

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Витебский государственный
университет имени П.М. Машерова»

С.М. Седловская

ЭКОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

Учебно-методический комплекс

Витебск

Издательство УО «ВГУ им. П.М. Машерова»

2012

СОДЕРЖАНИЕ

1. Лекции
2. Тесты
3. План лабораторных занятий
4. Вопросы к экзамену

Репозиторий ВГУ

ТЕМА: ТРОФИЧЕСКИЕ ГРУППИРОВКИ ЖИВОТНЫХ

1. Разделы экологии животных, ее объекты и методы, отношение к смежным наукам.
2. Основные направления и задачи экологии животных.
3. Питание как основа трофических взаимоотношений.
4. Основные типы питания.
5. Способы добывания корма.
6. Приспособления фитофагов.
7. Приспособления зоофагов.
8. Специализация питания животных.

Разделы экологии животных, ее объекты и методы, отношение к смежным наукам

Экология животных сейчас распадается на три раздела, каждый из которых представлен своим объектом изучения.

Первый раздел заслуживает названия *экологии особей*; он посвящен изучению того взаимодействия организмов (особей) со средой, которое определяет возможности развития, выживания и созревания. Отношения особей со средой различны у разных видов, в их основе лежат морфо-физиологические реакции организмов на внешние воздействия, имеющие у животных рефлексный характер.

Размеры тела и отдельных органов и другие признаки экстерьерного или интерьерного характера, ряд биохимических показателей, характер газообмена, водного обмена и др. физиологических процессов позволяют надежно судить о состоянии особей. Исследование достаточно большого числа особей дает возможность получить надежные представления об их состоянии, сравнить особенности возрастных и половых групп, сопоставить их с аналогичными особенностями других видов (сравнительно-экологический метод), обитателей различных биотопов, географических районов, зон (эколого-географический метод), а также сопоставить их состояние в разные периоды (часы суток, месяцы, сезоны, различные годы). Анализ таких наблюдений требует их сопоставления с климатическими, почвенно-геоморфологическими и другими факторами среды, для чего используют данные и методы климатологии, геоморфологии, почвоведения и других разделов физической географии. Особое внимание сейчас привлекает влияние естественной и искусственной радиоактивности — «радиоэкология».

Второй раздел — *экология популяций*, посвящен изучению условий формирования, структуры и динамики естественных группировок особей одного вида — популяций, занимающих отдельные части его ареала (географические районы, биотопы) или разные ниши в

сообществе.

Методы популяционной экологии специфичны; с их помощью оцениваются плотность населения и размещение особей по территории. Разнообразные способы абсолютного и относительного учета численности животных, исследование половой и возрастной структуры популяции, происходящих в ней размножения, гибели, перемещений особей позволяют установить уровень численности, характер ее динамики и свойственный данной популяции тип поселения.

При изучении связей и территориальных отношений особей, семей, стай или стад используется мечение животных кольцами, кнопками и др. метками, окраской покровов стойкими веществами, ампутацией пальцев (у амфибий, рептилий и млекопитающих), введением в метку или с пищей радиоактивных веществ и др. способы маркирования особей.

Третий раздел представляет **экологию сообществ, или биоценологию**, связывающую экологию животных с экологией растений и микроорганизмов. Объектом ее изучения служит ассоциация взаимосвязанных популяций разных видов животных и растений, обитающих в одном месте (биотопе) и образующих сообщество (биоценоз). Основным предметом изучения являются:

а) межвидовые отношения (растений и животных, хищников и их добычи, паразитов и хозяев, конкурентов, «нахлебников» – комменсалов, сожителей – «квартирантов», симбионтов и пр.), их генезис (происхождение) и современное значение;

б) структура (строение) сообществ, возникающая на основе межвидовых связей (ярусность и стратификация сообществ, синузии и другие группировки видов); границы сообществ, их иерархия (соподчиненность) и отношения друг с другом;

в) взаимодействие сообществ с внешними (климатическими, почвенно-грунтовыми, топографическими и иными) условиями и их динамика.

Межвидовые связи, структура и динамика сообществ изучаются методами популяционной экологии (учеты численности, наблюдения за активностью, передвижением, размножением и смертностью животных). Они требуют математической обработки и интерпретации, особенно в области динамики популяций. В экологии популяций и биоценологии широко используются полевой и лабораторный эксперименты, в том числе опыты с лабораторными культурами животных и их искусственными сообществами. Эксперименты в природных условиях помогают оценить роль животных в формировании и динамике фитоценозов, значение хищников и паразитов для численности их жертв и хозяев.

Разделение экологии на три основных раздела позволяет рассматривать закономерности взаимодействия живого мира со средой на трех различных уровнях:

- ✓ единичных организмов;
- ✓ популяций;
- ✓ сообществ.

Эти уровни соподчинены, т. к. популяции состоят из особей одного вида, а сообщества из популяций разных видов.

Помимо такого «горизонтального» разделения экологии животных существует и ее «вертикальное» расчленение по объектам, населяющим разные среды:

- а) экология водных животных, входящая в состав гидробиологии и занимающая в ней ведущее положение;
- б) экология обитателей почвы, или педобиология;
- в) экология наземных (сухопутных) животных;
- г) экология паразитов, занимающая ведущее положение в паразитологии.

Экология животных служит основой зоогеографии, в которой обычно выделяют экологическую зоогеографию, или учение о современных факторах распространения животных.

Экология широко используется в систематике, где значение экологических и эколого-физиологических критериев вида непрерывно возрастает.

Как учение о борьбе за существование и механизмах естественного отбора, экология широко используется в популяционной генетике, особенно когда решаются вопросы сохранения, распространения и закрепления генетических изменений.

Достижения экологии позволяют палеонтологам по строению ископаемых животных судить об их вероятном взаимодействии со средой; в то же время анализ положения ископаемых остатков в первичных отложениях позволяет хотя бы отчасти восстановить облик существовавших тогда сообществ.

Особенности химического состава атмосферы, гидросферы и литосферы определяют их живое население. Оно в свою очередь меняет химизм мест обитания, активно участвуя в протекающих там биогеохимических процессах, которые принимают форму круговорота веществ (биогеохимических циклов), изучаемого биогеохимией

В тесной связи с экологией находятся геоморфология и почвоведение. Строение земной поверхности определяется столько же действием сил неживой природы, сколько деятельностью животных, растений и микроорганизмов.

Основные направления и задачи экологии животных

Каждому виду практической деятельности, связанному с использованием ресурсов живой природы, соответствует раздел современной экологии.

В животноводстве экологическими являются многие вопросы районирования пород сельскохозяйственных животных, т. к. успешная

акклиматизация их зависит от соответствия природных кормовых и климатических условий районов потребностям завозимых животных. Экология изучает влияние многочисленных домашних и диких животных на продуктивность пастбищ.

Потребность охраны урожая сельскохозяйственных растений, плодовых и лесных культур и необходимость защиты лесных насаждений обусловлены огромным ущербом, все еще причиняемым дикими животными. В годы массового размножения последних часто, почти нацело, уничтожаются посевы и посадки. Истребление грызунами семян, уничтожение сеянцев и молодых деревьев представляет серьезное препятствие естественному лесовозобновлению и росту лесных посадок.

Полевые и экспериментальные исследования по экологии и физиологии насекомых и других вредителей растений выяснили условия их развития и размножения и позволили установить причины обилия или малочисленности в разных районах в различные годы. На этой основе разработаны методы прогнозов их численности, организованы наблюдения и осуществляется истребление вредителей.

В рыбном хозяйстве привлекла внимание проблема биологической продуктивности водоемов, требовавшая изучения кормовых запасов и зависимости их динамики от физико-химических и биологических особенностей водоема.

В охотничье-промысловом хозяйстве большое значение имеет разработка способов прогнозов численности промысловых животных.

Медицинская и ветеринарная зоология (экология) изучает животных – возбудителей, хранителей и переносчиков болезней и разрабатывает методы борьбы с ними. Эти задачи решаются в тесном контакте с микробиологами, эпизоотологами, эпидемиологами.

Питание как основа трофических взаимоотношений

Все животные гетеротрофны и поэтому постоянно нуждаются в притоке органических веществ извне. В общей схеме круговорота веществ в биоценозах животные занимают положение первичных, вторичных или даже третичных консументов. Это значит, что они потребляют либо первичную продукцию биоценоза в виде растений, либо питаются животными (растительноядными или плотоядными). В любом случае они получают с пищей определенное количество энергии, аккумулированной растениями-продуцентами в процессе фотосинтеза, и используют эту энергию в своей жизнедеятельности.

Таким образом, питание – одна из важнейших составляющих общего обмена веществ и энергии организма с окружающей средой. В наиболее общем виде биологическое значение питания можно рассматривать с двух позиций: пища необходима, во-первых, для построения (возобновления) клеток и тканей, поддержания постоянства их химического состава и для метаболических процессов, а во-вторых,

для получения энергии, постоянно затрачиваемой организмом на различные формы деятельности.

Процесс питания складывается из двух составляющих: отыскание и добывание пищи (кормление) и ее химическая переработка (пищеварение). Первый процесс – экологический; он связан с разнообразными морфологическими приспособлениями и особенностями поведения, зависящими от обилия, распределения и биологических свойств пищи. Пищеварение – чисто физиологический процесс, сходно протекающий в организме разных животных; относительно небольшие отличия в физиологии пищеварения разных видов зависят в первую очередь от специфики химического состава типичных для вида кормовых объектов.

Основные типы питания

Питание – одна из основных, важнейшая форма связи организмов со средой. Им обеспечиваются потребности в большей части необходимых веществ.) **Автотрофные организмы** способны использовать энергию солнечного излучения (хлорофиллоносные зеленые растения) или энергию химических превращений (бактерии-хемосинтетики). Потребляя неорганические вещества, они строят свое тело, создавая высокомолекулярные соединения с большим запасом потенциальной энергии. Такие организмы называются продуцентами, или производителями, органического вещества.

Гетеротрофные организмы используют готовое органическое вещество и при его превращениях получают необходимые для них соединения и энергию. Они называются **консументами**, или потребителями готового органического вещества. С пищей и питьем гетеротрофные организмы получают и неорганические соединения – электролиты, обеспечивающие необходимое осмотическое состояние их внутренней водной среды. Среди гетеротрофных организмов животные питаются преимущественно живой пищей (растениями, животными), тогда как микроорганизмы **сапрофиты** живут в основном за счет трупов и отбросов – они минерализуют мертвое органическое вещество, возвращая его в исходное неорганическое состояние. Поэтому их называют **редуцентами**, или разрушителями органического вещества. Каждый из этих этапов биологического круговорота веществ состоит из одного или нескольких последовательных звеньев.

Среди животных различают первичных, вторичных и третичных потребителей. Первые – растительноядные, или **фитофаги**, питаются фитопланктоном или вегетативными частями высших растений (листьями, побегами, корневищами, корнями, клубнями, луковицами), их семенами, плодами и соками. Вторые – **зоофаги** живут за счет фитофагов; среди них мелкой пищей питаются «мирные» виды (насекомые, многие ракообразные, планктоноядные и бентосоядные рыбы, большинство амфибий и рептилий, насекомоядные птицы и

млекопитающие и некоторые др.), хищники (плотоядные) – относительной крупной добычей, наружные или внутренние паразиты используют в пищу ткани и соки тела хозяев. Наконец, третичные потребители – *сапрофаги* поедают мертвое органическое вещество, к ним относятся *детритоеды* (многие черви и улитки) животные трупоеды, или *некрофаги*, и питающиеся экскрементами *копрофаги*. Такие «чистые» типы питания распространены широко.

Различные типы питания исторически обусловили основные черты строения и функции тела животного, обеспечивающие возможность жить и добывать корм в определенной среде – водной, наземной и т. д. От способов добывания пищи зависит сидячий или подвижный образ жизни, одиночное или групповое существование и многие другие особенности животных.

Характер питания связан с особенностями ферментов. У фитофагов количественно преобладают амилазы с высокой степенью ферментирующей активности, тогда как у типичных зоофагов их место занимают протеазы, а ферменты, связанные с перевариванием углеводов, представлены слабее. Расщепляющие клетчатку целлюлаза, гемицеллюлаза, лихеназа и другие отсутствуют у большинства животных и обнаружены лишь у некоторых беспозвоночных: у моллюсков (виноградной улитки, морской улитки *Aplysia* и некоторых других, повреждающих деревянные части кораблей или подводных сооружений), у некоторых ракообразных и простейших (амеб). Усвоение клетчатки в организме большинства животных, в том числе всех позвоночных, происходит при помощи симбионтов (простейших и бактерий).

Способы добывания корма

Огромное разнообразие способов питания и добывания кормов в животном мире можно свести к трем основным типам:

1. **Пассивное питание** свойственно видам с сидячим или мало подвижным образом жизни. Оно распространено среди низших водных животных (губки, кишечнополостные, сидячие или малоподвижные ракообразные, некоторые черви, иглокожие, туникаты, ланцетник и др.). Всем им свойственен низкий уровень обмена веществ, небольшие потребности в пище и удалении продуктов метаболизма.

2. **Паразитическое питание** во многих отношениях близко к предыдущему типу, но требует предварительного проникновения в организм хозяина или способности удерживаться на его поверхности. В органах и тканях хозяина или на его поверхности паразит на собственное добывание и даже усвоение пищи затрачивает немного усилий, что создает возможность быстрого роста и интенсивного размножения, экологически необходимого из-за высоких размеров гибели ранних стадий развития паразитов. Простота добывания, отсутствие переработки, а иногда и переваривания пищи – основные

причины упрощения, а часто и редукции органов пищеварения у паразитов.

3. **Активное питание**, свойственное большинству животных, характеризует более высокий уровень потребностей; оно требует специальных усилий при поисках и добычании корма. Степень и характер активности отличаются у разных видов и обычно связаны с обилием и доступностью пищи.

Можно различать четыре основных формы активного питания:

а) **Пастьба** (собрание) свойственна фитофагам и «мирным» зоофагам, живущим за счет многочисленного, неподвижного или малоподвижного и легкодоступного корма (древесная и травянистая растительность, планктон и бентос, насекомые и другие наземные беспозвоночные). При пастьбе уничтожается только часть имеющихся в данном месте кормов, что обеспечивает их быстрое восстановление, а поиски и добывание пищи сводятся к простому собиранию. У не связанных с постоянным убежищем животных на этой основе возникает так называемый **номадный образ жизни**, при котором животные (обычно группы – стаи или стада) кочуют по обширной территории, меняя участки пастьбы (копытные млекопитающие, усатые киты, многие рыбы во время нагула, кочующие птицы и т. п.). Кочевки, стадность (стайность) и отсутствие постоянных убежищ обусловили у таких видов развитие быстроты передвижений (бега, полета, плавания), хорошо известной осторожности и групповой защиты от хищников.

б) **Выедание** отличается от пастьбы тем, что относительно доступный равномерно распределенный и обильный корм используется на месте питания полностью или в большей части, что приводит к местному уничтожению (выеданию) запасов пищи. Это вынуждает менять места кормежки и возвращаться на старые только после восстановления запасов кормов. Такой способ питания свойствен видам, особи которых привязаны к своим постоянным убежищам (норам, логовицам, гнездам и др.) и собирают корм на прилегающих участках, часто охраняемых от проникновения на их территорию особей своего или других экологически близких видов. Так ведут себя многие птицы в период гнездования, грызуны, хищные и насекомоядные млекопитающие, ящерицы и змеи, нестайные виды рыб, некоторые ракообразные, насекомые, моллюски и др.

в) **Подкарауливание** (засада) свойственно хищникам, нападающим на добычу неожиданно, обычно из укрытия (среди рыб – щука, жерех, сом; среди птиц – ястреба, некоторые совы; из млекопитающих – кошки). У кошек (*Felidae*), пользующихся при охоте преимущественно зрением и слухом, особенно велики глаза и органы слуха, тогда как у собак более развиты органы обоняния (носовая область). В отличие от собак выделение слюны у кошек начинается не при показе, а лишь после схватывания пищи, так как кошкам приходится иногда часами наблюдать за добычей, прежде чем они

добудут ее.

2) Преследование, обычно соединяющееся с поиском – наиболее активная и сложная форма добывания пищи. Оно широко распространено среди птиц и млекопитающих, обычно отличается большой изменчивостью внешних форм и часто соединяется с другими способами охоты подкарауливанием, а иногда и пастьбой.

Приемы и способы добывания пищи более постоянны («рутинны») у низших животных, так как индивидуальный опыт играет в их деятельности меньшую роль. У птиц, млекопитающих они изменчивее, но специфические видовые особенности существуют и у них.

Приспособления фитофагов

Питание растениями связано с рядом специфических адаптации. Растения прикреплены к субстрату, ткани их часто очень прочны. В связи с этим в эволюции многих растительноядных животных формировался ротовой аппарат грызущего типа, облегчающий отчленение относительно небольших частей от целого растения. Грызущий аппарат свойствен многим беспозвоночным и широко представлен у позвоночных. В этом отношении наиболее специализированы грызуны и зайцеобразные, из которых многие питаются корой и ветвями деревьев и кустарников, т. е. наиболее твердой пищей. Резцы этих животных отличаются большими размерами, постоянным ростом и особым строением, обеспечивающим их «самозатачивание»: эмаль расположена только с передней стороны, а задняя состоит из более мягкого дентина; таким образом, при грызении эти зубы стачиваются неравномерно, всегда сохраняя острый режущий край. Коренные зубы грызунов и копытных имеют бугорчатую или складчатую поверхность, покрытую эмалью, а челюсти могут совершать не только вертикальные, но и горизонтальные движения. Все это способствует перетиранию и измельчению пищи.

Перетирание («пережевывание») пищи существует и у некоторых рыб, но происходит в глотке, где находятся так называемые глоточные зубы. Строение их довольно разнообразно и зависит от характера пищи. У карповых рыб над нижнеглоточными зубами, на нижней стороне мозгового черепа имеется особое образование из рогового эпителия – «жерновок», в сочетании с которым работают нижнеглоточные зубы. Вертикально направленные «сокрушающие» движения зубов действием системы связок трансформируются в перемалывающие движения, параллельные жевательной поверхности; таким образом обеспечивается измельчение пищи.

Многие животные питаются семенами, в том числе и заключенными в плотную кожуру. Млекопитающие используют для раскалывания кожуры челюстной аппарат или прогрызают в ней отверстие, зерноядные птицы – клюв, который у таких видов обычно имеет коническую форму.

Некоторые животные приспособились к питанию соком растений и нектаром цветков. Эта пища наиболее богата легкоусвояемыми высококалорийными веществами. У насекомых и некоторых других Членистоногих, питающихся клеточным соком, ротовой аппарат устроен в виде трубочки, которой они прокалывают поверхность листа и через которую сосут сок. Птицы, питающиеся нектаром имеют длинный и тонкий, обычно изогнутый клюв; с его помощью можно проникнуть в глубь цветка к нектарникам. Язык у таких видов (колибри, нектарницы и др.) очень подвижен и может сворачиваться в трубочку, через которую засасывается нектар. На время сосания колибри способны «зависать» в воздухе у цветка. Такой тип движений связан с особенностями в строении крыльев. Летучие мыши, питающиеся нектаром, не способны к этому и кормятся лишь на деревьях, цветки которых обладают прочными цветоножками, выдерживающими их массу.

Приспособления зоофагов

Ротовой аппарат плотоядных животных более приспособлен к схватыванию и удержанию живой добычи. Отсюда – особое устройство зубной системы, особенно хорошо выраженное у хищных млекопитающих. Резцы выполняют «подсобную» функцию, зато хорошо выражены клыки, удерживающие и умерщвляющие жертву. Коренные зубы имеют острые режущие вершины, облегчающие расчленение мягких тканей добычи на куски. Хищные птицы свою добычу, особенно крупную, схватывают лапами, снабженными острыми изогнутыми когтями, а умерщвляют и разрывают на части с помощью клюва. Клюв у таких видов мощный, снабженный крючком на надклювье. Форма когтей и строение пальцев соответствуют типу питания. Так, у рыбадных скопы, иглоногой совы и некоторых других видов на нижней поверхности пальцев есть роговые шипы, помогающие удерживать скользкую добычу.

При питании животными, имеющими плотные защитные покровы, развиваются приспособления для их разрушения. Таковы уплощенные зубы («терка») скатов, раздавливающие панцири иглокожих и раковины моллюсков, или снабженные округлыми бугорками широкие коренные зубы каланов *Enhydra lutris*, также питающихся преимущественно морскими ежами. Вороны и крупные чайки иногда, схватив твердую добычу (моллюска, краба и т. п.), взлетают и затем бросают ее на землю; этот прием они повторяют до тех пор, пока раковина или панцирь не расколется.

Специализация питания животных

Специализация питания животных количественно характеризуется

числом используемых ими видов корма. Различают **монофагию** – существование за счет одного вида пищи, **олигофагию** – жизнь за счет немногих кормов обычно одного биологического облика (семян древесных растений, их вегетативных частей, травянистых растений, луковиц, насекомых, мелких птиц и т. п.); **полифагию** – питание многими кормами разных биологических групп и, наконец, **пантофагию** (всеядность), при которой используются все или почти все виды имеющейся пищи. Четких границ между названными группами нет. Поэтому часто предпочитают говорить об ограниченном (специализированном) питании – **стенофагии**, и неспециализированном питании с широким выбором кормов – многоядности, или **эврифагии**.

Монофагия распространена среди беспозвоночных, особенно насекомых, и почти отсутствует среди позвоночных, чаще встречаясь среди обильных видами родов, семейств и отрядов. Так, среди земляных блошек из подсемейства *Halticinae*, насчитывающего 125 видов, 40 видов – настоящие монофаги, питающиеся только на одном кормовом растении; 30 видов земляных блошек используют несколько кормовых растений одного рода; на нескольких видах растений разных родов кормятся 40 видов блошек и только 15 видов живут на большом числе разных кормовых растений.

Монофагия обычна среди эндопаразитов. Только в стерляди паразитирует нематода *Cystoopsis acipenseris*, образующая на боках тела рыбы подкожные опухоли. Жаберный сосальщик *Ancyrocephalus siluril* найден только у сома, а паразитический брюхоногий моллюск *Parenteroxenus dogiell* встречен лишь у дальневосточной голотурии *Cucumina japonica*.

Среди эктопаразитов монофагия встречается реже; большинство видов вшей паразитирует на определенном хозяине; высоко специфичны также пухоеды и перьевые клещи, а также блохи. Высоко специфичны многие виды клещей подотрядов *Trombidiidae* (сем. *Dernodicidae* и др.) и *Sarcoptiformes* (сем. *Sarcoptidae* и др.). Чесоточные клещи *Sarcoptes* все же могут переходить с одного вида хозяев на другой. Среди иксодовых клещей преобладают двух- и треххозяинные виды. Но клещ *Boophilus calcaratus* на всех стадиях развития паразитирует преимущественно на крупном рогатом скоте.

Среди позвоночных пальмовый орлан (*Gypohierax angolensis*) встречается в Африке только там, где растет пальма *Elalis gulneensis*, плодами которой он питается. Многие колибри и щеткоязычные попугаи сосут нектар цветков только определенных видов растений.

Олигофагия встречается чаще монофагии. Сосальщики, скребни, нематоды, цестоды и многие клещи меняют хозяев по ходу развития и способны в одной стадии использовать несколько их видов.

Среди водных беспозвоночных одни живут за счет планктонных организмов, другие питаются обитателями дна или детритом с

живущими в них бактериями и грибами (личинки комаров хирономид, *Tudificidae* и моллюски).

Среди рыб Северного Каспия выделяют червеедов (стерлядь, бычка-бубря и долгохвостого бычка), у которых черви занимают в питании соответственно 96,88 и 44%, моллюскоедов (воблу, пуголовку, бычков горлапа и кругляка), в пище которых на долю моллюсков дрейссена, адакна, дидакна и монодакна приходится 82%, 100% и 52 – 54%; ракоедов (леща, бычка-песочника, каспийского бычка и гирканогобиуса), в корме у которых ракообразные занимают соответственно 54, 71, 69 и 91%, и хищников (севрюгу, большеглазого пузанка, осетра, судака, белугу и др.) с преобладанием в пище рыб.

Среди амфибий *Rana aesopus* питается почти исключительно позвоночными (особенно жабами *Bufo lentiginosus*, *B. fowleri*), *Rana adspersa*, кроме позвоночных, поедает и дождевых червей.

Большинство рептилий олигофаги. Среди змей известны виды и даже роды, живущие за счет мелких млекопитающих, птиц или рептилий (гадюки, щитомордники, песчаные удавчики), насекомых или других беспозвоночных (слепозмейки сем. *Typhlopidae*, толстоголовые змеи сем. *Amblicephalidae*).

Эврифагия (полифагия и пантофагия), или питание максимумом возможных кормов, чаще встречается среди животных умеренных и высоких широт. Кукурузный мотылек (*Pyrausta nubilalis*) питается на 160 видах растений. Столь же разнообразен список кормов лугового мотылька (*Loxostege sticticalis*) и многих других видов.

Корм молодых рыбок *Dorosoma cepedianum* включает 140 видов животных и растений из числа *Muxophyceae*, *Peridinea*, *Desmidiaceae*, диатомовых, протококковых и нитчатых водорослей, ветвистоусых и веслоногих рачков, коловраток и простейших. В кубическом миллиметре содержимого кишечного тракта одного экземпляра асцидии *Styela* найдено более 40 видов животных и растений.

Всеядны или, по крайней мере, многоядны лягушки, а среди рептилий водяная черепаха (*Emys orbicularis*) и некоторые виды ящериц.

Канюки, коршуны, кобчики, пустельги, совы-неясыти и другие малоспециализированные хищные птицы поедают до 100 и более видов корма: млекопитающих, птиц, амфибий, рептилий, рыб, насекомых, моллюсков, червей и других беспозвоночных и даже растительные корма. Эврифаги – большинство оседлых или недалеко кочующих птиц (вороны, галки, грачи).

Хищные млекопитающие (куны, собачьи, медведи) поедают как животные, так и растительные корма. Взаимно замещающие полноценные корма, или викарная пища, – важное приспособление к существованию в местах с изменчивой (неустойчивой) кормовой базой. У многоядной лисицы, а так же песца, значение основного корма сохраняется только за группой мелких грызунов. В годы их обилия

звери интенсивно размножаются, приплод хорошо выживает и увеличивается численность. При отсутствии грызунов резко возрастает яловость самок и сокращается величина выводков.

Преимущества и недостатки стено- и эврифагии различны. При стенофагии пищеварительный процесс специализирован, так как переваривается один или немногие виды пищи, чем достигается высокая эффективность ее использования. Переваривание усложнено у эврифагов, особенно при смене кормов. Однако стенофагия возможна лишь при постоянстве запасов единственного или немногих видов корма, что чаще встречается в тропиках с их устойчивым климатом и отсутствием резко выраженной сезонности.

В зонах с менее устойчивой кормовой базой наблюдается снижение специфичности питания, а иногда и увеличение списка кормов. Многоядность, следовательно, обеспечивает существование в зонах с бедной и неустойчивой кормовой базой, так как стенофаги не могут жить в районах, где их основные корма обильны лишь временно. Стенофагия свидетельствует о существовании достаточно обильных и устойчивых запасов основного корма.

ТЕМА: АДАПТАЦИИ ЖИВОТНЫХ К ВОДНОЙ СРЕДЕ ЖИЗНИ

1. Специфика гидросферы.
2. Общее значение воды.
3. Водно-солевой обмен гидробионтов.
4. Общее значение газообмена.
5. Газообмен водных животных.

Специфика гидросферы

Водная среда – самая обширная среда жизни, занимающая до 71% площади нашей планеты. Основное количество воды (97%) сосредоточено в морях и океанах. В водной среде обитает около 150000 видов животных (примерно 7% от общего их количества на планете). Обитателей водной среды называют гидробионтами. Наиболее богат и разнообразен животный мир морей и океанов экваториальных и тропических областей, где природной зоной созданы наиболее благоприятные условия для жизни.

Для водной среды обитания характерны такие специфические свойства, как большая плотность, значительные перепады давления на разных глубинах, относительно малое содержание кислорода, низкая прозрачность. Водоемы и отдельные их участки различаются также величинами солености скоростью горизонтальных, а иногда в вертикальных перемещений (течений), а также содержанием взвешенных частиц.

Одним из важнейших свойств воды является **плотность**, которая примерно в 1300 раз выше плотности воздуха. Этот фактор определяет условия передвижения водных организмов и перепады давления на разных глубинах. В среднем в водной толще на каждые 10 м глубины давление возрастает на 1 атм (1×10^2 кПа). Глубоководные виды животных приспособлены к давлению до 1000 атм. Значительная плотность воды позволяет гидробионтам опираться на нее, удерживаться (парить) в определенных слоях водоема. В соответствии с этим гидробионты подразделяются на две важнейшие экологические группы – планктон и нектон. **Планктон** (греч. *planktos* – парящий, блуждающий) – это совокупность пассивно парящих в воде и переносимых течением животных (зоопланктон). Они не способны противостоять течению воды и самостоятельно передвигаться на значительные расстояния.

Фитопланктон имеет большое значение в жизни водоемов, поскольку является основным продуцентом органического вещества и кислорода. К фитопланктону относятся автотрофные протисты и прежде всего зеленые и диатомовые водоросли, фототрофные прокариоты – цианобактерии.

Зоопланктон и бактерии встречаются на всех глубинах. В зоопланктоне доминируют гетеротрофные протисты (простейшие), мелкие ракообразные, медузы, личинки водных беспозвоночных.

Планктонные организмы обладают многими сходными

приспособлениями, которые повышают их плавучесть и препятствуют оседанию на дно. К таким приспособлениям относятся: увеличение поверхности тела за счет многочисленных выростов или щетинок, сплюснутость, удлинение, что повышает трение о воду. Наличие газовых вакуолей и камер, обильных жировых включений, а также утрата раковин позволяют планктонным организмам уменьшить удельную массу тела и увеличить плавучесть.

Нектон (греч. *nektos* – плавающий) – совокупность активно плавающих животных, способных противостоять течению и преодолевать значительные расстояния. Типичными нектонными организмами являются рыбы, кальмары, китообразные, ластоногие и др. Для них характерна обтекаемая форма тела и хорошо развитые органы движения, благодаря которым они могут передвигаться с большой скоростью. Например, некоторые кальмары развивают скорость 45–50 км/ч, а рыба-меч – до 100 км/ч.

Планктонные и нектонные организмы освоили толщу водоемов. Донную область заселили **организмы бентоса** (греч. *benthos* – глубина), приспособившиеся к соответствующей структуре грунта. Многие из них имеют тяжелые известковые раковины (моллюски), мощную хитинизированную кутикулу (речные раки, крабы, омары, лангусты), органы прикрепления к грунту (присоски у пиявок, крючья у личинок ручейников, корни и ризоиды у растений).

Температурный режим в водоемах более устойчив, чем в других средах. Это связано с высокими удельной теплоемкостью и теплопроводностью воды, которые в 500 и 30 раз соответственно выше, чем у воздуха. Вода медленно нагревается и медленно остывает, поэтому амплитуда суточных и сезонных колебаний температуры в водоемах относительно низкая.

Световой режим водоемов отличается заметным ослаблением освещенности и изменением спектрального состава солнечного света с глубиной. Например, в самых чистых водах Саргассова моря прозрачность достигает глубины 66,5 м (величину прозрачности определяют путем погружения в воду белого диска диаметром около 30 см до предельной глубины его видимости). В то же время в мутных проточных водах уже на глубине 50 см количество света уменьшается до 7%, т. е. до такой же величины, как и под пологом елового леса.

Низкая прозрачность природных вод наложила серьезный отпечаток на внешнее строение гидробионтов. В условиях низкой прозрачности воды органы зрения животных часто оказываются малоэффективным источником информации. Более того, у некоторых глубоководных рыб происходит редукция глаз и даже утрата зрения за ненадобностью.

Газовый режим водоемов существенно отличается от наземно-воздушной среды. Так, содержание углекислого газа в воде на единицу объема при одинаковой температуре почти в 700 раз больше, а кислорода в 30–35 раз меньше, чем в воздухе. Причем, если в воздухе концентрация кислорода

достаточно постоянна (21%), то в воде его содержание сильно меняется. Это может быть недостаток кислорода (ночью или зимой подо льдом) или повышение его содержания в дневное время в случае массового размножения фототрофных организмов.

Пониженное содержание кислорода в воде — серьезная проблема для всех гидробионтов, которая решается ими по-разному:

- ✓ животные эффективно извлекают растворенный кислород, осуществляя газообмен всей поверхностью тела. Например, рыба вьюн через кожу потребляет до 63 % кислорода. У других видов дыхание облегчается за счет увеличения поверхности тела (образование разнообразных выростов), а также уплощения или удлинения тела;
- ✓ животные потребляют атмосферный кислород, который они накапливают в легких, периодически всплывая на поверхность (легочные моллюски, водные млекопитающие);
- ✓ животные запасают кислород воздуха (подводные колокола паука серебрянки), а при недостатке кислорода переходят в неактивное состояние — анабиоз, или на анаэробные, т. е. без участия кислорода, условия обмена веществ.

Некоторые животные обладают как воздушным, так и водным дыханием (легочные моллюски, двоякодышащие рыбы и др.).

Солевой режим гидросферы определяется содержанием в воде разнообразных минеральных веществ карбонатов, сульфатов, хлоридов. В зависимости от количества растворенных солей выделяют *пресные* (до 0,5 г/л), *солончатые* (0,5—16 г/л), *морские* (16—47 г/л) и *пересоленные* (47—350 г/л) воды. Для гидробионтов наибольшее значение имеют хлориды натрия, магния и серы, а также сульфат магния, растворенные в воде.

Специфические адаптации организмов в водной среде. Организмы в водной среде распределены всей ее толще (животные обнаружены на глубинах около 10 000 м). Естественно, что на разных глубинах они испытывают различное давление воды.

Адаптацией к добыванию пищи взвешенной в толще воды, является фильтрационный способ питания свойственный только водным животным. К фильтраторам относятся двустворчатые моллюски (беззубка, мидия, устрица и др.), ракообразные (дафния), рыбы (сельдь, белый и пестрый толстолобики), китообразные (беззубые киты).

Смена условий в водной среде отражается на поведении организмов. Так, с изменением температуры, освещенности, солености и других факторов связаны вертикальные и горизонтальные миграции животных (например, нерестовые, зимовальные и нагульные миграции многих видов рыб).

Общее значение воды

Живые существа возникли в водной среде. От ее физико-химических особенностей зависят обмен веществ гидробионтов, все черты строения и физиологии которых приспособлены к жизни в воде. Для многих видов вода служит средством распространения (течения).

Вода в организме – основная среда, в которой протекают биохимические процессы. Она образует коллоидные системы – протоплазму. От количества воды и растворенных в ней солей зависят осмотическое давление и ионное состояние соков тела (крови, полостных жидкостей), обуславливающее внутриклеточный и межклеточный обмен. В виде водных растворов транспортируются питательные вещества и продукты диссимиляции. Только через водную пленку осуществляется поглощение кислорода и выделение углекислоты при дыхании; так же работают органы обоняния..

Получение и потери воды и минеральных веществ сопровождаются изменением степени гидратации коллоидов и осмотического давления соков тела. Эти два основных явления, вместе с изменениями ионного состояния электролитов, меняют условия межклеточного и внутриклеточного обмена веществ путем изменения проницаемости биологических мембран и электрического состояния клеточных структур. Большие перемены в этих явлениях нарушают рост, развитие и всю жизнедеятельность организма, что объясняет необходимость известной устойчивости состояния внутренней водной среды. В этом и заключается сущность водно-солевого обмена, который, как это ясно из сказанного, представляет неотделимую часть общего обмена веществ.

Источниками получения воды и солей служат:

- ✓ их проникание через покровы;
- ✓ адсорбция влаги из воздуха;
- ✓ питьевая вода;
- ✓ вода и минеральные вещества в пище;
- ✓ метаболическая вода, образующаяся при окислении веществ, особенно жиров, в организме.

Отдача воды и солей организмом совершается испарением с поверхности дыхательных путей, кожи, выделением потовыми и иными железами и специальными экскреторными органами.

Водно-солевой обмен гидробионтов

В воде имеются все необходимые для построения тела животных и растений элементы. Они извлекаются из растворов и с помощью фотосинтеза непосредственно ассимилируются водными растениями. Животные используют их через посредство растений, но частично получают и путем осмоса.

Поддержание необходимых для обмена веществ осмотического давления и ионного состояния растворов в теле водных животных обеспечивается регуляцией их водно-солевого обмена со средой. По характеру солевого обмена различают два типа водных животных. У большинства морских беспозвоночных – *пойкилоосмотических* животных, специальные механизмы, регулирующие их водный и солевой обмен, отсутствуют. У прочих – *гомоосмотических* животных,

регуляция выражена хорошо.

В водоемах с высоко изменчивой или резко отличающейся от соков тела соленостью могут существовать лишь виды с осморегуляционными приспособлениями, обеспечивающими поддержание внутреннего осмотического состояния на необходимом уровне. У таких гомоосмотических животных соленость и ионное состояние минеральных веществ в соках тела, как правило, не равны окружающей среде. Сюда относятся пресноводные и солоноватоводные беспозвоночные, обитатели «пересоленных» водоемов и все водные позвоночные. Они разделяются на две группы:

1) *гипертонические животные* – обитатели пресных вод, соки тела которых имеют более высокое осмотическое давление, чем окружающая среда;

2) *гипотонические животные* – обитатели соленых водоемов с меньшим, по сравнению со средой, содержанием солей в соках тела.

У пресноводных видов сохранение нормального осмотического давления обычно достигается удалением органами выделения избытка проникающей в организм воды. Организмы с таким приспособлением не могут существовать в водоемах с соленостью большей, нежели соки их тела, так как диффузия воды из организма приводит к обезвоживанию клеток и тканей. Отсутствие в морских водоемах амфибий, видимо, определяется этой причиной.

Удержание необходимых организму солей так же обеспечивается выделительной системой. Так, у речного рака (*Potamobius astacus*) органы выделения (зеленые, или антеннальные, железы) сложнее и развиты более, нежели у морских видов. Моча, образующаяся в целомическом мешочке, обогащается в лабиринте органическими веществами, а в нефридиальном канале происходит обратное поглощение солей. Соленость мочи в 9 раз меньше солености крови. Как видно, организм особенно усиленно удерживает те ионы, которыми бедны пресные воды. В морской воде работа выделительной системы речного рака резко сокращается, и гибель животного наступает, видимо, из-за отравления продуктами метаболизма.

Своеобразен водно-солевой обмен разных рыб. Пресноводные костистые рыбы удаляют избыток поступающей в тело воды усиленной работой выделительной системы. Их почки содержат большое количество мальпигиевых клубочков (гломерул), а моча обильна и, по сравнению с кровью, резко гипотонична. Такие костистые рыбы обладают способностью поглощать соли жаберными лепестками, причем поглощение происходит против солевого градиента. Изменения осмотического давления их крови в среде с разным содержанием солей происходят в ограниченных пределах, но сопровождаются изменением обводненности тканей и интенсивности дыхания, что указывает на взаимную зависимость разных сторон метаболизма.

Морские костистые рыбы, которым из-за проницаемости их

покровов грозит в солоноводных бассейнах обезвоживание, живут, в сущности, в условиях высокой физиологической сухости. С опасностью обезвоживания тканей они борются питьем морской воды, выделяя избыток поступающих этим путем солей вод, слизи жаберными лепестками. Почки морских рыб отличаются малым числом гломерул; они выделяют мало мочи и последняя лишь слегка гипотонична по отношению к крови. Весь механизм выделения у них направлен на удержание воды в теле и устранение избытка солей.

Очень своеобразен механизм осморегуляции у хрящевых (акуловых) рыб, у которых состояние изотонии со средой достигается удержанием в крови мочевины, причем эта уремия, губительная для других групп животных, не оказывает на них вредного влияния.

Гомоосмотичность многих животных усиливается непроницаемыми покровами в виде хитина или роговых образований (у личинок и яиц пресноводных насекомых, ракообразных, взрослых беспозвоночных и позвоночных обитателей пресных гидробионтов). Наиболее крупные животные – морские. Среди головоногих – кальмар *Architeutis princeps* достигает общей длины (с вытянутыми щупальцами) 18 м, известны моллюски тридакны диаметром 2 м и весом 200 кг. Пресноводные представители этой группы – мелкие животные. Среди членистоногих наиболее крупной величины достигает японский краб *Raemppferia kaempfferi* с конечностями 3 м длины, а среди рыб – гигантская акула *Cethorinus maximus* длиной 15 м. Наконец, из современных млекопитающих наибольшую величину имеет голубой кит *Balaenoptera musculus* до 33 м длиной и до 120 т весом.

Регулирование осмотического давления позволяет животным проникать в водоемы с неблагоприятной соленостью. Однако ее изменения влияют на размеры, развитие и размножение всех водоемов, обилия в них пищи, содержания кислорода, степени благоприятности температурного режима и многих других факторов.

По отношению к химизму водной среды и терпимости к его колебаниям различают высокотребовательные **стеногалинные** морские или пресноводные виды, выдерживающие лишь небольшие изменения солености, и **эвригалинные**, выносящие значительные колебания содержания солей в воде. У первых отклонения солености среды от оптимума вызывают подавление дыхания, увеличение смертности и резкое уменьшение численности (биомассы), что ослабляется или усиливается влиянием других факторов. У эвригалинных видов отрицательное воздействие колебаний солености выражено слабее. С соленостью и ионным состоянием водной среды тесно связана ее активная кислотная или щелочная реакция, зависящая от концентрации свободных ионов воды (H и OH ионов), и тесно связанная с режимом Ca и карбонатной системой в водоеме. Простейшее *Euglena mutabilis* выносит колебания pH от 1,8 до 7,9 а ленточные черви от 4 до 11. Наоборот, инфузория *Stentor coeruleus* способна существовать только

при рН 7,7–8,0. Особая группа стенобионтных животных предпочитает кислую среду; она немногочисленна, встречается в озерах среди сфагновых болот с рН 3,8 отсутствует в нейтрально-щелочных водоемах и включает немногих жгутиковых (*Cartesia obtusa*), коловраток и некоторых других животных.

Химизм водоемов влияет на живущие в них организмы, как целостная система взаимодействующих факторов. Примером такого сложного взаимодействия служит влияние «загрязненности» водоемов мертвым органическим веществом (взвешенным, коллоидным и растворенным). Различают:

- а) **полисапробные** (очень загрязненные) водоемы, где могут протекать лишь начальные фазы разложения органических соединений;
- б) **мезосапробные** (умеренно загрязненные), где окисление заходит дальше;
- в) **олигосапробные** (мало загрязненные) с полной минерализацией органической материи.

О загрязненности можно судить по типичным обитателям таких водоемов. Для полисапробных характерны инфузория *Paramaecium putrinum*, червь-трубочник (*Tubifex tubifex*) и личинка иловой мухкрыски (*Eristalis tenax*); для мезосапробных – коловратки *Rotifer*, личинки комаров *Tendipes*, *Chironomus plumosum*; для олигосапробных – коловратка *Notholca longispina*, рачок *Daphnia longispina* и также такие рыбы, как форель, стерлядь, гольян. Подобные биологические индикаторы используются для установления степени загрязненности водоемов.

Общее значение газообмена

Животные представляют аэробов, или оксибионтов, – они нуждаются в свободном кислороде для дыхания. Лишь малое число простейших, некоторые живущие в илу черви (*Tubificidae*), личинки комаров *Corethra*, *Chironomus*, моллюски *Pisidium* и ракообразные *Candona* способны более или менее длительное время существовать в анаэробных (бескислородных) условиях.

Поглощение кислорода из внешней среды совершается всей поверхностью тела животных или происходит в специальных органах дыхания (легких, жабрах, трахеях и др.), но обязательно через водную пленку. Получение, транспорт и отдача кислорода отдельным органам, тканям и клеткам совершается кровью с помощью кровяных пигментов: у большинства животных с железом гемоглобинов; у членистоногих и моллюсков железо замещено медью (гемоцианины), а у туникат – ванадием. Кровяные пигменты могут быть сконцентрированы в особых образованиях – эритроцитах, или растворены в крови и других внутренних жидкостях. Свойством кровяных пигментов является их способность поглощать (связывать) свободный кислород, при его обилии образуя нестойкие соединения (оксигемоглобины), отдавать его

при недостатке кислорода в окружающую среду. Эта способность пигментов различна у разных видов животных и в значительной степени объясняет возможности их существования в местах с разным содержанием кислорода.

Кислород в теле животных обеспечивает окислительные экзотермические процессы, в ходе которых освобождаются вещества и энергия, используемые на развитие и деятельность организма, в том числе и метаболическая вода, играющая столь важную роль в водном балансе обитателей сухих мест. В этом общем процессе метаболизма основным обменом называют использование освобождающихся при окислении веществ и энергии на основные функции организма – дыхание, кровообращение, выделение, нервно-гуморальную регуляцию и рост.

Тепловая энергия, получаемая в ходе окислительных процессов, идет на обогрев тела и теряется при отдаче тепла во внешнюю среду. В связи с этим в ряду животных проявляется тенденция уменьшения потребления O_2 по мере увеличения размеров тела.

Условия газообмена организмов в водной и воздушной среде различны.

Газообмен водных животных

Своими потребностями в кислороде водные животные отличаются друг от друга. Очень требовательные живут в водоемах, содержащих не менее 7–11 куб. см кислорода на 1 куб. л – это **оксифилы-стеноксибионты**. Виды менее требовательные могут довольствоваться всего 4–0,5 куб. см кислорода на 1 куб. л. Среди них широко распространенные **эвриоксибионты**, но есть также и **оксифобы-стеноксибионты** – обитатели мест с плохой обеспеченностью кислородом.

Среди рыб к числу оксифилов относятся формы быстрых и холодных рек и ручьев: кумжа, гольяны, гольцы, подкаменщики, а также хариус, голавль, подуст, пескарь. Эвриоксибионты, частично оксифобы, избегающие высоких концентраций кислорода, представлены обитателями прудов и придонными формами медленно текущих рек, заводей и озер: таковы ерш, окунь, сазан, лещ, карась. К оксифобам следует отнести и большинство обитателей дна, особенно грунта (так называемую «инфауну»). Ряд простейших, червей, ракообразных и моллюсков, обитающих в илу, могут длительное время жить почти без кислорода. При его полном отсутствии большинство их неактивно; они перестают двигаться, набухают и не реагируют на внешние раздражения. У этой группы, например, у личинок *Chironomus plumosus* избыток кислорода в среде даже нарушает обмен, который в норме приспособлен у них к состоянию «кислородной задолженности» (низкому содержанию O_2 в тканях).

В зависимости от активности и общего уровня жизнедеятельности потребности в кислороде у разных видов гидробионтов различны.

Оксифилы, обычно стеноксибионты, составляют так называемую

реофильную фауну – население быстротекущих ручьев и рек с постоянно высоким содержанием кислорода. Их жаберный аппарат, по сравнению с оксифобами, как правило, редуцирован; содержание гемоглобина высоко, чему отвечает и большое количество сахара в крови. У них нет биохимических приспособлений, устраняющих вредное влияние повышения в крови содержания CO_2 , в связи с чем в минеральной части крови преобладают ионы щелочно-земельных металлов, а нервные центры быстро угнетаются при росте углекислоты в крови.

Противоположная группа – *оксифобы*, имеет более мощную дыхательную систему и гемоглобин, способный интенсивно поглощать кислород при его низком содержании в среде; в минеральной части крови преобладают соединения K и Na над Ca и Mg , что повышает буферность крови по отношению к CO_2 . Наконец, оксифобы отличаются высокой терпимостью нервных центров к содержанию CO_2 в крови.

Содержание кислорода в разных бассейнах или их частях колеблется в широких пределах. В морских водоемах он обнаружен везде, с чем связано проникновение животных до наибольших глубин океана. Однако их обилие в морях не всегда совпадает с максимальными запасами кислорода, что объясняется способностью кровяных пигментов (гемоглобина и гемоцианина) обеспечивать потребности организма, энергично связывая кислород даже при сравнительно небольшом количестве его в среде.

В реках и ручьях количество растворенного кислорода зависит от аэрации водоема, наилучше обеспечиваемой сложными продольными, поперечными и винтообразными движениями воды. Поэтому оно очень высоко в горных ручьях и речках, меньше в крупных реках с медленным течением.

Обеспеченность кислородом озерных бассейнов зависит от их населенности, количества разрушающихся органических веществ и глубины водоемов. В богатых минеральными веществами и плотно населенных «эвтрофных» озерах количество кислорода быстро падает с глубиной и у дна часто равно нулю; в илах его обычно нет, и там развиваются восстановительные процессы. В слабее населенных, бедных минеральными солями, обычно глубоких «олиготрофных» озерах кислород обилен и распространен почти равномерно. В «дистрофных», расположенных на болотах и почти незаселенных озерах много фосфора, азота и кальция, но обильны также органические (гуминовые) вещества; рН низок, и свободный кислород почти отсутствует.

ТЕМА: ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИЙ ЖИВОТНЫХ К ОСНОВНЫМ ФАКТОРАМ НАЗЕМНО-ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

1. Общая характеристика наземно-воздушной среды.
2. Водный обмен сухопутных животных.
3. Газообмен сухопутных животных.
4. Теплообмен и терморегуляция у пойкилотермных и гомойотермных животных.
5. Адаптации организмов к обитанию в наземно-воздушной среде

Общая характеристика наземно-воздушной среды

Наземно-воздушная среда обитания организмов более сложна, чем водная, и отличается наибольшим разнообразием экологических факторов. Здесь, на границе двух оболочек Земли – атмосферы и литосферы, – обитает подавляющее большинство растений и животных. Особенности их местообитаний определяются физико-географическими и климатическими (световой режим, влажность воздуха и почвы, колебания температуры, движение воздушных масс – ветер) факторами, рельефом местности, характером грунта и т. д. К тому же все эти факторы отличаются большей или меньшей изменчивостью в течение суток и времени года.

Главной особенностью наземно-воздушной среды является то, что ее обитатели окружены воздухом. В отличие от воды он обладает низкой плотностью и, как следствие, малой подъемной силой, незначительной опорностью и низкой сопротивляемостью при движении организмов. Поэтому наземные организмы живут в условиях сравнительно низкого и постоянного атмосферного давления.

Воздух обладает низкой удельной теплоемкостью. Поэтому он быстро нагревается и столь же быстро охлаждается. Например, в пустыне Сахара дневной зной может смениться ночными заморозками. С другой стороны, над морями и океанами суточные колебания температуры воздуха, как правило, невелики, поскольку в течение суток температура водной поверхности изменяется незначительно.

Легкие воздушные массы отличаются большой подвижностью как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях. Это способствует поддержанию на постоянном уровне газового состава воздуха. Высокое и постоянное содержание кислорода (21 %) в воздухе обеспечивает высокий уровень обмена веществ у наземных организмов. В горах воздух разрежен и содержит мало кислорода. По этой причине границей распространения позвоночных животных считается высота 4600 м над уровнем моря.

Косвенное влияние воздуха на организмы осуществляется ветром, который может изменять температурный режим и влажность той или иной местности. Наземно-воздушная среда имеет разные режимы влажности: от почти 100-процентного и постоянного насыщения воздуха водяными парами во влажных тропических лесах до практически полного их отсутствия в воздухе пустынь. Влажность воздуха изменяется также в течение суток и

сезонов года. Влага на суше является ограничивающим фактором, поэтому влаголюбивые животные (например, слизни) вынуждены переходить к ночному образу жизни, использовать кратковременные периоды повышенной влажности. Различные сочетания температуры, влажности, облачности, осадков, силы и направления ветра у земной поверхности создают разные погодные условия, которые оказывают комплексное воздействие на живые организмы и их сообщества. В различных географических районах складываются особые, характерные только для них погодные условия, формирующие климат местности. Для большинства наземных организмов, особенно мелких, важен не столько климат района, сколько условия их непосредственного местообитания. Очень часто местные элементы среды (растительность, рельеф и др.) так изменяют температуру, освещенность, влажность, движение воздуха на конкретном участке, что он значительно отличается от типичных климатических условий всей местности. Например, температура воздуха на обращенной к югу стороне дерева может быть на 10–15°C выше, чем на северной. Резко отличаются вышеуказанные климатические факторы в лесу и на открытых пространствах, а зимой на открытых участках почвы и под снегом, под слоем опавших листьев, в норах, дуплах и т. п. Такие локальные особенности климата в конкретном местообитании называются микроклиматом. Наличие в одной местности участков с различным микроклиматом обеспечивает совместное существование многочисленных видов растений и животных, обладающих неодинаковыми требованиями к внешней среде.

Водный обмен сухопутных животных

Важнейшее значение для сухопутных животных и обитателей почвы имеет регуляция отдачи воды и солей в связи с влажностью воздуха и почвы, содержанием воды в пище, наличием питьевой воды и необходимых минеральных веществ.

Условия водного обмена у наземных животных, относительно независимого от солевого, определяются влажностью климата – его аридностью или гумидностью, т. е. величиной и формой осадков и режимом температуры. Эти факторы и оказывают влияние на водный баланс организмов. Абсорбция воды покровами играет важную роль в жизни амфибиотических и почвенных животных. Лягушки, жабы и земляные черви обладают проницаемыми для воды покровами и ведут себя в воде и влажной почве как пойкилоосмотические гидробионты, удаляя избыток поступающей воды в виде обильной гипотоничной мочи. Поглощение и отдача воды особенно значительны у обитателей сухих мест.

Насекомые и клещи также способны абсорбировать воду. Яйца прямокрылых абсорбируют воду перед началом развития. Голодные самки клеща *Ixodes ricinus* поглощают воду из воздуха с 92% относительной влажности. Из воздуха с 88% относительной влажности абсорбируют влагу постельные клопы (*Cimex lectularius*), жуки

Leptinotarsa и личинки мучного хрущака *Tenebrio molitor*. Кузнечик *Chorthippa viridifasciata* способен абсорбировать влагу даже из воздуха с 82%, а блоха *Xenopsylla cheopis* – с 50% относительной влажности. Абсорбция почвенной или атмосферной влаги имеет жизненно важное значение для развития яиц пустынных рептилий. В то же время обитатели мест с постоянно высокой влажностью – наземные изоподы *Armadillidium* и *Legia* – абсорбируют воду только при 98% относительной влажности воздуха

Способность к абсорбции паров воды позволяет видам существовать в сухих местообитаниях.

Вода в пище и питье – важнейшие способы получения влаги сухопутными животными. При росте сухости воздуха животные переходят на более влажный корм и при этом лучше переносят низкую влажность воздуха. В питье нуждаются многие животные. Регулярно пьющие насекомые немногочисленны, но жук *Ptinus tectus* нуждается в постоянном добавлении питьевой воды к пище. Питающиеся нектаром и кровью насекомые с пищей получают даже избыточное количество воды и солей (особенно хлоридов), которое удаляется усиленной работой секреторных органов. Охотно пьют большинство рептилий, в том числе пустынные виды, и многие птицы.

У пустынных животных важное значение приобретает метаболическая вода, получаемая в организме при окислении жиров и углеводов. За счет метаболической воды живут насекомые, питающиеся сухой пищей – зерном, мукой и др. (*Ephestia kuhnella*, *Tribolium confusum*, *Dermestes vulpinus* и др.).

Влажность воздуха для животных, особенно мелких, с проницаемыми для воды покровами играет важнейшую роль в их водном обмене, так как влияет на величину потерь воды через покровы и с поверхности дыхательных путей. У членистоногих эти потери зависят от степени проницаемости покровов – толщины и характера воскового слоя на поверхности кутикулы. У обитателей очень сухих мест сравнительно толстая кутикула слабо или совсем непроницаема для воды, и они теряют воду только с дыханием и экскрецией, тогда как у жителей сырых мест кутикула тонка, и вода через нее легко испаряется в сухом.

Амфибии – обитатели влажных местообитаний отличаются большей проницаемостью кожи для воды, чем амфибии, живущие в сухих местах.

Испарение через кожу резко отличается у амфибий и рептилий; у первых оно заметно снижает температуру тела, у вторых мало сказывается на ней. У птиц вода испаряется в основном дыхательной системой (трахеями, легкими), ротовой полостью и т. п., а у млекопитающих имеет большое значение и выделение воды через потовые железы, работа которых контролируется тепловым центром мозга.

Экскреция продуктов метаболизма обязательно сопровождается отдачей воды и минеральных солей. Почки настоящих наземных позвоночных (амниот) отличаются относительно малым числом гломерул и наличием длинных канальцев, в части которых (петля Генле) происходит обратное всасывание воды, почему моча позвоночных обычно гипертонична по отношению к крови. У птиц, рептилий и многих насекомых выделяется мочевая кислота, не требующая воды для выведения из организма, тогда как у амфибий, части млекопитающих и всех настоящих водных позвоночных выводится растворенная мочеви́на.

По отношению к влажности воздуха и степени требовательности к воде в корме сухопутных животных разделяют на влаголюбивых – *гигрофильных* и сухолюбивых – *ксерофильных*. Промежуточная группа носит название *мезофилов*. У гигрофилов слабо выражены или отсутствуют описанные выше механизмы накопления и удержания воды в теле, характерные для ксерофилов. Различают также *стеногигробионтные* виды, способные существовать лишь при определенных и ограниченных условиях влажности, и *эвригигробионтные* виды, выносящие широкий диапазон колебаний влажности воздуха или содержания влаги в пище. Влаголюбие обычно связано с высоким уровнем водного обмена и отсутствием специальных приспособлений для его регуляции. Степень влаголюбия и сухолюбия, различная у разных видов, обычно соответствует условиям существования каждого.

Своеобразная форма приспособления к переживанию недостатка влаги – оцепенение, спячка. Эти явления могут иметь место как при резком падении влажности воздуха (особенно у мелких беспозвоночных животных), так и при уменьшении влаги в корме. Впадают в оцепенение обитатели неглубоких водоемов и луж при их пересыхании. В сухой почве капсулируются земляные черви. Мокрицы в состоянии оцепенения могут просуществовать до 60 дней. Высокая влажность может способствовать снижению численности некоторых животных, сокращая их плодовитость (например, шелковичных червей).

Газообмен сухопутных животных

При переходе из водной среды к обитанию в воздушной возростали затраты энергии на передвижение (преодоление силы тяжести), что требовало усиления окислительных процессов, а следовательно, и дыхания. Так, у амфибий при переходе от водного (головастик) к наземному (взрослая форма) образу жизни количество гемоглобина (на единицу массы тела) повышается в несколько раз, а сердечный индекс увеличивается в 34 раза.

В почве содержание кислорода падает с глубиной со скоростью, зависящей от ее структуры, механического

состава и гидротермического режима, а также обилия органических остатков и скорости их микробного распада.

Недостаток кислорода или концентрация углекислого газа выше 0,03% (норма) нарушают газообмен сухопутных животных, учащают их дыхание, тормозят развитие и рост, уменьшают плодовитость, а у видов, впадающих в спячку, ускоряют ее наступление. Наземные животные в различной степени чувствительны к изменению содержания кислорода. Птицы, при перелетах посещающие высокие слои воздуха, более стойки к недостатку кислорода.

Наземные животные, часто встречающиеся с недостатком кислорода (подолгу находящиеся под водой водные млекопитающие и птицы, роющие животные и высокогорные виды), имеют большую кислородную емкость крови. Ее повышение связано с увеличением содержания гемоглобина в крови и ростом числа эритроцитов, что известно для многих видов.

Приспособлением к жизни на больших высотах служит и сокращение тканевой потребности в кислороде. Оно обнаружено у давно акклиматизированных в высокогорье домашних животных и горных малых сусликов.

Амфибиотические животные (как и горные) обладают рядом приспособлений газообмена, позволяющих им длительное время пребывать под водой. У китов, помимо увеличения содержания гемоглобина в крови, альвеолы легких запираются специальными мускулами, что позволяет удерживать в них воздух даже на больших глубинах. У всех амфибионтов высока буферность крови к CO_2 и терпимость дыхательного центра к содержанию углекислоты в крови. Эти же физиологические особенности отличают нырцов водоплавающих птиц (бакланов и других).

У птиц, очень подвижных по сравнению с другими позвоночными, содержание гемоглобина в крови повышено до 10%. В связи с этим органы, производящие красную кровь (трубчатые кости), отличаются относительно большим развитием.

Теплообмен и терморегуляция у пойкилотермных и гомойотермных животных

Температура среды прямо или косвенно влияет на развитие, состояние, выживание, размножение, а следовательно, – численность и распределение животных.

Прямое влияние связано с поглощением тепла телом животного или его отдачей во внешнюю среду. Эти явления зависят от температуры среды и определяют тепловое состояние организма. С ним, в свою очередь, связаны

не только интенсивность, но и характер обмена веществ, т. е. развитие и жизнедеятельность. Скорость биохимических процессов в организме, как и всех химических реакций, возрастает примерно в 2–3 раза при повышении температуры на 10°C (правило Вант-Гоффа).

Косвенное влияние температуры среды на данный вид заключается в изменениях условий развития, размножения, выживания, активности, численности и распределения животных и растений, с которыми он контактирует в сообществах.

Существуют два основных типа теплообмена: **пойкилотермия**, или холоднокровность, и **гомотермия**, или теплокровность. Пойкилотермные животные отличаются неустойчивым уровнем обмена веществ, непостоянством и тела и почти полным отсутствием механизмов ее регуляции. Температура их тела мало отличается от температуры среды и изменяется вслед за веществ у них падает, а температура тел лишь немного превышает окружающую. В деятельном состоянии они гомотермны, т. е. имеют более или менее постоянную температуру тела.

Пойкилотермные животные. Теплообмен пойкилотермных животных приспособлен и к суровому температурному режиму; при неблагоприятной обстановке теплообмен связан с подавлением активности организма.

Состояние пойкилотермного организма закономерно меняется при смене внешних температур. Ниже верхнего температурного предела у таких животных лежит зона теплового оцепенения, при котором активная деятельность еще невозможна. Еще ниже находится зона активной деятельности, где интенсивно осуществляются развитие и размножение. Примерно к ее середине приурочен температурный оптимум с наиболее выгодными условиями развития и максимальной плодовитостью. Ниже температуры активного состояния лежит зона холодного оцепенения, переходящего в переохлаждение, длящееся до замерзания соков тела; во время последнего освобождение скрытой теплоты плавления на короткий промежуток времени поднимает температуру тела, после чего следует ее новое падение, окончательное замерзание соков тела и смерть животного.

По отношению к температуре среды пойкилотермных животных делят на **эвритермных**, с низким термальным минимумом, высоким максимумом и широкой зоной деятельного состояния и **стенотермных**.

Среди стенотермных видов выделяют холодолюбивые формы – **криофилы** и теплолюбивые – **термофилы**. Криофилы – преимущественно обитатели умеренных и высоких широт, термофилы – тропиков.

Изменения температуры в местах обитания, выходящие за пределы терпимости пойкилотермных видов, сопровождаются массовой гибелью животных.

Развитие пойкилотермных животных прямо зависит от температуры «биологическим нулем». «Биологический нуль» у лягушки *Rana fusca* близок к 0°, а у жабы *Bufo lentiginosus* равен 6°C. Между нижним порогом развития и нижним пределом жизни расстояние может быть значительным.

Рост температуры среды ускоряет развитие и рост только в зоне температурного оптимума, а выше – подавляет их. Зависимость скорости развития от температуры в зоне оптимума может быть выражена так называемой «термальной константой», или суммой среднесуточных температур за время развития. Температура, при которой развитие (или рост) происходит с наибольшей быстротой, часто не соответствует оптимальной температуре.

Несмотря на несомненно пассивную зависимость температуры тела пойкилотермных животных от теплового состояния среды, у них можно обнаружить и некоторые *элементы терморегуляции*. При обогревании солнцем (поглощение солнечного тепла), многие холоднокровные животные становятся временно «теплокровными». Такие виды, называемые «потребителями солнца», перед началом дневной активности греются на солнце; при этом температура их тела поднимается на десяток и более градусов, и животные становятся деятельными. В дальнейшем относительно высокая температура тела поддерживается мускульной работой. У насекомых – хороших летунов (крупных ночных бабочек, стрекоз, шмелей) температура тела при полете поднимается на 15–20°.

Поглощению солнечного тепла способствуют окраска и структура поверхности тела. Блестящая «металлическая» (отражательная) поверхность тела ряда насекомых особенно часто встречается у видов, держащихся на ярком солнечном свете. Воздушная полость под их элитрами рассматривается не только как гидро-, но и термоизолирующий слой, препятствующий как переохлаждению, так и перегреву тела. Температура у таких насекомых на солнце ниже, чем у видов с другим строением и окраской покровов. Способствует повышению температуры черный пигмент яиц ряда водных животных.

Элементами регуляции теплообмена у пойкилотермных животных служат обнаруженные у них сезонные различия в характере метаболизма. Температурный оптимум комара *Anopheles hyrcanus* летом (15–20°C) выше, нежели осенью (3–17,5°C), что отражает сезонную перестройку энергетики организма. «Зимние» остромордые лягушки *Rana terrestris* потребляли кислорода меньше, нежели «летние».

Гомотермия птиц и млекопитающих представляет наиболее сложную форму тепловых отношений со средой. При гомотермии обеспечивается постоянно высокий уровень обмена веществ путем сохранения устойчиво высокой температуры тела; организм становится менее зависим от колебаний внешних температур. Это достигнуто развитием и совершенствованием органов термных животных; он отсутствует у «зимних» оцепеневших лягушек.

Регулируются и потери тепла. Так, температура тела гусениц хлопковой совки *Chloridea obsoleta* на солнце не поднимается более чем на 5–8° выше температуры воздуха благодаря испарению с поверхности тела и охлаждению от контакта с растением. У живых жуков-чернотелок *Adesmia* на солнце наблюдаются более низкие температуры тела, нежели у мертвых.

Различие достигает 2–9°C.

Гомотермные животные. Развитие и совершенствование теплорегуляционных механизмов и образование теплового центра в мозгу у птиц и млекопитающих привело к появлению второго типа теплообмена – *гомотермии*, обеспечивающей относительное постоянство температуры тела. Она еще не очень движения, системы кровообращения, усложнением центральной нервной системы, возникновением тепловой изоляции в виде жирового слоя, мехового или перьевого покровов, общим повышением энергии метаболизма. Различают химическую и физическую теплорегуляцию. С первой связана продукция, а со второй – распределение и отдача тепла. Это деление, удобное для практических целей, условно, так как обе стороны теплообмена тесно связаны между собой.

Химическая теплорегуляция заключается в изменениях соответственно температуре среды уровня окислительных процессов. Относительная отдача тепла мелкими животными выше, что и компенсируется увеличенной теплопродукцией.

К механизмам *физической терморегуляции* относят изолирующие покровы (перья, мех, жировой слой), сосудистую регуляцию кровообращения (глубокого и поверхностного кровотока), деятельность потовых желез и поверхностное учащенное дыхание (полипноэ), увеличивающее теплоотдачу испарением с поверхности дыхательных путей.

При изменениях внешней температуры обмен веществ гомотермных животных меняется не так, как у пойкилотермных. Окислительные процессы и связанная с ними теплопродукция у гомотермных животных минимальны при оптимальной внешней температуре («критической точке»). Это зона физической регуляции. При понижении температуры среды теплопродукция нарастает до известного предела (зона химической терморегуляции), пока она компенсирует растущие потери тепла; затем наступает переохлаждение тела.

Наиболее совершенна терморегуляция у хищных, приматов и копытных. Хищники обладают глубокой сосудистой регуляцией, устойчивы к холоду благодаря густому и теплomu меху, но высокая внешняя температура переносится ими с трудом, так как у них слабо развита потоотделительная система, а «тепловая одышка» не устраняет опасности перегрева. Приматы благодаря системе потоотделения лучше справляются с перегреванием, но менее стойки против низких температур.

Влияние температуры среды на развитие и рост гомотермных животных сложнее, чем пойкилотермных. Доказано, что с внешними температурами связана не только интенсивность прироста, но и характер дифференцировок, изменяющий пропорции отдельных органов и тела в целом. Низкие температуры среды замедляют рост, но из-за задержки полового созревания он продолжается дольше, и животные достигают больших размеров. Мыши и крысы, живущие в складах-холодильниках, крупнее, нежели в домах или на полях; выше и их плодовитость. Рост млекопитающих при низких температурах сопровождается относительным

сокращением длины хвоста, конечностей и ушей (правило Аллена), а также лучшим развитием волосяного покрова.

Адаптации организмов к обитанию в наземно-воздушной среде

У обитателей наземно-воздушной среды в ходе эволюции выработались специфические морфологические, физиологические, поведенческие и другие виды приспособительных реакций.

В условиях низкой плотности и малой подъемной силы воздуха обитатели суши должны обладать хорошо развитой опорной системой, поддерживающей тело. У животных – это наружный (членистоногие) или внутренний (хордовые) скелеты. Некоторые группы животных (круглые и кольчатые черви) имеют гидроскелет. Отсутствие выталкивающей силы и наличие гравитации налагает ограничения на максимальные размеры и массу тела у позвоночных животных. Самые крупные животные суши (слон – до 5 т) уступают по размерам и массе гигантам водной среды (синий кит – до 150 т).

Низкая сопротивляемость воздуха способствовала прогрессивной эволюции опорно-двигательных систем наземных животных. Так, способностью к полету обладают около 75 % видов наземных животных – это, преимущественно, насекомые и птицы, а также некоторые млекопитающие (летучие мыши), рептилии и амфибии (виртуозно планирующие древесные дракончики и некоторые квакши).

Большая подвижность воздуха использовалась некоторыми наземными организмами (либо отдельными стадиями их развития) для расселения с помощью воздушных потоков (цисты протистов, молодь пауков, некоторые насекомые, споры, семена и плоды растений). По аналогии с водными планктонными организмами, в качестве приспособлений к пассивному парению в воздушных потоках, насекомые выработали сходные адаптации – небольшие размеры тела, разнообразные выросты, увеличивающие относительную поверхность тела или некоторых его частей.

Разнообразны приспособления наземных организмов к сохранению влаги. Например, у насекомых тело надежно защищено от потери влаги многослойной хитинизированной кутикулой, в наружном слое которой содержатся жиры и воскоподобные вещества. Сходные водосберегающие адаптации развиты и у пресмыкающихся (роговой покров).

Выработанная у наземных животных способность к внутреннему оплодотворению сделала их независимыми от наличия водной среды.

Такое преимущество наземной среды, как высокое содержание кислорода в атмосферном воздухе, было использовано животными для повышения интенсивности обмена веществ. Именно для наземных животных (птиц и млекопитающих) характерна **теплокровность**, которая обеспечила им возможность повышения интенсивности жизнедеятельности. Независимость обмена веществ от колебаний температуры внешней среды расширила их возможности к расселению.

ТЕМА: АДАПТАЦИИ ЭНДОБИОНТОВ. АДАПТАЦИИ ГЕОБИОНТОВ.

1. Особенности экологических условий внутренней среды хозяина.
2. Типы паразитизма.
3. Адаптации к жизни в другом организме – к паразитизму.
4. Коадаптации паразитов и хозяев.
5. Почвенная среда обитания.
6. Адаптации организмов к жизни в почве.

Особенности экологических условий внутренней среды хозяина

Использование одними живыми организмами других в качестве среды обитания – широко распространенное в природе явление. Практически нет ни одного вида многоклеточных организмов, не имеющих внутренних обитателей. При этом, чем выше уровень организации хозяев и чем больше степень дифференциации их тканей и органов, тем более разнообразные условия они могут предоставить своим сожителям. Разнообразие условий служит предпосылкой разнообразия видов экто- и эндопаразитов. В природе в качестве паразитов чаще всего встречаются микроорганизмы и относительно примитивные одноклеточные эукариоты. По мере усложнения организации растений и животных их способность к паразитизму уменьшается. Симбиоз (паразитизм и мутуализм) наиболее характерен для позвоночных животных, клетки и ткани которых являются средой обитания многих тысяч видов симбионтов.

Паразиты обитают в особых экологических условиях внутренней среды хозяина, где они постоянно обеспечены пищей за счет содержимого клеток, соков и тканей хозяина или содержимого его кишечника. Обильная и легкодоступная пища служит основным условием быстрого роста и развития паразитов. В кишечном тракте крупных позвоночных животных паразиты могут достигать огромных размеров по сравнению с их свободноживущими сородичами.

Например, лентец широкий и цепень бычий - гиганты среди плоских червей, достигающие в длину 8-10 м, тогда как их самые крупные свободноживущие тропические родственники не превышают 60 см. Размеры большинства свободноживущих инфузорий составляют 50-100 мкм, а инфузории, обитающие в желудке крупного рогатого скота, лосей, оленей, достигают 200-500 мкм и даже 2-3 мм.

Практически неограниченные пищевые ресурсы служат для паразитов надежным условием высокой интенсивности размножения.

Исключительно важным экологическим преимуществом для обитателей живых организмов является их защищенность от воздействия неблагоприятных факторов внешней среды. В организме хозяина его сожителям практически не грозят резкие колебания температуры, значительные изменения солевого режима, недостаток влаги, опасность уничтожения хищниками и т. п.

Наряду с благоприятными условиями внутренние сожители живых

организмов сталкиваются и с некоторыми трудностями. Это ограниченность жизненного пространства для внутриклеточных и тканевых обитателей, сложности снабжения кислородом, трудность распространения от одной особи хозяина к другой, а также защитная реакция организма хозяина против того или иного паразита.

Среда обитания паразитов ограничена не только в пространстве, но и во времени (жизнью хозяина). Хозяин выступает для своих обитателей как многообразная среда, отличающаяся содержанием в разных тканях и органах различных органических веществ, ферментов, кислорода, а также их функциональной активностью. Его сожители приспособились к жизни в определенных органах и тканях например, только в желудке, печени или легких у животных). Часто они приурочены к определенному возрастному или физиологическому состоянию хозяина.

Способность живых организмов противостоять воздействию со стороны паразита получило название **активного иммунитета**. Например, в крови хозяина вырабатывают специфические белковые вещества **антитела**, подавляющие действие паразитов. В ряде случаев организм хозяина отвечает на вторжение паразита разрастанием окружающих его тканей.

Типы паразитизма

На почве пищевых и пространственных связей животных возник **паразитизм** и близкие к нему формы сожительства: **мутуализм**, или обоюдно полезное существование; **синойкия**, или квартирантство; **комменсализм**, или нахлебничество.

Паразитами называют животных, которые живут за счет особей другого вида, будучи тесно связаны с ними в своем жизненном цикле на большем или меньшем его протяжении. Паразиты питаются соками тела, тканями или переваренной пищей своих хозяев, причем такой паразитический образ жизни является специфическим видовым признаком данного паразита, многократно пользующегося для питания своим хозяином. Кроме того, паразиты постоянно или временно используют организм хозяина, как территорию своего обитания.

Мутуализмом называют случаи тесного сожительства, когда партнеры извлекают из него обоюдную пользу, либо взаимно дополняя обмен веществ, либо обоюдно защищая друг друга от неблагоприятных воздействий и врагов. Теснота связей в крайних случаях мутуализма достигает такой степени, что существование одного партнера без другого невозможно.

В основе симбиотических отношений могут лежать как пищевые, так и пространственные связи. Примером пространственной связи может служить свободное сожительство рыбки *Amphiprion* с крупными актиниями, раков-отшельников с гидроидными полипами *Hydraclinia*. Червь *Aspidosiphon* в молодом возрасте прячет конец своего тела в маленькую пустую раковину *Gastropoda*, на которую садится личинка

полипа *Heteropsammia*; разрастаясь, последний плотно охватывает червя, как муфтой. Червь доставляет полипу средства передвижения, тогда как последний защищает его своими стрекательными клетками. Все это примеры эктосимбиоза.

Эндосимбиоз чаще представляет не только пространственные, но и пищевые связи. Так, в кишечнике питающихся древесиной термитов живут жгутиконосцы *Hypermastiginae* способные переваривать древесину, тогда как расщепляющих клетчатку ферментов у самих термитов нет. Заражение личинок термитов жгутиконосцами происходит при слизывании ими жидких экскрементов из анального отверстия взрослых. Известны подобные же отношения живущих в рубце и сетке жвачных инфузорий и бактерий со своими хозяевами - копытными животными.

Синийкия, или **квартирантство** основано на пространственных связях, часто дополняется и пищевыми отношениями. В простейших случаях квартирант поселяется в жилище хозяина или в районе его деятельности. Так, молодь рыб держится среди щупалец крупных медуз и прячется под их зонтик в случае опасности. Десятиногий рак *Arete dorsalis* часто живет в «норах» морского ежа *Heterocentrotus*.

В норах грызунов и других роющих животных, в гнездах птиц и иных сооружениях наземных позвоночных живет большое число квартирантов, частью это паразиты хозяина, частью только пользующиеся убежищем. Убежища одного вида по-разному используются квартирантами в различных биотопах.

При эпитокии квартиранты поселяются на теле хозяина, используя его как субстрат, например, некоторые усоногие рачки на акулах и китах; питаются эти рачки планктонными организмами. Примерами энтокии, или квартиранства в теле хозяина при отсутствии пищевых отношений с ним могут служить мелкие рыбки *Fierasfer*, держащиеся в клоаке голотурии *Holoturia tubulosa* и периодически выходящие наружу для питания рачками, или некоторые нематоды, которые живут в кишечнике лошади и питаются находящимися там инфузориями. Горчак *Rodeus sericeus* откладывает икринки в мантийную полость беззубки *Anodonta*, где в безопасности развиваются личинки этой рыбы.

При **комменсализме**, или **нахлебничестве** нахлебник питается отбросами или остатками пищи хозяина, не причиняя ему заметного ущерба. Примерами могут быть временные объединения птиц и млекопитающих. Так, жаворонки, серые и белые куропатки, гаички и многие другие зимой кормятся на местах пастбы домашних и диких копытных и держатся вместе с их стадами в степи или в лесу.

Такие объединения кратковременны и случайны. В других случаях они теснее, обычно сочетаясь с сожительством. Таково поселение гидроидов *Hydrichthys cyclothoni* на коже рыб неподалеку от порошицы хозяина и питание его экскрементами или

пластинчатожаберного моллюска *Montacuta ferruginosa* у порошицы морского ежа *Echinocardium*. Наконец, многие кишечные простейшие живут в кишечнике рыб, птиц или млекопитающих, но питаются бактериями или грибами и их спорами.

Переходную к паразитам группу пищерасхитителей составляют поедающие уже подготовленную пищеварительными соками пищу хозяина. Таковы осмотически питающиеся простейшие - обитатели кишечника животных.

Среди **паразитов** различают **факультативных**, для которых существование за счет хозяина не является обязательным, и облигатных, когда паразит постоянно или временно, но обязательно живет в особях другого вида или питается за их счет, обычно не умерщвляя хозяев.

Обязательные (настоящие) паразиты делятся на **эктопаразитов**, живущих на поверхности тела хозяина, и **эндопаразитов**, обитающих в его органах, тканях, клетках или полостях тела. Примером эктопаразитов могут служить кровососущие членистоногие (вши, блохи, клещи, комары и др.), а также паразитические черви сосальщики *Chaetopoda* из подкласса *Monogenea* и паразитические *Polychaeta*. Эндопаразиты представлены прочими паразитическими червями, простейшими, ракообразными и др. Существуют формы с переходным образом жизни.

По времени, которое проводят паразиты в теле или на теле хозяина, различают временных и стационарных паразитов. **Временные паразиты** вступают в контакт с хозяином только при принятии пищи. Их приспособления к паразитическому образу жизни выражены слабо, так как большую часть времени они живут свободно и нападают на широкий круг хозяев. Многие блохи проводят на хозяине большую часть жизни («блохи шерсти»), тогда как другие («блохи гнезда») переходят на него только для сосания крови.

Стационарный паразитизм характеризуется длительным или постоянным пребыванием паразита на хозяине и обычно сопровождается существованием многих взаимных приспособлений. Его делят на **периодический** (паразит часть времени проводит вне связи с хозяином) и **постоянный** (паразит связан с хозяином в течение всей жизни).

Периодический паразитизм встречается чаще постоянного и может принимать разные формы. Чередование паразитических и свободно живущих поколений характерно для паразитирующей в легких лягушек нематоды *Rhabdias*. В хозяине живет гермафродитное поколение, а на свободе - раздельнополое.

При паразитировании отдельных фаз развития может иметь место личиночный или имагинальный паразитизм. Первый свойственен нематодам из сем. *Mermithidae*, личинки которых живут в моллюсках и насекомых, а взрослые - свободно. Личиночный паразитизм обычен у

Pantopoda и широко распространен среди паразитических насекомых (наездники *Ichneumonidae*, мухи *Tachinidae*, оводы *Oestridae* и мн. др.).

Паразитирование взрослых фаз распространено у нематод сем. *Trichostrongilidae*, *Ancyclostomidae*, рачков *Copepoda*, червей *Cestoda* и сосальщиков *Monogenea*.

Третьим типом периодического паразитизма служит повторное паразитирование на разных стадиях развития. У личинок, нимф и взрослых иксодовых клещей относительно короткое кровососание, каждый раз на новом хозяине, сменяется длительным свободным существованием. Такая смена хозяев имеет важное значение в передаче клещами бактериальных и вирусных инфекций.

Постоянный паразит всю жизнь живет на теле или в теле хозяина и во внешней среде существовать не может. Таковы вши, пухоеды, чесоточные зудни, трихины и некоторые простейшие. Многие постоянные паразиты меняют хозяев по ходу метаморфоза, как, например, плазмодий малярии.

Адаптации к жизни В организме - к паразитизму

У паразитов выработались многочисленные приспособления к паразитированию в виде морфологических, анатомических и физиологических особенностей строения и функционирования внутри организмов. К наиболее важным приспособлениям относятся следующие.

1. Наличие органов прикрепления (присосок, зацепок, крючьев, коготков и т. п.), обеспечивающих связь паразита с организмом хозяина. Они позволяют прикрепляться и удерживаться на теле или в органах хозяина.

2. Наличие у паразитов защитных покровов (кутикулы и др.), препятствующих их перевариванию пищеварительными ферментами хозяина.

3. Недостаток или почти полное отсутствие кислорода в тканях и желудочно-кишечном тракте организма хозяина приводит к переходу паразитов на бескислородный тип обмена веществ. Необходимая для жизнедеятельности паразитов энергия высвобождается за счет брожения. Невысокая эффективность энергетического обмена этого типа компенсируется практически неиссякаемыми запасами углеводов, поставщиком которых является пища хозяина, и отсутствием трат энергии на движение (поиск пищи, укрытий и т. д.).

4. Благоприятные условия внутренней среды хозяина приводят к упрощению организации и процессов жизнедеятельности паразитов (в том числе к упрощению нервной системы и утрате некоторых органов чувств). Упрощается кишечник (крулые черви) либо полностью редуцируется пищеварительная система, и растворенные питательные вещества всасываются всей поверхностью тела (ленточные черви).

У многих паразитов редуцируются конечности, органы дыхания, движения, утрачиваются крылья (например, у вшей и блох).

5. Паразитам свойственна чрезвычайно высокая плодовитость. Такое явление получило название «закона большого числа яиц». Например, человеческая аскарида образует и выделяет в среднем 250 тыс. яиц в сутки, а за всю жизнь - свыше 35 млн.

Подавляющее большинство яиц паразитов гибнет от неблагоприятных условий среды, поэтому только огромная плодовитость увеличивает шансы паразита на выживание и завершение жизненного цикла.

Приспособления к умножению потомства у ряда паразитов проявляются в виде особой формы полового размножения - партеногенеза (развитие организма из неоплодотворенной яйцеклетки - дафнии, тли, пчелы) и бесполого размножения (почкование, фрагментация и др.). Это приводит к чередованию поколений - полового и бесполого.

6. Смена хозяев в жизненном цикле паразита: в теле основного хозяина живут взрослые особи, размножающиеся половым способом; в промежуточном хозяине развивается личинка и может происходить бесполое размножение. Это приспособление препятствует чрезмерному накоплению паразитов в организме хозяина и его гибели (что приводит к гибели и самих паразитов), а также способствует их расселению.

7. При наличии в жизненном цикле паразитов стадий развития с выходом во внешнюю среду у них развивается ряд защитных приспособлений - толстые и многослойные оболочки яиц (гельминты), цисты (кишечные амебы), что позволяет паразитам переносить неблагоприятные условия жизни вне хозяина.

8. Изменение форм размножения, т. е. возникновение гермафродитизма (плоские черви), обеспечивающего размножение даже при наличии единственной особи.

Таким образом, приобретение значительного количества специфических адаптации делает паразитов зависимыми от узкого круга хозяев и лишает хозяев возможности оперативно адаптироваться к изменяющимся условиям среды обитания. Это обстоятельство определяет высокий уровень колебаний во времени численности многих паразитов.

Коадаптации паразитов и хозяев

Приспособления к паразитическому образу жизни многочисленны и касаются строения, физиологических особенностей и образа жизни. Одновременно обитание паразита на хозяине или внутри его тела сопровождается ответными реакциями, поэтому правильнее говорить о взаимных приспособлениях, или коадаптациях обоих организмов. Изменения строения паразита по сравнению со свободно жившими предками сводятся к исчезновению органов, не требующихся в новых

условиях существования, и к возникновению или преобразованию органов, связанных с особенностями жизни на поверхности или в теле хозяина.

У эктопаразитов сплющивается и укорачивается тело и в связи с этим уменьшается его расчлененность. Чаще сплющивание происходит в дорзо-вентральном направлении и способствует удержанию на поверхности тела хозяина (вши, клопы, паразитические немуртины, пиявки, клещи и др.). У блох тело сплющено в латеральном направлении, что связано с их обитанием в мехе или среди перьев и особым типом передвижения (скачки).

Кишечные паразиты отличаются удлиненным телом; у многих оно расчленено (плоские черви, скребни *Acanthocephali*, пентастомиды и др.). У полостных паразитов форма тела шаровидна (финны цестод по сравнению со взрослыми формами); иногда они принимают сплюсненную и даже ветвистую форму, увеличивающую поверхность всасывания пищи. Для удержания в теле или на теле хозяина имеются разнообразные органы прикрепления (крючки, присоски, липкие нити и другие). В пищеварительной системе эктопаразитов кровососов, питающихся на хозяине периодически, увеличивается растяжимость пищеварительного тракта (клопы, комары, мухи-кровососы), либо образуются выпячивания, увеличивающие его емкость (пиявки, изоподы, клещи). У иксодовых клещей во время кровососания продолжается интенсивный рост кишечника и кутикулы и лишь в последние 12-24 часа наступает период их растяжения. Это сочетание непрерывного роста и быстрого растяжения позволяет клещам поглощать необычайно большие количества крови.

У паразитов возрастает способность голодать, иногда до трех и более лет (иксодовые клещи). Железы кровососов выделяют препятствующий свертыванию крови секрет (гирудин пиявок и другие антикоагулянты). У эндопаразитов пищеварительная система упрощается, а иногда атрофируется, редуцируются нервная система и органы чувств.

Лучшие условия питания паразитов способствовали ускорению развития, увеличили их плодовитость. Рост ее биологически необходим, так как обязательность проникновения в хозяина уменьшает шансы выживания. Паразитические нематоды отрождают до 10 тысяч личинок, тогда как свободно живущие виды продуцируют сотни или даже десятки яиц. За 5-6 месяцев половой зрелости нематода *Ascaris lumbricoides* производит до 50-60 миллионов яиц и их вес в 1 700 раз превышает вес ее тела. Солитер *Taenia saginata* приносит в год 600 миллионов яиц, а за свою относительно долгую жизнь (до 18 лет) продуцирует около 10 миллиардов яиц.

Яйца и личинки паразитов, длительное время пребывающие во внешней среде, стойки против неблагоприятных воздействий, способны к длительному голоданию или могут долго существовать в

анабиотическом инцистированном состоянии. Личинки трихостронгилид из кишечника копытных при высыхании остаются живыми более двух месяцев. Без вреда они переносят в течение нескольких часов действие насыщенного раствора медного купороса, раствор 1-процентной сулемы, 4-процентного формалина и некоторых других веществ; охлажденными до -8°C или -10°C живут до шести месяцев; могут выносить кратковременное нагревание до $60-80^{\circ}\text{C}$. Стойкость их напоминает устойчивость цист простейших.

Организм хозяина на проникновение паразитов **отвечает защитными изменениями**, создающими иммунитет.

Иммунитет, или способность к сопротивлению болезнетворным организмам, - это исторически сложившееся свойство вида, результат его взаимоотношений с паразитами. В основе иммунитета лежат специальные защитные механизмы:

1. Покровы, препятствующие проникновению паразитов. Слизь служит для механического удаления патогенных организмов и содержит бактерицидные вещества.

2. Фагоцитоз форменными элементами «белой крови» и клетками ретикулоэндотелиальной системы представляет второе звено иммунитета.

3. Защитные реакции крови. В ней имеются или образуются при внедрении паразитов вещества, способные парализовать действие выделяемых паразитами ядов (антитоксины), свертывать инородные белковые вещества (преципитины) или склеивать проникшие в кровь микроорганизмы (агглютинины).

Различают врожденный иммунитет (общий - против многих инфекций и паразитов, и специфический - против определенного вида паразитов) и приобретенный, или возрастающую способность организма хозяина к сопротивлению при проникновении паразита. Приобретенный иммунитет может быть стерильным или нестерильным, когда паразит сохраняется в хозяине, но его размножение сдерживается защитными реакциями хозяина.

Врожденный и приобретаемый иммунитет (невосприимчивость) против разных инфекций обычно тем выше, чем более давними оказываются связи паразита и хозяина или чем чаще последний встречается с инфекцией.

По отношению к инфекционным заболеваниям выделяют четыре группы животных:

1. Восприимчивые, высоко чувствительные и остро болеющие виды, почти не обладающие защитными приспособлениями и поэтому гибнущие при проникновении в организм ничтожного числа патогенных паразитов, например, всего одной микробной клетки.

2. Восприимчивые, но мало чувствительные виды; летальная доза паразитов для них в сотни и тысячи раз выше, а при заражении малыми дозами они болеют хронически и после выздоровления и приобретения

нестерильного иммунитета остаются носителями инфекции, выделяя ее во внешнюю среду.

3. Маловосприимчивые и практически нечувствительные к инфекции животные, не заражающиеся даже огромными дозами ее возбудителя.

4. Взаимные приспособления паразита и хозяина приближаются к симбиотическим из-за глубоких коадаптаций обоих видов.

Для существования паразита грызунов - микроба туляремии значение в природе могут иметь только первая и вторая группы животных. Отношения же этого микроба к его основным хозяевам в природе - иксодовым клещам (особенно *Dermacentor pictus*, *D. marginatus*) отличаются приспособлениями, в результате которых микроб размножается в клеще, не причиняя ему существенного ущерба.

Защитные реакции популяции усиливаются или ослабляются в зависимости от состояния животных и условий их существования. Вирулентность паразита и противостоящий ей иммунитет хозяина представляют видовые свойства. Видовой иммунитет имеет важное биологическое значение, как средство борьбы и конкуренции с другими видами.

Почвенная среда обитания

Почва - это рыхлый поверхностный слой земной коры, непосредственно контактирующий с атмосферой. Она образовалась в результате выветривания горных пород, деятельности живых организмов, разложения органических остатков и перемешивания полученных веществ.

В противоположность твердым горным породам почва представляет собой не однофазную, а сложную трехфазную систему, в которой твердые частицы окружены воздухом и водой. Почва пронизана многочисленными полостями, заполненными смесью газов и водными растворами, в результате чего в ней складываются разнообразные условия, благоприятные для жизни микро- и макроорганизмов. В почве, по сравнению с приземным слоем воздуха, сглажены температурные колебания, а на глубине 1 м почти не ощутимы даже сезонные изменения температуры.

Содержание воды в почве может варьировать в широких пределах. Если все полости и скважины заполнены свободной капельной водой, условия обитания почвенных организмов оказываются близкими к таковым в водной среде. В сухой почве остается лишь пленочная вода, удерживаемая поверхностью почвенных частиц, или парообразная влага, а условия обитания напоминают наземно-воздушную среду.

Самый верхний горизонт почвы содержит органические остатки и продукты их разложения, образующие **перегной** (или гумус), от которого зависит состав и структура почвы, а также продуктивность растений. Расположенный под ним средний слой содержит вымытые атмосферными осадками из верхнего горизонта минеральные вещества. Нижний слой представлен материнской породой.

Состав почвенного воздуха резко меняется с глубиной: концентрация

кислорода снижается, а углекислого газа возрастает. При затоплении почвы или интенсивном гниении органических остатков возникают бескислородные зоны.

Таким образом, почва, по сути дела, является переходной средой обитания, объединяющей особенности водной и наземно-воздушной сред жизни. С наземно-воздушной почвенную среду сближают резкие колебания температуры на границе сред, ограниченное содержание воды в поверхностном слое и др. С водной почвенную среду обитания объединяют более стабильный температурный режим и ограниченное содержание кислорода.

Адаптации организмов к жизни в почве

От структуры и плотности почв зависят возможности проникновения в нее животных, их передвижение и рытье. Мелкие животные пользуются имеющимися скважинами почвы, чему способствует червеобразная форма их тела. Защита от поражений достигается уплотнением кутикулярного покрова, а гибкость - добавочным расчленением тела и сохранением передних пар конечностей, особенно важных при таком способе передвижения («подтягивание»).

При «минировании» рыхлого грунта частицы почвы раздвигаются телом животного, а сзади остается либо туннель с несколько уплотненными стенками (в не сыпучем грунте), либо ход засыпается и исчезает. Этим способом передвижения пользуются многие насекомые и их личинки, земляные черви, многоножки, некоторые змеи (песчаный удав), а среди млекопитающих - землеройки, кроты и некоторые грызуны. Минирование почвы животными, неспособными менять форму тела, производится проталкиванием тела, обычно фиксируемого с помощью передних, реже задних конечностей или специальных образований на боках и конце тела. Приспособлением к такому передвижению служит вальковатая, в передней части клинообразная форма тела, хорошо выраженная у роющих грызунов, насекомоядных, и специальное вооружение конечностей, построенных по типу лопат, и в то же время рычагов-распорок, упираясь которыми в боковые стенки хода, животное проталкивается вперед. Таковы удивительно сходные по внешней форме передние конечности крота, медведки *Gryllotalpa* и многих почвенных личинок насекомых. Приспособлениями являются и твердые (хитиновые или иные) покровы тела, предохраняющие от повреждений.

У обитателей верхних слоев почвы и растительной подстилки вальковатая форма тела часто сменяется плоской (многие *Myriapoda*, клещи и др.). Эта же форма существует и у песчаных ящериц, зарывающихся в песок боковыми колебательными движениями тела. Волоски, роговые пластинки и чешуйки, которыми вооружены конечности песчаных животных (гребнепалого и мохноногого

тушканчиков, ушастых и песчаных круглоголовков, полужесткокрылого *Stybaropus* и мн. др.), важны как опора при ходьбе по песку и гребущий аппарат при рытье песчаного грунта.

В более твердых почвах распространено «долбящее» рытье с помощью мощных когтей конечностей (личинки жуков-чернотелок, среди рептилий - черепахи, среди млекопитающих - цокоры, в меньшей степени - кроты, сурки, суслики, мыши и полевки) или при помощи долотообразных шипов-выростов на голове (личинки шелконов). При рытье тело животного фиксируется задними ногами (позвоночные) или специальными образованиями на заднем конце тела (урогомфы, шипы, «подталкиватель» личинок насекомых), а долбящий аппарат рыхлит почву, отгребаемую конечностями и с помощью движений тела. Затем тело подтягивается вперед на передних конечностях и вновь фиксируется. При этом за позвоночными остается проделанный туннель, которым многократно пользуются, а насекомые при рытье отгребают землю назад, закрывая проделанный ход.

Еще более твердые грунты преодолеваются с помощью так называемого «сверлящего» рытья, при котором основным орудием рыхления почвы служит челюстной аппарат, «вгрызающийся» в почву. Удаление отдельных частичек грунта производится конечностями (наиболее часто) или теми же челюстями и головой в целом. Этим приемом, изготавливая свои гнездовые норки, пользуются пчелы и осы; так роют личинки многих жуков (*Carabus*, *Calosoma*, *Agriotes*, *Pleonomus* и др.) и некоторых других насекомых. Всем им свойственна склеротизация покровов, особенно на голове, мощное развитие мандибул, наличие опорных образований на заднем конце.

С техникой рытья связано хорошо известное предпочтение животными почв определенной структуры. Плотных почв требуют многие перепончатокрылые, прямокрылые и жуки-щелкуны, тогда как жуки-скакуны, перепончатокрылые *Cerceris*, *Bembex*, *Ammophila* обычно предпочитают рыхлые грунты. К сыпучим грунтам приспособлены животные-псаммофилы, многие из которых имеют конечности, вооруженные так называемые «песчаными лыжами», не только облегчающими передвижение по сыпучему грунту, но помогающие и при его рытье или минировании.

Почва - субстрат для передвижений животных. Передвижения по различному субстрату требуют разного устройства конечностей и тела. Три основных типа передвижений по грунту:

- ✓ шаг (рысь, иноходь);
- ✓ галоп;
- ✓ рикошетирующий бег.

Они возможны на грунтах различной структуры и твердости. Наиболее быстрое передвижение - галоп копытных, хищников и некоторых грызунов (зайцев) и рикошетирующий бег тушканчиков на двух задних ногах обеспечиваются относительным увеличением длины

конечностей. Так как ускорение движения связано с усилением толчка, уменьшается опорная поверхность ног и число пальцев (у позвоночных). Однако это уменьшение возможно лишь на твердой опоре.

Своеобразны приспособления к передвижениям по каменистым грунтам и скалам. Крючки для цепляния за неровности почвы и присоски имеют многие живущие в скалах насекомые и рептилии. Лазающие по скалам птицы (стенолаз) обладают очень острыми когтями и неровной шероховатой поверхностью подошв. Сходные приспособления есть и у лазающих древесных форм (дятлы, пищухи, поползни, сони, белки и др.). У горных млекопитающих (козлов, серн, баранов) сильное снашивание копыт при ходьбе по твердой почве компенсируется энергичным ростом их очень твердого рогового чехла. Центральная часть копыта заполнена эластичным, подобным резине веществом, уменьшающим скольжение ноги при ходьбе по гладкой поверхности.

Тесты по курсу «Экология животных»

1. Наружные части земного шара, заселенные живыми существами, изменившими ее исходный состав и состояние, называют:
 - а) биосферой;
 - б) атмосферой;
 - в) литосферой

2. Верхняя граница биосферы, где наблюдаются живые организмы, находится на высоте:
 - а) 5-10 км;
 - б) 10-15 км;
 - в) 15-20 км

3. Нижняя граница биосферы в литосфере находится на глубине:
 - а) 1-2 км;
 - б) 2-3 км;
 - в) 4-5 км

4. Гидросфера заселена до максимальных глубин:
 - а) 20 км;
 - б) 15 км;
 - в) 11 км

5. В зависимости от характера А.С. Мончадский предложил различать факторы:
 - а) стабильные;
 - б) изменяющиеся;
 - в) оба ответа верны

6. Воздействие факторов среды на организмы бывает:
 - а) прямое;
 - б) сигнальное;
 - в) косвенное;
 - г) все ответы верны

7. комплекс природных тел и явлений, с которыми организм находится в прямых или косвенных взаимоотношениях, называют:
 - а) условием;
 - б) фактором;
 - в) спектром;
 - г) средой

8. Эвритермные виды выносят:
- а) большие колебания температуры;
 - б) большие колебания солености воды;
 - в) оба ответа верны
9. Фактор окружающей среды, уровень которого приближается к пределам выносливого организма или превышает ее, называют:
- а) оптимальным;
 - б) экологическим;
 - в) минимальным;
 - г) ограничивающим
10. К проявлениям действия биотических факторов среды можно отнести:
- а) выпадение осадков;
 - б) перенос пыльцы растений ветром;
 - в) недостаток кислорода;
 - г) разложение органических веществ в почве микроорганизмами
11. Эврифотные виды:
- а) выносят низкие температуры;
 - б) отличаются выносливостью к освещенности;
 - в) выносят высокие концентрации солей в воде
12. Особое условие среды, на которое организм реагирует приспособительными реакциями, называют:
- а) экстремальным условием;
 - б) экологическим фактором;
 - в) местом обитания;
 - г) экологическим ресурсом
13. Среди насекомых наибольшей плодовитостью отличаются те, у которых:
- а) личинки имеют крупные размеры;
 - б) потомство охраняется самкой;
 - в) избыток питательных ресурсов;
 - г) личинка развивается в воде
14. Отличительным признаком млекопитающих, обитающих в холодном климате, является:
- а) торпедовидная форма тела;
 - б) развитые органы зрения;
 - в) жаберное дыхание;
 - г) увеличение слоя подкожного жира
15. Экологический закон оптимума заключается в том, что:

- а) при ухудшении условий существования по одному фактору изменяется диапазон восприимчивости других факторов;
- б) наиболее значим тот экологический фактор, который больше всего отклоняется от оптимальных для организма величин;
- в) любой экологический фактор имеет определенные пределы положительного влияния на жизнедеятельность организмов

16. Определенный тип внешнего строения организмов, который отражает способ взаимодействия со средой обитания, называют:

- а) средой жизни;
- б) жизненной формой;
- в) фактором среды;
- г) метаморфозом

17. Теорию стадийного развития, расчленяющую онтогенез на ряд стадий, в каждой из которых решающее значение для успешности развития имеют разные факторы среды, разработал:

- а) Т.Д. Лысенко;
- б) А. Тинеманн;
- в) В. Шелфорд

18. Организмы, использующие готовое органическое вещество и при его превращениях получающие необходимые для них соединения и энергию, называют:

- а) автотрофами;
- б) гетеротрофами;
- в) оба ответа верны

19. К типам добывания корма в животном мире относят:

- а) пассивное питание;
- б) паразитическое питание;
- в) активное питание;
- г) все ответы верны

20. К формам активного питания относят:

- а) пастьба;
- б) выедание;
- в) подкарауливание;
- г) преследование;
- д) все ответы верны

21. Ограниченное (специализированное) питание – это:

- а) стенофагия;
- б) эврифагия;
- в) олигофагия

22. К животным, которые могут жить, употребляя сухой корм, получая воду за счет окисления составных частей пищи, относятся:
- а) черепаха;
 - б) медведь;
 - в) коала;
 - г) ехидна
23. Существование за счет одного вида пищи характерно для:
- а) олигофагов;
 - б) монофагов;
 - в) эврифагов
24. В зависимости от субстрата пищеварительные ферменты животных подразделяются на:
- а) протеазы;
 - б) карбогидразы;
 - в) эстеразы;
 - г) все ответы верны
25. Карбогидразы расщепляют:
- а) белки до аминокислот;
 - б) углеводы до моносахаридов;
 - в) жиры до глицеринов и жирных кислот
26. У животных длина кишечника коррелирует с:
- а) характером питания;
 - б) перевариваемостью пищи;
 - в) оба ответа верны
27. Животные пустынь получают дополнительную воду за счет окисления запасов:
- а) белков;
 - б) липидов;
 - в) минералов;
 - г) витаминов
28. Гомеостаз в теле животных обеспечивается:
- а) осморегуляцией;
 - б) регуляцией ионного состава;
 - в) выделением конечных продуктов обмена;
 - г) все ответы верны
29. Специальные механизмы, регулирующие водный и солевой обмен, отсутствуют у:

- а) пойкилоسمотических животных;
 - б) гомоосмотических животных;
 - в) оба ответа верны
30. Для выживания в условиях недостатка влаги у отдельных животных:
- а) появляются жабры;
 - б) повышается температура тела;
 - в) увеличивается масса тела;
 - г) формируются специальные жировые отложения
31. Обитателями соленых водоемов с меньшим, по сравнению со средой, содержанием солей в соках тела являются:
- а) гипотонические животные;
 - б) гипертонические животные;
 - в) пойкилоسمотические животные
32. Гомоосмотичность многих животных усиливается:
- а) непроницаемыми покровами в виде хитина;
 - б) покровами в виде слизи;
 - в) оба ответа верны
33. Небольшие колебания солености воды выдерживают:
- а) стеногалинные виды;
 - б) эвригалинные виды;
 - в) оба ответа верны
34. Условия водного обмена у наземных животных не определяются:
- а) влажностью климата;
 - б) режимом температуры;
 - в) длиной светового дня
35. По отношению к влажности воздуха и степени требовательности к воде в корме сухопутных животных разделяют на:
- а) гигрофильных;
 - б) ксерофильных;
 - в) мезофильных;
 - г) все ответы верны
36. Виды, выносящие широкий диапазон колебаний влажности воздуха или содержания влаги в пище, относятся к :
- а) эвригигробионтным;
 - б) стеногигробионтным;
 - в) мезогигробионтным

37. Тип выделения, при котором главным экскретом является аммиак, называется:

- а) уреотелия;
- б) урикотелия;
- в) аммониотелия

38. Физиологическое состояние организма, при котором приостанавливаются все жизненные процессы, называют:

- а) симбиозом;
- б) анабиозом;
- в) комменсализмом

39. В образовании витамина В₁₂ в организме животных участвует:

- а) йод;
- б) кобальт;
- в) хром

40. В образовании гормона инсулина и фермента карбоангидразы участвует:

- а) хром;
- б) цинк;
- в) медь

41. Одной из особенностей воздушной среды является:

- а) неравномерная циркуляция водных слоев;
- б) воздействие ультрафиолетовой радиации;
- в) наличие капельно-жидкой влаги

42. Дыхательный пигмент гемаупанин образовывается с участием:

- а) меди;
- б) ванадия;
- в) цинка

43. Избыток или недостаток микроэлементов во внешней среде оказывает влияние на:

- а) обмен веществ животных;
- б) жизнестойкость;
- в) форму организмов;
- г) все ответы верны

44. Если дыхательная поверхность вывернута наружу, образуя выпячивания, то такой орган называют:

- а) жаброй;
- б) легким;

в) трахеями

45. Если дыхательная поверхность образует углубление или впячивание, то получившуюся полость называют:

- а) жаброй;
- б) легким;
- в) трахеями

46. В качестве дыхательных пигментов у беспозвоночных животных не служит:

- а) медь;
- б) железосодержащие белки;
- в) гемоглобин

47. Оксифилы-стенобионты живут в водоемах, содержащих кислород в объеме:

- а) 7-11 см³/л³;
- б) 5-6 см³/л³;
- в) 4-0,5 см³/л³

48. Обитатели мест с плохой обеспеченностью кислородом – это:

- а) оксифобы-стеноксифионты;
- б) эвриоксифионты;
- в) оксифилы-стеноксифионты

49. Редукция жаберного аппарата, высокое содержание гемоглобина и большое количество сахара в крови характерно для:

- а) оксифилов;
- б) эвриксифионтов;
- в) оксифобов

50. Губительным излучением для животных является:

- а) коротковолновое;
- б) видимое;
- в) ультрафиолетовое

51. К стенофотным животным относятся:

- а) ночные животные;
- б) дневные животные;
- в) сумеречные животные

52. Чередование темного и светлого времени суток не оказывает существенного влияния на жизнедеятельность:

- а) крота;
- б) воробья;

- в) белки;
- г) гадюки

53. Глубоководные животные являются:

- а) фотофобами;
- б) стенофобами;
- в) фотофилами

54. Для морских животных, обитающих на больших глубинах, более характерно:

- а) торпедообразное тело;
- б) уплощенное с боков тело;
- в) уплощенное в спинно-брюшном направлении тело

55. Явление замора, т.е. массовой гибели гидробионтов, вызывается:

- а) недостатком кислорода;
- б) избытком кислорода;
- в) усилением течения

56. Температура среды влияет на:

- а) развитие животных;
- б) численность животных;
- в) распределение животных;
- г) все ответы верны

57. Для выживания в условиях холода у отдельных животных:

- а) появляются роговые чешуи;
- б) количество воды в теле;
- в) увеличивается масса тела;
- г) формируется волосяной покров

58. Для определения времени подготовки к зимней спячке большинство животных используют:

- а) сезонные соотношения дневных и ночных температур;
- б) изменение соотношения увлажнений воздуха почвы;
- в) ритм чередования темного и светлого времен суток;
- г) изменение амплитуды значений атмосферного давления

59. Организмы, жизнедеятельность и активность которых зависит от поступающего извне тепла, называют:

- а) теплокровными;
- б) холоднокровными;
- в) эндотермными;
- г) гетеротермными

60. Скорость биохимических процессов в организме животных возрастает в 2-3 раза при повышении температуры на:

- а) 10⁰С;
- б) 20⁰С;
- в) 30⁰С

61. К животным, которые выкармливают и оберегают потомство до взрослого состояния, относят:

- а) ужа обыкновенного;
- б) дрозда-рябинника;
- в) дальневосточную горбушу;
- г) бабочку-белянку

62. Плодовитость резко снижена у тех видов животных, которые:

- а) являются хищниками;
- б) имеют короткую продолжительность жизни;
- в) заботятся о потомстве;
- г) живут в неблагоприятных условиях среды

63. Неустойчивым уровнем обмена веществ, непостоянством температуры тела и отсутствием механизмов ее регуляции характеризуются:

- а) пойкилотермные животные;
- б) гомотермные животные;
- в) гетеротермные животные

64. Фотопериодизм – это зависимость жизнедеятельности организмов от:

- а) различной длины световых волн;
- б) направленности освещения;
- в) интенсивности освещения;
- г) продолжительности светового дня

65. По времени наибольшей активности жизнедеятельности животных делят на:

- а) гетеротрофов и автотрофов;
- б) хищников и жертв;
- в) паразитов и хозяев;
- г) ночных и дневных

66. Холодостойкость животных не связана с:

- а) условиями обитания;
- б) образом жизни;
- в) численностью животных

67. Гомойотермным организмом является:

- а) чайка серебристая;

- б) бабочка-крапивница;
- в) шмель обыкновенный;
- г) жук-навозник

68. Пойкилотермным организмом является:

- а) латимерия;
- б) барсук;
- в) косуля;
- г) трясогузка серая

69. Животных с низким термальным механизмом и широкой зоной деятельного состояния относят к:

- а) эвритермным;
- б) криофилам;
- в) термофилам

70. Распределение и отдача тепла связана с:

- а) химической теплорегуляцией;
- б) физической теплорегуляцией;
- в) оба ответа верны

71. К проявлениям химической терморегуляции относят:

- а) накопление белков;
- б) накопление питательных веществ;
- в) усиленное потребление кислорода

72. Способность к терморегуляции в процессе эволюции выработалась у:

- а) насекомых;
- б) рыб;
- в) млекопитающих и птиц

73. К наиболее важным физиологическим приспособлениям в условиях пустыни для регуляции температуры тела относят:

- а) потоотделение;
- б) жировые отложения вокруг отдельных органов;
- в) развитие волосяных покровов

74. Относительное постоянство температуры тела наблюдается при :

- а) гомотермии;
- б) пойкилотермии;
- в) эвритермии

75. К механизмам физической терморегуляции относят:

- а) поверхностное учащенное дыхание;
- б) сосудистая регуляция кровообращения;

- в) изолирующие покровы;
- г) все ответы верны

76. Способ передвижения «флотация» характерен для:

- а) рыб;
- б) планктонных организмов;
- в) ракообразных

77. Почву как среду обитания сближает с водной средой:

- а) способность к перемешиванию;
- б) температурный режим;
- в) проникновение солнечного света

78. Отличительным признаком организмов, способных за счет мускульных усилий передвигаться в почве, является:

- а) уплощенная форма тела;
- б) развитые органы зрения;
- в) наличие роющих конечностей

79. Плотность грунта влияет на распределение наземных животных, которые часто используют почву для:

- а) убежища от неблагоприятных условий;
- б) получения питьевой воды;
- в) защиты от эктопаразитов

80. При «долбящем» рытье животные используют:

- а) мощные когти конечностей;
- б) челюстной аппарат;
- в) задний конец тела

81. При «сверлящем» рытье основным орудием рыхления почвы животных является:

- а) челюстной аппарат;
- б) мощные когти конечностей;
- в) задняя пара конечностей

82. Основные типы передвижения животных по грунту:

- а) шаг;
- б) галоп;
- в) рикошетирующий бег;
- г) все ответы верны

83. Характерным признаком организмов, активно предвигающихся прыжками, является:

- а) развитие задних конечностей;

- б) развитый скелет
- в) развитая продольная мускулатура

84. Приспособлением к роющему образу жизни являются (-ется):

- а) длинные, развитые задние конечности;
- б) плотная головная капсула;
- в) большие ушные раковины

85. Плотность грунта влияет на распределение наземных животных, которые используют почву:

- а) для укрытия;
- б) для поддержания постоянства гемолимфы;
- в) при испарении излишков влаги

86. Компактное тело с мощными передними конечностями характерно для животного, которое:

- а) плавает;
- б) прыгает;
- в) роет

87. К экологической группе мезофилов, т.е. животных, которые предпочитают среднее увлажнение воздуха и почвы, относят:

- а) майского хруща;
- б) ручейника;
- в) водного скорпиона

88. Хорошо приспособленных к передвижению по снегу животных называют:

- а) хионофилами;
- б) хионофобами;
- в) хионевфорами

89. Подснежный образ жизни ведут:

- а) хионофилы;
- б) хионофобы;
- в) хионевфоры

90. К геофилам относятся:

- а) котики;
- б) гренландские тюлени;
- в) полосатые тюлени

91. К пагофилам относятся:

- а) лахтаки;
- б) сивучи;

в) котики

92. Реакция животных на изменение климата как целого проявляется через:

- а) суточную ритмику деятельности;
- б) сезонные циклы;
- в) многолетние биологические циклы;
- г) все ответы верны

93. К физиологическим приспособлениям к недостатку влаги у животных относят:

- а) ороговение покровов;
- б) строительство нор;
- в) развитие раковин

94. Ритмичное чередование периодов покоя и деятельности представляет:

- а) суточные циклы;
- б) сезонные циклы;
- в) многолетние биологические циклы

95. Наиболее сложные суточные ритмы жизни характерны для обитателей:

- а) морской приливно-отливной зоны;
- б) широколиственных лесов;
- в) суходольных лугов;
- г) агроценозов

96. Наиболее сложная динамика сезонной активности характерна для:

- а) косули;
- б) волка;
- в) медведя

97. Чередование темного и светлого времени суток не оказывает существенного влияния на жизнедеятельность:

- а) медведки;
- б) лося;
- в) белки

98. Регуляторами суточного цикла животных являются:

- а) пища;
- б) температура;
- в) влажность;
- г) все ответы верны

99. Приспособления к сезонным изменениям основных условий существования представляют:

- а) суточные циклы;
- б) сезонные циклы;
- в) многолетние биологические циклы

100. Климатическая сезонность лежит в основе изменений:

- а) питания;
- б) теплообмена;
- в) газового обмена;
- г) все ответы верны

101. С сезонными изменениями обилия корма в природе связаны:

- а) нагул животных;
- б) спячка животных;
- в) миграции;
- г) все ответы верны

102. Сезонная перестройка метаболизма животных связана с:

- а) изменениями температуры среды;
- б) изменениями кормовой базы;
- в) изменениями массы тела и роста животных

103. Периодичность размножения – это следствие:

- а) периодичности размножения;
- б) изменения температуры окружающей среды;
- в) изменения кормовой базы

104. С изменениями питания и сменой кормовых участков связаны:

- а) сезонные миграции;
- б) линька покровов;
- в) циклы развития

105. С помощью пространственной ориентации животные:

- а) находят необходимые химические и гидротермические условия;
- б) находят место гнезда;
- в) добывают корм;
- г) все ответы верны

106. Световая и зрительная ориентация осуществляется на основе:

- а) различия интенсивности освещения;
- б) восприятия и «запоминания» зрительных образов;
- в) цвета и положения предметов в пространстве;
- г) все ответы верны

107. Змеи видят человека с расстояния:
- а) 1-2 метра;
 - б) 3-4 метра;
 - в) 5 метров и более
108. Пчелы различают цвета:
- а) желто-зеленый;
 - б) сине-фиолетовый;
 - в) сине-зеленый;
 - г) все ответы верны
109. Пчелы не отличают цвета:
- а) желтый от зеленого;
 - б) голубой от фиолетового;
 - в) слепы к красному;
 - г) все ответы верны
110. Способность к восприятию ультрафиолетовых лучей не обнаружена у:
- а) насекомых;
 - б) рыб;
 - в) земноводных
111. Щелканье зубов, чавканье, хлопанье крыльев относят к:
- а) неспецифическим звукам;
 - б) специфическим звукам;
 - в) звукам небиогенного происхождения
112. Насекомые воспринимают звук при помощи:
- а) слуховых щетинок;
 - б) хордотональных органов;
 - в) тимпанальных органов;
 - г) все ответы верны
113. Рыбы издают звуки при помощи:
- а) плавательного пузыря;
 - б) лучей грудных плавников;
 - в) глоточных и челюстных зубов;
 - г) все ответы верны
114. Границы и чувствительность слуха зависят от:
- а) экологии вида;
 - б) возраста животных;
 - в) физиологического состояния;
 - г) все ответы верны

115. Дистантные обонятельные органы насекомых расположены на:
- а) антеннах;
 - б) конечностях;
 - в) ротовом аппарате
116. Топохимический орган характерен для:
- а) пчел;
 - б) мух;
 - в) жесткокрылых
117. Рыбы различают вкус:
- а) сладкий;
 - б) кислый;
 - в) горький;
 - г) все ответы верны
118. Низкая чувствительность к вкусовым раздражениям характерна для:
- а) амфибий;
 - б) пресмыкающихся;
 - в) птиц
119. Кожные анализаторы животных воспринимают ощущения:
- а) тактильные;
 - б) температурные;
 - в) болевые;
 - г) все ответы верны
120. Твердые тела на расстоянии могут определить:
- а) змеи;
 - б) лягушки;
 - в) черепахи
121. Гигрорецепторы у наземных насекомых расположены на:
- а) антеннах;
 - б) конечностях;
 - в) брюшка
122. Водные позвоночные используют электрические токи для:
- а) защиты;
 - б) нападения;
 - в) эхолокации;
 - г) все ответы верны
123. Реакция рыб на электрические токи проявляется:
- а) рыба пытается уйти из поля тока;

- б) рыба плывет по направлению к току;
- в) впадает в состояние гальванонаркоза;
- г) все ответы верны

124. У рыб ведущее положение в ориентации занимает:

- а) тактильная чувствительность;
- б) слух;
- в) обоняние;
- г) все ответы верны

125. Механизмы ориентации птиц во время длительных сезонных перелетов включают:

- а) зрительную ориентацию по отдельным предметам;
- б) кинетическую память;
- в) электромагнитную ориентацию;
- г) все ответы верны

126. Роль и значение вида в биосфере определяются:

- а) его местом;
- б) удельным весом в круговороте веществ;
- в) оба ответа верны

127. Совокупность особей одного вида, способных к скрещиванию и занимающих определенную территорию достаточно долгое время, называют:

- а) экосистемой;
- б) зооценозом;
- в) популяцией;
- г) биоценозом

128. Число особей вида одной популяции, приходящихся на единицу пространства, называют:

- а) плотностью популяции
- б) численностью популяции
- в) ареалом

129. Половая структура популяции – это:

- а) способность к свободному скрещиванию;
- б) соотношение числа самцов и самок;
- в) число самцов;
- г) число самок

130. Одной из важнейших характеристик всех популяций является:

- а) расселение;
- б) способность к передвижению;
- в) способность занимать определенное пространство;
- г) способность вступать в симбиотические связи

131. Распространение особей популяции за пределы видového ареала называется:
- а) расселением;
 - б) перемещением;
 - в) передвижением
132. Территория, занимаемая популяцией, называется:
- а) биоценозом;
 - б) биотопом;
 - в) ареалом
133. Существование множества мелких популяций связано с:
- а) неравномерным распределением благоприятных условий;
 - б) анатомическими особенностями;
 - в) соотношением особей различного возраста
134. Внутри видového населения существуют группировки особей:
- а) семья;
 - б) стадо;
 - в) колония;
 - г) все ответы верны
135. Образ жизни популяций бывает:
- а) одиночный;
 - б) стадный;
 - в) колониальный;
 - г) все ответы верны
136. Наиболее крупными территориальными группировками являются:
- а) виды;
 - б) подвиды;
 - в) популяции
137. Территориальные размеры подвидов зависят от:
- а) ландшафтного разнообразия территории;
 - б) подвижности животных;
 - в) особенностей внутривидовых отношений;
 - г) все ответы верны
138. Внутри географической популяции входящие в ее состав особи не обладают:
- а) единым режимом жизненных явлений;
 - б) разным режимом динамики населения;
 - в) стойкостью против неблагоприятных влияний

139. Разные географические популяции могут отличаться:
- а) плодовитостью;
 - б) оседлостью;
 - в) экологическими и физиологическими особенностями;
 - г) все ответы верны
140. Основные популяции животных (европейско-сибирская, средиземноморская, ирано-туранская, сахаро-синдианская) выделил и дал им характеристику:
- а) Ф. Беденгаймер;
 - б) В.Н. Беклемишев;
 - в) Ч. Дарвин
141. Экологические популяции:
- а) состоят из обитателей одного местообитания;
 - б) не постоянны по составу;
 - в) слабо изолированы друг от друга;
 - г) все ответы верны
142. Элементарные популяции:
- а) не имеют устойчивых морфологических различий;
 - б) отличаются особенностями поведения;
 - в) состоят из обитателей отдельных стадий в неоднородных комплексных биотопах;
 - г) все ответы верны
143. Если элементарные популяции занимают благоприятные места, то они существуют в:
- а) стадиях переживания;
 - б) стадиях расселения;
 - в) стадиях временных
144. Судьба элементарных популяций зависит от:
- а) особенностей микроклимата;
 - б) условий защиты от врагов;
 - в) состава кормов;
 - г) все ответы верны
145. Каждая популяция, занимающая крупную территорию, состоит из:
- а) различных возрастных групп;
 - б) сезонных фаз;
 - в) форм с различными функциями;
 - г) все ответы верны

146. Популяция не включает:

- а) фазы, не зависящие от плотности популяции;
- б) сезонные фазы у видов с цикломорфозом;
- в) биологические расы

147. Проникновение особей из одной популяции в другую зависит от:

- а) резкого увеличения плотности популяции;
- б) уменьшения плотности популяции;
- в) средней продолжительности жизни отдельных особей

148. И.В. Кожанчиков у растительноядных насекомых выделил внутривидовую биологическую дифференциацию:

- а) пищевые адаптации;
- б) внутривидовые биологические формы, отличающиеся питанием и местом обитания;
- в) внутривидовые биологические формы, мало различимые морфологически;
- г) все ответы верны

149. Внутривидовые биологические формы, отличающиеся питанием и местом обитания:

- а) в природе разобщены;
- б) в эксперименте легко обратимы;
- в) морфологически очень различны;
- г) все ответы верны

150. Животные могут вести образ жизни:

- а) одиночный;
- б) одиночно-семейный;
- в) групповой;
- г) все ответы верны

151. Групповой образ жизни дает животным преимущества:

- а) благоприятный микроклимат;
- б) совместное добывание корма;
- в) борьба с конкурентами;
- г) все ответы верны

152. Для кочевнического образа жизни не характерно:

- а) постоянное передвижение по территории;
- б) разнообразные районы обитания;
- в) свои пути кочевков

153. Для колоний-семей не характерно:

- а) дифференциация;

- б) низкая степень интеграции особей;
- в) согласованное поведение особей;

154. Биологическое значение групповых объединений животных:

- а) создают химизм среды;
- б) влияют на метаболизм;
- в) изменяют характер развития животных;
- г) все ответы верны

155. У саранчовых переход из одиночной фазы в стадную происходит посредством:

- а) концентрации;
- б) агрегации;
- в) гregarизации;
- г) все ответы верны

156. Одиночно-семейный образ жизни животных заменяется групповым:

- а) осенью и зимой;
- б) весной и зимой;
- в) летом и осенью

157. Следствие межвидовых отношений:

- а) образование межвидовых сообществ, отличающихся относительной устойчивостью видового состава;
- б) возможность замены одного вида другим;
- в) упрощение или усложнение видового состава;
- г) все ответы верны

158. Характер динамики вида не определяется:

- а) морфо-физиологическими особенностями;
- б) экологическими особенностями;
- в) неспособностью приспосабливаться к постоянно меняющимся условиям жизни

159. Численность популяции более устойчива у следующих видов:

- а) с невысокой плодовитостью и большей продолжительностью жизни;
- б) с небольшой продолжительностью жизни и высокой плодовитостью;
- в) способных к массовым вспышкам

160. Количественные изменения популяций являются итогом:

- а) размножения;
- б) гибели;
- в) миграций;
- г) все ответы верны

161. К показателям демографической структуры популяции относят:
- а) продолжительность активности в течение суток;
 - б) способность строить укрытие;
 - в) количество умерших и рожденных особей
162. Снижение численности популяции характеризуется:
- а) плотностью;
 - б) смертностью;
 - в) рождаемостью
163. Рост численности популяции может ограничиваться:
- а) соотношением числа самцов и самок;
 - б) действием факторов среды;
 - в) соотношением разновозрастных особей
164. Ускорение роста развития и усиление размножения животных наблюдаются при:
- а) падении численности;
 - б) подъемах численности;
 - в) неизменности численности
165. Плодовитость видов бывает более высокой:
- а) в благоприятных для жизни местах;
 - б) в местах с худшими условиями существования;
 - в) в нормальных условиях
166. Величина плодовитости животных определяется:
- а) средней смертностью;
 - б) возможностями выращивания потомства;
 - в) миграциями
167. Характер плодовитости животных зависит от:
- а) скорости полового созревания;
 - б) времени года;
 - в) условий существования
168. У животных, для которых свойственна забота о потомстве, естественный отбор направлен на поддержание:
- а) оптимального числа потомков;
 - б) максимального числа потомков;
 - в) пропорционального соотношения разновозрастных групп
169. Интенсивность размножения популяции меняется в зависимости от:
- а) изменений среды;
 - б) состояния популяции;

- в) состава популяций;
- г) все ответы верны

170. Жизнеспособность потомства зависит от:

- а) числа отложенных яиц или рожденных детенышей;
- б) условий обеспеченности кормом родителей;
- в) роста плотности популяции

171. Величина смертности определяет:

- а) последовательность отмирания отдельных поколений;
- б) характер возрастного состава популяций;
- в) продолжительность жизни;
- г) все ответы верны

172. Больше самок рождается:

- а) при неблагоприятных условиях;
- б) в благоприятные годы;
- в) при обычных условиях

173. На базе пищевых и пространственных связей между видами возникают отношения:

- а) сожительство;
- б) несовместимость;
- в) безразличная терпимость;
- г) все ответы верны

174. Взаимовыгодные отношения между особями различных видов, без которых их существование становится невозможным, называются:

- а) паразитизм;
- б) мутуализм;
- в) нахлебничество;
- г) комменсализм

175. Сожительство особей различных видов, постоянное или временное, при котором один из них питается остатками пищи другого, не причиняя ему вреда, называется:

- а) комменсализм;
- б) паразитизм;
- в) нейтрализм;
- г) мутуализм

176. Форма комменсализма, при которой особи одного вида питаются остатками пищи другого, называется:

- а) симбиозом;
- б) нейтрализмом;
- в) нахлебничеством;

г) конкуренцией

177. Примером биотических отношений, когда особи одного вида питаются особями другого вида, настигая и убивая, является:

- а) паразитизм;
- б) хищничество;
- в) мутуализм

178. Биотические отношения, когда один организм использует другой как источник пищи и как место временного или постоянного обитания, называют:

- а) хищничеством;
- б) паразитизмом;
- в) нахлебничеством

179. Биотические отношения, при которых одни организмы живут за счет других, называют:

- а) симбиозом;
- б) паразитизмом;
- в) мутуализмом

180. Примером комменсализма могут служить связи между:

- а) человеком и аскаридой;
- б) акулой и рыбой-прилипалой;
- в) коалой и эвкалиптом

181. Формы симбиоза животных:

- а) взаимозависимость;
- б) антибиоз;
- в) нейтрализм

182. Примером симбиотических отношений может служить связь между:

- а) колорадским жуком и картофелем;
- б) комаром и человеком;
- в) клубеньковыми бактериями и растениями семейства бобовых

183. Примером хищничества могут служить отношения между следующими организмами:

- а) человеком и бычьим цепнем;
- б) лягушкой и комаром;
- в) слепнем и лошадью

184. Формы антибиоза животных:

- а) мутуализм;

- б) квартиранство;
- в) конкуренция

185. Выделяют типы паразитизма:

- а) мутуализм;
- б) синойкия;
- в) комменсализм;
- г) все ответы верны

186. Если партнеры извлекают обоюдную пользу из тесного сожительства, то такое существование называют:

- а) мутуализм;
- б) синойкия;
- в) комменсализм

187. Симбиоз развивается в рамках:

- а) синойкии;
- б) мутуализма;
- в) комменсализма

188. Если для паразитов существование за счет хозяина не является обязательным, то такой паразитизм называют:

- а) факультативным;
- б) облигатным;
- в) периодическим

189. Симбиоз возник в результате:

- а) квартиранства;
- б) хищничества;
- в) случайного проникновения будущего паразита в организм животного;
- г) все ответы верны

190. Среда первого порядка для паразитов – это:

- а) морфо-физиологические особенности животного;
- б) внешние условия;
- в) место питания хозяина

191. Сезонная динамика паразитофауны зависит от:

- а) изменений внешней среды;
- б) образа жизни хозяина;
- в) циклов развития паразитов;
- г) все ответы верны

192. Растения и животные, населяющие почву, составляют:

- а) эдафон;

- б) дендрофон;
- в) инфуна

193. В водоемах население грунта называют:

- а) инфуна;
- б) эпифауна;
- в) нектон

194. Величина продуктивности сообществ зависит от:

- а) запасов первичных ресурсов;
- б) состава и численности соотношения видов в сообществе;
- в) плотности населения в сообществе

195. Прямое действие человека на животный мир не выражается в:

- а) борьбе с вредителями растений;
- б) добычании промысловых видов;
- в) развитии промышленности

196. На дикое животное население самое большое влияние оказывает:

- а) земледелие;
- б) промышленность;
- в) транспорт

197. Основы учения о популяции заложил:

- а) Ч. Дарвин;
- б) Ч. Элтон;
- в) Э. Геккель

198. Взаимоотношения между видами через их влияние на среду обитания называют:

- а) косвенными;
- б) трофическими;
- в) прямыми

199. Все организмы по способу питания подразделяются на две большие группы:

- а) автотрофы и гетеротрофы;
- б) автотрофы и хемотротрофы;
- в) редуценты и гетеротрофы

200. Растительноядных и плотоядных животных, являющихся основными потребителями органического вещества, называют:

- а) консументами;
- б) редуцентами;

в) фитофагами

201. К гетеротрофам нельзя отнести:

- а) сапротрофов;
- б) консументов;
- в) продуцентов

202. Условия существования популяций зависит от:

- а) интенсивности промыслового использования;
- б) сроков и способов добывания животных;
- в) оба ответа верны

203. Агроценозы не устойчивы из-за:

- а) их небольшой площади;
- б) полной зависимости от человека;
- в) плохих почв

204. К агроэкосистеме нельзя отнести:

- а) пашню;
- б) животноводческую ферму;
- в) территорию, занятую под промышленное предприятие

205. Для агроэкосистем характерно:

- а) понижение видового разнообразия;
- б) повышение видового разнообразия;
- в) наличие естественного круговорота веществ

206. Городская экосистема отличается от естественной по следующему признаку:

- а) плотность популяций всех животных выше;
- б) выше биомасса автотрофных организмов;
- в) видовое разнообразие живых организмов ниже, численность отдельных из них высока

207. В городских экосистемах наблюдается:

- а) увеличение биомассы автотрофов;
- б) преобладание консументов первого порядка;
- в) уменьшение биомассы автотрофов

208. Особую группу животных, обитающих в жилище человека, называют:

- а) антропогенной;
- б) урбанистической;
- в) синантропной

209. Синантропов с человеком связывает:

- а) питание отходами его хозяйства;
- б) паразитирование на человеке или домашних животных;
- в) использование созданных человеком убежищ;
- г) все ответы верны

210. Синантропные животные имеют следующие особенности в морфологии и поведении:

- а) являются ночными хищниками;
- б) незаметную окраску, относительно мелкие размеры;
- в) сумеречный образ жизни

211. Синантропизм не представляет:

- а) паразитизм;
- б) нахлебничество;
- в) мутуализм

212. Синантропизм может быть:

- а) постоянным;
- б) полным;
- в) временным;
- г) все ответы верны

213. К полным и постоянным синантропам относятся:

- а) эндопаразиты человека;
- б) вредители;
- в) нахлебники;
- г) все ответы верны

214. К квартирантам, использующим убежища близ жилища человека, не относятся:

- а) стрижи;
- б) скворцы;
- в) воробьи

215. К синантропным животным можно отнести:

- а) кур и лошадей;
- б) тараканов и платяных молей;
- в) волков и ужей

ПЛАН ЛАБОРАТОРНЫХ ХАНЯТИЙ ПО ЭКОЛОГИИ ЖИВОТНЫХ

ЗАНЯТИЕ № 1

Тема: «Зооценоз как функциональный блок экосистемы. Трофические группировки животных в различных адаптивных зонах»

Оборудование: экспозиции биологического музея; методические рекомендации к выполнению лабораторных работ.

Контрольные вопросы:

1. Основные типы питания животных.
2. Приспособления фитофагов к питанию.
3. Приспособления зоофагов к питанию.
4. Специализация питания животных. Обеспеченность пищей и жизнеспособность особей.

Ход занятия:

1. На базе биологического музея распределить экспонируемые виды животных по трофическим группам (на примере позвоночных животных).
2. Описать адаптации фитофагов и их подгрупп.
3. Описать адаптации зоофагов и их подгрупп.

ЗАНЯТИЕ № 2

Тема: «Адаптации животных к водной среде жизни. Экологические группы гидробионтов. Водно-солевой обмен, газообмен и терморегуляция у гидробионтов»

Оборудование: микроскоп; влажные препараты дафнии, циклопа, кальмара, речного рака, краба, плотвы, окуня; методические рекомендации к выполнению лабораторных работ.

Контрольные вопросы:

1. Морфологические признаки экологических групп гидробионтов.
2. Водно-солевой обмен гидробионтов.
3. Газообмен водных животных.
4. Терморегуляция у гидробионтов.
5. Специфические адаптации организмов в водной среде.

Ход занятия:

1. Определить по предложенным препаратам виды организмов. Указать их принадлежность к экологической группе гидробионтов, приспособления к обитанию в гидросфере.

ЗАНЯТИЕ № 3

Тема: «Адаптации эндобионтов. Эндопаразитизм и эндосимбиоз, их варианты. Адаптации геобионтов. Жизненные формы геобионтов»

Оборудование: микроскоп; тушки крота, слепыша; коллекция медведки; коллекция «Конечности насекомых»; влажные препараты аскариды, свиного солитера, бычьего цепня; микропрепараты печеночного сосальщика, ланцетовидного сосальщика, кошачьей двуустки; методические рекомендации к выполнению лабораторных работ.

Контрольные вопросы:

1. Классификация паразитизма. Примеры паразитических животных различных таксономических групп.
2. Симбиоз как форма биотических взаимоотношений.
3. Адаптации к жизни в другом организме – к паразитизму.
4. Значение субстрата для животных (почва).
5. Адаптации организмов к жизни в почве.

Ход занятия:

1. Определить по предложенным препаратам виды организмов. Указать приспособления к роющему подземному образу жизни.
2. Определить по коллекции «Конечности насекомых» копательную конечность медведки. Указать морфологические изменения в строении конечности в связи с обитанием в почве.
3. Определить по предложенным препаратам виды организмов. Указать морфологические и физиологические приспособления к паразитизму.

Вопросы
к экзамену по экологии животных
для студентов 4 курса ЗО специальности «Биоэкология»

5. Разделы экологии животных, ее объекты и методы, отношения к смежным объектам.
6. Основные направления и задачи экологии животных.
7. Основные типы питания животных и связанные с ними приспособления.
8. Специализация питания животных. Обеспеченность пищей и жизнеспособность особей.
9. Классификация живых организмов по типам питания.
10. Водно-солевой обмен гидробионтов.
11. Водный обмен сухопутных животных.
12. Минеральное питание сухопутных животных.
13. Специфические адаптации организмов в водной среде.
14. Адаптации животных к водному режиму.
15. Газообмен водных животных.
16. Газообмен сухопутных животных.
17. Адаптации организмов к обитанию в наземно-воздушной среде.
18. Значение лучистой энергии для животных.
19. Значение света в жизни животных.
20. Пойкилотермные животные.
21. Гомотермные животные.
22. Температурные адаптации животных.
23. Приспособительное поведение животных к температурным условиям среды.
24. Влияние температуры на размножение и смертность животных.
25. Значение субстрата для животных (почва, грунты водоемов, снежный покров).
26. Адаптации организмов к жизни в почве.
27. Суточные циклы животных.
28. Многолетние циклы животных.
29. Светочувствительность и зрение животных.
30. Звуки и слух животных.
31. Химическая чувствительность животных.
32. Кожная чувствительность животных.
33. Электрическая и электромагнитная чувствительность животных.
34. Ориентация животных, как целостный процесс.
35. Реакция организмов на влияние абиотических факторов.
36. Связи организмов в биоценозах.
37. Видовая структура биоценоза.
38. Основные формы межвидовых отношений животных.
39. Конкуренция – вид биотических связей.
40. Хищничество – вид биотических связей.

41. Симбиоз как форма биотических взаимоотношений.
42. Приспособления хищников.
43. Защитные приспособления добычи.
44. Взаимные приспособления хищника и жертвы.
45. Типы паразитизма.
46. Адаптации к жизни в другом организме – к паразитизму.
47. Коадаптации паразитов и хозяев.
48. Значение паразитов в динамике численности хозяев.
49. Структура популяций.
50. Свойства популяций.
51. Типы динамики численности популяций.
52. Причины динамики численности популяций.
53. Связи организмов в биоценозах.
54. Видовая структура биоценоза.
55. Пространственная структура биоценоза.
56. Структура экосистемы.
57. Динамика экосистем.
58. Признаки и критерии вида.
59. Значение человеческой деятельности для природы.
60. Животноводство и его значение для диких видов.
61. Земледелие и его значение для диких видов.
62. Промысел животных и его значение для диких видов.
63. Населенные пункты и животные-синантропы.
64. Структура агроэкосистемы. Отличия агроэкосистем от естественных систем.