

Для бентосных организмов характерны адаптации, которые направлены на уменьшение плавучести:

1) утяжеление тела за счет раковин (моллюски), хитинизированной кутикулы (раки, крабы, омары, лангусты);

2) закрепление на донном субстрате с помощью органов фиксации (присоски у пиявок, крючья у личинок ручейников) или уплощенного тела (скат, камбала). Некоторые представители зарываются в грунт (многощетинковые черви).



■ **Повторим главное.** В соленых водах обитают только водоросли, содержащие широкий спектр фотосинтетических пигментов. В органах растений, обитающих в пресных водоемах, имеется воздухоносная ткань (аэренхима), но слабо развиты механические и проводящие ткани. Корневая система лишена корневых волосков либо отсутствует. По характеру адаптаций водных животных разделяют на три основные экологические группы: планктон, нектон, бентос.

? Проверим знания

Ключевые вопросы. 1. Назовите ткани и органы, которые слабо развиты у водных растений. Объясните почему. 2. Распределите перечисленные растения на группы: гидрофиты и гигрофиты. Пушица, рдест, элодея, осока, кувшинка, рис, ряска, папирус. 3. Из перечисленных животных выберите представителей нектона: кальмар, медуза, камбала, осьминог, креветка, морской еж, сом, дельфин. 4. Установите соответствие между экологическими группами водных обитателей и их представителями. Экологические группы: 1 — планктон; 2 — нектон; 3 — бентос. Представители: щука, медуза, камбала, осьминог, краб, дафния, рак-отшельник.



Сложные вопросы. 1. Опишите распределение живых организмов в водной среде и поясните, от каких физических и химических факторов оно зависит. 2. Почему животный мир в водной среде намного богаче, чем растительный? Дайте аргументированный ответ с учетом их морфофизиологических особенностей.

§ 11. Наземно-воздушная среда жизни.

Адаптации организмов к жизни в наземно-воздушной среде

- **Вспомните**, чем воздух по свойствам отличается от воды.
- **Как вы думаете?** Какой из факторов наземно-воздушной среды жизни является основным лимитирующим фактором и почему?
- **Вы узнаете** об особенностях условий в наземно-воздушной среде жизни и адаптациях организмов к этим условиям.

В ходе эволюции наземно-воздушная среда жизни была освоена организмами позже, чем водная. Отличительными особенностями наземно-воздушной среды являются: высокая интенсивность света, значительные колебания температуры и влажности воздуха, его низкая плотность и давление, высокое содержание кислорода. При этом наблюдается хорошо выраженная зависимость количественных значений этих факторов от географического положения местности, смены сезонов и времени суток.

Газовый режим наземно-воздушной среды. Одним из компонентов наземно-воздушной среды является воздух (смесь различных газов). Воздух обладает низкой плотностью, поэтому не может выполнять функцию опоры для организмов (за исключением летающих насекомых и птиц). Именно низкая плотность определяет незначительное сопротивление воздуха при передвижении организмов по поверхности почвы. В то же время это затрудняет их перемещение в вертикальном направлении. Низкая плотность воздуха обуславливает также низкое давление на суше (760 мм рт. ст. = 1 атм). С увеличением высоты над уровнем моря давление уменьшается. На высоте 5800 м оно равняется лишь половине нормального. Низкое давление может ограничивать распространение видов в горах. Для большинства позвоночных верхняя граница жизни находится на высоте около 6000 м. Снижение давления влечет за собой уменьшение обеспеченности кислородом и обезвоживание организмов животных за счет учащения дыхания. Примерно такие же пределы продвижения в горы растений. Несколько более выносливы членистоногие (ногохвостки, клещи, пауки), которые могут встречаться даже на ледниках, выше границы растительности.

Воздух меньше, чем вода, препятствует проникновению солнечного света, так как имеет более высокую прозрачность.

► **Это интересно.** Газовый состав атмосферы является важным климатическим фактором. Примерно 3—3,5 млрд лет назад атмосфера содержала азот, аммиак, водород, метан и водяной пар, а свободный кислород в ней отсутствовал. Состав атмосферы в значительной степени определялся вулканическими газами.

В настоящее время атмосфера состоит в основном из азота, кислорода и относительно небольшого количества аргона и углекислого газа. Все остальные газы содержатся в атмосфере в следовых количествах.

Кислород и углекислый газ, как правило, не являются лимитирующими факторами: кислород — из-за постоянно высокого содержания в воздухе, а углекислый газ — из-за большой скорости возобновления. Важное

значение для организмов имеет относительное содержание кислорода и углекислого газа. Как вы уже знаете из курса биологии 9-го класса, от их парциального давления зависит эффективность газообмена в легких.

Содержание углекислого газа может изменяться в отдельных участках приземного слоя воздуха в довольно значительных пределах. Например, при отсутствии ветра в центре больших городов его концентрация возрастает в десятки раз. Это приводит к развитию гипоксии (снижению содержания кислорода в организме) и обострению сердечно-сосудистых заболеваний у людей. Насыщение воздуха углекислым газом возникает в зонах вулканической активности, возле термальных источников и других подземных выходов этого газа. Низкое содержание углекислого газа тормозит процесс фотосинтеза. В условиях закрытого грунта можно повысить скорость фотосинтеза, искусственно увеличивая концентрацию углекислого газа. Этим приемом пользуются в практике тепличного и оранжерейного хозяйства.

Молекулярный азот воздуха из-за малой химической активности не доступен для эукариот, но ряд прокариот (клубеньковые бактерии, азотобактер, цианобактерии) обладают способностью связывать его и вовлекать в биологический круговорот (биологическая азотфиксация).

В качестве примесей в воздухе присутствуют водяные пары и различные загрязнители. За последнее столетие в результате хозяйственной деятельности человека их содержание в атмосфере резко повысилось. Среди загрязнителей воздуха наиболее опасными являются: оксиды азота и серы, аммиак, формальдегид, тяжелые металлы, углеводороды. Ныне живущие организмы не приспособлены к ним. По этой причине загрязнение атмосферы является глобальной экологической проблемой. Для ее решения требуется осуществление природоохранных мероприятий на уровне всех государств земного шара.



Рис. 19. Кедр с флаговой кроной, расположенной в соответствии с преимущественным направлением ветров

Перемещение воздуха в горизонтальном направлении из области высокого атмосферного давления в область более низкого — ветер — является одним из значимых экологических факторов наземно-воздушной среды. Ветер может

вызывать перемещение песков в пустынях (песчаные бури). Он способен выдувать органические частицы почвы на любом рельефе, снижая плодородие земель (ветровая эрозия). Ветер оказывает механическое воздействие на растения. Он способен вызывать ветровалы (выворачивание деревьев с корнями), буреломы (переломы стволов деревьев), деформацию кроны деревьев (рис. 19). Перемещение воздушных масс существенно влияет на распределение осадков и температурный режим наземно-воздушной среды.

Водный режим наземно-воздушной среды. Из курса географии вы знаете, что наземно-воздушная среда может быть как предельно насыщена влагой (зона экваториальных лесов), так и очень бедна ею (пустыни). Осадки распределяются неравномерно как по сезонам, так и по географическим зонам. Влажность в среде колеблется в широком диапазоне. Она является основным лимитирующим фактором для живых организмов.

Температурный режим наземно-воздушной среды. Температура в наземно-воздушной среде имеет выраженную суточную и сезонную периодичность. Организмы адаптировались к ней с момента выхода жизни на сушу. Поэтому температура реже, чем влажность, проявляет себя как лимитирующий фактор. Однако в высоких широтах лимитирующее действие температуры усиливается. Жизнедеятельность большинства организмов ограничена температурным интервалом от 0 до +40 °С. Многие наземные организмы способны переносить отрицательные температуры в неактивном состоянии.

Воздух, в отличие от водной среды, обладает низкой теплопроводностью и низкой удельной теплоемкостью, что обуславливает быстрое нагревание и охлаждение воздушных масс. Поэтому у живых организмов в связи с этим возникли соответствующие адаптации.

Адаптации растений к жизни в наземно-воздушной среде. С выходом растений на сушу у них появились ткани. Строение тканей растений вы изучали в курсе биологии 7-го класса. В связи с тем, что воздух не может служить надежной опорой, у растений возникли *механические* ткани (древесные и лубяные волокна). Широкий диапазон изменения климатических факторов стал причиной формирования плотных *покровных* тканей. Нахождение воды и питательных веществ в почве обусловило появление *проводящих* тканей, формирование корня, стебля и листьев. Благодаря подвижности воздуха (ветру) у растений сформировались приспособления к опылению, распространению спор, плодов и семян.

Адаптации животных к жизни в наземно-воздушной среде. Жизнь животных во взвешенном состоянии в воздухе невозможна из-за его низкой плотности. Но многие из видов (насекомые, птицы) приспособились к активному полету и длительному пребыванию в воздухе. Перемещение воздушных масс в горизонтальном и вертикальном направлениях используется некоторыми мелкими организмами для пассивного перемещения. Таким способом расселяются протисты, пауки, насекомые. Низкая плотность воздуха стала причиной совершенствования у животных в процессе эволюции наружного (членистоногие) и внутреннего (позвоночные) скелетов. По этой же причине существуют предельные массы и размеры тела наземных животных. Самое крупное, ныне существующее животное суши — слон (масса до 5 т), гораздо меньше морского гиганта — синего кита (до 150 т). Только благодаря появлению разных типов конечностей млекопитающие смогли заселить разнообразные по характеру рельефа участки суши.

У животных, обитающих в засушливых регионах, появились приспособления к добыванию и удержанию в теле воды. Так, слоновая черепаха запасает воду в мочевом пузыре; многие насекомые, грызуны и другие животные получают воду с пищей; некоторые млекопитающие избегают дефицита влаги путем отложения жира, при окислении которого образуется метаболическая вода. За счет метаболической воды живут многие насекомые, питающиеся сухим кормом, верблюды, курдючные овцы, жирнохвостые тушканчики.

► **Это интересно.** Лягушка плоскоголовая лопатница, или пустынная австралийская жаба, в период дождей запасает в больших подкожных «мешках» и полостях тела так много воды, что раздувается и становится похожей на шишковатый теннисный мяч. После этого она прячется под землю. Там, на глубине 30—35 см, жаба выделяет специальную слизь, которая дополнительно защищает животное от потери влаги. Благодаря таким приспособлениям, лягушка может выдержать засуху целый год и даже больше. С давних времен, зная эти особенности местных земноводных, аборигены Австралии, очутившись в пустыне, разыскивают их, чтобы утолить жажду.

Таким образом, для жизни в наземно-воздушной среде у животных имеются приспособления: 1) крылья для полета либо конечности для передвижения по суше; 2) наружные покровы для защиты от низких или высоких температур; 3) наружный или внутренний скелет для поддержания тела в воздушном пространстве; 4) приспособления для добывания и удержания в теле воды.

■ **Повторим главное.** В наземно-воздушной среде воздух имеет низкую плотность и давление, высокую прозрачность и содержание кислорода. Влажность в среде является основным лимитирующим фактором и зависит от климатического пояса. У растений и животных к жизни в наземно-воздушной среде выработались разнообразные адаптации. У растений появились механические, покровные и проводящие ткани, сформировались органы. Наличие ветра привело к развитию у них приспособлений для опыления, распространения спор, семян и плодов. У животных для перемещения в воздухе сформировались крылья — приспособления к полету, а для передвижения по суше — разные типы конечностей. Низкая плотность воздуха стала причиной дальнейшего развития наружного и внутреннего скелетов. Непостоянство условий среды привело к формированию у животных защитных покровов тела.

? Проверим знания

Ключевые вопросы. 1. Охарактеризуйте свойства воздуха как компонента наземно-воздушной среды. 2. Какие факторы наземно-воздушной среды являются лимитирующими? Почему? 3. Назовите наиболее опасные загрязнители воздуха. В чем их опасность?

Сложные вопросы. 1. Обоснуйте необходимость появления у растений после их выхода на сушу различных тканей: механических, покровных, проводящих. 2. Чем обусловлена необходимость появления у животных, обитающих в наземно-воздушной среде, разных типов конечностей? Приведите примеры животных с разными типами конечностей.



§ 12. Почвенная среда жизни. Адаптации организмов к жизни в почве

- **Вспомните**, что такое почва, назовите виды организмов, которые живут в почве.
- **Как вы думаете?** Какие приспособления к эдафическим экологическим факторам должны иметь организмы, чтобы жить в почвенной среде?
- **Вы узнаете** об особенностях условий почвенной среды жизни и об адаптациях организмов к ним.

Общая характеристика почвы как среды жизни. Почва — верхний слой земной коры, обладающий плодородием. Она образовалась в результате взаимодействия климатических и биологических факторов с подстилающей породой (песок, глина). Почва также является источником минерального питания для растений. В то же время почва — это среда жизни для многих организмов. Это самая молодая среда жизни на Земле.