

ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»
ИНСТИТУТ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ И BIOTEХНОЛОГИИ
КАФЕДРА НОРМАЛЬНОЙ И ПАТОЛОГИЧЕСКОЙ МОРФОЛОГИИ
И ФИЗИОЛОГИИ ЖИВОТНЫХ

А.И. Артюхов

БИОЛОГИЯ С ОСНОВАМИ ЭКОЛОГИИ

Учебно-методическое пособие
по теоретическому курсу для студентов первого курса
по специальностям 36.05.01 «Ветеринария»
36.03.02 «Зоотехния»
19.03.03 «Продукты питания животного происхождения»

Брянская область, 2016

УДК 574 (07)

ББК 28.0

Л 88

Артюхов А.И. **Биология с основами экологии:** Учебно-методическое пособие по теоретическому курсу для студентов института ветеринарной медицины и биотехнологии. / А.И. Артюхов. Брянск: Издательство Брянский ГАУ, 2016. 271 с.

Предназначены для студентов первого курса специальностям 36.05.01 «Ветеринария», 36.03.02 «Зоотехния», 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения»

Рецензент: к.вет.н., доцент Симонова Л.Н.

Печатается по разрешению методической комиссии института ветеринарной медицины и биотехнологии БГАУ, протокол № 8 от 29 июня 2016 г.

© Брянский ГАУ, 2016

© Артюхов А.И., 2016

Оглавление

1. ВВЕДЕНИЕ	4
2. РАЗНООБРАЗИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО МИРА	15
3. СУЩНОСТЬ И СУБСТРАТ ЖИЗНИ	82
4. МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИЗНИ	92
5. ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ: КЛЕТКА, ОРГАНИЗМ	119
6. НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОРГАНИЗМОВ	169
7. ЭВОЛЮЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО МИРА	178
8. ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ПРИРОДЫ	199
9. ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ	253
10. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ	258
11. ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ	263
12. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	269

1. ВВЕДЕНИЕ

Этапы развития биологии

Согласно В.Н. Лавриненко в биологии выделяют три основных этапа:

1. систематики (К. Линней),
2. эволюционный (Ч. Дарвин),
3. биологии микромира (Г. Мендель).

Каждый из них связан с изменением представлений о мире живого, самих основ биологического мышления, со сменой биологических парадигм.

Первые сведения о живых существах в литературных памятниках античности и средневековья

Основы знаний о животных и растениях были заложены в трудах Аристотеля и его ученика Теофраста. Важную роль сыграли сочинения Диоскорида, составившего описания лекарственных веществ (и среди них около 600 растений), и Плиния, попытавшегося собрать сведения обо всех природных телах в своей «Истории мира».

В зоологии Аль-Джахиз уже тогда высказывал идеи об эволюции и пищевых цепях. Курдский автор Аль-Динавари считается основателем арабской ботаники. Он описал более 637 видов растений и обсуждал фазы роста и развития растения. В анатомии и физиологии персидский врач Ар-Рази экспериментально опроверг учение Галена о «четырех жизненных соках». Прославленный врач Авиценна в своем труде «Канон врачебной науки», до XVII в. остававшемся настольной книгой европейских медиков, ввел понятие о клинических исследованиях и фармакологии. Испанский араб Ибн Зухр, путём вскрытия доказал, что чесотку вызывает подкожный паразит, а также ввел экспериментальную хирургию и медицинские исследования на животных. Во время голода в Египте в 1200 году Абд аль-Латиф аль-Багдади наблюдал и изучал строение человеческих скелетов.

Работы Аристотеля, Теофраста, Гай Плиния старшего, Авиценны

От Аристотеля осталось значительное количество сочинений, посвященных животным. В трактатах «О частях животных» и «История животных» Аристотель рассмотрел вопрос о том, каким образом следует заниматься познанием животных, заниматься одним животным за другим по отдельности или же сначала познавать общее для всех, а потом все более и более частное, и сделал выбор в пользу второго способа. В работе «О порождении животных» Аристотель рас-

смотрел вопросы о размножении и развитии животных. Кроме этого, ему же принадлежит ещё ряд небольших зоологических трактатов. К зоологическим произведениям Аристотеля, с одной стороны, примыкают сочинения по логике, с другой — трактат «О душе». Описания строения и образа жизни различных животных в работах Аристотеля порой были весьма точны, но многие места впоследствии пострадали от ошибок при переписывании и переводах через несколько языков. Среди прочего, он первым описал так называемый «аристотелев фонарь» — обызвествленное вооружение ротового аппарата морских ежей и живорождение у акул.

Книга Теофраста «Исследования о растениях» развивала идеи Аристотеля о необходимости формулировать определения на основе сущностных свойств, но на этот раз — в отношении растений.

Прославленный врач Авиценна в своем труде «Канон врачебной науки», до XVII в. оставшемся настольной книгой европейских медиков, ввел понятие о клинических исследованиях и фармакологии.

Книга Теофраста «Исследования о растениях» развивала идеи Аристотеля о необходимости формулировать определения на основе сущностных свойств, но на этот раз — в отношении растений.

Развитие биологии в эпоху Возрождения (Леонардо да Винчи, А. Везалий, В. Гарвей, Д. Борелли)

Лишь эпоха Возрождения по-настоящему возродила в Европе интерес к естественной истории и физиологии. В 1543 году с книги Везалия «*De humani corporis fabrica*» началось развитие современной анатомии, основанной на вскрытии человеческих тел. Везалий и его последователи постепенно заменили в медицине и физиологии средневековую схоластику эмпиризмом, полагаясь не столько на авторитет учебников и абстрактное мышление, сколько на личный опыт. Через лечение травами медицина также подпитывала интерес к изучению растений. Брунфельс, Фукс и другие авторы ранних изданий о диких растениях положили начало полномасштабному описанию растительной жизни. Средневековый жанр литературы, бестиарий, о животных и их повадках, с работами Конрада Геснера и других авторов XVI столетия превратился в подлинно научное направление.

Художники, такие как Альбрехт Дюрер и Леонардо да Винчи часто работали бок о бок с натуралистами и также интересовались строением тела человека и животных, давая детальные описания их анатомии. Традиции алхимии, поддерживаемые такими учёными, как Парацельс, вносили свой вклад в исследование природы, вдохновляя

исследователей на опыты как с минеральными, так и с биологическими источниками фармакологических препаратов. Развитие фармакологии внесло свой вклад и в зарождение механицизма.

Система классификации К. Линнея

Таксономия системы: Царство -> Тип (отдел) -> Класс -> Отряд (порядок) -> Семейство -> Род -> Вид

Царства живых организмов:

1. Животные

Подцарство: простейшие, многоклеточные

2. Растения

Подцарство: низшие растения, высшие растения

3. Грибы

4. Бактерии (или дробянки)

Принципы таксономической системы (номенклатуры):

Все научные названия делятся на три группы: названия родовой группы, названия видовой группы, названия группы семейства.

Названия родовой группы (род и подрод) состоят из одного слова, грамматически это латинское или латинизированное существительное (иногда в качестве такового могут выступать произвольные комбинации букв).

Пример: род *Homo*.

Названия видовой группы (вид) состоят из двух слов (так называемые биномены): имени рода, имени вида (видового эпитета).

Сюда же относятся названия подвидов, состоящие из трёх слов: к биномену прибавляется имя подвида.

Пример: вид *Homo sapiens*, подвид *Homo sapiens sapiens*.

Названия группы семейства состоят из одного слова, образуемого от названия типового рода путем прибавления к его основе в родительном падеже стандартизованных окончаний.

Пример: *Hominidae* от *Homo* или *Asteraceae* от *Aster*.

Развитие представлений о единстве органического мира

В 1839 г. Т. Шванн и М.Я. Шлейден создали клеточную теорию.

Ее основные положения:

- Клетки – основные элементы жизни, мельчайшие единицы, которые можно еще считать живыми.
- Все организмы состоят из одной или многих клеток, сходных по строению. Это является свидетельством единства происхождения и развития всего живого.

Современная клеточная теория дополняет эти положения следующими:

- Жизнь обеспечивается только клеткой.
- Новые клетки могут возникать из предсуществующих путем их деления.
- Целостность и системная организация многоклеточных организмов обеспечивается взаимодействием клеток.

Работы К. Вольфа, К. Бэра, Т. Шванна, М. Шлейдена

Тупикового состояния эмбриология была выведена лишь во второй половине 18 века усилиями немецкого ученого, члена Петербургской АН К.Ф. Вольфа. В своем труде «Теория зарождения» он подверг резкой критике основные положения преформизма и показал на основе своих наблюдений над развитием курицы и растений, что эмбриональные структуры действительно возникают заново, не имея индивидуальных микроскопических предшественников. Линию Вольфа продолжил К.Э. фон Бэр, также член Петербургской АН. Он открыл фундаментальный закон «зародышевого сходства» (зародыши животных данного типа более сходны между собой, нежели взрослые организмы) и явился основателем сравнительной эмбриологии, изучающей различные типы развития организмов. После Вольфа и Бэра эмбриология приобретает уже современные очертания.

Согласно современным представлениям, конкретные исследования Шлейдена содержали ряд ошибок: в частности, Шлейден считал, что клетки могут зародиться из бесструктурного вещества, а зародыш растения — развиваться из пыльцевой трубки. Шванн ознакомился с трудами немецкого ботаника М. Шлейдена, которые описывали роль ядра в растительной клетке.

Сопоставляя эти работы с собственными наблюдениями, Шванн разработал собственные принципы клеточного строения и развития живых организмов.

В 1838 году Шванн опубликовал три предварительных сообщения, а в 1839 — труд *«Микроскопические исследования о соответствии в структуре и росте животных и растений»*.

Энгельс утверждал, что создание клеточной теории Шванном было одним из трёх величайших открытий в естествознании XIX века, наряду с законом превращения энергии и эволюционной теорией.

Теория эволюции Ч. Дарвина

Основные принципы эволюционной теории Ч. Дарвина:

1. В пределах каждого вида живых организмов существует огромный размах индивидуальной наследственной изменчивости по морфологическим, физиологическим, поведенческим и любым другим признакам. Эта изменчивость может иметь непрерывный, количественный, или прерывистый качественный характер, но она существует всегда.

2. Все живые организмы размножаются в геометрической прогрессии.

3. Жизненные ресурсы для любого вида живых организмов ограничены, и поэтому должна возникать борьба за существование либо между особями одного вида, либо между особями разных видов, либо с природными условиями. В понятие «борьба за существование» Дарвин включил не только собственно борьбу особи за жизнь, но и борьбу за успех в размножении.

4. В условиях борьбы за существование выживают и дают потомство наиболее приспособленные особи, имеющие те отклонения, которые случайно оказались адаптивными к данным условиям среды. Это принципиально важный момент в аргументации Дарвина. Отклонения возникают не направленно — в ответ на действие среды, а случайно. Немногие из них оказываются полезными в конкретных условиях. Потомки выжившей особи, которые наследуют полезное отклонение, позволившее выжить их предку, оказываются более приспособленными к данной среде, чем другие представители популяции.

5. Выживание и преимущественное размножение приспособленных особей Дарвин назвал естественным отбором.

6. Естественный отбор отдельных изолированных разновидностей в разных условиях существования постепенно ведет к дивергенции (расхождению) признаков этих разновидностей и, в конечном счете, к видообразованию.

Законы наследственности Г. Менделя и зарождение генетики

Закон единообразия гибридов первого поколения (первый закон Менделя)

Данный закон утверждает, что скрещивание особей, различающихся по данному признаку (гомозиготных по разным аллелям), дает генетически однородное потомство (поколение F₁), все особи которого гетерозиготны.

Закон расщепления (второй закон Менделя)

Этот закон называют законом (независимого) расщепления. Суть его состоит в следующем. Когда у организма, гетерозиготного по исследуемому признаку, формируются половые клетки - гаметы, то одна их половина несет один аллель данного гена, а вторая - другой. В связи с данным обстоятельством при скрещивании таких гибридов F₁ между собой среди гибридов второго поколения F₂ в определенных соотношениях появляются особи с фенотипами как исходных родительских форм, так и F₁.

Закон независимого комбинирования (наследования) признаков (третий закон Менделя)

Этот закон говорит о том, что каждая пара альтернативных признаков ведет себя в ряду поколений независимо друг от друга, в результате чего среди потомков первого поколения (т.е. в поколении F₂) в определенном соотношении появляются особи с новыми (по сравнению с родительскими) комбинациями признаков.

Опыты Менделя послужили основой для развития современной генетики - науки, изучающей два основных свойства организма - наследственность и изменчивость. Ему удалось выявить закономерности наследования благодаря принципиально новым методическим подходам.

Развитие биологии в 20 веке

В XX веке с переоткрытием законов Менделя начинается бурное развитие генетики. К 1920-м гг. не только формируется хромосомная теория наследственности, но и появляются первые работы, ставящие своей задачей интеграцию нового учения о наследственности и теории эволюции. После Второй мировой войны начинается развитие молекулярной биологии. Во второй половине XX века был достигнут значительный прогресс в изучении жизненных явлений на клеточном и молекулярном уровне.

Классификация биологических наук

Большинство биологических наук является дисциплинами с более узкой специализацией. Традиционно они группируются по царствам исследуемых организмов:

- ботаника изучает растения,
- зоология — животных,
- микробиология — микроорганизмы и вирусы.
- микология — грибы

Области внутри биологии далее делятся либо по масштабам исследования, либо по применяемым методам:

- биохимия изучает химические основы жизни,
- молекулярная биология — сложные взаимодействия между биологическими молекулами,
- клеточная биология и цитология — основные строительные блоки многоклеточных организмов, клетки,
- гистология и анатомия — строение тканей и организма из отдельных органов и тканей,
- физиология — физические и химические функции органов и тканей,
- этология — поведение живых существ,
- экология — взаимозависимость различных организмов и их среды,
- генетика — передачу наследственной информации,
- биология развития — развитие организма в онтогенезе,
- палеобиология и эволюционная биология — зарождение и историческое развитие живой природы.

Дифференциация классических разделов биологии

Дифференциация - более глубокое и тщательное исследование отдельных явлений и процессов определенной области действительности на определенной стадии эволюции наук. Примером является генетика, экология, ботаника, анатомия, орнитология и т.д.

Возникновение новых наук в результате интеграции (биохимия, биофизика, цитогенетика и др.)

На границах со смежными науками возникают: биомедицина, биофизика (изучение живых объектов физическими методами), биометрия и т.д. В связи с практическими потребностями человека возникают такие направления, как космическая биология, социобиология, физиология труда, бионика.

Формирование экологии как комплексной, междисциплинарной науки

Экология является не только интегрированной дисциплиной, где оказываются связанными физические и биологические явления, она образует своеобразный мост между естественными и общественными науками. Она не относится к числу дисциплин с линейной структурой, т.е. развивается не по вертикали — от простого к сложному, — она развивается по горизонтали, охватывая все более широкий круг вопросов из различных дисциплин. Ни одна отдельная наука не

способна решить все задачи, связанные с совершенствованием взаимодействия между обществом и природой, поскольку это взаимодействие имеет социальные, экономические, технологические, географические и другие аспекты. Решать эти задачи может лишь интегрированная (обобщающая) наука, какой и является современная экология. Таким образом, из самостоятельной дисциплины в рамках биологии экология превратилась в комплексную междисциплинарную науку - современную экологию — с ярко выраженной мировоззренческой составляющей. Современная экология вышла за пределы не только биологии, но и естествознания в целом. Идеи и принципы современной экологии имеют мировоззренческий характер, поэтому экология связана не только с науками о человеке и культуре, но и с философией. Столь серьезные изменения позволяют заключить, что, несмотря на более чем столетнюю историю экологии, современная экология — наука динамичная.

Методы биологических исследований. Описательный, сравнительный, исторический и экспериментальный методы

Экспериментальные методы заключаются в том, что объект опыта подвергается изменению условий его существования, а потом, учитываются полученные результаты. Эксперименты бывают двух видов в зависимости от их места проведения: лабораторные эксперименты и полевые эксперименты. Для проведения полевых экспериментов используются естественные условия, а для проведения лабораторных экспериментов, используется специальное лабораторное оборудование.

Описательные методы основываются на наблюдение, с последующим анализом и описанием феномена. Этот метод позволяет выделить особенности биологических явлений и систем. Это один из самых древних методов.

Сравнительные методы подразумевают сравнение полученных фактов и явлений с другими фактами и явлениями. Сведения получают путем наблюдения. В последнее время стало популярно применять мониторинг. Мониторинг это постоянное наблюдение, которое позволяет собрать данные, на основе которых будет проводиться анализ, а потом прогнозирование.

Статистические методы также известны под названием математические методы, и используются для того, чтобы обработать данные числового характера, которые были получены в ходе эксперимента. Кроме этого, данный метод применяется для того, чтобы убедиться в достоверности определенных данных.

Исторические методы основываются на изучение предыдущих фактов, и позволяют определить существующие закономерности. Но так как не всегда один метод оказывается достаточно эффективным, принято эти методы совмещать для получения лучших результатов.

Использование современных технических средств в биологии

В двадцатом столетии данные способы исследования становятся ведущими в этой науке благодаря появлению современного оборудования для проведения опытов, такого как, например, томограф, электронный микроскоп и прочее. В настоящее время в экспериментальной биологии широко используются биохимические приёмы, рентгеноструктурный анализ, хроматография, а также техника ультратонких срезов, различные способы культивирования и многие другие. Экспериментальные методы в сочетании с системным подходом расширили познавательные возможности биологической науки и открыли новые дороги для применения знаний практически во всех сферах деятельности человека.

Использование моделирования для прогнозирования поведения биологических систем

Долгое время биология была описательной и феноменологической наукой, мало приспособленной для прогнозирования и рационализации наблюдаемых явлений. С появлением компьютерной техники математика, наконец, стала осваиваться на такой, на первый взгляд, от нее далекой территории. Изначально, наиболее востребованными в биологии были методы математической статистики, которые позволяют корректно обработать данные экспериментов и оценить статистическую значимость делаемых выводов. Однако со временем, с подачи химии и физики (или *биохимии* и *биофизики*) в биологии стали использоваться сложные математические модели, позволяющие не только обрабатывать данные реальных экспериментов, но и способные предсказывать протекание биологических процессов в ходе виртуальных экспериментов.

Применение биологических знаний

Ныне биологические знания находят широкое применение почти во всех отраслях народного хозяйства. В будущем практическое значение биологии будет возрастать еще более, что связано с непрерывным увеличением численности городского населения, не участвующего в сельскохозяйственном производстве. Увеличения продоволь-

ственных ресурсов в таких условиях можно достичь только за счет интенсификации сельского хозяйства. В связи с этим большое значение приобретает создание высокопродуктивных сортов растений, пород животных и микроорганизмов. Важное место занимает также разумное использование природных богатств, сохранение и увеличение плодородия почв.

На основе знания законов генетики и изменчивости ученые нашей страны достигли больших успехов в области сельского хозяйства, при создании новых высокопродуктивных пород домашних животных и высокоурожайных сортов культурных растений.

Биотехнология как новый этап в развитии материального производства

Биотехнология – новая отрасль науки и производства, основанная на использовании биологических процессов и объектов для производства экономически важных веществ и создания высокопродуктивных сортов растений, пород животных и штаммов микроорганизмов. В буквальном смысле биотехнология – это «биология + технология», то есть применение фундаментальных биологических знаний в практической деятельности, направленной на производство лекарственных препаратов, ферментов, белков, красителей, ароматических веществ, витаминов и целого ряда биологически активных соединений. Кроме того, речь идет об использовании биотехнологических методов в селекции и конструировании принципиально новых организмов, ранее не существовавших в природе.

Биотехнология растений является самостоятельной дисциплиной, хотя по своим теоретическим и методологическим принципам может рассматриваться как часть общей биотехнологии. Специфика биотехнологии растений предопределена биологическими особенностями растений как особого царства живого мира.

Биология как теоретическая основа ветеринарной медицины

Биологические знания находят широкое применение почти во всех отраслях народного хозяйства. Благодаря знанию законов наследственности и изменчивости, достигнуты большие успехи в сельском хозяйстве при создании новых высокопродуктивных пород домашних животных и сортов культурных растений. Ученые вывели сотни сортов зерновых, бобовых, масличных и других культур, отличающихся от своих предшественников более высокой продуктивностью и другими полезными качествами. На основе этих знаний проводится селек-

ция микроорганизмов, продуцирующих антибиотики.

Биотехнология — наука, изучающая возможности использования живых организмов, их систем или продуктов их жизнедеятельности для решения технологических задач, а также возможности создания живых организмов с необходимыми свойствами методом генной инженерии.

Развитие и перспективы генетической инженерии

Генная инженерия открыла перспективы конструирования новых биологических организмов — трансгенных растений и животных с заранее запланированными свойствами. Самыми современными методами получают фрагменты генов длиной в сотни пар оснований, а для дальнейших исследований нужны фрагменты в 100 и более. Молекулярная биология позволяет вводить почти любой отрезок ДНК в микроорганизм, чтобы заставить его синтезировать тот белок, который кодирует данная ДНК. А современная органическая химия синтезирует последовательности нуклеотидов – фрагменты генов. Эти фрагменты можно применять для изменения исходной последовательности оснований в гене, кодирующем нужный белок. Например, можно получить модифицированный белок с измененной последовательностью аминокислот, т.е. белок со структурой и функцией, ранее не существовавшими в природе. Такой метод осуществления специфических мутаций в нормальных белках получил название мутагенеза. Он позволяет получить белки любой структуры. Кроме того, один раз синтезированная молекула гена, кодирующего белок, с помощью микроорганизмов может воспроизвести белок в любых количествах. Огромное значение имеет изучение генома человека. Один из самых трудоемких и дорогостоящих в истории науки международных

Философские, социальные и этические проблемы биологии

На основе креационализма в XVII-XVIII вв. возник и значительно распространился преформизм, сторонники которого полагали, что в яйцеклетке (или сперматозоиде) уже содержится переформированный (полностью сформированный) организм и что в дальнейшем все сводится лишь к его росту, увеличению размеров. Будучи метафизическим от начала до конца, преформизм сразу же сомкнулся с распространенными тогда общими метафизическими представлениями о постоянстве (неизменяемости) видов, о неизменяемости органического мира. В практическом плане все это значительно тормозило развитие биологии.

В XVII-XVIII вв. широко распространилось учение и об эпигенезе, сторонники которого считали, что организм возникает из гомогенной бесструктурной массы. Для своего времени учение об эпигенезе было прогрессивным, ибо близко подходило к материалистическому пониманию развития, что в значительной мере способствовало возникновению эволюционизма в биологии. Однако оно было односторонним, так как в нем не принималось во внимание взаимодействие внутреннего и внешнего в развитии зародышей (организмов).

2. РАЗНООБРАЗИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО МИРА

Принципы и методы классификации организмов

Искусственные системы

Названные системы классификации были эмпирическими или, как их еще называют, искусственными системами, ибо они не основывались на признании единства естественного происхождения всех живых существ и не отражали естественных связей между разными организмами. Тем не менее даже в средние века в Европе продолжали называть животных и растения именами, данными им еще древними греками и римлянами. Однако это не приводило к успеху, т.к. разные европейские растения и животные характеризовались различиями на разных территориях европейского континента. Искусственные системы в классификации организмов условно используют и сейчас, когда характеризуют организмы, учитывая их хозяйственные признаки. Например, растения подразделяют на культурные и дикорастущие, съедобные и ядовитые, лекарственные и кормовые и т.д. Животных подразделяют на домашних и диких, на вредителей полей, садов и огородов, на паразитов человека и животных, на переносчиков возбудителей болезней человека и животных и т.д. Такие подразделения не лишены значения в хозяйственной и другой деятельности человека, однако для научной классификации организмов они не имеют ценности.

Классификация организмов по хозяйственным признакам

В основу хозяйственных классификаций положены признаки, связанные с продуктовыми органами растений, особенности их потребления и товарной обработки.

Классификация по продуктовым органам. Листовые овощи (продуктовый орган — лист). Листостебельные овощи (продуктовый орган — листья и стебель). В этой группе выделяют черешковые овощи (продуктовый орган — черешок). Цветковые овощи (продуктовый орган — цветки, соцветия). Луковичные овощи. Корнеплоды (продук-

товый орган — корнеплод). Клубненосные овощи. Корневищные овощи (съедобный орган — корень). Ростковые овощи (продуктовый орган — утолщенные ростки). Плодовые овощи (в пищу используют вызревшие или невызревшие плоды и семена). Пряные овощи (в пищу используют листья, стебли, цветки, плоды).

Приведенная классификация удовлетворяет специалиста по реализации урожая и потребителя, но не учитывает в полной мере биологических и технологических особенностей культур, связанных с их возделыванием. В.И. Эдельштейном была предложена классификация, в которой сочетались потребительские и агрономические особенности культур, связанные с их выращиванием.

Естественные системы

С введением в биологию теории эволюции Ч. Дарвина систематика организмов стала развиваться с учетом их естественного родства и происхождения (филогенетического родства). Поскольку сходство строения и функциональной активности обусловлено эволюционными связями, то учет этих особенностей определил эволюционное направление в систематике. Как считал Ч. Дарвин «Всякая истинная классификация есть генеалогическая». Таким образом, учет сходств строения и эволюционных связей между организмами стал классическим направлением в систематике.

Концепция вида Д. Рея

Выдающийся вклад в развитие понятия "вид" сделал Джон Рей (1628-1705) - английский ученый, который предложил первую естественную систему растений. Он же ввел понятие об однодольных и двудольных растениях. Использовал систематическую категорию рода и вида в смысле, близком к современному. Наибольшая заслуга Джона Рея заключается в том, что он за 50 лет до Линнея выделил классификацию в качестве самостоятельной научной дисциплины - науки о разделении организмов на группы в соответствии с определенными критериями (сравнительно-анатомическими признаками). Рей четко сформулировал понятие об основной таксономической единице - виде. Вид, по Рею (1693), - это совокупность практически тождественных организмов, способных в процессе размножения оставлять подобное себе потомство. Это определение вида очень емкое, так как оно включает три существенные черты (множество организмов, множество сходных организмов, самостоятельно воспроизводящаяся в природе единица) и два критерия (сходство особей одного вида и стойкое сохранение этого сходства в ряде поколений).

Система классификации К. Линнея. Работы Ж. Ламарка, Ж. Кювье, Э. Геккеля

Выдающуюся роль в использовании понятия "вид" сыграл **Карл Линней** (1707-1778) - шведский естествоиспытатель, создатель искусственной классификации растений и животных. К. Линней не дал собственного определения вида, но, судя по его работам, под видом он понимал совокупность сходных по строению особей, дающих плодородное потомство. Линней считал, что вид состоит из многих сходных индивидов, которые произошли от одной первоначальной, созданной Богом, пары. Будучи креационистом, Линней считал, что существует столько видов, сколько первоначально произвело их "бесконечное существо". Роды, по Линнею, имеют такое же происхождение, как и виды. Несмотря на креационистскую окраску, работы Линнея имеют фундаментальное значение для возникновения и развития трансформизма и эволюционизма. Это связано с тем, что К. Линней доказал, что вид есть универсальная форма существования жизни, что это реально существующая таксономическая единица.

Жан-Батист Ламарк писал: "Природа создавала только особей, последовательно сменяющих друг друга, из поколения в поколение, и происходящих одни от других: виды среди них обладают лишь относительным постоянством и неизменны лишь временно". Все таксономические подразделения, по мнению Ламарка, искусственны; они есть продукт человеческого ума. В природе нет ни постоянных классов, ни отрядов, ни семейств, ни родов, ни видов. Тем не менее, чтобы облегчить изучение и познание такого большого числа различных тел, полезно обозначить словом "вид" "всякую группу сходных особей, которые сохраняются из поколения в поколение в неизменном состоянии до тех пор, пока условия их существования не изменятся настолько, чтобы вызвать изменение их привычек, признаков, форм". Ламарк подчеркивал, что вид имеет лишь относительное постоянство и не может быть таким же старым, как природа. Пожертвовав существованием вида как объективной реальностью Ламарк достиг поразительного эффекта: текучести живой природы. Чисто интуитивно Ламарк пришел к правильному выводу об относительном постоянстве видов.

Кювье Жорж один из реформаторов сравнительной анатомии, палеонтологии и систематики животных, иностранный почётный член Петербургской АН (1802). Установил принцип «корреляции органов», на основе которого реконструировал строение многих вымерших животных. Ввёл понятие типа в зоологии. Не признавал изменчивости видов, объясняя смену ископаемых фаун так называемой теорией катастроф.

Сильнейшее воздействие на Геккеля оказали дарвиновские идеи. В 1863 он выступил с публичной речью о дарвинизме на заседании Немецкого научного общества, а в 1866 вышла его книга «Общая морфология организмов» («Generelle Morphologie der Organismen»). Спустя два года появилась «Естественная история миротворения» («Natürliche Schöpfungsgeschichte»; русск. перевод 1914), где развиваемый им эволюционный подход излагался в более популярной форме, а в 1874 Геккель опубликовал работу «Антропогения», или «История развития человека» («Anthropogenie», или «Entwicklungsgeschichte des Menschen»; русский перевод 1919 года), в которой обсуждались проблемы эволюции человека. Ему принадлежит мысль о существовании в историческом прошлом формы, промежуточной между обезьяной и человеком, что было позже подтверждено находкой на о. Ява останков питекантропа.

Основные таксоны животных и растений

Таксоны растений: Царство-Отдел-Класс-Порядок-Семейство-Род-Вид

Таксоны животных: Царство-Тип-Класс-Отряд-Семейство-Род-Вид

Эволюционное направление в систематике

В первых эволюционных классификациях XIX в. отчетливо прослеживается идея «лестницы природы». Так, Т. Гексли в 1880 г. разработал систему млекопитающих, которая отражает ступени эволюционного развития класса от низших его представителей к высшим. Для этого Гексли ввел эволюционные стадии *Hypotheria* (гипотетические ближайшие предки млекопитающих), *Prototheria* (первозвери), *Metatheria* (сумчатые) и *Eutheria* (плацентарные) и представил схему, на которой распределение отрядов соответствовало достигнутому каждым из них эволюционному положению по мере приобретения признаков соответствующих стадий.

Наибольшее влияние на систематику эволюционного направления оказала дарвиновская теория дивергентной эволюции. Она акцентировала внимание не на стадиях исторического развития, а на разных его направлениях. На этой основе сформировалась *филогенетика* как дисциплина, занимающаяся историческими реконструкциями в биологии.

Методы классификации. Сравнительно-морфологический, сравнительно-эмбриологический, кариологический, эколого-генетический методы классификации организмов

С целью классификации организмов используют ряд методов: сравнительно-морфологический, сравнительно-эмбриологический, кариологический, эколого-генетический, географический, палеонтологический, молекулярно-генетический и другие методы. Что касается свойств организмов, важных для классификации, то ими являются одноклеточность или многоклеточность, дифференциация клеток, развитие зародышевых листков, процесс и степень развития определенных систем, наличие или отсутствие целома, наличие или отсутствие сегментации тела, генетическое сходство, количество и морфология хромосом, строение пыльцевых зерен у растений, биохимические и иммунологические свойства. В соответствии с наиболее распространенной классификацией царство животных подразделяют на подцарства Одноклеточные (Monocytozoa), или Простейшие (Protozoa), и Многоклеточные (Metazoa). Многоклеточные подразделяют на животных, не имеющих настоящих органов и тканей губки (Parazoa), и на настоящих многоклеточных животных (Eumetazoa). Животных подразделяют на беспозвоночных и позвоночных. К беспозвоночным относят животных, не имеющих типичного внутреннего скелета, к позвоночным — животных, имеющих скелет.

Надцарство Доядерные организмы (Procaryota)

К этому надцарству относят микроскопические организмы, тело которых представлено слоевищем, не расчлененным ни на корень, ни на стебель, ни на листья. У них нет ядерной мембраны и организованного ядра. Нет стадии эмбрионального развития. Размножение путем простого деления. Характерной особенностью прокариот является наличие у них клеточной стенки. Известны подвижные формы этих организмов. В пределах этого надцарства выделяют одно царство дробянок, которое делят на подцарства: архебактерии, настоящие бактерии и оксифотобактерии.

Царство Дробянки (Mycota). Особенности строения и генетическая организация

Упразднённое ныне царство живых организмов, которое включало в себя одноклеточные безъядерные организмы (прокариоты), такие как бактерии. К царству Дробянки принадлежат бактерии и сине-зеленые водоросли. Они не имеют сформированного ядра и органелл, кроме рибосом, и относятся к прокариотам.

Подцарство Археобактерии (Archaeobacteria). Метаногенные, галофильные и серозависимые бактерии

Археобактерии (от греч. «архиос» – древнейший) – возможно, древнейшие из ныне живущих прокариот, а следовательно, и из всех других живых организмов; они появились на нашей планете более 3 млрд лет назад.

Всего описано свыше 40 видов археобактерий, разнообразных по типу обмена веществ, физиологическим и экологическим особенностям.

Среди археобактерий наиболее известны метанообразующие бактерии, которые в результате обмена веществ выделяют горючий газ метан. Весь метан на Земле (5-108 т ежегодно) образует только эта группа прокариот. Обитают метанообразующие археобактерии в строго анаэробных условиях: в затопляемых почвах, болотах, илие водоемов, очистных сооружениях, рубце жвачных.

Подцарство Настоящие бактерии (Bacteria)

Настоящие бактерии очень древние и появились около 3 млрд лет назад. Бактерии микроскопически малы, но их скопления (колонии) нередко видимы невооруженным глазом. По форме и особенностям объединения клеток различают несколько групп настоящих бактерий: кокки, имеющие шарообразную форму; диплококки, состоящие из попарно сближенных кокков; стрептококки, образованные кокками, сближенными в виде цепочки; сарцины – кокки, имеющие вид плотных пачек; стафилококки – скопления кокков в виде виноградной грозди; бациллы, или палочки, - вытянутые в длину бактерии; вибрионы – дугообразно изогнутые бактерии; спириллы – бактерии с вытянутой шпорообразно извитой формой и т.д.

Морфологические формы бактерий

Сферические формы, или кокки - шаровидные бактерии размером 0,5-1 мкм, которые по взаимному расположению делятся на микрококки, диплококки, стрептококки, тетракокки, сарцины и стафилококки.

Микрококки (от греч. micros - малый) - отдельно расположенные клетки.

Диплококки (от греч. diploos - двойной), или парные кокки, располагаются парами (пневмококк, гонококк, менингококк), так как клетки после деления не расходятся. Пневмококк (возбудитель пневмонии) имеет с противоположных сторон ланцетовидную форму, а гонококк (возбудитель гонореи) и менингококк (возбудитель эпидеми-

ческого менингита) имеют форму кофейных зерен, обращенных вогнутой поверхностью друг к другу.

Стрептококки (от греч. streptos - цепочка) - клетки округлой или вытянутой формы, составляющие цепочку вследствие деления клеток в одной плоскости и сохранения связи между ними в месте деления.

Сарцины (от лат. sarcina - связка, тюк) располагаются в виде пакетов из 8 кокков и более, так как они образуются при делении клетки в трех взаимно перпендикулярных плоскостях.

Стафилококки (от греч. staphyle - виноградная гроздь) - кокки, расположенные в виде грозди винограда в результате деления в разных плоскостях.

Палочковидные бактерии различаются по размерам, форме концов клетки и взаимному расположению клеток. Длина клеток 1-10 мкм, толщина 0,5-2 мкм. Палочки могут быть правильной (кишечная палочка и др.) и неправильной булавовидной (коринебактерии и др.) формы. К наиболее мелким палочковидным бактериям относятся риккетсии. Концы палочек могут быть как бы обрезанными (сибирязвенная бацилла), закругленными (кишечная палочка), заостренными (фузобактерии) или в виде утолщения. В последнем случае палочка похожа на булаву (коринебактерии дифтерии).

Слегка изогнутые палочки называются **вибрионами** (холерный вибрион). Большинство палочковидных бактерий располагается беспорядочно, так как после деления клетки расходятся. Если после деления клетки остаются связанными общими фрагментами клеточной стенки и не расходятся, то они располагаются под углом друг к другу (коринебактерии дифтерии) или образуют цепочку (сибирязвенная бацилла).

Извитые формы - **спиралевидные бактерии**, которые бывают двух видов: спириллы и спирохеты. Спириллы имеют вид штопорообразно извитых клеток с крупными завитками. К патогенным спириллам относятся возбудитель содоку (болезнь укуса крыс), а также кампилобактерии и хеликобактерии, имеющие изгибы, напоминающие крылья летящей чайки. Спирохеты представляют тонкие длинные извитые бактерии, отличающиеся от спирилл более мелкими завитками и характером движения. Особенность их строения описана ниже.

Ветвящиеся - палочковидные бактерии, которые могут иметь разветвление в форме латинской буквы Y, встречающиеся у бифидобактерий, также быть представленными в виде нитевидных разветвленных клеток, способных переплетаться, образуя мицелий, что наблюдается у актиномицет.

Роль в природе

Благодаря жизнедеятельности почвенных бактерий совместно с другими организмами – растениями, грибами – обеспечивается плодородие почвы. В 1 грамме чернозема содержится около 10 миллиардов бактерий. Они разлагают органические вещества, оставшиеся от мертвых животных и растений, которые поступают в грунт. Благодаря этому, образуются неорганические вещества, которые позднее могут употреблять другие организмы, в том числе растения, а также выделяется углекислый газ, необходимый растениям для фотосинтеза. Большое количество перегноя образуется бактериями при удобрении почвы навозом, при культивировании многолетних и однолетних травянистых растений, у которых отмирают многочисленные корни. При наличии кислорода в почве бактерии за короткий период времени подвергают превращению перегноя в минеральные вещества для питания растений, в том числе культурных.

С целью обеспечить лучшие условия для жизнедеятельности полезных почвенных бактерий в сельском хозяйстве проводят обработку и удобрение почвы. Благодаря рыхлению верхнего слоя почвы, сохраняется влага, и происходит обогащение почвы воздухом, что необходимо как для жизни культурных растений, так и для почвенных бактерий. Также и внесение навоза питает не только культурные растения, но и бактерии.

Цианобактерии и некоторые бактерии почвы способны усваивать азот воздуха и преобразовывать его в доступную для употребления растениями форму. Клубеньковые бактерии являются одной из таких групп бактерий. Они поселяются на корнях бобовых и некоторых других растений (облепихи, шелковицы). Клубеньковые бактерии способны усваивать азот из воздуха и продуцировать органические азотсодержащие вещества, обогащая ими почву.

Усваивая органические вещества, бактерии обеспечивают очищение водоемов. Но также они могут провоцировать обратный процесс – «цветение воды». Цианобактерии, зеленые и пурпурные серные бактерии вместе с растениями формируют запасы органических веществ в природе, образуя их из неорганических соединений. А цианобактерии еще и выделяют в атмосферу свободный кислород, которым дышат все живые существа. Образование залежей природного газа и нефти также происходило с участием определенных видов бактерий.

Жизнь на Земле невозможна без жизнедеятельности бактерий, так как они участвуют в круговороте веществ в природе, осуществляя химические превращения, не доступные ни животным, ни растениям.

Бактериальные болезни животных и человека

Несмотря на активное развитие медицины, проблема инфекционных, в том числе бактериальных, заболеваний весьма актуальна. Нет таких мест на нашей планете, где бы не было этих микроорганизмов. Грибковые, вирусные и бактериальные заболевания, в зависимости от механизма передачи и местонахождения возбудителя, подразделяют на кишечные, кровяные, дыхательных путей и наружных покровов. Рассмотрим некоторые бактериальные заболевания человека, список которых слишком велик, чтобы описать все в одной статье.

Кишечные инфекции Сальмонеллез. В роли возбудителя могут выступать около 700 видов сероваров рода *Salmonella*. Инфицирование может произойти водным, контактно-бытовым или же алиментарным путем. Размножение этих бактерий, сопровождающееся накоплением токсинов, возможно в различных продуктах питания и сохраняется при их недостаточной термообработке во время готовки. Также в качестве источника инфекции могут выступать домашние животные, птицы, грызуны, больные люди. Следствием действия токсинов является повышение секреции жидкости в кишку и усиление ее перистальтики, рвота и диарея, которые приводят к обезвоживанию организма. После прохождения инкубационного периода, который длится от 2 часов до 3 суток, повышается температура, появляется озноб, головная боль, коликообразные боли в области живота, тошнота, а через несколько часов – частый водянистый и зловонный стул.

Брюшной тиф и паратифы А и В. Их возбудителями являются *S. paratyphi A*, *S. paratyphi B*, *Salmonella typhi*. Пути передачи – пища, вода, инфицированные предметы, источник – больной человек. Особенностью заболевания является летне-осенняя сезонность. Длительность инкубационного периода составляет 3 – 21 день, чаще всего 8 – 14, после чего происходит постепенное нарастание температуры вплоть до 40°C. Лихорадка сопровождается бессонницей, головной болью, отсутствием аппетита, побледнением кожных покровов, розеолозной сыпью, увеличением печени и селезенки, вздутием живота, задержкой стула, реже диареей. Артериальная гипотензия, брадикардия, бред, заторможенность также сопутствуют болезни. Возможные осложнения – пневмония, перитонит, кишечное кровотечение.

Пищевая токсикоинфекция. Ее возбудителями являются условно-патогенные микроорганизмы. Болезнетворные бактерии попадают в организм из пищевых продуктов, которые либо не подлежат термообработке, либо прошли недостаточную температурную обработку. Чаще всего это молочные или мясные продукты, кондитерские изделия.

Длительность инкубационного периода составляет от 30 минут до суток. Инфекция проявляется в виде тошноты, рвоты, водянистого стула до 15 раз в сутки, озноба, болей в животе, повышения температуры. Более тяжелые случаи заболевания сопровождаются пониженным давлением, тахикардией, судорогами, сухостью слизистых оболочек, олигурией, гиповолемическим шоком. Болезнь длится от нескольких часов до трех суток.

Дизентерия. Возбудителем одной из наиболее распространенных кишечных инфекций является бактерия рода *Shigella*. Микроорганизмы попадают в организм во время принятия инфицированной пищи, воды, через бытовые предметы и грязные руки. Источником инфекции является больной человек. Период инкубации может составлять от нескольких часов до недели, как правило, 2-3 дня. Болезнь проявляется частым жидким стулом с примесями слизи и крови, схваткообразными болями слева и внизу живота, повышением температуры, головокружением, ознобом, головной болью. Также ей сопутствуют артериальная гипотензия, тахикардия, вздутие живота, пальпация сигмовидной кишки. Продолжительность заболевания зависит от степени тяжести: от 2-3 до 7 дней и более.

Эшерихиоз. Данное заболевание еще называют диареей путешественников. Вызывается оно кишечной палочкой *Escherichia coli* энтероинвазивных либо энтеротоксигенных штаммов. В первом случае инкубационный период длится от 1 до 6 суток. Признаками болезни являются жидкий стул и схваткообразные боли живота, реже тенезмы. Время болезни 3-7 суток со слабовыраженной интоксикацией. Во втором случае скрытый период может длиться до 3 суток, после чего начинается рвота, частый жидкий стул, непостоянная лихорадка и боли в животе. Заболеванию сопутствуют высокая температура, лихорадка, диспепсические явления. Такие бактериальные заболевания могут быть осложнены аппендицитом, холециститом, холангитом, менингитом, эндокардитом, воспалительными заболеваниями мочевыводящих путей.

Кампилобактериоз. Это распространенная инфекция, вызываемая бактерией *Сampylobacter fetus jejuni*, источником которой являются многие домашние животные. Также возможны профессиональные бактериальные заболевания человека. Инкубационный период длится 1 – 6 дней. Заболевание сопровождается лихорадкой, гастроэнтеритом, выраженной интоксикацией, рвотой, обильным жидким стулом. В редких случаях – генерализованная форма болезни.

Инфекции дыхательных путей

Для дыхательных путей наиболее характерны бактериальные и вирусные инфекции, которые носят, как правило, сезонный характер. К бактериальным заболеваниям относятся следующие инфекции дыхательных путей:

Тонзиллит (ангина) может быть вызван как вирусами, так и бактериями – микоплазмой, стрептококком, хламидиями (*A. Haemolyticum*, *N. Gonorrhoeae*, *C. Diphtheriae*). Сопровождается изменениями небных миндалин, болями в горле, ознобом, головной болью, рвотой.

Эпиглоттит. Возбудителями являются бактерии *S. Pneumoniae*, *S. Pyogenes* и *S. Aureus*. Для заболевания характерно воспаление надгортанника, сопровождающееся сужением гортани, быстрое ухудшение состояния, боли в горле, лихорадка. Из-за тяжелого протекания болезни требуется обязательная госпитализация больного.

Гайморит – воспаление гайморовых пазух, причиной которого являются бактерии, проникнувшие в полость носа через кровь либо из верхней челюсти. Характеризуется сначала локализованной болью, которая затем распространяется, превращаясь в «головную» боль.

Пневмония. Это заболевание легких, в течение которого поражаются альвеолы и терминальные бронхи. Болезнетворные бактерии – стрептококки, стафилококки, клебсиелла пневмонии, пневмококки, гемофильная и кишечная палочки. Заболевание сопровождается кашлем с мокротами, лихорадкой, одышкой, ознобом, головными и мышечными болями, снижением аппетита, повышенной утомляемостью, интоксикационной слабостью. Лечение и профилактика инфекций дыхательных путей

Инфекции наружных покровов На коже человека, обладающей определенными свойствами, защищающими ее от микроорганизмов, присутствует огромное количество мирно существующих бактерий. При нарушении этих свойств (избыточной гидратации, воспалительных заболеваниях, травмах) микроорганизмы могут вызвать инфицирование. Бактериальные заболевания кожи возникают также при попадании болезнетворных бактерий извне.

Импетиго. Различают два вида заболевания: буллезное, вызываемое стафилококками, и небуллезное, возбудителями которого являются *S. aureus* и *S. Pyogenes*. Заболевание проявляется в виде красных пятен, превращающихся в пузырьки и гнойнички, которые легко вскрываются, образуя толстые желтовато-коричневые чешуйки. Для буллезной формы характерны волдыри размером 1-2 см. При ослож-

нении бактериальные заболевания вызывают гломерулонефрит.

Фурункулы и карбункулы. Заболевание возникает при глубоком проникновении стафилококков в волосяные фолликулы. Инфекция образует воспалительный конгломерат, из которого впоследствии является гной. Типичные места локализации карбункулов – лицо, ноги, задняя часть шеи.

Рожа и целлюлит. Это инфекции, поражающие кожу и подлежащие ткани, возбудителями которых являются стрептококки групп А, G, С. По сравнению с рожей расположение целлюлита более поверхностное. Типичная локализация рожи – лицо, целлюлита – икры. Общим заболеванием часто предшествует травма, повреждение кожи. Поверхность кожи красная, отечная, с неровными воспаленными краями, иногда пузырьками и волдырями. Сопутствующие признаки болезни – лихорадка и озноб. Рожа и целлюлит могут вызывать осложнения, проявляющиеся в виде фасциита, миозита, тромбоза пещеристого синуса, менингита, различных абсцессов.

Инфекции животных Следует также упомянуть бактериальные заболевания животных, передаваемые человеку и называемые зооантропонозами. Источником инфекции служат животные как домашние, так и дикие, от которых можно заразиться во время охоты, а также грызуны. Перечислим основные бактериальные заболевания, список которых насчитывает около 100 инфекций: столбняк, ботулизм, пастереллез, колибактериоз, бубонная чума, сап, мелиоидоз, ерсиниозы, вибриоз, актиномикоз.

Подцарство Оксифотобактерии (Oxypotobacteria). Цианобактерии. Хлороксибактерии

Подцарство включает несколько групп бактерий, в частности отдел цианобактерий, нередко называемых синезелеными водорослями. Они очень широко распространены по всему миру. Считается, что существует приблизительно 2 тыс. видов цианобактерий. Это древние организмы, возникшие около 3 млрд лет назад. Предполагается, что изменения в составе древней атмосферы Земли и обогащение ее кислородом связаны с фотосинтетической активностью цианобактерий.

Клетки цианобактерий, по форме округлые, эллиптические, цилиндрические, бочонковидные или иные, могут оставаться одиночными, объединяться в колонии образовать многоклеточные нити. Часто они выделяют слизь в виде толстого чехла, окруженного у некоторых форм плотной оболочкой. У некоторых видов нити ветвятся и местами образуют многорядные слоевища. Нитчатые формы цианобактерий, помимо обычных клеток, способны усваивать азот атмосферного воз-

духа, переводя его в состав различных растворимых неорганических веществ. Эти клетки снабжают соединениями азота прочие клетки нити. Жгутиковые цианобактерии, в отличие от настоящих бактерий, никогда не имеют. Размножаются цианобактерии обычно путем деления клетки надвое, полового процесса у них нет. **Хлороксибактерии** – также способны к фотосинтезу, т.к. содержат хлорофилл.

Надцарство Ядерные организмы (Eucaryota)

Царство Растения (Plantae). Особенности строения и метаболизма растительной клетки

Это царство представлено организмами, клетки которых обладают плотными клеточными стенками и которые способны к фотосинтезу. Растения этого царства классифицируют на три подцарства, а именно: багрянки (Phycobionta), настоящие водоросли (Phycobionta) и высшие растения (Embryophyta).

Тело багрянок и настоящих водорослей не расчленено на ткани и органы. По этой причине их часто называют низшими, или слоевыми растениями. Напротив, остальные растения известны в качестве высших растений, т.к. характеризуются наличием разных тканей и расчленением тела на органы. Эти растения приспособлены к жизни в наземных условиях.

Растительная клетка имеет много общих черт как в строении, так и метаболических процессах с животной клеткой. Структурные различия заключаются в наличии у растительной клетки целлюлозной оболочки, большой по объему вакуоли, отсутствием центриол при делении. Функциональные различия, в основном, относятся к клеткам содержащим пигменты, способные усваивать кванты света и трансформировать усвоенную лучистую энергию в химическую энергии АТФ (аденозинтрифосфат) и восстановленный НАДФН (никотинамидадениндинуклеотидфосфат), которые используются на образование органических веществ из неорганических двуокиси углерода (CO_2) и воды (H_2O). Образованные органические вещества в этом процессе, называемого фотосинтезом, затем превращаются в многообразные органические вещества идущие на жизненные процессы как самой клетки (автотрофия), так и клеток растения, которые не содержат пигментов и зависят от поступления готовых питательных веществ (гетеротрофия). Отсюда, основной особенностью обмена веществ растительной клетки является её способность улавливать световую энергию с участием пигментов и запасать эту энергию в химические связи органических веществ АТФ и НАДФ-Н. Однако надо отметить, что эта

способность закодирована в геноме любой растительной клетки фотосинтезирующего растения (тотипотентность), но в силу дифференцировки и специализации в выполнении функций (клетки корня, меристематических, проводящих, покровных и запасующих тканей и др.) не реализуется, находится в репрессированном состоянии. Так что по сути можно признать все клетки растений, генетически потенциально автотрофны. Этим свойством не обладает ни одна клетка животного организма.

Подцарство Багрянки (Rhodophyta). Места обитания. Размножение. Хозяйственное значение

Растения этого подцарства являются многоклеточными организмами. Тело багрянок представлено слоевищем. Насчитывают около 4000 видов багрянок, среди которых наиболее известными являются порфира, немалион, кораллины и другие. Их багряная окраска зависит от содержания в них хлорофилла, каротиноидов, красных фикозеритринов, синих фикоцианинов и других пигментов. Являются обитателями больших глубин морей и океанов. Часто их называют красными водорослями. Особенно ими богато Красное море.

Размножаются как бесполом, так и половым путем с чередованием полового и бесполого поколений.

Имеют хозяйственное значение. Отдельные виды служат сырьем, из которого добывают агар-агар. В ряде стран их используют на корм скоту

Багрянки являются древними организмами, но происхождение их и филогенетические связи между отдельными видами остаются невыясненными.

Подцарство Настоящие водоросли (Phycobionta). Видовое и морфологическое разнообразие. Зеленые водоросли. Диатомеи. Бурые водоросли. Роль в природе

Настоящие водоросли являются растениями, тело которых представлено слоевищем. Известно около 30 000 видов этих организмов. Встречаются как одноклеточные, так и многоклеточные водоросли. Они являются обитателями в основном пресноводных водоемов и морей, но встречаются почвенные водоросли и даже водоросли снега и льда. Размножение одноклеточных водорослей происходит путем деления, многоклеточные формы размножаются как бесполом, так и половым путем. Когда-то Вергилий писал — «nigilvilor algo» (ничего нет хуже водорослей). В наше время водоросли приобрели Другие оценки.

Отдел Зеленые водоросли (Chlorophyta). Этот отдел представлен подвижными и неподвижными одноклеточными и многоклеточными организмами, обладающими довольно толстой клеточной стенкой и имеющими форму нитей, трубочек. Некоторые виды формируют подвижные и неподвижные колонии. Насчитывают свыше 13 000 видов этих водорослей, большинство которых является обитателями пресных водоемов. Но известны и морские формы.

Одноклеточные и многоклеточные зеленые водоросли способны к фотосинтезу, т.к. содержат хлоропласты, в которых концентрируется хлорофилл и от наличия которого они имеют зеленую окраску. Они обладают также ксантофиллом и каротином.

Типичными представителями одноклеточных зеленых водорослей являются хламидомонады (из рода *Chlamidomonas*), обитающие в лужах и других небольших пресных водоемах, и хлорелла из одноименного рода (*Chlorella*), которая обитает в пресных и соленых водах, на поверхности сырой земли, на коре деревьев. Хлорелла обладает исключительной фотосинтезирующей активностью, будучи способной улавливать и использовать 10-12% световой энергии. Содержит ряд ценных белков, витамины В, С и К.

Примером многоклеточных зеленых водорослей является обитатель прудов вольвокс (*Volvox*). Формируя колонию, этот организм состоит из 500—60 000 клеток, каждая из которых снабжена двумя жгутиками, а также содержит глазок, дифференцированное ядро и хлоропласт. Толстая студенистая оболочка окружает каждую клетку и отделяет ее от соседних клеток. Если в колонии одна клетка погибает, остальные продолжают жить. Расположение клеток в колонии обеспечивает движение этого организма.

Размножаются путем деления или образования подвижных зооспор, которые отделяются от материнского организма, прикрепляются к какому-либо субстрату, а затем развиваются в новый организм. У спирогиры имеет место половой процесс в виде конъюгации.

Хозяйственное значение этих водорослей невелико, если не считать, что из-за богатого содержания белков и витаминов хлореллу используют в корм для животных. Будучи компонентом фитопланктона, служит кормом для рыб.

Предполагают, что зеленые водоросли возникли в результате ароморфозов, которыми оказались образование ядра, появление многоклеточности и полового процесса. Предполагают также, что они дали начало примитивным наземным растениям, ставшими пред-ковыми формами мохообразных.

Отдел Диатомовые водоросли, или диатомеи (*Chrysophyta*) представлен в основном многоклеточными организмами, а иногда даже и колониальными формами. Встречаются и одноклеточные формы. Известно 5700 видов. Характеризуются четкой дифференциацией тела на цитоплазму и ядро. Клеточная стенка «пропитана» кремнеземом, в результате чего ее называют панцирем. Являются обитателями пресных водоемов, морей и океанов и входят в состав фитопланктона.

В клетках этих водорослей имеются хлоропласты в виде зерен или пластинок, которые окрашены в разные цвета из-за содержания разных пигментов (каротин, ксантофилл и его вариант диатомин). По этой причине диатомовые водоросли часто называют золотисто-коричневыми.

Размножение происходит путем деления клеток пополам. У отдельных видов существует половое размножение. Диатомеи — это диплоидные организмы.

Напластования отмерших диатомовых водорослей дали начало диатомиту, который на 50-80% состоит из их панцирей и который используют в качестве поглотителей в химии и пищевой промышленности.

Значение диатомовых водорослей в природе очень большое. Они занимают исключительно важное место в круговороте веществ, являясь главным кормом для рыб. Их пищевая ценность является очень высокой.

Эволюционно диатомовые водоросли стоят ближе всего к зеленым водорослям, но происхождение их неясно.

Отдел Бурые водоросли (*Phaeophyta*). Эти водоросли являются многоклеточными организмами. Каждая клетка содержит лишь одно ядро. По размерам они самые большие (длинные) водоросли, достигая в длину нескольких десятков метров. Известно около 900 видов. Являются обитателями морей и океанов, включая северные. Их пигментация определяется тем, что они содержат хлоропласты, окрашенные в бурый цвет из-за содержания хлорофилла, а также бурых пигментов (каротина, ксантофилла и фукок-сантина).

Размножаются вегетативным, бесполом и половым путем. Вегетативное размножение происходит частями слоевища, бесполое (споровое) — с помощью гаплоидных спор, развивающихся в гаметофит, половое — путем изогамии, гетерогамии или оогаши. Характерно чередование гаплоидного и диплоидного поколений. Половые клетки снабжены жгутиками.

Хозяйственное значение этих водорослей, особенно ламинарий, очень велико. Из них добывают йод, калийные соли, агароподобные

вещества, используемые в пищевой промышленности. Ламинарии, известные под названием «морской капусты», используются в пищу человеком. Некоторые водоросли используют в качестве удобрения.

Бурые водоросли — древнейшие водные растения. Предполагают, что они дали начало папоротниковидным растениям.

В целом водоросли имеют важное значение во многих экологических системах. Фактически, они являются главным источником органических веществ в водоемах. Подсчитано, что водоросли ответственны за ежегодный синтез в Мировом океане органического вещества в количестве 550 млрд тонн, что составляет значительную часть продуктивности всей биосферы. Далее им принадлежит очень значительная роль в обогащении кислородом атмосферы. Наконец, водоросли участвуют в самоочищении водоемов, в почвообразовании.

Подцарство Высшие растения (Embryophyta). Расчленение тела. Чередование поколений. Основные отделы Высших растений. Направления эволюции

Растения, входящие в состав этого подцарства, часто называют листостебельными, поскольку их тело расчленено на стебель, лист и корень. Кроме того, их называют еще зародышевыми, т.к. они содержат зародыш. Наконец, их называют сосудистыми растениями (кроме моховидных), поскольку в органах их спорофитов имеются сосуды и трахеиды.

Высшие растения в ходе исторического развития приспособились к жизни в наземных условиях. У этих растений отмечается чередование полового (гаметофит) и бесполого (спорофит) поколений. Гаметофит продуцирует гаметы и защищает зародыш, тогда как спорофит продуцирует споры, которые обеспечивают следующую генерацию гаметофита. У высших растений доминирует диплоидный спорофит, который и определяет внешний вид растения.

В подцарстве Высшие растения различают высшие споровые и высшие семенные растения. Для высших споровых характерно разделение полового и бесполого размножения. В первом случае размножение происходит одноклеточными спорами, образующимися в спорангиях спорофитов, во втором — гаметами, образующимися в половых органах гаметофитов. Для высших семенных растений характерно наличие многоклеточного образования — семени, образующегося в процессе размножения и придающего семенным растениям важнейшее эволюционное преимущество перед споровыми.

Подцарство Высшие растения классифицируют на несколько

отделов. В частности, высшие споровые растения классифицируют на отделы Риниофиты (Rhyniophyta) и Зостерофиллофиты (Zostrophyllophyta), организмы которых полностью вымерли, а также на ныне существующие отделы Моховидные (Bryophyta), Плауновидные (Lycopodiophyta), Псилотовидные (Psilotophyta), Хвощевидные (Equisetophyta), Папоротниковидные (Polypodiophyta). Высшие семенные растения классифицируют на отделы Голосеменные (Gymnospermae) и Покрытосеменные, или Цветковые (Angiospermae, или Magnoliophyta). Голосеменные и Покрытосеменные — это семенные растения, тогда как все остальные — это высшие споровые растения. У части высших споровых все споры одинаковы (равноспоровые растения), а у некоторых споры имеют разную величину (разноспоровые растения).

Отдел Моховидные (Bryophyta). Этот отдел представлен низкорослыми, многолетними растениями. У некоторых из них тело представлено слоевищем, но у большинства расчленено на стебель и листья. Насчитывают около 25 000 видов моховидных. Являются обитателями сырых мест во всех географических зонах. К почве прикрепляются с помощью волосовидных выростов, называемых ризоидами. Через эти структуры они осуществляют почвенное питание. Наиболее известными представителями этого типа являются кукушкин лен, маршанция многообразная, мхи рода сфагнум (300 видов).

В развитии мхов характерно чередование полового (гаметофита) и бесполого (спорофита) поколений. На растениях полового поколения образуются споры разных размеров. После оплодотворения женских половых клеток мужскими развивается спорофит (спорангий со спорами), клетки которого имеют диплоидный набор хромосом. Образующиеся в результате мейоза в спорангии споры имеют гаплоидный набор хромосом. Высыпаясь на почву, споры прорастают, давая начало растению, гаметофиту, имеющему в размножающихся митозом клетках гаплоидный набор хромосом. Гаплоидный гаметофит доминирует в цикле развития. На гаметофите вновь образуются половые клетки, и процесс повторяется. Специфической особенностью этих растений является не только доминирование гаплоидного гаметофита, но также и то, что гаметофит (половое поколение) и спорофит (бесполое поколение) представляют собой одно растение.

Значение моховидных в природе заключается в том, что, находясь в экосистемах, они воздействуют на среду обитания многих видов других растений, равно как и животных. Интенсивное размножение мхов способствует ухудшению почвы. Отмирая, сфагновые мхи

«оторфовываются» и образуют залежи торфа. Некоторые виды используются в медицинской промышленности.

Полагают, что растения этой группы были одними из первых наземных растений и широко произрастали еще 450-500 млн лет назад и что эволюция их заключалась в регрессивном развитии спорофита. Считают, что моховидные являются слепой эволюционной ветвью.

Отдел Папоротниковидные (Palyodiophyta). В пределах этого отдела классифицируют травянистые растения, также обитающие в сырых местах. Некоторые Папоротниковидные, обитающие в тропиках, представлены древесными формами, отдельные из которых достигают 25 метров в высоту. Насчитывают более 10 000 видов этих растений. Типичными представителями папоротниковидных являются папоротники.

Для папоротниковидных также характерно чередование полового и бесполого поколений, однако, в отличие от моховидных, у организмов, принадлежащих к этому отделу, преобладающим является спорофит, для которого характерна диплоидность. У спорофита имеются основные органы — стебель, листья, корень. Напротив, гаметофит характеризуется очень малыми размерами, представляя небольшую пластинку, прикрепленную к почве с помощью ризоидов.

Для папоротниковидных характерен сложный цикл развития. Цикл начинается с развития изоспор гаметофита (заростка), на котором образуются половые органы в виде антеридиев и архегониев. В последних развиваются половые клетки. После их оплодотворения из зиготы образуется спорофит, на котором образуются споры, дающие начало гаметофиту. Большинство папоротниковидных представлено разноспоровыми растениями.

Значение папоротниковидных в природе большое, т. к. они входят в состав многих экосистем. Хозяйственное значение современных папоротниковидных небольшое, если не считать, что растения отдельных видов служат лекарственным сырьем.

Папоротниковидные классифицируют на 7 отделов, большинство из которых представлено вымершими видами.

Папоротниковидные являются наиболее древними споровыми растениями. Они уже были в девоне, а в карбоне составляли леса из растений, высота которых достигала до 30 м. Остатки этих растений принимали участие в образовании каменного угля.

Отдел Голосеменные (Gymnospermae). Растения этого отдела дают семена, которые представляют собой, по существу, готовые зародыши будущих растений. Основными органами семени являются заро-

дышевый корешок, зародышевый стебелек, зародышевые листки. Однако у голосеменных семя не покрыто плодолистиками. По этой причине их называют голосеменными.

Голосеменные представлены деревьями, кустарниками и лианами. Количество видов составляет около 700. Распространены по всему земному шару. В северном полушарии занимают огромные площади, образуя хвойные леса.

Наиболее известными представителями голосеменных являются сосна, пихта, ель, лиственница. У растения этого отдела тканями ствола и корня являются камбий, ксилема, флоэма. У многих листья представлены «иголками».

Для голосеменных характерно чередование поколений, связанное со сменой гаплоидного и диплоидного состояний, однако у них налицо уменьшение гаметофита. Можжевельник, саговник, туя, ель, сосна, лиственница — это спорофиты. Как и все семенные растения, голосеменные являются разноспоровыми. Органами размножения являются женские и мужские шишки, которые формируются на одном и том же дереве и в которых находится гаметофит.

Образование семени является первым этапом в развитии спорофита. Женские шишки построены из крупных чешуек, называемых мегаспорофиллами, каждая из которых несет по два мегаспорангия на внутренней поверхности, а каждый мегаспорангий в свою очередь содержит мегаспору, которая развивается в многоклеточный гаметофит, содержащий две или три архегонии. Каждая архегония состоит из одиночной большой яйцеклетки и нескольких малых вытянутых клеток. Мегаспорангий покрыт так называемым интегументом. Мегаспорангий с интегументом называют семязачатком.

Мужские шишки несут на внутренней поверхности их чешуи (на микроспорофиллах) по два микроспорангия, содержащих микроспоры, каждая из которых развивается в гаплоидную пыльцу. Пыльцевые гранулы (зерна) составляют мужской гаметофит.

Мегаспорофиллы и микроспорофиллы собраны в мега- и микростробиллы (соответственно) на укороченном спороносном побеге, представляющем собой стебель со спороносными листьями.

Когда пыльца попадает на женские шишки, она проходит в семязачаток, причем каждая пыльцевая гранула развивается в тычиночную трубочку и два спермоидра, а когда тычиночная трубочка проникает в яйцеклетку, происходит слияние спермоидра с ядром яйцеклетки. Это и есть оплодотворение. Диплоидная зигота становится диплоидным зародышем. Со временем внешний интегумент семязачатка

превращается в оболочку семени, а из остатков мегаспорангия образуется эндосперм. Следовательно, семязачаток превращается в семя. После созревания семени из шишек выпадают наружу.

Хозяйственное значение голосеменных очень большое. Они дают древесину, сырье для медицинской промышленности. Многие виды являются декоративными.

Голосеменные представляют собой очень древнюю группу высших растений. Появившись в девоне (около 350 млн лет назад), голосеменные в конце палеозоя — начале мезозоя заняли место папоротниковидных, поскольку оказались более приспособленными к жизни в наземных условиях. Одна из гипотез заключается в том, что голосеменные произошли от древнейших папоротниковидных.

Отдел Покрытосеменные, или Цветковые (Angiospermae, или Magnoliophyta). Растения этого отдела встречаются почти повсеместно. На их долю приходится 250 000-300 000 видов, т. е. почти две трети видов царства растений. В настоящее время они являются самой процветающей группой растений.

В пределах этого отдела различают однодольные и двудольные растения, которые бывают как травянистыми и кустарниковыми видами, так и деревьями. Типичными представителями этого отдела являются рожь, пшеница, роза, береза, осина и другие. Различают однодольные и двудольные покрытосеменные растения.

Для этих растений также характерно чередование поколений, но у них произошло значительное уменьшение гаметофита.

Замечательной особенностью этих растений является наличие у них цветка, который представляет собой видоизмененный побег и является производным спорофита. Именно по этой причине растения, образующие цветки, называют цветковыми. Как правило, цветки обоеполы, но иногда и раздельнополы. В цветке различают пестик и тычинки, которые являются его главными частями. В нижней части пестика (завязи) развиваются семена. По этой причине эти растения получили название покрытосеменных. Нижняя часть пестика представлена завязью, узким столбиком и рыльцем. Что касается тычинок, то каждая из них состоит из тычиночной нити и пыльника.

У обоеполых растений, которые среди покрытосеменных составляют большинство, цветки имеют как пестики, так и тычинки, т. е. эти растения имеют пестичные (женские) и тычиночные (мужские) цветки. Но у многих видов одни цветки имеют только пестики, на другом — только тычинки. Такие растения называют двудомными. Опыление является результатом переноса пыльцы с тычинок на рыльце пестика.

Женский гаметофит цветковых растений состоит из 8 клеток зародышевого мешка, одна из которых является яйцеклеткой. Эта микроскопическая структура развивается из одиночной мегаспоры. Мужской гаметофит развивается из микроспоры, или пыльцевой гранулы, располагающейся в микроспорангии пыльника. Попав на рыльце пестика, пыльцевая гранула в результате деления дает начало генеративной клетке и клетке, развивающейся в пыльцевую трубку. Далее пыльцевая трубка врастает в полость завязи. Ядро трубки генеративной клетки мигрирует к низу пыльцевой трубки, где генеративная клетка делится, давая два спермин. Один из этих спермиев сливается с яйцеклеткой, образуя диплоидную зиготу, тогда как второй спермий сливается с ядром (в центре зародышевого мешка, в семязачатке), давая триплоидное ядро, развивающееся затем в эндосперм. В конечном итоге обе структуры оказываются в семени, а семя оказывается в завязи, которая развивается в плод. Последний может содержать от одного до нескольких семян. Такое оплодотворение называют двойным (рис. 13). Оно было открыто в 1898 г. С.Г. Навашиным (1857—1950). Биологический смысл двойного оплодотворения заключается в том, что развитие триплоидного эндосперма в сочетании с огромным числом поколений обеспечивает экономию пластических и энергетических ресурсов растений.

Оно было открыто в 1898 г. С.Г. Навашиным (1857—1950). Биологический смысл двойного оплодотворения заключается в том, что развитие триплоидного эндосперма в сочетании с огромным числом поколений обеспечивает экономию пластических и энергетических ресурсов растений.

Стебель является органом растений, к которому прикрепляются листья, корни, цветки. Листья являются важнейшим органом растений. Они характеризуются разной формой и построены из нескольких слоев клеток, содержащих большое количество хлоропластов. Служат органом газообмена между растениями и средой. Из-за наличия хлорофилла в листьях происходит фотосинтез, основу которого составляют две реакции — фотолиз воды и фиксация CO_2 . Корень является органом растения, который адсорбирует воду и минеральные вещества из почвы и проводит их к стеблю. У покрытосеменных, как и голосеменных, вода и питательные вещества из почвы адсорбируются корневыми волосками и проводятся в ксилему в результате осмотического давления в корневой системе, действия капилляров, отрицательного давления в ксилеме, доходящего иногда у некоторых древесных форм до 100 бар, и транспирации, т.е. испарения воды из листьев.

Хозяйственное значение покрытосеменных переоценить очень трудно, т.к. они исключительно широко используются в жизни человека (источник продовольствия, сырье для промышленности, корм для животных и т.д.).

Покрытосеменные растения являются господствующими растениями нашей планеты. Поэтому объяснение их происхождения уже давно оказалось одной из самых важных задач в учении об эволюции. Начиная с Ч. Дарвина, для объяснения покрытосеменных растений было выдвинуто несколько гипотез. По одной из них предполагают, что покрытосеменные произошли от каких-то голосеменных, а однодольные происходят от каких-то древних двудольных. Однако эта и другие гипотезы не являются исчерпывающими. Существуют разногласия и в определении времени появления покрытосеменных. По новейшим представлениям главная диверсификация цветковых растений, в том числе разделение на однодольные и двудольные, произошла 130—90 млн лет назад, и это дало тогда начало изменениям земных экосистем.

Царство Грибы (Fungi). Особенности строения и физиологических функций. Симбиотические отношения грибов с другими организмами. Настоящие грибы. Оомицеты. Лишайники. Роль в природе

Для организмов этого царства, которое представляет собой очень гетерогенную группу организмов, характерны значительная выр-аженность клеточной оболочки, неподвижность в вегетативном состоянии, гетеротрофный тип питания путем всасывания (адсорбции) и неограниченный рост. Насчитывают около 100 000 видов грибов, характеризующихся разнообразием как по строению, размерам, местам обитания, так и по физиологическим функциям. Оптимальные температуры для роста грибов равны 20—26°C. Обитают практически во всех географических зонах, встречаясь в воде (пресной и морской) и почве, на мертвом органическом материале, многие виды паразитируют в тканях растений и животных, включая человека, причем степень паразитизма весьма различна.

Грибы могут вступать в симбиотические отношения с другими организмами, например, с водорослями или цианобактериями, образуя лишайники. Они могут также вступать в симбиоз с высшими растениями, обволакивая и проникая в корни растений своими гифами и формируя структуры (корень + гриб), получивший название микориз. Такой симбиоз с растениями обеспечивает потребность последних в

фосфатах. Например, 80% наземных растений, включая и многие сельскохозяйственные растения, формируют симбиоз с грибом *Glomus versiforme*, который обитает на их корнях и облегчает им восприятие фосфатов и минеральных питательных веществ из почвы.

Среди организмов этого царства встречаются как одноклеточные (микроскопические), или низшие, так и многоклеточные (высшие) грибы.

Грибы классифицируют на отделы: Настоящие грибы, Оомицеты и Лишайники.

Среди Настоящих грибов различают классы Хитридиевые грибы, Зигомицеты, Аскомицеты (Сумчатые грибы), Базидиомицеты и Несовершенные грибы (Дейтеромицеты).

Хитридиевые грибы представлены микроскопическими организмами, тело которых имеет вид цитоплазматической массы. Они ведут паразитический образ жизни на водных растениях и животных. Известен также вид этих грибов, вызывающий рак картофеля.

Зигомицеты являются наземными грибами. Тело их представлено неклеточным мицелием. Эти грибы ведут как сапрофитический, так и паразитический образ жизни, паразитируя на разных животных. Среди сапрофитов наиболее известными являются так называемые мукооровые грибы (плесени хлеба, овощей и других продуктов).

Отдельные виды зигомицетов являются паразитами, вызывая микозы человека и животных.

Аскомицеты представляют собой наиболее многочисленную группу грибов (более 30000 видов), различающихся между собой прежде всего размерами. Встречаются как одноклеточные, так и многоклеточные формы. Тело их представлено гаплоидным мицелием. Образуют аски (сумки), содержащие аскоспоры, что является характерным признаком этих грибов. Среди грибов данной группы наиболее известными являются дрожжи (пивные, винные, кефирные и другие). Например, дрожжи *Saccharomices cerevisiae* влияют на ферментацию глюкозы ($C_6H^{12}O_6$). Одна молекула глюкозы дает в ходе этого ферментативного процесса две молекулы этилового спирта.

Базидиомицеты являются высшими грибами. Они характеризуются большими размерами, которые могут достигать даже до полуметра. Их тело также состоит из мицелия (грибницы), но многоклеточного, формирующего грибы. Протопласт грибных клеток содержит не только ядра, но и митохондрии, рибосомы, аппарат Гольджи и даже гликоген в качестве запасного вещества. Гифы переплетаются, образуя плодовые тела, которые в обыденной жизни называют грибами, состо-

ящими из ножки и шляпки.

Эти грибы размножаются как вегетативным и бесполом, так и половым путем. Наиболее известными базидиомицетами являются шляпочные грибы, среди которых имеются как съедобные, так и ядовитые.

Несовершенные грибы тоже весьма многочисленны (около 30 000 видов). Очень распространены в разных географических зонах. Среди них есть как сапрофиты, которые широко участвуют в разложении остатков растений и в почвообразовательных процессах, так и паразитические формы. Наиболее известными видами этих организмов являются грибы из рода *Fusarium*, которые вызывают у многих культурных растений (хлопчатник, лен и другие) болезнь, называемую вилтом. В числе несовершенных грибов широко известны также грибы из родов *Penicillium* и *Aspergillus*. Они широко используются в промышленном производстве лимонной, фумаровой и других органических кислот, а также ряда ферментов. Отдельные виды этих родов являются продуцентами антибиотиков, широко используемых в медицине и ветеринарной медицине.

Оомицеты — это в основном водные и почвенные грибы. Среди этих грибов очень известны виды из рода *Phytophthora*, которые вызывают болезни картофеля, томатов и других пасленовых.

Грибы играют значительную роль в природе. В частности, они являются организмами-разрушителями. Входя в состав многих экологических систем, ответственны за разрушение органического материала растительного происхождения, т.к. продуцируют ферменты, действующие на целлюлозу, лигнин и другие вещества растительных клеток. Их широко используют в сыроваренной промышленности для производства многих популярных сортов сыра. Нельзя не отметить, что *Neurospora crassa* принадлежит выдающаяся роль в качестве экспериментального объекта в познании многих метаболических путей.

Лишайники представляют собой сложные организмы, образованные в результате симбиоза между грибами, водорослями зелеными, или цианобактериями, и азотобактером. Следовательно, лишайник — это комбинированный организм, т.е. гриб + водоросль + азотобактер, существование которого обеспечивается тем, что гифы гриба ответственны за поглощение воды и минеральных веществ, водоросль — за фотосинтез, а азотобактер — за фиксацию азота атмосферы. Лишайники являются обитателями всех ботанико-географических зон. Размножаются вегетативным, бесполом и половым путем.

Значение лишайников в природе велико. Из-за высокой чув-

ствительности к загрязнителям среды лишайники используют в качестве индикаторов чистоты атмосферы. На севере они являются главным кормом для оленей. Их используют также в аптечном деле и в парфюмерии.

Грибы имеют древнее происхождение. Их ископаемые остатки отмечены в силуре и девоне. Отдельные ботаники предполагают, что они произошли от зеленых водорослей, потерявших хлорофилл. Более распространенный взгляд заключается в том, что грибы произошли от жгутиковых (простейших).

Ископаемые остатки лишайников также найдены в девоне, что определяет их возраст примерно в 400 млн лет. Предполагают, что образование лишайников явилось первым случаем установления симбиотических отношений между организмами. Это обеспечило возможность их широкого распространения в разных экологических нишах.

Царство Животные (Animalia). Особенности строения и метаболизма животной клетки

Клетка любого организма, представляет собой целостную живую систему. Она состоит из трех неразрывно связанных между собой частей: оболочки, цитоплазмы и ядра.

Состав животной клетки: 1. Наружная клеточная мембрана 2. Цитоплазма 3. Центриоли 4. Ядро 5. Ядрышко 6. Гладкая эндоплазматическая сеть 7. Аппарат Гольджи 8. Митохондрии 9. Рибосомы 10. Цитоскелет 11. Лизосомы 12. Микроволосинки

На поверхности многих клеток животных, например различных эпителиев, находятся очень мелкие тонкие выросты цитоплазмы, покрытые плазматической мембраной - микроворсинки. Наибольшее количество микроворсинок находится на поверхности клеток кишечника.

Его содержит каждая клетка животного организма. Нередко в клетке может быть два, а то и больше ядер.

Оболочка клеток имеет сложное строение. Она состоит из наружного слоя и плазматической мембраны. Клетки животных и растений различаются по строению их наружного слоя. Наружный слой поверхности клеток животных очень тонкий, эластичный. Состоит из разнообразных полисахаридов и белков. Поверхностный слой животных клеток получил название гликокаликс.

Каждая клетка отделена от среды плазматической мембраной, толщиной 7-10 нанометров. Но в отличие от растительных клеток у животных клеток нет защитного слоя - целлюлозной клеточной стенки, которая выделяется внешней поверхностью мембраны клеток растений.

Клеточный центр В клетках животных вблизи ядра находится органоид, который называют клеточным центром. Основную часть клеточного центра составляют два маленьких тельца - центриоли, расположенные в небольшом участке уплотненной цитоплазмы

Клеточные включения Присутствуют в виде зерен и капель (белки, жиры, углеводы, гликоген); конечные продукты обмена, кристаллы солей, пигменты.

Митохондрии Их содержат все живые клетки одноклеточных и многоклеточных животных организмов. Они могут иметь шарообразную, палочковидную или нитевидную форму, и также покрыты мембраной. Особенности строения животной клетки В цитоплазме животной клетки нет вакуолей и пластид. Наличие этих двух органоидов и клеточной оболочки и отличает растительную клетку от животной. В остальном они очень похожи.

Подцарство Простейшие (Protozoa). Типы симметрии. Важнейшие органеллы. Способы размножения и чередование поколений. Типы простейших. Филогенетические связи. Роль в природе. Паразитические простейшие

Простейшие — это одноклеточные организмы животной природы, хотя часто к ним относят и некоторые одноклеточные формы, подобные по своим свойствам растениям и называемые фитофлагеллятами. Примером таких организмов является эвглена зеленая (*Euglena viridis*). В пределах этого подцарства известно свыше 25 000 видов, большинство из которых обитает в пресных и соленых водах, в почве. Около 3500 видов являются паразитами растений, животных и человека, заселяя их клетки, ткани и полости тела.

Строение простейших в принципе сходно со строением клеток многоклеточных организмов. Однако для них характерны специфические отличия, определяемые тем, что любой представитель простейших не только является клеткой, но и представляет собой самостоятельный организм.

Форма тела простейших является овальной или вытянутой, а размеры в большинстве случаев микроскопические (3-150 мкм), хотя встречаются и более крупные формы.

Типичные простейшие покрыты трехслойной мембраной, толщина которой варьирует у организмов разных видов. Каждый слой мембраны построен в основном из белков. Отдельные простейшие (раковинные корненожки) имеют наружный цитоскелет в виде раковины.

Цитоплазма дифференцирована на экто- и эндоплазму. Экто-

плазма является уплотненным образованием, из которого образуется периферическая пленка, называемая пелликулой. Эндоплазма имеет более рыхлую структуру.

Для простейших характерно наличие органелл (органонидов) двух типов — общего назначения и специальных.

Органеллами общего назначения являются ядро, митохондрии, рибосомы, центриоли, комплекс Гольджи, лизосомы и др. Наиболее крупные простейшие — многоядерны, мелкие — одноклеточны. Ядро окружено двойной мембраной. Количество хромосом различно у организмов разных видов и колеблется в пределах от двух (вероятно, гаплоидное число) до более чем 160. Длина хромосом составляет 1—50 мкм.

Органеллами специального назначения являются органеллы движения, а также пищеварительные и сократительные вакуоли. Органеллы движения (локомоторные структуры) представлены псевдоподиями (ложноножками), жгутиками, или ресничками. Например, движение амeboидных организмов основано на движении цитоплазмы. Эктоплазма давит на эндоплазму, в результате чего цитоплазма перетекает в другой участок тела, где образуются псевдоподии, с помощью которых организмы передвигаются в разных направлениях. Жгутики построены из скрученных фибрилл (нитей), основания которых формируют особую гранулу (базальное тельце), называемую бляфаропластом (кинетосомой). У свободноживущих простейших жгутики действуют в качестве «винтов», позволяющих вращение тела вокруг оси. Реснички имеют фибриллярную структуру.

Питание простейших характеризуется значительным разнообразием в способах поглощения пищи. Одни из них воспринимают пищу из растворов всем телом посредством пиноцитоза, другие поглощают твердую пищу через цитостом (клеточный рот), третьи захватывают пищу псевдоподиями. Пища, поступающая в эндоплазму, переваривается в специализированных вакуолях, содержащих пищеварительные ферменты. Частицы пищи, остающиеся неперевааренными, выбрасываются в среду вместе с пищеварительной вакуолью.

Многие водные простейшие обладают одной или более сократительной вакуолью, которая у них обеспечивает постоянство осмотического давления, а также снабжение кислородом с помощью поступающей и затем выбрасываемой воды.

Как показало культивирование простейших, они нуждаются в минеральном питании, а также в факторах роста (витамины В, Д, тиамин, биотин, рибофлавин, никотиновая кислота, пиридоксин, фолиевая и пантотеновая кислоты и др.). Некоторые простейшие нужда-

ются в стероидах.

Часть простейших, сходных с растениями, имеет хроматофоры, в которых происходит фотосинтез. Из-за содержания хлорофилла и запасных пигментов хроматофоры по цвету могут быть зелеными, желтыми, красными, коричневыми и даже голубыми. Пищевые потребности простейших с хроматофорами и без хроматофоров упрощены по сравнению с простейшими животной природы.

Энергию большинство простейших получают в результате окисления органических соединений (углеводов, жирных кислот). В отличие от бактерий они не способны к использованию неорганических веществ в качестве главного источника энергии.

Размножение простейших происходит как бесполом, так и половым путем. Бесполое размножение заключается в делении организма на две половины, причем ему предшествует деление ядра. Иногда деление тела и деление ядра происходят одновременно. Размножение половым путем осуществляется с помощью сингамии (слияния двух гамет), конъюгации (обмена гаметическими ядрами) и аутогамии, заключающейся в формировании гаплоидных ядер и слияния их в синкарионы. Некоторые простейшие размножаются одновременно бесполом и половым путем. Например, в размножении малярийных плазмодиев бесполовая фаза встречается, когда они находятся в организме позвоночных, половая, когда находятся в организме комаров. Установлено, что *Euplotes raikovi* продуцирует ферромоны полипептидной природы, которые индуцируют как половое, так и вегетативное размножение простейших этого вида.

Принципиальной особенностью простейших является прохождение ими циклов развития. Различают простые и сложные циклы развития. Простым циклом развития является такой цикл, в котором имеется лишь одна (вегетативная) стадия. Напротив, сложные циклы развития связаны с развитием простейших в разных тканях и органах, причем, принадлежащих разным организмам-хозяевам.

Простейшие способны к раздражимости, т.е. к ответным реакциям на воздействие различных факторов. В частности, одной из важнейших форм раздражимости простейших является способность к превращению их вегетативных форм при неблагоприятных условиях в цисты, что называют инцистированием. Благодаря инцистированию простейшие способны выживать в самых неблагоприятных условиях (высыхание среды, появление в ней вредных веществ, изменение температуры и др.) в течение времени, измеряемого годами. При попадании в благоприятные условия цисты развиваются в активные вегета-

тивные формы (трофозоиты). Таким образом, инцистирование способствует распространению простейших, попаданию их в новые экологические ниши.

Большинство простейших являются свободноживущими. Известны также простейшие, которые могут обитать в организме другого вида, не принося ему ущерба, а даже помогая ему. Например, некоторые жгутиконосцы, обитающие в кишечнике термитов, могут переваривать там целлюлозу и этим обеспечивают пищевые потребности термитов, поскольку последние самостоятельно не утилизируют это соединение. Однако значительная часть простейших ведет паразитический образ жизни, причем отдельные паразиты очень опасны для человека и животных. Человек является потенциальным хозяином около 25 видов простейших, из которых 2 вида могут обитать в полости рта, 12 видов — в кишечнике, 1 — в мочеполовом тракте, около 10 — в крови и других тканях.

Простейших классифицируют на основе способов их движения (строения локомоторных органов) и особенностей размножения на пять типов, а именно: Саркомастигофоры (*Sarcomastigophora*), Споровики (*Sporozoa*), Книдоспоридии (*Cnidosporidia*), Микроспоридии (*Microspora*) и Ресничные, или Инфузории (*Infusoria*).

Тип Саркомастигофоры (*Sarcomastigophora*). Этот тип представлен наиболее примитивными организмами среди всех простейших. Общими свойствами организмов этого типа являются наличие у них одного ядра и способность образовывать в результате переливания цитоплазмы псевдоподии (ложноножки), которые служат для передвижения и захвата пищи, или жгутики. Насчитывают около 20 000 видов.

Саркомастигофоры являются обитателями в основном соленых (морских) вод, однако живут также и в пресной воде, во влажной почве. Многие паразитируют в организме животных и человека.

В составе типа Саркомастигофоры классифицируют два подтипа — Саркодовые (*Sarcodina*) и Жгутиконосцы (*Mastigophora*).

Подтип Саркодовые (*Sarcodina*). Типичными представителями Саркодовых являются пресноводная амeba (*Amoeba proteus*, рис. 16) и дизентерийная амeba (*Entamoeba histolytica*). Пресноводная амeba обитает в лужах, прудах. В ее цитоплазме различают два слоя — эктоплазму и эндоплазму. Содержит одно ядро. Передвигается с помощью псевдоподий. Размножается бесполом путем (делением). Способна к инцистированию в неблагоприятных условиях. Другими известными свободноживущими Саркодовыми являются пресноводные раковин-

ные корненожки и фораминиферы, обитающие в морях.

Дизентерийная амеба является паразитом человека. Для нее характерен сложный цикл развития. Человек заражается в результате заглатывания с загрязненными продуктами цист этого организма. Болезнь, вызываемая этим паразитом, носит название амебиаза.

Подтип Жгутиконосцы (*Mastigophora*). Эти организмы обитают в морских и пресных водах или ведут паразитический образ жизни в организме растений и животных, принадлежащих к разным систематическим группам, а также в организме человека. Насчитывают около 8000 видов.

Жгутиконосцы имеют овальную, шаровидную или вытянутую форму. Размеры микроскопические. Тело покрыто двойной мембраной, на внешней поверхности которой имеется тонкая пелликула. В цитоплазме располагается одно или несколько сходных ядер.

Для организмов, классифицируемых в пределах этого подтипа, характерно наличие одного или более жгутиков. Каждый жгутик состоит из фибрилл и прикрепляется к базальному тельцу (блафоропласту или кинетосоме), располагающемуся в эктоплазме.

Большинство органелл общего назначения (митохондрии, микросомы, комплекс Гольджи и др.) сравнимы по морфологии и функциям с такими же органеллами клеток высших растений и животных, включая сходство на субмикроскопическом уровне. Центриоли у многих жгутиковых играют важную роль в организации не только митотического аппарата, но и являются локусом, вокруг которого формируются набор органелл, образованных в основном фибриллярными белками (жгутик, аксостиль и др.). Среди организмов этого подтипа различают свободноживущих (*E. viridis*) и паразитов, для которых характерны сложные циклы развития. Наиболее известными паразитами человека являются трипаносомы (*Trypanosoma brucei gambiense* и *T. brucei rhodesiense*), которые вызывают трипаносомоз (африканскую сонную болезнь), лейшмании (*Leishmania tropica major*, *L. tropica minor* и *L. donovani*), которые вызывают лейшманиоз, трихомонады (*Trichomonas vaginalis*), вызывающие трихомоноз, и лямблии (*Lamblia intestinalis*), вызывающие лямблиоз.

Саркомастигофоры представляют собой группу древнейших организмов-эукариотов.

Тип Споровики (*Sporozoa*). Организмы этого типа характеризуются простотой организации. Они не имеют органоидов пищеварения и выделения. Питание, дыхание и выделение обеспечиваются всей поверхностью их тела. Все споровики являются внутриклеточными паразитами.

Насчитывают около 20 000 видов. Все они являются паразитами животных многих систематических групп. Среди них наиболее известными паразитами являются возбудители малярии (*Plasmodium falciparum*, *P. vivax*, *P. ovale*, *P. malariae*) и токсоплазмоза (*Toxoplasma gondii*).

Особенностью споровиков является то, что для них характерны сложные циклы развития, происхождение которых связано с образованием спор и сменой хозяев. Например, у малярийных плазмодиев жизненный цикл связан с чередованием бесполого и полового размножения. В организме человека плазмодии размножаются бесполом путем с образованием промежуточных форм в виде мерозоитов, шизонтов и гамонтов. Лихорадка и повышение температуры связаны с тем, что, размножаясь в эритроцитах, шизонты разрушают их. Время генерации паразита (шизогонии) для *P. falciparum*, *P. vivax*, *P. ovale* составляет 48 часов, а для *P. malariae* — 72 часа, в результате чего в первом случае у больных имеет место 2-дневная, а во втором — 3-дневная лихорадка.

Половое размножение малярийных плазмодиев происходит в организме комара и связано с развитием там гамонтов и превращением последних в гаметы, которые сливаются и дают начало диплоидным зиготам. Когда вокруг зигот появляется мембрана, то это сопровождается их инцистированием, т.е. образованием ооцист (ооки-нет). Ооцисты подвергаются затем мейотическому делению, т.е. спорогонии, в результате которой внутри ооцист формируются гаплоидные спорозоиты. Являясь инвазионной формой, последние при питании комара на коже человека попадают в его кровь и цикл развития начинается сначала.

Возбудитель токсоплазмоза (*T. gondii*), которым болеют человек и животные, также характеризуется сложным циклом развития. Часть цикла токсоплазм проходит в организме кошки, часть — в организме другого млекопитающего, а — часть в организме человека. Человек заражается ооцистами возбудителя при разделке туш животных, а цистами — при употреблении в пищу недостаточно прожаренного или проваренного мяса.

Эволюция споровиков не совсем понятна. Тем не менее предполагают, что они берут начало от жгутиконосцев.

Тип Книдоспоридии (*Cnidosporidia*). Этот тип представлен более 1000 видами, представители которых распространены в пресных и соленых водоемах. Все книдоспоридии ведут паразитический образ жизни, поражая исключительно пресноводных и морских рыб и вызывая у них микроспоридиозы. Микроспоридиоз лососевых (форель, лосось) известен под названием «вертежа».

Тип Микроспоридии (*Microsporidia*). Организмы этого типа являются паразитами как позвоночных, так и беспозвоночных. Насчитывают свыше 350 видов. Микроспоридии ведут внутриклеточный паразитический образ жизни. Наиболее известными микроспоридиями являются *Nosema apis* и *Nosema bombycis*, которые вызывают белый понос у медоносных пчел и пембину у тутового шелкопряда (соответственно). Микроспоридии вызывают также болезни рыб (корюшки, снетка). Предполагают, что микроспоридии также произошли от саркодовых.

Тип Инфузории (*Infusoria*). В составе этого типа насчитывают около 6000 видов. Являются обитателями очень многих экологических ниш.

Различают свободноживущих и паразитирующих инфузорий. Наиболее известным свободноживущим организмом является парамеция, или туфелька (*Paramecium caudatum*). Форма тела этого организма вытянута, но постоянна, т.к. снаружи окружена плотной пелликулой, а внутри (в экто- и эндоплазме) имеются к тому же и выполняющие роль опорного скелета нити. Имеются также два ядра (макронуклеус и микронуклеус). Реснички, покрывающие тело, имеют базальные гранулы. Для парамеций характерна цитологическая специализация (наличие предротового углубления — перистомы клеточного рта, глотки, ануса и трихоциста). Размножаются как бесполым (делением), так и половым путем в виде конъюгации.

Патогенным представителем этого типа является балантидий (*Balantidium coli*), вызывающий у человека балантидиоз. Человек инвазируется цистами балантидия в результате приема зараженной им пищи и воды, а также пользования загрязненными предметами.

Известны инфузории, часть цикла которых является паразитической, часть — свободно-живущей. Такой инфузорией является ихтиофтириус, паразитирующий в организме рыб.

Инфузории — наиболее организованные существа среди простейших. Они являются также процветающей группой среди животных этого подцарства.

Простейшие являются древнейшими обитателями Земли. Предполагая родство между Саркодовыми и Жгутиковыми, многие протистологи считают, что архетипами современных простейших являются Саркодовые.

Однако в объяснениях эволюции простейших много противоречий, поскольку существует мнение и о том, что саркодовые и жгутиконосцы произошли от разных предков, каких-то самых древних живых существ. Большое значение придается ароморфозам, примером

которых является развитие ресничного и ядерного аппаратов у инфузорий, и идиоадаптациям в виде приспособлений к планктонному образу жизни или инцистированию у ряда простейших. В любом случае считают, что самой прогрессивной формой в мире простейших являются инфузории.

Подцарство Многоклеточные (Metazoa). Характеристика и филогенетические связи типов Многоклеточных. Особенности строения, классификация и филогенетические связи Хордовых

Тип Губки (Spongia). Этот тип представлен наиболее примитивными многоклеточными организмами, клетки которых, однако, дифференцированы. Известно около 5000 видов губок. Будучи обитателями морей, ведут неподвижный образ жизни на дне или на различных подводных предметах.

Губки — это колониальные организмы. Для них характерны разнообразная форма, мягкое и эластичное тело, пронизанное порами, в которые поступает вода, различная окраска. Имеют внутренний скелет (известковый, кремневый или роговой). Имеют также центральную (гастральную) полость.

Для дыхания используют растворенный в воде кислород. Питаются органическими остатками растений и животных, а также простейшими и бактериями. Новые исследования показали, что морские губки способны поглощать и растворять мелкие кварцевые частицы, что связывают с потребностью губок в аскорбиновой кислоте. Эта способность является уникальной в мире животных.

Для губок характерны бесполое размножение (почкование), а также половая дифференциация и половое размножение.

Отдельные виды губок ядовиты для человека. Известны губки, используемые в хозяйственной деятельности человека (туалетные губки, бодяги, стеклянные губки).

Происхождение губок не совсем ясно. Предполагают, что они являются слепой ветвью эволюции.

Тип Кишечнополостные (Coelenterata). Организмы этого типа являются обитателями в основном морей, но они проникли и в пресные воды. Известно около 9000 видов. Кишечнополостным присуща довольно простая организация. Для них характерна радиально-осевая симметрия. Их тело состоит из экто- и энтодермы, между которыми находится мезоглея, представляющая собой слой неклеточного вещества.

Типичными представителями, обитающими в морских водах, являются коралловые полипы, ведущие неподвижный образ жизни,

образуя часто колонии, и медузы, одиночные организмы, ведущие подвижный образ жизни (плавающие). Наиболее известным пресноводным представителем кишечнополостных является гидра.

Размножаются бесполом и половым путем.

Кишечнополостные склонны к образованию симбиотических отношений в форме комменсализма, мутуализма, паразитизма с другими морскими организмами.

Кишечнополостные имеют важное значение в природе. Они являются участниками многих морских экологических систем. образуя колонии, коралловые полипы формируют рифы, коралловые острова.

Кишечнополостные — самые древние многоклеточные животные, процветающие в современную эпоху. Они встречались еще в докембрии. Входят в основной ствол эволюции. Предполагают, что их предками были когда-то примитивные многоклеточные животные, для которых характерен был свободноплавающий образ жизни.

Тип Плоские черви (Plathelminthes). К этому типу относят животных, характеризующихся вытянутой уплощенной билатерально-симметричной формой и обитающих в воде, почве, организме растений, животных и человека. Они составляют один из наиболее больших по численности типов животных (около 25000 видов).

Размеры плоских червей в длину чрезвычайно варьируются — от 0,5 мм до 30 м. У одних плоских червей поверхностный (покровный) эпителий снабжен ресничками или даже жгутиками, у других он характеризуется тем, что ядра и цитоплазма смещаются в глубь тела, формируя так называемый погружной эпителий (тегумент). Покровный эпителий и располагающаяся под ним кожная мускулатура формируют кожно-мускульный мешок. Пространство между мешком и внутренними органами заполнено паренхимой, являющейся производной мезодермы. Пищеварительная система у некоторых плоских червей представлена ротовым отверстием, глоткой, пищеводом и кишкой, а у некоторых (у ленточных) ее совсем нет. Все плоские черви гермафродиты.

Плоские черви являются первичноротыми животными. Они характеризуются также отсутствием метамерии, скелетной, сосудистой и дыхательной систем.

Среди гельминтов, принадлежащих к этому типу, широко распространен паразитизм. В пределах типа прослеживаются группы (таксоны), представители которых обладают чертами постепенного перехода от свободноживущих к паразитическим формам. Это проявляется в том, что органы, которые наиболее активно функционируют у свобод-

ноживущих, подвергаются прогрессивной редукции вплоть до полного исчезновения у паразитов. В частности, у паразитов отмечается инактивация и атрофия сенсорных и локомоторных органов. С развитием в условиях паразитизма способности к адсорбции пищи поверхностью тела подвергается регрессии алиментарный тракт. В связи с этим у ленточных гельминтов уже нет следов пищеварительной системы.

Общий уровень метаболизма у паразитических видов существенно не изменен. Однако, живя в кишечнике животных или человека, где количество кислорода ограничено, многие плоские черви развили анаэробный тип дыхания, при котором кислород они получают путем восстановления углеводов (по типу брожения).

Нервная система характеризуется по сравнению с кишечноподостными значительным усложнением. У ленточных гельминтов в головной части тела имеется парный мозговой ганглий или окологлоточное нервное кольцо и отходящие от них нервные стволы, сформированные нервными клетками.

У паразитических форм неподвижный образ жизни и обилие пищи нашли отражение в их гигантской репродуктивной способности, которая компенсирует потери при переходе паразита от одного хозяина к другому.

Для плоских червей характерно развитие с неполным метаморфозом. Их личиночные стадии являются мелкими организмами, не способными к восприятию пищи, а также с ограниченной локомоторной способностью и временем жизни. У некоторых видов лишь один экземпляр на 1 млн особей является удачливым в переживании. Поэтому переживание паразитических видов обеспечивается, возможно, лишь их гигантской репродуктивной способностью.

Тип делят на три класса: Ресничные, или Турбеллярии (*Turbellaria*), Сосальщикообразные, или Трематоды (*Trematoda*) и Ленточные (*Cestoda*).

Ресничные, или Турбеллярии (*Turbellaria*) являются наиболее примитивными плоскими гельминтами. Их размеры в длину составляют около 5 мм. Известно примерно 4000 видов турбеллярий. Они являются обитателями в основном пресных и солоноватых вод. Ведут свободный образ жизни. Наиболее известным представителем животных этого класса является планария. Однако многие турбеллярий паразитируют в организме морских ракообразных, рыб и других животных.

Турбеллярии не имеют ни хозяйственного, ни какого-либо другого выраженного значения, если не принимать во внимание их использования в качестве экспериментальной модели в некоторых меди-

ко-биологических исследованиях.

Трематоды (Trematoda) представлены примерно 12000 видов, все из которых являются паразитами животных и человека. Для трематод характерно не прямое развитие, причем их жизненные циклы довольно сложны и связаны со сменой хозяев. По этой причине их называют биогельминтами. Циклы развития связаны с циркуляцией в организме постоянных хозяев (дефинитивных, окончательных) мариты (взрослой формы) и в организме промежуточных хозяев личиночных форм. Дефинитивными хозяевами трематод являются человек и другие животные.

В качестве патогенных видов этого класса являются печеночный, кошачий и ланцетовидный сосальщики, клонорхис (*Fasciola hepatica*, *Opisthorchis felinus*, *Dicrocoelium lanceatum*, *Clonorchis sinensis* соответственно) и другие.

Ленточные (Cestoda) черви являются паразитами млекопитающих и человека. В этом классе насчитывают более 8000 видов гельминтов.

Наиболее известными видами являются цепень вооруженный (*Taenia solium*), цепень невооруженный (*Taeniarhynchus saginatis*), эхинококк (*Echinococcus granulosus*), лентец широкий (*Diphyllobothrium latum*) и др.

Ленточные гельминты также являются биогельминтами, т. к. их жизненные циклы проходят со сменой разных хозяев.

Предполагают, что плоские черви произошли либо от древних кишечно-полостных, либо от предков, общих с древними кишечно-полостными. Что касается происхождения червей, принадлежащих к разным классам, то предполагают, что они возникли в результате дивергенции предковых форм и адаптации образовавшихся форм к разным экологическим нишам. В частности, ресничные черви произошли либо от гребневиков, либо от бескишечных предковых форм, перешедших к ползанию. Сосальщики произошли от ресничных червей, перешедших к паразитическому образу жизни. В соответствии с одной из гипотез ленточные черви произошли тоже от ресничных, но в процессе паразитизма у них развились органы фиксации, подверглась интенсивному развитию половая система. По другой гипотезе ленточные черви произошли от древних трематод.

Тип Круглые черви (*Nema-thelminthes*) около 30 тыс. видов. Круглые черви характеризуются удлиненным цилиндрическим телом, не имеющим сегментации и ресничек на поверхности. Насчитывают более 10 000 видов этих организмов. Они адаптированы к жизни почти во всех

экологических нишах, многие из них являются паразитами растений, животных и человека.

Круглые черви характеризуются трехслойностью, билатеральной симметрией, наличием первичной полости тела и кожно-мускульного мешка. Помимо круглой формы, типичным для гельминтов этого типа является наличие мышечной, пищеварительной, выделительной, нервной и половой систем, для которых характерны дальнейшие прогрессивные изменения. Например, у этих червей отмечается раздельнополость, а для свободноживущих форм характерно очень большое разнообразие в половом размножении. Для пищеварительной системы характерно наличие анального отверстия. Кровеносная и дыхательная системы отсутствуют.

Круглые черви доступны для культивирования в лабораторных условиях.

Среди круглых гельминтов встречаются как свободноживущие, так и паразитические формы. Многие паразитические формы являются геогельминтами, т.к. развиваются обычно в одном хозяине. Известны среди них также и биогельминты.

Тип Круглые черви классифицируют на 7-15 классов, из которых наибольшее распространение и значение имеет класс Собственно круглые черви (Nematoda).

Среди паразитических нематод наиболее известными являются аскарида человеческая (*Ascaris lumbricoides*), угрица кишечная (*Strongyloides stercoralis*), кривоголовка (*Ancylostoma duodenale*), трихинелла (*Trichinella spiralis*) и другие, которые вызывают у человека аскаридоз, стронгилоидоз, анкилостоматоз, трихинеллез (соответственно).

Происхождение круглых червей до конца не выяснено. Тем не менее многие гельминтологи считают, что они произошли от турбеллярий и развились в обособленную эволюционную ветвь филогенетического древа, животного мира.

В эволюции круглых червей важную роль играли ароморфозы, в частности, большое значение имело появление первичной полости тела, образованной по принципу «трубка в трубке» с отверстиями на обоих концах. Ароморфозами являются также прогрессивное развитие пищеварительной системы, появление раздельнополости и живорождения (у некоторых видов). Предполагают, что в эволюции этих организмов существенную роль играли гены кластера *Nox*, которые аналогичны генам *Nox* членистоногих.

Тип Кольчатые черви (Annelides). Кольчатые черви, или кольче-

цы — это высокоорганизованные гельминты, являющиеся обитателями пресных и морских водоемов, почвы и других сред. Насчитывают около 10 000 видов этих животных. Их длина составляет от долей миллиметра до 2,5 м. Характеризуются прежде всего метамерией, заключающейся в разделении их тела внутренними перегородками на сегменты, которые функционально практически самостоятельны. Тело дифференцировано на головную часть, среднюю часть и анальный район.

Для кольцецов характерны билатеральная симметрия, трехслойность, вторичная (целомическая) полость тела, кожно-мышечный мешок, наличие пищеварительной, дыхательной, кровеносной, нервной и половой систем, а также органов движения (параподий) в каждом сегменте. Кольчатые черви построены таким образом, что внешняя трубка, или стенка их тела, отделена от внутренней трубки пищеварительного канала целомическим пространством.

Кольчатые черви имеют значение в круговороте веществ в природе, служат пищей рыб, в том числе и промысловых. Земляные черви способствуют рыхлению почвы и обогащению ее органическими веществами. Они улучшают также водный и газовый баланс почвы.

В медицинской практике значение имеет обитающая в неглубоких пресных водоемах медицинская пиявка (*Hirudo medicinalis*), которую давно используют в лечении гипертонии, повышенной свертываемости крови, тромбозов и других болезней.

Представления о происхождении кольчатых червей противоречивы. Одни гельминтологи предполагают, что они произошли от турбеллярий, другие — от форм, родственных с гребневыми. В любом случае можно считать, что происхождение кольцецов связано с крупными ароморфозами в виде появления метамерии, пелломы, кровеносной и дыхательной систем, усложнения выделительной и нервной систем. Предполагают, что пиявки произошли от малощетинковых червей или от их предков.

Кольчатые черви связаны филогенетически с членистоногими и мягкотелыми, поэтому они являются узлом в родословном древе животного мира.

Тип Членистоногие (*Arthropoda*). Членистоногие — это высший тип беспозвоночных животных. В его состав входит около 1650000 видов, основная часть которых приходится на насекомых. По количеству видов он является самым процветающим типом в мире животных. Членистоногие распространены во всех средах обитания, являясь существенным компонентом всех экологических систем.

Для членистоногих характерна билатеральная симметрия. Как и

кольчатые гельминты, они имеют вторичную полость тела. У большинства членистоногих тело сегментировано на три отдела — голову, грудь, брюшко. В голове сконцентрированы сенсорные органы и внешние нервные центры. К голове часто примыкают грудные сегменты, в результате чего образуется головогрудь. Имеются членистые конечности, выполняющие роль органов передвижения, чувств, нападения и т.д.

Для членистоногих характерны также трехслойность, наличие внешнего скелета в виде хитинизированной кутикулы, а также пищеварительной, дыхательной, выделительной, кровеносной, нервной, эндокринной и половой систем, характеризующихся дальнейшим усовершенствованием.

Пищеварительная система разделена на передний, средний и задний отделы. В среднем отделе расположены пищеварительные железы (зачатки). Ротовой аппарат составлен передними конечностями (тремя парами).

Дыхательная система у водных членистоногих представлена жабрами, с помощью которых используется кислород, растворенный в воде, а у наземных организмов — легочными мешками или трахеями (паукообразных и трахейнодышащих), позволяющими использовать кислород атмосферы.

Кровеносная система состоит из дорсального сосуда, представляющего собой сердце и аорту. Она незамкнута. Сердце построено из мышечных клеток. Аналогом крови является гемолимфа, которая в основном выполняет транспортную функцию, а также обеспечивает хранение воды и поддержание пищевых запасов.

Выделительная система характеризуется значительным разнообразием, будучи представленной видоизмененными метанефридиями.

Нервная система характеризуется повышающейся концентрацией ганглиев (по сравнению с кольчатыми червями) и состоит из парного надглоточного и подглоточного ганглиев, а также из брюшной нервной цепочки, составленной парными ганглиями каждого сегмента. Нервная система обеспечивает сложные двигательные и поведенческие реакции.

Половая система и репродуктивный процесс членистоногих характеризуются также большим разнообразием. Большинство членистоногих раздельнополо, но встречаются и гермафродиты, главным образом среди ракообразных. Среди насекомых довольно обычен партеногенез, хотя нормальная половая репродукция в определенные интервалы встречается даже среди партеногенетических видов. У боль-

шинства членистоногих мужские половые клетки переносятся в полость брюшка самок, где позднее они оплодотворяют яйцеклетки. Организмы многих видов развиваются с метаморфозами.

Рост членистоногих характеризуется периодичностью, т. к. происходит во время линек, каждая из которых контролируется гормонально.

Классификация членистоногих очень сложна, поскольку среди них существует много филогенетических линий. Однако в рамках одной из классификаций их классифицируют на три подтипа: Жабернодышащие (Branchiata) с классом Ракообразные (Crustacea), Хелицеровые (Chelicerata) с классами Меристомовые и Паукообразные (Arachnoidea) и Трахейнодышащие (Tracheata) с классами Многоножки (Myriapoda) и Насекомые (Insecta).

Наиболее известным представителем жабернодышащих является речной рак. Представителями хелицеровых являются фаланги, скорпионы, пауки, клещи, трахейнодышащих — насекомые, включая блох, клопов, вшей, двукрылых и других организмов.

Значение членистоногих в природе исключительно велико. Они являются компонентами всех экологических систем. Многие из них играют очень важную роль в патологии человека, являясь паразитами, переносчиками или хозяевами паразитов (возбудителей болезней), а некоторые являются ядовитыми животными, многие известны в качестве вредителей полей, садов и огородов.

Считают, что членистоногие возникли в докембрии и берут начало от примитивных кольчатых червей, причем в их эволюции существенное значение имели ароморфозы, которые привели к развитию гетерономной метамерии, плотных хитинизированных покровов, членистого строения конечностей, крыльев у насекомых, мышечной системы, сердца, внутреннего оплодотворения, более совершенной нервной системы. Как показали современные исследования, развитие этих свойств происходит под контролем кластера генов *Нох*, которые идентифицированы у всех исследованных к настоящему времени членистоногих. Поэтому предполагают, что гены *Нох* были вовлечены в эволюцию членистоногих.

Предполагают также, что важное значение в эволюции членистоногих имело развитие плотного наружного скелета, предупреждающего высыхание животных. Кроме того, развитие членистых конечностей обеспечило устойчивость животных к обитанию в разных средах. Наконец, эволюция лимитировала размеры наземных членистоногих, а естественный отбор закрепил в качестве абсолютно необходимой линьку, обеспечивающую изменение форм и размеров животных,

замену их покровов (кутикулы) в процессе развития.

Считают, что прародиной жаберно дышащих является море, а хелицерных — мелководье морей. Трахейнодышащие возникли на суше.

Тип Мягкотелые (Mollusca). Мягкотелые являются вторым по численности типом после членистоногих (около 160 000 видов). Большинство этих животных обитают в соленых и пресных

Моллюски чрезвычайно полиморфны. Размеры тела взрослых форм колеблются от 1 мм до 17 метров. Для них характерна билатеральная симметрия, но смещение органов очень часто искажает ее. Их тело сегментировано, не имеет конечностей и покрыто раковиной. Характерно разнообразие форм раковин

У некоторых видов раковина распространяется лишь на часть тела, которое покрыто кожной складкой — мантией. Полость тела представлена в основном гемоцелью. Мягкотелые обладают всеми основными системами органов, формирующимися из экто-, эндо- и мезодермы.

Пищеварительная система представлена извитой трубкой. Дыхательная система представлена кожными жабрами, которые расположены под кожной мантией. Кровеносная система не замкнута. Сердце состоит из желудочка и одного-двух предсердий. Кровь содержит гемоцианин, иногда гемоглобин.

Нервная система представлена 5 парами ганглиев, что делает ее еще примитивней.

Многие моллюски раздельнополые и яйцекладущие, но встречаются виды-гермафродиты,

В составе типа Моллюски классифицируют пять классов.

Некоторые из этих животных имеют промысловое значение (устрицы, мидии, морские гребешки, осьминоги и другие). Отдельные представители этого типа имеют медицинское значение, т.к. являются промежуточными хозяевами патогенных трематод (ланцетовидного сосальщика, фасциолы, описторхиса, шистосом).

Палеонтологические данные свидетельствуют о том, что самые ранние моллюски уже существовали в каменноугольном периоде. Считают, что моллюски родственны кольчатым червям и берут начало от предков, общих с членистоногими.

Тип Иглокожие (Echinodermata). Иглокожие представлены 8000 видов животных, являющихся обитателями морей и океанов. Среди них наиболее известными являются морские ежи, морские звезды, голотурии и др.

Для иглокожих характерны радиальная симметрия (личинки —

билатерально симметричны), трехслойность, образование вторичного рта в период зародышевого развития, вследствие чего их называют вторичноротыми. Для них характерны также выраженный целом, наличие в коже соединительной ткани и эпидермиса, скелет мезодермального происхождения. Исключительно важным признаком этих животных является наличие у них так называемой амбулакральной системы, которая представляет собой полости, наполненные жидкостью и используемые для движения.

Кожный покров иглокожих состоит из слоя соединительной ткани и слоя эпидермиса, скелет — из известковых пластинок.

Пищеварительная система представлена кишечной трубкой. В переваривании пищи принимают участие ферменты.

Дыхательная система представлена кожными жабрами. Кровеносная система не замкнута. «Кровью» является морская вода, с помощью которой транспортируются питательные вещества в разные участки тела.

Нервная система очень примитивна, ганглии отсутствуют.

Развитие происходит с метаморфозами. В противоположность всем беспозвоночным, которые являются первичноротыми организмами (Protostomia), иглокожие являются вторичноротыми (Deuterostomia) животными, поскольку первичный рот (бластопор) в стадии гастрюлы превращается в анальное отверстие, а новый (вторичный) рот образуется на брюшной стороне.

Иглокожих классифицируют на несколько классов.

Иглокожие не имеют существенного хозяйственного интереса, хотя некоторых из них используют в пищу (трепанги, мидии и другие).

Иглокожие — очень древние животные. Предполагают, что они родственны хордовым и произошли от древнейших вторичноротых форм, родственных с гребневиками, но в своем развитии остановились на начальных этапах эволюции, вторично приобретя радиальную симметрию.

Тип Хордовые (Chordata). Хордовые являются главным типом животного царства. В этом типе насчитывают более 62 000 видов, обитающих в разных средах.

Для хордовых характерен ряд специфических свойств. В частности, для них характерно наличие хорды (нотохорды), представляющей собой гибкую структуру стержневидной формы, тянущуюся вдоль тела в положении, занимаемом у позвоночных позвоночником.

Хорда является осевым скелетом. Состоит из вакуолизованных клеток, она сохраняется всю жизнь лишь у низших организмов, но

у высших в ходе развития замещается позвонками.

Для хордовых характерно также наличие нервного пучка в виде трубки над хордой и пищеварительной трубки под хордой. Далее, для них характерно наличие в зародышевом состоянии или в течение всей жизни многочисленных жаберных щелей, открывающихся наружу из глоточного района пищеварительной трубки и являющихся органами дыхания. Наконец, для них характерно расположение сердца или замещающего его сосуда на брюшной стороне.

Наряду со специфическими чертами для хордовых характерны билатеральная симметрия, трехслойность, вторичная полость тела. Как и полухордовые, хордовые являются вторичноротыми организмами.

Хордовых классифицируют на подтипы Бесчерепные (*Acrania*) и Черепные (*Crania*), или Позвоночные (*Vertebrata*).

Бесчерепные представлены классом Ланцетники (*Amphioxi*). Эти животные являются обитателями прибрежных участков морей. Наиболее известный представитель этого подтипа — ланцетник (*Branchiostoma lanceolatum*). Размеры его составляют несколько сантиметров в длину.

У ланцетников отсутствуют выраженные голова, мозг, челюсти, сердце. Осевой скелет у этих животных представлен хордой. Способны к свободной локомоции, раздельнополы. Оплодотворение происходит в воде.

Хозяйственного значения не имеют.

В эволюционном плане ланцетники представляют вторую стадию в эволюции хордовых, которая предшествовала эволюции позвоночных.

Позвоночные (*Vertebrata*) имеют очень совершенные покровы тела в виде кожи, состоящей из двух слоев (многослойного эпидермиса и кориума), производными которой являются чешуя, перья, волосы, когти и ногти.

У позвоночных форм она заменена позвоночником. Во взрослом состоянии большинство позвоночных имеет костный скелет. Хорошо развиты голова, глаза, конечности.

Мышечная система дифференцируется на поперечно-полосатую и гладкую мускулатуру.

Пищеварительная система очень сложна. Кишечник разделен на три отдела. Имеются печень и поджелудочная железа.

Дыхательная система представлена жабрами или легкими.

Кровеносная система замкнута, представлена многокамерным сердцем, сосудами в виде артерий и вен. Клеточный состав крови очень

дифференцирован. Имеется незамкнутая лимфатическая система.

Выделительная система очень совершенна. Она представлена парными почками и мочеточниками.

Характерной особенностью нервной системы, даже у низших позвоночных, является развитый мозг, а у высших форм — наличие мозговых полушарий. Нервная система подразделяется на центральную и периферическую. Развиты специализированные органы чувств (нос, глаза, уши). Развиты также железы внутренней секреции.

Для позвоночных характерны раздельнополость (кроме некоторых видов круглоротых), выраженный половой диморфизм. Мужские и женские половые железы парные, осеменение наружное или внутреннее. Для некоторых позвоночных характерно развитие с метаморфозом.

В пределах подтипа отмечается гигантское структурное и функциональное разнообразие организмов, что осложняет их классификацию и исключает пока единое мнение о количестве классов в этом подтипе. Однако наиболее распространенной является классификация, в которой выделяют классы Круглоротые (*Cyclostomata*), Хрящевые рыбы (*Chonrichthyes*), Костные рыбы (*Osteichthyes*), Земноводные, или Амфибии (*Amphibia*), Пресмыкающиеся, или Рептилии (*Reptilia*), Птицы (*Aves*) и млекопитающие, или Звери (*Mammalia*).

Поскольку у позвоночных тоже найдены гены кластеров Нох (4 кластера по 9-11 генов), то считают, что дубликация этих генов у примитивных хордовых, а затем у ранних позвоночных позволила эволюцию в направлении общего плана строения и сходных систем органов.

Класс Круглоротые (*Cyclostomata*) представлены примитивными животными, обитающими в морских и пресных водах умеренных широт обоих полушарий. Насчитывают свыше 60 видов. Наиболее известными организмами этого класса являются миноги и миксины. Типичным представителем этого класса является речная минога (*Lampetra fluviatilis*).

Имеют промысловое значение.

Отсутствие у миног и миксин челюстей и парных конечностей позволяет считать их низшими позвоночными. Современные круглоротые являются потомками очень древней группы позвоночных животных, называемых бесчелюстными и произошедших от ископаемых остракодерм, живших 500 млн лет назад и представлявших собой первых позвоночных.

Предполагают, что острокодермы представляют собой предковую форму всех позвоночных и что хрящевой скелет Круглоротых возник в результате дегенерации костного скелета в ходе эволюции их

предков.

Класс Хрящевые рыбы (Chondichthyes) представлен обитателями в основном морей и океанов. Насчитывают около 900 видов этих рыб. Наиболее известными представителями этого класса являются акулы и скаты.

Размеры хрящевых рыб составляют от нескольких миллиметров до нескольких метров в длину. Характерными особенностями их являются хрящевой скелет, кожа, покрытая плакоидными (зубовидными) чешуями, парные конечности — плавники, зубы, покрытые эмалью, 5-7 пар наружных жаберных щелей (у пластино-жаберных), отсутствие кожных костей и плавательного пузыря. Для большинства хрящевых рыб характерны также поперечный рот и головной мозг прогрессивно строения.

У этих животных размножение происходит путем откладки яиц, яйце-живорождения и живорождения.

Хрящевые рыбы имеют некоторое хозяйственное значение. Отдельные виды являются ядовитыми для человека.

Первые хрящевые рыбы обитали в древних морях уже около 300 млн лет назад, современные формы появились около 150 млн лет назад. Предполагают, что они представляют собой боковую филогенетическую ветвь.

Класс Костные рыбы (Osteichthyes) в видовом составе довольно многочисленны (около 35000 видов). Являясь обитателями морских и пресных вод, они отличаются от хрящевых рыб тем, что имеют внутренний костный скелет, головные кости (черепную коробку, в которой размещен мозг), покров из костных чешуи незубовидного типа, плавательный пузырь (или легкое). Тело расчленено на голову, туловище и хвост. Внешние покровы представляют собой кожу.

Размеры костных рыб составляют от нескольких миллиметров до нескольких метров в длину.

Мускулатура имеет сегментарное строение. Развиты специализированные мышцы, приводящие в движение челюсти, глаза и другие органы.

Пищеварительная система представлена ротовым отверстием, ведущим в ротовую полость, пищеводом, желудком и кишкой, заканчивающейся задним проходом. Имеются печень с желчным пузырем и поджелудочная железа (слаборазвитая).

Плавательный пузырь заполнен газовой смесью (кислород, углекислота и азот) и служит гидростатическим аппаратом. Дыхательная система представлена жаберным аппаратом. Кровеносная система со-

стоит из одного круга кровообращения (как у круглоротых). Двухкамерное сердце расположено в передней части полости тела, состоя из предсердия и желудочка. Выделительная система представлена первичными почками. Нервная система характеризуется более прогрессивным развитием по сравнению с круглоротыми, т.к. полушария переднего мозга более развиты. В среднем мозгу есть изгиб, характерный для всех позвоночных. Центры чувств расположены в разных отделах мозга. Из головного мозга выходит 10 пар нервов, начинающихся спинным и брюшным корешками. Вегетативная нервная система представлена двигательными волокнами блуждающего нерва. Она иннервирует все внутренние органы.

Костные рыбы раздельнополы. Оплодотворение внешнее, у некоторых видов внутреннее.

Костные рыбы имеют огромное хозяйственное значение, являясь источником продовольствия, иногда кормом для домашних животных.

Важно отметить, что рыбы некоторых видов служат промежуточными хозяевами для гельминтов, являющихся возбудителями описторхоза, дифиллоботриоза, а также сырьем для получения лекарств (рыбий жир), или являются ядовитыми животными, представляющими опасность для здоровья человека.

Костных рыб классифицируют на подклассы Лопастеперые (*Sarcopterygii*) и Лучеперые (*Actinopterygii*).

Предполагают, что костные рыбы произошли около 500 млн лет назад от предков, общих с круглоротыми. Их эволюция шла в направлении развития челюстей, жаберных дуг, парных плавников. Наибольшего разнообразия костные рыбы достигли к началу нашей эры, став одними из процветающих классов позвоночных. Одна из эволюционных ветвей лопастеперых представляла собой кистеперых рыб, которые дали затем начало первым наземным позвоночным. Современные рыбы на 95% представлены лучеперыми.

Класс Земноводные (*Amphibia*) объединяет примерно 6000 видов. Земноводные занимают промежуточное положение между водными и наземными животными. Всю жизнь или, по крайней мере, в личиночном состоянии земноводные так или иначе связаны с водой. Они обитают вблизи водоемов, во влажных местах или водоемах во всех районах мира. У них впервые появляется голос. В качестве наземных животных они примитивны, причем их несовершенство отражается на строении и функциях всех их систем органов.

Покровы земноводных представлены голой кожей, покрытой слизью.

Скелет разделен на шейный и крестцовый отделы. В черепе еще сохраняются остатки хрящевой ткани, характерной для кистеперых рыб. Грудной клетки и ребер нет, но уже имеются пятипалые передние и задние конечности, развиты плечевой и тазовый пояса конечностей.

Мускулатура хорошо развита и состоит из мышц, двигательные функции которых специфичны.

Пищеварительная система состоит из ротовой полости, переходящей в глотку, пищевода, желудка и кишечника, заканчивающегося клоакой. Развит язык. Имеются печень, поджелудочная железа, а также слюнные железы.

Дыхательная система характеризуется тем, что у личиночных форм дыхание осуществляется с помощью жабр, а у взрослых — легкими, которые имеют вид тонкостенных мешков ячеистого строения. Однако дыхательные пути развиты недостаточно. В газообмене принимает участие также и кожа, содержащая большое количество капилляров.

Кровеносная система представлена трехкамерным сердцем, состоящим из двух предсердий и желудочка, артериями, венами и капиллярами. Имеется два круга кровообращения, но артериальная и венозная кровь еще частично смешиваются.

Выделительная система представлена парой примитивных почек в виде продолговатых тел, двумя мочеточниками, мочевым пузырем и клоакой».

Нервная система состоит из головного мозга, в котором относительно развит продолговатый мозг. От головного мозга отходят 10 пар нервов. Органы чувств очень развиты. В глазах имеются уплощенный хрусталик и выпуклая роговица. Животные хорошо различают запахи. Среднее ухо содержит слуховую косточку.

Эндокринная система представлена рядом желез внутренней секреции, продукты которых регулируют окраску животных, завершение метаморфоза и другие функции.

Земноводные раздельнополы, их система органов размножения существенно изменена по сравнению с этой системой у рыб. У самцов имеется пара семенников, у самок — пара яичников. Развитие происходит с метаморфозом. Из яиц выходят личинки (в воде), которые развиваются в головастиков.

Хозяйственное значение земноводных ничтожно.

Возникнув в девоне около 300 млн лет назад, они оказались самыми первыми примитивными животными среди наземных позвоночных.

Первые прыгающие лягушки появились около 200 млн лет назад. Предполагают, что предками земноводных являются древние

кистеперые рыбы. Парные плавники кистеперых развились в пятипалые конечности земноводных. Покровные кости черепа кистеперых рыб сходны с покровными костями черепа палеозойских земноводных. Предполагают также, что особенности дыхания и передвижения, пригодные для жизни на суше, у предков земноводных появились, когда они были еще настоящими водными животными. Эти особенности, а также отрыв земноводных от воды

И закрепление их на суше возникли, видимо, в связи с изменениями кормовых возможностей. Промежуточной формой между Древними кистеперыми рыбами и современными земноводными являются стегоцефалы, которые произошли от кистеперых рыб и расцвет которых приходился на каменноугольный и пермский периоды. Типичные бесхвостые и хвостатые земноводные появились в верхней юре и среднем меле. Расцвет земноводных имел место в каменноугольном периоде.

Класс Пресмыкающиеся (Reptilia) — это первые настоящие наземные позвоночные. Количество видов в этом классе достигает 7000. Обитают во многих зонах земного шара. Характерной особенностью их является то, что они размножаются на суше яйцами, дышат исключительно легкими, а кожа имеет роговые покрытия. Для яиц характерно наличие защитной оболочки (скорлупы) и большое количество желтка, что уже само по себе означает первое приспособление к жизни на суше. У организмов этого класса развились также оболочки, окружающие эмбрион (одна из этих оболочек есть амнион). Благодаря этим важным репродуктивным приспособлениям пресмыкающихся относят к амниотам (вместе с птицами и млекопитающими).

У пресмыкающихся получили дальнейшее развитие пятипалые конечности. Впервые у них появляется кора больших полушарий.

Покровы тела представлены кожей, которая покрыта роговыми чешуйками, щитками или пластинками и не содержит слизистых желез. Такие свойства кожи обеспечивают независимость осмотического давления в теле от окружающей среды.

Тело состоит из головы, шеи, туловища, хвоста и конечностей (кроме змей). Скелет характеризуется прогрессивным развитием. Являясь костным, он подразделяется на головной (череп), шейный, грудной, поясничный, крестцовый и хвостовой отделы. Череп у одних видов почти монолитен, (кроме отверстий для глаз, ноздрей и теменного органа), у других дифференцирован на отдельные кости. В шейном отделе позвоночника имеются атлант и эпистрофей, что расширяет двигательные возможности головы. Конечности, которые по строению

являются промежуточными между конечностями земноводных и млекопитающих, заканчиваются 5 пальцами.

Скелетная мускулатура намного мощнее, чем у земноводных.

Пищеварительная система значительно дифференцирована. Имеется зачаток слепой кишки.

Дыхательная система представлена трахеей, которая разветвляется на два бронха, входящие в легкие. Последние построены из тонкостенных мешков, имеющих ячеистую структуру. Кожного дыхания уже нет, что привело к усовершенствованию легких в качестве единственного органа дыхания и к участию в дыхании грудной клетки.

Кровеносная система также характеризуется дальнейшим совершенствованием. Сердце трехкамерное, желудочек разделен неполной перегородкой на венозную и артериальную половины. Настоящее четырехкамерное сердце встречается лишь у крокодилов, у которых правый и левый желудочек полностью обособлены, т.е. разделены тонкой перегородкой. У пресмыкающихся два круга кровообращения, но они еще не полностью разделены (даже у крокодилов), в результате чего кровь еще частично смешивается в спинной аорте (как и у земноводных).

Выделительная система представлена парой вторичных тазовых почек (метанефрос) и парой мочеточников, впадающих в клоаку, в которую одновременно открывается и мочевой пузырь. Особенность строения почек заключается в том, что при уменьшении относительной фильтрационной площади клубочков увеличена протяженность канальцев. Осморегулирующая функция почек почти не выражена, т.к. в теле пресмыкающихся нет избытка воды.

Нервная система также характеризуется прогрессивными чертами. В частности, головной мозг имеет черты, характерные для мозга наземных животных. В продолговатом мозгу сформирован изгиб, который обычно встречается у всех амниот. Сформирован также зачаток коры больших полушарий мозга. От головного мозга отходят черепномозговые нервы (12 пар). Характерно более совершенное зрение за счет возможности изменения кривизны хрусталика. В ресничном теле развита поперечно-полосатая мускулатура. В органах слуха увеличена улитка, в слуховой капсуле имеется второе отверстие. Органы обоняния отличаются большой развитостью носовых раковин, развитием вторичного нёба. Очень развит яacobсонов орган, обеспечивающий восприятие запаха добычи.

Пресмыкающиеся обладают всеми эндокринными железами, характерными для высших животных. Температура тела пресмыкающихся зависит от среды.

Пресмыкающиеся разделяются на пол, характеризуются выраженным половым диморфизмом. Одни пресмыкающиеся являются яйцекладущими, другие — живородящими. Широко развито яйцеживорождение. Пол генетически детерминируется лишь у некоторых видов ящериц, возможно, у всех змей. Однако у многих пресмыкающихся пол детерминируется не генетически, а факторами внешней среды, в частности, температурой. Например, у многих видов черепах действие высоких температур сопровождается появлением на свет лишь самок, низких температур — только самцов. Обратное положение отмечено у крокодилов и некоторых видов ящериц.

Животных этого класса подразделяют на отряды Чешуйчатые (Squamata), Черепахи (Chelonia), Крокодилы (Crocodylia) и Первоящеры, или Клювоголовые (Prosauria, или Rhynoccephalia).

Значение змей определяется тем, что многие виды обладают ядовитыми железами и зубами. Хозяйственное значение определяется ценностью их кожи. Черепахи имеют хозяйственное значение, поскольку некоторые виды и их яйца съедобны. Крокодилы тоже имеют хозяйственное значение, но опасны в качестве хищников, нападающих на человека.

Пресмыкающиеся входят в главный ствол эволюции, являясь предковыми формами птиц и млекопитающих. Древнейшими пресмыкающимися были котилозавры, которые произошли от стегоцефалов в каменноугольном периоде. Развитие котилозавров дало начала нескольким эволюционным ветвям (ихтиозаврам, плезиозаврам). В качестве слепой боковой группы отделились анапсиды, современными потомками которых являются черепахи, возникшие в триасе.

Важным событием в эволюции пресмыкающихся было появление малых пресмыкающихся (диапсид), череп которых имел два отверстия в височной области. Одним из потомков этих пресмыкающихся является относительно мало модифицированная сейчас гаттерия. Ящерицы и змеи развились из предковых форм диапсид в результате дальнейшей модификации черепа. Другие диапсидные формы дали начало археозаврам («правящим рептилиям»), потомками которых являются крокодилы, появившиеся в конце триаса. В мезозое эта группа была процветающей в виде динозавров и летающих пресмыкающихся. Одна из ветвей диапсид могла быть предковой для птиц.

Предполагают, что очень ранняя боковая ветвь из ствола древних котилозавров дала линию, ведущую к терапсидам, представляющим собой пресмыкающихся, напоминающих млекопитающих. Остатки этих животных обнаруживают в перми и триасе. Они являются мо-

стом между рептилиями и млекопитающими, первые из которых появились в конце триаса.

Класс Птицы (*Aves*) — эта систематическая группа представлена позвоночными животными, биологические и анатомические свойства которых определяются наличием у них приспособлений для полета и передвижений по твердому субстрату. Известно около 10000 видов. Обитают по всему земному шару, но наибольшее количество видов сосредоточено в тропиках.

Наземная локомоция птиц является двуногой (задние конечности). Передние конечности видоизменены в крылья, имеющие рудименты трех пальцев. Туловище компактное с большой грудиной для крепления мышц крыльев. Кости черепа и скелета заполнены воздухом. Костный хвост уменьшен.

Скелет хорошо развит в области грудной клетки. Кости черепа сращены. Шейные позвонки очень подвижны. Поясничные, крестцовые и часть хвостовых позвонков также сращены.

Покровами тела служит тонкая кожа, не содержащая желез, кроме копчиковой железы у корня хвоста. Производными кожи являются перья на теле, роговые чешуи на конечностях и когти на концах пальцев.

Мускулатура очень развита, особенно мышцы груди, шеи и конечностей.

Пищеварительная система характеризуется отсутствием зубов, но есть зоб (расширение пищевода), который служит для размягчения пищи. Имеются крупная двухлопастная печень и хорошо развитый желчный пузырь.

Дыхательная система обеспечивает приспособление для полета. Поэтому легкие представляют собой уплотненный губчатый орган, дополненный тонкостенными воздушными мешками, располагающимися между органами, в полостях костей, под кожей, в мышцах. Для птиц характерно двойное дыхание, т. к. при взмахе крыльями воздух проходит через легкие. Это позволяет более интенсивный газовый обмен в полете.

Кровеносная система характеризуется тем, что сердце полностью разделено на правую венозную и левую артериальную половины, а имеющиеся два круга кровообращения полностью самостоятельны. Артериальная и венозная кровь не смешиваются. Температура тела постоянна (42—45°C).

Выделительная система характеризуется наличием пары вторичных почек и пары мочеточников, которые открываются непосред-

ственно в клоаку, мочевого пузыря нет. Компоненты мочи вместе с экскрементами выходят наружу через клоаку.

Нервная система птиц характеризуется дальнейшим развитием головного мозга, в котором имеются относительно большие полушария и зрительные доли, хорошо развитый мозжечок. Имеются 12 пар черепно-мозговых нервов.

Птицы — раздельнополы с выраженным половым диморфизмом. Птицы имеют важное хозяйственное значение, являясь источником мяса, яиц, пуха, пера. Отдельные виды диких птиц имеют промышленное значение. Они имеют также медицинское значение, т.к. могут болеть орнитозом, к которому чувствителен человек. Являясь дополнительными хозяевами ряда паразитов, поддерживают природные очаги таких опасных для человека болезней, как токсоплазмоз и листериоз.

Таежные птицы служат резервуаром вируса таежного энцефалита, птицы Средней Азии — резервуаром вируса клещевого возвратного тифа. Доказано, что птицы могут транспортировать переносчиков возбудителей болезней на очень большие расстояния. Птицам присуща высокая экологическая пластичность.

Предками птиц были, вероятно, древнейшие бегающие пресмыкающиеся. Промежуточной формой между пресмыкающимися и птицами считают археоптерикса (*Archaeopteryx*), ископаемые остатки которого обнаружены в позднеюрских отложениях (возраст 85 млн лет). Найдены также ископаемые остатки птиц (*Liaoning*), которые имели сходство по ряду признаков как с археоптериксом, так и с современными птицами. У птиц размеры генома значительно уменьшены по сравнению с млекопитающими. Масса ДНК у птиц составляет $2,82, \pm 0,33$ пг на клетку, тогда как у млекопитающих она равна 8 пг на клетку. Предполагают, что редукция размеров генома птиц происходила постепенно на протяжении длительного периода и что на протяжении этого периода шел отбор на уменьшенные размеры генома. Предполагают также, что размеры генома обеспечивают одно из приспособлений к полету. В пользу этого предположения свидетельствует тот факт, что размеры геномов у нелетающих птиц являются значительно большими, чем у летающих.

Класс Млекопитающие, или Звери (*Mammalia*) — это наиболее организованные, в основном наземные позвоночные животные, находящиеся на высшей стадии развития и обитающие во всех географических зонах. Они представляют собой современную процветающую группу животных. В этом классе насчитывают около 5500 видов.

Для млекопитающих характерен ряд особенностей. Их детены-

ши выкармливаются молоком, которое вырабатывается специальными молочными железами. Плод развивается в матке. Благодаря совершенному развитию нервной системы и механизмов терморегуляции у них поддерживается постоянная температура тела, обеспечивающая их активность в любых климатических условиях.

Имеют волосяной или шерстный покров. Масса отдельных особей составляет от 2 г (землеройка-малютка) до 150 тонн (синий кит).

Покровы тела представлены кожей, которая состоит из многослойного эпидермиса и кориума, построенного из волокнистой соединительной ткани. Кожа снабжена многими потовыми и сальными железами. В подкожной клетчатке содержатся жировые клетки. Роговыми образованиями кожи являются волосы, ногти, когти, рога и копыта. У всех млекопитающих имеются молочные железы, которые представляют собой видоизмененные потовые железы.

Осевой скелет характерен четким разделением позвоночника на шейный, грудной, поясничный, крестцовый и хвостовой отделы. Количество шейных позвонков постоянно, у атланта на передней стороне имеются две поверхности. Скелет конечностей очень прочен. Бедренные кости выдерживают очень большие нагрузки, которые у некоторых видов достигают до 1500-2000 кг. Мышечная система очень развита, состоя из множеств специализированных мышц.

Пищеварительная система имеет все отделы, заканчиваясь самостоятельным заднепроходным отверстием. Развиты зубы (кроме отдельных видов, включая китообразных), среди которых различают резцы, клыки и коренные. По характеру пищи, используемой для кормления, различают растительноядных и плотоядных млекопитающих.

Дыхательная система представлена легкими, трахеей, бронхами, бронхиолами, альвеолами.

Кровеносная система очень совершенна. Сердце четырехкамерное, имеются два круга кровообращения, левая дуга аорты. Зрелые эритроциты лишены ядер.

Выделительная система характеризуется тем, что мочевой пузырь открывается в мочеиспускательный канал. Почки парные, отходящие от них мочеточники открываются в мочевой пузырь.

Нервная система достигает вершины в своем развитии. Особо развиты полушария головного мозга, извилины и борозды в коре головного мозга, мозжечок. Очень развиты органы чувств. Орган слуха состоит из наружного уха, наружного прохода, трех слуховых косточек и звуковоспринимающего аппарата. Обоняние связано с развитием пластинчатых носовых раковин и носового лабиринта. Развиты зрение

и осозание.

Железы внутренней секреции очень развиты.

Размножение половое, половые железы у особей обоих полов парные. Выражен половой диморфизм. Оплодотворение внутреннее.

Млекопитающих классифицируют на подклассы Первозвери (Prototheria) с отрядом Однопроходные (Monotremata) и Настоящие звери (Theria) с инфраклассами Низшие звери (Metatheria) и Высшие звери (Eutheria) с большим количеством отрядов.

Однопроходные (утконос, ехидна, проехидна) являются обитателями Австралии и характеризуются тем, что подобно пресмыкающимся, они откладывают яйца.

Низшие звери, или Сумчатые (кенгуру, сумчатый волк, сумчатый крот и другие), являются обитателями Австралии и Южной Америки. Не имея плаценты, рожденных детенышей вынашивают в сумке.

Высшие звери являются плацентарными животными. Они чрезвычайно разнообразны (насекомоядные, рукокрылые, грызуны, хищные, ластоногие, китообразные, непарно- и парнокопытные, хоботные, приматы и другие). В эмбриональном онтогенезе питание плодов происходит через плаценту, детеныши рождаются развитыми, характеризуются двойной сменой зубов.

Для млекопитающих характерно чрезвычайное разнообразие в образе жизни. Различают наземных, подземных, водных и даже летающих животных (рукокрылых).

Роль млекопитающих в жизни человека, который сам относится к млекопитающим, чрезвычайно велика и разнообразна. Ее невозможно переоценить. Многие из них, особенно домашние животные, имеют огромное хозяйственное значение, являясь источником продовольствия для человека и сырья для промышленности. Значительное количество видов имеет промысловое значение. Например, основу пушной добычи составляет около 20 видов. Поскольку млекопитающие болеют общими с человеком заболеваниями, служат хозяевами паразитов или являются природными резервуарами возбудителей ряда трансмиссивных заболеваний человека, то очень велико их медицинское значение.

Происхождение млекопитающих обычно объясняют возникновением их от терапсид (древних палеозойских рептилий) в позднем триасе. Многие зоологи считают, что млекопитающие имеют полифилетический генез, т.е. каждый подкласс млекопитающих имеет отдельного терапсидного предка. Обладая высокоразвитой нервной системой и другими свойствами, млекопитающие выделились из позвоночных в качестве класса, завоевавшего сушу. Расцвет плацентар-

ных приходится на палеоцен (55-65 млн лет назад). Начиная с третичного периода, они являются преобладающей (процветающей) формой жизни на Земле.

Разнообразие и классификация вирусов

Общие свойства вирусов. Происхождение вирусов

В общем виде вирусы представляют собой субмикроскопические образования, состоящие из белка и нуклеиновой кислоты и организованные в форме вирусных частиц, часто называемых вирусными корпускулами, вирионами, вироспорами или нуклеокапсидами.

Размеры вирусных частиц составляют от 15—18 до 300—350 нм. Их можно увидеть только с помощью электронного микроскопа. Исключение составляют лишь вирус оспы и некоторые другие крупные вирусы, которые можно увидеть в высокопрецизионном световом микроскопе.

Одиночные вирусы тех или иных видов представляют собой образования различной формы (округлой, палочковидной или другой формы), внутри которых содержится нуклеиновая кислота (ДНК или РНК), заключенная в белковую оболочку (капсид).

Вирусный капсид построен из полипептидных цепей (разных белков), сложенных в несколько слоев. У отдельных вирусов капсид окружен дополнительной мембраной, построенной из сложных вирусоспецифических белков (гликопротеидов) и двойного слоя липидов, идентичных липидам плазматической мембраны клетки-хозяина. Эту вирусную мембрану часто называют супер-капсидом.

Функциональное значение капсида определяется тем, что он предохраняет вирусный геном (нуклеиновую кислоту) от повреждения, а также содержит рецепторы, обеспечивающие адсорбцию вирусных частиц на поражаемых ими клетках.

Внутреннее содержимое вирусов, часто называемое геномом или вирусной хромосомой, состоящей из нескольких генов, представляет собой ДНК или РНК в разных формах. Например, геном бактериальных вирусов М13 и Х174 представлен одноцепочечной кольцевой молекулой ДНК, тогда как у парвовирусов, к которым относят многие вирусы крупного рогатого скота, свиней, кошек, крыс и других животных, он представлен одноцепочечной линейной молекулой ДНК. Геном вирусов полиомы и SV40 представлен двухцепочечной кольцевой молекулой ДНК, но у аденовирусов двухцепочечная кольцевая ДНК имеет на 5'-концах цепей ковалентно присоединенный белок, а у вируса оспы двухцепочечная ДНК характеризуется тем, что концы ее цепей

ковалентно «сшиты» фосфодиэфирными связями.

Геном вирусов мозаичной болезни табака, полиомиелита и некоторых бактериальных вирусов представлен одноцепочечной РНК, тогда как геномом реовируса служит двухцепочечная РНК. Воспроизводство вирусов происходит в клетках хозяина и состоит из нескольких стадий, а именно: адсорбция и проникновение вирусов в клетки, синтез вирусных белков, необходимых для репликации вирусной нуклеиновой кислоты, репликация нуклеиновой кислоты, синтез белков капсида, сборка вирусов и выход из клетки «готовых» вирусных частиц.

ДНК-содержащие вирусы имеют либо собственные ферменты репликации (в капсиде), либо в их геноме закодирована информация о синтезе вирусных ферментов, обеспечивающих репликацию вирусной нуклеиновой кислоты. Количество этих ферментов различно в применении к разным вирусам. Например, в геноме бактериального вируса Т4 закодирована информация о синтезе около 30 вирусных ферментов. Далее геном крупных вирусов кодирует нуклеазы, разрушающие ДНК клетки-хозяина, а также белки, воздействие которых на клеточную РНК-полимеразу сопровождается тем, что «обработанная» таким образом РНК-полимераза транскрибирует на разных стадиях вирусной инфекции разные вирусные гены. Напротив, малые по размерам ДНК-содержащие вирусы в большей мере зависят от ферментов клеток-хозяев. Например, синтез ДНК аденовирусов обеспечивается клеточными ферментами.

Репликация ДНК-содержащих вирусов начинается с 0-пункта их хромосомы, к которому прикрепляются белки клетки-хозяина, «притягивающие» к себе как вирусные, так и клеточные ферменты репликации.

У некоторых РНК-содержащих вирусов в геноме закодированы РНК-зависимые транскриптазы (обратные транскриптазы). Поэтому репликация генома РНК-содержащих вирусов катализируется собственной обратной транскриптазой, которая упаковывается в капсиде при каждой репликации вирусов в клетке-хозяине. Такие РНК-содержащие вирусы получили название ретровирусов (от лат. *retro* — возврат назад).

К ретровирусам относят вирус иммунодефицита человека (ВИЧ), являющийся причиной синдрома приобретенного иммунодефицита (СПИДа). Однако РНК вируса полиомиелита служит в качестве мРНК.

Классификация вирусов является сложной и часто противоречивой. Тем не менее ДНК-содержащие и РНК-содержащие вирусы обычно

классифицируют отдельно на разные семейства. Например, среди ДНК-содержащих вирусов животных классифицируют семейства парвовирусов (вирусы крыс, кошек и др. животных), паповавирусов (вирусы бородавок человека, полном и другие), аде-новирусов (вирусы фарингитов и конъюнктивитов человека, вирусы млекопитающих), поксвирусов (вирусы оспы человека и животных), вирусы герпеса (вирусы герпеса, опоясывающего лишая человека, ларинготрахеита птиц и др.), иридовирусы (вирусы оспы свиней, африканской чумы свиней и др.).

Среди РНК-содержащих вирусов животных классифицируют семейства пикорнавирусов (риновирусы человека, вирус полиомиелита человека, полиовирусы животных, вирус ящура животных и др.), реовирусов (вирусы тендосиновита кур и др.), миксовирусов (вирусы гриппа, кори, бешенства человека, чумы плотоядных и др.), арбовирусов (вирусы клещевого и японского энцефалитов, желтой лихорадки человека и др.). Подобные классификации существуют и в случае вирусов растений; что касается фагов, то их классифицируют на основе того, какие бактерии они лизируют. Например, кишечные фаги — это фаги, лизирующие кишечные бактерии, дизентерийные фаги — это фаги, лизирующие дизентерийные бактерии и т.д.

Что же касается возникновения вирусов, то по этому поводу известно несколько гипотез. Первоначально считали, что они являются бактериями, включившимися в соматические клетки и ставшими там дегенеративными формами. В порядке обоснования этой гипотезы приводили данные о крупных вирусах, которые можно видеть в световом микроскопе с большим разрешением. Однако с началом развития молекулярной биологии на происхождение вирусов стали смотреть по-другому. Пререквизитом к появлению вирусов стали считать формирование последовательностей ДНК, способных к репликациям. Так как эти молекулярные события предположительно представлялись сходными с событиями, предшествующими появлению плазмид (образование кольцевых молекул ДНК со свойствами репликаонов из повторяющихся последовательностей ДНК на основе реципрокного кроссинговера), то в современной литературе четко обозначилась тенденция рассматривать происхождение, по крайней мере, бактериальных вирусов совместно с бактериальными плазмидами, причем дополнительным основанием к такому рассмотрению обычно считают сходство по ряду свойств между умеренными фагами и плазмидами.

Во-первых, как умеренные фаги, так и плазмиды (факторы переноса) способны к автономной репликации в цитоплазме и к включению в хромосому.

Во-вторых, факторы переноса детерминируют синтез специфических клеточных рецепторов, которые в отдельных случаях сходны с рецепторами для адсорбции фагов.

Наконец, факторы переноса, как и бактериальные вирусы, построены из нуклеиновой кислоты одного типа, зависят в своем метаболизме от клетки-хозяина и инфекционны по отношению к клетке-хозяину.

Таким образом, бактериальные вирусы соответствуют ряду важных критериев, обычно используемых в определении плазмид. По этой причине плазмиды можно рассматривать в качестве бактериальных вирусов, у которых вместо механизма, обеспечивающего синтез белковой оболочки, получил развитие механизм, обеспечивающий их конъюгативность и эффективное распространение среди бактерий разных видов и родов.

Следовательно, бактериальные вирусы по отношению к плазмидам являются прогрессивными структурами, которые в ходе эволюции приобрели специализированные функции, необходимые для осуществления сложного цикла — воспроизводства инфекционных вирусных частиц и для существования за пределами клетки-хозяина (во внеклеточной форме). Первый бактериальный вирус, вероятно, возник, когда у плазмид появился ген (гены), кодирующий белок (белки) капсида.

Однако между бактериальными вирусами и плазмидами типа факторов переноса все же имеются очень важные различия.

Во-первых, факторы переноса, находясь в бактериях, контролируют на их поверхности синтез специализированных структур пиле и, вследствие чего бактериальные клетки обладают конъюгативностью, т. е. способностью действовать в качестве генетических доноров. Бактериальные вирусы этой способностью не обладают.

Во-вторых, факторы переноса способны передаваться от клетки к клетке в результате клеточных контактов. Способ инфицирования бактерий вирусами является совершенно иным и заканчивается фаголизисом инфицированной бактериальной клетки.

В-третьих, факторы переноса способны мобилизовать бактериальную хромосому на перенос от одной клетки к другой, причем также в результате клеточных контактов. Бактериальные вирусы этой способностью не обладают. Что же касается способности отдельных бактериальных вирусов переносить сегменты бактериальной хромосомы от одних клеток к другим, то механизм такого генетического обмена (трандукции) не связан с клеточными контактами.

В-четвертых, сайты включения отдельных плазмид в хромосому

более или менее разнообразны, тогда как интеграция профагов чаще происходит только в определенных сайтах хромосомы.

Наконец, плазмиды не обладают способностью лизировать бактерии, тогда как все фаги, включая также умеренные (в автономном состоянии), всегда вызывают лизис бактерий. Наличие перечисленных различий можно объяснить приобретением специфических преобразований бактериальными вирусами и плазмидами в ходе дивергентной эволюции.

Если в объяснениях происхождения бактериальных вирусов намечился несомненный успех, то происхождение вирусов животных и растений не имеет удовлетворительных объяснений, хотя их происхождение тоже иногда связывают с плазмидами.

Обсуждая происхождение вирусов, нельзя не привлечь внимание к одному важному моменту, заключающемуся в том, что вирусы оказывали и оказывают влияние на эволюцию организмов, в которых они паразитируют. Это влияние может выражаться как в их способности переносить генетическую информацию от одних организмов к другим горизонтально, так и в способах действовать в качестве мутагенов (см. гл. X).

Вирусы животных, растений и бактерий

Поскольку вирусы обнаружены в клетках организмов разных систематических групп, мы рассмотрим здесь вирусы человека, животных (млекопитающих), растений и бактерий отдельно.

Вирусы человека и животных являются наиболее изученными по сравнению с вирусами другого происхождения. Они вызывают болезни, многие из которых характеризуются большей тяжестью лечения и высокой смертностью. Наиболее известными вирусными болезнями человека являются грипп, полиомиелит, бешенство, оспа, клещевой энцефалит и другие, а домашних животных — бешенство, ящур, чума, оспа, энцефаломиелит и др., отдельные из которых являются повальными болезнями.

Морфология вирусов человека и животных довольно разнообразна, но в общем они являются овальными образованиями, диаметр которых составляет несколько десятков нанометров.

Как уже отмечено, репродукция вирусов происходит только в живых клетках, т.е. синтез как вирусного генома (нуклеиновой кислоты), так и белков капсида происходит только в клетках. В клетках осуществляется также и сборка из вирусной нуклеиновой кислоты и белков новых инфекционных вирусных частиц.

Вирусная инфекция человека (животных) начинается с того, что инфицирующий вирус связывается с цитоплазматической мембраной клеток, после чего в результате эндоцитоза проникает внутрь клеток. Внутри клеток вирусные частицы оказываются или в ядре или в цитозоле, где их нуклеиновая кислота освобождается от капсида. Например, ДНК вируса герпеса человека освобождается от капсида в ядре. Там же происходит и сборка новых нуклеокапсидов, после чего они покидают клетку. Напротив, РНК некоторых РНК-содержащих вирусов освобождается от капсида в цитозоле, после чего она транслируется на рибосомах клетки-хозяина с образованием кодируемой вирусом РНК-полимеразы. Последняя синтезирует РНК, отдельные из копий которой выполняют роль мРНК, транслируемой в мембранные и капсидные белки. Сборка вирусных частиц идет затем на плазматической мембране, после чего они покидают клетку.

Выход вирусных частиц из клеток характеризуется особенностями, определяемыми видом вирусов. Вновь образованные вирусные частицы могут выходить из клеток наружу постепенно. В этом случае структура клеток не нарушается, в них продолжается синтез новых вирусных частиц. Однако после инфекции клеток генетический материал вирусов может включаться в их геном и находиться там неопределенно долгое время в активном состоянии. В данном случае вирус ведет себя по типу так называемой латентной (скрытой) инфекции. Дальнейшее развитие латентных вирусов может наступить в результате какого-либо воздействия, после которого вирусы освобождаются из клеток с лизисом их или без лизиса.

Помимо способности вызывать инфекционные болезни человека и животных, отдельные виды вирусов обладают свойством индуцировать образование опухолей. Таким свойством обладают как ДНК-содержащие, так и РНК-содержащие вирусы (ретровирусы). Вирусы, способные вызывать опухоли, получили название опухолеродных или онкогенных вирусов, а процесс изменения клеток и превращение их в раковые называют вирусной неопластической трансформацией.

В случае ДНК-содержащих вирусов человека и животных их свойство вызывать опухоли зависит от отношения вирусной ДНК к хромосомам клетки. Вирусная ДНК может оставаться подобно плазмидам в клетке в автономном состоянии, реплицируясь вместе с клеточными хромосомами. При этом регуляция деления клеток не нарушается. Однако вирусная ДНК может включиться в одну или несколько хромосом клетки-хозяина. При таком исходе деление клеток становится нерегулируемым. Другими словами, инфицированные ДНК-

содержащим вирусом клетки превращаются в раковые. Примером онкогенных ДНК-содержащих вирусов является вирус SV40, выделенный много лет назад из клеток обезьян. Онкогенное действие этих вирусов зависит от того, что отдельные вирусные гены действуют как онкогены, активизируя клеточную ДНК и побуждая клетки к вступлению в 8-фазу с последующим неконтролируемым делением. РНК-содержащие вирусы из-за включения их РНК в одну или несколько хромосом клетки-хозяина также обладают онкогенным действием. В геноме этих вирусов также есть онкогены, однако они существенно отличаются от онкогенов ДНК-содержащих вирусов тем, что в геноме клеток-хозяев присутствуют их гомологи в виде протоонкогенов. Когда РНК-содержащие вирусы инфицируют клетки, они «захватывают» в свой геном протоонкогены, которые представляют собой последовательности ДНК, контролирующие синтез белков (киназ, факторов роста, рецепторов факторов роста и др.), участвующих в регуляции клеточного деления. Однако известно, что существуют и другие способы превращения клеточных протоонкогенов в вирусные онкогены.

К настоящему времени установлено очень большое количество протоонкогенов. Примерами онкогенных РНК-содержащих вирусов являются вирус саркомы кур Рауса, а также вирусы сарком птиц, мышей, кошек, обезьян и других животных.

Данные об онкогенных вирусах имеют огромное значение не только для понимания многообразия жизни, но и для поисков эффективных путей лечения и профилактики злокачественных новообразований у человека и животных.

Наконец, как уже отмечено ВИЧ или HIV (Human immunodeficiency virus) способен вызвать СПИД или AIDS (acquired immunodeficiency syndrom), который в конечном итоге смертелен для человека. В отличие от других ретровирусов, ВИЧ в своем геноме содержит пять дополнительных открытых рамок чтения, которые кодируют белки, активирующие или репрессирующие вирусный белковый синтез и, возможно, другие функции. Летальный эффект этого вируса связан с тем, что, убивая специализированные хелперные клетки СДЧ (клетки Т), он повреждает иммунную систему человека, т.к. без этих клеток В-клетки не могут размножаться в ответ на поступление в организм нового антигена. Механизм инфицирующего и летального воздействия ВИЧ на клетки СДЧ в общем виде состоит в том, что при инфицировании клеток его капсидный белок связывается с трансмембранным клеточным белком, после чего вирусный капсид сливается с мембраной клетки, а вслед за этим вирусная РНК освобождается в

клетку, где она после конверсии в двухцепочечную ДНК, включается в хромосому в качестве провируса. Белок, синтезируемый под контролем про-вируса, позволяет инфицированным Т-клеткам сливаться с неинфицированными Т-клетками, что ведет к гибели всех этих клеток. Следовательно, человек умирает от неспособности защититься иммунологически от тех инфекций, которые сами по себе не являются смертельными.

Вирусные болезни животных

Симптомы аденовироза у собак:

Аденовироз - респираторное заболевание, которое является заразным. Прямой источник заражения - собаки, которые уже болеют данным заболеванием. Здоровая собака легко может заразиться от больной собаки, выделяющие вирус с мочой, калом, через слизистые оболочки носовой или ротовой полости и половым путем. Признаки аденовироза у собак: собака впадает в депрессию, покраснения слизистой оболочки глотки. Также у собак наблюдаются хрипы в легких, сухой и мокрый кашель, в редких случаях у собаки могут возникнуть понос и рвота. Питомец выглядит вяло, также наблюдается снижение аппетита. Аденовирозом может заразиться любая собака и в любом возрасте.

Симптомы бешенства у домашних животных:

Заболевания бешенством чаще всего проявляются через полтора-два месяца, но сами признаки бешенства появляются на 16-26-й день после заражения. Энцефалит определяет все признаки и симптомы бешенства. Домашние животные, которые были ласковыми и ручными, со временем могут стать агрессивными, раздражительными.

Выделяют две формы энцефалита: агрессивную и паралитическую.

При агрессивной форме животное становится агрессивным, свирепым, нападает на хозяина. Появляются конвульсии, судорожные сокращения мышц, дрожание.

Паралитическая форма - животное не ест и не пьет, причиной является прогрессирующий паралич, который полностью лишает способности совершать глотательные движения.

Симптомы вирусного гепатита.

Вирусный гепатит может протекать в 4-х формах:

При острой форме вирусного гепатита, у животных наблюдают, подавленное состояние, животное отказывается от еды, накопление избыточного тепла в организме животного до 40-41°C, частая рвота с примесью желчи, диарея и другие симптомы. Помимо этих симптомов,

у животных также может возникнуть расстройство сердечно-сосудистой и дыхательных систем, развивается ринит. При сверхострой форме болезни смерть животного наступает внезапно, при проявлении судорог - в течение одних суток.

Подострая и хроническая форма вирусного гепатита.

У животных наблюдаются неспецифические расстройства органов. Также можно заметить повышение температуры, которая со временем нормализуется, снижение аппетита, быстрая усталость, часто бывают поносы или запоры. Если самка животного беременна и при этом у нее вирусный гепатит хронической формы, то у нее может возникнуть выкидыш или же может родиться мертвые детеныши.

В случае если Вы заметили хоть один симптом у Вашего питомца, немедленно обратитесь к ветеринару. Врач определит степень развития болезни и назначит лечение.

Симптомы вирусного перитонита у кошек перитонит Первичные симптомы перитонита кошек: потеря аппетита, снижение веса, кошка становится менее активной, у кошки повышается температура. У кошки значительно увеличивается объём живота, за счет развития асцита. При клиническом проявлении, кошка теряет массу тела, возникает депрессия, проявляются признаки поражения органов. При влажном течении болезни у кошек в грудной и брюшной полости накапливается вязкая прозрачная жидкость. При сухом течении перитонита у кошек часто встречаются поражение нервной системы и глаз.

Симптомы парвовирусного энтерита

Клинические признаки парвовирусного энтерита могут протекать в различной степени. Степень развития данной болезни принято разделять на смешанную, кишечную, сердечную форму, в зависимости от преобладающих симптомов.

При смешанной форме в первую очередь поражаются сердечная, дыхательная и пищеварительная система. Часто смешанная форма проявляется у тех животных, у которых очень слабый иммунитет – то есть у молодняка.

Кишечная форма характерна, как острое и подострое течение заболевания. Животное отказывается от еды и воды, причина отказа – поражение геморрагического характера в толстой и тонкой кишке. Одна из главных симптомов кишечной формы является неукротимая рвота в течение нескольких дней. Через два-три дня у животного начинается сильная диарея, которая длится в течение 10 суток.

Сердечная форма заболевания, чаще всего поражает щенков и котят 1-3 месяцев от роду. Для этой формы характерно острое пораже-

ние миокарда (мышц сердца). Котята и щенки отказываются от корма и воды, и даже от материнского молока. После чего у молодняка наблюдается резкая слабость, неритмичный пульс, сердечная недостаточность. Летальный исход животного может наступить на 2-3 день.

Симптомы ринотрахеита у кошек

У взрослых котов с сильным иммунитетом, ринотрахеит часто проходит в скрытой форме, как легкий ринит. Через неделю болезнь переходит в хроническую форму. При попадании в организм огромного количества вируса у котят со слабой иммунной системой болезнь может протекать в острой и подострой форме.

Для острого течения болезни Рино трахеита у кошек характерны прозрачные выделения из носа, чихания. В течение 2-3-х дней кошка постоянно лежит, не реагирует на голос хозяина. Затем у кошек воспаляются бронхи, возникает кашель с мокротой, повышается температура до 41°C. У кошки забит нос, что препятствует нормальному дыханию и кошка начинает дышать ртом. В ротовой полости появляются небольшие язвы, иногда возникает повышенное слюноотделение. Лечение и диагноз должен ставить только ветеринар.

Симптомы чумы.

Частые симптомы, возникающие при чуме, резкое и внезапное начало озноба, повышается температура тела до 41°C, головокружение, общая слабость, мышечные боли, тошнота. Также у животных нарушается координация движения, походка, речь, страдает нервная система, при этом больные животные находятся в состоянии запуганности и беспокойства, животные начинают бредить.

Клинические формы заболевания:

Кожная форма: в месте входных ворот, возникают тканевые изменения, в тяжелых случаях могут вылезти волдыри, наполненные серозным экссудатом.

Бубонная форма - это увеличенный лимфоузел, размер которого может достигать от размера грецкого ореха до яблока. Кожа блестящая и красная с цианотичным оттенком, пальпация болезненная. На 4-й день бубон размягчается и появляется флюктуация, на 10-е сутки лимфатический очаг вскрывается и образуется свищ (канал, соединяющий между собой или внешней средой полые органы) с изъязвлением. Бубонная форма в любой момент может вызвать генерализацию процесса и перейти, как к вторичным бактериальным септическим осложнениям, так и вторичным легочным осложнениям.

Септическая форма. При первично-септической форме чумы микробы проникают через кожу, либо слизистые оболочки. Первичные

симптомы заболевания: повышенная отметка температуры животного, у животного возникает одышка, учащен пульс, животное начинает бредить. Часто у животных появляется сыпь на коже. Если вы заметили у своего питомца данные симптомы, немедленно обратитесь за помощью к ветеринару, так как при отсутствии лечения в течение 3-4 суток наступает летальный исход.

Легочная форма. Для легочной формы характерно развитие в легких очагов воспаления в качестве первичных симптомов заболевания чумой. Легочная форма чумы начинает разрушать функции дыхательных путей. Затем у животных появляются выделения из глаз и носа, которые со временем становятся гнойными. В процессе гнойного выделения у животных закрываются носовые ходы. У животных наступает отечность слизистой оболочки носа, что препятствует животному нормально дышать, а вдохи и выдохи сопящие, также у животных от гноя начинают слипаться веки. Наблюдается слабый кашель с мокротой. При такой болезни, у животных часто возникает бронхит, а иногда и воспаление легких.

При обнаружении хоть из одного из симптомов немедленно обратитесь к ветеринару. Ветеринар поставит точный диагноз и назначит лечение вашему любимому питомцу.

Онкогенные вирусы. ВИЧ

Онкогенные вирусы представляют собой группу неродственных вирусов, способных вызывать персистирующую инфекцию в клетках организма человека, приводящую к их трансформации (иммортализации). Трансформированные клетки приобретают новые свойства — высокую скорость размножения, способность к бесконтрольному неограниченному делению, утрачивают чувствительность к сигналам, ингибирующим размножение, включая контактное ингибирование. Происходит изменение их морфологии и метаболизма. Появление трансформированных клеток в организме может в конечном итоге привести к возникновению злокачественного новообразования. Папилломавирусы человека (HPV) — просто устроенные ДНК-содержащие вирусы с изометрическим типом симметрии капсида. К настоящему моменту известно более 70 типов HPV, которые дифференцируют на основании первичной последовательности ДНК. HPV поражают эпителиоциты кожи и слизистых оболочек, преимущественно респираторного и генитального Тракта. ЯРК являются возбудителями доброкачественных разрастаний — папиллом (бородавок) ладоней и ступней (чаще HPV типов 1, 2, 3, 4), ротовой полости и гортани

(чаще HPV6 и 11-го типов), наружных половых органов — *condyloma acuminatum* (HPV 6, 11, 42—44-го типов). С ЯРК-инфекцией также связывают развитие ряда злокачественных новообразований: плоскоклеточного рака кожи, кератокарциномы, мела-номы — в клетках этих опухолей в некоторых случаях удается обнаружить HPV типов 37, 38, 41 и 48, интраэпителиальные неоплазии генитального тракта (шейки матки, вульвы, полового члена) ассоциированы преимущественно с ЯРК типов 6, 11, 16 и 18. Наиболее высоко онкогенными являются HPV типов 16 и 18. Эти вирусы в 90—100 % случаев обнаруживаются в опухолевых клетках при карциноме шейки матки и выявляются при раке прямой кишки и карциноме носоглотки и гортани.

Полиомавирусы вызывают опухоли у лабораторных животных. У человека представители этого рода — вирусы ВК (ВКV) и JC (JCV) — вызывают пожизненную бессимптомную латентную персистирующую инфекцию. Заболевания развиваются только на фоне иммунодефицита. ВКV является возбудителем геморрагического цистита. JCV вызывает развитие медленной инфекции — мультифокальной лейкоэнцефало-патии.

Вирус Эпштейна—Барр является возбудителем инфекционного мононуклеоза и вызывает пожизненную бессимптомную латентную инфекцию, персистируя в незрелых В-лимфоцитах. Латентная инфекция сопровождается трансформацией В-лимфоцитов. При недостаточном защитном клеточном иммунитете бесконтрольная пролиферация трансформированных В-лимфоцитов может привести к развитию злокачественной опухоли — лимфомы. Специальная лабораторная диагностика не проводится.

Герпесвирус человека 8-го типа (ЯЯК-8) вызывает пожизненную бессимптомную латентную инфекцию. С его реактивацией на фоне иммунодефицита (СПИД, возраст старше 60 лет) связывают развитие сосудистой опухоли — ангиосаркомы Капоши. Специальная лабораторная диагностика не проводится.

Вирус гепатита В является возбудителем вирусного гепатита В. В случае хронической активной формы заболевания через 10—35 лет может развиваться первичный рак печени. Более чем в 80% случаев в опухолевых клетках обнаруживают дефектные провирусы. Специальная лабораторная диагностика не проводится.

Среди онкогенных ретровирусов связь с опухолями человека установлена только для Т-лимфотропного вируса человека 1-го типа — HTLV-1. Вирус вызывает пожизненную бессимптомную латентную инфекцию, персистируя в Т-лимфоцитах; хелперах (CD4+). Заболева-

ния — острый Т-клеточный лимфоцитарный лейкоз/лимфома или тропический спастический йералич — развивается менее чем в 5% случаев и имеет длительный инкубационный период.

Вирусы иммунодефицита человека 1-го и 2-го типа (ВИЧ-1 и ВИЧ-2) являются возбудителями медленной инфекции с длительным инкубационным (латентным) периодом от 3 до 10 лет и более. Первичная инфекция может протекать бессимптомно или с неспецифическими гриппоподобными проявлениями. После длительного латентного периода у ВИЧ-инфицированных лиц развивается синдром приобретенного иммунодефицита (СПИД), который характеризуется снижением содержания в крови CD4+ Т-лимфоцитов (менее 500/мм³) и разнообразными клиническими проявлениями, включая СПИД-ассоциированные оппортунистические инфекции и опухоли. Для предотвращения распространения и своевременного начала лечения первостепенное значение имеет ранняя диагностика ВИЧ-инфекции. В общей стратегии лабораторного обследования с целью выявления ВИЧ/СПИД существуют следующие направления: обследование больных с клинической картиной СПИД или СПИД-ассоциированных заболеваний (оппортунистических инфекций и опухолей); обследование здоровых лиц, контактировавших с больными (половые контакты, мать—ребенок и др.); обследование беременных, рожениц и лиц при плановой госпитализации; анонимное обследование всех желающих. Строго обязательным является обследование доноров крови, спермы, костного мозга и других с целью выявления потенциальных источников инфекции и предотвращения ятрогенного заражения.

3. СУЩНОСТЬ И СУБСТРАТ ЖИЗНИ

Всеобщим методологическим подходом к пониманию сущности жизни в настоящее время служит понимание жизни в качестве процесса, конечным результатом которого является самообновление, проявляющееся в самовоспроизведении. Все живое происходит только из живого, а всякая организация, присущая живому, возникает только из другой подобной организации. Следовательно, сущность жизни заключается в ее самовоспроизведении, в основе которого лежит координация физических и химических явлений и которое обеспечивается передачей генетической информации от поколений к поколениям. Именно эта информация обеспечивает самовоспроизведение и саморегуляцию живых существ. Поэтому жизнь - это качественно особая форма существования материи, связанная с воспроизведением. Явления жизни

представляют собой форму движения материи, высшей по сравнению с физической и химической формами ее существования.

Живое построено из тех же химических элементов, что и неживое.

В теле живых организмов содержатся те же химические элементы (кислород, водород, углерод, азот, сера, фосфор, натрий, калий, кальций и т.д.), что и в предметах неживой природы. В клетках они находятся в виде химических соединений, органических и неорганических. Однако организация и форма существования живого имеют специфические особенности, отличающие живое от предметов неживой природы.

В качестве субстрата жизни внимание привлекают нуклеиновые кислоты (ДНК и РНК) и белки. Нуклеиновые кислоты - это сложные химические соединения, содержащие углерод, кислород, водород, азот и фосфор. ДНК является генетическим материалом клеток, определяет химическую специфичность генов. Под контролем ДНК идет синтез белков, в котором участвует РНК.

Белки - это также сложные химические соединения, содержащие углерод, кислород, водород, азот, серу и фосфор. Молекулы белков

характеризуются большими размерами, чрезвычайным разнообразием, которое создается аминокислотами, соединенными в полипептидных цепях в разном порядке. Большинство клеточных белков представлено ферментами. Они выступают также в роли структурных компонентов клетки. Каждая клетка содержит сотни разных белков, причем клетки того или иного типа обладают белками, свойственными только им. Поэтому содержимое клеток каждого типа характеризуется определенным белковым составом.

Ни нуклеиновые кислоты, ни белки в отдельности не являются субстратами жизни. В настоящее время считают, что субстратом жизни являются нуклеопротеиды. Они входят в состав ядра и цитоплазмы клеток животных и растений. Из них построены хроматин (хромосомы) и рибосомы. Они обнаружены на протяжении всего органического мира - от вирусов до человека. Можно сказать, что нет живых систем, не содержащих нуклеопротеидов. Однако важно подчеркнуть, что нуклеопротеиды являются субстратом жизни лишь тогда, когда они находятся в клетке, функционируют и взаимодействуют там. Вне клеток (после выделения из клеток) это обычные химические соединения. Следовательно, жизнь есть главным образом функция взаимодействия нуклеиновых кислот и белков, а живое - это то, что содержит самовоспроизводящуюся молекулярную систему в виде механизма активного воспроизводства синтеза нуклеиновых кислот и белков.

В отличие от живого различают термин «мертвое», под которым понимают совокупность некогда существовавших организмов, утративших механизм синтеза нуклеиновых кислот и белков, т.е. способность к молекулярному воспроизведению. Например, «мертвым» является известняк, образованный из остатков живших когда-то организмов.

Наконец, следует различать «неживое», т.е. ту часть материи, которая имеет неорганическое (абиотическое) происхождение и ничем не связана в своем образовании и строении с живыми организмами. Например, «неживым» является известняк, образованный из неорганических вулканических известняковых отложений. Неживая материя, в отличие от живой, не способна поддерживать свою структурную организацию и использовать для этих целей внешнюю энергию.

Обсуждая молекулы, рассматриваемые в качестве субстрата жизни, нельзя не отметить, что они подвергаются непрерывным превращениям во времени и пространстве. Достаточно сказать, что ферменты могут превратить любой субстрат в продукт реакции в исключительно короткое время. Поэтому определение нуклеопротеидов в качестве субстрата жизни означает признание последнего в качестве очень подвижной системы.

Как живое, так и неживое построены из молекул, которые изначально являются неживыми. Тем не менее живое резко отличается от неживого. Причины этого глубокого различия определяются свойствами живого, а молекулы, содержащиеся в живых системах, называют биомолекулами.

СВОЙСТВА ЖИВОГО

Для живого характерен ряд свойств, которые в совокупности «делают» живое живым. Такими свойствами являются самовоспроизведение, специфичность организации, упорядоченность структуры, целостность и дискретность, рост и развитие, обмен веществ и энергии, наследственность и изменчивость, раздражимость, движение, внутренняя регуляция, специфичность взаимоотношений со средой.

Самовоспроизведение (репродукция). Положение «все живое происходит только от живого» означает, что жизнь возникла лишь однажды и что с тех пор начало живому дает только живое. На молекулярном уровне самовоспроизведение происходит на основе матричного синтеза ДНК, которая программирует синтез белков, определяющих специфику организмов. На других уровнях оно характеризуется чрез-

вычайным разнообразием форм и механизмов, вплоть до образования специализированных половых клеток (мужских и женских). Важнейшее значение самовоспроизведения заключается в том, что оно поддерживает существование видов, определяет специфику биологической формы движения материи.

Специфичность организации. Она характерна для любых организмов, в результате чего они имеют определенную форму и размеры. Единицей организации (структуры и функции) является клетка. В свою очередь, клетки специфически организованы в ткани, последние - в органы, а органы - в системы органов. Организмы не «разбросаны» случайно в пространстве. Они специфически организованы в популяции, а популяции специфически организованы в биоценозы. Последние вместе с абиотическими факторами формируют биогеоценозы (экологические системы), являющиеся элементарными единицами биосферы.

Упорядоченность структуры. Для живого характерна не только сложность химических соединений, из которых оно построено, но и упорядоченность их на молекулярном уровне, приводящая к образованию молекулярных и надмолекулярных структур. Создание порядка из беспорядочного движения молекул - это важнейшее свойство живого, проявляющееся на молекулярном уровне. Упорядоченность в пространстве сопровождается упорядоченностью во времени.

Целостность (непрерывность) и дискретность (прерывность). Жизнь целостна и в то же время дискретна как в плане структуры, так и функции. Например, субстрат жизни целостен, так как представлен нуклеопротеидами, но в то же время дискретен, так как состоит из нуклеиновой кислоты и белка. Нуклеиновые кислоты и белки являются целостными соединениями, однако тоже дискретны, состоя из нуклеотидов и аминокислот (соответственно). Репликация молекул ДНК является непрерывным процессом, однако она дискретна в пространстве и во времени, так как в ней принимают участие различные генетические структуры и ферменты. Процесс передачи наследственной информации тоже является непрерывным, но и он дискретен, так как состоит из транскрипции и трансляции, которые из-за ряда различий между собой определяют прерывность реализации наследственной информации в пространстве и во времени. Митоз клеток также непрерывен и одновременно прерывен. Любой организм представляет собой целостную систему, но состоит из дискретных единиц - клеток, тканей, органов, систем органов. Органический мир также целостен, поскольку существование одних организмов зависит от других, но в то

же время он дискретен, состоя из отдельных организмов.

Рост и развитие. Рост организмов происходит путем прироста массы организма за счет увеличения размеров и числа клеток. Он сопровождается развитием, проявляющимся в дифференцировке клеток, усложнении структуры и функций. В процессе онтогенеза формируются признаки в результате взаимодействия генотипа и среды. Филогенез сопровождается появлением гигантского разнообразия организмов, органической целесообразностью. Процессы роста и развития подвержены генетическому контролю и нейрогуморальной регуляции.

Обмен веществ и энергии. Благодаря этому свойству обеспечиваются постоянство внутренней среды организмов и связь организмов с окружающей средой, что является условием для поддержания жизни организмов. Между ассимиляцией и диссимиляцией существует диалектическое единство, проявляющееся в их непрерывности и взаимности. Например, непрерывно проходящие в клетке превращения углеводов, жиров и белков являются взаимными. Потенциальная энергия поглощаемых клетками углеводов, жиров и белков превращается в кинетическую энергию и тепло по мере превращения этих соединений. Обмен веществ и энергии в клетках ведет к восстановлению (замене) разрушенных структур, к росту и развитию организмов.

Наследственность и изменчивость. Наследственность обеспечивает материальную преемственность между родителями и потомством, между поколениями организмов, что, в свою очередь, обеспечивает непрерывность и устойчивость жизни. Основу материальной преемственности в поколениях и непрерывности жизни составляет передача от родителей к потомству генов, в которых зашифрована наследственная информация о свойствах организмов. Изменчивость связана с появлением у организмов признаков, отличных от исходных, и определяется изменениями в генетических структурах. Наследственность и изменчивость являются одним из факторов эволюции.

Раздражимость. Реакция живого на внешние раздражения служит проявлением отражения, характерного для живой материи. Факторы, вызывающие реакцию организма или его органа, называются раздражителями. Ими являются свет, температура среды, звук, электрический ток, механические воздействия, пищевые вещества, газы, яды и др.

У организмов, лишенных нервной системы (простейшие и растения), раздражимость проявляется в виде тропизмов, таксисов и настий. У организмов, имеющих нервную систему, раздражимость проявляется в виде рефлекторной деятельности. У животных восприятие внешнего мира осуществляется через первую сигнальную систему,

тогда как у человека в процессе исторического развития сформировалась еще и вторая сигнальная система. Благодаря раздражимости организмы уравниваются со средой. Избирательно реагируя на факторы среды, организмы «уточняют» свои отношения со средой, в результате чего возникает единство среды и организма.

Движение. Многие одноклеточные организмы двигаются с помощью особых органоидов. К движению способны и клетки многоклеточных организмов (лейкоциты, блуждающие соединительнотканые клетки и др.). Совершенство двигательной реакции достигается в мышечном движении многоклеточных животных организмов, которое заключается в сокращении мышц.

Внутренняя регуляция. Процессы, протекающие в клетках, подвержены регуляции. На молекулярном уровне регуляторные механизмы существуют в виде обратных химических реакций, основу которых составляют реакции с участием ферментов, обеспечивающих замкнутость процессов регуляции по схеме синтез - распад - ресинтез. Синтез белков, включая ферменты, регулируется с помощью механизмов репрессии, индукции и позитивного контроля. Напротив, регуляция активности самих ферментов происходит по принципу обратной связи, заключающейся в ингибировании конечным продуктом. Известно также регулирование путем химической модификации ферментов. В регуляции активности клеток принимают участие гормоны, обеспечивающие химическую регуляцию.

Любое повреждение молекул ДНК, вызванное физическими или химическими факторами воздействия, может быть восстановлено с помощью одного или нескольких ферментативных механизмов, что представляет собой саморегуляцию. Она обеспечивается за счет действия контролирующих генов и, в свою очередь, обеспечивает стабильность генетического материала и закодированной в нем генетической информации.

Специфичность взаимоотношений со средой. Организмы живут в условиях определенной среды, в которой существуют другие организмы и действуют абиотические факторы. Следовательно, организмы взаимодействуют не только между собой, но и со средой, из которой они получают все необходимое для жизни. Организмы либо отыскивают среду, либо адаптируются (приспосабливаются) к ней. Формы адаптивных реакций являются физиологический гомеостаз (способность организмов противостоять факторам среды) и гомеостаз развития (способность организмов изменять отдельные реакции при сохранении всех других свойств). Адаптивные реакции определяются

нормами реакции, которая генетически детерминирована и имеет свои границы. Между организмами и средой, между живой и неживой природой существует единство, заключающееся в том, что организмы зависят от среды, а среда изменяется в результате жизнедеятельности организмов. Результатом жизнедеятельности организмов является возникновение атмосферы со свободным кислородом и почвенного покрова Земли, образование угля, торфа, нефти и т.д.

Свойства, перечисленные выше, присущи только живому. Некоторые из этих свойств обнаруживаются и при исследовании тел неживой природы, однако у последних они характеризуются совершенно другими особенностями. Например, кристаллы в насыщенном растворе соли могут «расти». Однако этот рост не имеет тех качественных и количественных характеристик, которые присущи росту живого. Между свойствами, характеризующими живое, существует диалектическое единство, проявляющееся во времени и пространстве на протяжении всего органического мира, на всех уровнях организации живого.

УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИВОГО

Различают молекулярный, клеточный, тканевой, органный, организменный, популяционный, видовой, биоценотический и глобальный (биосферный) уровни организации живого. На всех этих уровнях проявляются все свойства, характерные для живого. Каждый из этих уровней характеризуется особенностями, присущими другим уровням, но каждому уровню присущи собственные специфические особенности.

Молекулярный уровень. Этот уровень является глубинным в организации живого и представлен молекулами нуклеиновых кислот, белков, углеводов, липидов и стероидов, находящихся в клетках и получивших название биологических молекул. На этом уровне начинаются и осуществляются важнейшие процессы жизнедеятельности (кодирование и передача наследственной информации, дыхание, обмен веществ и энергии, изменчивость и др.). Физико-химическая специфика этого уровня заключается в том, что в состав живого входит большое количество химических элементов, но основная масса живого представлена углеродом, кислородом, водородом и азотом. Из группы атомов образуются молекулы, а из последних формируются сложные химические соединения, различающиеся по строению и функциям. Большинство этих соединений в клетках представлены нуклеиновыми кислотами и белками, макромолекулы которых являются полимерами, синтезированными в результате образования мономеров и соединения

последних в определенном порядке. Кроме того, мономеры макромолекул в пределах одного и того же соединения имеют одинаковые химические группировки и соединены с помощью химических связей между атомами, их неспецифических частей (участков). Все макромолекулы универсальны, так как построены по одному плану независимо от их видовой принадлежности. Являясь универсальными, они одновременно и уникальны, ибо их структура неповторима. Например, в состав нуклеотидов ДНК входит по одному азотистому основанию из четырех известных (аденин, гуанин, цитозин или тимин), вследствие чего любой нуклеотид неповторим по своему составу. Неповторима также и вторичная структура молекул ДНК.

Биологическая специфика молекулярного уровня определяется функциональной специфичностью биологических молекул. Например, специфичность нуклеиновых кислот заключается в том, что в них закодирована генетическая информация о синтезе белков. Более того, эти процессы осуществляются в результате одних и тех же этапов метаболизма. Например, биосинтезы нуклеиновых кислот, аминокислот и белков протекают по сходной схеме у всех организмов. Универсальными являются также окисление жирных кислот, гликолиз и другие реакции.

Специфичность белков определяется специфической последовательностью аминокислот в их молекулах. Эта последовательность определяет далее специфические биологические свойства белков, так как они являются основными структурными элементами клеток, катализаторами и регуляторами реакций в клетках. Углеводы и липиды служат важнейшими источниками энергии, тогда как стероиды имеют значение для регуляции ряда метаболических процессов.

На молекулярном уровне осуществляется превращение энергии - лучистой энергии в химическую, запасаемую в углеводах и других химических соединениях, а химической энергии углеводов и других молекул - в биологически доступную энергию, запасаемую в форме макроэргических связей АТФ. Наконец, здесь происходит превращение энергии макроэргических фосфатных связей в работу - механическую, электрическую, химическую, осмотическую. Механизмы всех метаболических и энергетических процессов универсальны.

Биологические молекулы обеспечивают также преемственность между молекулами и следующим за ним уровнем (клеточным), так как являются материалом, из которого образуются надмолекулярные структуры. Молекулярный уровень является «ареной» химических реакций, которые обеспечивают энергией клеточный уровень.

Клеточный уровень. Этот уровень организации живого пред-

ставлен клетками, действующими в качестве самостоятельных организмов (бактерии, простейшие и др.), а также клетками многоклеточных организмов. Главнейшая специфическая черта этого уровня заключается в том, что с него начинается жизнь. Будучи способными к жизни, росту и размножению, клетки являются основной формой организации живой материи, элементарными единицами, из которых построены все живые существа (прокариоты и эукариоты). Между клетками растений и животных нет принципиальных различий по структуре и функциям. Некоторые различия касаются лишь строения их мембран и отдельных органелл. Заметные различия в строении есть между клетками-прокариотами и клетками-эукариотами, но в функциональном плане эти различия нивелируются, ибо везде действует правило «клетка от клетки».

Специфичность клеточного уровня определяется специализацией клеток, существованием клеток в качестве специализированных единиц многоклеточного организма. На клеточном уровне происходит разграничение и упорядочение процессов жизнедеятельности в пространстве и во времени, что связано с приуроченностью функций к разным субклеточным структурам. Например, у клеток-эукариотов значительно развиты мембранные системы (плазматическая мембрана, цитоплазматическая сеть, пластинчатый комплекс) и клеточные органеллы (ядро, хромосомы, центриоли, митохондрии, пластиды, лизосомы, рибосомы). Мембранные структуры являются «ареной» важнейших жизненных процессов, причем двухслойное строение мембранной системы значительно увеличивает площадь «арены». Кроме того, мембранные структуры обеспечивают пространственное разделение в клетках многих биологических молекул, а их физическое состояние позволяет осуществлять постоянное диффузное движение некоторых из содержащихся в них молекул белков и фосфолипидов. Таким образом, мембраны являются системой, компоненты которой находятся в движении. Для них характерны различные перестройки, что определяет раздражимость клеток - важнейшее свойство живого.

Тканевой уровень. Данный уровень представлен тканями, объединяющими клетки определенного строения, размеров, расположения и сходных функций. Ткани возникли в ходе исторического развития вместе с многоклеточностью. У многоклеточных организмов они образуются в процессе онтогенеза как следствие дифференциации клеток. У животных различают несколько типов тканей (эпителиальная, соединительная, мышечная, кровь, нервная и репродуктивная). У растений различают меристематическую, защитную, основную и проводя-

щую ткани. На этом уровне происходит специализация клеток.

Органный уровень. Представлен органами организмов. У растений и животных органы формируются за счет разного количества тканей. У простейших пищеварение, дыхание, циркуляция веществ, выделение, передвижение и размножение осуществляются за счет различных органелл. У более совершенных организмов имеются системы органов. Для позвоночных характерна цефализация, заключающаяся в сосредоточении важнейших нервных центров и органов чувств в голове.

Организменный уровень. Данный уровень представлен самими организмами - одноклеточными и многоклеточными организмами растительной и животной природы. Специфическая особенность организменного уровня заключается в том, что на этом уровне происходят декодирование и реализация генетической информации, создание структурных и функциональных особенностей, присущих организмам данного вида.

Видовой уровень. Данный уровень определяется видами растений и животных. В настоящее время насчитывают около 500 тыс. видов растений и около 1,5 млн видов животных, представители которых характеризуются самым различным местообитанием и занимают разные экологические ниши. Вид является также единицей классификации живых существ.

Популяционный уровень. Растения и животные не существуют изолированно; они объединены в популяции, которые характеризуются определенным генофондом. В пределах одного и того же вида может насчитываться от одной до многих тысяч популяций. В популяциях осуществляются элементарные эволюционные преобразования, происходит выработка новой адаптивной формы.

Биоценологический уровень. Представлен биоценозами - сообществами организмов разной видовой принадлежности. В таких сообществах организмы разных видов в той или иной мере зависят один от другого. В ходе исторического развития сложились биогеоценозы (экосистемы), которые представляют собой системы, состоящие из взаимозависящих сообществ организмов и абиотических факторов среды. Экосистемам присуще подвижное равновесие между организмами и абиотическими факторами. На том уровне осуществляются вещество-энергетические круговороты, связанные с жизнедеятельностью организмов.

Глобальный (биосферный) уровень. Данный уровень является высшей формой организации живого (живых систем). Он представлен биосферой. На этом уровне осуществляется объединение всех веще-

ственно-энергетических круговоротов в единый гигантский биосферный круговорот веществ и энергии.

Между разными уровнями организации живого существует диалектическое единство. Живое организовано по типу системной организации, основу которой составляет иерархичность систем. Переход от одного уровня к другому связан с сохранением функциональных механизмов, действующих на предшествующих уровнях, и сопровождается появлением структуры и функций новых типов, а также взаимодействия, характеризующегося новыми особенностями, т.е. появляется новое качество.

4. МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИЗНИ

Основные химические элементы организмов:

- водород;
- кислород;
- фосфор;
- сера;
- азот;
- углерод.

Неорганические соединения в составе живых организмов:

- карбонаты;
- фосфаты;
- соли аммония;
- сульфаты.

Химический состав клеток растений и животных весьма сходен, что говорит о единстве их происхождения. В клетках обнаружено более 80 химических элементов, однако только в отношении 27 из них известна физиологическая роль.

Все элементы делят на три группы:

1. макроэлементы, содержание которых в клетке составляет до 10 — 3%. Это кислород, углерод, водород, азот, фосфор, сера, кальций, натрий и магний, составляющие вместе свыше 99% массы клеток;

2. микроэлементы, содержание которых колеблется от 10 — 3% до 10 — 12%. Это марганец, медь, цинк, кобальт, никель, йод, бром, фтор; на их долю приходится менее 1,0 % массы клеток;

3. мультрамикроэлементы, составляющие менее 10 — 12%. Это золото, серебро, уран, селен и др. — в сумме менее 0,01% массы клетки.

Физиологическая роль большинства этих элементов не установлена.

Все перечисленные элементы входят в состав неорганических и органических веществ живых организмов или содержатся в виде ионов.

Неорганические соединения клеток представлены водой и минеральными солями.

Самое распространенное неорганическое соединение в клетках живых организмов — вода. Ее содержание в разных клетках колеблется от 10% в эмали зуба до 85% в нервных клетках и до 97% в клетках развивающегося зародыша. Количество воды в клетках зависит от характера обменных процессов: чем они интенсивнее, тем выше содержание воды. В среднем в теле многоклеточных содержится около 80% воды. Такое высокое содержание воды говорит о важной роли, обусловленной ее химической природой.

Дипольный характер молекулы воды позволяет ей формировать вокруг белков водную (сольватную) оболочку, препятствующую склеиванию их друг с другом. Это связанная вода, составляющая 4 — 5% от всего ее содержания. Остальную воду (около 95%) называют свободной. Свободная вода является универсальным растворителем для многих органических и неорганических соединений. Большинство химических реакций идет только в растворах. Проникновение веществ в клетку и выведение из нее продуктов диссимиляции в большинстве случаев возможно только в растворенном виде. Вода принимает и непосредственное участие в биохимических реакциях, протекающих в клетке (реакции гидролиза). С водой связана также регуляция теплового режима клеток, так как она обладает хорошей теплопроводностью и теплоемкостью.

Вода активно участвует в регуляции осмотического давления в клетках. Проникновение молекул растворителя через полупроницаемую мембрану в раствор вещества называется осмосом, а давление, с которым растворитель (вода) проникает через мембрану, — осмотическим. Величина осмотического давления возрастает с увеличением концентрации раствора. Осмотическое давление жидкостей организма человека и большинства млекопитающих равно давлению 0,85% раствора хлорида натрия. Растворы с таким осмотическим давлением называются изотоническими, более концентрированные — гипертоническими, а менее концентрированные — гипотоническими. Явление осмоса лежит в основе напряжения стенок растительных клеток (тургор).

По отношению к воде все вещества делятся на гидрофильные (водорастворимые) — минеральные соли, кислоты, щелочи, моносахариды, белки и др. и гидрофобные (водонерастворимые) — жиры, поли-

сахариды, некоторые соли и витамины и др. Кроме воды растворителями могут быть жиры и спирты.

Минеральные соли в определенных концентрациях необходимы для нормальной жизнедеятельности клеток. Так, азот и сера входят в состав белков, фосфор — в состав ДНК, РНК и АТФ, магний — в состав многих ферментов и хлорофилла, железо — в состав гемоглобина, цинк — в состав гормона поджелудочной железы, йод — в состав гормонов щитовидной железы и т.д. Нерастворимые соли кальция и фосфора обеспечивают прочность костной ткани, катионы натрия, калия и кальция — раздражимость клеток. Ионы кальция принимают участие в свертывании крови.

Содержание катионов и анионов в клетке и окружающей ее среде (плазме крови, межклеточной жидкости, морской и пресной воде) различно благодаря полупроницаемости мембраны. Например, в цитоплазме клеток много калия и мало натрия, а в межклеточной жидкости — наоборот.

Анионы слабых кислот и слабые щелочи связывают ионы водорода (H^+) и гидроксила (OH^-), вследствие чего в клетках и межклеточной жидкости на постоянном уровне поддерживается слабощелочная реакция. Это явление называется буферностью.

Органические соединения составляют около 20 — 30% массы живых клеток. К ним относятся биологические полимеры — белки, нуклеиновые кислоты и полисахариды, а также жиры, гормоны, пигменты, АТФ и др.

Белки

Белки составляют 10 — 18% от общей массы клетки (50 — 80% от сухой массы). Молекулярная масса белков колеблется от десятков тысяч до многих миллионов единиц. Белки — это биополимеры, мономерами которых являются аминокислоты. Все белки живых организмов построены из 20 аминокислот. Несмотря на это, разнообразие белковых молекул огромно. Они различаются по величине, структуре и функциям, которые определяются количеством и порядком расположения аминокислот. Помимо простых белков (альбумины, глобулины, гистоны) имеются и сложные, представляющие собой соединения белков с углеводами (гликопротеиды), жирами (липопротеиды) и нуклеиновыми кислотами (нуклеопротеиды).

Каждая аминокислота состоит из углеводородного радикала, соединенного с карбоксильной группой, имеющей кислотные свойства ($-COOH$), и аминогруппой ($-NH_2$), обладающей основными свойствами. Аминокислоты отличаются одна от другой только радикалами. Амино-

кислоты являются амфотерными соединениями, обладающими одновременно свойствами и кислот, и оснований. Это явление обуславливает возможность соединения кислот в длинные цепочки. При этом устанавливаются прочные ковалентные (пептидные) связи между углеродом кислотной и азотом основной групп (-CO-NH-) с выделением молекулы воды. Соединения, состоящие из двух аминокислотных остатков, называются дипептидами, из трех — трипептидами, из многих — полипептидами.

Белки живых организмов состоят из сотен и тысяч аминокислот, т. е. представляют собой макромолекулы. Различные свойства и функции белковых молекул определяются последовательностью соединения аминокислот, которая закодирована в ДНК. Эту последовательность называют первичной структурой молекулы белка, от которой, в свою очередь, зависят последующие уровни пространственной организации и биологические свойства белков. Первичная структура белковой молекулы обусловлена пептидными связями.

Вторичная структура белковой молекулы достигается ее спирализацией благодаря установлению между атомами соседних витков спирали водородных связей. Они слабее ковалентных, но, многократно повторенные, создают довольно прочное соединение. Функционирование в виде закрученной спирали характерно для некоторых фибриллярных белков (коллаген, фибриноген, миозин, актин и др.).

Многие белковые молекулы становятся функционально активными только после приобретения глобулярной (третичной) структуры. Она формируется путем многократного сворачивания спирали в трехмерное образование — глобулу. Эта структура сшивается, как правило, еще более слабыми дисульфидными связями. Глобулярную структуру имеет большинство белков (альбумины, глобулины и др.).

Для выполнения некоторых функций требуется участие белков с более высоким уровнем организации, при котором возникает объединение нескольких глобулярных белковых молекул в единую систему — четвертичную структуру (химические связи могут быть разные). Например, молекула гемоглобина состоит из четырех различных глобул и геминовой группы, содержащей ион железа.

Утрата белковой молекулой своей структурной организации называется денатурацией. Причиной ее могут быть различные химические (кислоты, щелочи, спирт, соли тяжелых металлов и др.) и физические (высокие температура и давление, ионизирующие излучения и др.) факторы. Вначале разрушается очень слабая — четвертичная, затем третичная, вторичная, а при более жестких условиях и первичная

структура. Если под действием денатурирующего фактора не затрагивается первичная структура, то при возвращении белковых молекул в нормальные условия среды их структура полностью восстанавливается, т. е. происходит ренатурация. Это свойство белковых молекул широко используется в медицине для приготовления вакцин и сывороток и в пищевой промышленности для получения пищевых концентратов. При необратимой денатурации (разрушении первичной структуры) белки теряют свои свойства.

Белки выполняют следующие функции: строительную, каталитическую, транспортную, двигательную, защитную, сигнальную, регуляторную и энергетическую.

Как строительный материал белки входят в состав всех клеточных мембран, гиалоплазмы, органоидов, ядерного сока, хромосом и ядрышек.

Каталитическую (ферментативную) функцию выполняют белки-ферменты, в десятки и сотни тысяч раз ускоряющие течение биохимических реакций в клетках при нормальном давлении и температуре около 37°C. Каждый фермент может катализировать только одну реакцию, т.е. действие ферментов строго специфично. Специфичность ферментов обусловлена наличием одного или нескольких активных центров, в которых происходит тесный контакт между молекулами фермента и специфического вещества (субстрата). Некоторые ферменты применяются в медицинской практике и пищевой промышленности.

Транспортная функция белков заключается в переносе веществ, например кислорода (гемоглобин) и некоторых биологически активных веществ (гормонов).

Двигательная функция белков состоит в том, что все виды двигательных реакций клеток и организмов обеспечиваются специальными сократительными белками — актином и миозином. Они содержатся во всех мышцах, ресничках и жгутиках. Их нити способны сокращаться с использованием энергии АТФ.

Защитная функция белков связана с выработкой лейкоцитами особых белковых веществ — антител в ответ на проникновение в организм чужеродных белков или микроорганизмов. Антитела связывают, нейтрализуют и разрушают не свойственные организму соединения. Примером защитной функции белков может служить превращение фибриногена в фибрин при свертывании крови.

Сигнальная (рецепторная) функция осуществляется белками благодаря способности их молекул изменять свою структуру под влиянием многих химических и физических факторов, вследствие чего

клетка или организм воспринимают эти изменения.

Регуляторная функция осуществляется гормонами, имеющими белковую природу (например, инсулин).

Энергетическая функция белков заключается в их способности быть источником энергии в клетке (как правило, при отсутствии других). При полном ферментативном расщеплении 1 г белка выделяется 17,6 кДж энергии.

Углеводы

Углеводы — обязательный компонент как животных, так и растительных клеток. В растительных клетках их содержание достигает 90 % сухой массы (в клубнях картофеля), а в животных — 5% (в клетках печени). В состав молекул углеводов входят углерод, водород и кислород, причем количество атомов водорода в большинстве случаев вдвое превышает число атомов кислорода.

Все углеводы подразделяются на моно-, ди- и полисахариды. Моносахариды чаще содержат пять (пентозы) или шесть (гексозы) атомов углерода, столько же кислорода и вдвое больше водорода (например, $C_6H_{12}O_6$ — глюкоза). Пентозы (рибоза и дезоксирибоза) входят в состав нуклеиновых кислот и АТФ. Гексозы (глюкоза и фруктоза) постоянно присутствуют в клетках плодов растений, придавая им сладкий вкус. Глюкоза содержится в крови и служит источником энергии для клеток и тканей животных. Дисахариды объединяют в одной молекуле два моносахарида. Пищевой сахар (сахароза) состоит из молекул глюкозы и фруктозы, молочный сахар (лактоза) включает глюкозу и галактозу. Все моно- и дисахариды хорошо растворимы в воде и имеют сладкий вкус. Молекулы полисахаридов образуются в результате полимеризации моносахаридов. Мономером полисахаридов — крахмала, гликогена, целлюлозы (клетчатки) является глюкоза. Полисахариды практически нерастворимы в воде и не обладают сладким вкусом. Основные полисахариды — крахмал (в растительных клетках) и гликоген (в клетках животных) откладываются в виде включений и служат запасными энергетическими веществами.

Углеводы образуются в зеленых растениях в процессе фотосинтеза и могут использоваться в дальнейшем для биосинтеза аминокислот, жирных кислот и других соединений.

Углеводы выполняют три основные функции: строительную (структурную), энергетическую и запасную. Целлюлоза образует стенки растительных клеток; сложный полисахарид — хитин — наружный скелет членистоногих. Углеводы в соединении с белками (гликопротеиды) входят в состав костей, хрящей, сухожилий и связок.

Углеводы выполняют роль основного источника энергии в клетке: при окислении 1 г углеводов высвобождается 17,6 кДж энергии. Гликоген откладывается в мышцах и клетках печени в качестве запасного питательного вещества.

Липиды

Липиды (жиры) и липоиды являются обязательными компонентами всех клеток. Жиры представляют собой сложные эфиры высокомолекулярных жирных кислот и трехатомного спирта глицерина, а липоиды — жирных кислот с другими спиртами. Эти соединения нерастворимы в воде (гидрофобны). Липиды могут образовывать сложные комплексы с белками (липопротеиды), углеводами (гликолипиды), остатками фосфорной кислоты (фосфолипиды) и др. Содержание жиров в клетке колеблется от 5 до 15% массы сухого вещества, а в клетках подкожной жировой клетчатки — до 90%.

Жиры выполняют строительную, энергетическую, запасающую и защитную функции. Бимолекулярный слой липидов (преимущественно фосфолипиды) образует основу всех биологических мембран клеток. Липиды входят в состав оболочек нервных волокон. Жиры являются источником энергии: при полном расщеплении 1 г жира высвобождается 38,9 кДж энергии. Они служат источником воды, выделяющейся при их окислении. Жиры являются запасным источником энергии, накапливаясь в жировой ткани животных и в плодах и семенах растений. Они защищают органы от механических повреждений (например, почки окутаны мягким жировым «футляром»). Накапливаясь в подкожной жировой клетчатке некоторых животных (киты, тюлени), жиры выполняют теплоизоляционную функцию.

Нуклеиновые кислоты Нуклеиновые кислоты имеют первостепенное биологическое значение и представляют собой сложные высокомолекулярные биополимеры, мономерами которых являются нуклеотиды. Они впервые были обнаружены в ядрах клеток, откуда и их название.

Существует два типа нуклеиновых кислот: дезоксирибонуклеиновая (ДНК) и рибонуклеиновая (РНК). ДНК входит в основном в хроматин ядра, хотя небольшое ее количество содержится и в некоторых органоидах (митохондрии, пластиды). РНК содержится в ядрышках, рибосомах и в цитоплазме клетки.

Структура молекулы ДНК была впервые расшифрована Дж. Уотсоном и Ф. Криком в 1953 г. Она представляет собой две полинуклеотидные цепи, соединенные друг с другом. Мономерами ДНК являются нуклеотиды, в состав которых входят: пятиуглеродный сахар — дезок-

сирибоза, остаток фосфорной кислоты и азотистое основание. Нуклеотиды отличаются один от другого только азотистыми основаниями. В состав нуклеотидов ДНК входят следующие азотистые основания: аденин, гуанин, цитозин и тимин. Нуклеотиды соединяются в цепочку путем образования ковалентных связей между дезоксирибозой одного и остатком фосфорной кислоты соседнего нуклеотида. Обе цепочки объединяются в одну молекулу водородными связями, возникающими между азотистыми основаниями разных цепочек, причем в силу определенной пространственной конфигурации между аденином и тимином устанавливаются две связи, а между гуанином и цитозином — три. Вследствие этого нуклеотиды двух цепочек образуют пары: А-Т, Г-Ц. Строгое соответствие нуклеотидов друг другу в парных цепочках ДНК называется комплементарное. Это свойство лежит в основе репликации (самоудвоения) молекулы ДНК, т. е. образования новой молекулы на основе исходной.

Репликация

Репликация происходит следующим образом. Под действием специального фермента (ДНК-полимеразы) разрываются водородные связи между нуклеотидами двух цепочек, и к освободившимся связям по принципу комплементарности присоединяются соответствующие нуклеотиды ДНК (А-Т, Г-Ц). Следовательно, порядок нуклеотидов в «старой» цепочке ДНК определяет порядок нуклеотидов в «новой», т. е. «старая» цепочка ДНК является матрицей для синтеза «новой». Такие реакции называются реакциями матричного синтеза, они характерны только для живого. Молекулы ДНК могут содержать от 200 до 2×10^8 нуклеотидов. Огромное разнообразие молекул ДНК достигается разными их размерами и различной последовательностью нуклеотидов.

Роль ДНК в клетке заключается в хранении, воспроизведении и передаче генетической информации. Благодаря матричному синтезу наследственная информация дочерних клеток точно соответствует материнской.

РНК

РНК, как и ДНК, представляет собой полимер, построенный из мономеров — нуклеотидов. Структура нуклеотидов РНК сходна с таковой ДНК, но имеются следующие отличия: вместо дезоксирибозы в состав нуклеотидов РНК входит пятиуглеродный сахар — рибоза, а вместо азотистого основания тимина — урацил. Остальные три азотистых основания те же: аденин, гуанин и цитозин. По сравнению с ДНК в состав РНК входит меньше нуклеотидов и, следовательно, ее молекулярная масса меньше.

Известны двух- и одноцепочечные РНК. Двухцепочечные РНК содержатся в некоторых вирусах, выполняя (как и ДНК) роль хранителя и передатчика наследственной информации. В клетках других организмов встречаются одноцепочечные РНК, которые представляют собой копии соответствующих участков ДНК.

В клетках существуют три типа РНК: информационная, транспортная и рибосомальная.

Информационная РНК (и-РНК) состоит из 300 — 30 000 нуклеотидов и составляет примерно 5% от всей РНК, содержащейся в клетке. Она представляет собой копию определенного участка ДНК (гена). Молекулы и-РНК выполняют роль переносчиков генетической информации от ДНК к месту синтеза белка (в рибосомы) и непосредственно участвуют в сборке его молекул.

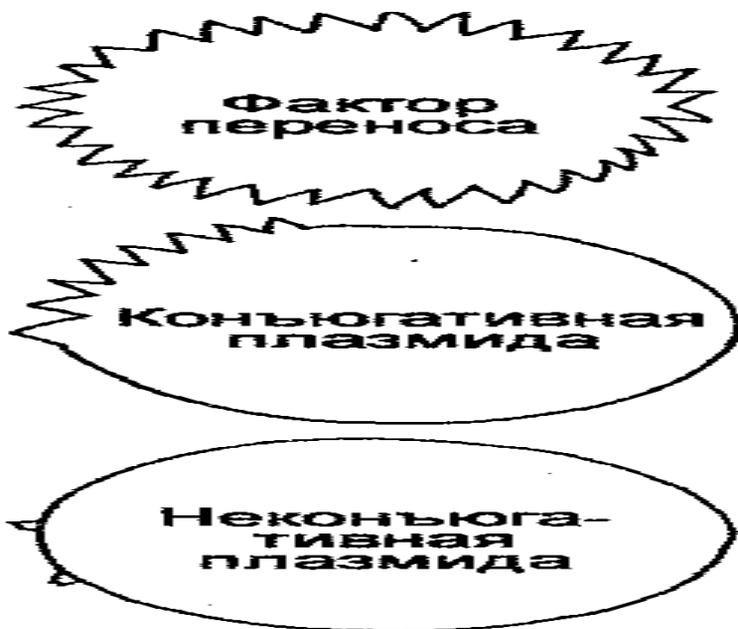
Транспортная РНК (т-РНК) составляет до 10% от всей РНК клетки и состоит из 75-85 нуклеотидов. Молекулы т-РНК транспортируют аминокислоты из цитоплазмы в рибосомы.

Основную часть РНК цитоплазмы (около 85%) составляет рибосомальная РНК (р-РНК). Она входит в состав рибосом. Молекулы р-РНК включают 3 — 5 тыс. нуклеотидов. Считают, что р-РНК обеспечивает определенное пространственное взаиморасположение и-РНК и т-РНК.

Экстраядерные (экстрахромосомные) детерминанты наследственности

Длительное время считали, что ДНК содержится только в ядрах клеток, и вся наследственность понималась в качестве ядерной. Между тем с развитием молекулярно-генетических методов исследований стали обнаруживать ДНК, находящуюся за пределами ядра как у прокариотов, так и в клетках эукариотов. Эта ДНК получила название экстраядерной (экстрахромосомной) ДНК, а контролируемую такой ДНК последовательность — экстраядерной или экстрахромосомной. Перечислим формы экстраядерных (экстрахромосомных) ДНК прокариотов и эукариотов:

1. ДНК плазмид: бактерии, низшие грибы и другие организмы.
2. ДНК органелл: митохондрии, хлоропласты, кинетопласты.
3. ДНК амплифицированных генов: гены, контролирующие синтез отдельных белков.
4. Малые полидисперсные кольцевые и линейные ДНК: экстрахромосомные копии повторяющихся (часто транспозируемых) последовательностей ДНК.



Плазмиды (разные типы)

Плазмиды. Плазмиды встречаются в цитоплазме как прокариотов, так и эукариотов, причем у бактерий они являются обычными обитателями. В частности, они идентифицированы почти у всех видов бактерий, имеющих медицинское (являющихся возбудителями болезней) или сельскохозяйственное и промышленное значение.

Плазмиды бактерий — это генетические структуры, находящиеся в цитоплазме и представляющие собой молекулы ДНК размером от 2250 до 400 000 пар азотистых оснований. Они существуют обособленно от хромосом в количестве от одной до нескольких десятков копий на одну бактериальную клетку. Различают три типа бактериальных плазмид: факторы генетического переноса, коин-тегративные и неконъюгативные плазмиды (рис. 108).

Факторы переноса обладают лишь генами репликации и переноса. Благодаря генам репликации такие плазмиды способны к бесконечно долгому поддержанию и воспроизводству в автономном (экстра-хромосомном) состоянии, а благодаря генам переноса — к передаче от

одних клеток к другим, часто преодолевая в скрещиваниях видовые и родовые барьеры. Бактерии, содержащие плазмиды этого типа, служат генетическими донорами. Они способны вступать в скрещивания с клетками, не содержащими плазмиды.

Коинтегративные плазмиды представляют собой фактор генетического переноса, сцепленный с генами, контролирующими синтез тех или иных белков, имеющих значение для бактерий. Например, плазмиды R контролируют синтез ферментов, придающих бактериям устойчивость к антибиотикам, сульфаниламидам и другим лекарственным веществам, плазмиды Ent — синтез энтеротоксинов, Col — колицинов, H_u — гемолизинов. Известны также плазмиды, контролирующие разрушение многих органических соединений и др. свойства. Благодаря фактору переноса эти плазмиды конъюгативны.

Неконъюгативные плазмиды — это плазмиды, которые не передаются от одних клеток к другим, т.к. они не обладают фактором переноса. Они тоже детерминируют лекарственную устойчивость и другие свойства бактерий. Передача неконъюгативных плазмид от одних бактерий к другим обеспечивается содержащимися в клетках факторами переноса или коинтегративными плазмидами, которые мобилизуют их на перенос. Среди эукариотов плазмиды идентифицированы у низших грибов. Одна из таких плазмид у дрожжей *S. cerevisiae* представляет собой кольцевые молекулы ДНК размером в 6318 пар оснований, существующие в количестве 80 копий на гаплоидный геном и кодирующие белки, необходимые для собственной репликации и рекомбинации. У нейроспоры (*Neurospora*) плазмиды обнаружены в виде малых кольцевых молекул ДНК размером 4200-5200 пар оснований, встречающихся в количестве около 100 копий на гаплоидный геном, а у плесени *Aspergillus niger* — в виде кольцевых молекул ДНК размером около 13 500 пар оснований в количестве около 100 копий на клетку.

ДНК органелл. ДНК этого класса обнаружена в случае как низших, так и высших эукариотов.

Молекулы ДНК, выделяемые из митохондрий соматических клеток животных и хлоропластов клеток растений, характеризуются небольшими размерами. Например, размеры молекул ДНК (гено-мов) митохондрий (мтДНК) разных животных (включая плоских червей, насекомых и млекопитающих), составляют 15 700—20 000, человека — 16 569 пар азотистых оснований. У простейших, например у трипаносом и парамеций, митохондриальный геном равен 22 000 и 40 000 пар оснований. Геном хлоропластов у высших растений составляет 12 000 — 200 000 пар оснований, у дрожжей — 78 000 пар оснований, у

зеленых водорослей — 180 000 азотистых оснований. Во многих случаях показано, что ДНК митохондрий и хлоропластов сплошь состоит из нуклеотидных последовательностей, гомологичных последовательностям хромосомной ДНК.

Митохондриальный геном человека состоит из 13 генов, нуклеотидная последовательность которых определена и для которой характерно полное или почти полное отсутствие некодирующих участков. Эти гены кодируют собственные рибосомные РНК (12S- и 16S-рРНК) и 22 разные транспортные РНК, а также разные поли-пептиды, включая субъединичные компоненты I, II, III оксидазы цитохрома С, субъединицы б АТФазы, цитохрома В и девяти других белков, функции которых не известны.

Геном хлоропластов ряда высших растений состоит из 120 генов. Они кодируют 4 рибосомных РНК, 30 рибосомных белков, часть субъединиц хлоропластной РНК-полимеразы, часть белков, содержащихся в фотосистемах I и II, белковые субъединицы АТФ-синтетазы и отдельных ферментов цепи транспорта электронов, а также белковую субъединицу рибулозобисфосфаткарбоксидазы и очень многих тРНК. Хлоропластный геном очень сходен с бактериальным геномом как по организации, так и по функциям. В митохондриальном геноме человека, вероятно, отсутствуют интроны, но в ДНК хлоропластов некоторых высших растений, а также в ДНК митохондрий грибов интроны обнаружены. Считают, что хлоропластные геномы высших растений остаются без изменений примерно несколько миллионов лет. Возможно, что такая древность характерна и для митохондриальных геномов млекопитающих, включая человека.

Характер передачи мтДНК по наследству у разных организмов различен. Например, у дрожжей в результате одинакового вклада мтДНК сливающимися гаплоидными клетками в зиготу митохондриальный геном наследуется потомством от обоих родителей. Между тем показано, что у *D. melanogaster* и мышей мтДНК передается по материнской линии. По данным посемейного распределения ДНК в больших семьях предполагают, что мтДНК у человека также наследуется по материнской линии. Однако у морских голубых двусторчатых раковин из рода *Mytilus* она передается как по материнской, так и по мужской линии, причем тип передачи зависит от пола потомства. Женские митохондрии передаются матерями сыновьям и дочерям, тогда как мужские митохондрии передаются отцами сыновьям. Но у этих животных иногда встречается и передача женских митохондрий от отцов к дочерям. У большинства высших растений ДНК хлоропластов

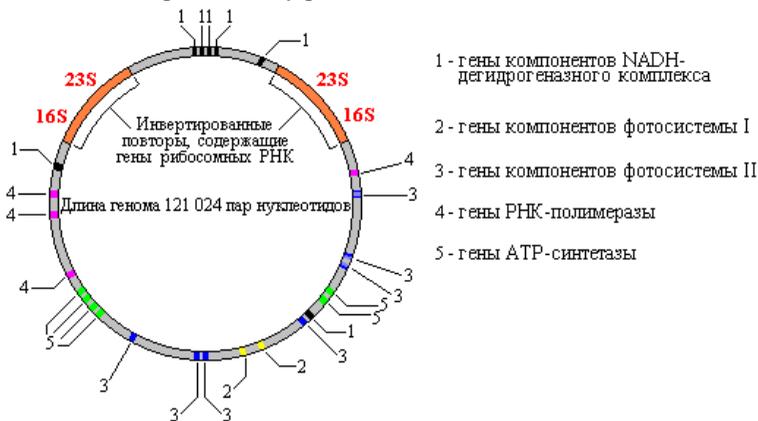
тоже наследуется по материнской линии.

ДНК, обнаруживаемая в кинетопластах трипаносом, представлена малыми (2,500 п.о.) и крупными (3700 п.о.) кольцевыми молекулами.

ДНК амплифицированных генов. Эта ДНК встречается в форме экстрахромосомных кольцевых молекул. Например, когда эукариотические клетки культивируют в средах с лекарственными веществами, то происходит селекция резистентных клеток с повышенным количеством копий гена, контролирующего резистентность. Клетки многих опухолей содержат также экстрахромосомные амплифицированные гены (наряду с хромосомными).

Малые полидисперсные кольцевые и линейные ДНК. Молекулы ДНК этого типа (мпкДНК) имеют размеры от нескольких сот до десятков тысяч нуклеотидных пар и встречаются как в цитозоле, так и в ядре и митохондриях клеток многих организмов-эукариотов. Эти молекулы ДНК происходят или связаны с ДНК хромосом и оргanelл. Многие из этих молекул ДНК способны к транспозиции

Геном хлоропластов у растений.



Мутации. Причины мутации. Спонтанные и индуцированные мутации

Разнообразные формы и проявления модификационной изменчивости не затрагивают генотипа организма. Наряду с модификациями существует другая форма изменчивости, меняющая генотип. Эту форму изменчивости называют генотипической или мутационной, а отдельные изменения – мутациями.

Существование наследственных изменений было известно Дар-

вину. Вся его теория эволюции вытекает из учения о естественном отборе наследственных изменений. Наследственная изменчивость – необходимая предпосылка естественного и искусственного отбора. Однако во времена Дарвина еще отсутствовали опытные данные по наследственности и законы наследования не были известны. Это не давало возможности строго различать разные формы изменчивости в зависимости от наследования.

Понятие мутаций было введено в науку голландским ботаником де Фризом. У растения ослинник (энотера) он наблюдал появление резких скачкообразных отклонений от типичной формы растения, причем эти отклонения оказались наследственными. Дальнейшие исследования на различных объектах – растениях, животных, микроорганизмах – показали, что явление наследственной (мутационной) изменчивости свойственно всем организмам. Мутации затрагивают разнообразные стороны строения и функции организма. Например, у дрозофилы известны мутационные изменения формы крыльев (вплоть до полного их исчезновения), окраски тела, развития щетинок на теле, формы глаз, их окраски (красные, желтые, белые, вишневого цвета и т.п.), а также многих физиологических признаков (продолжительность жизни, плодовитость, стойкость к разным повреждающим воздействиям и т.п.). Первоначальные представления де Фриза о том, что мутации всегда крупные наследственные изменения, дальнейшими исследованиями не подтвердились. Наряду с резкими отклонениями гораздо чаще встречаются небольшие мутации, лишь немногим отличающиеся от исходных форм. Тем не менее, указанный еще де Фризом признак мутаций – их скачкообразный характер и наследственность – остается в силе. Мутации совершаются в различных направлениях, и обычно они не являются приспособительными, полезными для организма изменениями.

Существуют и такие наследственные изменения, которые в гомозиготном состоянии вызывают гибель (такие мутации называются летальными).

Частота и причины мутаций

Как часто происходят мутации? Каковы причины их возникновения? Прежде чем ответить на этот вопрос, нужно иметь в виду, что учет возникающих мутаций представляет очень большие трудности. Большинство мутаций рецессивны. Они возникают в генах, локализованных в хромосомах половых клеток. Гамета, несущая вновь возникшую рецессивную мутацию, при оплодотворении обычно соединяется с гаметой, которая такой же мутации не несет. Поэтому вновь возникающая рецессивная мутация фенотипически не проявится. Однако в по-

следующих поколениях она будет размножаться вместе с несущей ее хромосомой, и распространяться среди особей данного вида. Лишь когда соединятся две гаметы, несущие одну и ту же рецессивную мутацию, она проявится фенотипически.

Исследования показали, что в природных условиях мутация каждого отдельно взятого гена происходит очень редко. На первый взгляд может возникнуть представление, что такая малая изменчивость гена не может дать достаточного материала наследственной изменчивости для естественного отбора. На самом деле это не так. У организма имеется несколько тысяч генов, так что общее число мутаций оказывается значительным. Для той же дрозофилы, например, высчитано, что около 5% ее гамет несут какую-нибудь мутацию. Прямые исследования распространения мутаций в природных популяциях дрозофилы, проведенные в разных географических зонах, показали, что они «насыщены» разнообразными мутациями, большинство которых, однако, в силу рецессивности не проявляется видимо. Значительная стойкость гена имеет большое биологическое значение. Действительно, если бы гены легко и часто изменялись, то существование видов стало бы невозможным, ибо в каждом поколении организмы превращались бы в нечто совершенно новое, не похожее на родителей. Относительная стойкость видов – важное условие приспособления организма к окружающей среде.

Способность к мутированию – одно из основных свойств гена. Разумеется, каждая отдельная мутация вызывается какой-то причиной. Однако в большинстве случаев эти причины остаются нам неизвестными. Мутации связаны с изменениями во внешней среде. Это убедительно доказывается тем, что различными внешними факторами удается резко повысить число возникающих мутаций. Особенно эффективно действующими факторами экспериментального получения мутаций оказываются такие, которые влияют на нуклеиновые кислоты. Это вполне понятно, так как материальной основой генов служит ДНК.

Впервые в опыте резкое повышение числа возникающих наследственных изменений было получено действием лучей Рентгена. Под влиянием рентгенизации число получаемых мутаций удалось повысить в 150 раз и даже более. С тех пор экспериментальное получение мутаций было осуществлено на самых различных организмах – от бактерий и вирусов до млекопитающих и цветковых растений. Кроме лучей Рентгена и других форм ионизирующей радиации, мутации могут быть вызваны самыми различными химическими и физическими воздействиями: температурой, изменением газового режима, влажностью и т.п. Любые изменения, затрагивающие процессы обмена веществ,

оказывают свое влияние и на мутационный процесс. Результаты исследований по экспериментальному получению мутаций показали, что в основном дело сводится к увеличению их частоты. Экспериментально вызываемые наследственные уклонения совершаются в различных направлениях, так же как и естественный процесс мутационной изменчивости. Лишь в самое последнее время намечаются некоторые пути воздействия на направление мутаций. Эти новые возможности базируются на глубоком проникновении в механизм процесса синтеза нуклеиновых кислот.

Экспериментальное получение мутаций имеет и большое практическое значение, так как резко повышает наследственную изменчивость, давая, таким образом, материал для отбора.

Важная закономерность была установлена Н.И. Вавиловым. Она известна под именем закона гомологических рядов наследственной изменчивости. Сущность этого закона сводится к тому, что виды и роды, генетически близкие (т.е. связанные друг с другом единством происхождения), характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости. Зная наследственные изменения у одного вида, можно предвидеть нахождение сходных изменений у родственных видов и родов.

У животных мы также встречаемся с проявлением этой закономерности. Например, у грызунов существуют гомологические ряды по окраске шерсти.

Основные типы мутаций и их классификаций

Мутации, помимо качественных свойств, характеризует и способ возникновения. Спонтанные (случайные) – мутации, возникающие при нормальных условиях жизни. Спонтанный процесс зависит от внешних и внутренних факторов (биологические, химические, физические). Спонтанные мутации возникают у человека в соматических и генеративных тканях. Метод определения спонтанных мутаций основан на том, что у детей появляется доминантный признак, хотя у его родителей он отсутствует. Проведенное в Дании исследование показало, что примерно одна из 24000 гамет несет в себе доминантную мутацию. Ученый Курт Браун предложил прямой метод оценки таких мутаций, а именно: число мутаций разделить на удвоенное количество обследованных индивидов.

Типы мутаций

Генные (точковые) мутации

Затрагивают, как правило, один или несколько нуклеотидов, при этом один нуклеотид может превратиться в другой, может выпасть (делеция), продублироваться, а группа нуклеотидов может развернуться на

180 градусов. Например, широко известен ген человека, ответственный за серповидно – клеточную анемию, который может привести к летальному исходу. Соответствующий нормальный ген кодирует одну из полипептидных цепей гемоглобина. У мутантного гена нарушен всего один нуклеотид (ГАА на ГУА). В результате в цепи гемоглобина одна аминокислота заменена на другую (вместо глутамина – валин). Казалось бы ничтожное изменение, но оно влечет за собой роковые последствия: эритроцит деформируется, приобретая серповидно-клеточную форму, и уже не способен транспортировать кислород, что и приводит к гибели организма. Генные мутации приводят к изменению аминокислотной последовательности белка. Наиболее вероятная мутация генов происходит при спаривании тесно связанных организмов, которые унаследовали мутантный ген у общего предка. По этой причине вероятность возникновения мутации повышается у детей, чьи родители являются родственниками. Генные мутации приводят к таким заболеваниям, как амавротическая идиотия, альбинизм, дальтонизм и др.

Интересно, что значимость нуклеотидных мутаций внутри кодона неравнозначна: замена первого и второго нуклеотида всегда приводит к изменению аминокислоты, третий же обычно не приводит к замене белка. К примеру, «Молчащая мутация» – изменение нуклеотидной последовательности, которая приводит к образованию схожего кодона, в результате аминокислотная последовательность белка не меняется.

Геномные мутации

Главная отличительная черта геномных мутаций связана с нарушением числа хромосом в кариотипе. Эти мутации так же подразделяются на два вида: полиплоидные анеуплоидные.

Полиплоидные мутации ведут к изменению хромосом в кариотипе, которое кратно гаплоидному набору хромосом. Этот синдром впервые был лишь обнаружен в 60-х годах. Вообще полиплодия характерна в основном для человека, а среди животных встречается крайне редко. При полиплоидии число хромосом в клетке насчитывается по 69 (триплоидие), а иногда и по 92 (тетраплоидие) хромосомы. Такое изменение ведет практически к 100% смерти зародыша. Триплоидие имеет не только многочисленные пороки, но и приводит к потере жизнеспособности. Тетраплоидие встречается еще реже, но так же зачастую приводит к летальному исходу.

Анеуплоидные мутации приводят к изменению числа хромосом в кариотипе, не кратные – гаплоидному набору. В результате такой мутации возникают особи с аномальным числом хромосом. Как и триплодия, анеуплодия часто приводит к смерти еще на ранних этапах

развития зародыша. Причиной же таких последствий является утрата целой группы сцепления генов в кариотипе.

В целом же, механизм возникновения геномных мутаций связан с патологией нарушения нормального расхождения хромосом в мейозе, в результате чего образуются аномальные гаметы, что и ведет к мутации. Изменения в организме связаны с присутствием генетически разнородных клеток. Такой процесс называется мозаицизм.

Геномные мутации одни из самых страшных. Они ведут к таким заболеваниям, как синдром Дауна (трисомия, возникает с частотой 1 больной на 600 новорожденных), синдром Клайнфельтера и др.

Хромосомные мутации

Хромосомные мутации приводят к изменению числа, размеров и организации хромосом, поэтому их иногда называют хромосомными перестройками. Хромосомные перестройки делятся на внутри- и межхромосомные. К внутрехромосомным относятся:

Дубликация – один из участков хромосомы представлен более одного раза.

Делеция – утрачивается внутренний участок хромосомы.

Инверсия – повороты участка хромосомы на 180 градусов.

Межхромосомные перестройки (их еще называют транслокации) делятся на:

Реципрокные – обмен участками негомологичных хромосом.

Нереципрокные – изменение положения участка хромосомы.

Дицентрические – слияние фрагментов негомологичных хромосом.

Центрические – слияние центромер негомологичных хромосом.

Хромосомные мутации проявляются у 1% новорожденных. Однако интересно, исследования показали, что нестабильность соматических клеток здоровых доноров не исключение, а норма. В связи с этим была высказана гипотеза о том, что нестабильность соматических клеток следует рассматривать не только как патологическое состояние, но и как адаптивную реакцию организма на измененные условия внутренней среды. Хромосомные мутации могут обладать фенотипическими явлениями. Наиболее распространенный пример – синдром «Кошачьего крика» (плач ребенка напоминает мяуканье кошки). Обычно носители такой делеции погибают в младенчестве. Хромосомные мутации часто приводят к патологическим нарушениям в организме, но в то же время хромосомные перестройки сыграли одну из ведущих ролей в эволюции. Так, у человека 23 пары хромосом, а у обезьяны – 24. Таким образом, различие составляет всего одна хромосома. Ученые предполагают, что в процессе эволюции произошла хотя бы одна перестройка.

Подтверждением этого может служить и тот факт, что 17 хромосома человека отличается от такой же хромосомы шимпанзе лишь одной перцентрической инверсией. Такие рассуждения во многом подтверждают теорию Дарвина.

Классификация мутаций

Трудности определения понятий «мутация» лучше всего иллюстрирует классификация ее типов.

Существует несколько принципов такой классификации:

А. По характеру изменения генома:

1. Геномные мутации – изменение числа хромосом.

Геномные мутации – это мутации, которые приводят к добавлению либо утрате одной, нескольких или полного гаплоидного набора хромосом. Разные виды геномных мутаций называют гетероплоидией и полиплоидией.

Геномные мутации связаны с изменением числа хромосом. Например, у растений довольно часто обнаруживается явление полиплоидии – кратного изменения числа хромосом. У полиплоидных организмов гаплоидный набор хромосом n в клетках повторяется не 2, как у диплоидов, а значительно большее число раз ($3n$, $4n$, $5n$ и до $12n$). Полиплоидия – следствие нарушения хода митоза или мейоза: при разрушении веретена деления удвоившиеся хромосомы не расходятся, а остаются внутри неразделившейся клетки. В результате возникают гаметы с числом хромосом $2n$. При слиянии такой гаметы с нормальной (n) потомок будет иметь тройной набор хромосом. Если геномная мутация происходит не в половых, а в соматических клетках, то в организме возникают клоны (линии) полиплоидных клеток. Нередко темпы деления этих клеток опережают темпы деления нормальных диплоидных клеток ($2n$). В этом случае быстро делящаяся линия полиплоидных клеток образует злокачественную опухоль. Если она не будет удалена или разрушена, то за счет быстрого деления полиплоидные клетки вытеснят нормальные. Так развиваются многие формы рака. Разрушение митотического веретена может быть вызвано радиацией, действием ряда химических веществ-мутагенов.

Геномные мутации в животном и растительном мире многообразны, но у человека обнаружены только 3 типа геномных мутаций: тетраплоидия, триплоидия и анеуплоидия. При этом из всех вариантов анеуплоидий встречаются только трисомии по аутосомам, полисомии по половым хромосомам (три-, тетра- и пентасомии), а из моносомий встречаются только моносомия-Х.

2. Хромосомные мутации, или хромосомные перестройки, – из-

менение структуры хромосом.

Хромосомные мутации – это перестройки хромосом. Участки хромосом могут изменить свое положение, потеряться или удвоиться.

Хромосомные мутации – это мутации, нарушающие существующие группы сцепления или приводящие к возникновению новых групп сцепления. Такое определение указывает на способ, которым эти мутации в первую очередь обнаруживаются. Согласно другому определению, хромосомные мутации – это мутации, обусловленные перестройками хромосом. Хромосомные перестройки бывают разных типов. Пожалуй, наиболее распространенная – рекомбинация, или кроссинговер, при котором происходит обмен гомологичными участками хромосом. Другие типы перестроек хромосом – это транслокации, инверсии, делеции и дупликации.

Разнообразны варианты изменения морфологии хромосом. Различают следующие ХП: – Реципрокные транслокации – обмен участками хромосом. – Робертсоновские транслокации – слияние двух акроцентрических хромосом в одну двуплечую хромосому. – Парацентрическая инверсия – изменение порядка генов на обратный в пределах участка, не затрагивающего центромеру. – Перицентрическая инверсия – то же самое, но в пределах участка, включающего центромеру. – Инсерция – встройка дополнительного хромосомного материала в какой-либо участок хромосомы. – Делеция – потеря участка хромосомы ХП приводят к изменениям кариотипа (хромосомные дупликации)

3. Генные мутации – изменения генов.

Генные, или точковые, мутации связаны с изменением состава или последовательности нуклеотидов в пределах участка ДНК – гена. Нуклеотид внутри гена может быть заменен на другой или потерян, может быть вставлен лишний нуклеотид и т.д. Генные мутации могут привести к тому, что мутантный ген либо перестанет работать и тогда не образуются соответствующие и-РНК и белок, либо синтезируется белок с измененными свойствами, что приводит к изменению фенотипических признаков особи. Вследствие генных мутаций образуются новые аллели, что имеет большое эволюционное значение.

В результате генных мутаций происходят замены, делеции и вставки одного или нескольких нуклеотидов, транслокации, дупликации и инверсии различных частей гена. Если под действием мутации изменяется один нуклеотид, говорят о точковых мутациях. Точковые мутации с заменой оснований разделяют на два класса: транзиции (замена пурина на пурин или пиримидина на пиримидин) и трансверсии (замена пурина на пиримидин или наоборот). Из-за вырожденности

генетического кода могут быть три генетических последствия точковых мутаций: сохранение смысла кодона (синонимическая замена нуклеотида), изменение смысла кодона, приводящее к замене аминокислоты в соответствующем месте полипептидной цепи (миссенс-мутация) или образование бессмысленного кодона с преждевременной терминацией (нонсенс-мутация). В генетическом коде имеются три бессмысленных кодона: амбер – UAG, охр – UAA и опал – UGA. В соответствии с этим получают название и мутации, приводящие к образованию бессмысленных триплетов.

Б. По проявлению в гетерозиготе:

1. Доминантные мутации.

Доминантные мутации – мутации, проявляющиеся в гетерозиготном состоянии в поколении их возникновения и расщепляющиеся в следующих поколениях.

2. Рecessивные мутации.

Рecessивные мутации – мутации, проявляющиеся, если мутантный ген окажется в гомозиготном состоянии.

В. По отклонению от нормы или так называемого дикого типа:

1. Прямые мутации.

Прямые (первичные) мутации – это мутации, вызывающие отклонение от дикого типа. Обратные мутации – это возвращение к дикому типу.

2. Реверсии. Иногда говорят об обратных мутациях, однако очевидно, что они представляют собой только часть реверсий, поскольку в действительности широко распространены так называемые супрессорные мутации.

Мутацию, восстанавливающую исходную структуру гена, – обратной мутацией, или реверсией. Возврат к исходному фенотипу у мутантного организма вследствие восстановления функции мутантного гена нередко происходит не за счет истинной реверсии, а вследствие мутации в другой части того же самого гена или даже другого неаллельного гена. В этом случае возвратную мутацию называют супрессорной.

Г. В зависимости от причин, вызывающих мутации:

1. Спонтанные, возникающие без видимой причины, т.е. без каких-либо индуцирующих воздействий со стороны экспериментатора.

2. Индуцированные мутации.

Современная точка зрения на причины спонтанных мутаций сформировалась в 60-х годах благодаря выяснению механизмов воспроизведения, репарации и рекомбинации генов и открытию фермент-

ных систем, ответственных за эти процессы. Возникла тенденция объяснять генные мутации как ошибки в работе ферментов матричного синтеза ДНК. Сейчас эта гипотеза общепризнана. Притягательность гипотезы заключается также в том, что она позволяет рассматривать и индуцированный мутационный процесс как результат вмешательства внешних факторов в нормальное воспроизведение носителей генетической информации, т.е. дает единое объяснение причин спонтанных и индуцированных мутаций. Большое влияние на развитие теории мутационного процесса оказало изучение его генетического контроля. Были открыты гены, мутации которых могут повышать или понижать частоту как спонтанных, так и индуцированных мутаций. Эти и другие факты, которые будут рассмотрены далее, – убедительные аргументы в пользу существования общих причин индуцированного и спонтанного мутационного процесса.

Первое объяснение механизма мутационных изменений (генных мутаций и хромосомных аберраций) было предложено в 1935 г. Н. В. Тимофеевым-Ресовским, К. Циммером и М. Дельбрюком на основании анализа радиационного мутагенеза у высших организмов и прежде всего у дрозофилы. Мутация рассматривалась как результат мгновенной перестройки атомов в сложной молекуле гена. Причиной такой перестройки считалось непосредственное попадание в ген кванта или ионизирующей частицы (принцип попадания) или же случайные колебания атомов. Открытие в дальнейшем эффекта последствия ионизирующих излучений показало, что мутации возникают в результате процесса, длящегося во времени, а не непосредственно в момент прохождения кванта энергии или ионизирующей частицы через ген.

Перспективы преодоления этих и других противоречий зарождающейся теории мутационного процесса были намечены в физиологической гипотезе мутационного процесса, высказанной в 1946 г. М. Е. Лобашевым.

Сущность гипотезы М.Е. Лобашева заключалась в том, что «благодаря способности клетки репарировать полученные повреждения становление мутации должно осуществляться в процессе обратимости повреждения, т.е. в процессе восстановления (репарации)». Это означало, что появлению мутации должно предшествовать предмутационное состояние или потенциальное изменение, которое может быть устранено (тождественная репарация) либо реализуется в виде мутации (нетождественная репарация). Для доказательства существования таких предмутационных состояний М.Е. Лобашев, его ученики К.В. Ватти, М.М. Тихомирова и другие в опытах с дрозофилой, облученной

рентгеновыми лучами, дополнительно воздействовали на нее высокой температурой, которая сама по себе мутаций практически не вызывала. Мухи, подвергнутые такому комбинированному воздействию, обнаруживали более высокую мутабельность, чем после воздействия только рентгеновыми лучами.

Только эти четыре способа классификации изменений генетического материала носят достаточно строгий характер и имеют универсальное значение. Каждый из подходов в этих способах классификации отражает некоторую существенную сторону возникновения либо проявления мутаций у любых организмов: эукариот, прокариот и их вирусов.

Существуют и более частные подходы к классификации мутаций:

Д. По локализации в клетке:

1. Ядерные.

Ядерные мутации – геномные, хромосомные, точечные.

2. Цитоплазматические. В этом случае обычно подразумевают мутации неядерных генов.

Цитоплазматические мутации – связанные с мутациями неядерных генов находящихся в митохондриальной ДНК и ДНК пластид – хлоропластов.

Е. По отношению к возможности наследования:

1. Генеративные, происходящие в половых клетках

Если мутации возникают в половых клетках, их называют генеративными мутациями, а если в других клетках организма – соматическими мутациями. Соматические мутации могут передаваться потомству при вегетативном размножении. Генеративные мутации – унаследованные мутации, они возникают в половых клетках, но не влияют на признаки данного организма, а проявляются только в следующем поколении.

2. Соматические, происходящие в соматических клетках

Соматические мутации – мутации в клетках тела. Если изменяются гены в соматических клетках, то мутации проявляются у данного организма и не передаются потомству при половом размножении. Однако при бесполом размножении, если организм развивается из клетки или группы клеток, имеющих мутировавший ген, мутации могут передаваться потомству. Такие мутации называются соматическими.

Очевидно, два последних способа классификации мутаций применимы только к эукариотам, а рассмотрение мутаций с точки зрения их возникновения в соматических или половых клетки имеет отношение только к многоклеточным эукариотам.

Наконец, очень часто мутации классифицируют по их фенотипическому проявлению, т.е. в зависимости от изменяющегося призна-

ка. Тогда рассматривают мутации летальные, морфологические, биохимические, поведенческие, устойчивости или чувствительности к повреждающим агентам и т.д. Возможно, это наиболее эклектичный способ классификации, но им довольно часто пользуются в специальной литературе.

В общем виде можно сказать, что мутации – это наследуемые изменения генетического материала. Об их появлении судят по изменениям признаков. В первую очередь это относится к генным мутациям. Хромосомные и геномные мутации выражаются также в изменении характера наследования признаков.

Эволюция генов и геномов

Анализ структуры и изменчивости генетического материала служит основой для различных теорий эволюции гена как элементарного носителя генетической информации. Какова была исходная организация гена? Или, другими словами, обусловлены ли различия между эукариотическими и прокариотическими генами приобретением интронов эукариотами или потерей интронов прокариотами?

Как ни парадоксально, распространено мнение, что мозаичная структура гена эукариот является более древним типом организации генома, чем непрерывная структура прокариотических генов. Возможно, геном прокариот образовался путем удаления интронов с целью компактизации генетического материала. Однако не все эволюционисты согласны с такой точкой зрения.

Другая не менее сложная проблема генетики – эволюция геномов. Не касаясь всех аспектов этого вопроса, отметим два принципиальных отличия при переходе с прокариотического на эукариотический уровень организации клетки. Это тенденция к большей автономности гена и генетических регуляторных систем, а также хромосомный уровень организации генетического материала.

В сравнительных исследованиях эукариотических геномов просматривается несколько интересных закономерностей. Отсутствует корреляция между размерами генома эукариот и эволюционной сложностью организма. Количество ДНК у некоторых амфибий в десятки раз превышает количество ДНК человека, причем у близкородственных видов амфибий количество ДНК может различаться в 100 раз. Чем выше уровень организации организмов, тем ниже доля экзонов в их геномах. Так, у дрожжей экзоны составляют 70% генома, у дрозофилы – 20%, у человека – 1,1–1,4%. Так-же уменьшается средняя плотность генов на единицу длины генома: у дрожжей – 450 генов на 1 млн п. н., у червя *C. Elegans* – около 200, у человека – всего 10. Вместе с тем ге-

номы демонстрируют высокую степень консервативности. Так, гены человека на 50% сходны с генами червя *C. elegans*, а в геноме мыши не обнаружено всего 300 «человеческих» генов (из примерно 30 000), причем 80% генов почти идентичны (Тарантул В.З., 2003).

Сходство и различие хромосом разных видов позволили выявить метод дифференциальной окраски еще в 1970-х гг. Анализ хромосом человека и человекообразных обезьян показал большую схожесть их структуры. В кариотипе человека хромосома 2, вероятно, образовалась в процессе эволюции в результате робертсоновской транслокации (она соответствует хромосомам 12 и 13 шимпанзе и хромосомам 13 и 14 гориллы и орангутана). Вследствие этой перестройки кариотип человека уменьшился на одну пару. Четыре хромосомы человека отличаются от хромосом шимпанзе перичентрической инверсией. Выявлению гомологии между хромосомами и анализу эволюционных преобразований способствовало секвенирование геномов. Хотя многие группы сцепления в процессе эволюции могут перемещаться, между видами сохраняются гомологии этих участков. Так, нуклеотидные последовательности, составляющие каждую хромосому человека, разбросаны по разным хромосомам мыши. Эту фразу можно прочитать и с «другого конца»: нуклеотидные последовательности, составляющие каждую хромосому мыши, разбросаны по разным хромосомам человека.

В последнее время важным фактором эволюции геномов эукариот считают хромосомные перестройки, происходящие при активном участии МГЭ.

Анализ геномов человека и *шимпанзе* демонстрирует гомологию до 99%. Основное значение в разительных фенотипических различиях человека и антропоидов многими авторами придается изменениям в регуляторных генах. Однако есть и другие версии. Так, только у человека, в отличие от антропоидов и других млекопитающих, продублирован на Y-хромосоме участок X-хромосомы размером 4 млн п. н. Значительно выше в человеческом геноме «вклад» *ретровирусов*. Показано, что ретротранспозоны, являющиеся наследием внедрившихся миллионы лет назад *ретровирусов*, иногда сохраняют способность к транскрипции. Поэтому многочисленные их копии можно рассматривать не как результат внедрения новых ретровирусов, а как функционирование провируса.

Роль горизонтального переноса является «горячей точкой» эволюционной биологии. Последние молекулярно-генетические исследования, особенно в рамках проекта «Геном человека», показали, что вклад горизонтального переноса в эволюцию геномов эукариот несравненно выше, чем считали ранее. У человека более трети генома

представлено транспозонами. *Ретротранспозоны* являются потомками внедрившихся в геном миллионы лет назад *ретровирусов*, а *ДНК-транспозоны* несут генетический материал бактерий. Только *ретротранспозонов* выделяют более 200 разновидностей. Около 3% генома человека (примерно 300 000 копий) представляют наследство бактериальных транспозонов, интегрированных в глубинах эволюции. Некоторые генетики считают, что внедрение в геном человека в ходе эволюции экзогенной ДНК вирусов и прокариот сыграло решающую роль в ходе антропогенеза.

В настоящее время эволюционная геномика вносит основной вклад в создание естественной системы живой природы.

В геномах эукариот выявлены особые генные семейства. Их экзонные весьма схожи между собой, хотя и не идентичны. Так, в геноме человека выявлено около полутора тысяч таких семейств. Поскольку большая часть генных семейств не специфична для человека и даже позвоночных, можно сделать вывод о раннем времени их образования в эволюции.

Так же как и рассмотренные выше повторы, генные семейства делятся на сцепленные и диспергированные. Основной эволюционный путь возникновения сцепленных генных семейств – дупликация единственного гена-предшественника, а диспергированных генных семейств – ретротранспозиция.

Возникающие путем дупликации копии генов постепенно мутируют и приобретают некоторые различия. Такой процесс называется **дивергенцией**. Однако и после этого они обычно выполняют сходную функцию. Разные гены семейства могут быть разбросаны в разных местах, даже на разных хромосомах. Так, у человека обнаружено 111 генов белков кожи – *кератинов*, около 200 копий генов р-РНК, около 500 копий генов т-РНК, около 1000 копий генов-рецепторов обоняния, около 2000 копий генов 5S-РНК.

Во многих генных семействах большинство составляют не функционирующие гены, а псевдогены. Некоторые псевдогены имеют такую же структуру, как и активные гены с чередованием экзонов и интронов. Вероятно, они произошли путем дупликаций, а неактивными копии стали в результате мутаций, нарушающих какие-либо стадии экспрессии. Другие псевдогены состоят исключительно из экзонов. Предполагается их происхождение путем обратной транскрипции по типу *ретровирусов*. Весьма интересна возможность обратного превращения псевдогена в функционирующий ген в процессе эволюции. Такие случаи описаны, рассматриваются различные механизмы активации

ции псевдогенов (Гринев В.В., 2006). По одной версии, псевдогены являются «эволюционным резервом» эукариотического генома, по другой, – представляет собой «тупики эволюции», побочный эффект перестроек некогда функционирующих генов.

Псевдогены – не единственный генетический материал с непонятной эволюционной ролью. Менее 30% генома человека (и других млекопитающих) организовано в гены и геноподобные структуры, причем из этих областей транскрибируется меньше половины, а на кодирование белков используется чуть больше 1% генома. Остальные транскрибируемые участки ДНК – это интроны, гены РНК, некоторые псевдогены.

Более 70% генома человека приходится на межгенную ДНК. Эта область насыщена различными повторами, доля которых оказалась значительно выше, чем предполагалось ранее. Хотя они представляются бессмысленным набором нуклеотидов, у эукариот их число возрастает по мере повышения уровня организации. Так, если у низших беспозвоночных животных доля повторов в геноме составляет 5–7%, то у млекопитающих их около 30 %. Больше всего повторов обнаружено у человека. На сегодняшний день мы еще очень мало знаем о роли межгенной ДНК вообще и повторов в частности. В эволюционной биологии уже давно активно обсуждается гипотеза «эгоистичной ДНК», которая существует только для собственного воспроизведения (Orgel L., Crick F., 1980). Такая гипотеза скорее демонстрирует наше бессилие в определении функциональной роли межгенной ДНК. Различные версии остаются чисто умозрительными. Некоторые авторы даже допускают, что межгенная ДНК является носителем другого генетического кода с неизвестной функцией (Гринев В.В., 2006).

Расчеты популяционной генетики позволили определить предельное число условных генов, которое может обеспечивать эволюционную стабильность генома.

Учитывая среднюю частоту мутаций и их вредность для организма в большинстве случаев, можно считать, что ни один организм не сможет иметь более 30 000 генов (Айала Ф., Кайгер Дж., 1988). Однако отмеченные выше сложности идентификации гена не позволяют назвать точное их число. Даже успешное завершение программы «Геном человека» не устранило разногласий среди ученых. Хотя большинство авторов склоняются к цифре в районе 30 000, другие авторы не согласны с ней, считая, что число генов у человека превышает 70–80 тысяч (Гринев В. В., 2006). Неоднозначность отношения числа генов и белков заставляет думать, что окончательная оценка числа генов будет сделана позже.

5. ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ: КЛЕТКА, ОРГАНИЗМ

Клетка — основная форма организации живой материи.

1. Методы изучения клеток:

А) Световая микроскопия - используется для изучения клеточной формы и структуры

Б) Электронная микроскопия - используется для изучения крупных белковых молекул

В) Метод замораживания-скальвания - с помощью этого метода исследуются тончайшие детали строения клетки, при этом получается объемное изображение в трансмиссионном электронном микроскопе

Г) Авторадиография - Если добавить в среду радиоактивный изотоп, поглощаемый клетками в процессе метаболизма, то его внутриклеточную локализацию можно затем выявить с помощью авторадиографии

Д) Дифференциальное центрифугирование - Принцип метода состоит в том, что при центрифугировании развивается центробежная сила, под воздействием которой взвешенные частицы оседают на дно центрифужной пробирки

Е) Метод культуры клеток - Метод представляет собой выращивание, кусочков тканей или органов вне организма в искусственных условиях с постоянными физико-химическими условиями, где они размножаются и продуцируют различные ценнейшие вещества – гормоны, ферменты, антитела и другие биологически активные.

2. Микроскопическая техника:

•Микроскопическая техника вносит огромный вклад в изучение клетки. Однако, когда речь идет о выявлении функций отдельных органелл, необходимы еще и различные другие методы исследования. Обычно, для того чтобы определить функцию той или иной органеллы, нужно отделить данную органеллу от других клеточных компонентов и заставить ее выполнять эту функцию.

•С помощью специальной микроскопической техники производят измерение средней длины волокна, а в специальных приборах (классификаторах) - фракционирование образцов целлюлозы по длине волокон и устанавливают распределение по длине волокна. Наглядным примером использования микроскопической техники является обнаружение слоев окислов, образующихся на металле. Размеры и форма зерен, их распределение и расположение в окисной плёнке и другие металлографические характеристики также изучаются при помощи микроскопа.

•Некоторые наиболее эффективные и широко распространенные приемы микроскопической техники. Сюда входят следующие операции: подготовка материала, предобработка и фиксация материала, мацерация, окрашивание и монтирование препаратов и перевод временных препаратов в постоянные.

3. Световая, фазово-контрастная, ультрафиолетовая, люминесцентная и электронная микроскопия:

•Световая микроскопия обеспечивает увеличение до 2-3 тысяч раз, цветное и подвижное изображение живого объекта, возможность микрокиносъемки и длительного наблюдения одного и того же объекта, оценку его динамики.

Достоинство световой микроскопии - возможность изучать водосодержащие объекты; новые перспективы открывает использование световой микроскопии в сочетании с компьютерной техникой.

•Фазово-контрастное устройство позволяет превратить изменение фазы лучей, прошедших через частицы неокрашенного препарата, в изменения амплитуды, воспринимаемые человеческим глазом, и, таким образом, позволяет сделать неокрашенные препараты отчетливо видимыми. Существенными недостатками фазово-контрастной микроскопии являются слабая контрастность получаемых изображений и наличие светящихся ореолов вокруг объектов. Фазово-контрастная микроскопия не увеличивает разрешающей способности микроскопа, но помогает выявить детали структуры живых бактерий, стадии их развития, изменения в них под действием различных агентов (антибиотики, химические вещества и т.д.).

• Ультрафиолетовые лучи применяются в микроскопии для повышения разрешающей способности оптического микроскопа и для дифференциации на исследуемом шлифе элементов и фаз различного химического состава. Метод основан на способности некоторых веществ избирательно поглощать ультрафиолетовые лучи с определенной длиной волны, принципиально почти ничем не отличается от обычной световой микроскопии и осуществляется при помощи микроскопов с кварцевой или отражательной (зеркальной) оптикой

• Люминесцентный метод основан на способности некоторых веществ светиться под действием коротковолновых лучей света. При этом длина волны излучаемого при люминесценции света всегда будет больше, чем длина волны света, возбуждаемого люминесценцию. Препараты для люминесцентной микроскопии окрашивают специальными светящимися люминесцентными красителями – флуохромами (акридиновый оранжевый).

- Для изучения структуры клеток на субклеточном и молекулярном уровнях, а также для изучения вирусов используют электронную микроскопию.

Ценность электронной микроскопии заключается в её способности разрешать объекты, не разрешаемые оптическим микроскопом в видимом или ультрафиолетовом свете. Электронно-микроскопическому исследованию могут быть подвергнуты как ультратонкие срезы различных тканей, клеток, микроорганизмов, так и целые бактериальные клетки, вирусы, фаги, а также субклеточные культуры, выделяемые при разрушении клеток различными способами. Схема электронного микроскопа аналогична схеме светового, в котором все оптические элементы заменены соответствующими электрическими: источник света – источником электронов, стеклянные линзы – линзами электромагнитными.

4. Цитохимические методы:

- Цитохимические исследования основаны на использовании специфических химических цветных реакций для определения в клетках различных веществ (под действием специально подобранных реактивов происходит окрашивание тех или иных веществ в цитоплазме, а по степени и характеру окраски судят о количестве или активности исследуемых веществ). Цитохимические исследования относительно несложны, но уступают в точности количественному анализу, проводимому с помощью биохимических методов.

- При цитохимическом исследовании чаще пользуются полуколичественной оценкой результатов, используя принцип Астальди, основанный на выявлении различной степени интенсивности специфической окраски. В зависимости от нее исследуемые элементы делят на 4 группы: с отрицательной реакцией (-), слаболожительной (+), положительной (++) и резко положительной (+++).

- Метод полуколичественной оценки является ориентировочным, но позволяет сравнивать распределение исследуемых веществ в разных клеточных элементах или в одних и тех же клетках при различных патологических состояниях организма, а также в зависимости от течения заболевания, степени его тяжести и в связи с проводимой терапией.

- Следует иметь в виду, что цитохимический метод может быть использован только в качестве дополнения к морфологическому исследованию, но не может его заменить. Недостатком всех цитохимических реакций является их приблизительная качественная оценка, основанная на степени интенсивности окраски. Еще тоньше методы с при-

менением меченых изотопов. Если в клетку ввести содержащие изотопы (радиоактивные) соединения, о которых известно, что они служат исходным материалом для синтеза вполне определенных веществ, то образовавшиеся из них вещества будут также радиоактивными.

5. Дифференциальное центрифугирование, хроматография и электрофорез

• Для того чтобы изучить состав и функции тех или иных клеток, применяют метод дифференциального центрифугирования. Он основан на том, что различные клеточные органеллы и включения имеют различную плотность. При очень быстром вращении в специальном приборе - ультрацентрифуге - органеллы тонко измельченных клеток выпадают в осадок из раствора, располагаясь слоями в соответствии со своей плотностью: более плотные компоненты осаждаются при более низких скоростях центрифугирования, а менее плотные - при более высоких скоростях.

• Хроматографией называется экспериментальный метод разделения компонентов смеси между стационарной (неподвижной) фазой и подвижной фазой. По характеру стационарной фазы хроматография подразделяется на два типа - адсорбционную и распределительную.

В адсорбционной хроматографии стационарной фазой является твердое вещество. Это твердое вещество адсорбирует порцию каждого компонента из смеси. В распределительной хроматографии стационарной фазой является жидкость. Компоненты смеси распределяются между этой жидкостью и подвижной фазой.

• Электрофорез - это физиотерапевтическая процедура, при которой организм человека подвергается воздействию постоянных электрических импульсов с целью оказания общего и местного терапевтического эффекта. Также с помощью электрофореза производится введение лекарственных средств через кожу и слизистые оболочки. Данный путь введения препаратов обладает рядом преимуществ среди других методов введения.

Выделяют следующие основные пути введения лекарственных препаратов:

- с помощью электрофореза;
- инъекционный путь (внутримышечно, внутривенно, внутрикожно, подкожно);
- пероральный путь (через рот).

Так, например, данный метод исследования позволяет выявить белковые аномалии и в настоящее время широко используется многи-

ми странами для диагностики:

- инфекционно-воспалительных заболеваний;
- болезней печени;
- болезней почек;
- генетических и иммунных нарушений;
- злокачественных опухолей.

Также на сегодняшний день электрофорез, при котором применяются белковые растворы и золи (коллоидные растворы), является физиотерапевтическим методом лечения и профилактики многих заболеваний.

6. Рентгеноструктурный анализ

Рентгеноспектральный анализ это раздел аналитической химии, использующий рентгеновские спектры элементов для химического анализа веществ. Рентгеноспектральный анализ по положению и интенсивности линий характеристического спектра позволяет установить качественный и количественный состав вещества и служит для экспрессного неразрушающего контроля состава вещества. Рентгеноспектральный анализ основан на использовании зависимости частоты излучения линий характеристического спектра элемента от их атомного номера и связи между интенсивностью этих линий и числом атомов, принимающих участие в излучении. Важной областью применения рентгеноспектрального анализа является определение толщины защитных покрытий без нарушения поверхности изделий. Рентгеноспектральный анализ хорошо зарекомендовал себя при определении Рb и Вг в нефти и бензинах, серы в газолине, примесей в смазках и продуктах износа в машинах, при анализе катализаторов, при осуществлении экспрессных силикатных анализов и других.

7. Метод ядерного магнитного резонанса

•Метод ядерного магнитного резонанса (ЯМР) основан на взаимодействии внешнего магнитного поля с ядрами, имеющими магнитный момент, т. е. для ядер с ненулевым спином. К ним относятся ^1H , ^{13}C , ^{15}N , ^{31}P и другие.

•Ядерный магнитный резонанс (ЯМР), представляющий собой одно из направлений радиоспектроскопии, с 1950 г. применяют для определения влажности твердых материалов и жидкостей. По теоретическим основам ЯМР и технике его применения имеется обширная литература, в связи с чем ограничимся элементарным изложением принципиальных основ влагомеров ЯМР и рассмотрением применяемой в них аппаратуры.

- Главным преимуществом ЯМР по сравнению с другими видами спектроскопии является возможность преобразования и видоизменения ядерного спинового гамильтониана по воле экспериментатора практически без каких-либо ограничений и подгонки его под специальные требования решаемой задачи. Высокая специфичность и оперативность метода ЯМР, отсутствие химического воздействия на образец, возможность непрерывного измерения параметров открывают многообразные пути его применения в промышленности. Внедрению метода ЯМР препятствовали: сложность аппаратуры и ее эксплуатации, высокая стоимость спектрометров, исследовательский характер самого метода.

- Явление ядерного магнитного резонанса можно применять не только в физике и химии, а и в медицине: организм человека – это совокупность все тех же органических и неорганических молекул. Чтобы наблюдать это явление, объект помещают в постоянное магнитное поле и подвергают действию радиочастотных и градиентных магнитных полей.

8. Культивирование клеток на искусственных питательных средах

- Изолированные клетки и ткани культивируют на многокомпонентных питательных средах. Они могут существенно различаться по своему составу, однако, в состав всех сред обязательно входят необходимые растениям макро- и микроэлементы, углеводы, витамины. Фитогормоны и их синтетические аналоги.

- Углеводы (обычно это сахароза или глюкоза) входят в состав любой питательной смеси в концентрации 2-3%. Они необходимы в качестве питательного компонента, так как большинство каллусных тканей лишено хлорофилла и не способны к автотрофному питанию. Поэтому их выращивают в условиях рассеянного освещения или в темноте.

- Высокое содержание нитратов, ионов аммония, калия, фосфата способствует быстрому росту клеток. Истощение среды значительно снижает рост и процессы вторичного метаболизма. В качестве дополнительного источника азота в состав сред добавляют аминокислоты или гидролизат казеина - источник аминокислот.

- В состав сред включают водорастворимые витамины; тиамин, рибофлавин, биотин, пантотеновую кислоту, пиридоксин, аскорбиновую кислоту. Обязательными компонентами питательных сред должны быть фитогормоны. К ним относятся ауксины, вызы-

вающие дифференцировку клеток экспланта, и цитокинины, индуцирующие клеточные деления. При изменении соотношения между этими фитогормонами или при добавлении других фитогормонов могут быть вызваны разные типы морфогенеза.

- Обработка гибберелловой кислотой семян и клубней приводит к снятию у них покоя и стимулирует быстрое прорастание. Ее действие на озимые злаки заменяет яровизацию, необходимую для таких растений.

В составе культурных сред используют гибберелловую кислоту для поддержания роста суспензионных культур, а также для индукции побегообразования.

- В состав некоторых сред входит ЭДТА (этилендиаминтетрауксусная кислота) или 25-26 ее натриевая соль, которые улучшают доступность железа для клеток.

9. Структурно-функциональная организация прокариотических клеток

К прокариотам относятся бактерии, в том числе цианобактерии (синезеленые водоросли) и археи.

Характерные особенности:

- Отсутствие четко оформленного ядра
- Наличие жгутиков, плазмид и газовых вакуолей
- Структуры, в которых происходит фотосинтез
- Формы размножения — бесполой способ, имеется псевдосексуальный процесс, в результате которого происходит лишь обмен генетической информацией, без увеличения числа клеток.

- Размер рибосомы — 70S (по коэф. седиментации различают и рибосомы др. типов, а также субчастицы и биополимеры, входящие в состав рибосом)

- Молекула ДНК-укладка в виде петель, комплексируется некоторыми гистоновыми белками, образуя нуклеоид. Основная масса ДНК (95 %) активно транскрибируется в каждый данный момент времени

- Для клеток прокариот характерно отсутствие ядерной оболочки, ДНК упакована без участия гистонов. Тип питания осмотрофный и автотрофный (фотосинтез и хемосинтез). Единственная крупная кольцевая (у некоторых видов — линейная) двухцепочечная молекула ДНК, в которой содержится основная часть генетического материала клетки (так называемый нуклеоид) не образует комплекса с белками-гистонами (так называемого хроматина)

10. Строение клеточной оболочки

Клеточная стенка — важный и обязательный структурный элемент подавляющего большинства прокариотных клеток, располагающийся под капсулой. На долю клеточной стенки приходится от 5 до 50% сухих веществ клетки. Клеточная стенка служит механическим барьером между протопластом и внешней средой и придает клеткам определенную, присущую им форму. По строению и химическому составу клеточная стенка прокариот резко отличается от таковой эукариотных организмов. В ее состав входят специфические полимерные комплексы, которые не содержатся в других клеточных структурах.

Химический состав и строение клеточной стенки постоянны для определенного вида и являются важным диагностическим признаком. Клеточная стенка состоит из семи групп веществ: пептидогликан, тейхоевые кислоты, полисахариды, белки, липиды, липополисахариды, липопротеиды. Пептидогликан содержится только в стенках прокариот (у эукариот отсутствует). По компонентам, структуре и механизму биосинтеза, клеточные стенки бактерий коренным образом отличаются от таковых у животных и растений. По этой причине лекарственные препараты, специфически воздействующие на бактериальные стенки и на процесс их синтеза, безвредны для высших организмов. Клеточная стенка имеет диффузионные поры, через которые могут проникать соли и низкомолекулярные органические вещества с размером молекул до 5-10 нм. Существуют прокариоты, не имеющие клеточной стенки. Это группа микоплазм, сапрофитов и внутриклеточных паразитов растений и животных.

11. Особенности генетического материала

- Наследственный материал прокариотической клетки содержится в единственной кольцевой молекуле ДНК. Она располагается непосредственно в цитоплазме клетки, где также находятся необходимые для экспрессии генов тРНК и ферменты, часть из которых заключена в рибосомах.

- В прокариотической клетке, где наследственный материал и аппарат биосинтеза белка пространственно не разобщены, транскрипция и трансляция происходят почти одновременно

- Бактерии являются гаплоидными организмами, то есть имеют один набор генов, содержание ДНК у них непостоянно

- У бактерий в естественных условиях передача генетической информации происходит не только по вертикали, то есть от родительской клетки дочерним, но и по горизонтали с помощью различных механизмов: конъюгации, трансдукции, трансформации.

- У бактерий очень часто помимо хромосомного генома имеется дополнительный плазмидный геном, наделяющий их важными биологическими свойствами, нередко специфическим иммунитетом к различным антибиотикам и другим химиопрепаратам.

Особенность генетической информации, содержащейся в нехромосомных элементах, ее необязательность для жизнедеятельности бактерий, то есть в ее отсутствии бактериальная клетка жизнеспособна, но, как видно из дальнейшего материала, важная роль не хромосомных генетических элементов заключается в том, что они расширяют возможности существования бактериального вида, обеспечивают обмен генетическим материалом на большие расстояния по горизонтали и играют определенную роль в эволюции прокариот.

12. Органоиды и включения

• Включения – необязательные органоиды. Природа и функция их могут быть различны. В одних случаях включения выполняют запасную функцию, в других могут быть продуктами обмена бактериальной клетки. Представлены зернами (гранулами) полисахаридов Гранулезы, гликогена, полифосфата Волютина, Каплями масла, серы.

- Органоиды – это постоянные структуры клеток выполняющие определённую функцию. Прокариоты лишены большинства органоидов, у них имеются лишь клеточная мембрана и рибосомы, отличающиеся от цитоплазматических рибосом клеток эукариот.

- Отсутствуют некоторые органоиды: Митохондрии, ЭПС, аппарат Гольджи, а рибосомы лежат в цитоплазме. Клеточная стенка состоит из мууреина. Размножение путём амитоза (бактерии, сине-зелёные водоросли). Вместо хлорофилла – фитоциан (пигмент).

13. Структурно-функциональная организация эукариотических клеток

- Ядро клетки играет основную роль в ее жизнедеятельности, с его удалением клетка прекращает свои функции и гибнет. В большинстве животных клеток одно ядро, но встречаются и многоядерные клетки (печень и мышцы человека, грибы, инфузории, зеленые водоросли)

- Ядро окружено двойной мембраной, пронизанной порами, посредством которых оно тесно связано с каналами эндоплазматической сети и цитоплазмой. Внутри ядра находится хроматин - спирализованные участки хромосом. В период деления клетки они превращаются в палочковидные структуры, хорошо различимые в световой микроскоп. Хромосомы - это сложный комплекс белков с ДНК, называемый нуклеопротеидом.

•Функции ядра состоят в регуляции всех жизненных отправлений клетки, которую оно осуществляет при помощи ДНК и РНК-материальных носителей наследственной информации. В ходе подготовки к делению клетки ДНК удваивается, в процессе митоза хромосомы расходятся и передаются дочерним клеткам, обеспечивая преемственность наследственной информации у каждого вида организмов.

•Таким образом, клетка обладает тонкой и весьма сложной организацией. Обширная сеть цитоплазматических мембран и мембранный принцип строения органоидов позволяют разграничить множество одновременно протекающих в клетке химических реакций. Каждое из внутриклеточных образований имеет свою структуру и специфическую функцию, но только при их взаимодействии возможна гармоничная жизнедеятельность клетки.

14. Морфологическое и функциональное разнообразие клеток

•По количеству клеток организмы делят на одноклеточные и многоклеточные. Одноклеточными являются все прокариоты и целый ряд эукариот (многие виды водорослей, грибов и простейшие животные), которые поражают необычайным разнообразием форм и размеров. Однако большинство организмов все же является многоклеточными. Их клетки специализируются на выполнении определенных функций и образуют ткани и органы, что не может не отражаться на морфологических особенностях.

•Форма клеток может быть округлой, цилиндрической, кубической, призматической, дисковидной, веретеновидной, звездчатой и др. Так, яйцеклетки имеют округлую форму, клетки эпителия — цилиндрическую, кубическую и призматическую, форму двояковогнутого диска имеют эритроциты крови, веретеновидными являются клетки мышечной ткани, а звездчатую — клетки нервной ткани. Ряд клеток вообще не имеет постоянной формы. К ним относятся, прежде всего, лейкоциты крови.

Размеры клеток также существенно варьируют: большинство клеток многоклеточного организма имеют размеры от 10 до 100 мкм, а наименьшие — 2-4 мкм. Нижний предел обусловлен тем, что клетка должна иметь минимальный набор веществ и структур для обеспечения жизнедеятельности, а слишком большие размеры клетки будут препятствовать обмену веществ и энергии с окружающей средой, а также будут затруднять процессы поддержания гомеостаза. Между размерами клеток и размерами тела не существует прямой зависимости. Так, клетки мышц слона и мыши имеют одинаковые размеры.

•Несмотря на многообразие форм, клетки разных типов обладают поразительным сходством главных структурных особенностей. В качестве единого целого клетка реагирует и на воздействие внешней среды. При этом одна из ее особенностей как целостной системы — обратимость некоторых происходящих в ней процессов. Например, после того как клетка отреагировала на внешние воздействия, она возвращается к исходному состоянию. В ней сосредоточена наследственная информация, обеспечивающая сохранность вида и разнообразие особей.

15. Мембранная система

Свойства мембран: пластичность, полупроницаемость, динамичность.

Функции мембран:

- 1) структурная (входят в состав большинства органоидов);
- 2) барьерная (поддерживает постоянство химического состава и защитная);
- 3) регуляция обменных процессов;
- 4) рецепторная;
- 5) транспортная.

Плазмолемма включает комплекс элементарных мембран: 3-4 - у животной, 7-8 - у растительной клетки. Через плазмалемму осуществляется транспорт веществ в клетку. Транспорт бывает пассивный и активный.

Функция плазматической мембраны:

-она образует барьер, отграничивающий внутреннее содержимое клетки от внешней среды.

-транспорт веществ.

-обеспечивает вязь между клетками в тканях многоклеточных организмов

•Поверхность клетки не сплошная. В цитоплазматической мембране есть многочисленные мельчайшие отверстия – поры, через которые, с помощью ферментов, внутрь клетки могут проникать ионы и мелкие молекулы. Кроме того, ионы и мелкие молекулы могут попадать в клетку непосредственно через мембрану. Поступление ионов и молекул в клетку – не пассивная диффузия, а активный транспорт, требующий затрат энергии. Транспорт веществ носит избирательный характер. Избирательная проницаемость клеточной мембраны носит название полупроницаемости.

16. Цитоплазматический матрикс

•Цитоплазматический матрикс (гиалоплазма, цитозоль) – это основное вещество цитоплазмы. Матрикс представляет собой водорастворимую часть цитоплазмы. Содержит около 90 % воды, в которой растворены макромолекулы и молекулярные комплексы (образующие коллоидный раствор), а также малые молекулы и ионы (образующие истинный раствор). В целом матрикс представляет собой жидкий коллоидный раствор – золь. При определенных условиях матрикс переходит в студневидное состояние – гель. Переходы золь в гель и геля в золь – это нормальное состояние физиологически активной клетки; с этими переходами связано движение цитоплазмы, амебоидное движение клеток и изменение их формы.

•Функции матрикса:

- место хранения биологических молекул;
- среда для протекания биохимических реакций;
- место хранения включений;
- транспорт веществ;
- поддержание постоянства внутриклеточной среды (рН, водно-солевого режима и т.д.).

• Цитоплазма эукариотических клеток пронизана трехмерной сеткой из белковых нитей (филаментов), называемой цитоскелетом – это часть цитоплазмы, представленная фибриллярными (волоконными) структурами. В зависимости от диаметра филаменты разделяются на три группы: микрофиламенты (6-8 нм), промежуточные волокна (около 10 нм) и микротрубочки (около 25 нм). Все эти волокна представляют собой полимеры, состоящие из субъединиц особых глобулярных белков.

•Микрофиламенты – это нитевидные структуры, образующие сократимые комплексы. Микрофиламенты пронизывают всю клетку и составляют основу цитоскелета. К ним прикрепляются все остальные органоиды клетки.

•Микротрубочки представляют собой вытянутые полые цилиндры диаметром 25 нм. Микротрубочки сосредоточены в центре клетки и на ее периферии. Они входят в состав центриолей, органоидов движения, веретена деления, образуют цитоскелет в выступающих частях клеток (например, в аксонах нервных клеток).

17. Клеточные оргanelлы

Органоиды клетки - постоянные клеточные структуры, клеточные органы, обеспечивающие выполнение специфических функций в процессе жизнедеятельности клетки - хранение и передачу генетиче-

ской информации, перенос веществ, синтез и превращения веществ и энергии, деление, движение и др.

К органоидам клеток эукариот относятся:

- хромосомы,
- клеточная мембрана,
- митохондрии,
- комплекс Гольджи,
- эндоплазматическая сеть,
- рибосомы,
- микротрубочки,
- микрофиламенты,
- лизосомы;

18. Генетический материал

•Генетический материал эукариот сконцентрирован в ядре и представлен хромосомами, в которых молекула ДНК образует сложный комплекс с различными белками. Каждая клетка любого организма содержит определенный набор хромосом. Совокупность хромосом клетки называется кариотипом (рис. 3.1). Количество хромосом в клетке не зависит от уровня организации живых организмов – некоторые протисты имеют их более тысячи. У человека в кариотипе 46 хромосом, у шимпанзе – 48, у крысы – 42, у собаки – 78, у коровы – 60, у дрозофилы – 8, у тутового шелкопряда – 56, у картофеля – 48, у рака-отшельника – 254 и т.д.

•В кариотипе соматических клеток выделяются пары одинаковых (по форме и генному составу) хромосом – так называемые гомологичные хромосомы (1-я – материнская, 2-я – отцовская). Набор хромосом, содержащий пары гомологов, называется диплоидным (обозначается $2n$). Половые клетки – гаметы, содержат половину диплоидного набора, по одной хромосоме из каждой пары гомологов. Такой набор называется гаплоидным (обозначается n).

•Исследуется кариотип обычно на стадии метафазы митоза, когда каждая хромосома состоит из двух идентичных хроматид и максимально спирализована. Соединяются хроматиды в области центромеры (первичной перетяжки).

•Участок хроматиды между центромерой и теломерой называется плечом.

19. Размножение клеток

•Каждая клетка в течение жизни совершает целый клеточный цикл - это время ее жизни с момента появления на свет и до смерти

(или деления). Причем, совершенно неважно, животная она или растительная. Жизненный цикл одинаков для всех из них, и чаще всего, в конце его клетки размножаются делением. Как размножается клетка? Для этого существует несколько основных способов. Митоз. Мейоз. Амитоз. Каждый из них представляет собой целый ряд процессов, фаз. Причем все эти процессы характерны именно для многоклеточных организмов, как растительного, так и животного происхождения. У одноклеточных размножение происходит путем простого деления надвое. То есть способы размножения клеток не одинаковы. Существует даже такое явление, как клеточный суицид. Это самоуничтожение клеток вместо процессов деления.

20. Митотическое деление и его биологический смысл

•Одним из важнейших свойств жизни является самовоспроизведение биологических систем, в основе которого лежит деление клеток: «От клеточного деления зависят не только явления наследственности, но и сама непрерывность жизни» (Э. Вильсон). Митотическое деление клетки.

Интерфаза и различные способы деления клеток. Различают два способа деления: 1) наиболее распространенное, полноценное деление — митоз (непрямое деление) и 2) амитоз (прямое деление).

•Во время митотического деления происходит перестройка цитоплазмы, разрушение оболочки ядра, выявление хромосом. В жизни клетки выделяют период самого митоза и промежуток между делениями, который называют интерфазой. Однако период интерфазы (неделящейся клетки) по своей сущности может быть различным. В одних случаях во время интерфазы клетка функционирует и одновременно готовится к следующему делению. В других случаях клетки переходят в интерфазу, функционируют, но уже не готовятся к делению. В составе сложного многоклеточного организма имеются многочисленные группы клеток, утратившие способность делиться. К числу их относятся, например, нервные клетки. Подготовка клетки к митозу происходит в интерфазе.

Универсальным способом деления эукариотических клеток является непрямое деление, или митоз (от древнегреч. «митос» – нить).

•Биологическое значение митоза заключается в сохранении объема и качества наследственной информации. Он обеспечивает равномерную передачу наследственной информации материнской клетки двум дочерним. Именно благодаря этому виду клеточного деления образуются практически все клетки многоклеточного организма.

21. Фазы митоза



Основные стадии митоза

1. Редупликация (самоудвоение) генетической информации материнской клетки равномерное распределение ее между дочерними клетками

2. Митотический цикл состоит из четырех последовательных периодов: пресинтетического (или постмитотического) G1, синтетического S, постсинтетического (или премитотического) G2 и собственно митоза. Они составляют автокаталитическую интерфазу (подготовительный период).

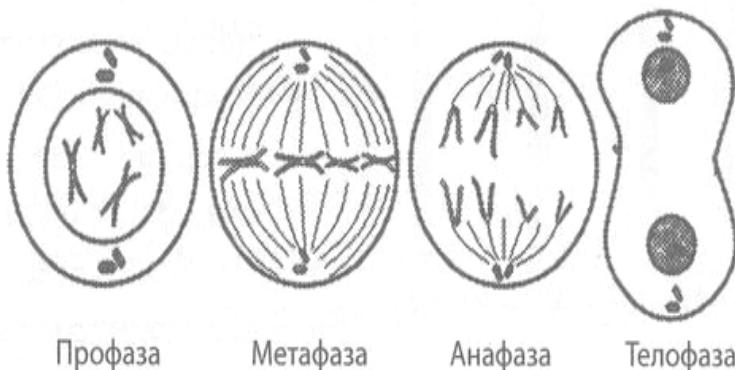
Фазы клеточного цикла:

1) Пресинтетическая (G1) ($2n2c$, где n -число хромосом, c - число молекул). Идет сразу после деления клетки. Синтеза ДНК еще не происходит. Клетка активно растет в размерах, запасает вещества, необходимые для деления: белки (гистоны, структурные белки, ферменты), РНК, молекулы АТФ.

2) Синтетическая (S) ($2n4c$). Происходит удвоение генетического материала путем репликации ДНК. Она происходит полуконсервативным способом, когда двойная спираль молекулы ДНК расходится на две цепи и на каждой из них синтезируется комплементарная цепочка.

3) В итоге образуются две идентичные двойные спирали ДНК, каждая из которых состоит из одной новой и старой цепи ДНК. Количество наследственного материала удваивается. Кроме этого, продолжается синтез РНК и белков. Также репликации подвергается небольшая часть митохондриальной ДНК (основная же ее часть реплицируется в G2 период);

4) Постсинтетическая (G2) ($2n4c$). ДНК уже не синтезируется, но происходит исправление недочетов, допущенных при синтезе ее в S период (репарация). Также накапливаются энергия и питательные вещества, продолжается синтез РНК и белков (преимущественно ядерных).



Митоз

•В профазе увеличивается объем ядра, и вследствие спирализации хроматина формируются хромосомы. К концу профазы видно, что каждая хромосома состоит из двух хроматид. Постепенно растворяют-

ся ядрышки и ядерная оболочка, и хромосомы оказываются беспорядочно расположенными в цитоплазме клетки. Центриоли расходятся к полюсам клетки. Формируется ахроматиновое веретено деления, часть нитей которого идет от полюса к полюсу, а часть — прикрепляется к центромерам хромосом. Содержание генетического материала в клетке остается неизменным (2n4c).

- В метафазе хромосомы достигают максимальной спирализации и располагаются упорядоченно на экваторе клетки, поэтому их подсчет и изучение проводят в этот период. Содержание генетического материала не изменяется (2n4c).

- В анафазе каждая хромосома «расщепляется» на две хроматиды, которые с этого момента называются дочерними хромосомами. Нити веретена, прикрепленные к центромерам, сокращаются и тянут хроматиды (дочерние хромосомы) к противоположным полюсам клетки. Содержание генетического материала в клетке у каждого полюса представлено диплоидным набором хромосом, но каждая хромосома содержит одну хроматиду (4n4c).

- В телофазе расположившиеся у полюсов хромосомы деспирализуются и становятся плохо видимыми. Вокруг хромосом у каждого полюса из мембранных структур цитоплазмы формируется ядерная оболочка, в ядрах образуются ядрышки. Разрушается веретено деления. Одновременно идет деление цитоплазмы. Дочерние клетки имеют диплоидный набор хромосом, каждая из которых состоит из одной хроматиды (2n2c).

22. Митотическая активность различных тканей

- Высокий уровень митотической активности наблюдается в таких тканях, как слизистая тонкого кишечника, роговица, костный мозг. Клеточное обновление в них происходит очень быстро.

Надпочечник, щитовидная железа, печень, поджелудочная железа обладают низким уровнем митотической активности. Существуют и так называемые "вечные" ткани (нервная система), в которых клеточного деления не происходит.

- На режим митотического деления оказывают влияние различные факторы: возраст организма, режим питания, содержание витаминов, состояние нервной и эндокринной системы, фотопериодизм, двигательные процессы, изменения биохимических процессов и др.

- Изменение митотической активности в большинстве органов и тканей носит четко выраженный ритмический характер. Например, суточная периодичность деления клеток широко распространена среди различных представителей растительного и животного мира.

- В настоящее время отчетливый суточный ритм митозов описан у многих растений, простейших, низших и высших позвоночных животных. Почти во всех органах, в которых происходит размножение клеток, обнаружены изменения числа клеточных делений в течение суток.

- Время обнаружения максимальной и минимальной митотической активности в разных тканях различно. В одних тканях суточный ритм выражается одновершинной кривой, в других - двувершинной.

Характер суточного ритма митозов различен также в субпопуляциях клеток одной и той же ткани.

23. Прямое деление (амитоз)

- Амитоз – относительно редкий и малоизученный способ деления клетки. Описан он для стареющих и патологически измененных клеток. При амитозе интерфазное ядро делится путем перетяжки, равномерное распределение наследственного материала не обеспечивается. Нередко ядро делится без последующего разделения цитоплазмы и образуются двухъядерные клетки. Клетка, претерпевшая амитоз, в дальнейшем не способна вступать в нормальный митотический цикл. Поэтому амитоз встречается, как правило, в клетках и тканях, обреченных на гибель, например, в клетках зародышевых оболочек млекопитающих, в клетках опухолей.

- Значение амитотического деления состоит в том, что высокодеятельное состояние клетки, связанное с выполнением специфической функции, в течение этого процесса не только не прекращается, но и заметно не снижается. Весьма возможно, что оно значительно повышается, поскольку при этом могут изменяться отношения между карิโอплазмой и цитоплазмой.

Подобное преобразование архитектоники очень важно для жизнедеятельности специализированных, высокодифференцированных клеток в составе ткани, для которых подобное деление является наиболее характерным.

24. Ткани животных и растений

- Виды животных тканей

А) Нервная ткань - клетки данной ткани называются нейронами. Каждый из них состоит из тела, аксона и дендритов. Последние - это отростки, по которым электрический импульс передается от клетки к клетке. Аксон у нейрона один - это длинный отросток, дендритов несколько, они более мелкие, чем первый. В теле клетки находится ядро. Кроме того, в цитоплазме расположены так называемые тельца Ниссля - аналог эндоплазматического ретикуллума, митохондрии, которые

вырабатывают энергию, а также нейротрубочки, которые участвуют в проведении импульса от одной клетки к другой. В зависимости от своих функций нейроны разделяются на несколько типов. Первый вид - сенсорные, или афферентные. Они проводят импульс от органов чувств к головному мозгу. Второй тип нейронов - ассоциативные, или переключающие. Они анализируют информацию, которая поступила от органов чувств, и вырабатывают ответный импульс. Такого вида нейроны находятся в головном и спинном мозге. Последняя разновидность - двигательные, или эфферентные. Они проводят импульс от ассоциативных нейронов к органам.

Б) Эпителиальная - это такие виды тканей, клетки которых плотно прилегают друг к другу. Это виды тканей организма, которые обеспечивают его защиту, а также выполняют секреторную функцию. Это плоский, цилиндрический, кубический, сенсорный, реснитчатый и железистый эпителий. Из названия каждого можно понять, из клеток какой формы они состоят. Плоский выстилает полости верхних органов пищеварительного тракта - ротовой полости и пищевода. Цилиндрический эпителий находится в желудке и кишечнике. Кубический можно найти в почечных канальцах. Сенсорный выстилает полость носа, на нем находятся специальные ворсинки, обеспечивающие восприятие запахов. Клетки реснитчатого эпителия, как понятно из его названия, обладают цитоплазматическими ресничками. Данная разновидность ткани выстилает дыхательные пути, которые находятся ниже носовой полости.

В) Мышечные ткани. Мышца бывает гладкая, поперечнополосатая и сердечная. Гладкая мышечная ткань выстилает полости внутренних органов. Сокращение таких мышц мы не можем контролировать сами, так как они иннервируются автономной нервной системой. Клетки поперечнополосатой мышечной ткани отличаются тем, что в них содержится больше митохондрий, чем в первой. Это объясняется тем, что им требуется больше энергии. Поперечнополосатая мускулатура способна сокращаться значительно быстрее, чем гладкая. Из нее состоят скелетные мышцы. Они иннервируются соматической нервной системой, поэтому мы можем сознательно их контролировать. Мышечная сердечная ткань совмещает в себе некоторые характеристики первых двух. Она способна так же активно и быстро сокращаться, как поперечнополосатая, но иннервируется автономной нервной системой, так же, как и гладкая.

Г) Соединительные ткани. Все ткани этой группы характеризуются большим количеством межклеточного вещества.

- плотная волокнистая: она расположена вокруг внутренних органов. Ее функции заключаются в придании им эластичности и их защите.

- рыхлая волокнистая: она полностью заполняет промежутки между внутренними органами, в то время как плотная волокнистая формирует только своеобразные оболочки вокруг последних. Она также играет защитную роль.

- костная и хрящевая ткани формируют скелет. Он выполняет в организме опорную функцию и отчасти защитную. В клетках и межклеточном веществе костной ткани преобладают неорганические вещества, в основном это фосфаты и соединения кальция.

- кровь содержит много жидкого межклеточного вещества, оно называется плазмой. Ее клетки довольно своеобразны. Они подразделяются на три типа: тромбоциты, эритроциты и лейкоциты. Первые отвечают за свертывание крови. Во время данного процесса формируется небольшой тромб, который предотвращает дальнейшую кровопотерю. Эритроциты отвечают за транспорт кислорода по организму и обеспечение им всех тканей и органов.

Лейкоциты – это специальные клетки, которые не имеют цвета. Их форма зачастую круглая, строение включает ядро. Данные компоненты крови образуются в таких органах, как селезенка, лимфатические узлы. Еще один орган их зарождения – костный мозг.

- жировая ткань, клетки которой содержат в себе липиды. Она выполняет запасную, теплоизоляционную и иногда защитную функцию.

Виды тканей растений

- образовательные: Основная их функция — обеспечение роста растения. Они состоят из небольших клеток, которые активно делятся, а затем дифференцируются, образуя любой другой вид тканей

- покровные: они характеризуются толстыми клеточными стенками, состоящими из целлюлозы. Они играют защитную роль

- проводящие: эти ткани бывают двух разновидностей: ксилема и флоэма. Их функции — транспорт растворенных в воде веществ от корня к другим органам и наоборот.

- механические: они также бывают двух типов: это колленхима и склеренхима. Главная их задача — обеспечение прочности всех органов. Колленхима представлена живыми клетками с одревесневшими оболочками, которые плотно прилегают друг к другу. Склеренхима состоит из вытянутых мертвых клеток с твердыми оболочками.

- основные: они составляют основу всех органов растения. Они бывают ассимиляционные и запасные. Первые находятся в листьях и

зеленой части стебля. В их клетках находятся хлоропласты, которые отвечают за фотосинтез. В запасующей ткани накапливаются органические вещества, в большинстве случаев это крахмал.

25. Механизмы интеграции клеток в тканях

•Интеграция клеток - это образование клеточных комплексов, в пределах которых клетки специализируются на выполнении узко ограниченной работы и действуют как единое целое, как единая система.

Ткани, являясь одним из уровней организации живой материи, входят в состав структур более высокого уровня организации живой материи – структурно-функциональных единиц органов и в состав органов, в которых происходит интеграция (объединение) нескольких тканей.

•Механизмы интеграции:

- 1) межтканевые (обычно индуктивные) взаимодействия;
- 2) эндокринные влияния;
- 3) нервные влияния.

Например, в состав сердца входят сердечная мышечная ткань, соединительная ткань, эпителиальная ткань.

26. Информационные процессы в тканях

•В процессе жизнедеятельности клетки в тканях находятся в непрерывном взаимодействии, поддерживая постоянство своей структурно-функциональной организации (гомеостаз) как единого целого.

Такое взаимодействие возможно лишь при условии постоянного влияния гистологических элементов друг на друга (внутритканевые взаимодействия), а также одних тканей на другие (межтканевые взаимодействия). Клетки в ткани могут находиться на некотором расстоянии друг от друга и взаимодействовать через межклеточное вещество, соприкасаться отростками, иногда достигающими значительной длины, или образовывать плотно контактирующие клеточные пласты.

•Таким образом, выделяют прямые контакты клеток между собой или межклеточным веществом и дистантные взаимодействия, обеспеченные гуморальными факторами. Совокупность тканей, объединенных в единое целое, координированное функционирование которого обеспечивается контактными и гуморальными взаимодействиями, образует органы и системы органов целого организма.

27. Основные типы тканей и особенности гистогенеза

• эпителиальную (покровную)- образует покровы тела, железы, выстилает полости внутренних органов. Клетки ткани близко приле-

гают друг к другу, межклеточного вещества мало.

- соединительную - ее особенность - сильное развитие межклеточного вещества. Основные функции ткани - питательная и опорная. К соединительной ткани относятся кровь, лимфа, хрящевая, костная, жировая ткани. Кровь и лимфа состоят из жидкого межклеточного вещества и клеток крови. Эти ткани обеспечивают связь между органами, перенося вещества и газы.

- мышечную - образована мышечными волокнами. В их цитоплазме находятся нити, способные к сокращению

- нервную - структурной единицей нервной ткани является нервная клетка - нейрон. Нейрон состоит из тела и отростков. Основные свойства нейрона - способность возбуждаться и проводить это возбуждение по нервным волокнам

Особенности гистогенеза

- Гистогенез - единый комплекс координированных во времени и пространстве процессов пролиферации, дифференцировки, детерминации, интеграции и функциональной адаптации клеточных систем.

- Развитие организма начинается с одноклеточной стадии — зиготы. В ходе дробления возникают бластомеры, но совокупность бластомеров – это еще не ткань.

- Бластомеры на начальных этапах дробления еще не детерминированы (они тотипотентны). Если отделить их один от другого, - каждый может дать начало полноценному самостоятельному организму – механизм возникновения монозиготных близнецов.

- Постепенно на следующих стадиях происходит ограничение потенциалов. В основе его лежат процессы, связанные с блокированием отдельных компонентов генома клеток и детерминацией.

28. Эволюция клеток и тканей

- На основании изучения ископаемых остатков бактерий и цианобактерий предполагают, что предковой клеточной формой была примитивная прокариотическая клетка.

- Первым актом в формировании примитивных клеток было образование мембраны, окружавшей вещество клетки.

- Предполагают, что первые прокариотические клетки обладали наиболее простыми каталитическими системами, в результате чего обеспечение их энергией основывалось на брожении.

- В последующем отдельные виды прокариотических клеток переключились с брожения на дыхание, что способствовало более эффективному получению энергии. Таким образом, эволюционные изменения прокариотических клеток шли по линии развития у них различ-

ных метаболических путей. Их геном развивался в направлении формирования «голых» молекул ДНК. •Эволюционные изменения эукариотических клеток шли в направлении увеличивающегося разнообразия в форме, размерах, структуре и функциях с одновременной компартиментализацией биохимических систем и сохранением общего для всех клеток аэробного метаболизма.

•Объяснения эволюции тканей связаны со сложностями, которые обусловлены одинаковым строением тканей, принадлежащих живым организмам, находящимся на разных ступенях эволюционной лестницы. Например, мышечные волокна членистоногих, некоторых моллюсков и позвоночных имеют одинаковое строение. Между тем эти организмы филогенетически разделены очень большими «расстояниями». Аналогичная ситуация имеет место и при сравнении тканей растений из разных таксономических групп.

29. Гипотезы происхождения эукариотических клеток

Считают, что эукариотические клетки возникли менее 1 млрд лет назад из прокариотических клеток, причем для объяснения их происхождения выдвинуто три гипотезы:

- в соответствии с первой гипотезой считают, что эукариотическая клетка произошла от прокариотической клетки, содержащей несколько геномов, прикрепленных к клеточной мембране. В результате инвагинаций клеточной мембраны образовывались мезосомы, способные первоначально к фотосинтезу. Однако в дальнейшем произошла специализация этих органелл, в результате чего одна из них, утратив дыхательную и фотосинтетическую функцию, развилась в ядро.

- в соответствии со второй гипотезой, основанной на мысли о том, что все живые формы произошли от предковых анаэробных ферментативных гетеротрофов, эукариоты представляют собой сублинию бесстеночных (анаэробных) прокариотов, которые развили способность к эндоцитозу.

- В соответствии с третьей гипотезой предполагают, что эукариотические клетки возникли из прокариотической клетки, содержавшей много геномов, которые распались на части, давшие начало структурам с разными функциями. В последующем шло клонирование структур со сходными функциями, после чего они покрывались двойными мембранами, что привело к образованию ядра, митохондрий, а позднее и мембранной сети.

Обмен веществ и энергии

1. Анаболизм и катаболизм

•Анаболизм (пластический обмен) – это процесс создания новых клеток и их структур, органических веществ и тканей организма, сопровождающийся поглощением энергии. Этот процесс способствует: развитию и росту новых тканей, в том числе и мышц; обновлению и восстановлению биологических структур (клеток, тканей); минерализации костей.

•Катаболизм (энергетический обмен) – противоположный анаболизму процесс расщепления сложных веществ, структур клеток, органов и тканей до простых веществ. Этапы катаболизма происходят с образованием энергии в виде АТФ. Таким образом, важнейшая функция катаболизма — обеспечить организм необходимой энергией из продуктов питания и дальнейшее использование этой энергии в нуждах организма. Катаболизм провоцируют: стресс; физическая нагрузка; голодание и др. ситуации, сопровождающиеся повышением концентрации адреналина;

2. Роль АТФ в энергетических процессах

•АТФ служит энергетической «валютой» клетки и используется во всех реакциях обмена, требующих затраты энергии. Богатые энергией молекулы не перемещаются свободно из одной клетки в другую, а образуются в том месте, где они должны быть использованы.

•АТФ играет центральную роль в энергетическом обмене клетки. Она является непосредственным источником энергообеспечения любой клеточной функции. Движение, биосинтез, генерация электричества, света и т.д. - любые виды клеточной активности совершаются за счет энергии, освобождаемой в результате реакции гидролиза АТФ.

•АТФ имеет промежуточное значение по сравнению с другими фосфорилированными клеточными молекулами, что позволяет АТФ переносить энергию от высокоэнергетических соединений к низкоэнергетическим.

3. Авто- и гетеротрофные организмы

•Автотрофы (автотрофные организмы) — организмы, использующие в качестве источника углерода углекислый газ (растения и некоторые бактерии). Иначе говоря, это организмы, способные создавать органические вещества из неорганических — углекислого газа, воды, минеральных солей. В зависимости от источника энергии автотрофы делятся на фотоавтотрофов и хемоавтотрофов.

• Гетеротрофы (гетеротрофные организмы) - организмы, использующие в качестве источника углерода органические соединения (животные, грибы и большинство бактерий).

4. Аэробное и анаэробное дыхание

• Анаэробное дыхание – это особый процесс, направленный на выработку энергии в организме, осуществляемый без участия кислорода извне. В основном, оно характерно для микроорганизмов.

• Аэробное дыхание осуществляется при обязательном участии кислорода. Этот газ необходим для окисления липидов и углеводов. В результате реакции появляется энергия, необходимая для поддержания нормальной работы организма, а также углекислый газ и вода.

5. Регуляция метаболизма

Координация химических превращений, обеспечивающая экономность метаболизма, осуществляется у микроорганизмов тремя основными механизмами:

- регуляцией активности ферментов, в том числе путем ретроингибирования;
- регуляцией объема синтеза ферментов (индукция и репрессия биосинтеза ферментов);
- катаболитной репрессией.

В процессе ретроингибирования (ингибирование по принципу обратной связи) активность фермента (аллостерического белка), стоящего в начале многоступенчатого превращения субстрата, тормозится конечным метаболитом.

Регуляция объема биосинтеза ферментов (индукция и репрессия) осуществляется на оперонном уровне (Ф. Жакоб и Ж. Моно, 1961) путем изменения количества и РНК, образующихся в процессе транскрипции.

6. Поступление веществ в клетки. Пассивный транспорт веществ в клетку

• Клеточная стенка проницаема и задерживает лишь макромолекулы. Цитоплазматическая мембрана обладает полупроницаемостью. Она служит осмотическим барьером, проницаемость её для различных веществ неодинакова.

• Наиболее известны два пути проникновения веществ в клетку: осмос и адсорбция (специфический перенос). Активная роль в этих процессах принадлежит цитоплазматической мембране.

Осмос представляет собой диффузию веществ в растворах через

полупроницаемую перепонку (мембрану). Как известно, через такие мембраны могут диффундировать вещества, находящиеся в состоянии истинных растворов. Возникает осмос под действием разности осмотических давлений в растворах по обе стороны полупроницаемой мембраны. При осмотическом проникновении питательных веществ в клетку движущей силой служит разность осмотических давлений между средой и клеткой.

•Второй путь поступления веществ в клетку – активный – путём переноса их особыми, локализованными в цитоплазматической мембране веществами ферментной природы. Эти переносчики, называемые пермеазами, обладают субстратной специфичностью. Каждый транспортирует только определённое вещество, имеющее сходную с белком-переносчиком стереохимическую структуру молекулы.

•Пассивное поглощение — это поглощение, не требующее затраты энергии. Оно связано с процессом диффузии и идет по градиенту концентрации данного вещества. Пассивного транспорта ионов через мембраны является электрохимический потенциал. Электрический потенциал на мембране — трансмембранный потенциал — может возникать в силу разных причин:

1. Поступление ионов идет по градиенту концентрации (градиенту химического потенциала), однако благодаря разной проницаемости мембраны с большей скоростью поступает либо катион, либо анион.

2. При наличии на внутренней стороне мембраны белков, фиксирующих определенные ионы.

3. В результате активного (связанного с затратой энергии) транспорта либо катиона, либо аниона.

7. Катализируемая диффузия

•Известна катализируемая, или так называемая «облегченная» диффузия, при которой скорость диффузии разных веществ, например, сахаров, аминокислот и нуклеозидов через мембрану повышается с помощью белков (ферментов).

•Как и обычная диффузия, «облегченная» диффузия тоже зависит от градиента концентрации, однако здесь имеются подвижные «переносчики», роль которых выполняют ферменты.

•Находясь в составе мембраны, ферменты действуют в качестве «переносчиков» молекул веществ, проникая (диффундируя) на противоположную сторону мембраны, где они освобождаются от переносимых веществ. Поскольку «облегченная» диффузия веществ является переносом по градиенту концентрации, она тоже непосредственно не зависит от энергии, обеспечиваемой АТФ.

8. Активный перенос

•Активный транспорт — это транспорт, идущий против градиента электрохимического потенциала, т. е. по направлению от меньшего к большему его значению.

•Активный транспорт не может происходить самопроизвольно и требует затраты энергии, выделяющейся в процессе метаболизма.

•Активный перенос имеет решающее значение, поскольку обеспечивает избирательное концентрирование необходимых для жизнедеятельности клетки веществ. Имеется ряд доказательств существования активного транспорта ионов. В частности, это опыты по влиянию внешних условий. Так, оказалось, что поступление ионов зависит от температуры. В определенных пределах с повышением температуры скорость поглощения веществ клеткой возрастает. В отсутствие кислорода, в атмосфере азота, поступление ионов резко тормозится и может даже наблюдаться выход солей из клеток корня наружу.

9. Эндоцитоз

•Эндоцитоз - процесс поглощения веществ клетками путем втягивания (инвагинации) участка клеточной мембраны и образования в цитоплазме мембранного пузырька (эндосомы) с внеклеточным содержимым. Обратный процесс называется экзоцитозом.

•С помощью эндоцитоза клетка утилизирует отработанные поверхностные рецепторы, импортирует необходимые макромолекулы, а также захватывает бактерии, вирусы и другие чужеродные агенты в процессе иммунной защиты. Эндоцитоз является основным механизмом поступления в клетку нанолечебных и терапевтических генов.

10. Фотосинтез

Фотосинтезом называют процесс генерации питательных веществ зеленых растений. Синтез питательных веществ из углекислого газа происходит в хлорофиллах (зеленых пигментах растений) под воздействием света. Важную роль в этом процессе играют хлоропласты, свет, углекислый газ, вода и температура.

11. Планетарная роль фотосинтеза

•Раньше на нашей планете Земля кислорода не было. Его появлению мы обязаны фотосинтезирующим клеткам. Благодаря им в атмосферу планеты стал активно вырабатываться кислород и появилось кислородное дыхание – самый выгодный способ энергетического обмена. Кислород стал причиной образования защитного озонового слоя вокруг Земли, который защищает планету от вредных солнечных ра-

диоактивных лучей. Это позволило живым организмам выйти из океана на сушу, что предопределило дальнейший эволюционный путь развития живых существ.

•Но не только выработка кислорода важна в процессе фотосинтеза. Немаловажен и тот факт, что растения поглощают из атмосферы углекислый газ. Переизбыток углекислого газа может вызвать парниковый эффект, что крайне негативно сказалось бы на всех живых организмах нашей планеты. За последние несколько десятилетий содержание углекислого газа в атмосфере порядком увеличилось. Виной тому стала промышленная революция и дальнейший технический прогресс.

12. Этапы фотосинтеза

•Фотосинтез имеет две фазы: темную и световую. Химические реакции темной фазы фотосинтеза существенно отличаются от реакций световой фазы, однако темная и световая фаза фотосинтеза зависят друг от друга.

•Основные процессы в световой фазе фотосинтеза происходят в мембранах тилакоидов. В ней участвуют хлорофилл, белки-переносчики электронов, АТФ-синтетаза (фермент, ускоряющий реакцию) и солнечный свет.

•Кванты света-фотона взаимодействуют с молекулами хлорофилла, которые переходят в более богатой энергией «возбужденное» состояние. Энергия возбужденных молекул воздействует на диссоциированные частички воды; происходит фотолиз-разложение воды, под влиянием света, в результате которого выделяется молекулярный кислород. Энергия света способствует переходу АДФ в АТФ.

А атомный водород, который освобождается из воды, восстанавливает специфический переносчик НАДФ+ до НАДФ·Н₂. Как видим, в результате световой фазы фотосинтеза происходит три основных процесса:

- синтез АТФ;
- создание НАДФ·Н₂;
- образование свободного кислорода.

Последний освобождается в атмосферу, а НАДФ·Н₂ и АТФ берут участие в темной фазе фотосинтеза.

•Темная фаза

Все основные процессы этой фазы протекают в строме хлоропласта растения и являют собой своеобразную цепочку последовательных превращений углекислого газа из атмосферы.

•Ключевое место занимает связывание СО₂. Участвуют молекулы

АТФ, синтезированные во время световой фазы, и атомы Н, образовавшиеся в процессе фотоллиза воды и связанные с молекулами-переносчиками. Углекислый газ присоединяется к существующим в клетке молекулам пентозы, которые функционируют в цикле Кальвина, - образуют углеводы.

Помимо глюкозы в результате фотосинтеза образуются также и другие вещества. Среди них разные аминокислоты, жирные кислоты, глицерин, а также нуклеотиды.

13. Роль АТФ и НАДФ

•Роль АТФ: В цитоплазме каждой клетки, а также в митохондриях, хлоропластах и ядрах содержится аденозинтрифосфорная кислота (АТФ). Она поставляет энергию для большинства реакций, происходящих в клетке.

С помощью АТФ клетка синтезирует новые молекулы белков, углеводов, жиров, избавляется от отходов, осуществляет активный транспорт веществ, биение жгутиков и ресничек и т.д. АТФ — это главный универсальный поставщик энергии в клетках всех живых организмов.

•Роль НАДФ: На внешней стороне тилакоида происходит восстановление НАДФ⁺ за счет присоединения к нему электронов и протонов, является переносчиком атомов водорода в процессе фотосинтеза

Суммарное уравнение процесса фотосинтеза:



14. Хемосинтез. Основные группы хемосинтезирующих бактерий

•Хемосинтез — тип питания бактерий, основанный на усвоении CO₂ за счет окисления неорганических соединений. Хемосинтез был открыт в 1888 году русским биологом С.Н. Виноградским, доказавшим способность некоторых бактерий образовывать углеводы, используя химическую энергию.

•Существует несколько групп хемосинтезирующих бактерий, из которых наибольшее значение имеют нитрифицирующие, серобактерии и железобактерии.

- нитрифицирующие: получают энергию для синтеза органических веществ, окисляя аммиак до азотистой, а затем до азотной кислоты.

- серобактерии: окисляют сероводород до сульфатов, водородные бактерии - окисляя водород до воды.

-железобактерии — превращая закисные соли железа в окисные. Освобожденная энергия аккумулируется в клетках хемобактерий в

форме АТФ. Процесс хемосинтеза, при котором из CO_2 образуется органическое вещество, протекает аналогично темновой фазе фотосинтеза. Благодаря жизнедеятельности бактерий-хемосинтетиков в природе накапливаются большие запасы селитры и болотной руды.

15. Подготовка энергии к использованию (дыхание)

Подготовка энергии к использованию, т.е. генерирование (извлечение) энергии из пищевых веществ, осуществляется в процессе дыхания, под которым понимают окисление (расщепление) молекул-энергосносителей (т.е. топливных молекул), при котором роль конечного акцептора выполняет O_2 , а донором электронов является органическое или неорганическое соединение. Процесс подготовки энергии к использованию протекает в три последовательные стадии:

- На первой стадии поступающие в клетки крупные молекулы полисахаридов гидролизуются до простых Сахаров. На этой стадии происходит разложение и дополнительных энергосносителей

- На второй стадии происходит распад малых молекул до еще более простых структур, играющих уже ключевую роль в метаболизме. Глюкоза превращается в ацетильную часть ацетил-КоА, являющегося производным кофермента А. В результате этих реакций образуются молекулы АТФ, но их еще мало.

- На третьей стадии происходит полное окисление ацетильного компонента ацетил-КоА до CO_2 . На этой стадии образуется основная часть АТФ.

16. Основные стадии дыхания

- Дыхание — физиологическая функция, обеспечивающая газообмен (O_2 и CO_2) между окружающей средой и организмом в соответствии с его метаболическими потребностями.

- Дыхание протекает в несколько стадий:

- 1) внешнее дыхание — обмен O_2 и CO_2 между внешней средой и кровью легочных капилляров. В свою очередь внешнее дыхание можно разделить на два процесса:

- а) газообмен между внешней средой и альвеолами легких, что обозначается как «легочная вентиляция»;

- б) газообмен между альвеолярным воздухом и кровью легочных капилляров;

- 2) транспорт O_2 и CO_2 кровью;

- 3) обмен O_2 и CO_2 между кровью и клетками организма;

- 4) тканевое дыхание.

17. Энергетический баланс анаэробного и аэробного дыхания

•В первую анаэробную фазу дыхания при распаде одной молекулы глюкозы до двух молекул пировиноградной кислоты накапливаются две молекулы АТФ. Одновременно на этой фазе дыхания при окислении образуются две молекулы восстановленных коферментов НАД. Они диффундируют через наружную мембрану и окисляются в дыхательной цепи благодаря наличию у растений НАДН-дегидрогеназы, локализованной на наружной поверхности внутренней мембраны. При этом синтезируется 6 молекул АТФ

•В аэробной фазе дыхания при окислении пировиноградной кислоты образуются 4 молекулы НАДН + H⁺. Их окисление в дыхательной цепи приводит к образованию 12 АТФ. Всего в аэробной фазе дыхания образуется 6 молекул CO₂ и 30 молекул АТФ. В анаэробной фазе образуются 2 молекулы АТФ и еще 6 молекул АТФ при окислении 2 молекул НАДН в дыхательной цепи. Итого за две фазы образуется 6 молекул CO₂ и образуется 38 молекул АТФ в процессе окислительно-дыхательного распада молекулы гексозы.

18. Окислительное фосфорелирование

•Окислительное фосфорилирование является столь жизненно важным процессом, что нарушение его нормального хода несовместимо с жизнью.

•Суть его состоит в следующем. Перенос электронов и протонов по окислительно-восстановительной цепи ферментов сопровождается высвобождением значительного количества энергии, большая часть которой трансформируется в энергию фосфатных связей макроэргических соединений, главным образом АТФ. Неиспользованная энергия рассеивается в виде тепла.

19. Роль митохондрий

•Основная функция митохондрий - синтез молекул АТФ. Это своего рода энергетическая станция клетки, которая за счёт окисления различных органических соединений высвобождает энергию за счёт их распада. •Главным источником энергии, т.е. соединением, используемым для распада, является пировиноградная кислота. Её в свою очередь организм получает из белков, углеводов и жиров. Есть два пути образования энергии, причём митохондрии используют оба. Первый из них связан с окислением пирувата в матриксе. Второй связан уже с кристами органелл и непосредственно завершает процесс энергообразования.

20. Использование энергии в клетках

•Центральное место в биосинтезе принадлежит синтезу белков (см. гл. XII). Синтез белков, нуклеиновых кислот и других химических соединений необходим для поддержания живых клеток. Во все биосинтезы вовлечен АТФ. Одним из обычных примеров механической работы является мышечное сокращение, в котором существенную роль играет АТФ.

21. Основные виды биологической работы в клетках

•Основными видами биологической работы в клетках являются транспорт веществ через мембраны, биологический синтез и механическая работа. Обеспечение этих видов биологической работы в клетках основано на цикле АТФ-АДФ. Для обеспечения энергопотребляющих функций клеток используются высокоэнергетические связи АТФ. В результате реакции в конечном итоге освобождается неорганический фосфат АДФ

22. Метаболизм на уровне организмов

По характеру ассимиляции различают автотрофные, гетеротрофные и миксотрофные организмы.

•Автотрофные или самопитающиеся организмы, — это организмы, способные синтезировать органические соединения из неорганических (углекислого газа, воды и неорганических соединений азота и серы). В зависимости от источника потребляемой энергии автотрофы классифицируют на фотосинтезирующие и хемосинтезирующие организмы.

•Гетеротрофные (от греч. heteros — другой, trophe — пища) организмы — это организмы, которые нуждаются в готовых органических соединениях. Ими являются животные, а также микроорганизмы.

•Гетеротрофные организмы получают энергию путем окисления органических соединений. •Миксотрофные (от лат. mixtus — смешанный) организмы — это организмы, способные как к синтезу органических веществ, так и к использованию их в готовом виде.

Например, эвглена зеленая на свету является автотрофом, в темноте — гетеротрофом.

23. Происхождение типов обмена

•Считают, что первыми организмами, сходными, вероятно, с бактериями, были гетеротрофные анаэробы, способные использовать органические вещества абиогенного происхождения. Предполагают, что первой стадией в возникновении фотосинтеза у примитивных ор-

организмов явился простейший синтез АТФ. Более поздние организмы возможно использовали водород для синтеза углеводов, после чего появились организмы, которые оказались способными использовать воду в качестве источника водорода и продуцировать кислород, т. е. уже быть фотосинтезирующими. •Предполагают, что первые автотрофы использовали ферментные системы, развитые гетеротрофами. Поэтому на фотосинтез следует смотреть как на процесс, усложнявшийся в ходе исторического развития. В конечном итоге фотосинтезирующие организмы заселили все водоемы, а потом и сушу. Углеводы являются начальным продуктом фотосинтеза и сырым материалом для всех других структур, синтезируемых в растениях. Благодаря обилию кислорода и органических молекул возник процесс адаптации цепи транспорта электронов с НАДФ на кислород, что способствовало появлению аэробного типа диссимиляции.

- Предполагают далее, что первыми аэробами были зеленые растения и хемосинтезирующие микроорганизмы.

- Предполагают, что в ходе эволюции ферменты усложнялись постепенно. Однако убедительных объяснений механизма возникновения первых ферментов нет, также как и нет объяснений характера первых ферментативных реакций.

Размножение, рост и индивидуальное развитие организмов

1. Бесполое размножение

•Бесполое размножение – это такое размножение организмов, при котором отсутствует участие другой особи, а воспроизведение себе подобных происходит путём отделения нескольких или одной клетки от материнского организма. В таком процессе принимает участие единственная родительская особь. Образующиеся в результате митоза клетки полностью соответствуют исходной материнской.

2. Репродуктивный процесс у вирусов

Взаимодействие вируса с клеткой хозяина — сложный и многостадийный процесс. В результате такого взаимодействия могут развиваться три основные формы клеточной инфекции: продуктивная, абортивная и интегративная.

Продуктивная форма чаще носит литический характер, т.е. заканчивается гибелью и лизисом инфицированной клетки, что происходит после полной сборки дочерней популяции инфицированных вирусных частиц.

Абортивная форма не завершается образованием инфекционных

вирусных частиц или они образуются в гораздо меньшем количестве, чем при продуктивной инфекции.

Интегративная форма не приводит к гибели клетки. Нуклеиновая кислота вируса, встроенная в геном клетки-хозяина.

•Процесс репродукции вирусов может быть условно разделен на две фазы. Первая фаза охватывает события, которые ведут к адсорбции и проникновению вируса в клетку, освобождению его внутреннего компонента и модификации вируса таким образом, что он способен вызвать инфекцию. Соответственно первая фаза включает три стадии.

I. Адсорбция вируса на клетках.

II. Проникновение в клетки.

III. Раздевание вируса в клетке.

Как только эта цель достигнута, начинается вторая фаза репродукции, в течение которой происходит экспрессия вирусного генома.

Эта фаза включает в себя пять стадий:

I. Транскрипция.

II. Трансляция и РНК.

III. Репликация генома.

IV. Сборка вирусных компонентов.

V. Выход вируса из клетки.

3. Вегетативное размножение

Вегетативное размножение - это размножение вегетативными органами растений - корнями, побегами или их частями. В его основе лежит способность растений к регенерации, к восстановлению целого организма из части.

4. Множественное деление

Множественное деление, или шизогония. Шизогония – это форма бесполого размножения, когда материнская клетка распадается на большое количество более или менее одинаковых дочерних клеток (маярийный плазмодий). Организм становится многоядерным и распадается на множество (соответственно количеству ядер) одноядерных клеток — мерозоитов.

5. Фрагментация. Почкование. Спорообразование. Вегетативное размножение растений

•Фрагментация способ бесполого размножения, при котором особь делится на две или несколько частей (фрагментов), каждая из которых растет и образует новый организм; способность некоторых живых существ восстанавливать утраченные органы или части тела

(регенерация).

- Почкование - это тип бесполого размножения, при котором дочерние особи формируются из выростов тела материнского организма (почек)

- Спорообразование - размножение спорообразованием связано с возникновением специальных клеток - спор. Эта форма размножения обычна у водорослей, грибов, мхов и папоротникообразных. Размножение спорообразованием развилось из вегетативной формы размножения. Подобно тому как при вегетативном размножении неспециализированные клетки способны дать начало новым организмам, у водорослей из некоторых клеток могут сформироваться споры

- Вегетативное размножение растений - это размножение с помощью вегетативных органов — корней, побегов, листьев или даже небольшой его частички. При вегетативном размножении новые растения получаются точно такими же, как и материнское растение. Никаких генетических изменений у нового растения не отмечается и все признаки материнского полностью повторяются в дочернем растении.

Естественные вегетативные органы размножения растений

1. Например, нефролепис, хлорофитум, садовая земляника, камнеломка размножаются усами, или столонами.

2. Некоторые растения отпускают надземные побеги - плети.

3. У некоторых растений у основания стебля образуются отпрыски. Многие луковичные у основания образуют отпрысковые луковички.

4. У некоторых растений образуется корневая поросль. У кого растут сливы в саду, тот хорошо знаком с корневой порослью.

5. Есть растения со сбрасывающимися побегами. К ним относятся некоторые кактусы и суккуленты, например, мамиллярия, бриофиллиум (более известный, как каланхоэ), семпервивум. Попадая на землю побеги быстро укореняются и начинают расти.

6. У некоторых растений образуются дочерние луковичы, клубни, клубнелуковичы, псевдобульбы, корневища - видоизмененные органы, участвующие в вегетативном размножении. В этих органах растения накапливают питательные вещества. Таким способом размножаются многолетние растения: гиацинт, ирис, тюльпан, лилия, тигридия, флокс, лилейник, подснежник .

6. Половое размножение

- Половое размножение является значительным эволюционным приобретением организмов. С другой стороны, оно способствует пересортировке генов, появлению разнообразия организмов и повышению

их конкурентоспособности в непрерывно меняющихся условиях окружающей среды. Половое размножение встречается как у одноклеточных, так и у многоклеточных растений и животных. При половом размножении потомство получается в результате слияния генетического материала гаплоидных ядер. Обычно эти ядра содержатся в половых клетках – гаметах. При их слиянии образуется диплоидная зигота, из которой впоследствии формируется новый зрелый организм.

• Биологический смысл полового размножения состоит в объединении генетической информации родительских особей, что увеличивает генетическое разнообразие потомков и их жизнестойкость

7. Конъюгация и трансдукция как формы полового процесса

• Одной из форм полового процесса является конъюгация. При этом происходит временное соединение двух особей с целью обмена (рекомбинации) наследственным материалом, например, у инфузорий. В результате появляются особи генетически отличные от родительских организмов, которые в дальнейшем осуществляют бесполое размножение. Число инфузорий после конъюгации не изменяется, поэтому говорить в прямом смысле о размножении в этом случае нельзя.

• Трансдукция – это процесс переноса небольшой двуцепочечной молекулы ДНК из клетки донора в клетку реципиент при помощи бактериофага. Некоторые вирусы способны встраивать свою ДНК в ДНК клетки бактерий (бактериофаги). Такая встроенная ДНК реплицируется – одновременно с ДНК клетки хозяина и передается от одного поколения бактериальных клеток к другому.

Время от времени такая ДНК активируется и начинает кодировать образование новых вирусных частиц. ДНК клетки хозяина разрушается и из нее высвобождаются новые вирусные частицы. Иногда внутри них кроме ДНК вируса может находиться часть «нормальной» ДНК клетки хозяина. Иногда ее так много, что она вытесняет вирусную ДНК. Такие новые «вирусы» или трансдуцирующие частицы, затем переносятся в клетки других бактерий

8. Копуляция у одноклеточных организмов

• При копуляции половой процесс осуществляется с помощью специализированных половых клеток, — гамет. У одноклеточных они возникают путем многократного деления клетки-организма.

• Гаметы существенно отличаются от клетки-особи по размерам, форме, в них может не быть ряда органелл. Например, в гаметах зеленых жгутиконосцев отсутствуют хлоропласты, светочувствительный глазок и т.д. Кроме того, одни особи вида продуцируют мелкие «мужские» микро-

гаметы, а другие — более крупные «женские» макрогаметы. При анизогамии и макро-, и микрогаметы снабжены жгутиками и подвижны. Копуляция происходит только между микро- и макрогаметами.

• При копуляции (у простейших) происходит образование половых элементов и их попарное слияние. При этом две особи приобретают половые различия и полностью сливаются, образуя зиготу. Происходят объединение и рекомбинация наследственного материала, поэтому особи генетически отличны от родительских.

9. Гаметогенез

• Гаметогенез — это процесс образования половых клеток. Протекает он в половых железах — гонадах (в яичниках у самок и в семенниках у самцов). Гаметогенез в организме женской особи сводится к образованию женских половых клеток (яйцеклеток) и носит название овогенеза. У особей мужского пола возникают мужские половые клетки (сперматозоиды), процесс образования которых называется сперматогенезом.

10. Основные этапы и биологический смысл мейоза

• Мейоз — разновидность митоза, в результате которого из диплоидных ($2n$) соматических клеток половых желез образуются гаплоидные гаметы ($1n$). При оплодотворении ядра гаметы сливаются, и восстанавливается диплоидный набор хромосом. Таким образом, мейоз обеспечивает сохранение постоянного для каждого вида набора хромосом и количества ДНК.

• Мейоз представляет собой непрерывный процесс, состоящий из двух последовательных делений, называемых мейозом I и мейозом II. В каждом делении различают профазу, метафазу, анафазу и телофазу. В результате мейоза I число хромосом уменьшается вдвое (редукционное деление): при мейозе II гаплоидность клеток сохраняется (эквационное деление). Клетки, вступающие в мейоз, содержат генетическую информацию $2n2x$.

• В профазе мейоза I происходит постепенная спирализация хроматина с образованием хромосом. Затем между гомологичными хромосомами появляются силы отталкивания, и хромосомы сначала разделяются в области центромер, оставаясь соединенными в области плеч, и образуют перекресты (хиазмы). Расхождение хроматид постепенно увеличивается, и перекресты смещаются к их концам. В процессе конъюгации между некоторыми хроматидами гомологичных хромосом может происходить обмен участками — кроссинговер, приводящий к рекомбинации генетического материала. К концу профазы

растворяются ядерная оболочка и ядрышки, формируется ахроматиновое веретено деления.

- В метафазе мейоза I биваленты хромосом располагаются в экваториальной плоскости клетки. В этот момент спирализация их достигает максимума. Содержание генетического материала не изменяется ($2n2x$).

- В анафазе мейоза I гомологичные хромосомы, состоящие из двух хроматид, окончательно отходят друг от друга и расходятся к полюсам клетки. Следовательно, из каждой пары гомологичных хромосом в дочернюю клетку попадает только одна — число хромосом уменьшается вдвое (происходит редукция). Содержание генетического материала становится $1n2x$ у каждого полюса.

- В телофазе происходит формирование ядер и разделение цитоплазмы — образуются две дочерние клетки. Дочерние клетки содержат гаплоидный набор хромосом, каждая хромосома — две хроматиды.

- В профазе мейоза II происходят те же процессы, что и в профазе митоза.

- В метафазе хромосомы располагаются в экваториальной плоскости. Изменений содержания генетического материала не происходит ($1n2x$).

- В анафазе мейоза II хроматиды каждой хромосомы отходят к противоположным полюсам клетки, и содержание генетического материала у каждого полюса становится $1nx$.

- В телофазе образуются 4 гаплоидные клетки.

Биологическое значение мейоза:

- 1) является основным этапом гаметогенеза;
- 2) обеспечивает передачу генетической информации от организма к организму при половом размножении;
- 3) дочерние клетки генетически не идентичны материнской и между собой.

11. Сперматогенез и овогенез

- Сперматогенез — это процесс образования зрелых мужских половых клеток. Сперматозоиды развиваются в мужских половых железах (семенниках, или тестисах) из специализированных соматических клеток

- Овогенез — это процесс формирования яйцеклеток. Его функциями являются обеспечение гаплоидного набора хромосом в ядре яйцеклетки и обеспечение питательных потребностей зиготы. Овогенез в своем проявлении в основном сопоставим со сперматогенезом.

12. Осемнение и оплодотворение. Наружное и внутреннее осемнение

•Осемнением называют выделение самцом семенной жидкости на кладку яиц или введение ее в половые пути самки. Большинству водных животных и организмам, размножение которых неразрывно связано с водой, свойственно внешнее осемнение. У животных, обитающих на суше, развиваются наружные половые органы, обеспечивающие перенос семенной жидкости из половых путей самца в половые пути самки, где и наступает оплодотворение. Это внутреннее осемнение. При осемнении всегда выделяется большое количество сперматозоидов.

•Оплодотворение представляет собой процесс слияния сперматозоида с яйцеклеткой, в результате чего возникает диплоидная зигота; каждая пара хромосом в ней представлена одной отцовской и другой материнской. Сущность оплодотворения заключается в восстановлении диплоидного набора хромосом и в объединении наследственного материала обоих родителей, в результате чего потомство, соединяющее в себе полезные признаки отца и матери, более жизнеспособно.

13. Зигогенез

•Способ размножения, при котором происходит слияние мужских и женских гамет в зиготу.

14. Партеногенез (естественный и искусственный)

•Партеногенез распространен среди насекомых (тлей), низших ракообразных, коловраток, встречается у моллюсков и других животных.

•Естественный партеногенез происходит и у некоторых животных (например, у сосальщиков), которые размножаются уже на личиночных стадиях развития. Такой партеногенез называется педогенезом. У некоторых животных развитие яиц без оплодотворения происходит строго закономерно и называется естественным партеногенезом.

•Искусственный партеногенез вызывается у животных, которые в обычных условиях размножаются с оплодотворением. Впервые искусственный партеногенез получил А.А. Тихомиров у тутового шелкопряда. В последующем больших успехов в области искусственного партеногенеза на шелкопряде достиг Б.Л. Астауров.

•Искусственный партеногенез можно вызвать комбинацией различных факторов: потирание яиц щеточкой, воздействие на них слабой серной кислотой, сывороткой крови, жирорастворителями, электрическими воздействиями и т.д.

15. Андрогенез. Гиногенез

• Гиногенез - частный случай партеногенеза, особая форма полового размножения, при которой после проникновения спермия в яйцеклетку их ядра не сливаются, и в последующем развитии участвует только ядро яйцеклетки, либо не происходит оплодотворения. При этом нет объединения наследственного материала родителей посредством слияния ядер их половых клеток.

• Андрогенез - «мужской партеногенез», развитие яйца (после проникновения в него сперматозоида) только с мужским ядром. Наблюдается обычно в случае гибели женского ядра до оплодотворения.

16. Двойное оплодотворение у цветковых растений

• Цветковые растения обладают сложным оплодотворением, которое называется двойным, поскольку, кроме яйцеклетки, оплодотворяется еще одна особая клетка. Формирование спермий происходит в пылинках пыльцы, а их созревание осуществляется в тычинках, точнее в их пыльниках. Местом образования яйцеклеток являются семязачатки, расположенные в завязи пестика. Когда яйцеклетка оплодотворится спермием, из семязачатка начинают развиваться семена. Чтобы оплодотворение у цветковых произошло, сначала нужно опылить растение, то есть на рыльце пестика должны попасть пылинки пыльцы. Оказавшись на рыльце, они начинают прорастать внутрь завязи, в результате чего образуется пыльцевая трубка. Одновременно с этим в пылинке происходит образование двух спермиев. Они не стоят на месте, а начинают продвигаться к пыльцевой трубке, которая проникает в семязачаток. Здесь в результате деления и удлинения одной клетки происходит образование зародышевого мешка. Он нужен для расположения в нем яйцеклетки и еще одной клетки, в которой сосредоточен двойной набор наследственной информации. После этого происходит прорастание пыльцевой трубки в зародышевый мешок и слияние одного спермия с яйцеклеткой, в результате которого образуется зигота, а другого – с клеткой особой. Развитие зародыша происходит из зиготы. Второе слияние образует питательную ткань, или эндосперм, необходимый для питания зародыша в период роста.

17. Чередование поколений

Чередование поколений - закономерная смена у организмов поколений, различающихся способом размножения. Организмы многих видов могут размножаться как бесполым, так и половым путем. В связи с этим говорят о бесполом и половом поколениях данного вида. Чередование этих поколений у растений и животных имеет много общих

черт. Граница, разделяющая половое и бесполое поколения в цикле развития, - процесс оплодотворения. При этом в результате слияния гаплоидных (т.е. содержащих одинарный набор хромосом) гамет появляется диплоидная (т.е. содержащая двойной набор хромосом) зигота, и половое поколение переходит в бесполое.

18. Гаплоидные и диплоидные фазы развития

•С образованием споры начинается гаплоидная фаза в жизненном цикле папоротника, которая заканчивается образованием гамет. Гаметы образуются на гаметофите (половом поколении, или заростке) папоротника, возникающем из прорастающей споры. Но из колоссального количества спор (обычно несколько десятков миллионов), производимого каждый раз спорофитом, лишь сравнительно небольшая часть попадает в достаточно благоприятные условия для прорастания, а из проросших спор далеко не все достигают стадии зрелого гаметофита. у низших грибов в цикле развития преобладает гаплоидная фаза, представленная хорошо развитым вегетативным мицелием, органами бесполого и полового размножения. Диплоидная фаза у них очень короткая и ограничена только покоящейся стадией гриба. Мейоз - редукционное деление; процесс ядерного деления, ведущий к образованию гаплоидной фазы, в которой число хромосом уменьшено вдвое по сравнению с диплофазой. В течение мейоза ядро делится дважды, а хромосомы только один раз.

Таким образом, у низших грибов в цикле развития преобладает гаплоидная фаза (n) у представленная хорошо развитым вегетативным мицелием, органами бесполого и полового размножения.

Диплоидная фаза ($2n$) представлена только одноклеточным образованием — ооспорой или зигоспорой, являющейся покоящейся стадией грибов; здесь гаплоидная фаза преобладает над диплоидной

•Основная жизненная стадия у папоротникообразных — диплоидная. На листьях папоротников или в специальных структурах у хвощей и плаунов образуются спорангии, в которых в результате мейоза формируются мелкие одноклеточные споры. Разлетаясь и попадая в подходящие условия, они дают начало гаплоидной стадии — заростку. На заростках образуются антеридии и архегонии, формируются гаметы, происходит оплодотворение, и из зиготы развивается диплоидное растение. Некоторое время отдельно существует только мужской гаметофит в виде пыльцевого зерна, но в нем в это время не происходит заметных процессов жизнедеятельности. После оплодотворения из зиготы новый диплоидный организм первые этапы развития также проходит внутри материнского организма.

19. Первичное чередование поколений

Первичное чередование поколений заключается в регулярном чередовании полового и бесполого поколений

Встречается:

- простейших
- водорослей
- высших растений.

20. Половое и бесполое поколение

•**Бесполое поколение:** Папоротникообразные – это высшие споровые растения, растущие преимущественно во влажных затененных местах. Они имеют листья, стебли и корни. В стеблях папоротников, хвощей и плаунов находится специальная проводящая ткань, напоминающая сосуды. Бесполое поколение – когда спорофит представляет собой листостебельное растение, у которого в специальных органах, расположенных на листьях (спорангиях), образуются споры. У плауна и хвоща споры вызревают в своеобразных колосках, образующихся на верхушках побегов, у папоротника – в мешочках, расположенных на обратной стороне листа.

•**Половое поколение:** Попав в благоприятные условия, споры произрастают и образуют заросток – маленькое растение, которое представляет собой половое поколение, так называемый гаметофит. Заросток имеет вид маленькой зеленой пластинки, достигающей 1 см в диаметре. В нижней части заростка имеются ризоиды, с помощью которых крохотное растение крепится в почве. В заростке образуются женские и мужские половые органы (архегонии и антеридии), в которых развиваются яйцеклетки и сперматозоиды. Так как заросток плотно прижат к земле, то под ним задерживаются капли росы или дождя. По этой воде сперматозоиды «подплывают» к яйцеклеткам. При их слиянии происходит оплодотворение, и из образовавшейся зиготы впоследствии развивается новое растение, которое сразу же набирает рост, превращаясь в мощный папоротник.

21. Гаметофит и спорофит у растений

•**Спорофит** — диплоидная многоклеточная фаза в жизненном цикле растений и водорослей, развивающаяся из оплодотворенной яйцеклетки или зиготы и производящая споры.

•**Гаметофит** — гаплоидная многоклеточная фаза в жизненном цикле растений и водорослей, развивающаяся из спор и производящая половые клетки.

22. Вторичное чередование поколений

•Вторичное чередование поколений широко встречается у животных. Оно отмечается в формах гетерогонии и метагенеза. Гетерогония заключается в первичном чередовании полового процесса и партеногенеза. Например, у трематод половое размножение регулярно сменяется партеногенезом. У многих других организмов гетерогония зависит от сезона. Так, коловратки, дафнии и тли осенью размножаются путем зигогенеза (путем оплодотворения яйцеклеток и образования зигот), а летом — путем партеногенеза. Метагенез заключается в чередовании полового размножения и вегетативного (бесполового). У некоторых морских кишечнорастных полипоидное поколение правильно чередуется с медузоидным. Для полипоидного поколения характерно размножение так называемой стробилиацией (поперечными перетяжками), для медузоидного — половым путем (оплодотворение яиц, образование личинок и развитие полипов).

23. Гетерогония. Метагенез

•Гетерогония — в биологии вид размножения, когда у одного и того же вида животных чередуются между собой два различных половых поколения, один из видов чередования поколений, в отличие от чередования половых поколений с бесполовыми (метагенезис).

•Гетерогония простейшего вида наблюдается у коловраток и у дафнид. Неоплодотворенные яйца, так называемые летние, откладываются в теплое время года и имеют тонкую нежную оболочку; оплодотворенные откладываются к осени при наступлении неблагоприятных внешних условий, покрыты толстой оболочкой и называются зимними. Нередко те и другие представляют резкие различия в своем развитии.

•Метагенез — форма жизненного цикла животных, состоящая в закономерном чередовании бесполовых поколений и поколений, размножающихся половым путём. метагенез характерен для большинства гидроидных и сцифоидных кишечнополостных, к половому поколению относятся медузы, а к бесполому — полипы. Классическим метагенезом характеризуются сальпы, в жизненном цикле которых чередование двух поколений: одиночных оозооидов, размножающихся почкованием, и колониальных гермафродитных бластозооидов. Кроме того метагенез может быть характерен для отдельных групп или представителей многих других таксонов животных, например для обладающих эпитокными стадиями многощетинковых червей, или для размножающихся на личиночных стадиях паразитических плоских червей.

24. Половой диморфизм

• Половой диморфизм — анатомические различия между самцами и самками одного и того же биологического вида, не считая половых органов. Половой диморфизм может проявляться в различных физических признаках, например рост, вес.

Значение полового диморфизма

Разделение популяции на представителей мужского и женского пола обусловлено, прежде всего, различием их основных функций. Женский организм предназначен для продолжения рода, мужской же больше подходит для добывания пищи и защиты территории и потомства. Это закономерно практически для всех биологических видов, но крайне ярко выражено у человека. С самых давних пор мужчины занимались охотой и другим тяжелым физическим трудом, их организм приспособлен для этого куда лучше, чем у женщин, которые оставались дома, следили за домашним хозяйством, вынашивали и воспитывали детей.

25. Биологический смысл полового диморфизма

Биологическое значение полового диморфизма связано с воспроизведением человека как вида. Теория полового диморфизма была сформулирована в 60-х гг. В.А. Геодакяном. Согласно этой теории, женское начало обеспечивает неизменность потомства от поколения к поколению, сохранение того, что накоплено в ходе предшествующей эволюции. Мужской пол - это передовой отряд популяции, берущий на себя функции столкновения с новыми условиями существования.

26. Гермафродитизм

• Гермафродитизм — продукция женских и мужских половых клеток особью, имеющей женские и мужские половые железы.

27. Истинный и ложный гермафродитизм у животных

• Истинный же гермафродитизм замечен у особей, которые содержат гонады обоих полов. При истинном гермафродитизме различают больше аномалий, чем при ложном. Это и овотестис, и аномалия гонад отдельно у самцов, отдельно самок, и гипоспадия, и крипторхизм.

• Ложный псевдо гермафродитизм собой представляет болезнь, при которой животное имеет гонады одного пола, но его наружные половые органы схожи по строению с органами противоположного пола. В случае с самцом, он имеет наружные половые органы, как у самки. При этом есть две аномалии при таком положении дел. Первая

— гипоспадия, при которой мочеиспускательный канал самца развивается неправильно, и вторая — крипторхизм, когда яички расположены ненормально, неправильно.

28. Гермафродитизм у растений

•Гермафродитизм, встречающийся у двудольных растений, проявляется в развитии тычинок у женских цветков и пестиков – у мужских.

29. Однодомные и двудомные растения

•Однодомные растения - растения, у которых однополые цветки мужские (тычиночные) и женские (пестичные) находятся на одном растении. К однодомным растениям относятся береза, орешник, дуб, бук, многие осоки, тыквенные... Растения такого вида чаще всего бывают ветроопыляемыми. Бывают случаи, когда пыльцу переносят насекомые — этот процесс называется энтомофилия. Растениям не присуща автогамия, когда опыление происходит в чаше одного цветка. и Чаще всего пыльца попадает сюда в лоно с других соцветий, располагающихся на этом же растении. А это прямым образом плохо сказывается на свойствах семян

•Растения двудомные с точки зрения эволюционного развития считаются более совершенными . Они не способны к самоопылению, а это обстоятельство способствует укреплению вида. Растения двудомные - это группа растений, у которых мужские (тычиночные) и женские (пестичные) цветки находятся на разных особях, напр. тополь, конопля.

30. Онтогенез, его типы и периодизация. Понятие об онтогенезе. Прозембриональный этап развития. Эмбриональный период

•Онтогенез — это полная история (цикл) развития индивидуального организма (животного или растения), начинающаяся с образования давших ему начало половых клеток и заканчивающаяся его смертью. Представления об онтогенезе (индивидуальной истории развития организма) основаны на данных о росте организма, дифференцировке его клеток и морфогенезе. Следовательно, онтогенез есть категория индивидуальная.

•Различают два основных типа онтогенеза:

- а) прямой
- б) непрямой

При прямом типе развития рождающийся организм в основном сходен со взрослым, а стадия метаморфоза отсутствует.

При непрямом типе развития образуется личинка, отличающаяся от взрослого организма внешним и внутренним строением, а также по характеру питания, способу передвижения и ряду других особенностей.

- Онтогенез многоклеточных организмов подразделяют на периоды:
 - эмбриональный (развитие зародыша)
 - постэмбриональный (послезародышевое развитие).

Для плацентарных животных различают пренатальный (до рождения) и постнатальный (после рождения) периоды.

- проэмбриональный период (сперматогенез и оогенез).

31. Дробление. Образование морулы. Бластула. Гастрюляция. Развитие зародышевых листков

•Дробление — стадия эмбрионального периода онтогенеза, во время которой происходит увеличение количества клеток зародыша за счет митотических делений. В зависимости от особенностей яйцеклетки зигота может полностью подвергаться дроблению или частично.

•В зависимости от особенностей образования бластомеров дробление может быть равномерным или неравномерным. Сходные по размерам и форме бластомеры образуются при равномерном типе дробления, различные бластомеры образуются при неравномерном типе дробления. При частичном дроблении только часть зиготы подвергается дроблению. При дискоидальном типе частичного дробления дроблению подвергаются только те участки зиготы, которые не содержат желтка.

•В результате дробления происходит образование бластулы. Бластула состоит из одного слоя клеток, который называют бластодермой. Полость, образованная клетками бластодермы, называется бластоцель.

Итогом стадии дробления является образование многоклеточного зародыша - морулы. Дробление и образование морулы происходит по мере продвижения зародыша по маточной трубе.

•Морула-стадия развития зародыша многоклеточных животных, предшествующая завершению периода дробления. На стадии Морулы зародыш представлен скоплением клеток (бластомеров), напоминающим внешне соплодие ("ягоду") малины, ежевики, тутового дерева. За морулой следует стадия бластулы. Морула попадает в матку, где происходит процесс бластуляции.

•Бластомеры в моруле отталкиваются друг от друга, смещаются к периферии и выстраиваются в один слой и к 6-м суткам образуется однослойный зародыш в виде пузырька. Разные бластомеры делятся с

неодинаковой скоростью. Одни из них (более светлые) располагаются по периферии, другие (темные) - находятся в центре

- Гастрюляция - это процесс образования зародышевых листков. Эмбриобласт, имеющий форму диска, называется зародышевым диском. Из него развивается эмбрион. Клетки этого диска на ранней стадии, когда его диаметр не достигает 2 мм, дифференцируются на два зародышевых слоя (листка) - эктодерму и энтодерму. На более поздней стадии образуется мезодерма. Эти три зародышевых листка дают начало всем тканям развивающегося зародыша. В конце гастрюляции на 4-ой неделе формируются зачатки нервной пластинки и хорды.

- Вскоре из клеток впячивания образуется второй, внутренний слой клеток зародыша. Такой двухслойный шарик называется гастрюлой. Наружная стенка гастрюлы называется наружным зародышевым листком, или эктодермой, а внутренняя стенка — внутренним зародышевым листком, или энтодермой. Полость внутри гастрюлы называется первичной кишкой, а отверстие, которое в нее ведет, — первичным ртом.

32. Гистогенез и органогенез

- Гистогенез – процесс формирования тканей в эмбриогенезе.
- Органогенез – процесс формирования систем органов в эмбриогенезе.

33. Дифференциация и детерминация клеток

Дифференциация — это стойкое структурно-функциональное преобразование клеток в различные специализированные клетки. Дифференцировка клеток биохимически связана с синтезом специфических белков, а цитологически — с образованием специальных оргanelл и включений. При дифференцировке клеток происходит избирательная активация генов. Важным показателем клеточной дифференцировки является сдвиг ядерно-цитоплазмного отношения в сторону преобладания размеров цитоплазмы над размером ядра. Дифференцировка происходит на всех этапах онтогенеза. Особенно отчетливо выражены процессы дифференциации клеток на этапе развития тканей из материала эмбриональных зачатков.

Специализация клеток обусловлена их детерминацией.

- Детерминация — это процесс определения пути, направления, программы развития материала эмбриональных зачатков с образованием специализированных тканей. Детерминация может быть оптической (программирующей развитие из яйцеклетки и зиготы организма в целом), зачатковой (программирующей развитие органов или систем,

возникающих из эмбриональных зачатков), тканевой (программирующей развитие данной специализированной ткани) и клеточной (программирующей дифференцировку конкретных клеток).

34. Постэмбриональный онтогенез. Ювенильный и пубертатный периоды

Постэмбриональный (постнатальный) онтогенез начинается с момента рождения, при выходе из зародышевых оболочек (при внутриутробном развитии) или при выходе из яйцевых оболочек и заканчивается смертью.

Продолжительность постэмбрионального онтогенеза у организмов разных видов колеблется от нескольких дней до нескольких десятков лет и является видовым признаком.

Постэмбриональный онтогенез у всех живых существ подразделяется на следующие периоды:

1) Ювенильный (дорепродуктивный) – от рождения до полового созревания.

2) Пубертатный (репродуктивный) период зрелости, - организм способен к самовоспроизведению.

•Ювенильный период характеризуется продолжением начавшегося ещё в эмбриональный период органогенеза и увеличением размеров тела. С этого времени начинают функционировать пищеварительная система, органы дыхания и органы чувств. Нервная, кровеносная и выделительная системы начинают функционировать еще у зародыша. В течение дорепродуктивного периода окончательно складывается видовые и индивидуальные особенности организма, и особь достигает характерных для вида размеров. Ювенильный период называют прогрессивной стадией, т.к. в этот период продолжается рост и развитие организма в условиях прямого воздействия окружающей среды.

Пубертатный период (период зрелости) называют стабильной стадией, т.к. организм в этот период функционирует как устойчивая система, способная поддерживать постоянство своего внутреннего состава в изменяющихся условиях внешней среды.

35. Прямое и непрямое развитие

•Прямое развитие — рождение потомства, внешне похожего на взрослый организм. Примеры: развитие рыб, пресмыкающихся, птиц, млекопитающих, некоторых видов насекомых. Так, малек рыбы похож на взрослую рыбу, утенок на утку, котенок на кошку;

•Непрямое развитие — рождение или выход из яйца потомства, отличающегося от взрослого организма по морфологическим призна-

кам, образу жизни (типу питания, характеру передвижения). Пример: из яиц майского жука появляются червеобразные личинки, живут в почве и питаются корнями в отличие от взрослого жука (живет на дереве, питается листьями).

36. Биологический смысл метаморфоза

•Биологический смысл метаморфоза заключается в том, что личинки и взрослые особи питаются разной пищей, адаптированы к разным условиям, что устраняет конкуренцию между ними и способствует выживанию потомства

37. Старение и смерть

•Старение — это закономерный, нарастающий во времени процесс, ведущий к снижению приспособительных возможностей организма и увеличению вероятности смерти. Нет единого мнения по вопросу о том, с какого момента онтогенеза начинается старение. Согласно одной из крайних точек зрения, старение начинается с момента образования зиготы. Согласно другой точке зрения, важным показателем старения является прекращение функции размножения. Очевидно, что старение начинается еще в период устойчивого функционирования всех систем организма, в том числе и половой. Есть мнение, что снижение некоторых функций начинается по окончании периода роста организма, что для человека соответствует возрасту 20—30 лет.

•Биологическая смерть - необратимые изменения жизнедеятельности организма, начало аутолитических процессов. Однако гибель клеток и тканей при наступлении биологической смерти происходит не одновременно. Первой погибает ЦНС; уже через 5-6 мин после остановки дыхания и кровообращения происходит разрушение ультраструктурных элементов паренхиматозных клеток головного и спинного мозга.

38. Происхождение способов размножения

Половое размножение является наиболее эффективным путем воспроизводства организмов, дающим возможность «перетасовки» и комбинирования генов. Предполагают, что оно развилось из бесполого, возникнув около 1млрд лет назад, причем первые этапы в этом процессе были связаны с усложнением в развитии гамет. Примитивные гаметы характеризовались недостаточной морфологической дифференцировкой, в результате чего для многих организмов ведущей была изогамия (от греч.isos— равный, gamos— брак), когда половые клетки были подвижными изогаметами, еще не дифференцированными на мужские и женские формы. Изогамия встречается у ряда видов

простейших. В последующем получила развитие анизогамия (от греч. *anisos*— неравный, *games*— брак), характеризующаяся дифференцировкой гамет, различающихся между собой лишь по величине. Примером анизогамии является образование гамет также у ряда видов простейших. У этих организмов размеры гамет различны (макрогаметы и микрогаметы).

На более поздних этапах эволюции животных возникли резкие различия в подвижности, форме и размерах гамет, что особенно заметно в случае гамет млекопитающих. Следует добавить также, что у млекопитающих выработалась также способность продуцировать мужские гаметы в огромных количествах.

39. Биологическая роль полового размножения

Биологическая роль полового размножения исключительно велика. Несомненно, что она имеет значительные преимущества по сравнению с вегетативным размножением и размножением спорообразованием. Еще К.А. Тимирязев (1843-1920) неоднократно обращал внимание на половое размножение как на выдающийся источник изменчивости организмов, поскольку в ходе мейоза имеет место рекомбинация генов, а при объединении гамет — образование новых сочетаний генов. Можно сказать, что в природе половое размножение является доминирующим по сравнению с другими формами размножения. У животных, размножающихся половым путем, репродуктивная способность сохраняется относительно долго. Так в случае человека способность к репродукции у женщин сохраняется в основном до 40-45 лет, а у мужчин — практически всю жизнь.

40. Изогамия, анизогамия и оогамия

Изогамия - это такой половой процесс, при котором сливаются гаметы одинаковой величины, формы и обе подвижны. Изогамия обычно связана с отсутствием дифференцированных органов для производства гамет, которые возникают благодаря делению протопластов обычных вегетативных клеток. У многих водорослей с изогамным половым процессом наблюдается разница в поведении сливающихся гамет: одна более пассивна, другая более активна.

Гетерогамия или анизогамия - это такая форма полового процесса, при которой сливаются две разные по размерам гаметы, но обе подвижные. Крупная гамета называется макрогамета и созревает она в специальном органе полового размножения - макрогаметангии; микрогамета - маленькая (меньшая) гамета формируется в микрогаметангии. Макрогаметы и особи, на которых они образуются, соответствуют

женскому полу, микрогаметы и особи, на которых они образуются, - мужскому полу.

Оогамия - это такой половой процесс, при котором сливаются одна крупная, неподвижная, переполненная питательными веществами женская половая клетка – яйцеклетка и мелкая, лишенная запасных питательных веществ, подвижная - сперматозоид или неподвижная - спермий (у водорослей - спермаций) мужская клетка.

41. Живорождение и его биологический смысл

Способ воспроизведения потомства, при котором зародыш развивается в материнском организме и рождается в виде детёныша, свободного от яйцевых оболочек. Наряду с живорождением в узком смысле этого слова встречается также яйцевиворождение, при котором зародыш развивается из яйца, находящегося в теле матери, питается главным образом за счёт веществ, запасённых в самом яйце.

6. НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОРГАНИЗМОВ

Наследственность, непрерывность жизни и среда

Наследственность и непрерывность жизни. - Наследственность - это передача сходства от родителей к потомству или склонность организмов походить на своих родителей. Наследственность и изменчивость - это важнейшие свойства живого, которые не только отличают живое от неживого, но и определяют совместно с размножением бесконечное продолжение (непрерывность) жизни.

Наследуемость признаков и их генетическая детерминированность.

НАСЛЕДУЕМОСТЬ признаков, степень обусловленности фенотипической изменчивости какого-либо признака в популяции живых организмов (или их группе) генотипическими различиями между особями; наследственная обусловленность изменчивости изучаемого признака в популяции.

генетически детерминированные признаки - это признаки которые передаются на генетическом уровне.

Наследование, не связанное с полом. Наследование какого-либо гена, не находящегося в половых хромосомах.

Наследование контролируемое, ограниченное и сцепленное с полом.

Наследование, сцепленное с полом — наследование какого-либо гена, находящегося в половых хромосомах.

НАСЛЕДОВАНИЕ, КОНТРОЛИРУЕМОЕ ПОЛОМ-Тип наследования, обусловленный генами, проявление которых контролируется полом. При этом у самок и самцов признаки проявляются по-разному.

Наследование, ограниченное полом — наследование признаков, при котором контролирующие их гены находятся в аутосомах или половых хромосомах обоих полов, но фенотипически проявляются лишь у одного пола

Изменчивость и непрерывность разнообразия жизни.

Изменчивость - это свойство, противоположное наследственности. Она заключается в изменениях генетического материала, сопровождаемых изменениями признаков организмов

Результатом изменчивости является образование новых вариантов организмов, непрерывность разнообразия жизни.

Наследственность, изменчивость и среда.

Наследственность - это передача сходства от родителей к потомству или склонность организмов походить на своих родителей.

Изменчивость — способность живых организмов приобретать новые признаки и свойства. Изменчивость отражает взаимосвязь организма с внешней средой.

Генотип и фенотип.

ГЕНОТИП, термин обозначающий совокупность наследственных факторов организма.

Фенотип Совокупность всех признаков и свойств организма, сформировавшихся в процессе его индивидуального развития

Признаки качественные и количественные.

Качественные – признаки имеющие четко различимые формы количественные признаки проявляют в основном непрерывную изменчивость и могут быть измерены – рост, длина шерсти, вес.

Модификационная (фенотипическая) изменчивость — изменения в организме, связанные с изменением фенотипа вследствие влияния окружающей среды и носящие, в большинстве случаев, адаптивный характер.

НОРМА РЕАКЦИИ

амплитуды адаптации, определяющие границы изменчивости организма, возникающей под действием факторов среды и контролируемой его генотипом.

Методы, генетические модели и уровни изучения наследственности.

Главным и единственным методом изучения наследственности организмов является классический генетический (гибридологический) анализ

генеалогический метод — изучение родословных т.е. наследования признаков (в том числе и патологических) в поколениях, находящихся в родственных отношениях.

Соотношение роли генотипа и внешних условий в развитии конкретных признаков проясняет близнецовый метод

Цитогенетический метод основан на микроскопическом исследовании хромосом.

Многие наследственные заболевания, связанные с нарушениями обмена веществ, диагностируются с помощью биохимических методов.

Генетический анализ и этапы его реализации.

Генетический анализ — исследование генотипа отдельных особей, групп особей и генетической структуры популяций, в том числе линий, штаммов, сортов, пород и т.д.

Схема генетического анализа организмов состоит из ряда последовательных этапов, а именно:

1. Идентификация генов.
2. Установление генных локусов на хромосомных парах.
3. Установление последовательности генных локусов вдоль хромосомных пар.
4. Выяснение тонкой структуры генов.

Генетические системы, используемые в качестве экспериментальных моделей.

в генетике в качестве экспериментальной модели (системы) широко используют плодовую мушку *Drosophila melanogaster* Являясь эукариотом с дифференцированными тканями, этот организм очень удобен для изучения многих вопросов наследственности.

Другие методы исследования.

Дерматоглифический метод. Предмет изучения – рисунки на ладонях, подошвах и пальцах. При хромосомных заболеваниях рисунки изменяются, например, обезьянья складка на ладони при болезни Дауна.

Близнецовый метод – позволяет определить влияние среды на однойцевых близнецов, которые генетически идентичны. Это позволяет с большой достоверностью оценить роль внешних условий в реализации действия генов.

Популяционный метод. Состоит в определении частоты гена в популяции согласно закону Харди-Вайнберга. На основе данного метода оценивают распределение особей разных генотипов, анализируют динамику генетической структуры популяций под действием различных факторов. Например, ген дальтонизма: проявляется больше у мужчин – до 7-8% (у женщин – 0,5%, хотя носителями гена являются 13%).

Метод геномной инженерии – с его помощью ученые изменяют генотипы организмов: удаляют и перестраивают определенные гены, вводят другие, соединяют в генотипе одной особи гены различных видов и т.д.

Метод моделирования – изучает болезни человека на животных. В основе этого метода лежит закон Вавилова.

Закономерности передачи генетической информации. Генетическая организация хромосом

Доминантность и рецессивность.

Доминантность, или доминирование — форма взаимоотношений между аллелями одного гена, при которой один из них (доминантный) подавляет (маскирует) проявление другого (рецессивного) и таким образом определяет проявление признака как у доминантных гомозигот, так и у гетерозигот.

Рецессивный признак — признак, не проявляющийся у гетерозиготных особей вследствие подавления проявления рецессивного аллеля.

В опытах Менделя при скрещивании сортов гороха, которые имели желтые и зеленые семена, все потомство (т.е. гибриды первого поколения) оказалось с желтым семенами. При этом не имело значения, из какого именно семени (желтого или зеленого) выросли материнские (отцовские) растения. Итак, оба родителя в равной степени способны передавать свои признаки потомству.

При скрещивании гетерозиготных гибридов первого поколения между собой (самоопыления или родственное скрещивание) во втором поколении появляются особи как с доминантными, так и с рецессивными состояниями признаков, т.е. возникает расщепление, которое происходит в определенных отношениях.

Изучая расщепления при дигибридном скрещивании, Мендель обратил внимание на следующее обстоятельство. При скрещивании растений с желтыми гладкими (AABB) и зелеными морщинистыми (aabb) семенами во втором поколении появлялись новые комбинации признаков: желтые морщинистые (Aabb) и зеленые гладкие (aaBb), которые не встречались в исходных формах. Из этого наблюдения Мендель сделал вывод, что расщепление по каждому признаку происходит независимо от второго признака.

РАСЩЕПЛЕНИЕ ПРИЗНАКОВ

проявление разнообразия в признаках и свойствах особей второго и последующих гибридных поколений.

Аллельные гены — гены, расположенные в одних и тех же локусах гомологичных хромосом, но отвечающие за разные проявления однотипных признаков.

Гомозиготный организм - это организм (животное или растение), который имеет два абсолютно одинаковых гена, например, два доминантных гена черной окраски (BB) или два рецессивных гена коричневой окраски (bb). Этот организм по данному признаку называют "чистым".

Гетерозиготный организм - это организм, содержащий один доминантный и один рецессивный ген (например, Bb). Такой организм называют гибридным.

Множественный аллелизм — это наличие нескольких аллелей одного гена. В популяции оказываются не два аллельных гена, а несколько.

ГЕНОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НЕЗАВИСИМОЕ

Независимое, совершающееся по законам теории вероятности распределение генов, локализованных в разных парах хромосом, по гаметам во время мейоза.

Дигибридным или полигибридным скрещиванием называют скрещивание родительских форм организмов, различающихся по двум или более парам признаков.

Свободная рекомбинация аллельных пар в гаметах.

Итак, генные пары двух скрещиваемых организмов расщепляются (сегрегируют) независимо одна от другой и перераспределяются, подвергаясь свободной рекомбинации между собой, причем гибридные организмы в процессе их гаметогенеза дают начало комбинациям родительских гамет и рекомбинациям гамет в равных количествах.

Хромосомные основы расщепления и независимого перераспределения генов

Цитологические основы расщепления генов (первого закона наследственности) определяются парностью хромосом, поведением хромосом диплоидных клеток при мейозе (спаривании и расхождении гомологичных хромосом) и последующим оплодотворением половых клеток, хромосомы которых несут по одному аллельных генных пар. У соматических клеток один аллель одной пары генов располагается на одном члене хромосомной пары, тогда как другой аллель представлен в другом члене хромосомной пары.

Наследование, сцепленное с полом — наследование какого-либо гена, находящегося в половых хромосомах. Наследование признаков, проявляющихся только у особей одного пола, но не определяемых ге-

нами, находящимися в половых хромосомах, называется наследованием, ограниченным полом.

Определение пола, или детерминация пола — биологический процесс, в ходе которого развиваются половые характеристики организма. Большинство организмов имеют два пола. Иногда встречаются также гермафродиты, сочетающие признаки обоих полов. Некоторые виды имеют лишь один пол и представляют собой самок, размножающихся без оплодотворения путём партеногенеза, в ходе которого на свет появляются также исключительно самки.

Детерминирование пола окружающей средой

Эпигамное (метагамное) определение пола зависит не от присутствия, соотношения или пloidности хромосом, а от интенсивности действия факторов окружающей среды, что может расцениваться как модификационная изменчивость

Наследование, сцепленное с полом — наследование какого-либо гена, находящегося в половых хромосомах. Наследование признаков, проявляющихся только у особей одного пола, но не определяемых генами, находящимися в половых хромосомах, называется наследованием, ограниченным полом.

КРОССИНГОВЕР, взаимный обмен участками гомологичных (парных) хромосом, приводящий к перераспределению (рекомбинации) локализованных в них генов. Происходит в процессе деления клеток; один из механизмов наследственной изменчивости. В экспериментальной генетике используется для построения генетических карт хромосом

Морганом было установлено, что сцепление генов, расположенных в одной хромосоме, не является абсолютным. Во время мейоза хромосомы одной пары могут обмениваться гомологичными участками между собой с помощью процесса, который называется кроссинговером. Чем дальше друг от друга расположены гены в хромосоме, тем чаще они разделяются кроссинговером

Группы сцепления

Гены, находящиеся в одной хромосоме и наследующиеся сцепленно, составляют группу сцепления. Количество групп сцепления каждого вида должно соответствовать числу пар хромосом.

Биологическое значение кроссинговера чрезвычайно велико, поскольку генетическая рекомбинация позволяет создавать новые, ранее не существовавшие комбинации генов и тем самым повышать наследственную изменчивость, которая дает широкие возможности адаптации организма в различных условиях среды. Человек специаль-

но проводит гибридизацию с целью получения необходимых вариантов комбинаций для использования в селекционной работе.

Изучение генетического материала на молекулярном уровне привело к выводу, что рекомбинация сцепленных генов представляет собой взаимодействие между гомологичными молекулами ДНК, конечным результатом которого является формирование структуры, построенной из частей каждого родительского гомолога. Представления о молекулярных механизмах генетической рекомбинации отражены в моделях «копирующего выбора» и «разрыва-воссоединения»

Представления о расположении генов на хромосомах (в группах сцепления) сводятся к тому, что они располагаются в линейном порядке, причем, чем больше расстояние между генными локусами, тем большей является частота кроссинговера между ними и наоборот, линейный порядок генов характерен для групп сцепления всех организмов, включая человека, и определяет принципы построения генетических карт хромосом, которые представляют собой графическое изображение расстояний между генами в группах сцепления.

Традиционно, под геном в молекулярной биологии понимают участок ДНК кодирующий либо белок, либо молекулу РНК

Ген не является неделимой генетической структурой, представляет собой область хромосомы, отдельные участки которой могут мутировать независимо друг от друга. Это явление было названо Серебровским ступенчатым аллеломорфизмом.

Сайт — участок молекулы ДНК, белка и т. п.

цистрон — цистрон. Функциональная единица генетического материала, выявляемая с помощью цис транс теста

Концепция, возникшая на базе теории “один ген - один фермент”, предполагающая, что каждый ген может кодировать только одну полипептидную цепь, которая, в свою очередь, может входить как субъединица в более сложный белковый комплекс; теория выдвинута Г. Бидлом и Э. Татумом в 1941 на основании генетико-биохимического анализа нейроспоры, они обнаружили выключение в экспериментальных условиях под действием различных мутаций каждый раз только одной какой-либо цепи биохимических реакций

Многокопийные гены. – Гены полимерные.

Генетический код — свойственный всем живым организмам способ кодирования аминокислотной последовательности белков при помощи последовательности нуклеотидов.

Действие генов

Структура генетического кода характеризуется тем, что он является триплетным

Код является неперекрывающимся, линейным, не имеющим пунктуации («запятых»), обеспечивающей свободные пространства между кодонами, и вырожденным.

Неперекрываемость генетического кода означает, что любое азотистое основание является членом только одного кодона.

Код является линейным по той причине, что молекулы ДНК являются линейными полимерами

Вырожденность кода определяется тем, что место в полипептиде одной и той же аминокислоты может кодироваться одновременно несколькими кодонами, но не совместно, а раздельно.

Процесс переписывания информации, содержащейся в генах ДНК на синтезируемую молекулу и-РНК называется транскрипцией

Процесс сборки молекулы белка идет в рибосомах и называется трансляцией.

Процесс синтеза РНК по ДНК-матрице наиболее полно охарактеризован для прокариот. Хотя в клетках млекопитающих регуляция синтеза и процессинг РНК отличаются от прокариотических систем, сами процессы синтеза РНК у обоих типов организмов практически одинаковы. Вот почему описание синтеза РНК у прокариот вполне приложимо и к эукариотическим клеткам, несмотря на то что ферменты и регуляторные сигналы синтеза РНК различаются.

Полимерáза — фермент, главной биологической функцией которого является синтез полимеров нуклеиновых кислот.

Процессинг РНК — стадия отличающая реализацию генетической информации у про- и эукариот.

Сплайсинг — процесс вырезания определенных нуклеотидных последовательностей из молекул РНК и соединения последовательностей, сохраняющихся в «зрелой» молекуле, в ходе процессинга РНК.

Трансляция) — процесс синтеза белка из аминокислот на матрице информационной (матричной) РНК (иРНК, мРНК), осуществляемый рибосомой.

Транспортная РНК,— рибонуклеиновая кислота, функцией которой является транспортировка аминокислот к месту синтеза белка.

Этапы полипептидного синтеза.

1. Инициация
2. Элонгация
3. Терминация

Ферменты - это белковые вещества, играющие очень важную

роль в различных биохимических процессах в организме.

Они необходимы для переваривания пищевых продуктов, стимуляции деятельности головного мозга, процессов энергообеспечения клеток, восстановления органов и тканей. Наиболее важной функцией ферментов является катализация биохимических реакций в организме, многие, если не большинство которых, идут только в присутствии соответствующих энзимов.

Митохондриальный и хлоропластный генетические коды.

В митохондриях и хлоропластах помимо ДНК существуют и другие структуры, которые в совокупности с ДНК образуют самостоятельный аппарат синтеза белков

Для митохондриального генетического кода характерны те же структуры и свойства и те же механизмы транскрипции и трансляции, что и в случае ядерного генетического кода.

Генетический код ядерной ДНК универсален, т.к. он одинаков у всех живых существ, т.е. у всех живых существ используются одинаковые наборы кодонов. Признание универсального характера генетического кода является выдающимся современным доказательством единства происхождения органических форм.

Генетический контроль экспрессии генов

Важнейшим фактором регуляции генной активности являются элементы генома, отвечающие за синтез регуляторных белков,— гены-регуляторы. Соединяясь с определенными нуклеотидными последовательностями ДНК, предшествующими структурной части регулируемого гена, — операторами, белки-регуляторы способствуют или препятствуют соединению РНК-полимеразы с промотором.

Регуляторная функция белков — осуществление белками регуляции процессов в клетке или в организме, что связано с их способностью к приёму и передаче информации.

Механизм, регулирующий синтез ферментов, называется репрессией.

Это — подавление синтеза их под влиянием избыточного количества продукта реакции.

В большинстве случаев регуляция синтеза ферментов путем индукции характерна для катаболических путей, где в качестве индукторов выступают обычно субстраты этих путей.

Оперон — функциональная единица генома у прокариот, в состав которой входят цистроны (гены, единицы транскрипции), кодирующие совместно или последовательно работающие белки и объединенные под одним (или несколькими) промоторами.

7. ЭВОЛЮЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО МИРА

Теория эволюции

До Дарвина большинство биологов держалось представлений о постоянстве и неизменности живых организмов – видов столько, сколько их создал бог. Организмы и органы полностью соответствуют цели, которую якобы поставил творец. Сущность мировоззрения этого периода заключается в представлениях о постоянстве, неизменности и изначальной целесообразности природы. Такое мировоззрение получило название метафизического.

Гераклит утверждал, что в мире все имеет свою определенную причину, что органический мир развился из неорганического. Гераклит и его ученики, так же как и Аристотель, все развитие органической природы представляли в виде «лестницы», где первую ступень занимают камни, которые только нарастают, вторую – растения, хотя и лишённые движения, но живые, третья ступень представлена животными, способными чувствовать, расти и двигаться, и, наконец, четвертая ступень – человек, который растёт, двигается, чувствует и мыслит.

В средние века в науке царствовал застой.

Материалистические произведения античных авторов уничтожались как еретические. В Европу произведения древнегреческих философов и мыслителей проникли в дальнейшем лишь в переводах с арабского через Кордову и Севилью.

Идеи абиогенеза исходят из того, что жизнь возникает тем, или иным путем из неживой материи. Сейчас любые опровержения абиогенеза считаются ненаучными, поскольку противоречат теории Большого Взрыва - в конечной Вселенной всё должно иметь начало. Поэтому абиогенез чаще всего критикуют креационисты. Однако в вечной Вселенной абиогенез необязателен - и даже, как видно из расчёта его вероятности, невозможен

Итальянский биолог Ф. Реди серией опытов с открытыми и закрытыми сосудами доказал (1688), что появляющиеся в гниющем мясе белые маленькие черви — это личинки мух, и сформулировал принцип: все живое - из живого.

В 1857 году Луи Пастер открыл причину процесса брожения – оказалось, что оно вызывается жизнедеятельностью микроорганизмов

"Лестница существ" воплощала в себе метафизические представления эпохи. Отдельные ступени лестницы мыслились только как существующие одна подле другой, а не как исторически связанные друг с другом звенья, возникающие одно из другого в процессе разви-

тия. Однако и в этой метафизической форме лестница отражала мысль о единстве, связи и последовательности форм, о постепенном усложнении организмов и о наличии переходов между ними. В преобразованном виде представление о градации форм стало одной из основных предпосылок эволюционного учения Ламарка

Эволюционная теория Ламарка – учение, согласно которому все живые организмы стремятся к прогрессу, развиваясь от простого к сложному. Таким образом, организмы целесообразно изменяются, приспособляясь к условиям окружающей среды. Такие изменения вызываются непосредственным влиянием окружающей среды, упражнениями организмов и наследованием потомками приобретенных при жизни признаков.

Сущность эволюционного учения заключается в следующих основных положениях:

1 Все виды живых существ, населяющих Землю, никогда не были кем-то созданы.

2 Возникнув естественным путем, органические формы медленно и постепенно преобразовывались и совершенствовались в соответствии с окружающими условиями.

3 В основе преобразования видов в природе лежат такие свойства организмов, как наследственность и изменчивость, а также постоянно происходящий в природе естественный отбор. Естественный отбор осуществляется через сложное взаимодействие организмов друг с другом и с факторами неживой природы; эти взаимоотношения Дарвин назвал борьбой за существование.

4 Результатом эволюции является приспособленность организмов к условиям их обитания и многообразию видов в природе.

Движущие силы эволюции по Дарвину:

1. Изменчивость и наследственность

2. борьба за существование

3. естественный отбор

1) Механизм действия естественного отбора - это сохранение особей, способных воспроизвести более плодовитое потомство

Труды Дарвина знаменуют собой переломный момент в истории естествознания и особенно биологии, Дарвин вскрыл научные основы движущих сил органической эволюции и этим утвердил исторический метод в биологии и во всем естествознании. Все последующее развитие биологии шло и идет по пути дальнейшего углубления и расширения дарвиновского учения.

А.И. Опарин – создание теории эволюции. Ее основные идеи:

первоначально жизнь возникла в Мировом океане как результат химической эволюции (т.е. абиогенно); развитие живой материи и появление большого разнообразия форм жизни произошли в процессе биологической эволюции (т.е. биогенно), которая стала вторым, начавшимся после химической эволюции, важнейшим этапом развития жизни в истории Земли. В дальнейшем А. И. Опарин неоднократно уточнял и углублял свои идеи, подкрепляя их новыми исследовательскими материалами.

Креационизм (от лат. creatio — «творение») — общее название концепций, в рамках которых основные формы органического мира, человечество, планета Земля и мир в целом рассматриваются как созданные Богом.

Теория космического происхождения человека выдвигает гипотезу, что формы жизни, способные выжить в условиях космоса (например, экстремофильные бактерии - способные жить и размножаться в экстремальных условиях окружающей среды), могли попасть в области мусора и пыли, выбрасываемые в космическое пространство после столкновения планет, на которых могла существовать жизнь, а также малых тел Солнечной системы. Такой процесс называется панспермией.

Химическая эволюция или пребиотическая эволюция — первый этап эволюции жизни, в ходе которого органические, пребиотические вещества возникли из неорганических молекул под влиянием внешних энергетических и селекционных факторов и в силу разворачивания процессов самоорганизации, свойственных всем относительно сложным системам, которыми бесспорно являются все углерод-содержащие молекулы.

Классические представления о ходе эволюции и доказательства эволюции получены прежде всего в палеонтологии в результате изучения ископаемых организмов, живших в прошлые эпохи. В более глубоких слоях Земли обнаруживаются останки более древних форм жизни, тогда как в поверхностных слоях находят останки более поздних форм. Можно сказать, что история жизни на Земле написана на языке ископаемых останков. Палеонтологический материал дает основание судить также о темпах и направлениях эволюции.

1 этап химической эволюции.

На этом этапе происходил абиогенный синтез органических мономеров.

2 этап предбиологической эволюции

На этом этапе протекали реакции полимеризации.

3 Биологический этап эволюции.

Можно выделить три основных направления биологического прогресса.

- Ароморфоз – это эволюционные изменения, приводящие к качественно новому уровню организации, но не к узкому приспособлению к внешней среде. Ароморфоз даёт возможность к переходу в новую среду обитания, способствует расширению популяции и её местообитания. Благодаря ароморфозу возникают новые крупные таксономические единицы: типы (отделы), классы.

- Идиоадаптация представляет собой небольшие эволюционные изменения, выражающиеся в приспособлении к окружающим условиям обитания. Повышения уровня организации при этом не происходит. Благодаря идиоадаптации образуются мелкие таксономические группы: виды, роды, семейства.

- В отличие от двух предыдущих направлений общая дегенерация ведёт к упрощению организации, нередко сопровождающейся потерей ряда органов. Очень часто дегенерация связана с переходом к паразитическому образу жизни. Благодаря дегенерации также образуются новые таксономические группы.

Биологический регресс. Он заключается в уменьшении количества особей популяции, сужении территорий, которые занимает популяция, уменьшении числа видов. Регресс, как правило, ведёт к вымиранию видов.

Доказательства эволюции:

Эмбриологические

В эмбриональном (зародышевом) развитии организмы имеют признаки своих эволюционных предков. Например,

все организмы начинают развитие с одноклеточной стадии (зиготы);

двуслойный зародыш (гастрола) соответствует кишечнополостным;

близкородственные организмы имеют сходные стадии зародышевого развития (сходную последовательность закладки органов);

зародыш человека покрыт шерстью, имеет хвост – это говорит о происхождении человека от животных.

Палеонтологические

1) Ископаемые остатки и отпечатки (окаменелости) древних организмов показывают, как шло их историческое развитие (эволюция).

2) Филогенетические ряды – это ряды видов, последовательно сменявших друг друга в процессе эволюции.

3) Переходные формы (доказывают происхождение организмов):

кистеперая рыба латимерия – земноводных от рыб;

стегоцефал – пресмыкающихся от земноводных;

археоптерикс – птиц от пресмыкающихся.

Биогеографические

Флора и фауна (ФФ) вулканических островов

очень бедна, потому что животным и растениям тяжело попасть с материка на новый остров;

содержит много эндемиков (видов, обитающими только здесь).

ФФ островов, отколовшихся от материка, очень похожа на ФФ материка; чем раньше произошло отделение – тем больше отличия.

Биохимические

Все живые организмы на Земле состоят в основном из белков; наследственная информация закодирована в нуклеиновых кислотах, одинаково происходят процессы репликации, транскрипции, трансляции, гликолиза и т.п. Всё это свидетельствует о единстве органического мира.

Микроэволюция – эволюционные преобразования, происходящие в пределах популяций в сравнительно короткие промежутки времени

Видообразование – сложный процесс в развитии живой материи. Возникновение нового вида всегда сопровождается разрывом связей с родительским видом и превращением в новую, обособленную совокупность популяций и организмов. Новый вид может образоваться из одной популяции или группы смежных популяций.

Популяция — самая мелкая из групп особей, способная к эволюционному развитию, поэтому ее называют элементарной единицей эволюции.

закон Харди-Вайнберга: относительные частоты доминантного и рецессивного аллелей и генотипов в данной популяции постоянны из поколения в поколение при свободном скрещивании особей и отсутствии в популяции мутационного процесса.

Четвериков С.С.

Один из первых значительных шагов по объединению данных генетики и дарвинизма сделан отечественной наукой. Русский биолог С.С. Четвериков (1880-1959) впервые подвел генетическую основу под эволюционное учение Дарвина, в работе "О некоторых моментах эволюционного процесса с точки зрения современной генетики" (1926) показано, что в естественных условиях в природе внутри каждого вида существует огромное количество наследственных изменений, которые фенотипически не проявляются в силу рецессивности. Вид насыщен мутациями, составляющими неисчерпаемый материал для эволюции.

Факторы эволюции

Миграции особей из одной популяции в другую являются источником генетического полиморфизма популяций. Помимо мутационного процесса и рекомбинагенеза к факторам эволюции относятся популяционные волны (численность популяций), поток генов и дрейф генов (случайные колебания частот генов в малых популяциях), изоляция и естественный отбор. Мутационный процесс - источник наследственных изменений – мутаций

Критерии вида – это признаки, по которым сравнивают 2 организма, чтобы определить, относятся они к одному виду или к разным.

Морфологический Физиолого-биохимический Поведенческий Экологический Географический Генетико-репродуктивный

Формы видообразования:

дивергентное (истинное) видообразование — разделение первоначально единого вида на два или более новых. Механизм: изоляция между популяциями — накопление генетических изменений — появление репродуктивной изоляции (невозможности скрещиваться);

филетическое видообразование — постепенное превращение во времени одного вида в другой. Механизм: изменения условий среды захватывают весь ареал — накопление наиболее выгодных изменений у всех популяций вида;

путём гибридизации (гибридогенное) — скрещивание популяций разных видов на территории пересечения их ареалов.

Симпатрическое (экологическое) видообразование

Связано с расхождением групп особей одного вида и обитающих на одном ареале по экологическим признакам. При этом особи с промежуточными характеристиками оказываются менее приспособленными. Расходящиеся группы формируют новые виды.

Аллопатрическое (географическое) видообразование

Вызывается разделением ареала вида на несколько изолированных частей. Возникновение географических преград (горных хребтов, морских проливов и пр.) приводит к возникновению изолятов — географически изолированных популяций.

«Мгновенное» видообразование на основе полиплоидии Не предполагает деление ареала на части и формально является симпатрическим. При этом за несколько поколений в результате резких изменений в геноме формируется новый вид.

УСТОЙЧИВОСТЬ ВИДА

способность вида (обычно в растительном сообществе) проти-

востоять воздействию среды на протяжении определенного отрезка времени (обычно нескольких лет).

Нейтральная теория молекулярной эволюции — теория, утверждающая, что подавляющее число мутаций на молекулярном уровне носит нейтральный по отношению к естественному отбору характер. Как следствие, значительная часть внутривидовой изменчивости (особенно в малых популяциях) объясняется не действием отбора, а случайным дрейфом мутантных аллелей, которые нейтральны или почти нейтральны.

Полезные или нейтральные мутации Почему определенные аминокислоты в последовательности за длительный период замещаются другими Существуют два возможных объяснения либо эти замены приводят к усовершенствованию функциональных свойств молекулы, дающему ей селективное преимущество

Роль дрейфа генов

Один из механизмов дрейфа генов заключается в следующем. В процессе размножения в популяции образуется большое число половых клеток — гамет. Большая часть этих гамет не формирует зигот. Тогда новое поколение в популяции формируется из выборки гамет, которым удалось образовать зиготы. При этом возможно смещение частот аллелей относительно предыдущего поколения.

ДНК является единственной биомолекулой, которая постоянно меняется за миллионы лет и еще не поддерживает базовый шаблон, который осуществляет запись эволюции жизни на земле. Гены несут различные последовательности, среди них некоторые несущие важную информацию, например, функциональных генов, кодирующих белки, которые являются составными частями тела, а также несколько регулирующих фрагменты, которые определяют ДНК, чтение в формировании белков и ферментов, гормонов.

В неоламаркизме различают психоламаркизм и механоламаркизм. Психоламаркисты в качестве главного фактора эволюции называли психику. По их мысли эволюцию определяет выработка привычек к новым действиям, постепенное превращение сознательных актов в автоматизм. Психоламаркисты отрицали естественный отбор и считали, что наследственность — это память, которая запечатлевает все воздействия внешней среды, воспроизводящиеся в последующих поколениях в адекватной форме. Механоламаркисты полагали, что в основе эволюции лежит переход материи от недифференцированного состояния в дифференцированное. Находясь в состоянии взаимодействия, организм и среда стремятся к равновесию, которое часто нару-

шается под воздействием факторов среды. Равновесие восстанавливается прямым уравновешиванием в результате непосредственного приспособления и косвенным уравновешиванием через естественный отбор. Все неоламаркисты считали органическую целесообразность свойством организмов, данным изначально.

Теистический эволюционизм и эволюционный креационизм — аналогичные концепции, утверждающие, что классические религиозные учения о Боге совместимы с современным научным знанием о биологической эволюции. Коротко говоря, теистические эволюционисты верят в бытие Бога, в то, что Бог является создателем материальной Вселенной и всех видов жизни внутри неё, и что биологическая эволюция является природным процессом творения. Эволюция, следовательно, в этом воззрении является инструментом Бога, служащим для развития человеческой жизни.

Номогенез (лат. *nomogenesis*) — эволюционная теория, обязанная своим названием книге Льва Семёновича Берга «Номогенез, или эволюция на основе закономерностей» (Петроград, 1922), одним из основных положений которой было признание закономерного характера изменчивости организмов, лежащей в основе эволюционного процесса.

Социальный дарвинизм (социал-дарвинизм) — социологическая теория, согласно которой закономерности естественного отбора и борьбы за существование, выявленные Чарльзом Дарвином в природе, распространяются на отношения в человеческом обществе.

ЕВГЕНИКА

Учение о наследственном здоровье человека и путях его улучшения, о методах влияния на наследственные качества будущих поколений с целью их совершенствования.

Происхождение человека

Анаксимандр (610-546 гг. до н. э.) и Аристотель (384-322 гг. до н. э.), определяя место человека в природе, признавали его предками животных. Разделяя животных на «кровяных» и бескровных, Аристотель отнес человека к группе «кровяных» животных, а между человеком и животными в «кровяной» группе поместил обезьян. То, что человек близок к животным, признавал К. Гален (около 130-200), который формулировал заключения об анатомии человека на основе результатов вскрытия низших обезьян.

Считают, что первая гипотеза антропогенеза была сформулирована, вероятно, Ж.-Б. Ламарком. Полагая, что человек имел обезьяно-

подобных предков, Ж.-Б. Ламарк впервые назвал очередность эволюционных достижений в превращении обезьяноподобного предка в человека, причем важнейшее значение он придал переходу древесных четвероногих к двуногой локомоции и к жизни на земле.

Дарвин о происхождении человека

Биологическую теорию происхождения человека разработал Ч. Дарвин. В книгах "Происхождение человека и половой отбор", "О выражении эмоций у человека и животных" (1871-1872) он приходит к выводу, что человек - неотъемлемая часть живой природы и что его возникновение не исключение из общих закономерностей развития органического мира. Распространив на человека основные положения эволюционной теории, Ч. Дарвин проблему происхождения человека ввел в русло естественнонаучных исследований.

В настоящее время в пользу концепции животного происхождения человека служит ряд доводов, наиболее важными из которых являются следующие:

1. Для человека характерны все черты, присущие типу Хордовые, в частности:

а) билатеральная (двусторонняя) симметрия в строении тела,

б) наличие в зародышесвом развитии хорды и жаберных щелей в полости глотки,

в) расположение нервной системы в форме дорсальной трубки.

Место человека в системе животного мира определяется тем, что он относится к типу Хордовые, подтипу Позвоночные, классу Млекопитающие, подклассу Плацентарные, отряду Приматы, семейству Гоминиды, роду Номо.

Сходство и отличие человека и животных

Сходство: инстинкты, биологические потребности, способность преобразовывать природу и приспосабливаться к ней

Различие: у человека есть сознание. Несет ответственность за свои поступки

Этапы антропогенеза:

Предгоминидная

Архантропы (древнейшие люди)

Палеоантропы (древние люди)

Неоантропы (новые люди)

Прародина человека в настоящее время определена на востоке Африки. Именно здесь в последние 35—40 лет найдены остатки прямоходящего предка человека — австралопитека.

Биологические факторы (по Дарвину) — это наследственность,

изменчивость, борьба за существование и естественный отбор; согласно синтетической теории (СНТ) эволюции — мутационный процесс, популяционные волны, дрейф генов, изоляция, естественный отбор. Социальные факторы — трудовая деятельность, общественный образ жизни, речь и мышление.

биосоциальный отбор, результат совместного действия первых двух форм отбора. Действовал на уровне особи, семьи, племени. (вопрос выше).

Существуют различные классификации человеческих рас. В практическом плане популярна классификация, по которой выделяют три большие расы: европеоидная (евразийская), монголоидная (азиатско-американская) и австрало-негроидная (экваториальная).

Процесс возникновения и становления человеческих рас называется расогенезом. Существуют различные гипотезы, объясняющие происхождение рас. Одни ученые считают, что расы возникли независимо друг от друга от разных предков и в разных местах.

Другие признают общность происхождения, социально-психического развития, а также одинаковый уровень физического и умственного развития всех рас, возникших от одного предка. Гипотеза моноцентризма является более обоснованной и доказательной.

Доказательствами данной гипотезы можно считать следующие факты:

— различия между расами касаются второстепенных признаков, так как основные признаки были приобретены человеком задолго до расхождения рас;

— генетическая изоляция между расами отсутствует, так как браки между представителями разных рас дают плодovitое потомство;

— наблюдаемые в настоящее время изменения, проявляющиеся в снижении общей массивности скелета и ускорении развития всего организма, характерны для представителей всех рас.

Расизм — совокупность воззрений, в основе которых лежат положения о физической и умственной неравноценности человеческих рас и о решающем влиянии расовых различий на историю и культуру.

Представители вида современного человека заселили почти все части нашей планеты: Арктику, тропики, пустыни, высокогорье. Эти зоны отличаются по климату, ландшафту, геохимическим особенностям. Группы людей, населяющих различные климато-географические регионы, характеризующиеся не только специфичными внешними признаками (см.: Расовые признаки), но и целым рядом особенностей обмена веществ и других физиологических и биохимических показателей.

Направленность развития ценностного мира человека всегда задается общественными ценностями, а точнее, знаниями о тех ценностях, которые признаются общезначимыми для какой-либо общности. Знания об общественных ценностях включаются в различную деятельность детей, как и любые другие знания. Люди, общающиеся с детьми, средства массовой информации, воздействующие на них, постоянно сообщают о том, что значимо для других людей в первую очередь для того, чтобы они задумывались

Эволюция систем органов

Эволюция покровов тела шла по пути:

- увеличения числа слоев;
- появления новых образований: ресничек, желез, известковых и хитиновых покровов, чешуи, когтей, перьев, волос, рогов, копыт и т.д.

Эволюция органов дыхания у позвоночных шла по пути:

- увеличения площади легочных перегородок;
- совершенствования транспортных систем доставки кислорода к клеткам, расположенным внутри организма.

Эволюция системы выделения шла в направлении создания специализированных органов, обеспечивающих выведение из организма образующихся в процессе жизнедеятельности опасных, а иногда просто ядовитых веществ. (ДАЛЕЕ ТАБЛИЦА)

Эволюция строения и функций органов и их систем БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ

Группы животных / Структура тела	Плоские черви	Кольчатые черви	Моллюски	Членистоногие
Просветы	Плотная оболочка с пелликулой, непостоянная форма тела из-за отсутствия плотной оболочки (у амёб)	Круглые черви	Кольчатые черви	Членистоногие
Кожно-членистые	Эктодерма состоит из кожно-мускульных (или эпителиально-мускульные), стрекательных, нервных, промежуточных клеток	Плоское тело с ресничным эпителием (у Ресничных), плоский эпителий и толстая кутикула (у остальных)	Эпителий с кожно-мускульным мешком	Хитиновый покров
Покров	Плоское тело с ресничным эпителием (у Ресничных), плоский эпителий и толстая кутикула (у остальных)	Тегумент – 1 слой погруженных клеток, ресничная эпителий отсутствует, покровы и мышцы (только продольные) образуют кожно-мускульный мешок	Эпителий с кожно-мускульным мешком	Хитиновый покров
Система опоры (скелет)	Плотная оболочка с пелликулой	Гидростатический скелет	Гидростатический скелет в каждом сегменте тела	Наружный скелет из кутикулы, пропитанный особым органическим веществом – хитином
Мышечная система	Плоские черви	Кольчатые черви	Моллюски	Членистоногие
Кожно-мускульные (или эпителиально-мускульные) клетки	Наружные кольцевые, промежуточные продольные и спинно-брюшные мышцы кожно-мускульного мешка	Только продольные мышцы	Кольцевые и продольные мышцы кожно-мускульного мешка (параподия у Многощетинковых, щупальца и присоски у Двухветок)	Пучки мышечно-мускульного мешка, органы передвижения – нога (у Головоногих она превращена в щупальца и воронку)

Передвижение	АмебOIDное (Корненожки), с помощью ресничек (Инуфузория), жгутиков (Жгутиковые)	Скользи на подопсе, «кувыркаются» медленное перемещение и реактивное – быстрое передвижение	Изгибанием тела и его края, движением ресничек	Изгибанием тела	Изгибанием тела и сокращением кольцевых и продольных мышц	Ползание или реактивное	Ползание, прыжки, полет, бег, лазание; у Ракообр. – двустворчатое строение конечностей, у Высших – одностороннее (5 пар) у Паукообр. – 4 пары, у Насекомых – 3 пары
Дыхательная система	Газообмен через всю поверхность тела	через всю поверхность тела, у Многоклеточных – примитивные жабры	У наземных - магнитоная полость преобразована в легкие, у водных – пластинчатые жабры	Низших Ракообр. – всей поверхностью тела, у Высших – жабрами (выросты конечностей), Паукообр. – легочные мешки и трахеи, Насекомые – трахеи			
Пищеварительная система	Гетеротрофы (для многих - голозойное питание), - Жгутиковые, Инфузории, некоторые автотрофы, некоторые миксотрофы – Жгутиковые, по типу фаготрофа или всей поверхностью тела (Спорозоики)	Два способа пищеварения: внутриклеточный (в клетках эпителиума) и внеклеточный (в гастральной полости)	У Ленточных - кишка вет, всасывание всей поверхностью тела, у Ресничных и Сосальщак - слепозамкнутый разветвленный кишечник	Незамкнутая, передняя и задняя кишка эктодермального происхождения и средняя кишка	Передняя кишка: рот (у хоботных выдвигается, у челюстных есть 3 хитиновых челюсти), глотка, пищевод (расширен), средняя кишка (с расширением – зобом у Моллюск.); средняя кишка, задняя кишка и анальное отверстие	У Брюхоногих - рот с мускулистым языком с хитиновыми зубами (радула или терца), глотка, пищевод, желудок (пищеварительная железа и слюнные железы), кишечник, анальное отверстие на переднем конце тела в магнитоной полости, у Двустворчатых - выодной и выодной слюны, все они фильтруются и	Незамкнутая. Конечности головы выдвигаются в мешки в усика-антенны, в части ротового аппарата, у пауков секрет слюнных желез содержит ферменты для выщипывания пищи. Насекомые - типы ротового аппарата.

									Грызуний (тараканы, жуки); Колоноидно-сосущий (вши, клопы, комары, блохи); Личинчатый (дурачкильце - мухи) Сосущий (чешуекрылые); Грызуно-сосущий (гнуса)
								фильтруются и попадают в рот, у Головоногих - ротовое отверстие, глотка с двумя ротовыми частостями, слюнные железы, зоб, пищевод, желудок, печень, «поджелудочная железа», кишечник, анальное отверстие. В прямую кишку выделяет проток червального желтка	
								Состоит из спинного (пульсирующего) и брюшного сосудов, соединенные кольцевыми сосудами (у кольцево - чешов кровя красная или зеленоватая)	
								Метанефриды - 2 типа (короткие не связанные друг с другом трубчатые, расположенные попарно в каждом сегменте), начинающиеся во внутренней полости воронки, а на поверхности закрываются отверстиями	
								Отсутствует, или в виде видоизмененных кожных желез, или протонефриды ального типа	
								Протонефриды - 2 типа - система разветвленных каналов, связанных между собой, оканчивающихся в паренхиме зачаточной клеткой с почечной ресничкой, во внешнюю среду открываются экскреторные (выделительные) отверстия	
								всей поверхностью тела	
								Осморегуляция и выделение продуктов обмена за счет сократительных вакуолей или всей поверхностью тела	
Кровеносная система								Незамкнутая, имеет расширение между органами (жауны), сердце на спинной стороне, состоит из желудка и двух - четырех предсердий, дыхательный пигмент - гемоцианин	Незамкнутая с гемоцианиной (переносит только питательные вещества)
Выделительная система								Почки видоизмененный метанефриды (одна левая - у Брюхоногих, две - у Двустворчатых, 2 - у Головоногих	У Ракообраз. - «зеленые» железы; у Паукообраз. - мальпигиевы сосуды; у Насекомых - мальпигиевы сосуды и жировое тело

Нервная система	, но реакция на свет, химизм, прикосновение и др.	Диффузная нервная система, конциентрация в кольце у Сифонидных – есть узловые скопления	Первый мозговой ганглий, 2 нервные ствола, соединенные кольцевыми перемычками	Околотовочное кольцо и нервные стволы	Пара слывшихся узлов, образующих «головной мост», пара околотовочных нервов и брюшная нервная цепочка	3-5 пар нервных узлов, соединенных между собой, у Головоногой обр-зукот («головной мост») У Брюхоногих: органы осязания – пара пулавасц на голове, глаза, обоняния и вкуса – клетики ротового отверстия, у Двустворчатых: глаза (сокращенные) – створчатых клетики (створчатых клетики по краю мантии, в жабках, в основанных сифонных, до 100, у Головоногих: глаза (у восьмилепестчатых полочных на глаза позвоночных животных, у некоторых есть веки), органы обоняния в основании жабр (обонятельные ямки), вкусовые рецепторы – по краю рота и на щупальцах... У всех: органы равновесия – статолиты, хеморецепторы	Околотовочное кольцо и брюшная нервная цепочка, у Насекомых – надлотовочный нервный узел хорошо развит – «головной мост» У Ручкообр. – две пары усиков (глазчатые), фасциальные глаза, у Паукообр. – наибольшее значение – осязание, органы зрения – простые глаза от 2 до 12 у Насекомых – Пара фасциальных глаз, органы слуха (серочки, кузнечки, совы, цикады), усики (1 пара) – органы обоняния
Органы чувств	Стигма у автотрофных Жгутиковых	Светочувствительные глазки и статолиты (органы равновесия), у Сифонидных – светочувствительные глазные пятна (простые глазки) и глазные пузырьки с хрусталиком	-	-	Осязательные структуры (щупальцевые придатки), глаза (не у всех) и обонятельные ямки, чувствительные створчатых клетики кожи	У Брюхоногих: органы осязания – пара пулавасц на голове, глаза, обоняния и вкуса – клетики ротового отверстия, у Двустворчатых: глаза (сокращенные) – створчатых клетики (створчатых клетики по краю мантии, в жабках, в основанных сифонных, до 100, у Головоногих: глаза (у восьмилепестчатых полочных на глаза позвоночных животных, у некоторых есть веки), органы обоняния в основании жабр (обонятельные ямки), вкусовые рецепторы – по краю рота и на щупальцах... У всех: органы равновесия – статолиты, хеморецепторы	У Ручкообр. – две пары усиков (глазчатые), фасциальные глаза, у Паукообр. – наибольшее значение – осязание, органы зрения – простые глаза от 2 до 12 у Насекомых – Пара фасциальных глаз, органы слуха (серочки, кузнечки, совы, цикады), усики (1 пара) – органы обоняния

Половая система	- , но обычно бесполое, путем продольного деления или поперек разномыслие - конъюгация	Большинство раздельнополые, у гидродитных - гермафродит у политов, раздельнополость у медуз	Гермафродиты	Все раздельнополые (у некоторых половой диморфизм)	Раздельнополые, поперечного диморфизма нет, есть также бесполое размножение - фрагментация, Малопертвич. И Плавания - гермафродиты	Гермафродиты, раздельнополые, поперечные или непарные	Почти все раздельнополые (половой диморфизм), у пчел и тли - партеногенез
Развитие	Медузная и полипная стадии (у Коралловых нет стадии медузы)	Простой (у Ресничных) или сложный жизненный цикл со сменой хозяев, огромная плодовитость	У одних через личинку, у других - прямое	Оплодотворение наружное, кокон не образуется, развитие с метаморфозом (личинка у Малощет. и Плавков - перекрестное оплодотворение, яйца откладываются в кокон, развитие прямое, личинки нет	Оплодотворение внутреннее, развитие у большинства прямое, у Двустворчатых - оплодотворение наружное, личинка - глоссолия паразитирует на теле рыб	У Паукообраз. - с превращением: яйцо - личинка (внутреннее) - миксидная личинка - молодая особь У Паукообраз. - партеногенез (образуются только самки), развитие (у большинства) без превращения - без личиночных стадий у Насекомых - прямое (у чешуйчатых), с метаморфозом. С полным превращением (яйцо - личинка - куколка - имаго) С неполным превращением (яйцо - личинка - имаго)	У Паукообраз. - с превращением: яйцо - личинка (внутреннее) - миксидная личинка - молодая особь У Паукообраз. - партеногенез (образуются только самки), развитие (у большинства) без превращения - без личиночных стадий у Насекомых - прямое (у чешуйчатых), с метаморфозом. С полным превращением (яйцо - личинка - куколка - имаго) С неполным превращением (яйцо - личинка - имаго)

Эволюция строения и функций органов
и их систем ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ

Группы животных / Структура тела	Рыбы	Земноводные	Пресмыкающиеся	Птицы	Млекопитающие
Покров	Кожа из многослойного эпителия и дермы (собственно коже) с большим количеством желез (исключительно слизь (у некоторых) – яд) или ороговавшая железная кожа (у крокодилов – щипки), покрытая защитными, адгезивными, светлыми клетками. Чешуя (пронзодные дермы) плакоидного типа (у акуловых) и костного типа (у современных костных рыб). Из плакоидной чешуи развились чешуя других типов и зубы позвоночных. Чешуя растет в течение всей жизни, образуя годичные кольца.	Тонкая, голая кожа с большим количеством желез, выделяющих слизь (у некоторых – яд) или ороговавшая железная кожа (у крокодилов – щипки), покрытая сильно пахнущие в период размножения)	Сухая, покрытая роговыми чешуйками или костяными щитками, без какал-побовая, у водоплавающих – железная, покрытая щипками и чешуйками на чеве	Кожа сухая, тонкая без желез (когтико-ва-ва, у водоплавающих – щипки), покрытая перьями и чешуйками на чеве	Кожа толстая многослойная, с большим количеством потовых (видоизмененные потовые – млечные), салных и других желез, покрыта шерстью (преобразованы в чешуй пресмыкающихся). Есть роговые образования – волосы, ногти, когти, копыта
Система опоры (скелет)	Скелет головы – череп, по бокам головы расположены жаберные крышки (только у костных рыб) и жаберные дуги, череп хрящевой или костный	Позвоночник: шейный (1 позвонок), туловищный (позвонок несут ребер), грудной (1 позвонок) и хвостовой (12 слиявшихся косточек), череп: мозговая коробка и челюсти, много хрящевой кости, много свободных конечностей (4-5-пальцы), прикрепленные к поясам: передний пояс – парные	Позвоночник: 8 шейных (есть атлант и осевой позвонок – подвижность головы), 22 грудных (несколько десятков хвостовых позвонков. В поясничной области (есть ребра), свободные 2 пары конечностей (4-5-пальцы)	Кости заполнены воздухом (пневматичны). Отделы позвоночника: шейный (до 25 позвонков – очень подвижны), грудной (у летающих – есть киль, поясничные, крестцовый, хвостовой. Сложный крестец образован сросшимися костями – бедра, голени, стопа.	В позвоночнике: шейный отдел (7 позвонков), грудной с ребрами и грудной образуют грудную клетку, поясничные, крестцовый, хвостовой. Поясничные позвонки присоединены к конечностям: передняя – плечо, задняя – предплечье, кисть, задняя – бедро, голень, стопа.

	<p>свободно заканчивающиеся ребра, хвостовой отдел скелета конечностей (плавников)</p>	<p>лопатки, ключица и воронья кость; пояс задних конечностей – тазовые кости</p>	<p>пальцы); у змей грудной клетки нет, ребра оказываются свободно</p>	<p>крестцовыми, поначальными, часто хвостовых и тазовыми. Плечевой пояс: парные лопатки, ключица и массивная воронья кость. Свободная передняя конечность: плечевая две кости предплечья и кисть. Задняя конечность: бедренная, голень (большая и редуцированная и малая берцовая) и цевка (сросшихся косточек стопы). У большинства птиц 4 пальца, один из которых направлен назад</p>	<p>Конечности имеют 5 пальцев</p>
<p>Мышечная система</p>	<p>Мускулатура имеет предельную сегментацию, характерную для низших позвоночных</p>	<p>Мышечные пучки, есть мышцы на самих конечностях</p>	<p>Более дифференцирована (группы мышц, участвующие в разных движениях), чем у земноводных, межреберная мускулатура участвует в механизме дыхания, есть зачаток диафрагмы</p>	<p>Хорошо развиты мышцы груди, шеи и конечностей</p>	<p>Развита и сложна, состоит из отдельных специализированных мускулов. Всея характерна диафрагма (кулообразная мышца, ограничивающая грудную и брюшную полости)</p>
<p>Передвижение</p>	<p>При помощи плавников. Хвостовой плавник обеспечивает поступательные движения, парные грудные и брюшные – потужение и повороты, урав-</p>	<p>Безногие – изгибая тело в стороны Бесхвостые – прыжками на суше и прерывистыми движениями длинных задних конечностей, на пальцах кото-</p>	<p>Бег на 4 конечностях, тело над почвой не высоко или ползание (сезуни помогаются при движении), плавание у водных</p>	<p>По суше: хольба, бег; по воде: плавание, машущий, парашюти полет</p>	<p>По суше: хольба, бег; по воде: плавание; в воздухе: машущий, парашюти полет, в почве: копанье</p>

	повышают тело при движении и осязание	рых находится плавательные перепонки Хвостовые - при помощи ног и волнообразных изгибаний туловища и хвоста	Легкие парные (у змей – одно), легочный или реберный тип дыхания	Сложные многоклеточные легкие, соединенные с воздушными мешками (обеспечивают «двойное дыхание»). В воздушных мешках газообмена не происходит. Реберный тип дыхания	Легкие альвеолярного строения. Реберный (легочный) тип дыхания
Дыхательная система	Жабберный аппарат, частично через кожу	Легкие и кожа, слизистая оболочка ротовой полости; постоянно живущие в воде легкими и наружными жаберами	Легкая на систему земноводных	Клюв без зубов, ротовая полость, глотка, пищевод образует расширенное (не у всех) – зоб для хранения и размягчения пищи, желудок (состоит из 2х отделов: железистого и мускулистого, где часто есть камешки), короткий кишечник (тонкий и толстый), есть слепые выросты заканчивается клоакой	В ротовой полости – зубы (фиссы, клыки, коренные), 3 пары слюнных желез, глотка, пищевод, желудок (у жвачных – рубец, сетка, книжка, сычуг), тонкий кишечник (с бактериями, расщепляющими клетчатку), толстый кишечник. Длина кишечника растительных в 12-30 раз больше длины тела, у хищных – в 2 – 6 раз
Пищеварительная система	Ротовое отверстие – ротовая полость (целостно снабжены зубами (произошли из плакоидной чешуи, у акул это настояшая плакоидная чешуя) – чешуи, у акул это настояшая плакоидная чешуя) – глотка – пищевод – желудок – кишка, заканчивающаяся заднепроходным отверстием. Есть печень и слюнные железы	Ротоглоточная полость (есть слюнные железы, у большинства конические недифференцированные зубы, прикрепляющиеся к костям челюстей), пищевод, желудок, кишечник: двенадцатиперстная кишка (протоки печени и поджелудочной железы), тонкий и толстый кишечник, который открывается в клоаку	Плохожа на систему земноводных	Желудок (состоит из 2х отделов: железистого и мускулистого, где часто есть камешки), короткий кишечник (тонкий и толстый), есть слепые выросты заканчивается клоакой	В ротовой полости – зубы (фиссы, клыки, коренные), 3 пары слюнных желез, глотка, пищевод, желудок (у жвачных – рубец, сетка, книжка, сычуг), тонкий кишечник (с бактериями, расщепляющими клетчатку), толстый кишечник. Длина кишечника растительных в 12-30 раз больше длины тела, у хищных – в 2 – 6 раз
Кровеносная система	Замкнутая, 1 круг кровообращения, в двухкамерное (предсердие и желудочек)	Зв-камерное сердце (2 предсердия и желудочек, кровь в сердце смешанная), 2 круга	Зв-камерное сердце с неполной перегородкой	Замкнутая, 4х камерное сердце (правая половина содержит венозную	Замкнутая, 4х камерное сердце (правая половина содержит венозную

	дочек) сердце поступает только венозная кровь	кровообращенная, система замкнутая	нос сердце, кровь разделяется на артериальную и венозную) и как следствие, высокой обмен веществ	венозную кровь, а левая – артериальную), кровь артериальная слабеев орган- низм веществам и	кровь, а левая – артериальную), кровь артериальная слабеев орган- низм веществам и
Выделительная система	Первичные (лентовидные) почки, мочеточники открываются отдельно от клоаки или впадают в нее	Газовые почки, мочеточники впадают в клоаку, в мочевую пузырь (концентрация мочи), клоаки в клоаку	Крупные газовые почки, мочеточники, клоаки (мочевую пузырь нет) конечный продукт обмена веществ – мочевая кислота выводится вместе с помоям	Парные бобовидные газовые почки, мочеточники, мочевой пузырь, мочеиспускательный канал	Резьнта левая дуга артерий несет артериальную кровь
Нервная система	Спинной и головной мозг (расположен линейно) с 10 парами черепно-мозговых нервов, очень малых размеров	Головной мозг (5 отделов: продолговатый (крупный), промежуточный, средний, мозжечок (небольшой), передний (небольшой); спинной мозг, нервы	Передний мозг имеет зачаток коры головного мозга, лучше развит мозжечок	Крупные большие полушария (кора без извилинами), средний мозг, хорошо развитый мозжечок, промежуточный и продолговатый мозг	Крупные большие полушария (резьнта кора с извилинами и бороздами) у наиболее прогрессивных), хорошо развитый мозжечок с корой, промежуточный и средний мозг, продолговатый мозг
Органы чувств	Глаза по бокам головы, орган слуха (лабиринт) воспринимает звук через воду и кости черепа, боковая линия (только у первичноводных животных) воспринимает силу направления тока воды, органы обоняния – 2 обонятельные слепоты замкнутые ямки, орган вкуса – в ротовой полости на коже, даже на хвосте, есть предротовые усники	У Беззвончат - органы зрения слуха отсутствуют; органы обоняния и осязания развиты хорошо У Беззвончатых и Хвостатых - глаза с мигательными перепонками, без век, 2 ноздри, ведауше, орган слуха – капсулы, орган слуха – внутреннее и среднее ухо (отделено от внешней среды)	Глаза с веками (у змей) срастаются, образуя пленку и мигательная перепонка (выдлет плохо змеи) зрение хорошее, орган обоняния, осязания и вкуса – раздвоенный орган слуха – внутреннее и среднее ухо (слышат плохо змеи)	Глаза имеют двойную аккомодацию (изменение преломляющей структуры глаза), есть веки с ресницами и рудиментарная мигательная перепонка (третье веко), различают цвета, но хуже чем птицы, орган слуха – внутреннее, среднее и наружное до барабанной перепонки)	Глаза имеют двойную аккомодацию (изменение преломляющей структуры глаза), есть веки с ресницами и рудиментарная мигательная перепонка (третье веко), различают цвета, но хуже чем птицы, орган слуха – внутреннее, среднее и наружное до барабанной перепонки)

	(налим, сом распознают вкус пищи не дотрагиваясь до нее)	Раздельнополые. У самок – парные семенники и семяпроводы, впадающие в мочеточники и в клоаку. У самцов – парные яичники и яйцеводы, впадающие в клоаку; оплодотворение наружное (у большинства)	Раздельнополые. У самок – парные семенники и семяпроводы, есть копулятивный орган, у самцов – парные яичники и яйцеводы, впадающие в клоаку; оплодотворение внутреннее, яйцо содержит большое количество питательных веществ	Раздельнополые. Органы размножения у самок – парные семенники, семяпроводы, у самцов – парные яичники и яйцеводы, впадающие в клоаку; оплодотворение внутреннее, у большинства зародыш развивается в матке, приращиваясь через плаценту, есть половой диморфизм	Раздельнополые. У самок – парные семенники (чаще в мочонике) и семяпроводы, у самцов – парные яичники в брюшной полости, яйцеводы, матка и влагалище, оплодотворение внутреннее, у большинства зародыш развивается в матке, приращиваясь через плаценту, есть половой диморфизм	Раздельнополые. У самок – парные семенники (чаще в мочонике) и семяпроводы, у самцов – парные яичники в брюшной полости, яйцеводы, матка и влагалище, оплодотворение внутреннее, у большинства зародыш развивается в матке, приращиваясь через плаценту, есть половой диморфизм
Половая система	Преимущественно раздельнополые (морской окунь – гермафродит), представляются парными яичниками и семенниками и выводными каналами					
Развитие	Оплодотворение (нерест) и развитие внешнее, чаще выметывают огромное количество икры (нет заботы о потомстве), но некоторые проявляют заботу о потомстве (нерестик меньшие – колюшка, пиннагор и др.), самцы выделяют молоко	Икринки развиваются в воде (с метаморфозом), личинки (головастички) дышат с помощью жабр, похожи на личинки рыб, сердце двухкамерное, один круг кровообращения, есть боковая линия, питаются растительными веществами	Наружное, без метаморфоза (яйца покрыты кожистой и другими защитными оболочками, так как яйца развиваются на суше); для эмбриона характерна линия	Развитие (яйцубашни) внешнее (яйца покрыты известковой скорлупой и другими защитными оболочками). Яйцо содержит большое количество питательных веществ	Яйцо содержит небольшое количество питательных веществ, так как зигота прикрепляется к матке. Развитие внутреннее (беременность)	Яйцо содержит небольшое количество питательных веществ

8. ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ПРИРОДЫ

Организм и среда

1) Абиотические факторы

Абиотические факторы - это прямо или косвенно действующие на организм факторы неживой природы - свет, температура, влажность, химический состав воздушной, водной и почвенной среды и др. (т.е. свойства среды, возникновение и воздействие которых прямо не зависит от деятельности живых организмов). Абиотические факторы – совокупность условий неорганической природы. Абиотические факторы — компоненты неживой природы. К ним относят: климатические (свет, температура, влажность, ветер, давление и др.), геологические (землетрясения, извержения вулканов, движение ледников, радиоактивное излучение и др.), орографические (рельеф местности), эдафические, или почвенно-грунтовые (плотность, структура, pH, гранулометрический состав, химический состав и др.), гидрологические (вода, течение, соленость, давление и др.). Иначе абиотические факторы делят на физические, химические и эдафические.

2) Общие закономерности действия абиотических факторов на живые организмы

Каждый живой организм может нормально существовать и продолжать свой род только в определенной области значений какого-либо из значимых факторов среды. Для нормального существования растений, животных и человека существуют и нижние, и верхние пределы температуры, освещенности, концентрации кислорода в воздухе, атмосферного давления и других факторов, а также оптимальные значения этих факторов. Область количественных значений какого-либо фактора среды, в пределах которой могут существовать представители данного вида или популяции организмов, называют **экологической валентностью, пластичностью** или **зоной толерантности**. Эта зона ограничена крайними, экстремальными для организма или популяции значениями фактора, за пределами которых уже невозможно нормальное осуществление всех жизненных функций. Чем выше степень приспособляемости организма к условиям среды существования, тем выше пластичность данного вида. Например, воробей более пластичный вид, чем соловей. Об экологической валентности судят по разным проявлениям жизнедеятельности, которые выступают в качестве *функций отклика* на действие фактора и оценивают его степень

благоприятности. Для отдельного организма это может быть скорость роста и развития, активность, интенсивность обмена веществ; для популяции – в первую очередь выживаемость и реализованная численность, или плотность.

3) Адаптации организмов к важнейшим абиотическим факторам среды

Адаптации — различные приспособления к среде обитания, выработавшиеся у организмов в процессе эволюции. Адаптации проявляются на разных уровнях организации живой материи: от молекулярного до биоценотического. Способность к адаптации — одно из основных свойств живой материи, обеспечивающее возможность ее существования. Адаптации развиваются под действием трех основных факторов: наследственность, изменчивость и естественный (а также искусственный) отбор. Существует три основных пути приспособления организмов к условиям окружающей среды: активный путь, пассивный путь и избегание неблагоприятных воздействий.

Активный путь — усиление сопротивляемости, развитие регуляторных процессов, позволяющих осуществлять все жизненные функции организма, несмотря на отклонения фактора от оптимума. Например, поддержание постоянной температуры тела у теплокровных животных (птиц и млекопитающих), оптимальной для протекания биохимических процессов в клетках.

Пассивный путь — подчинение жизненных функций организма изменению факторов среды. Например, переход при неблагоприятных условиях среды в состояние анабиоза (скрытой жизни), когда обмен веществ в организме практически полностью останавливается (зимний покой растений, сохранение семян и спор в почве, оцепенение насекомых, спячка позвоночных животных и т.д.).

Избегание неблагоприятных воздействий — выработка организмом таких жизненных циклов и поведения, которые позволяют избежать неблагоприятных воздействий. Например, сезонные миграции животных.

Обычно приспособление вида к среде осуществляется тем или иным сочетанием всех трех возможных путей адаптации. Адаптации можно разделить на три типа: морфологические, физиологические и этологические.

Морфологические адаптации сопровождаются изменением в строении организма (например, видоизменение листа у растений пустынь). Морфологические адаптации у растений и животных приводят

к образованию определенных жизненных форм.

Физиологические адаптации — изменения в физиологии организмов (например, способность верблюда обеспечивать организм влагой путем окисления запасов жира).

Этологические адаптации — изменения в поведении (например, сезонные миграции млекопитающих и птиц, впадение в спячку в зимний период). Этологические адаптации характерны для животных.

4) Биотические факторы

Биотическими факторами среды называется совокупность влияний, оказываемых на организмы жизнедеятельностью других орг. Эти влияния носят самый разнообразный характер. Живые существа могут служить источником пищи для других организмов, являться средой обитания, способствовать их размножению, оказывать химическое (токсины бактерий), механическое и др. воздействия. Действие биотических факторов проявляется в форме взаимовлияния живых организмов разных видов друг на друга. Например, растения выделяют кислород, необходимый для дыхания животных, а животные обеспечивают поступление в атмосферу углекислого газа, который используется растениями в процессе фотосинтеза. Действие биотических факторов среды может быть не только непосредственным, но и косвенным, выражаясь в изменении условий окружающей неживой природы (например, изменение состава почвы бактериями или изменение микроклимата под пологом леса). Биотические факторы — это совокупность влияний жизнедеятельности одних организмов на другие. Эти влияния носят самый разнообразный характер, они проявляются во взаимоотношении организмов при их совместном обитании. Живые существа служат источником пищи для одних организмов или сами являются по отношению к другим хищниками (потребителями). Они также могут быть средой обитания, оказывать химическое и механическое воздействие. Таким образом, действие биотических факторов проявляется в непосредственном влиянии организмов друг на друга.

5) Формы биотических отношений: мутуализм, комменсализм, «жертва-эксплуататор», конкуренция, аменсализм

Мутуализм - (англ. *Mutual* — взаимный) — любая взаимопользующая связь видов. Является более общим понятием, чем симбиоз, который представляет собой тесное полезное сожительство определённых конкретных видов. Преимущества, которые получает организм, вступающий в мутуалистические отношения, могут быть различны. Часто, по крайней мере, один из партнёров использует другого в качестве постав-

щика пищи, тогда как второй получает защиту от врагов или благоприятные для роста и размножения условия. В других случаях вид, выигрывающий в пище, освобождает партнёра от паразитов, опыляет растения или распространяет семена. Каждый из участников мутуалистической пары действует эгоистично, и выгодные отношения возникают лишь потому, что получаемая польза перевешивает затраты, требуемые на поддержание взаимоотношений. Взаимовыгодные связи могут формироваться на основе поведенческих реакций, например, как у птиц, совмещающих собственное питание с распространением семян. Иногда виды-мутуалисты вступают в тесное физическое взаимодействие, как при образовании микоризы (грибкорня) между грибами и растениями. Тесный контакт видов при мутуализме вызывает их совместную эволюцию. Характерным примером служат взаимные приспособления, которые сформировались у цветковых растений и их опылителей. Часто виды-мутуалисты совместно расселяются.

Комменсализм (от лат. *Com* — «с», «вместе» и *mensa* — «стол», «трапеза»; буквально «у стола», «за одним столом»; ранее — *сотрапезничество*) — способ совместного существования (симбиоза) двух разных видов живых организмов, при котором один из партнёров этой системы (комменсал) возлагает на другого (хозяина) регуляцию своих отношений с внешней средой, но не вступает с ним в тесные взаимоотношения. При этом, популяция комменсалов извлекает *пользу* от взаимоотношения, а популяция хозяев не получает *ни пользы, ни вреда* (например, чешуйница обыкновенная и человек), т.е. метаболические взаимодействия и антагонизм между такими партнёрами чаще всего отсутствуют. Комменсализм — как бы переходная форма от нейтрализма к мутуализму

Жертва-эксплуататор (+, -). К этой категории биотических отношений принадлежат любые отношения между двумя видами, при которых увеличение плотности популяции первого («жертвы») влечет за собой увеличение скорости роста популяции второго («эксплуататора»), тогда как увеличение плотности популяции второго вызывает уменьшение скорости роста популяции первого вида.

Наиболее важными примерами такого рода являются отношения:

- 1) растения и травоядного животного;
- 2) жертвы и хищника (в узком смысле этих терминов);
- 3) хозяина и паразита.

Конкуренция — в биологии, любые антагонистические отношения, связанные с борьбой за существование, за доминирование, за пищу, пространство и другие ресурсы между организмами или попу-

ляциями, нуждающимися в одних и тех же ресурсах.

Внутривидовая конкуренция - Это конкуренция между представителями одной или нескольких популяций вида. Идёт за ресурсы, внутривидовое доминирование, самок/самцов и т.д.

Межвидовая конкуренция - Это конкуренция между популяциями разных видов несмежных трофических уровней в биоценозе. Она связана с тем, что представители разных видов сообщества используют одни и те же ресурсы, которые обычно ограничены. Ресурсы могут быть как пищевые (например, одни и те же виды жертв у хищников или растений — у фитофагов), так и другого рода, например наличие мест для выведения потомства, убежищ для защиты от врагов и т.п. Виды могут конкурировать и за доминирование в экосистеме. Существует две формы конкурентных взаимоотношений: *прямая конкуренция (интерференция)* и *косвенная (эксплуатация)*. При прямой конкуренции между популяциями видов в биоценозе эволюционно складываются антагонистические отношения (антибиоз), выражающиеся разными видами взаимного угнетения (драки, перекрытие доступа к ресурсу, аллелопатия и т.д.). При косвенной конкуренции один из видов монополизирует ресурс или местообитание, ухудшая при этом условия существования конкурентного вида сходной экологической ниши. Конкурировать могут в природе как эволюционно (таксономически) близкие виды, так и представители очень далеких групп. Например, суслики в сухой степи выедают до 40% растительного прироста. Это значит, что пастбища могут прокормить меньшее число сайгаков или овец. А в годы массового размножения саранчи пищи не хватает ни сусликам, ни овцам.

Аменсализм - (от лат. *Mensa* — трапеза) — тип межвидовых взаимоотношений, при котором один вид, именуемый аменсалом, претерпевает угнетение роста и развития, а второй, именуемый ингибитором, таким испытаниям не подвержен. Антибиоз и аллелопатия — схожие виды взаимоотношений.

6) *Нейтрализм, как особая форма биотических отношений.*

Нейтрализм — межвидовое взаимодействие биотических факторов. Оба вида не оказывают никакого воздействия друг на друга. В природе истинный нейтрализм крайне редок или даже невозможен, поскольку между всеми видами возможны косвенные взаимоотношения. В связи с этим понятие нейтрализма часто распространяют на случаи, когда взаимодействие между видами слабое или несущественно. Это тип биотической связи, при которой совместно обитающие на

одной территории организмы не влияют друг на друга. При нейтральности особи разных видов не связаны друг с другом непосредственно. Например, белки и лось в одном лесу не контактируют друг с другом.

7) Факторы защиты организма (иммунитет)

Иммунитет (от лат. *immunitas* — освобождение от чего-либо) — это невосприимчивость организма к болезнетворным агентам, продуктам их жизнедеятельности и к генетически чужеродным веществам, обладающим антигенными свойствами. Можно сказать, что иммунитет представляет собой способность организма отличать чужеродный материал от своего, например, чужеродный белок от своего и нейтрализовать этот материал. В отличие от наследственности, которая охраняет организмы от резких изменений на протяжении поколений, иммунитет осуществляет охрану на протяжении индивидуальной жизни организма (онтогенеза).

Различают иммунитет инфекционный и неинфекционный.

Неинфекционный иммунитет является результатом исторически сложившейся генетической несовместимости. Например, неинфекционным иммунитетом является несовместимость донора и реципиента по группам крови, проявляющаяся в виде тяжелых осложнений при переливании несовместимой крови. Различают клеточный, гуморальный и тканевой иммунитет.

8) Основные защитные структуры организма

Эпителий. Эпителий кожи и слизистых оболочек эффективно защищает организм человека от различных патологических воздействий. К факторам, определяющим защитную функцию эпителия, относятся целостность и толщина пласта эпителия, постоянная и быстрая его регенерация, характер его проницаемости, наличие специализированных структур на поверхности эпителия, секреция различных веществ, присутствие в эпителии клеток, выполняющих защитную функцию.

Регенерация эпителия. Любой поверхностный (покровный) эпителий характеризуется быстрой и эффективной регенерацией из собственных стволовых клеток, что обеспечивает восстановление целостности пласта эпителия.

Толщина эпителия. Кожа с поверхности покрыта эпидермисом - толстым многослойным эпителием, что само по себе является барьером. Многослойный эпителий покрывает также изнутри ротовую полость, глотку, пищевод, мочевыводящие пути, влагалище, выводные протоки желез с внешней секрецией.

Проницаемость эпителия. Эпидермис и другие многослойные эпителии непроницаемы как для полярных, так и для неполярных веществ. Проницаемость однослойных эпителиев ЖКТ, дыхательных путей, респираторного отдела лёгких, маточных труб, матки определяется как характером их строения, так и выполняемыми функциями (см. соответствующие главы).

Характер поверхности эпителия. Эпидермис покрыт с поверхности сплошным слоем ороговевших кератиноцитов, это слой полностью блокирует проникновение как клеток, так и полярных и неполярных веществ. В то же время на поверхности однослойных эпителиев слизистых оболочек всегда находится слизь, предупреждающая повреждение пласта эпителия и фиксирующая посторонние частицы. Во многих слизистых оболочках на поверхности части клеток имеются мерцательные реснички, обеспечивающие перемещение слизи. В нижних отделах воздухоносных путей и в респираторном отделе лёгкого слизи нет, но поверхность эпителия покрыта слоем сурфактанта - поверхностно-активного вещества, способного фиксировать и уничтожать бактерии.

Секреты. На поверхность эпидермиса поступают секреты сальных желез, усиливающих непроницаемость слоя ороговевших кератиноцитов, а на поверхность эпителия слизистых оболочек - бактерицидные и бактериостатические вещества (например, лизоцим, миелопероксидаза, лактоферрин) и молекулы секреторного IgA. В некоторых органах секретируются органические (молочная, кожа) и неорганические (соляная, желудок) кислоты или бикарбонат (двенадцатиперстная кишка), существенно изменяющие рН, что критично для многих микроорганизмов.

Клетки иммунной системы в эпителии. В эпидермисе 3% всех клеток - происходящие из костного мозга антигенпредставляющие клетки Лангерханса, относящиеся к системе мононуклеарных.

Система комплемента

- Система комплемента - группа по меньшей мере 26 сывороточных белков (компонентов комплемента), опосредующих защитные реакции при участии гранулоцитов макрофагов.

Интерфероны. Система интерферона (ИФН) - важнейший фактор неспецифической резистентности организма человека. Важнейшие их функции: антивирусная, противоопухолевая, иммуномодулирующая и радиопротективная.

Механизм антивирусного действия. ИФН индуцируют «антивирусное состояние» клетки (резистентность к проникновению или блокада репродукции вирусов).

9) Охранительная роль иммунитета

Охранительная роль иммунитета распространяется не только на вирусы, простейшие, грибы, гельминты, но и на чужеродные трансплантаты тканей и органов. Она распространяется также на аутоиммунные процессы, возникающие в организме. Например, в механизме возникновения сахарного диабета у человека имеют значение аутоиммунные процессы против белков, содержащихся в клетках островков Лангерганса панкреатической железы.

10) Инфекционный иммунитет

Инфекционный иммунитет классифицируют на противовирусный, антимикробный (антибактериальный) и антитоксический. В случае противовирусного иммунитета (при гриппе, полиомиелите человека и других вирусных инфекциях) происходит разрушение вирусных частиц, при антимикробном иммунитете (при дизентерии человека, бруцеллезе человека и животных) происходит обезвреживание бактериального возбудителя, тогда как при антитоксическом (при столбняке, ботулизме человека и животных и др.) имеет место разрушение токсина, продуцируемого микробами в организме. В рамках инфекционного иммунитета различают также врожденный и приобретенный иммунитет.

11) Врожденный иммунитет

Врожденный иммунитет — это естественный иммунитет, возникший в ходе исторического развития организмов и передающийся по наследству. Например, куры не восприимчивы к возбудителю сибирской язвы, причем эта невосприимчивость передается по наследству от одного поколения к другому.

12) Роль наследственности

В основе формирования приспособленности лежит наследственная изменчивость. Она поставляет материал для отбора адаптивных признаков. Сохраненные отбором полезные мутации накапливаются в поколениях. Однако собственно фенотип организма зависит не только от генотипа, но и от влияния окружающей среды. Фенотипические изменения обеспечивают приспособленность организмов по отношению к конкретным условиям. Таким образом, наследственность и изменчивость - два взаимосвязанных, хотя и противоположно направленных, свойства организма. Наследственность поддерживает генетическую стабильность вида, изменчивость направлена на появление новых форм.

13) Приобретенный иммунитет: активный и пассивный

Приобретенный иммунитет приобретается организмом в ходе его жизни. Такой иммунитет классифицируют на активный и пассивный иммунитет. Активный иммунитет возникает после перенесения организмами болезни или после их вакцинации, тогда как пассивный — после введения в организм готовых антител (сыворотки, содержащей антитела).

14) Вакцины и сыворотки

Вакцины и сыворотки – это препараты, предназначенные для активной и пассивной иммунизации

Вакци́на (от лат. *Vacca* — корова) — медицинский или ветеринарный препарат, предназначенный для создания иммунитета к инфекционным болезням. Вакцина изготавливается из ослабленных или убитых микроорганизмов, продуктов их жизнедеятельности, или из их антигенов, полученных генно-инженерным или химическим путём.

Сыворотка стандартная (s. standartisatum) содержащая заданное требованиями (стандартом) количество антител к определенному антигену в единице объема.

15) Неинфекционный иммунитет

Неинфекционным иммунитетом является также трансплантационный иммунитет, развивающийся при пересадке сердца и других органов у человека. Трансплантационный иммунитет возникает, когда ткани донора и реципиента неидентичны. Этот иммунитет проявляется в виде разрушения (отторжения) пересаженной ткани или органа уже через 8-23 дня после пересадки.

16) Проблемы трансплантации.

Трансплантация (от лат. *transplantare* – пересаживать) – процесс замены поврежденных или утраченных органов путем пересадки таких же органов, взятых из здоровых организмов того же вида.

Различают три вида трансплантации: **Ауто**трансплантацию – трансплантацию в пределах одного организма, **алло-** или **гомотрансплантацию** – трансплантацию в пределах одного вида и **гетеро-** или **ксенотрансплантацию**– трансплантацию между различными видами.

Проблема забора органов и(или) тканей у донора рассматривается в зависимости от того, является ли донор живым или мертвым человеком.

Проблема констатации смерти человека в конце 20 в. пере-

шла из разряда чисто медицинских проблем в категорию биоэтических в связи с развитием реанимационных, трансплантологических и других технологий медицины. В зависимости от того, какое состояние человеческого организма признается моментом его смерти как человека, появляется возможность для прекращения поддерживающей терапии, проведения мероприятий по изъятию органов и тканей для их дальнейшей трансплантации и т.д.

Решение проблемы дефицита донорских органов

Проблема дефицита донорских органов решается различными путями: идет пропаганда пожертвования органов после смерти человека с прижизненным оформлением согласия на это, создаются искусственные органы, разрабатываются методы получения донорских органов от животных, путем культивирования соматических стволовых клеток с последующим получением определенных типов тканей, создания искусственных органов на основе достижений биоэлектроники и нанотехнологий.

Проблема распределения донорских органов актуальна во всем мире и существует как проблема дефицита донорских органов. Распределение донорских органов в соответствии с принципом справедливости решается путем включения реципиентов в трансплантологическую программу, основанную на практике «листов ожидания». «Листы ожидания» представляют собой списки пациентов, которым необходима пересадка того или иного органа с указанием особенностей состояния его здоровья. Проблема заключается в том, что пациент, даже в очень тяжелом состоянии, может находиться на первом месте в этом списке и так и не дожидаться спасительной для него операции. Это связано с тем, что из имеющегося объема донорских органов очень трудно подобрать подходящий данному пациенту орган в связи с иммунологической несовместимостью. Эта проблема в определенной степени решается путем совершенствования методов иммуносупрессорной терапии, но все еще остается очень актуальной.

Этические проблемы, связанные с коммерциализацией трансплантологии связаны с тем, что человеческие органы становятся товаром, а в условиях всеобщего дефицита донорских органов – дефицитным и очень дорогим товаром.

17) Клеточный, гуморальный и тканевый иммунитет

Клеточный иммунитет заключается в фагоцитозе, т.е. в захватывании и переваривании фагоцитами (специализированными клетками) бактерий, проникших в организм. Фагоцитами являются клетки белой крови, называемые микрофагами (эозинофилы, нейтрофилы и базо-

филы) и макрофаги (подвижные клетки крови — моноциты, клетки лимфатических узлов и селезенки, эндотелий кровеносных сосудов).

Гуморальный иммунитет — это иммунитет, связанный с выработкой антител и обусловленный взаимодействием антигенов и антител. Антигены — это чужеродные для организма вещества. Ими являются белки, липопротеиды, белки в соединении с полисахаридами, нуклеиновые кислоты. Антигенами являются также ферменты, токсины, яды змей и пауков, вирусы, бактерии, простейшие. Характерными свойствами антигенов являются их чужеродность и специфичность (видовая, групповая, органная и тканевая), а также то, что они вызывают иммунный ответ в виде образования антител. Можно сказать, что антигены выполняют роль генераторов антител. Известны также аутоантигены, образующиеся в самом организме в результате повреждения тканей. Например, аутоантигены, связанные с множественным склерозом человека, присутствуют в миелиновой оболочке, окружающей нервные волокна центральной нервной системы, представляя собой белок р-кристаллин.

Тканевой иммунитет у животных и человека обеспечивается кожей, слизистыми оболочками, лимфатическими узлами, тканями мышц, мускулатуры кишечника и матки, сывороткой крови и другими жидкостями. Этот иммунитет является неспецифическим

18) Аллергия

Часто иммунологическая реактивность организмов может изменяться. У человека и животных различают явление, называемое аллергией. Аллергия (от греч. *allos* — другой, *ergon* — действие) — это измененная реактивность организма, наступающая под влиянием микробов, токсинов, лечебных препаратов и других веществ, называемых аллергенами. Аллергенами могут служить пыль подушек, перхоть собак, кошек, лошадей, пыль шерсти, хлопка, пыльца растений, яйца, кофе, цитрусовые и др. Как правило, она возникает в результате повторного введения или попадания в организм того или иного аллергена. Аллергия проявляется либо очень быстро в форме анафилаксии (судороги, выделение мочи и кала, повышение температуры), сывороточной болезни и острого ревматизма либо в замедленной форме (лекарственная болезнь, вызываемая антибиотиками и другими препаратами).

19) Пространство, местообитания, биомы, сообщества

Жизнь сосредоточена в океанах (морях) и на материках. Однако пространство океанов и материков измеряется очень большими расстояниями, на которых могут существовать совершенно различные

живые формы. Поэтому в целях упорядочивания пространство океанов и материков районируют, выделяя фаунистические и флористические области.

В океане различают 10 фаунистических (зоогеографических) областей, в частности. Арктическую, Атлантическую, Тихоокеаническую, Западноатлантическую, Восточноатлантическую, Магелланову и другие. Что касается материков, то на них различают таких 6-9 областей. По одной из классификаций выделяют Палеарктическую (Европа, Средняя Азия, Северная Азия и Северная Африка), Неоарктическую (Северная Америка), Кругоантарктическую (Антарктика), Неотропическую (южная Америка), Эфиопскую (Африка), Восточную (Юго-Восточная Азия) и Австралийскую области. Для каждой из этих областей характерна своя фауна. Существуют и другие классификации материковых фаунистических областей, но они не имеют особых отличий от приведенной классификации.

Выделение флористических областей на пространствах морей и материков имеет некоторое отличие, т.к. ботаники предпочитают применять термин «флора» (на практике) лишь к сосудистым растениям. В случае низших растений чаще используют такие словосочетания, как биофлора, альгофлора и т.д. Поэтому флористическое районирование распространяется практически лишь на материки, на территориях которых выделяет ряд областей (фитохорионов) с присущими им определенным видовым составом растений. В выделении областей учитывают эндемизм растений, т.е. приуроченность видов, родов и других систематических единиц растений к определенным территориям, границы которых иногда бывают несколько размытыми. Растения видов, родов, семейств и других систематических единиц, приуроченные в своем распространении к определенным территориям, являются эндемиками.

В районировании различают прежде всего флористические царства, которые подразделяют на флористические области, флористические области — на флористические провинции, а последние — на флористические округа.

В соответствии с наиболее распространенной флористической классификацией различают голарктическое, палеотропическое, неотропическое, капское, австралийское и голантарктическое царства. Наша страна укладывается в границы Голарктического царства, которое охватывает Европу, Северную Африку, Северную Америку и ту часть Азии, которая не является тропической. Голарктическая флора представлена такими семействами растений, как лютиковые, гвоздич-

ные, барбарисовые, березовые, ивовые, магнолиевые, розоцветные, крестоцветные и др.

Видовой состав разных флор очень различен. Наиболее богатыми по видовому составу являются флоры тропических широт. Если в Южной Америке насчитывают около 40 тыс. видов растений, то в Гренландии их лишь около 400, а на Шпицбергене около 130. В тропических широтах преобладают орхидные (в основном во влажных тропических лесах), молочайные, мареновые, злаки, бобовые, осоковые. В зонах умеренного климата преобладают сложноцветные, бобовые, розоцветные, злаки, осоковые и крестоцветные. Для засушливых районов характерны обычно мареновые.

Местообитание — это, по существу, место, где живет тот или иной организм. Им может быть участок поверхности земли, водоема или воздушного пространства. Размеры местообитания чрезвычайно варьируют, что зависит от вида организма. Например, местообитанием термитов может служить нижняя поверхность гниющего бревна, тогда как местообитанием лососевых является почти весь Тихий океан.

Различают наземные, воздушные и водные местообитания. Наземные местообитания представляют собой поверхность и поверхностные слои Земли. Наиболее богатой является наземная флора тропических широт. Воздушные местообитания являются временными, т. к. все летающие животные являются все же наземными организмами. Наиболее объемными и населенными являются водные местообитания, которые делят на морские и пресноводные.

Морские местообитания занимают около 78% поверхности земного шара и представляют собой слои воды глубиной до 4000 м, в которых еще активна жизнь. Моря и океаны неоднородны по физическим свойствам, и это ведет к тому, что в разных районах Мирового океана существуют и разные температуры. Температура морей зависит от места моря, глубины, течения и времени года. Если в полярных и тропических морях она более или менее постоянна, то в морях континентальной зоны она непостоянна, особенно в разные времена года. На глубинах более 2000 м она всегда и везде составляет около 2°C. Между тем, температура имеет ведущее значение в определении зональной распространенности организмов. Соленость морской воды также ограничивает распространение живых форм. Например, в Мертвом море из-за высокой концентрации солей вообще нет живых организмов.

Свет чрезвычайно важен для организмов, но на глубинах 2000 м и более устанавливается сплошная темнота. Первичные производители органического вещества в море сосредоточены в прибрежных областях

и представлены фитопланктоном, который состоит в основном из диатомовых водорослей и динофлагеллят. Но в открытых тропических морях планктона очень мало. Зоопланктон встречается во всех областях моря и представлен мелкими членистоногими, а также яйцами и личинками разных животных.

Установлено, что основные морские сообщества организмов формируются в зависимости от температуры, глубины и солености того или иного моря. Их классифицируют на тропические и полярные морские сообщества, хотя границы между этими сообществами чрезвычайно размыты.

Пресноводные местообитания составляют 2% от всей площади суши. Они представлены реками, озерами, прудами, водохранилищами. Местообитания организмов здесь ограничиваются температурой, мутностью воды, течениями, кислородом и углекислым газом, солями и осмотическим давлением. Наиболее богатыми по видовому содержанию животных и растений являются прибрежные зоны. Фитопланктон пресных водоемов представлен зелеными и диатомовыми водорослями, а также цианобактериями. Растения, животные, физический субстрат и климат находятся в постоянном взаимодействии между собой. В результате этого в местах обитания формируются крупные комплексы (совокупности) организмов, получившие название биомов. Различают наземные, морские и пресноводные биомы. Каждый из наземных биомов характеризуется определенным набором растительности (деревья, кустарники, травы и т.д.), с которой связаны живущие в этих местообитаниях животные. Биомами являются тундра, хвойные леса, лиственные леса, влажный тропический лес, степь, чаппараль, пустыня. В одном биоми может обитать одно или несколько сообществ животных и растений, причем видовое разнообразие сообществ зависит от его возраста, климата, продуктивности и др. Для биомов, населяющих местообитания, характерна определенная климаксовая растительность и определенные виды животных. Между обоими компонентами (группировками) биома существует тесная связь.

Эти группировки растений и животных получили название сообществ. Часто сообщества называют по большинству встречающихся в нем организмов.

Размеры сообществ очень колеблются, тем не менее их структура характеризуется упорядоченностью, которая выражается в определенных отношениях между видами, одни из которых встречаются чаще, другие реже. С другой стороны, для сообществ присуща пространственная структура (размещение в пространстве) и видовая. На состав

сообществ влияют пищевые связи. Например, использование степи в качестве пастбища сопровождается ростом той же растительности. Но прекращение выпасов заканчивается ростом только ковыля. Сообщества состоят из популяций организмов разной видовой принадлежности. Тропические сообщества характеризуются большим количеством видов, но численность видов является не очень большой. Напротив, сообщества полярных морей характеризуются меньшим количеством видов, но численность их является большей. Например, в море Лаптевых встречается 400 видов животных, в Карском — 1200 видов, в Баренцевом — 2500 видов, в Северном — 3000-4000 видов, в Средиземном — 6000-7000 видов, в Черном — 1200 видов, в Белом — 1000 видов. Видовой состав сообществ может быть разным, но некоторые виды в них имеют сходные фенотипы и функционально одинаковы. Эти виды называют экологическими двойниками (экологическим эквивалентами). Облик современных сообществ является результатом эволюции. В свою очередь сообщества влияют на эволюцию видов.

20) Фаунистическое и флористическое районирование

Фаунистическое

Фаунистическое районирование — районирование поверхности Земли на соподчинённые регионы, отличающиеся особенностями фаунистического состава. Фаунистическое районирование суши предполагает 2 подхода: **фауногенетический** — главная роль в выделении фаун играют эндемики и реликты; **ландшафтно-зональный** — изучение животного населения, представители которого связаны общностью местообитания и экологическими отношениями. Важную роль играют границы между регионами различного таксономического ранга — зоохороны. Для картографирования зоохоронов применяется метод синперат: на карту наносят ареалы возможно большего числа видов, полосы сгущения границ ареалов — синператы. Синператы проходят, в основном, по труднодоступным участкам — горным хребтам, крупным рекам и т.п.

Флористическое районирование — районирование поверхности Земли на соподчинённые регионы, отличающиеся особенностями флористического состава. Крупнейшими единицами флористического районирования являются царства, подцарства, области, подобласти, провинции, округа. Английский ботаник Роналд Гуд (1896—1992) идентифицировал шесть флористических царств, позднее это деление уточнил и детализировал советский ботаник Армен Тахтаджян (1910—2009). В наиболее распространённой системе районирования Тахта-

джана выделяется 6 флористических царств и 35 областей:

Карта флористического районирования

1. Голарктическое царство
 - Бореальное подцарство
2. Циркумбореальная область
3. Восточноазиатская область
4. Атлантическо-Североамериканская область
5. Область Скалистых гор
 - Древнесредиземноморское подцарство
7. Макаронезийская область
8. Средиземноморская область
9. Сахаро-Аравийская область
10. Ирано-Туранская область
 - Мадреанское подцарство
12. Мадреанская область
- Палеотропическое царство
 - Африканское подцарство
1. Гвинео-Конголезская область
2. Судано-Замбезийская область
3. Область Карру-Намиба
4. Область островов Святой Елены и Вознесения
 - Мадагаскарское подцарство
6. Мадагаскарская область (флористическая)
- Индо-Малезийское подцарство
8. Индийская область
9. Индокитайская область
10. Малезийская область
11. Фиджийская область
 - Полинезийское подцарство
13. Полинезийская область
14. Гавайская область
 - Новокаледонское подцарство
16. Новокаледонская область
- Неотропическое царство
0. Карибская область
1. Область Гвианского нагорья
2. Амазонская область
3. Бразильская область
4. Андийская область
- Капское царство

- 0. Капская область
 - Австралийское царство
- 0. Северо-Восточноавстралийская область
 - 1. Юго-Западноавстралийская область
 - 2. Центральноеавстралийская область
 - Голантарктическое царство
- 0. Хуан-Фернандесская область
 - 1. Чилийско-Патагонская область
 - 2. Область субантарктических островов
 - 3. Новозеландская область

21) Местобитания: наземные, воздушные, водные

Наземно-воздушная среда характеризуется огромным разнообразием условий существования, экологических ниш и заселяющих их организмов. Надо отметить, что организмы играют первостепенную роль в формировании условий наземно-воздушной среды жизни, и прежде всего - газового состава атмосферы. Практически весь кислород земной атмосферы имеет биогенное происхождение.

Основными особенностями наземно-воздушной среды является большая амплитуда изменения экологических факторов, неоднородность среды, действие сил земного тяготения, низкая плотность воздуха. Комплекс физико-географических и климатических факторов, свойственных определенной природной зоне, приводит к эволюционному становлению морфофизиологических адаптаций организмов к жизни в этих условиях, многообразию форм жизни.

Высокое содержание кислорода в атмосфере (около 21%) определяет возможность формирования высокого (энергетического) уровня обмена веществ.

Атмосферный воздух отличается низкой и изменчивой влажностью. Это обстоятельство во многом лимитировало (ограничивало) возможности освоения наземно-воздушной среды, а также направляло эволюцию водно-солевого обмена и структуры органов дыхания.

Вода как среда обитания имеет ряд специфических свойств, таких, как большая плотность, сильные перепады давления, относительно малое содержание кислорода, сильное поглощение солнечных лучей и др. Водоемы и отдельные их участки различаются, кроме того, солевым режимом, скоростью горизонтальных перемещений (течений), содержанием взвешенных частиц. Для жизни придонных организмов имеют значение свойства грунта, режим разложения органических остатков и т.п. Поэтому наряду с адаптациями к общим свой-

ствам водной среды ее обитатели должны быть приспособлены и к разнообразным частным условиям. Обитатели водной среды получили в экологии общее название гидробионтов. Они населяют Мировой океан, континентальные водоемы и подземные воды. В любом водоеме можно выделить различные по условиям зоны.

22) Биомы: наземные, морские, пресноводные

НАЗЕМНЫЕ БИОМЫ

Наземные экосистемы играют особую роль в жизни человека, поскольку урожай в них можно получать на всех трофических уровнях в отличие от водных сообществ, где используется только верхняя часть экологической пирамиды. Следовательно, особенности двух типов экосистем необходимо учитывать при эксплуатации природных ресурсов. В экосистемах суши продуценты (автотрофный компонент) представляют собой крупные организмы, у которых от года к году происходит накопление биомассы. Например, прирост деревьев в лесу, рост трав за сезон вегетации, созревание семян и плодов (накопление надземной биомассы) или разрастание корневой системы травянистых растений на лугах и в степях (накопление подземной биомассы). Накопленную биомассу можно изъять и в виде урожая. Между крайними типами экосистем существует множество переходных вариантов, тесно связанных друг с другом.

Различные экосистемы взаимодействуют, образуя сложную структуру биосферы. Между экосистемами происходит обмен живыми организмами и их зачатками (личинками, спорами, семенами). Благодаря подвижности воздуха и воды, перепадов (градиента) температуры, диффузии газов происходит расселение растений, животных и микроорганизмов. Птицы и насекомые перемещаются во время сезонных перелетов - так же, как другие животные во время кочевков. Вещество перемещается в виде твердых и жидких частиц. Часто минеральные элементы сдуваются ветром и смываются водой с горных пород. Обмен энергией происходит как в виде тепла, так и в виде энергии химических связей (т.е. органических соединений).

По отношению к межбиоценотическим связям можно выделить три основные группы экосистем суши:

1. стабильные сообщества, расположенные на равнинных междуречьях, в которых вынос веществ в другие экосистемы и получение их со стороны незначительны;

2. мало теряющие, но много получающие биоценозы, расположенные на низких уровнях рельефа, где накапливаются большие запа-

сы органического вещества;

3. много теряющие, но мало получающие экосистемы на крутых склонах. Так образуется цепь экосистем, перераспределяющая вещество и энергию в биосфере.

В каждой наземной экосистеме есть абиотический компонент – биотоп, или экотоп – участок с одинаковыми ландшафтными, климатическими, почвенными условиями; и биотический компонент – сообщество, или биоценоз – совокупность всех живых организмов, населяющих данный биотоп. Биотоп является общим местообитанием для всех членов сообщества. Биоценозы состоят из представителей многих видов растений, животных и микроорганизмов. Практически каждый вид в биоценозе представлен многими особями разного пола и возраста. Они образуют популяцию (или часть популяции) данного вида в экосистеме. Биоценоз очень трудно рассматривать отдельно от биотопа, поэтому вводят такое понятие, как биогеоценоз (биотоп+биоценоз). Биогеоценоз - элементарная наземная экосистема, главная форма существования природных экосистем.

МОРСКИЕ БИОМЫ

Морская экосистема - пространственный комплекс, в рамках которого происходят взаимодействия морских организмов с другими существами и физико-химическими факторами. Под влиянием особенностей прилегающей суши изменяются взаимоотношения организмов в море. Так в засушливые годы, когда уменьшается сток пресных вод в море, заметно повышается солёность воды, и, как следствие, некоторые виды организмов эмигрируют из данной области, а другие, наоборот, временно проникают. Часто конфигурация суши сильно влияет на условия, даже вдали от берега. К примеру, полуострова, мысы могут быть преградой для прохождения морских течений и распространения морских организмов. Таким образом, по разные стороны от полуострова мы получаем две совершенно разные экосистемы (с этим явлением мы сталкиваемся, например, у берегов полуострова Кейп-Код) Морские побережья расположены практически во всех природных зонах России — от полярных пустынь и арктических тундр до дальневосточных широколиственных лесов, полупустынь каспийского побережья и ксерофильных редколесий средиземноморского типа на берегах Черного моря. Морское побережье России представлено чрезвычайно широким спектром типов береговой линии, что важно для формирования биоразнообразия прибрежных экосистем. Побережья как зоны раздела сухопутных и морских экосистем обладают исключительным

биологическим разнообразием. Так, именно к морским побережьям приурочены регионы с наивысшим уровнем видового богатства флоры и фауны: на Дальнем Востоке локальные флора и фауна млекопитающих достигают 1200 и 75 видов на 100 км² соответственно, на Черноморском побережье - 1100 и 70 видов на 100 км². На морских берегах расположены наиболее крупные водно-болотные угодья международного значения, в которых концентрируются десятки миллионов водоплавающих птиц на гнездовьях, во время миграций и на зимовках (дельта Волги, Мурманское побережье и др.). Прибрежная фауна и флора наибольшего развития достигает на побережье Баренцева моря, где при высоте приливов 3-5 метров ширина литорали может составлять сотни метров. Здесь выделяется несколько вертикальных зон, развития макрофитов. В высокоарктических морях (Карском, Лаптевых и прочих) литоральные сообщества выражены слабо в силу суровых ледовых условий (в частности, из-за истирающего действия льдов) и незначительной высоты приливов (30-60 см), формирование литорали здесь обусловлено значительным прибоем (нагонная волна и шторма). В прибрежной, мелководной, в основном, южной, части этих морей, принимающей в себя сток рек, наряду с морскими формами существенную, а иногда и преобладающую, роль играет солоноватоводная фауна, к которой примешиваются также и пресноводные эвригалитные формы. На Дальнем Востоке за счет разнообразия береговой полосы и уровней приливов представлена богатая фауна и флора литорали и сублиторали. В Охотском море отмечаются самые высокие среди российских морей приливно-отливные колебания, население литорали здесь богато и разнообразно, а сама литораль обширна. Прибрежная область Охотского моря богато заселена макроводорослями, и можно сказать, что оно является центром количественного обилия водорослей в российских водах; особенно выделяются в этом смысле Курильские острова (включая тихоокеанскую сторону) и северо-западная часть моря. Именно для этих районов в первую очередь применимы выражения о подводных лугах и лесах, которые обычно применяются при описании зарослей ламинариевых водорослей. Среди зарослей бурых водорослей на литорали и, особенно, в сублиторали представлен достаточно богатый в видовом отношении зообентос. В Японском море в сублиторали резко увеличивается разнообразие беспозвоночных животных и рыб за счет проникновения теплых вод с юга. Водоросли и морские травы в Японском море давно являются объектами промысла, временами значительного и нерационального. На состав макрофитобентоса существенный отпечаток может накладывать антропогенное

нарушение среды, в частности загрязнение, для некоторых видов оно может быть негативным и даже губительным. Черное и Азовское моря лишены литоральной области — приливно-отливные колебания здесь отсутствуют. Под влиянием волнового воздействия здесь формируется полоса псевдолиторали с бедным биоразнообразием.

Для Каспийского моря характерны многолетние колебания уровня. В последние годы отмечается трансгрессия, которая ведет к формированию пионерных сообществ на затопляемых участках береговой полосы. Здесь доминируют виды-интродуценты, которые вселились сравнительно недавно. Своеобразие побережьям Баренцева, Берингова и Охотского морей придают огромные колонии морских птиц — «птичьи базары». На Баренцевом море базары расположены на мелких островах и на архипелаге Новая Земля. Прибрежные мелководья Черного, Азовского, Каспийского и Японского морей играют большую роль как места гнездования, остановок при миграциях и зимовок для морских и водоплавающих птиц. Моря и побережья России — местообитания многих редких и исчезающих видов растений и животных, включенных в Красную Книгу России: 17 видов беспозвоночных, 15 видов круглоротых и рыб, около 20 видов птиц, 29 видов и подвидов млекопитающих.

Из уникальных морских экосистем морей России следует отметить следующие:

- экосистему мелководных морских гидротермальных излияний бухты Кратерной (о-в Янкича, средние Курильские острова);

- 'островные' поселения низкобореальных организмов в высокобореальных регионах, в частности, лагуна Буссе на южном Сахалине;

- районы крупных залежек морских млекопитающих на Командорских о-вах и у о-ва Тюленьего (Охотское море);

- районы влияния субтропической морской фауны на крайнем юге Приморья, включая внешние острова залива Петра Великого, залив Посьета и п-в Гамова.

ПРЕСНОВОДНЫЕ БИОМЫ

Озера — естественные пресноводные водоемы, образовались геологически сравнительно недавно — за последние несколько десятков тысяч лет, и лишь возраст некоторых из них исчисляется миллионами лет, например Байкала. Наличие у большинства озер профундальной зоны сказывается на температурном режиме водной толщи, на ее «перемешивании» и распределении кислорода в ней. Эти процессы сезонны, как и стратификация озера по температурному режиму. В озерах умеренного пояса в летнее время можно выделить в вертикаль-

ном разрезе три зоны: эпилимнион — до глубины, где происходит конвекция (циркуляция) воды; термоклина — это промежуточная зона, где вода не смешивается с водой верхней зоны; гиполимнион — область холодной воды, где нет циркуляции.

Термоклина обычно расположена ниже границы проникновения света, и запасы кислорода, в отрезанном от его источников гиполимнионе, истощаются. Наступает летний период стагнации. Осенью, вследствие выравнивания температур, происходит общее перемешивание воды и обогащение гиполимниона кислородом. Зимой, когда температура воды подо льдом становится ниже 4°C , что снижает ее плотность и снова приводит к стратификации озера и к зимней стагнации. Весной, после таяния льда, температура воды достигает 4°C , она тяжелеет и снова происходит весеннее перемешивание. Это классическая схема для водоемов Евразии и Северной Америки. В полярных областях и субтропиках общее перемешивание воды в водоемах бывает только один раз в году: в первом случае — летом, во втором — зимой. В водоемах тропиков перемешивание воды идет постоянно, но медленно, а общее ее перемешивание происходит редко и нерегулярно. Цветение фитопланктона обычно приурочено к перемешиванию, когда в фотической (освещенной) зоне появляются воды, обогащенные природными биогенными компонентами. С точки зрения продуктивности озера подразделяются на две группы: 1) олиготрофные (малокормные) и 2) эвтрофные (кормные). Продуктивность лентических экосистем зависит также от поступающих веществ с окружающей суши и от глубины озера (наиболее продуктивны мелкие озера). Наука об озерах и прудах (лимнология) позволила нам лучше понять частичные кругообороты и их интеграцию. Озера и более мелкие пресные водоемы представляют собой хорошо отграниченные, легко поддающиеся описанию водные экосистемы. В них имеются как аэробные, так и анаэробные зоны. Такие зоны можно обнаружить и в большинстве почв, но если в почве они сосредоточены поблизости друг от друга в очень тесном пространстве и потому их трудно изучать, в озерах такие зоны весьма обширны и легко поддаются исследованию. Однако есть основания полагать, что результаты лимнологических исследований в принципе можно перенести и на почву с ее микрогетерогенностью. На биологические процессы в озерах и прудах большое влияние оказывают физические свойства воды. Вода имеет наибольшую плотность при 4°C . С увеличением глубины меняется температура воды; может наблюдаться более или менее устойчивая слоистость (стратификация) в зависимости от времени года

23) *Пространственная и видовая структура сообществ*

Структура экосистемы многопланова. Различают *видовую, пространственную и трофическую* структуры. **Видовая структура экосистемы** - это разнообразие видов, взаимосвязь и соотношение их численности. Различные сообщества, входящие в состав экосистемы, состоят из разного числа видов - *видового разнообразия*. В таежном лесу, например, на площади в 100 м², как правило, произрастают растения около 30 различных видов, а на лугу вдоль реки - в два раза больше. Видовое разнообразие степей еще шире: на той же площади произрастают сотни растений. Видовое разнообразие зависит от соотношения численности видов в экосистеме. Например, в пригородном лесу обитают 1000 птиц: по 100 особей 10 разных видов. В другом пригородном лесу также 1000 птиц этих же 10 видов, но 920 из птиц - вороны и галки (двух видов), а особи остальных 8 видов встречаются значительно реже, в среднем по 10 особей. Ясно, что во втором случае ситуация вызывает тревогу: перспективы сохранения малочисленных видов незначительны. Уменьшение видового разнообразия угрожает самому существованию вида в силу сокращения *генетического разнообразия* - запаса рецессивных аллелей, обеспечивающего приспособленность популяций к меняющимся условиям среды обитания. В свою очередь, видовое разнообразие служит основой *экологического разнообразия* - разнообразия экосистем. *Совокупность генетического, видового и экологического разнообразия составляет биологическое разнообразие планеты*. Деятельность человека по влиянию на биологическое разнообразие планеты превосходит все известные в прошлом геологические катастрофы. Очень важно не допустить такого снижения биоразнообразия, которое привело бы к снижению устойчивости экосистем, перешло бы границы их самовосстановительных возможностей.

Пространственная структура экосистемы. *Популяции разных видов в экосистеме распределены определенным образом – образуют пространственную структуру*. Различают вертикальную и горизонтальную структуры экосистемы. Основу вертикальной структуры формирует растительность. Растительное сообщество определяет, как правило, облик экосистемы. Растения в значительной мере влияют на условия существования остальных видов. В лесу это крупные деревья, на лугах и в степях - многолетние травы, а в тундрах господствуют мхи и кустарнички. Обитая совместно, *растения одинаковой высоты создают своего рода этажи - ярусы*. В лесу, например, высокие деревья составляют первый (верхний) ярус, второй ярус формируется из молодых особей деревьев верхнего яруса и из взрослых деревьев,

меньших по высоте. Третий ярус состоит из кустарников, четвертый - из высоких трав. Самый нижний ярус, куда попадает совсем мало света, составляют мхи и низкорослые травы. *Ярусность* наблюдается также в травянистых сообществах (лугах, степях, саваннах). Имеется и *подземная* ярусность, что связано с разной глубиной проникновения в почву корневых систем растений: у одних корни уходят глубоко в почву, достигают уровня грунтовых вод, другие имеют поверхностную корневую систему, улавливающую воду и элементы питания из верхнего почвенного слоя. Благодаря ярусному расположению растения наиболее эффективно используют световой поток, при этом снижается конкуренция: светолюбивые растения занимают верхний ярус, а теневыносливые развиваются под их пологом. Животные тоже приспособлены к жизни в том или ином растительном ярусе (некоторые вообще не покидают свой ярус). Например, среди насекомых выделяют: *подземных*, обитающих в почве (медведка, норный паук); *наземных*, поверхностных (муравей, щитник); *обитателей травостоя* (кузнечик, тля, божья коровка) и *обитателей более высоких ярусов* (различные мухи, стрекозы, бабочки). Вследствие неоднородности рельефа, свойств почвы, различных биологических особенностей *растения и в горизонтальном направлении располагаются микрогруппами, различными по видовому составу*. Это явление носит название *мозаичности*. Мозаичность растительности - это своего рода "орнамент", образованный скоплениями растений разных видов. Благодаря вертикальной и горизонтальной структурам обитающие в экосистеме организмы более эффективно используют минеральные вещества почвы, влагу, световой поток.

24) Популяция

Популяция (от лат. *Populatio* — население) — это совокупность организмов одного вида, длительное время обитающих на одной территории (занимающих определённый ареал) и частично или полностью изолированных от особей других таких же групп. Этот термин используется в различных разделах биологии, экологии, демографии, медицине и психометрике.

25) Общие популяционные характеристики

Популяция человека, т.е. популяция особого вида — *Homo sapiens*, обладает теми же свойствами, что и популяция животных, но характер и форма их проявлений значительно отличаются вследствие действия таких факторов, как искусственная среда, социально-экономические условия и другие, называемых единым термином — социум.

Все люди на Земле образуют популяционную систему — человечество. Рост этой популяции ограничен доступными природными ресурсами и условиями жизни, социально-экономическими и генетическими механизмами (Реймерс, 1994). Человек, зная уже достаточно о значении этих ограничивающих факторов, пока еще мало придает им значения, хотя социально-экономические факторы уже в известной степени выступают как регулирующие. О том, что человечество плохо осознает предел своей «толерантности» относительно этих ограничивающих факторов, свидетельствует практически «безудержный рост населения, т.е. численности популяции.

Но если действительно поведение человека разумно, тогда он, по Ю. О думу (1975), должен: 1) изучать и понять форму собственного популяционного роста; 2) определить количественно оптимальные размеры и конфигурацию населения в связи с емкостью данной области; 3) быть готовым к принятию «культурной регуляции» там, где «естественная регуляция» недействительна.

Рост численности населения Земли подчиняется экспоненциальному закону, при этом прирост не постоянный, а в последние десятилетия шел с нарастающим итогом. Исходя из этого экологи расценивают последние тенденции как чрезвычайно опасные. Так, в 70-е гг. население планеты увеличилось на 750 млн человек, в 80-е — на 840 млн, а прирост на 90-е гг. прогнозируется в 960 млн человек, ежегодный прирост к концу века прогнозировался почти 100 млн человек, что подтверждается косвенными данными в настоящее время.

Безусловно, такой прирост характеризует состояние «демографического взрыва» в человеческой популяции. Это наглядно видно на рис. 9. 2, где показано, что еще 1,5 млн лет назад на Земле проживало примерно 500 тыс. человек. При продолжительности жизни в то время всего 20 лет, количество особей могло удвоиться лишь по прошествии 200 тыс. лет. В настоящее же время для этого требуется всего 35 лет.

Примерно 9 тыс. лет тому назад на Земле проживало около 10 млн человек, в начале нашей эры — порядка 200 млн, а в середине XVII в. — ~ 500 млн. Уменьшая воздействие лимитирующих факторов вплоть до практически полного «снятия» их воздействия, человек подошел к миллиардному рубежу своей численности лишь примерно в середине XIX в. Но и в XIX в. и сейчас возникали и возникают различного рода локальные и региональные катастрофы, связанные с болезнями, голодом (например вследствие неурожая), войнами и т.п. И несмотря на это численность населения продолжает расти, так как лю-

ди для себя, с помощью технологических, социальных и культурных перемен, увеличили емкость планеты, сделав обычно непригодные для жизни планеты районы Земли обитаемыми (Миллер, 1993).

26) Возрастная и половая структура популяции

Любой популяции присуща определенная организация. Распределение особей по территории, соотношение групп особей по полу, возрасту, морфологическим, физиологическим, поведенческим и генетическим особенностям отражают соответствующую **структуру популяции**: пространственную, половую, возрастную и т.д. Структура формируется с одной стороны на основе общих биологических свойств видов, а с другой – под влиянием абиотических факторов среды и популяций других видов.

Структура популяции имеет, таким образом, приспособительный характер. Разные популяции одного вида имеют как сходные особенности, так и отличительные, характеризующие специфику экологических условий в местах их обитания.

В целом, кроме адаптивных возможностей отдельных особей, на определенных территориях формируются приспособительные черты групповой адаптации популяции как над индивидуальной системы, что говорит о том, что приспособительные особенности популяции гораздо выше, чем у слагающих ее индивидов.

Возрастной состав — имеет важное значение для существования популяции. Средняя продолжительность жизни организмов и соотношение численности (или биомассы) особей различного возраста характеризуются возрастной структурой популяции. Формирование возрастной структуры происходит в результате совместного действия процессов размножения и смертности.

В любой популяции условно выделяются 3 возрастные экологические группы:

Предрепродуктивную;

Репродуктивную;

Пострепродуктивную.

К предрепродуктивной группе относятся особи, еще не способные к воспроизведению. Репродуктивная – особи, способные к размножению. Пострепродуктивная – особи, утратившие способность к размножению. Длительность этих периодов сильно варьируется в зависимости от вида организмов.

При благоприятных условиях в популяции имеются все возрастные группы и поддерживается более или менее стабильный возрастной состав. В быстро растущих популяциях преобладают молодые

особи, а в сокращающихся — старые, уже не способные интенсивно размножаться. Такие популяции малопродуктивны, недостаточно устойчивы.

Имеются виды с *простой возрастной структурой* популяций, которые состоят из особей практически одного возраста.

Например, все однолетние растения одной популяции весной находятся в стадии проростков, затем почти одновременно зацветают, а осенью дают семена.

У видов со *сложной возрастной структурой* популяций одновременно живут несколько поколений.

Например, в стажах слонов имеются молодые, зрелые и стареющие животные.

Популяции, включающие много генераций (разных возрастных групп) более устойчивы, менее подвержены влиянию факторов, воздействующих на размножение или смертность в конкретном году. Экстремальные условия могут привести к гибели наиболее уязвимых возрастных групп, но самые устойчивые выживают и дают новые генерации.

Например, человек рассматривается как биологический вид, имеющий сложную возрастную структуру. Устойчивость популяций вида проявилось, например, во время второй мировой войны.

Устойчивость популяций вида в значительной степени зависит и от *половой структуры*, т.е. соотношения особей разных полов. Половые группировки внутри популяций формируются на базе различий в морфологии (форма и строение тела) и экологии различных полов.

Например, у некоторых насекомых самцы имеют крылья, а самки нет, у самцов некоторых млекопитающих имеются рога, но они отсутствуют у самок, у самцов птиц яркое оперение, а у самок маскирующее.

Экологические различия выражаются в пищевых предпочтениях (самки многих комаров сосут кровь, а самцы питаются нектаром).

Генетический механизм обеспечивает примерно равное соотношение особей обоих полов при рождении. Однако исходное соотношение вскоре нарушается в результате физиологических, поведенческих и экологических различий самцов и самок, вызывающих неравномерную смертность.

Анализ возрастной и половой структуры популяций позволяет прогнозировать ее численность на ряд ближайших поколений и лет. Это важно при оценке возможностей промысла рыбы, отстрела животных, спасения урожая от нашествий саранчи и в других случаях.

27) Территориальные отношения в популяции

Каждая популяция занимает определенную территорию или акваторию, размеры которой зависят от многих причин:

- наличие условий для вида;
- количество особей популяции;
- масса особей и т.д.

Распределение особей в популяции может быть:

- *случайным*: условия среды однородные организмов мало и он не имеют потребности в группировании.

- *равномерным*: между особями сильная конкуренция или антагонизм.

- *групповым*: если особи пытаются создать группы определенного размера (пары, вегетативные клоны у животных), то распределение приближается к случайному.

28) Групповая организация животных

Групповое поведение животных – совместное поведение животных в сообществах (стадах, стаях, семьях), которые в отличие от простых скоплений имеют достаточно постоянный состав его членов и определенную структуру взаимодействий и общения - . Групповое поведение животных определяется особенностями сообщества, его постоянным или временным (сезонным) характером, его иерархическими отношениями между членами (система соподчинения, статус вожака). Проявляется в совместных поисках пищи, защите от врагов, уходе за потомством, выступает как фактор биологической адаптации - Согласованные совместные действия животных (многих высших беспозвоночных и позвоночных), выполняемые при жизни в сообществах, т.е. постоянных или временных объединениях (стадах, стаях, семьях и т.п.). Г. п. ж. включает все формы межиндивидуальных отношений между животными (в том числе между половыми партнерами, родительскими особями и детенышами и т.д.) и осуществляется непременно в условиях общения между членами сообщества.

29) Эффект группы

групповой эффект, зависящие от плотности популяции структурные и функциональные особенности вида (различная окраска у гусениц, ускоренное развитие вследствие агрегации у некоторых насекомых, изменение скорости потребления кислорода у водных животных и др.).

30) Доминирование и иерархия

Доминирование (от лат. *dominary* — преобладание) — главенствующее положение над другими субъектами и предметами.

Иерархия (от др.-греч. *εραρχία*, из *ερός* «священный» и *ρχή* «правление») — порядок подчинённости низших звеньев к высшим, организация их в структуру типа дерево; принцип управления в централизованных структурах^[1].

Ситуативно подчинённость может возникать по горизонтальному принципу, это качество гибкости системы управления.

Для построения *иерархической структуры* применяют метод декомпозиции. Часто представляется графически в виде блок-схемы. Широко используется в различных областях науки, техники, экономики и т.д.

31) Регуляция численности

Регуляция – это возврат популяции после отклонения к исходному состоянию, совершающийся под влиянием факторов, сила действия которых определяется плотностью популяции.

Регулирующие факторы не просто изменяют численность популяции, а сглаживают ее колебания, приводя после очередного отклонения от оптимума к прежнему уровню. Это происходит потому, что эффект их воздействия тем сильнее, чем выше плотность популяции. В качестве регулирующих сил выступают межвидовые и внутривидовые отношения организмов. Наиболее эффективные из них – трофические отношения организмов: хищничество, паразитизм, собирательство, пастьба и другие, как прямые, так и косвенные. Прямые связи хищник – жертва наиболее изученные регуляторные механизмы в сообществах. Действие их, таким образом, двустороннее. Общее число жертв, которых может уничтожить один хищник, сначала растет почти пропорционально росту численности потребляемого вида. Это так называемая функциональная реакция хищников на жертвы. Однако она имеет предел, обусловленный физическими возможностями потребителя. После полного насыщения хищники обычно слабо реагируют на жертву. Новые возможности влиять на популяции жертв возникают при росте численности хищников за счет успешного размножения на хорошей кормовой базе. Это явление получило название численной или количественной реакции хищников на рост численности жертв. Количественная реакция хищников всегда запаздывает по сравнению с ходом размножения жертвы, так как является ответом на

изменение кормовой базы.

32) *Среда обитания, ареалы и экологические ниши*

Жизнь организмов зависит от совокупности факторов, действующих в их среде обитания. Однако в ходе исторического развития организмы развили множество приспособительных механизмов, которые придали им чрезвычайную способность к приспособлению в окружающей среде. Именно это обеспечивает способность вида к расширению своего ареала, под которым понимают область земного шара, где встречается данный вид. Ареал может составлять всего лишь несколько квадратных километров либо целый материк и даже больше. Кроме того наличие приспособительных механизмов обеспечивает уход вида от неблагоприятных воздействий среды, чем изменяется его ареал.

Одно из приспособлений, которое позволило животным завоевать сушу, Мировой океан и атмосферу, заключается в том, что им присуща чрезвычайная способность к перемещению, к отысканию областей, в которых имеется больше возможностей для лучшего питания и размножения. Например, многие киты в осенний период года передвигаются в северные широты, где достаточно корма, а с приближением зимы вновь уходят в экваториальные широты. Тунцы и лососевые преодолевают огромные расстояния, чтобы найти места для размножения и откорма. Личинки речных угрей мигрируют из Саргассова моря в реки Евразии и Северной Америки, а половозрелые особи (самки) возвращаются на нерест снова в Саргассово море.

Известны также случаи успешного преднамеренного «переселения» животных. Например, из Азовского моря в Каспийское по экономическим причинам были перемещены полихеты и двусторчатые моллюски, а из дальневосточных морей в моря, омывающие Южную Америку и Новую Зеландию, — дальневосточные лососи. Успешным оказалось также «переселение» колорадского жука из Америки в Европу, который стал вредителем.

Растения не обладают самостоятельной способностью к передвижению, хотя ветром их семена могут переноситься на огромные расстояния. Тем не менее для распространения растений характерна зональность, выражающаяся в смене одних сообществ растений на другие по мере продвижения их от экваториальных широт к полюсам. Различают ряд зон, а именно тундры, хвойные леса, летнезеленые широколиственные леса, степи, пустыни, саванны, вечнозеленые тропические леса и др.

Одно из важнейших приспособлений растений к температуре заключается в форме роста. Например, в холодных районах (Арктика,

высокогорье) встречается много стелющихся форм. В то же время южные растения, будучи перенесенными на север, обычно произрастают на прогреваемых склонах. Многочисленные примеры из мира животных и растений свидетельствуют о том, что организмы могут существовать не только в границах природных ареалов, но и далеко за их пределами, давая многочисленное потомство.

В результате приспособления организмов к абиотическим и биотическим факторам создаются условия для существования видов и их связей с другими видами, причем сообщества разных районов населяют эквивалентные формы организмов. Например, кактусы, которые растут в штате Аризона (США), эквивалентны молочаям Европы, внешне не очень сходным и филогенетически очень далеким от них. Но и кактусы и молочаи в своих сообществах выполняют сходную роль, т.е. занимают сходные ниши. Можно сказать, что местообитание организма есть его «адрес», тогда как экологическая ниша, образно говоря, представляет собой «профессию» организма. Организмы двух видов не могут обладать одной и той же нишей (принцип конкурентного взаимоисключения).

Различают фундаментальные и реализованные экологические ниши. Фундаментальная экологическая ниша представляет собой комплекс условий, в которых есть принципиальная возможность для существования того или иного вида. Напротив, реализованная экологическая ниша представляет собой комплекс условий, в которых реально вид обитает. Например, фундаментальной нишей аскариды человеческой является кишечник млекопитающих, тогда как реальной нишей этого организма является кишечник человека.

Систематически подвергаясь воздействиям среды, организмы, в свою очередь, влияют на среду. Примеры этого влияния очень многочисленны. Например, растения изменяют газовый состав атмосферы, т.к. в нее поступает кислород в результате осуществляемого растениями фотосинтеза. Одновременно растения извлекают из атмосферы углекислый газ, а азотфиксирующие бактерии — азот.

Далее, организмы изменяют физические и химические свойства почвы. Например, микроорганизмы участвуют в образовании почвы, тогда как черви и роющие животные изменяют структуру почвы, делают ее более рыхлой. Деятельность растений и животных определяет содержание органических и минеральных веществ в воде.

Биосфера и человек

1) Подразделения и границы биосферы.

В.И. Вернадский подразделил биосферу на тропосферу, литосферу и гидросферу. Тропосфера — нижняя часть атмосферы, высота которой доходит до 20 км, где жизни уже нет, но происходят миграция и обмен биогенных газов. Объем атмосферы, в которой обнаруживается жизнь, составляет 7 444 600 км⁸.

Литосфера — это твердая поверхность Земли, представленная ее верхними водонепроницаемыми слоями глубиной до 2-5 км, ниже которых уже лежат осадочные породы, а еще ниже — переплавленные породы гранитной оболочки. Объем почвенного слоя, в котором обнаруживают жизнь, составляет около 100 000 км³. Почва заселена такими организмами как бактерии, корненожки, инфузории, черви (нематоды), олигохеты, насекомые, клещи, мелкие млекопитающие, растения.

Гидросфера — это водная часть биосферы, представленная реками, озерами, морями и океанами. Объем морей и океанов составляет около 1 млрд 370 млн км³, тогда как объем озер, рек, водохранилищ и учтенных подземных вод составляет около 8 млн км³. Моря и океаны являются одним из основных биотопов, хотя около 90% их объема представлены глубинами, для которых характерен полный мрак. С другой стороны, для глубин более 4000 м характерно также очень высокое давление, составляющее около 400 атмосфер. Можно сказать, что часть Мирового океана является естественной барокамерой, заполненной живыми организмами.

Население гидросферы представлено планктоном, бентосом и nekтоном. Планктон представляет собой совокупность мелких организмов животной и растительной природы, которые либо не способны к самостоятельному движению, передвигаясь вместе с водой, либо способны, двигаясь в воде самостоятельно. Различают фитопланктон, который в морях представлен одноклеточными водорослями (диатомовыми), цианобактериями и другими организмами, и зоопланктон, представленный одноклеточными форами-ниферами, радиоляриями и многоклеточными кишечноротовыми, а также червями, ракообразными, личинками беспозвоночных животных и т.д. В планктоне пресных вод встречаются в основном низшие ракообразные и коловратки.

Бентос представляет собой совокупность животных (зообентос) и растений (фитобентос), ведущих придонный образ жизни (губки, кишечноротовые, черви, моллюски, ракообразные, иглокожие, асцидии, водоросли и др.). В пресноводном бентосе содержатся личинки некоторых насекомых, брюхоногие моллюски, пиявки, губки (бадяги) и др. Нектон представлен крупными плавающими организмами (морские млекопитающие, рыбы, кальмары и др.). Нектон пресных вод

представлен карповыми рыбами.

Зона морских приливов и отливов (осушная зона), которая может составлять всего лишь несколько метров, носит название литорали. Она заселена ракообразными, червями, моллюсками.

Глубины водной части биосферы зависят от водоема. В океане они доходят до 10 км и более, причем жизнь встречается на самых разных глубинах.

Считают, что со времени появления жизни на Земле живые существа непрерывно перерабатывали вещество литосферы, тропосферы и гидросферы. Поэтому мощность биосферы определяется биомассой живущих одновременно на Земле организмов. Подсчитано, что биомасса живых существ составляет $2,423 \cdot 10^{12}$ тонн, из которых на долю сухопутных организмов приходится $2,42 \cdot 10^{12}$ тонн, водных — $0,003 \cdot 10^{12}$. Подсчитано также, что одну треть биомассы Земли составляют одноклеточные организмы, бактерии и простейшие. Кислород в живом веществе составляет 65-70%, водород — 10%, остальные более 60 элементов — 20-25%.

Жизнь и деятельность человека связана с нижними слоями тропосферы (несколько метров), верхним слоем литосферы (биогеоценотический покров с почвой и подпочвой, где сосредоточены корневые системы растений) и гидросферой. Теперь мы знаем, что жизнь человека длительное время возможна и в космосе.

2) Типы веществ в биосфере.

По представлениям В.И. Вернадского, биосфера включает в себя:

→ живое вещество, образованное совокупностью организмов; (растительный и животный мир, микроорганизмы).

→ биогенное вещество, которое создается в процессе жизнедеятельности организмов (газы атмосферы, каменный уголь, нефть, торф, известняки и др.);

→ косное вещество, которое формируется без участия живых организмов (магматические горные породы);

→ биокосное вещество, представляющее собой совместный результат жизнедеятельности организмов и небиологических процессов (например, почвы);

→ радиоактивное вещество;

→ вещество космического происхождения (метеориты и др.)

→ вещество рассеянных атомов, не связанных химическими реакциями.

Все эти семь типов веществ геологически связаны между собой.

3) Определяющая роль живого вещества.

Живое вещество — совокупность ее живых организмов в биосфере. Термин введен В.И. Вернадским, который выделял живое вещество в ряду других типов веществ, слагающих биосферу (биогенное, косное, биокосное и др.). Живое вещество представляет собой ничтожную часть биосферы, однако именно живому веществу принадлежит, по мнению Вернадского, главная роль в формировании земной коры. В состав живого вещества входят как органические (в химическом смысле), так и неорганические, или минеральные, вещества. Выделяют пять основных функций живого вещества 1. Энергетическая. 2. Концентрационная. 3. Деструктивная. 4. Средообразующая 5. Транспортная

4) Экологические системы

В природе виды растений и животных распределяются не случайно, они всегда образуют определенные сравнительно постоянные комплексы — сообщества, биоценозы.

Биоценоз (от гр. «биос» — жизнь + гр. «койнос» — общий) — сообщество растений и животных, населяющих одну территорию, взаимосвязанных в цепи питания и влияющих друг на друга.

Экологическая система — сообщества живых организмов и среды их обитания, составляющие единое целое на основе пищевых связей и способов получения энергии.

По способу получения и использования питательных веществ все организмы делятся на:

- **автотрофы** — организмы, самостоятельно обеспечивающие себя органической пищей
- **гетеротрофы** — организмы, питающиеся готовыми органическими веществами

В природе происходит непрерывный круговорот биогенных веществ, необходимых для жизни: химические вещества извлекаются автотрофами из окружающей среды и вновь в нее возвращаются в основном через гетеротрофов. Таким образом, в процессе эволюции в экологических системах сложились определенные цепи питания.

Цепи питания — цепи взаимосвязанных видов, последовательно извлекающих органическое вещество и энергию из исходного пищевого вещества: каждое предыдущее звено является пищей для следующего.

Цепи питания в каждом природном участке с более или менее

однородными условиями существования составлены своими комплексами видов, образующими самоподдерживающуюся систему, в которой осуществляется круговорот веществ. *Такая устойчивая экологическая система получила название биогеоценоз* (от гр. «биос» — жизнь + «гео» — земля + гр. «койноо — общий).

Структуру биогеоценоза составляют:

- зеленые растения — производители живого вещества (продуценты),
- растительоядные и плотоядные животные — потребители органического вещества (консументы);
- микроорганизмы — разрушители органического вещества до простых минеральных соединений (редуценты).

В экологических системах (биогеоценозах) в процессе эволюции в цепях питания определилась важная закономерность, получившая название правило экологической пирамиды.

Согласно правилу экологической пирамиды **количество растительного вещества, служащего основой цепи питания, примерно в 10 раз больше, чем масса растительноядных животных**, и каждый последующий пищевой уровень также имеет массу в 10 раз меньшую.

В природе часто происходит смена биогеоценозов. Это преемственное естественное развитие экологической системы, при котором один биоценозы сменяются другими под влиянием природных факторов среды (на месте леса образуется болото, на месте болота — луг), стихийных бедствий (пожаров, паводков, землетрясений) или влиянием человека (вырубка леса, осушение болот, орошение земель). *Такое явление получило название сукцессии*. Сукцессии могут быть первичными и вторичными.

Человек может изменять естественную смену биогеоценозов, задерживать ее развитие на хозяйственно более ценной стадии или создавать искусственные биоценозы.

Владея знаниями экологии, человек может предвидеть смену биогеоценозов, сохранить нужный ему, устранить причину или уничтожить надвигающуюся катастрофу.

Агроценозы (от гр. «агрос» — поле + гр. «ценоз» — общий) — искусственно созданные человеком биоценозы. Такой биоценоз не способен длительно существовать без вмешательства человека, не обладает саморегуляцией и в то же время характеризуется высокой продуктивностью (урожайностью) одного или нескольких видов (сортов, пород) растений или животных.

5) Структура и функция экосистемы

Функционирование экосистем

Энергия в экосистемах

Напомним, что экосистема - это совокупность живых организмов, обменивающихся непрерывно энергией, веществом и информацией друг с другом и с окружающей средой. Рассмотрим сначала процесс обмена энергией.

Энергию определяют как способность производить работу. Свойства энергии описываются законами термодинамики.

Первый закон (начало) термодинамики или закон сохранения энергии утверждает, что энергия может переходить из одной формы в другую, но она не исчезает и не создается заново.

Второй закон (начало) термодинамики или закон энтропии утверждает, что в замкнутой системе энтропия может только возрастать. Применительно к энергии в экосистемах удобна следующая формулировка: процессы, связанные с превращениями энергии, могут происходить самопроизвольно только при условии, что энергия переходит из концентрированной формы в рассеянную, то есть деградирует. Мера количества энергии, которая становится недоступной для использования, или иначе мера изменения упорядоченности, которая происходит при деградации энергии, есть энтропия. Чем выше упорядоченность системы, тем меньше ее энтропия.

Таким образом, любая живая система, в том числе и экосистема, поддерживает свою жизнедеятельность благодаря, во-первых, наличию в окружающей среде в избытке даровой энергии (энергия Солнца); во вторых, способности за счет устройства составляющих ее компонентов эту энергию улавливать и концентрировать, а используя - рассеивать в окружающую среду.

Таким образом, сначала улавливание, а затем концентрирование энергии с переходом от одного трофического уровня к другому обеспечивает повышение упорядоченности, организации живой системы, то есть уменьшение ее энтропии.

Итак, жизнь в экосистеме поддерживается благодаря непрерывающемуся прохождению через живое вещество энергии, передаваемой от одного трофического уровня к другому; при этом происходит постоянное превращение энергии из одних форм в другие. Кроме того, при превращениях энергии часть ее теряется в виде тепла.

Тогда возникает вопрос: в каких количественных соотношениях, пропорциях должны находиться между собой члены сообщества

разных трофических уровней в экосистеме, чтобы обеспечивать свою потребность в энергии?

Весь запас энергии сосредоточен в массе органического вещества - биомассе, поэтому интенсивность образования и разрушения органического вещества на каждом из уровней определяется прохождением энергии через экосистему (биомассу всегда можно выразить в единицах энергии).

Скорость образования органического вещества называют продуктивностью. Различают первичную и вторичную продуктивность.

В любой экосистеме происходит образование биомассы и ее разрушение, причем эти процессы всецело определяются жизнью низшего трофического уровня - продуцентами. Все остальные организмы только потребляют уже созданное растениями органическое вещество и, следовательно, общая продуктивность экосистемы от них не зависит.

Высокие скорости продуцирования биомассы наблюдаются в естественных и искусственных экосистемах там, где благоприятны абиотические факторы, и особенно при поступлении дополнительной энергии извне, что уменьшает собственные затраты системы на поддержание жизнедеятельности. Такая дополнительная энергия может поступать в разной форме: например, на возделываемом поле - в форме энергии ископаемого топлива и работы, совершаемой человеком или животным.

Таким образом, для обеспечения энергией всех особей сообщества живых организмов экосистемы необходимо определенное количественное соотношение между продуцентами, консументами разных порядков, детритофагами и редуцентами. Однако для жизнедеятельности любых организмов, а значит и системы в целом, только энергии недостаточно, они обязательно должны получать различные минеральные компоненты, микроэлементы, органические вещества, необходимые для построения молекул живого вещества.

6) Основные функциональные группы: продуценты, консументы, редуценты.

Живые организмы в экосистеме выполняют различные функции, которые зависят от типов питания. В ходе эволюции на Земле возникло два основных типа питания - автотрофное и гетеротрофное. Автотрофы - это продуценты (производители) органического вещества из неорганического. Растения и некоторые бактерии способны преобразовывать солнечную энергию в процессе фотосинтеза и создавать (синтезировать) органические вещества, которые гетеротрофы исполь-

зуют в качестве пищи. При этом продуценты потребляют из атмосферы углекислый газ, образованный в процессе жизнедеятельности гетеротрофов, и выделяют кислород. Гетеротрофы, в свою очередь, выполняют в экосистеме роль консументов и редуцентов. Консументы - потребители органического вещества. Травоядные животные употребляют растительную пищу, а плотоядные - животную. В результате процесса пищеварения, протекающего в организмах консументов, происходит первичное измельчение и разложение органического вещества. Это облегчает дальнейшую деятельность редуцентов. Редуценты - это организмы, окончательно разлагающие органические вещества, содержащиеся в отходах и трупах консументов и продуцентов. К редуцентам относят бактерии и грибы. В процессе жизнедеятельности этих организмов восстанавливаются минеральные вещества, которые вновь используют продуценты. Таким образом, в экосистеме выделяют три функциональные группы организмов: продуценты, консументы, редуценты. Каждая функциональная группа в экосистеме представлена не одним, а несколькими видами. Это гарантирует экосистеме длительное, стабильное существование. Цикл азота состоит в следующем. Его главная роль заключается в том, что он входит в состав жизненно важных структур организма - аминокислот белка, а также нуклеиновых кислот. В живых организмах содержится примерно 3% всего активного фонда азота. Растения потребляют примерно 1% азота; время его круговорота составляет 100 лет.

От растений-продуцентов азотосодержащие соединения переходят к консументам, от которых после отщепления аминов от органических соединений азот выделяется в виде аммиака или мочевины, а мочевина затем также превращается в аммиак (вследствие гидролиза).

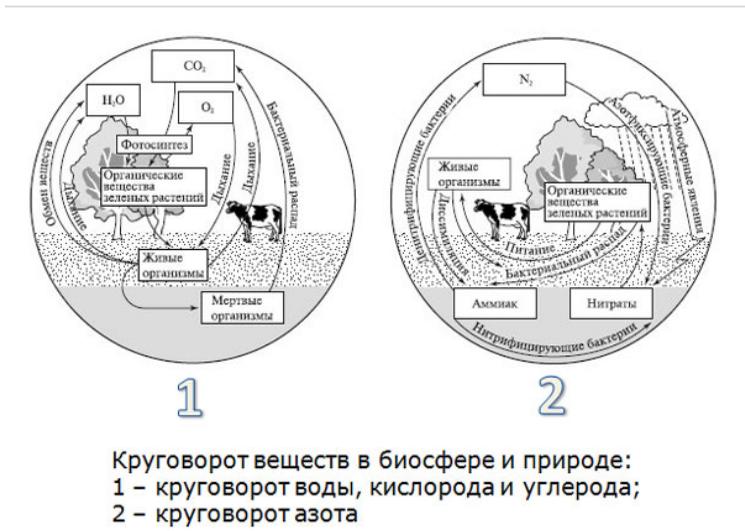
В дальнейшем в процессах окисления азота аммиака (нитрификации) образуются нитраты, способные ассимилироваться корнями растений. Часть нитритов и нитратов в процессе денитрификации восстанавливается до молекулярного азота, поступающего в атмосферу. Все эти химические превращения возможны в результате жизнедеятельности почвенных микроорганизмов. Эти удивительные бактерии - фиксаторы азота - способны использовать энергию своего дыхания для прямого усвоения атмосферного азота и синтеза протеидов. Таким путем в почву ежегодно вносится около 25 кг азота на 1 га.

Но самые эффективные бактерии живут в симбиозе с бобовыми растениями в клубеньках, развивающихся на корнях растений. В присутствии молибдена, который служит катализатором, и особой формы гемоглобина (уникальный случай у растений) эти бактерии

(Rhizobium) ассимилируют громадные количества азота. Образующийся (связанный) азот постоянно диффундирует в ризосфере (часть почвы), когда клубеньки распадаются. Но еще азот поступает в наземную часть растений. Благодаря этому бобовые исключительно богаты протеинами и очень питательны для травоядных. Годовой запас, таким образом накапливаемый в культурах клевера и люцерны, составляет 150-140 кг/га.

Итак, азот из разнообразных источников поступает к корням в виде нитратов, абсорбируется корнями и трансформируется в листья для синтеза протеинов. Протеины служат основой азотного питания животных, а также пищей некоторых бактерий (паразитов). Организмы, разлагающие органическое вещество после смерти, переводят азот из органических соединений в минеральные. Каждая группа биоредукторов специализируется на каком-либо одном звене этого процесса. Цепь заканчивается деятельностью аминокислотобразующих организмов, образующих аммиак (NH_3), который далее входит в цикл нитрификации.

7) Круговорот веществ



8) Цепи питания

В биоценозах существуют 2 основных типа Ц. п. — т. н. «пастбищные» и «детритные». Первые начинаются с

фотосинтезирующих зелёных растений и обычно составляют основу биоценоза, вторые — с организмов (сапрофитов), которые используют энергию, освобождающуюся при разложении ими мёртвого органического вещества (грибы и многие микроорганизмы). Совокупность обоих типов Ц. п. обеспечивает 3 основные этапа круговорота веществ, отражённого в существовании трёх трофических уровней: 1) продуценты — растения; 2) консументы первичные (растительноядные животные) и вторичные (плотоядные); 3) сапротрофы-редуценты, разрушающие органическое вещество. Такая трофическая классификация делит не виды, а типы их жизнедеятельности: популяция одного вида может занимать один или несколько трофических уровней, смотря по тому, какие источники энергии она использует. Поток энергии через трофический уровень равен общей ассимиляции на этом уровне, а общая ассимиляция, в свою очередь, равна продукции биомассы плюс дыхание.

9) Трофические уровни

Устойчивые биогеохимические циклы вещества и энергии в биосфере нашей планеты формируются вследствие биологического разнообразия потребляемого организмами набора веществ и выделяемых в природную среду продуктов жизнедеятельности. Базу биологического круговорота веществ составляют **Трофические уровни**, которые представлены конкретными видами живых организмов, делящимися на три основные группы: продуценты, консументы и редуценты. Трофический уровень составляют популяции организмов, выполняющих в экосистеме одинаковые трофические функции и имеющих различный видовой состав (от греч. *troche* - «питание»).

Первый трофический уровень - **Уровень первичной продукции** - образуют автотрофы. Это организмы, которые синтезируют органические вещества (углеводы, жиры, белки, нуклеиновые кислоты) из неорганических соединений, используя энергию Солнца. Первичная продукция - это биомасса растительных тканей. Первичные продуценты - растения, фотоавтотрофные бактерии и хемосинтезирующие бактерии (хемотрофы). Хемотрофы - микроорганизмы, синтезирующие органическое вещество за счет энергии окисления аммиака, сероводорода и других веществ, имеющихся в воде и почве.

Второй трофический уровень представляют **Консументы (гетеротрофы)**:

1) первого порядка - фитофаги - используют в качестве пищи растения;

2) второго порядка - питаются животной пищей.

Консументы - животные, бактерии, грибы, паразитические и насекомоядные растения - накапливают в тканях своего тела энергию, которая используется в пищу консументами высших порядков. Эта энергия составляет вторичную продукцию экосистемы.

На третьем трофическом уровне - **Редуценты**. Это организмы, разлагающие до минеральных веществ, диоксида углерода и воды отходы жизнедеятельности и отмершие организмы. Консументы также участвуют в минерализации органических веществ.

Все организмы используют в пищу биомассу предыдущих трофических уровней, теряя энергию с потерями на дыхание, обогрев тела, на различные формы деятельности, на выделение экскрементов.

Между видами разных трофических уровней существуют взаимоотношения, образующие систему трофических цепей (цепей питания). Использование ресурсов на каждом трофическом уровне зависит от видового разнообразия экосистемы.

Видовое разнообразие может снижаться в зонах загрязнения, вызывая упрощение трофической структуры.

Сегодня фиксируются нарушения структуры биоценозов вследствие загрязнения окружающей природной среды. Токсиканты передаются по цепям питания и способствуют гибели животных, птиц, гидробионтов, а также накапливаются в пищевых продуктах, потребляемых человеком.

10) Энергетические процессы в экосистеме

Экология, по сути дела, изучает связь между излучением и экологическими системами и способы превращения энергии внутри системы. Отношения между растениями и животными, между хищниками и жертвами, не говоря уже о численности и видовом составе организмов в каждом их местообитании, лимитируются и управляются потоком энергии, превращающейся из ее концентрированных (конкретных) форм в рассеянные (невосстанавливаемые).

Существует два основных механизма удержания, перераспределения и накопления энергии на Земле:

1. Механизм, характеризующий среду обитания: испарение, конденсация, градиенты плотности в атмосфере и в океане, геохимические реакции, эрозия и др. (геохимический круговорот веществ).

2. Механизм, характеризующий жизнедеятельность биообъектов: фотосинтез, дыхание и др.

Все типы экосистем регулируются теми же основными законами

ми, которые управляют и неживыми системами, например техническими установками, машинами. Различие заключается в том, что живые системы, используя часть имеющейся внутри них энергии, способны самовосстанавливаться, а машины приходится чинить, используя при этом внешнюю энергию.

11) Устойчивость экосистемы

способность экосистемы к реакциям, пропорциональным по величине силе воздействия, которые гасят эти воздействия. При этом в экосистеме возбуждаются компенсационные (отрицательные) обратные связи, что равноценно выполнению принципа Ле Шателье. При превышении некоторой критической величины воздействия экосистема теряет устойчивость, возникают положительные обратные связи, которые могут привести к её разрушению. Син.: Живучесть экосистемы, Жизнестойкость экосистемы.

Это способность экосистемы к реакциям, пропорциональным по величине силе воздействия, которые гасят эти воздействия. При этом в экосистеме возбуждаются компенсационные (отрицательные) обратные связи, что равноценно выполнению принципа Ле Шателье. При превышении некоторой критической величины воздействия экосистема теряет устойчивость, возникают положительные обратные связи, которые могут привести к её разрушению.

12) Основные типы динамики экосистем и их причины

Сложение экосистем — динамический процесс. В экосистемах постоянно происходят изменения в состоянии и жизнедеятельности их членов и соотношении популяций. Многообразные изменения, происходящие в любом сообществе, относят к двум основным типам: циклические и поступательные.

Динамика экосистемы определяется серией сменяющих друг друга сообществ.

Циклические изменения сообществ отражают суточную, сезонную и многолетнюю периодичность внешних условий и проявления эндогенных ритмов организмов. Суточная динамика экосистем связана главным образом с ритмикой природных явлений и носит строго периодический характер. В каждом биоценозе имеются группы организмов, активность жизни у которых приходится на разное время суток. Одни активны днем, другие — ночью. Отсюда в составе и в соотношении отдельных видов биоценоза той или иной экосистемы происходят периодические изменения, так как отдельные организмы на определен-

ное время выключаются из него. Суточную динамику биоценоза обеспечивают как животные, так и растения. Как известно, у растений в течение суток изменяются интенсивность и характер физиологических процессов — ночью не происходит фотосинтез, нередко у растений цветки раскрываются только в ночные часы и опыляются ночными животными, другие приспособлены к опылению днем. Суточная динамика в биоценозах, как правило, выражена тем сильнее, чем значительнее разница температур, влажности и других факторов среды днем и ночью.

Более значительные отклонения в биоценозах наблюдаются при сезонной динамике. Это обусловлено биологическими циклами организмов, которые зависят от сезонной цикличности явлений природы. Так, смена времени года значительное влияние оказывает на жизнедеятельность животных и растений (спячка, зимний сон, диапауза и миграции у животных; периоды цветения, плодоношения, активного роста, листопада и зимнего покоя у растений). Сезонной изменчивости подвержена нередко и ярусная структура биоценоза. Отдельные ярусы растений в соответствующие сезоны года могут полностью исчезать, например, состоящий из однолетников травянистый ярус. Длительность биологических сезонов в разных широтах неодинакова. В связи с этим сезонная динамика биоценозов арктической, умеренной и тропической зон различна. Она выражена наиболее четко в экосистемах умеренного климата и в северных широтах.

Многолетняя изменчивость является нормальной в жизни любого биоценоза. При этом происходит выработка экологических ниш — функциональное размежевание в возникающем множестве или его дополнение при малом разнообразии.

Многолетние изменения в составе биоценозов повторяются и в связи с периодическими изменениями общей циркуляции атмосферы, в свою очередь, обусловленной усилением или ослаблением солнечной активности.

В процессе суточной и сезонной динамики целостность биоценозов обычно не нарушается. Биоценоз испытывает лишь периодические колебания качественных и количественных характеристик.

13) Экологические сукцессии

Экологические сукцессии — это последовательная смена экосистем при постепенном направленном изменении условий среды, например, при нарастании (или убывании) влажности или богатства почвы, при изменении климата и т.д. В этом случае экологическое равновесие как бы «скользит»: параллельно (или с некоторым отстава-

нием) с изменениями условий среды изменяется состав живых организмов и продуктивность экосистемы, постепенно роль одних видов убывает, а других — увеличивается, разные виды выбывают из состава экосистемы или, наоборот, пополняют его. Сукцессии могут вызываться внутренними и внешними (по отношению к экосистеме) факторами, протекать очень быстро или тянуться столетиями. Если изменение среды будет резким (пожар, разлив большого количества нефти, проход колесной техники в тундре), то экологическое равновесие разрушится.

14) Продуктивность экосистем на разных стадиях сукцессии

По продуктивности экосистемы разделяются на 4 класса:

1. Экосистемы очень высокой биологической продуктивности — свыше 2 кг/м^2 в год. К ним относятся заросли тростника в дельтах Волги, Дона и Урала. По продуктивности они близки к экосистемам тропических лесов и коралловых рифов.

2. Экосистемы высокой биологической продуктивности — $1\text{—}2 \text{ кг/м}^2$ в год. Это липово-дубовые леса, прибрежные заросли тростника на озере, посевы кукурузы и многолетних трав при орошении.

3. Экосистемы умеренной биологической продуктивности — $0,25\text{—}1 \text{ кг/м}^2$ в год. Такую продуктивность имеют многие растения: сосновые и березовые леса, сенокосные луга и степи, "морские луга", водоросли в Японском море.

4. Экосистемы низкой биологической продуктивности — менее $0,25 \text{ кг/м}^2$ в год. Это арктические пустыни островов Северного Ледовитого океана, тундры, полупустыни.

Средняя продуктивность экосистем Земли не превышает $0,3 \text{ кг/м}^2$ в год.

15) Климатические сообщества.

КЛИМАКСНОЕ СООБЩЕСТВО, в экологии – стабильное сообщество, возникающее в завершение смены фитоценоза (растительного сообщества). В ходе смены фитоценоза ряд растений и сопутствующих им животных постепенно захватывают некоторую местность, причем новые виды вытесняют многие прежние, уже имевшиеся там. Когда этот процесс завершается, образовавшееся в результате сообщество достигает стабильности, поскольку установилось равновесие с местными условиями среды.

16) Антропогенные воздействия и направления этих воздействий

На примитивных стадиях своего развития человек был одним из равных видов (среди растений и животных) в экологических системах. По этой причине регулирующие механизмы в тогдашних экологических системах действовали так, как будто бы в них нет человека. Однако с тех пор, как человек стал важным, а затем и доминирующим видом в экологических системах, регулирующие механизмы стали ослабевать или совсем разрушаться. Причины заключаются в воздействии человека на биосферу, начала которых восходит к неолиту.

Однако на ранних этапах истории человека эти воздействия были незначительными. В последующем же они стали нарастать. Обратив на это внимание, В.И. Вернадский назвал ту часть биосферы, на которой особенно сильно сказывается деятельность человека, ноосферой.

Особенно прогрессирующий характер воздействий на биосферу отмечается в новейшее время, когда деятельность человека в биосфере по многим направлениям необратимо стала глобальной, когда его жизнь стала определяться потреблением и выбросами в гигантских размерах. Ниже показано, какими будут потребление и выбросы в ближайшее десятилетия на одного человека, начиная с 1972 г.

Предполагается

потребить: выбросить:

Пища — 50 т. Бутылки — 27 000

Вода — 98 280 000 л Бутылочные пробки — 27 000

Железо и сталь — 52 т Мусор — 126 т

Бумага — 650 кг Использованные

Удобрения — 5000 кг автомобили — 2

Оценка непрерывно повышающихся все время темпов потребления и выбросов приводит к заключению, что сохранение имеющейся тенденции может даже увеличить показатели, приведенные выше.

Направлений воздействия человека на биосферу (антропогенных факторов) очень много. Воздействия человека на биосферу настолько значительны, что они, как считал В.И. Вернадский, создают новую оболочку Земли — ноосферу. Однако здесь мы рассмотрим лишь некоторые из этих направлений, обратив внимание на их «результативность» и на то, что человек еще не сумел изобрести механизмы, которые бы поддерживали стабильность в модифицированных им экологических системах, членом которых он является сам и которые обеспечивают его пищей и материалами, позволяющими дальнейшее развитие цивилизации.

Среди важнейших направлений в деятельности человека в биосфере следует назвать в первую очередь производство пищи, произ-

водство энергии, производство промышленных материалов и химический синтез, транспорт и хозяйственную деятельность. Особое значение имеет военная деятельность в виде войн и различных вооруженных конфликтов. Заслуживают особого внимания вопросы, касающиеся возможного использования ядерного оружия.

Производство пищи. В ходе своей истории человечество всегда сталкивалось с необходимостью обеспечения себя пищей, причем эта проблема решалась разными способами. В течение первых тысячелетий своей истории наши предки были хищниками и травоядными, а Земля в начальный период земледелия могла прокормить лишь 10 млн человек. Недостаток продовольствия сопровождается голодом.

17) Искусственные экосистемы

Искусственные экосистемы (*нообιοгеоценозы* или *социоэкосистемы*) – это совокупность организмов, живущих в созданных человеком условиях. В отличие от экосистемы включает в себя дополнительное равноправное сообщество, называемое *нооценозом*.

Нооценоз – это часть искусственной экосистемы, включающая в себя средства труда, общество и продукты труда. Искусственные – это экосистемы, созданные руками человека. парк, поле, сад, огород.

18) Охрана природы и среды обитания

Современные представления об охране природы и среды обитания человека основаны на идеях В.И. Вернадского об охране биосферы. В современной трактовке речь идет, прежде всего, о предупреждении изменений в количествах лучистой энергии, достигающей Земли, о поддержании достаточной устойчивости химических циклов, протекающих в биосфере.

Охрана природы и среды обитания человека в наше время приобрела общественный интерес. Можно сказать, что взаимоотношение общества с окружающей средой — это одна из наиболее глобальных проблем человечества.

Понятия «охрана природы» и «охрана среды обитания человека» сложны и обширны. Охрана природы — это комплекс государственных, общественных и научных мероприятий, направленных на рациональное природопользование, восстановление и умножение естественных ресурсов Земли. Охрана среды обитания человека — это охрана всего того, что непосредственно окружает человека, что составляет экологические системы, членом которых он является, а также недопущение в среде обитания факторов, губительно действующих на

его здоровье. Эти понятия во многом сходны между собой, ибо их стратегический смысл состоит в нахождении путей регулирования взаимоотношений человеческого общества и природы (живой и неживой). Тем не менее эти понятия имеют и существенные различия.

Охранять природу — это не означает сохранять ее в нетронутом виде, ибо человек и дальше будет эксплуатировать природные ресурсы, причем по мере роста народонаселения еще в большей мере.

Речь идет об охране, которая должна обеспечить установление равновесия между использованием и восстановлением, а также непрерывное поддержание мощности биосферы. Поэтому главные задачи всех природоохранительных мероприятий заключаются в том, чтобы не нарушать количественные и качественные характеристики круговорота веществ и трансформации энергии, т. е. не изменять исторически сложившуюся биопродуктивность биосферы.

Напротив, должны осуществляться систематические разработки мероприятий, направленных на интенсификацию биологических круговоротов в естественных и искусственных экосистемах, т.е. на резкое повышение производительности Земли. В частности, необходимо создание подлинно научных основ увеличения плотности зеленого покрова Земли с большой долей видов, для которых характерен высокий коэффициент полезного действия фотосинтеза. С другой стороны, важно сохранять редкие и исчезающие виды животных.

Наконец, нельзя наполнять среду радиационными и химическими загрязнителями, вредными для животных и растений. Итак, генеральная линия в охране природы есть охрана и воспроизведение живого мира.

Говоря об охране среды обитания человека, важно помнить, что будучи составным компонентом биосферы, человек в ходе исторического развития адаптировался к своему окружению, но не биологически, а социально с помощью технических и культурных средств. Поэтому, как живое существо, человек открыт для действия на него загрязнителей среды обитания. Поддерживать гигиену среды обитания — это значит поддерживать экологическое равновесие между человеком и его окружением в целях обеспечения благополучия человека, его здоровья. Поэтому в наше время возникли вопросы не только определения ущерба, уже причиненного генофонду человека, но и определения путей защиты наследственного материала человека от факторов, порождаемых его деятельностью в биосфере.

Решение названных вопросов в разных странах идет по нескольким направлениям, главные из которых заключаются в создании

чувствительных тест-систем для оценки мутагенной активности загрязнителей окружающей среды и в поисках подходов в эффективному слежению за генетическими процессами, протекающими в популяциях человека (разработка основ генетического мониторинга популяций). Смысл и необходимость этих работ заключается в интегральном анализе динамики генетического груза, т.е. в изучении и оценке частоты мутаций генов и хромосом, индуцированных загрязнителями, по отношению к мутациям, исторически накопленным в процессе эволюции, эволюционно сложившимся системам сбалансированного генетического полиморфизма.

В настоящее время для регистрации изменений в генетической структуре популяций человека используют несколько подходов.

Один из этих подходов связан с учетом популяционных характеристик. В качестве показателя оценки генетического груза используют медико-статистические показатели (частота спонтанных аборт, частота мертворождений, вес детей при рождении, вероятность выживания, соотношение полов, частота заболеваний врожденных и приобретенных, показатели роста и развития детей).

Другой подход связан с учетом «сторожевых» фенотипов, т.е. с определением фенотипов, возникающих благодаря определенным мутациям, унаследованным доминантно. Примером такого фенотипа является вывих тазобедренного сустава. В отобранной популяции ведется слежение за динамикой частоты интересующих фенотипов среди новорожденных, например, за динамикой частоты вывиха тазобедренного сустава.

Еще один подход связан с использованием электрофореза белков сыворотки крови и эритроцитов для выявления мутантных белков на основе их подвижности в электрическом поле, поскольку причиной изменения заряда белковой молекулы может быть замена или вставка одного или нескольких азотистых оснований в гене. Наконец, используют подход, связанный с цитогенетическим исследованием спонтанно абортированных эмбрионов, мертворожденных, живорожденных и детей с врожденными пороками.

Несомненно, что часть ущерба, уже нанесенного биосфере, невозможно восстановить. Поэтому перед человечеством стоит задача создать условия сбалансированного развития. Важнейшая задача заключается в создании таких технологий, которые бы исключали полностью или ограничивали выброс в окружающую среду загрязнителей.

Речь идет о таких технологиях как в промышленности, так и сельском хозяйстве.

Во многих странах имеются национальные программы охраны природы и окружающей среды. Эти программы основаны на учете специфики местных условий. Однако какие бы меры не принимались в отдельных странах, они не могут обеспечить решения всего комплекса вопросов, связанных с загрязнением атмосферы, открытых морей, Мирового океана. Поскольку биосфера неделима политически, а загрязнение среды обитания человека влечет за собой глобальные последствия, огромное значение имеет международное сотрудничество в области охраны природы и среды обитания человека.

Помимо решений вопросов на правительственных уровнях, большое значение имеет деятельность Международного союза охраны природы, Всемирного фонда охраны природы, а также специализированных учреждений ООН.

5 июня — Всемирный день охраны окружающей среды. В 1986 г. ВОЗ приняла Глобальную стратегию сохранения здоровья для всех к 2000 г. В соответствии с этой стратегией непременным условием для выполнения поставленных задач является сохранение и упрочнение мира на Земле. В наше время речь идет о сохранении жизни на Земле.

Экология городов и сельскохозяйственных районов

1) Отличительные признаки природной и антропогенной экосистем.

<i>Природная экосистема (болото, луг, лес)</i>	<i>Антропогенная экосистема (поле, завод, дом)</i>
Получает, преобразует, накапливает солнечную энергию.	Потребляет энергию ископаемого и ядерного топлива.
Продуцирует кислород и потребляет диоксид углерода.	Потребляет кислород и продуцирует диоксид углерода при сгорании ископаемого топлива.
Формирует плодородную почву.	Истощает или представляет угрозу для плодородных почв.
Накапливает, очищает и постепенно расходует воду.	Расходует много воды, загрязняет ее.
Создает местообитания различных видов дикой природы.	Разрушает местообитания многих видов дикой природы.
Бесплатно фильтрует и обеззараживает загрязнители и отходы.	Производит загрязнители и отходы, которые должны обеззараживаться за счет населения.
Обладает способностью самосохранения и самовосстановления.	Требует больших затрат для постоянного поддержания и восстановления.

Природные экосистемы

Первичные естественные элементарные единицы биосферы, сформировавшиеся в ходе эволюции.

Сложные системы со значительным количеством видов животных и растений, в которых господствуют популяции нескольких видов. Им свойственно устойчивое динамическое равновесие, достигаемое саморегуляцией.

Продуктивность определяется приспособленными особенностями организмов, участвующих в круговороте веществ.

Первичная продукция используется животными и участвует в круговороте веществ. «Потребление» происходит почти одновременно с «производством».

Агроэкосистемы

Вторичные трансформированные человеком искусственные элементарные единицы биосферы.

Упрощенные системы с господством популяций одного вида растения и животного. Они устойчивы и характеризуются непостоянством структуры своей биомассы.

Продуктивность определяется уровнем хозяйственной деятельности и зависит от экономических и технических возможностей.

Урожай собирают для удовлетворения потребностей человека и на корм скоту. Живое вещество некоторое время накапливается, не расходуясь. Наиболее высокая продуктивность развивается лишь на короткое время.

2) Основные особенности городских и сельскохозяйственных экосистем.

Городские: Крупный город чаще всего развивается из мелкого населенного пункта, промежуточными этапами его истории бывают небольшой и средний город. Все они оставили свой отпечаток, образовав сложную мозаику различных местообитаний. Экологическое своеобразие их зависит от форм использования, а они в разных городах сходны. Поэтому есть смысл говорить о характерных городских биоценозах, отличных от окрестных, естественных.

Наиболее характерными для ландшафта города являются строения. Это совершенно особенные и отчасти новые для живого образования. Более всего по своей структуре они сравнимы со скальным ландшафтом. Такие же, как в горах, отвесные поверхности, трещины, ниши, твердый субстрат, особенный микроклимат. Своеобразие заключается и в относительно высокой температуре на освещенных стенах, которая может сохраняться длительное время, и в защищенности от ветра. Для некоторых растений и животных такие условия оказались вполне подходящими. Так, пауки-аэронавты научились прекрасно использовать для своего расселения плоские крыши высоких домов. Там всегда дует ветер. Пауки разлетаются оттуда с потоками воздуха в

разные стороны и на очень большие расстояния. Существуют и такие виды, для которых природные популяции вообще неизвестны, например, жук — амбарный долгоносик, кроме амбаров, более нигде не падается.

Сельскохозяйственными экосистемами, или агроценозами, называют искусственные сообщества, формирующиеся в результате растениеводческой и животноводческой деятельности человека. Это трансформированные экосистемы, которые возникают в результате замены естественных (первичных) биоценозов пашнями, садами, огородами, полевыми лугами, искусственными пастбищами и т.д. Они относятся к числу молодых, находящихся на ранних стадиях развития экосистем.

3) Экологические проблемы городов и сельскохозяйственных районов.

Экологические проблемы городов, главным образом, наиболее крупных из них, связаны с чрезмерной концентрацией на сравнительно небольших территориях населения, транспорта и промышленных предприятий, с образованием антропогенных ландшафтов, очень далеких от состояния экологического равновесия. Круговорот вещества и энергии в городах значительно превосходит таковой в сельской местности. Над крупными городами атмосфера содержит в 10 раз больше аэрозолей и в 25 раз — газов. Города потребляют в 10 и более раз больше воды в расчете на одного человека, чем сельские районы, а загрязнение водоемов достигает катастрофических размеров. Объемы сточных вод достигают 1 кубометра в сутки на одного человека. В связи с этим практически все крупные города испытывают дефицит водных ресурсов, и многие из них получают воду из удаленных источников.

4) Пути их решения.

При характеристике экологических проблем следует рассказать о составе местности, так как каждая из отраслей может вызвать специфические экологические проблемы. Так, развитие добывающей промышленности ведет к сокращению запасов полезных ископаемых, огромные территории занимают отвалы пустой породы. При открытой добыче полезных ископаемых возникают огромные карьеры, из хозяйственного оборота изымаются тысячи гектаров земли, понижается уровень грунтовых вод.

Тепловая энергетика загрязняет воздух соединениями серы, отвалы шлаков выводят из оборота пахотные земли, загрязняют поверхностные и подземные воды.

Гидроэнергетика. Водоохранилища поднимают уровень грунтовых вод, что вызывает заболачивание территорий.

Главными загрязнителями окружающей среды среди отраслей обрабатывающей промышленности являются химия, металлургия и целлюлозно-бумажная промышленность, хотя неочищенные, вредные стоки могут иметь и предприятия других отраслей.

Среди отраслей сельского хозяйства растениеводство может способствовать эрозии почв, их деградации, умножению естественной флоры и фауны, загрязнению минеральными удобрениями вод. Неумеренное орошение может вызывать в засушливых районах засоление почв. Крупные животноводческие комплексы стоками нечистот могут загрязнять водоемы, неумеренный выпас скота может привести к уничтожению растительного покрова, что в свою очередь приводит к эрозии почв, разрушению их плодородного слоя.

Строительство, транспорт изымают из оборота земельные угодья, губят естественные природные сообщества. В условиях вечной мерзлоты может происходить оттаивание грунтов, их перемещение, термокарстовые явления.

Следует помнить, что особо ранима бывает природа в северных и полупустынных районах, в суровых климатических условиях требуется длительное время на ее восстановление.

Основными путями решения экологических проблем могут быть не только строительство разнообразных очистных сооружений и устройств, но и внедрение новых малоотходных технологий, перепрофилирование производств, перенос их на новое место с целью снижения вредного воздействия на природу.

5) Виды загрязнений окружающей природной среды: физические химические и биологические.

Загрязнение окружающей среды – привнесение новых, не характерных для нее физических, химических и биологических агентов или превышение их естественного уровня.

К основным типам загрязнения окружающей среды относятся:

- физическое (тепловое, шумовое, электромагнитное, световое, радиоактивное);
- химическое (тяжелые металлы, пестициды, пластмассы и другие химические вещества);
- биологическое (биогенное, микробиологическое, генетическое);

Химическое загрязнение. Любое химическое загрязнение – это появление химического вещества в непредназначенном для него месте.

Загрязнения, возникающие в процессе деятельности человека, являются главным фактором его вредного воздействия на природную среду.

Биологическое загрязнение является относительно новым понятием, оно введено в экологическую практику в начале 80-х годов (1982 г.). Биологическим загрязнением называют привнесение в среду и размножение в ней нежелательных для человека организмов, а также проникновение (естественное или благодаря деятельности человека) в эксплуатируемые экосистемы и технологические устройства видов организмов, чуждых данным экосистемам. Биологическое загрязнение является следствием антропогенного воздействия на окружающую среду.

Физическое загрязнение связано с изменением физических, температурно-энергетических, волновых и радиационных параметров внешней среды.

К физическому загрязнению можно отнести:

- тепловое;
- шумовое;
- радиоактивное;
- электромагнитное;
- световое.

б) Их влияние на организм человека, животных и растений

Химические загрязнители могут вызывать острые отравления, хронические болезни, а также оказывать канцерогенное и мутагенное действие. Например, тяжелые металлы способны накапливаться в растительных и животных тканях, оказывая токсическое действие. Кроме тяжелых металлов, особо опасными загрязнителями являются хлордиоксины, которые образуются из хлорпроизводных ароматических углеводородов, используемых при производстве гербицидов и многие другие вещества.

Загрязнению подвергаются атмосфера, гидросфера и литосфера Земли.

Один из видов биологического загрязнения - выбросы предприятий биологического (микробиологического) синтеза. Производственные мощности этой отрасли современной биотехнологии, особенно в фармакологической промышленности, постоянно растут. Многие лекарственные препараты, например, антибиотики, вакцины, получают с помощью микроорганизмов путем микробиологического синтеза. В состав выбросов и сбросов со сточными водами фармакологических заводов входят микробные клетки и их фрагменты, питательная среда для микроорганизмов.

Масштабы этого вида загрязнения могут быть весьма велики, так же как и его негативные эффекты на здоровье человека. Яркой иллюстрацией является ситуация с производством искусственного белка из кормовых дрожжей (*Candida tropicalis*), растущих на углеводородах, в России в 70-80-х гг. XX века. Производство имело большие масштабы: было создано 8 крупных и около 100 мелких предприятий, выпускающих более 1,5 млн. т в год белково-витаминного концентрата (БВК). В результате произошло сильное загрязнение окружающей среды в районах расположения заводов, которое вызвало резкое увеличение заболеваемости населения бронхиальной астмой, снижение общей иммунологической реактивности, особенно у детей.

Компоненты окружающей среды	Основные источники загрязнения	Основные вредные вещества
Атмосфера	Промышленность Транспорт Тепловые электростанции	Оксиды углерода, серы, азота Органические соединения Промышленная пыль
Гидросфера	Сточные воды Утечки нефти Авто-транспорт	Тяжелые металлы Нефть Нефтепродукты
Литосфера	Отходы промышленности и Сельского хозяйства Избыточное использование Удобрений	Пластмассы Резина Тяжелые металлы

7) Влияние отраслей народного хозяйства на состояние окружающей природной среды.

Вокруг заводов, производящих цемент, асбест, гипс и другие строительные материалы повышенной летучести, образуются зоны максимального загрязнения окружающей среды радиусом до 2 км, с повышенным содержанием в воздухе пыли из частиц цемента, асбеста, гипса кварца и других вредных веществ. Помимо стационарных источников значительное влияние на состояние атмосферного воздуха оказывают залповые выбросы при производстве взрывных работ и добыче природного строительного сырья открытым способом. Одна из проблем, стоящих перед лесной промышленностью, - это сокращение потерь древесного сырья в процессе аготовки и переработки.

Речь идет как о снижении объемов образуемых отходов, так и о ликвидации недорубов и потерь заготовленной древесины от несвоевременной вывозки, несовершенных методов транспортировки, накопления древесины у временных транспортных путей и т.д. В настоящее время среди экологических проблем оборонного комплекса на первое

место вышла проблема захоронения радиоактивных отходов, так как имеющиеся мощности, размеры хранилищ, надежность хранения ограничены. Предприятия отрасли сбрасывают в поверхностные водоемы в среднем около 81% загрязненных сточных вод, требующих очистки. Со сточными водами предприятий угольной промышленности в водоемы поступает большое количество взвешенных веществ, сульфатов, хлоридов, нефтепродуктов, железа, меди, никеля, алюминия, кобальта, магния, марганца, формальдегидов и др. Кроме того, для производств химии и нефтехимии характерными являются выбросы металлической ртути, которые составляют около половины общего объема выброса этого вещества промышленностью России, а также оксида ванадия (V) и шестивалентного хрома, относящихся к веществам I класса опасности.

9. ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ

1. Генная инженерия

Совокупность приёмов, методов и технологий получения рекомбинантных РНК и ДНК, выделения генов из организма (клеток), осуществления манипуляций с генами и введения их в другие организмы.

Генетическая инженерия не является наукой в широком смысле, но является инструментом биотехнологии, используя методы таких биологических наук, как молекулярная и клеточная биология, цитология, генетика, микробиология, вирусология

2. Выделение ДНК

Рекомбинантная ДНК.

Такую молекулу часто называют гибридной, так как она состоит из ДНК-фрагментов различных организмов. Первая рекомбинантная молекула ДНК состояла из фрагмента ДНК бактериофага кишечной палочки (*E. coli*), группы генов самой этой бактерии, ответственных за сбраживание сахара галактозы, и полной ДНК вируса SV40, вызывающего развитие опухолей у обезьян.

Основные методы генной инженерии бактерий были разработаны в начале 70-х годов прошлого века. Их суть заключается во введении в организм нового гена. Наиболее распространенный из них - конструирование и перенос рекомбинантных ДНК

3. Ферменты-рестриктазы и рестрикция ДНК

Рестриктазы — это ферменты, «узнающие» определенные после-

довательности (сайты рестрикции) в двухцепочечной ДНК и расщепляющие молекулу ДНК в этих сайтах. Их выделяют преимущественно из прокариотических клеток. Рестриктазы можно разделить на три группы. Ферменты типа I и типа III обладают модифицирующей (метилирующей) активностью и АТР-зависимой рестриктирующей активностью, проявляемыми одним и тем же белком. Ферменты обоих типов узнают неметилованные последовательности в ДНК-субстрате, но ферменты типа I вносят случайные разрывы, в то время как ферменты типа III разрезают ДНК в специфических участках. Системы рестрикции — модификации типа II включают два отдельных фермента; рестриктирующую эндонуклеазу и модифицирующую метилазу.

4. Генетические векторы

Сегмент ДНК (ген), который предназначен для молекулярного клонирования, должен обладать способностью к репликации при переносе его в бактериальную клетку, т.е. быть репликоном. Однако он такой способностью не обладает. Поэтому, чтобы обеспечить перенос и обнаружение клонируемых генов в клетках, их объединяют с так называемыми генетическими векторами. Последние должны обладать как минимум двумя свойствами. Во-первых, векторы должны быть способны к репликации в клетках, причем в нескольких концах. Во-вторых, они должны обеспечивать возможность селекции клеток, содержащих вектор, т.е. обладать маркером, на который можно вести контрselection клеток, содержащих вектор вместе с клонируемым геном (рекомбинантные молекулы ДНК). Таким требованиям отвечают плазмиды и фаги. Плазмиды являются хорошими векторами по той причине, что они являются репликонами и могут содержать гены резистентности к какому-либо антибиотику, что позволяет вести селекцию бактерий на устойчивость к этому антибиотику и, следовательно, легкое обнаружение рекомбинантных молекул ДНК

5. Конструирование рекомбинантных молекул ДНК

Под рекомбинантными понимают ДНК, образованные объединением *in vitro* (в пробирке) двух или более фрагментов ДНК, выделенных из различных биологических источников. Ключевыми в этом определении являются слова "фрагмент ДНК" и "объединение *in vitro*", что указывает на сущность генетической инженерии и ее отличие от всех остальных методов получения гибридных (или химерных) организмов, таких как генетическая селекция, эмбриональная инженерия и т.д.

Фрагменты ДНК, в том числе и фрагменты, содержащие гены, получают с использованием ферментов рестриктаз. Рестриктазы могут

образовывать фрагменты как с тупыми, так и с липкими концами. Сшивка фрагментов ДНК производится тремя основными методами, зависящими от того, какие концы имеют фрагменты сшиваемых ДНК.

6. Введение рекомбинантных молекул ДНК в клетки

Способ введения рекомбинантной ДНК учитывается на основе вектора какого типа была получена такая рекомбинантная ДНК и в клетки каких организмов необходимо ее ввести путем трансформации клетки или протопласта, или с использованием метода электропорации. Если рекомбинантную ДНК получать на основании фагов, ее можно вводить в изолированную ДНК – это трансекция. Можно вводить интактные фаговые частицы – это инфекция (космиды, фазмиды).

Другие способы генетического обмена – конъюгация, трансдукция.

7. Клеточная инженерия. Клеточная инженерия у животных и человека

Совокупность методов, используемых для конструирования новых клеток. Включает культивирование и клонирование клеток на специально подобранных средах, гибридизацию клеток, пересадку клеточных ядер и другие микрохирургические операции по «разборке» и «сборке» (реконструкции) жизнеспособных клеток из отдельных фрагментов.

Другой областью клеточной инженерии у животных является получение трансгенных животных. Наиболее простой способ получения таких животных заключается во введении в яйцеклетки исходных животных линейных молекул ДНК. Животные, развившиеся из оплодотворенных таким образом яйцеклеток, будут содержать в одной из своих хромосом копию введенного гена. Больше того, они и будут передавать этот ген по наследству. Трансгенные животные получены также при использовании исходного материала, принадлежащего разным видам, в частности, известен способ передачи гена, контролирующего гормон роста, от крыс в яйцеклетки мышей, а также способ комбинирования бластомеров овцы с бластомерами козы, что привело к получению гибридных животных (ковец).

И под влиянием результатов, связанных с получением "пробирочных" детей, у животных тоже была разработана технология, получившая название трансплантации эмбрионов. Она связана с разработкой способа индукции полиовуляции, способов искусственного оплодотворения яйцеклеток и имплантации зародышей в организм животных - приемных матерей. Суть этой технологии сводится к следующе-

му. Высокопродуктивной корове вводят гормоны, в результате чего наступает полиовуляция, заключающаяся в созревании сразу 10-20 клеток. Затем яйцеклетки искусственно оплодотворяются мужскими половыми клетками в яйцеводе. На 7-8-й день зародышей вымывают из матки и трансплантируют в матки другим коровам (приемным матерям), которые затем дают жизнь телятам-близнецам. Телята наследуют генетический статус своих подлинных родителей.

8. Направления генетической инженерии

Генетическая инженерия создает заделы на пути познания способов и путей «конструирования новых организмов или улучшения существующих организмов, придавая им большую хозяйственную ценность, большую способность резкого увеличения продуктивности биотехнологических процессов. Генетическая инженерия распространила свои претензии на создание условий для управления такими процессами, как фиксация азота атмосферы, фотосинтез, цветение растений, водный режим, минеральное питание, транспорт веществ и др., которые, как предполагают, имеют важное значение в формировании агрономически ценных признаков растений.

Генетическая инженерия вовлечена в разработку способов получения искусственной сырой нефти, а также способов получения «биогаза» из сырья различного происхождения.

С генетической инженерией связывают прогресс в области создания технологии новых материалов. Уже найдены микроорганизмы, которые размножаются в аэрируемой среде, представляющей собой смесь метилового спирта, аммония и других неорганических соединений.

На генетическую инженерию возлагают надежды в плане разработки способов обеспечения растений генами, которые контролируют их устойчивость к заморозкам, засухе и другим неблагоприятным факторам в сельском хозяйстве разных географических зон

9. Производство пищи

Белки растительного происхождения содержат отдельные аминокислоты в очень малых количествах. Это создает значительный дефицит качества кормов, потребляемых сельскохозяйственными животными и птицами. Поэтому еще в начале 60-х гг. в ряде стран был введен промышленный микробиологический синтез аминокислот, включая незаменимые. Сейчас микробиологическим путем получают лизин, аланин, аспарагиновую и глутаминовую кислоты, метионин, триптофан, лейцин и другие аминокислоты, которые широко используют для обогащения кормов. Определенное значение имеет дешевое

производство богатого незаменимыми аминокислотами кормового «одноклеточного» белка (кормовых дрожжей). Подсчитано, что тонны дрожжей, добавленной в корм кур, достаточно для получения дополнительно почти 35 тыс. яиц и 1,5 т куриного мяса. В больших количествах получают также биомассу хлореллы, пасты из которой идут в корм животных, птицы, шелковичного червя. Хлорелла используется также в качестве удобрения.

10. Производство источников энергии и новых материалов

В связи с неизбежным истощением мировых запасов природных энергоносителей исключительное значение приобрело создание индустрии, связанной с использованием растительного сырья для получения моторного топлива. В обозримом будущем, вероятно, будут найдены заменители нефтепродуктов. Предполагается, что бензин будет полностью заменен этиловым спиртом. Поэтому идут поиски микроорганизмов, пригодных для создания более эффективной технологии получения дешевого этилового спирта из растительного сырья на основе ферментации. Генетическая инженерия вовлечена в разработку способов получения искусственной сырой нефти, а также способов получения «биогаза» из сырья различного происхождения.

С генетической инженерией связывают прогресс в области создания технологии новых материалов. Уже найдены микроорганизмы, которые размножаются в аэрируемой среде, представляющей собой смесь метилового спирта, аммония и других неорганических соединений.

11. Генетическая инженерия и медицина

Совокупность методов и технологий, в том числе технологий получения рекомбинантных рибонуклеиновых и дезоксирибонуклеиновых кислот, по выделению генов из организма, осуществлению манипуляций с генами и введению их в другие организмы

Потребности здравоохранения, необходимость решения проблем старения населения формируют устойчивый спрос на генно-инженерные фармпрепараты (с годовым объемом продаж в 26 млрд. долл. США) и лечебно-косметические средства из растительного и животного сырья (с годовым объемом продаж около 40 млрд. долл. США).

Среди многих достижений генной инженерии, получивших применение в медицине, наиболее значительное - получение человеческого инсулина в промышленных масштабах.

12. Экологические проблемы генетической инженерии

1. Появление супервредителей.исупер сорняков.

2. Нарушение природного баланса.
3. Выход трансгенов из-под контроля.

10. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ

Агробиогеоценоз – сельскохозяйственная экосистема, в которой главными биотическими компонентами являются возделываемые человеком растения.

Акарицид - пестицид, используемый для удаления клещей.

Аменсализм – форма взаимоотношений, когда один организм подавляет другой, но сам не испытывает влияния со стороны подавляемого.

Анабиоз – состояние живого организма, при котором жизненные процессы (обмен веществ и др.) настолько замедлены, что отсутствуют все видимые признаки проявления жизни.

Антропогеоценоз – биогеоценоз, в котором главным компонентом является человек.

Аттрактант - вещество, обладающее свойством привлекать организмы.

Аутэкология – раздел экологии, изучающий взаимоотношения организма (вида) и факторов среды его обитания.

Барьер экологический – полоса территории, которая служит препятствием для распространения техногенных загрязнений (санитарно-защитная зона).

Безопасность экологическая – степень защищенности территории, экосистемы, человека от возможного экологического поражения.

Биогеохимическая зона – регион с более или менее характерным содержанием химических элементов в среде.

Биокосное тело – природное тело, сформировавшееся в результате взаимодействия живой и неживой природы, например, почва.

Биосфера – совокупность организмов, населяющих планету, со средой обитания; глобальная экологическая система.

Биотический (биологический) круговорот – циркуляция химических элементов в экологической системе в результате синтеза и распада органических веществ.

«Болезни цивилизации» - заболевания растений, животных и человека в результате воздействия побочных нежелательных факторов цивилизации человеческого общества.

Болезнь эндемическая – болезнь, возникающая в результате дефицита или избытка химических элементов в окружающей среде.

Влажность воздуха – содержание в воздухе водяных паров.

Чаще всего определяют *относительную влажность* – в процентах к насыщению.

Воды сточные – воды, использованные на бытовые, промышленные и сельскохозяйственные нужды или прошедшие через какую-нибудь загрязненную территорию.

Вымокание – гибель растений из-за отсутствия притока воздуха к корням при застаивании воды на поверхности почвы.

Вытаптывание – механическое повреждение растительности и деформация почвы копытами животных (чаще при выпасе стад).

Газы выхлопные – газы, выбрасываемые двигателями внутреннего сгорания.

Газы парниковые – газообразные вещества, попадающие в атмосферу и создающие парниковый эффект: диоксид углерода, метан, летучие углеводороды и др.

Гетеротроф – потребитель органических веществ, созданных другими организмами.

Гидропоника – выращивание овощных, кормовых и других культур на питательных растворах, без почвы.

Гипсование – внесение в почву гипса для улучшения ее физико-химических свойств.

Гомеостаз – динамическое равновесие процессов, протекающих в организме, популяции, биоценозе, экосистеме.

Грунт закрытый – выращивание растений под защитой стекла, прозрачной пленки с созданием под ними необходимых условий жизнеобеспечения.

Детоксикация – процесс обезвреживания внутри биологической системы попавших в нее вредных веществ.

Дефляция – выдувание ветром частиц почвы; развитие ветровой эрозии.

Дефолиант – химический препарат, используемый для уничтожения листвы.

Диктиокаулезы – гельминтозные болезни травоядных животных.

Динамика биогеоценоза (экосистемы) - изменение сообществ и среды их обитания под влиянием природных и антропогенных факторов.

Диоксины – высокотоксичные вещества сложной химической структуры, ксенобиотики, имеющие техногенное происхождение, связанное главным образом с производством и использованием хлорорганических соединений и их утилизацией. В сельском хозяйстве источником диоксинов являются пестициды, особенно хлорорганические.

Доместикация – изменения организма животных под влиянием

одомашнивания.

Емкость пастбища – количество животных, которых можно прокормить в течение одного месяца на единице площади пастбища.

Животное-синантроп – дикое животное, обитающее вблизи человека.

Замкнутый производственный цикл – многократное повторное использование воды, воздуха или другого ресурса в процессе производства того или иного продукта.

Зона: водоохранная – территория, на которой ограничена или запрещена хозяйственная деятельность, производится лесомелиорация с целью охраны поверхностных и подземных вод; подтопления – территория, на которой повышается уровень подземных вод в результате их подпора водохранилищем или другим водоемом.

Зоофаг – организм, питающийся животными.

Зооценоз – сообщество животных.

Зооцид – химический препарат для уничтожения животных.

ЗПО – земельные участки, предназначенные для приема предварительно очищенных сточных вод с целью их доочистки и использования в качестве удобрения.

Иерархия: систем – соподчинение мелких систем (подсистем) системным образованиям более высокого ранга (надсистемам); этиологическая – доминирование одних животных над другими.

Иммунитет – это способность иммунной системы избавлять организм от генетически чужеродных объектов; невосприимчивость, сопротивляемость организма к инфекционным агентам и чужеродным веществам.

Императив экологический – обращенное к человеческому обществу настоятельное требование (подобие нравственного закона) ограничить и остановить природогубительную экспансию и соизмерить антропогенное давление с экологической выносливостью биосферы.

Индикатор – химическое вещество, физическое явление, организмы, их изменения, указывающие на сдвиги экологической обстановки.

Инсектицид – химический препарат для уничтожения насекомых.

Интродукция – перемещение растений и (или) животных из какого-то региона в местный ландшафт.

Истощение: вод – уменьшение запасов поверхностных и подземных вод; почв – уменьшение питательных веществ в почвенном покрове, ведущее к снижению его плодородия.

Каннибализм – поедание себе подобных.

Карантин – система мероприятий по защите растений и живот-

ных от возбудителей болезней.

Качество среды – степень соответствия экологической обстановки в биогеоценозах потребностям населяющих их организмов.

Климатическое бесплодие – бесплодие, возникающее у животных при неблагоприятных природно-климатических условиях.

Коадаптация – приспособление организмов друг к другу в процессе эволюции.

Комменсализм – сожительство организмов разных видов, при котором один из партнеров пользуется остатками пищи или продуктами метаболизма другого.

Конкуренция – соперничество, антогонистические взаимоотношения организмов в борьбе за ресурсы.

Консорция – единица структуры биоценоза, представляющая совокупность разнородных организмов, трофически и топически тесно связанных между собой и зависящих от центрального члена – растения или, реже, животного.

Консумент (потребитель) – организм, питающийся готовым органическим веществом фотосинтетического или хемосинтетического происхождения.

Концентрация предельно допустимая (ПДК) – предельно допустимые концентрации примесей в воде, воздухе, которые не вызывают негативного воздействия на человека.

Ксенобиотик – вещество, чужеродное организму, виду, сообществу.

Ландшафт – природно-территориальный комплекс с преобладанием одного типа биогеоценоза.

Ландшафт аграрный – ландшафт, преобразованный сельскохозяйственной деятельностью человека.

Лесомелиорация – улучшение природной среды при помощи проведения лесоводческих мероприятий.

Макро- и микроэлементозы – заболевания животных, обусловленные недостаточным или избыточным поступлением в организм макро- и микроэлементов.

Мелиорация – система мероприятий по улучшению земель.

Мелиорация почв – улучшение почв с целью повышения их плодородия.

Местообитания – место, где живет организм (вид, сообщество).

Микориза – симбиотическое обитание грибов в (на) корневой системе растений.

Микроклимат – климат небольшой территории приземного

слоя воздуха.

Микрофауна – животные величиной менее 500 мкм.

Минерализация – процесс превращения сложных органических веществ в простые неорганические соединения.

Мониторинг – слежение за состоянием природной среды.

Мутаген – фактор, вызывающий мутации.

Мутуализм – форма сожительства организмов, при которой оба партнера извлекают пользу (то же, что симбиоз).

Песочные колики – заболевание лошадей, обусловленное накоплением в полости кишечника частиц грунта и песка.

Пестициды – химические препараты для борьбы с вредителями, болезнями растений сорняками.

Поллютант – вещество, загрязняющее среду (обычно антропогенного происхождения).

Продуценты (созидатели) – организмы, синтезирующие сложные органические соединения из простых неорганических.

Редуценты (разрушители) – организмы, разлагающие сложные органические вещества на простые неорганические соединения.

Рекультивация нарушенных земель – восстановление нарушенных земель.

Стоки – приблизительно то же, что и сточные воды. Термин чаще всего употребляют для обозначения стоков животноводческих комплексов.

Сукцессия – последовательная смена одних биогеоценозов другими. Конечным результатом сукцессии является климакс – финальная, относительно устойчивая фаза развития БГЦ.

Тератоген – агент, вызывающий врожденные пороки развития.

Толерантность – выносливость вида к воздействию на него тех или иных факторов среды.

УФ – ультрафиолетовая радиация.

Фактор: биогеоценоза – то же, что биогенотический и экологический факторы; лимитирующий – фактор среды, ограничивающий рост, развитие и размножение растений и животных.

Эдификатор – вид, доминирующий в биоценозе и оказывающий резко выраженное влияние на среду в БГЦ.

Экологическая валентность вида – показатель, характеризующий способность организмов существовать в разных условиях среды, заселять местообитания с выраженными колебаниями интенсивности экологических факторов.

Экологический фактор – элемент среды, оказывающий влия-

ние на особь, популяцию, биоценоз (то же, что фактор биогеоценоза, биогеоценотический фактор).

Экоразвитие – экологически ориентированное социально-экономическое развитие, при котором рост благосостояния людей не сопровождается ухудшением состояния среды обитания и деградацией природных систем.

Экотип – местообитания биоценоза.

Экоцид – значительное угнетение и гибель экосистем, различных организмов, в том числе людей, под влиянием резких или длительных антропогенных нарушений нормальных экологических условий.

Эмерджентность – свойство системы качественно отличаться от составляющих ее компонентов (подсистем).

Эндемические болезни – болезни, возникающие в результате недостатка или избытка химических элементов в среде.

Эпизоотии – массовые болезни животных.

Эпифитотии – массовые болезни растений.

11. ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

1. Биология - предмет и задачи. Экология.
2. История биологии. Классификация биологических наук.
3. Методы биологических исследований.
4. Практическое использование биологических знаний. Биотехнология. Биология - теоретическая основа ветеринарной медицины.
5. Принципы и методы классификации организмов (естественный и искусственный).
6. Особенности Надцарства Доядерные организмы (архивактерии, бактерии, оксифотобактерии).
7. Особенности царства Растений (Багрянки, водоросли, высшие растения).
8. Основные отделы Высших растений . Направление эволюции.
9. Царство Грибы. Особенности строения и экологии.
10. Многообразие и специфика царства животные. Макросистематика.
11. Разнообразие и общие свойства вирусов. Вирусные болезни человека и животных.
12. Сущность и субстрат жизни (ДНК, РНК и белки). Свойства живого.
13. Уровни организации живого.

14. Химический состав живых систем. Неорганические соединения и роль воды.
15. Органические соединения в клетке.
16. Строение и структура ДНК. Строение нуклеотида. Локализация ДНК в клетке.
17. Ядерные (хромосомные) детерминанты наследственности вирусный, прокариот, эукариот и нуклеотид бактерий).
18. Экстраядерные (экстрахромосомные) детерминанты наследственности. Бактериальные плазмиды, Митохондриальные ДНК у животных. Геном хлоропластов.
19. Репликация ДНК. Этапы.
20. Многообразие мутаций Причины и значение в эволюции.
21. Основы эволюции генов и геномов. Роль РНК в происхождении жизни. Становление генетического кода.
22. Структурно-функциональная организация прокариотных клеток. Оболочки. Органоиды и включения.
23. Размножение клеток. Биологический смысл митоза. Фазы митоза.
24. Ткани растений и животных. Эволюция клеток и тканей.
25. Анаболизм и катаболизм. Роль АТФ в энергетике клеток. Типы дыхания клеток.
26. Транспорт веществ в клетки. Катализируемая диффузия.
27. Основы учения о фотосинтезе. Роль АТФ и НАДФ.
28. Основные стадии дыхания. Исследование энергии в клетках.
29. Разнообразие бесполого размножения (деление, фрагментация множественное деление, и др.)
30. Специфика полового размножения. Этапы и биологический смысл мейоза.
31. Многообразие способов осеменения и оплодотворения у животных и растений.
32. Чередование положений. Гаметофит и спорофит у растений. Гетерогенез. Метагенез.
33. Биологический смысл и разнообразие полового диморфизма. Гермофродитизм.
34. Онтогенез его типы и периоды.
35. Многообразие способов размножения. Биологическое значение полового размножения. Живорождение.
36. Наследственность, изменчивость и среда. Норма реакции Модификационная изменчивость.
37. Доминантность и рецессивность. Множественный аллелизм

- Ди и полигибридное скрещивание. Независимое распределение генов.
38. Механизм генетического определения пола. Концепция гена. Дробимость генов. (Концепция : «один ген- один полипептид»)
39. Структура и свойства генетического кода, триплетность. Непрерывность. Врожденность.
40. Транскрипция и трансляция РНК
41. Методы изучения наследственности.
42. Генетическая индивидуальность. Полиморфизм. Наследственности болезни их диагностика.
43. Основные положения теории эволюции. Движущие силы эволюции. Механизм естественного отбора.
44. Современные представления о происхождении жизни на земле.
45. Основные направления макроэволюции и микро-эволюции.
46. Факторы эволюции (Изменчивость, миграции, изоляция, борьба за существование, естественный отбор, Дрейф генов).
47. Популяция, как минимальная единица эволюции.
48. Критерии вида. Механизм видообразования. Устойчивость видов.
49. Основные учения о происхождении человека. Факторы антропогенеза. Биосоциальный отбор, как главная движущая сила антропогенеза.
50. Расы, их происхождение и характеристика. Расизм.
51. Разнообразие форм сожительства живых существ.
52. Общие закономерности строения и жизнедеятельности организмов. Современные представления о жизни и смерти.
53. Принципы борьбы с паразитами животных и человека. Дегельминтация и девастация.
54. Роль животных в биотическом круговороте веществ и энергии, в процессах почвообразования, биологической очистке воды, опыления растений, улучшение агроценозов.
55. Характеристика типа Саркомастигофоры. Свободноживущие и паразитические виды. Значение Саркодовых и образование осадочных пород.
56. Многообразие споровиков. Важнейшие представители и заболевания, вызываемые споровиками.
57. Особенности строения и жизнедеятельности инфузорий. Свободноживущие, симбиотические, паразитические инфузории.
58. Общая характеристика типа Плоские черви как двусторонне-симметрические трехслойные животные. Классификация типа.

59. Особенности строения и биология представителей классов Дигенетические и Моногенетические сосальщики. Размножение и жизненные циклы основных представителей дигенетических сосальщиков и вызываемые ими болезни с/х животных и человека.

60. Особенности класса Ленточные черви, их биология, вызываемые ими болезни с/х животных и человека.

61. Характеристика типа первичнополостные черви как обширной группы первичнополостных червей.

62. Важнейшие признаки класса Нематод. Свободноживущие и паразитические виды, разнообразие жизненных циклов паразитических нематод. Понятие о био- и геогельминтах.

63. Характеристика типа Кольчатые черви как высших червей (метамерия, в целом, особенности строения систем органов). Основные классы.

64. Характеристика типа Членистоногих как одного из высших типов беспозвоночных животных. Значение Членистоногих в природе, для сельского хозяйства и медицины.

65. Характеристика классов Паукообразных как наземных Членистоногих. Ядовитые и паразитические паукообразные.

66. Понятие о природно-очаговых трансмиссивных заболеваниях и принципы борьбы с ними.

67. Характеристика класса Насекомых как высшего класса Членистоногих.

68. Особенности развития и размножения насекомых. Систематика насекомых.

69. Биология летающих и нелетающих кровососущих насекомых. Заболевания переносимые ими. Роль насекомых в природе, для сельского хозяйства и здравоохранения.

70. Общественные насекомые. Пчеловодство и шелководство. Насекомые вредители растениеводства и продукции животноводства. Основные методы борьбы с вредными насекомыми (механические, химические, агрономические, интегрированные, биологические).

71. Характеристика типа Моллюски как одного из важнейших высших типов беспозвоночных животных.

72. Важнейшие признаки типа Хордовых как высшего класса животных. Происхождение хордовых и их классификация.

73. Прогрессивные черты подтипа Позвоночных и его происхождение.

74. Важнейшие признаки Надкласса Рыб как высокоорганизованных первичноводных животных.

75. Главные признаки класса Хрящевые рыб. Отряды хрящевых рыб.
76. Характеристика класса Костистых рыб.
77. Основные признаки подклассов костных рыб: хрящекостные, лучеперые (собственно костистые), двоякодышащие и кистеперые. Типичные представители.
78. Особенности биологии рыб разных экологических групп. Значение хрящевых и костных рыб в водных экосистемах и для человека. Рыбоводство.
79. Важнейшие признаки класса Земноводных как примитивных наземных позвоночных, сохранивших связь с водой.
80. Особенности класса Рептилий (пресмыкающиеся) как первых полностью наземных класса позвоночных.
81. Отличие первичноводных (анамний) от первично-наземных (амниот). Значение яйцевых и зародышевых оболочек в эволюции наземных позвоночных.
82. Важнейшие признаки класса птиц как высших летающих позвоночных.
83. Сходства и различия птиц и рептилий.
84. Особенности экологии птиц разных отрядов и экологических групп.
85. Происхождение эволюции птиц, систематика класса птиц. Роль птиц в природе и для человека.
86. Особенности млекопитающих как высшего класса позвоночных животных.
87. Происхождение и историческое развитие млекопитающих. Особенности подкласса однопроходных (клячных) и сумчатых как низкоорганизованных млекопитающих.
88. Признаки плацентарных как высших млекопитающих.
89. Охотничье-промысловые млекопитающие разных отрядов. Роль Млекопитающих в функционировании различных экосистем. Охрана млекопитающих.
90. Систематика млекопитающих. Важнейшие отряды, типичные представители.
91. Основные пути эволюции у беспозвоночных животных. Родственные связи типов беспозвоночных.
92. Эволюция опорно-двигательной системы и способов передвижения у беспозвоночных животных.
93. Эволюция нервной, кровеносной, дыхательной систем у беспозвоночных животных.
94. Основные пути эволюции животных типа Хордовые. Род-

ственные связи классов подтипа позвоночные.

95. Основные этапы эволюции опорно-двигательной системы и способы передвижения у позвоночных животных.

96. Эволюция покровов, пищеварительной и выделительной систем в типе Хордовые.

97. Эволюция кровеносной, нервной, дыхательной систем в типе Хордовые.

98. Главные особенности половой системы, размножения и развития в разных подтипах и классах типа Хордовые.

99. Классификация среды обитания живых существ.

100. Формы сожительства животных с другими организмами.

12. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беркинблит М.Б., Глаголев С.М., Голубева М.В., Малахов В.В. Биология в вопросах и ответах. Отв. ред. В.В. Малахов. - 2-е изд. - М. : МИРОС-Междунар. отношения, 1994. - 214 с.
2. Богоявленский Ю.К., Улиссова Т.Н., Яровая И.М., Ярыгина В.Н. – Биология. М.: Медицина, 1984. - 560 с.
3. Горелов А.А. – Экология. 3-е изд., стер. - М.: 2009. - 400 с.
4. Гусев. А.Н., Шамраева Т.М. Биология с основами экология. Издательство: ЕГУ им. И.А. Бунина. 2008. – 110 с.
5. Дроздов В.В. Общая экология, СПб.: РГГМУ; 2011. – 412 с.
6. Лазуткина Ю.С., Сомин В.А. Барнаул Общая экология, АлтГУ, 2007. – 134с.
7. Лукаткин А.С. - Биология с основами экологии. Издательство: Академия. 2014. – 400 с.
8. Лысов П.К, Акифьев А.П., Добротина Н.А. – М.: Высш. Шк., 2007. – 655 с.
9. Маглыш С.С. Общая экология, Гродно: ГрГУ, 2001. – 111с.
10. Пехов А.П. – Биология с основами экологии. СПб.: Лань, 2000. - 672 с.
11. Свенсон К., П. Уэбстер. Клетка Г.А. Белякова, Е.Л. Богатырёва, Т.А. Вершинина. Биология. Издательство: Москва, «Мир». 1980. - 304с.
12. Тетиор А.Н. Городская экология, 3-е изд., стер. - М.: 2008. - 336 с.

Электронные и информационные ресурсы:

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. Бесплатная электронная Интернет-библиотека по всем областям знаний. - Режим доступа: <http://www.zipsites.ru/>
2. Интернет-библиотека IQlib. - Режим доступа: <http://www.iqlib.ru>
3. Российский федеральный образовательный портал. - Режим доступа: <http://www.edu.ru/>
4. Национальная энциклопедическая служба. - Режим доступа: <http://www.bse.chemport.ru/>

5. Словари и энциклопедии ON-Line. - Режим доступа: <http://dic.academic.ru/>
6. Тематический словарь Глоссарий.ру. - Режим доступа: <http://glossary.ru/>
7. alleng.ru/edu/bio.htm - Каталог образовательных ресурсов <http://biology.asvu.ru/>
8. biology.asvu.ru Вся биология. - <http://obi.img.ras.ru/>
9. obi.img.ras.ru - сайт "База знаний по биологии человека".
<http://www.bio.msu.ru/101/main.htm>
10. bio.msu.ru – Биологический факультет МГУ.
<http://bio.fizteh.ru/student/files/biology/biolections/>
11. bio.fizteh.ru - Лекции по биологии. <http://www.rusbiotech.ru/>
12. rusbiotech.ru - "Российские биотехнологии и биоинформация".
<http://molbiol.edu.ru/>
13. molbiol.edu.ru - сайт "Практическая молекулярная биология".
14. docme.ru/doc/906518/biologiya-s-osnovami-e-kologii - Биология с основами экологии rubuki.com/books/biologiya-s-osnovami-ekologii
15. <http://vse-pro-geny.ru> - Сайт о генетике, наследственных заболеваниях и методах их диагностики.

Учебное издание

Александр Иванович Артюхов

БИОЛОГИЯ С ОСНОВАМИ ЭКОЛОГИИ

Учебно-методическое пособие
по теоретическому курсу для студентов первого курса
по специальностям 36.05.01 «Ветеринария»
36.03.02 «Зоотехния»
19.03.03 «Продукты питания животного происхождения»

Редактор Лебедева Е.М.

Подписано к печати 19.09.2016 г. Формат 60x84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Усл. п. л. 15,74. Тираж 150 экз. Изд. № 5107.

Издательство Брянского государственного аграрного университета

243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ