных и человека, микроорганизмы, клетки и ткани, биокатализаторы, в том числе реконструированные продуценты биологически активных веществ (селекция, метод рекомбинантных ДНК, гибридная технология). Сырье для биосинтеза и оценка его биологической ценности. Основные источники углерода, азота, фосфора, микроэлементов. Особенности получения иммобилизованных биообъектов и их применение в биотехнологии. Биотехнологии для сельскохозяйственного производства. Конструирование генно-инженерно модифицированных (трансгенных) растений. Качество, безопасность и сертификация генномодифицированного сырья и пищевых продуктов на их основе. Применение генной инженерии в животноводстве. Биотехнологии для кормовой базы животноводства. Производство микробных препаратов для растениеводства. Биотехнологии для пищевой и легкой промышленности. Медицинская биотехнология. Технологии продуктов трансформации органических соединений ферментами микробных клеток. Биотехнологии получения энергоносителей для энергетики. Биотехнологии для нефте- и горнодобывающей и обогатительной промышленности. Биотехнологические методы защиты окружающей среды.

Раздел 6. Экология

Экология как наука. Предмет, содержание и задачи экологии. Биосфера как специфическая оболочка Земли. Границы биосферы в литосфере, гидросфере и атмосфере. Функциональные связи в биосфере. Средообразующая роль живых организмов, разнообразие форм жизни на планете Земля, разнообразие форм превращения вещества и энергии. Уровни организации живой материи: организм, популяция, сообщество, зональные экологические системы (биомы), биосфера. Биогенный круговорот вещества и энергии. Факторы среды обитания организмов (экологические факторы): абиотические, биотические, антропогенные. Температура, вода, свет и минеральные соли как экологические факторы. Космическая роль зеленых

растений. Озоновый экран. Парниковый эффект. Адаптации на уровне организмов. Популяционная экология. Понятие о популяции. Пространственная структура популяций. Демографическая структура популяций. Динамика численности популяций и популяционные циклы. Экология сообществ. Основные виды межпопуляционных связей в сообществах. Трофическая и пространственная структура сообщества. Пищевая (трофическая) цепь. Поток вещества и энергии по трофической цепи. Основные функциональные группы организмов (трофические уровни) в экосистемах: продуценты, консументы, редуценты. Межпопуляционные взаимодействия в сообществе. Экологическая сукцессия. Зональные экологические системы. Факторы, определяющие природную зональность и высотную поясность экосистем. Воздействие человека на биосферу. Демографический взрыв, время начала и основные причины. Деятельность человека как экологический фактор. Загрязнение человеком воздушной, водной среды и почвы. Основные источники загрязнения. История природопользования от раннего земледелия до наших дней.

Литература для подготовки к экзамену

1. Buchanan В.В., Gruissem W., Jones P.L., ed, Biochemistry and Molecular Biology of Plants., Rockville, Maryland, American Society of Plant Physiologists, – 2000, – 1367 p.
2. Costanzo L.S. BRS Physiology (Board Review Series). 6th, North American ed. LWW; 2014. 328 p.
3. Hickman C. Jr., Kats L., Keen S., Larson A., Eisenhour D. Integrated Principles of Zoology. 15th ed. McGraw-Hill; 2010. 928 p.
4. Judd W.S., Campbell C.S., Kellogg E.A., Stevens P.F., Donoghue M.J. Plant Systematics. A Phylogenetic Approach. 4th ed. Oxford University Press; 2015. 677 p.
5. Keddy P.A. Plant Ecology: Origins, Processes, Consequences 2nd Edition. London: Cambridge University Press; 2017. 624 p.
6. Nelson D.L., Cox M.M. Lehninger Principles of Biochemistry. 6th ed. W.H. Freeman; 2012. 1328 p.
7. Nelson G.H. *Vertebrate Zoology: An Experimental Field Approach*. Cambridge University Press; 1994. 365 p.
8. Simpson G.G., Roe A., Lewontin R.C. Quantitative Zoology. New York: Dover Publications; 2003. 454 p.
9. Альбертс Б., Брей Д., Хопкин К. Основы молекулярной биологии клетки + DVD. – М.: Изд-во Лаборатория знаний, 2015. – 768 с.
10. Березина Н. А., Афанасьева Н. Б. Экология растений: учеб. Пособие для студ. Высш. Учеб. заведений / Н. А. Березина, Н. Б. Афанасьева. - М.: Издательский центр «Академия», 2009 - 400 с.
11. Биофизика: учеб. для студентов ВУЗов / В.Ф. Антонов и др.; под ред. В.Ф, Антонова. – М.: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2006. – 287 с.
12. Бирюков В.В. Основы промышленной биотехнологии. – М.: КолосС, 2004. – 258 с.
13. Ботаника с основами фитоценологии / Т.И. Серебрякова и др. - М.: ИКЦ «Академкнига», 2007 - 543 с.

14. Ботаника. Систематика высших, или наземных растений. - 4-е изд., испр. / А.Г. Еленевский., М.П. Соловьева, В.Н. Тихомиров. - М.: Академия, 2006 . - 430 с.
15. Буруковский Р.Н. Зоология беспозвоночных. Учебное пособие. СПб.: Проспект Науки, 2010
16. Бухар М. Популярно о микробиологии. – М.: Изд-во Альпина Нон-фикшн, 2015. – 218 с.
17. Введение в биотехнологию: учебник. 2-е изд. А.И. Нетрусов. – М.: Академия, 2015. – 208 с.
18. Джей Дж.М. Современная пищевая микробиология / Джей Дж. М., Лесснер М. Дж., Гольден Д. А. – М.: Изд-во Лаборатория знаний, 2014. – 888 с.
19. Догель В.А. Зоология беспозвоночных. М.: Альянс, 2009.
20. Дроздов Н.Н., Мяло Е.Г. Экосистемы мира. М.: 1997 г., 340 с.
21. Емцев В.Т., Мишустин Е.Н, Микробиология: учебник для вузов. – М.: Дрофа, 2006. – 444 с.
22. Зитте П., Вайлер Э.В., Кадерайт И.В., Брезински А., Кернер К. Ботаника. Эволюция и систематика. М.: Академия, 2009 - 575 с.
23. Коничев, А. С. Молекулярная биология: учебник / А.С. Коничев, Г.А. Севастьянова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Академия, 2012. – 400 с.
24. Константинов В.М., Наумов С.П., Шаталова С.П. Зоология позвоночных. – М.: Академия, 2004
25. Лотова Л. И. Ботаника: Морфология и анатомия высших растений: Учебник. М.: Книжный дом «ЛИБРИКОМ», 2013 – 215 с.
26. Малый практикум по ботанике. Водоросли и грибы / Т.Н. Барсукова, Г.А. Белякова, В.П. Прохоров и др. - М.: Академия, 2005 - 240 с.
27. Нетрусов А.И., Котова И.Б. Общая микробиология. – М.: Академия, 2007. – 283 с.
28. Пильщикова Н.В. Физиология растений с основами микробиологии. – М.: Мир, 2004. – 184 с.
29. Пиневиц А.В. Вирусология: учебник / Пиневиц А.В., Сироткин А.К., Гаврилова О.В., Потехин А.А. – СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2012. – 432 с.
30. Плутахин Г.А., Коцаев А.Г. Биофизика. – СПб.: Изд-во "Лань". – 2012.
31. Пронина Н.Б. Биохимическая биотехнология (словарь, толкование терминов) (учебное пособие). – М.: МСХА, 2007. – 267 с.
32. Просеков А.Ю. Общая биология и микробиология: учебное пособие, 2-е издание, исправ. и доп. / А.Ю. Просеков, Л.С. Солдатова, И.С. Разумникова, О.В. Козлова. – СПб.: Проспект Науки, 2012. – 320 с.
33. Разжевайкин В.Н. Модели динамики популяций. Научное издание. – М.: Вычислительный центр им А.А. Дородницына РАН, 2006. – 88 с.
34. Рупперт Э. Зоология беспозвоночных: Т.1. Протисты и низшие многоклеточные. М.: Academia, 2008
35. Рупперт Э. Зоология беспозвоночных: Т.2. Низшие целомические. . М.: Academia, 2008
36. Рупперт Э. Зоология беспозвоночных: Т.3. Членистоногие. М.: Academia, 2008

37. Тарчевский И.А. Метаболизм растений при стрессе. Казань: ФЭН, 2001, 448 с.
38. Терешин И. М. Молекулярно-биологические основы биотехнологии. – Л., 2012
39. Чхенкели, В. А. Биотехнология: учеб. пособие / В. А. Чхенкели. – СПб.: Проспект Науки, 2014. – 336 с.
40. Шарова И.Х. Зоология беспозвоночных. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2004
41. Шевелуха В.С. (Ред.). Сельскохозяйственная биотехнология и биоинженерия. – М.: ЛЕНАНД, 2015. – 704 с.
42. Шлегель Г. (Ред.). Современная микробиология. Прокариоты. В 2-х тт. (комплект) – М.: Мир, 2013.
43. Шмид, Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия / Р. Шмид; пер. с нем. А.А. Виноградовой, А.А. Синюшина под ред. Т.П. Мосоловой, А.А. Синюшина. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 325 с.