**Лекция. Основные среды жизни. Наземно-воздушная среда жизни.**

**План лекции.**

1. Основные экологические факторы наземно-воздушной среды жизни. Плотность воздуха. Газовый состав воздуха.
2. Основные экологические факторы наземно-воздушной среды жизни. Температура воздуха.
3. Основные экологические факторы наземно-воздушной среды жизни. Солнечный свет.
4. Основные экологические факторы наземно-воздушной среды жизни. Вода на суше.
5. Почва и рельеф. Погодные и климатические особенности наземно-воздушной среды.
6. **Основные экологические факторы наземно-воздушной среды жизни. Плотность воздуха. Газовый состав воздуха**

В ходе эволюции наземно-воздушная среда была освоена значительно позднее, чем водная. Наземно-воздушная среда – самая сложная по экологическим условиям. Для нее характерна низкая плотность воздуха, большие колебания температуры, высокая подвижность атмосферы. Поэтому жизнь на суше потребовала таких приспособлений, которые оказались возможными лишь при достаточно высоком уровне организации растений и животных. В процессе эволюции у живых организмов наземно-воздушной среды выработались характерные анатомо-морфологические, физиологические, поведенческие и другие адаптации. Например, появились органы, которые обеспечивают непосредственное усвоение атмосферного кислорода в процессе дыхания (легкие и трахеи животных, устьица растений). Получили сильное развитие скелетные образования (скелет животных, механические и опорные ткани растений), которые поддерживают тело в условиях незначительной плотности среды. Выработались приспособления для защиты от неблагоприятных факторов, такие, как периодичность и ритмика жизненных циклов, сложное строение покровов, механизмы терморегуляции и другие.

Рассмотрим особенности воздействия основных экологических факторов на растения и животных в наземно-воздушной среде жизни.

**Плотность воздуха.**

Плотность воздуха в 800 раз меньше, чем плотность воды. Низкая плотность воздуха определяет его малую подъемную силу. Обитатели воздушной среды должны обладать собственной опорной системой, поддерживающей тело. У растений - это разнообразные механические ткани, животные обладают сложным костным, значительно реже, гидростатическим скелетом. Кроме того, все обитатели воздушной среды тесно связаны с поверхностью земли, которая служит им для прикрепления и опоры. Жизнь во взвешенном состоянии в воздухе невозможна. Только бактерии, споры грибов и пыльца растений регулярно присутствуют в воздухе и способны переноситься на значительные расстояния воздушными течениями.

Малая плотность воздуха определяет низкую сопротивляемость передвижению. Поэтому многие наземные животные смогли использовать в ходе своей эволюции экологические выгоды данной особенности воздушной среды и приобрели способность к кратковременному или длительному полёту. Возможностью перемещаться в воздухе обладают не только птицы и насекомые, но даже отдельные млекопитающие и рептилии. Летают наземные животные в основном с помощью мускульных усилий, но некоторые могут и планировать за счет воздушных течений.

Благодаря подвижности воздуха, существующим в нижних слоях атмосферы вертикальным и горизонтальным передвижениям воздушных масс возможен пассивный полет ряда организмов. В целом активно летать или планировать за счёт воздушных течений могут не менее 75 % видов наземных животных. Однако, у всех этих видов основная функция их жизненного цикла – ***размножение*** – осуществляется на поверхности земли. Для большинства из них пребывание в воздухе связано только с расселением или поиском добычи.

Малая подъемная сила воздуха определяет предельную массу и размеры наземных организмов. Самые крупные животные на поверхности земли меньше, чем гиганты водной среды. Крупные млекопитающие (размером и массой с современного кита) не могли бы жить на суше, так как были бы раздавлены собственной тяжестью. Гигантские ящеры мезозоя, например, вели полуводный образ жизни.

Жизнь многих растений часто зависит от движения воздушных потоков, так как именно ветром разносится их пыльца и происходит опыление. Такой способ опыления (перенос пыльцы с одного растения на другое с помощью ветра) называется ***анемофилией.*** Анемофилия – древнейший способ опыления растений. Ветром опыляются все голосеменные, а среди покрытосеменных анемофильные растения составляют примерно 10 % всех видов.

Анемофилия наблюдается в семействах буковых, березовых, ореховых, вязовых, коноплевых, крапивных, маревых, осоковых, злаков, пальм и во многих других. Ветроопыляемые растения имеют целый ряд приспособлений, улучшающих аэродинамические свойства их пыльцы, а также морфологические и биологические особенности, обеспечивающие эффективность опыления. Цветочные покровы у них обычно редуцированы и пыльники ничем не защищены от ветра.

У многих видов развита ***анемохория*** – расселение с помощью воздушных потоков. Анемохория характерна для спор, семян и плодов растений, цист простейших, мелких насекомых, пауков и т. п. Пассивно переносимые потоками воздуха организмы получили в совокупности название ***аэропланктона*** по аналогии с планктонными обитателями водной среды. Многие мелкие насекомые могут быть подняты воздушными потоками на высоты до 2-4 км. Специальные адаптации организмов для пассивного полета – очень мелкие размеры тела, увеличение его площади за счет выростов, сильного расчленения, большой относительной поверхности крыльев, использование паутины и т. п. (рис. 1).



Рис. 1. Приспособления к переносу воздушными потоками у насекомых:

1– комарик Cardiocrepis brevirostris;

2– галлица Porrycordila sp.;

3– перепончатокрылое Anargus fuscus;

4– хермес Dreyfusia nordmannianae;

5– личинка непарного шелкопряда Lymantria dispar

Анемохорные семена и плоды растений обладают также очень мелкими размерами (например, семена кипрея, орхидей) или разнообразными крыловидными (клен) и парашютовидными (одуванчик) придатками, увеличивающими их способность к планированию (рис. 2).



Рис. 2. Приспособления к переносу ветром у плодов и семян растений:

1– липа Tilia intermedia;

2– клен Acer monspessulanum;

3– береза Betula pendula;

4– пушица Eriophorum;

5– одуванчик Taraxacum officinale;

6– рогоз Typha scuttbeworhii

В расселении растений, животных и микроорганизмов главную роль играют вертикальные конвенционные потоки воздуха и слабые ветры. Бури, ураганы оказывают также существенное экологическое воздействие на наземные организмы. Довольно часто сильные ветры, особенно дующие в одном направлении, изгибают ветви деревьев, стволы в подветренную сторону и служат причиной образования флагообразных форм кроны.

В районах, где постоянно дует сильный ветер, как правило, беден видовой состав мелких летающих животных, так как они не способны сопротивляться мощным воздушным потокам. Так, медоносная пчела летит только при силе ветра до 7 – 8 м/с, а тли – при очень слабом ветре, не превышающем 2,2 м/с. У животных этих мест развиваются плотные покровы, предохраняющие тело от охлаждения и потерь влаги. На океанических островах с постоянными сильными ветрами преобладают птицы и особенно насекомые, утратившие способность к полету, у них отсутствуют крылья, так как тех, кто способен подняться в воздух, сносит ветром в море, и они погибают.

Малая плотность воздуха обусловливает сравнительно низкое давление на суше по сравнению с водной средой. В норме оно равно 760 мм рт. ст. 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 около 6000 м. Снижение давления влечет за собой уменьшение обеспеченности кислородом и обезвоживание животных за счет увеличения частоты дыхания. Примерно таковы же пределы продвижения в горы высших растений. Несколько более выносливы членистоногие (ногохвостки, клещи, пауки), которые могут встречаться на ледниках, выше границы растительности.

В целом все наземные организмы в гораздо меньшей степени чувствительны к изменению давления, чем водные обитатели, так как обычные колебания давления в окружающей их среде составляют доли атмосферы и даже для поднимающихся на большую высоту птиц не превышают 1/3 нормального.

**Газовый состав воздуха.**

Кроме физических свойств воздушной среды, для существования наземных организмов чрезвычайно важны ее химические особенности. Газовый состав воздуха в приземном слое атмосферы довольно однороден в отношении содержания главных компонентов (азот – 78,1 %, кислород – 20,9 %, аргон – 0,9 %, углекислый газ – 0,035 % по объему) благодаря высокой диффузионной способности газов и постоянному перемешиванию конвекционными и ветровыми потоками. Однако различные примеси газообразных, капельно-жидких и твердых (пылевых) частиц, попадающих в атмосферу из локальных источников, могут иметь существенное экологическое значение.

Высокое содержание кислорода способствовало повышению обмена веществ у наземных организмов по сравнению с первичноводными. Именно в наземной обстановке, на основе высокой эффективности окислительных процессов в организме, возникла *гомойотермия* (способность живого организма сохранять постоянную температуру тела, независимо от температуры окружающей среды) животных. Кислород, из-за постоянно высокого его содержания в воздухе, не является фактором, лимитирующим жизнь в наземной среде. Лишь местами, в специфических условиях, создается временный его дефицит, например в скоплениях разлагающихся растительных остатков, запасах зерна, муки и т.п.

Содержание углекислого газа в атмосфере может меняться в результате сжигания ископаемого топлива, обмена с биосферой и океаном. В отдельных участках приземного слоя воздуха содержание углекислого газа может изменяться в довольно значительных пределах. Например, при отсутствии ветра в центре больших городов концентрация его возрастает в десятки раз. Закономерны суточные изменения содержания углекислоты в приземных слоях, связанные с ритмом фотосинтеза растений. Сезонные колебания углекислого газа связаны с изменениями интенсивности дыхания живых организмов, большей частью микроорганизмов почвы. Повышенное насыщение воздуха углекислым газом возникает в зонах вулканической активности, возле термальных источников и других подземных выходов этого газа. В высоких концентрациях углекислый газ токсичен. В природе такие концентрации встречаются редко.

В природе основным источником углекислоты является так называемое почвенное дыхание. Почвенные микроорганизмы и животные дышат очень интенсивно. Углекислый газ поступает из почвы в атмосферу, причём особенно интенсивно его выделяют умеренно влажные, хорошо прогреваемые почвы со значительным количеством органического материала. Например, почвы букового широколиственного леса выделяют от 15 до 22 кг/га углекислоты в час, а бедные песчаные почвы - не более 2 кг/га.

В современных условиях мощным источником поступления дополнительных количеств СО2 в атмосферу стала деятельность человека по сжиганию ископаемых запасов топлива.

Низкое содержание углекислого газа тормозит процесс фотосинтеза. В условиях закрытого грунта можно повысить скорость фотосинтеза, увеличив концентрацию углекислого газа; этим пользуются в практике тепличного и оранжерейного хозяйства. Однако излишние количества СО2 приводят к отравлению растений.

Азот воздуха для большинства обитателей наземной среды представляет инертный газ, но ряд прокариотических организмов (клубеньковые бактерии, азотобактерии и другие.) обладает способностью связывать его и вовлекать в биологический круговорот.

Местные примеси, поступающие в воздух, также могут существенно влиять на живые организмы. Это особенно относится к ядовитым газообразным веществам – метану, оксиду серы, оксиду углерода, оксиду азота, сероводороду, соединениям хлора, а также к частицам пыли, сажи и т.п., засоряющим воздух в промышленных районах. Основной современный источник химического и физического загрязнения атмосферы антропогенный: работа различных промышленных предприятий и транспорта, эрозия почв и т.п. Оксид серы (SО2), например, ядовит для растений даже в концентрациях от одной пятидесятитысячной до одной миллионной от объема воздуха. Вокруг промышленных центров, загрязняющих атмосферу этим газом, погибает почти вся растительность (рис. 3). Некоторые виды растений особо чувствительны к SО2 и служат чутким индикатором его накопления в воздухе. Например, многие лишайники погибают даже при следах оксида серы в окружающей атмосфере. Присутствие этих лишайников в лесах вокруг крупных городов свидетельствует о высокой чистоте воздуха.



Рис. 3. Склон горы с уничтоженной растительностью из-за выбросов сернистого газа окрестными промышленными предприятиями

Устойчивость растений к примесям в воздушной среде учитывают при подборе видов для озеленения населенных пунктов. Чувствительны к задымлению, например, обыкновенная ель и сосна, клен, липа, береза. Наиболее устойчивы туя, тополь канадский, клен американский, бузина и некоторые другие.

1. **Основные экологические факторы наземно-воздушной среды жизни. Температура воздуха**

Температура воздуха принадлежит к числу важнейших экологических факторов, воздействующих на обитателей суши. При этом наибольшее экологическое значение имеет температура почвенного и приземного слоя воздуха, до высоты в среднем 30 м от поверхности. Именно в этом весьма узком слое располагаются основные биоценозы суши, наблюдается максимальное видовое разнообразие растений и животных, создаются условия для формирования органно-минерального состава почвы и особого микроклимата, формируемого главным образом растительными компонентами сообществ, в особенности лесами.

Основным источником тепла является тепловое излучение Солнца, на долю которого приходится 99,9 % в общем балансе энергии на поверхности Земли, а 0,1 % - это энергия глубинных слоев нашей планеты, роль которой достаточна высока только в отдельных районах интенсивной вулканической деятельности, например в Исландии или на Камчатке в Долине гейзеров. Если принять солнечную энергию, достигающую поверхности атмосферы Земли, за 100 %, то около 34 % отражается обратно в космическое пространство, 19 % поглощается при прохождении через атмосферу и только 47 % достигает наземных и водных экосистем в виде прямой и рассеянной лучистой энергии.

Значения температуры воздуха вблизи поверхности суши, в отличие от температуры воды, демонстрируют более выраженную изменчивость. Это свойственно для колебаний температур воздуха как в суточном, сезонном, так и в географическом аспектах. Например, температура приземного воздуха вблизи песчаной поверхности в пустыне Сахара может достигать 60-65 °С, а минимальные зарегистрированные температуры воздуха в Восточной Сибири (пос. Оймякон) и в центральных районах Антарктиды (станция Восток, Россия) могут составлять от -70 до -90 °С. Таким образом, максимальная амплитуда колебаний температур на суше может превышать 150 °С! Напомним, что в водной среде разность температур на поверхности между экваториальными и полярными районами обычно не превышает 30 °С, а, глубже 500 м - практически везде одинакова на всех широтах.

На температурные условия конкретного района суши оказывает влияние довольно много факторов как общих, зональных, так и местных, азональных.

Близость моря или крупного внутриконтинентального водоема снижает амплитуду годовых температур воздуха, что особенно заметно в районах умеренного и субполярного климатов. В прибрежных областях тропических и экваториальных широт сезонная изменчивость температур отличается наибольшей стабильностью. Например, амплитуда годовых колебаний температуры воздуха в Центральной Америке (Эквадор) составляет всего около 6 °С. Вблизи экваториальной части Африки, в бассейне р. Конго, разница средних месячных температур не превышает 2-3 °С. Однако амплитуды только суточных колебаний температур в континентальных тропических пустынях достигают 25 - 30 °С, а сезонных более 50 °С. На северо-востоке Евразии (Чукотка) амплитуда годовых изменений температур приземного воздуха может составлять около 70 °С, но на северо- западе (Норвегия, Швеция, Финляндия и др.) на аналогичных широтах климат значительно более мягкий за счет влияния теплого Северо-Атлантического течения - части системы Гольфстрима. Наличие горных цепей влияет на характер атмосферной циркуляции над регионом и может препятствовать проникновению холодного или теплого воздуха на равнины, оказывая также большое влияние на количество выпадающих атмосферных осадков.

Общая закономерность воздействия температуры на живые организмы состоит в том, что ее изменения, т.е. динамика скорости движения частиц среды, влияют на скорость биохимических процессов. Кинетическая энергия движущихся молекул воздуха или других сред при взаимодействии с живыми клетками или тканями преобразуется в потенциальную тепловую энергию. При этом, согласно известному закону Вант-Гоффа, при возрастании температуры на каждые 10 °С скорость химических реакций увеличивается в 2-3 раза. Однако данное правило было установлено для относительно простых химических систем, где отсутствовали катализаторы и ингибиторы. В живом организме, особенно в многоклеточном, ежесекундно протекают тысячи направленных реакций с участием сложных ферментов, активность которых зависит от температуры в неодинаковых масштабах.

***Влияние температуры на жизнь животных.*** Большие колебания температуры во времени и ее значительная изменчивостьв пространстве, а также хорошая обеспеченность кислородом явились причиной возникновения животных, обладающих способностьюподдерживать температуру своего тела постоянной. Это свойство носитназвание **гомойотермия** и характерно для представителей только двух классовназемных животных - *млекопитающих и птиц.*

Гомойотермия позволила существеннорасширить районы своего обитания данным животным (ареалы видов)и быть более устойчивыми к колебаниям погодно-климатических условий, сохраняявысокую жизненную активность на протяжении всего года. Возникновениегомойотермии стало важнейшим эволюционным достижением на пути эволюцииназемной жизни. Млекопитающие и птицы получили свое широкое распространениепосле кризиса, произошедшего в биосфере в конце мелового периода(около 65 млн лет назад), хотя как формы жизни возникли несколько ранее.Кризис был вызван достаточно быстрыми глобальными климатическимиизменениями, приведшими к значительному похолоданию во многих регионах,для которых ранее был свойственен теплый и мягкий климат со сглаженнымисезонными различиями параметров среды. В результате изменился облик наземныхи водных сообществ, произошло резкое сокращение ареалов прежнейтеплолюбивой флоры и фауны. Наблюдалось массовое вымирание гигантскихпресмыкающихся и рептилий, которые не успели приспособиться к резкому изменениюсостава кормовой базы и похолоданию. Млекопитающие и птицы, напротив,оказались в такой ситуации более конкурентоспособными, так как температураих тела мало зависела от температуры окружающей среды, что позволялосохранять им высокий уровень двигательной активности, перемещатьсяв поисках пищи. Механизмы поддержаниягомойотермии основаны на постоянном высоком уровне метаболизмаи эффективной регулирующей функции центральной нервной системы.

Для насекомых, пресмыкающихся, амфибий характерна **пойкилотермия** - достаточно тесная зависимость температуры тела, метаболизма и двигательной активности от температуры внешней среды (рис. 4.4). При этом приспособления к температурным воздействиям осуществляются главным образом по отношению к средним режимам температур, сохраняющимся длительное время (географические и сезонные адаптации). Приспособления к температурным условиям носят в основном характер простых поведенческих реакций.

Стратегия гомойотермии способна обеспечить широкое расселение организмов и активное существование в весьма различных погодно-климатических условиях на основе поддержания теплового постоянства (гомеостаза) внутренней среды организма. Это обеспечивает сохранение высокого уровня биологической активности в очень широком диапазоне переносимых температур. Например, песцы в тундре способны обитать в условиях температур от - 50 до + 20 °С и выше. Но такие возможности требуют постоянных больших энергозатрат на поддержание процессов терморегуляции. Для всех гомойотермных животных необходим высокий уровень интенсивности питания, в противном случае они теряют все свои преимущества. В регионах со сниженным видовым разнообразием по причине суровости климатических условий, например, в тундрах, вдоль побережий Арктических морей, резкое падение продуктивности или доступности одного-двух видов, составляющих основу кормовой базы для местных млекопитающих, может привести к массовой их гибели от холода, потому что система терморегуляции не обеспечена достаточным количеством энергии. Так, северные олени прекрасно адаптированы к жизни в холодных условиях, в частности они обладают прекрасным пуховым и шерстяным покровом с уникальными термоизолирующими свойствами. Но если толстый слой снега или ледяная корка на поверхности почвы преграждают доступ к их главному корму – лишайнику ягелю, то многочисленные популяции северных оленей может ждать гибель, если в процессе миграции им не удастся обнаружить более благоприятные участки с доступной пищей. Птицы - обитатели полярных и умеренных широт - вынуждены совершать весьма продолжительные миграции, направляясь в регионы с более теплым климатом и достаточной кормовой базой по мере наступления осенних холодов. Температура тела у птиц, по причине весьма высокого темпа обмена веществ, обеспечивающего энергетические затраты на полет,

больше чем у млекопитающих и составляет в норме 40-41 °С. Птицы демонстрируют чрезвычайно высокий темп питания. Установлено, что каждая из нескольких миллионов уток, прилетающих весной на прибрежные мелководные богатые пищей акватории Невской губы и Восточной части Финского залива, потребляет в сутки столько же пищи в расчете на массу тела, как и человек (40-50 г/кг).

Пойкилотермные организмы обладают, как правило, менее высоким уровнем эволюционного развития и упрощенными типами поведения, однако распространены по земному шару почти так же широко, как и гомойотермные.

Из общих правил поведения гомойотермных животных есть свои исключения. В наиболее экологически напряженных условиях, при недостатке пищи и соответствующем ограничении в работе терморегуляторных систем организма, ряд видов млекопитающих и птиц демонстрируют способности к впадению в состояние оцепенения, внешне сходное с холодовым оцепенением пойкилотермных животных.

Адаптации к температуре у животных осуществляются также через размеры и форму тела организмов. Для уменьшения теплоотдачи выгоднее крупные размеры (чем крупнее тело, тем меньше его поверхность на единицу массы, а, следовательно, и теплоотдача и наоборот). По этой причине близкие виды, обитающие в более холодных условиях (на севере), как правило, крупнее тех, которые обитают в более теплом климате. Например, белый медведь крупнее бурого европейского, а он, в свою очередь, крупнее гималайского. Эта закономерность называется ***правилом Бергмана.*** Регулирование температуры осуществляется также через выступающие части тела (ушные раковины, конечности, органы обоняния). В холодных районах они, как правило, меньше по размерам, чем в более теплых (***правило Аллена***).

***Влияние температуры на жизнь растений.*** Рассмотрим специфику воздействия температуры воздуха на наземныерастения и возникающие адаптации.Температура растенийуравнивается с температурой окружающей их среды. Однако это соответствиенеполное. Температура надземных частей растения может значительно отличатьсяот температуры воздуха в результате энергообмена с окружающей средой.Благодаря этому, например, растения Арктики и высокогорий, которые заселяютместа, защищенные от ветра, или растут вплотную к почве, имеют болееблагоприятный тепловой режим и могут достаточно активно поддерживать обменвеществ и рост, несмотря на постоянно низкие температуры воздуха. Нетолько отдельные растения и их части, но и целые фитоценозы обнаруживаютиногда характерные отклонения от температуры воздуха. В жаркий летний деньв Центральной Европе температура на поверхности крон в лесах может быть на4 °С, а лугов - на 6 °С выше температуры воздуха и на 8 °С (лес) или 6 °С (луг)ниже, чем температура поверхности почвы, лишенной растительности.

Температура растения определяется тепловым балансом, т. е. соотношением поглощения и отдачи энергии. Эти величины зависят от многих свойств как окружающей среды (размеры прихода радиации, температура окружающего воздуха и его движение), так и самих растений (величина и расположение листьев и т. д.). Первостепенную роль играет охлаждающее действие транспирации, которое препятствует очень сильным перегревам в жарких местообитаниях. Это легко показать в опытах с пустынными растениями: стоит лишь смазать вазелином ту поверхность листа, на которой расположены устьица, и лист на глазах гибнет от перегрева и ожогов.

В результате действия всех указанных причин температура растений обычно отличается (иногда довольно значительно) от температуры окружающего воздуха. Возможны три ситуации:

1) температура растения выше температуры окружающего воздуха;

2) ниже ее;

3) равна или очень близка к ней.

Первая ситуация встречается довольно часто в самых разнообразных условиях. Значительное превышение температуры растения над температурой воздуха обычно наблюдается у массивных органов растений, особенно в жарких местообитаниях, и при слабой транспирации. Сильно нагреваются крупные мясистые стебли кактусов, утолщенные листья молочаев, очитков, молодила, у которых испарение воды очень незначительное. Так, при температуре воздуха 40-45 °С пустынные кактусы нагреваются до 55-60 °С

Своеобразен температурный режим таких массивных образований, как древесные стволы. У одиночно стоящих деревьев, а также в лиственных лесах в «безлистную» фазу (весной и осенью) поверхность стволов сильно нагревается в дневные часы, причем в наибольшей степени с южной стороны; температура камбия здесь может быть на 10-20 °С выше, чем на северной стороне, где она имеет температуру окружающего воздуха. В жаркие дни температура темных стволов ели повышается до 50-55 °С, что может принести к ожогам камбия.

Стволы древесных пород защищены по-разному: у березы температура камбия быстрее меняется в соответствии с колебаниями температуры наружного воздуха, в то время как у сосны она более постоянна благодаря лучшим теплозащитным свойствам коры.

Превышение температуры растений над температурой воздуха встречается не только в сильно прогреваемых, но и в более холодных местообитаниях. Этому способствует темная окраска или иные оптические свойства растений, увеличивающие поглощение солнечной радиации, а также анатомо-морфологические особенности, способствующие снижению транспирации. Довольно заметно могут нагреваться арктические растения: один пример - карликовая ива на Аляске, у которой днем листья теплее воздуха на 2-11 °С и даже в ночные часы полярного «круглосуточного дня» - на 1-3 °С. Даже под снегом темноокрашенные части зимующих альпийских и арктических растений нагреваются солнечными лучами. Это приводит к образованию полостей и «парничков» вокруг растений, к более быстрому таянию снежной корки над ними.

Довольно значительно могут нагреваться солнечными лучами иглы хвойных древесных пород зимой: даже при отрицательных температурах возможно превышение над температурой воздуха на 9-12 °С, что создает благоприятные возможности для зимнего фотосинтеза. Экспериментально было показано, что если для растений создать сильный поток радиации, то даже при низкой температуре порядка - 5 °С листья могут нагреться до 17-19 °С, т. е. фотосинтезировать при вполне «летних» температурах.

Для холодных местообитаний повышение температуры растения экологически очень важно, так как физиологические процессы при этом получают независимость в известных пределах от окружающего теплового фона.

Снижение температуры растений по сравнению с окружающим воздухом чаще всего отмечается в сильно освещенных и прогреваемых местообитаниях (степях, пустынях), где листовая поверхность растений сильно редуцирована, а усиленная транспирация способствует удалению избытка тепла и предотвращает перегрев.

Чтобы охарактеризовать тепловые условия местообитания растений, необходимо знать закономерности распределения тепла в пространстве и его динамику во времени в отношении как общеклиматических характеристик, так и конкретных условий произрастания растений. Общее представление об обеспеченности того или иного района теплом дают такие общеклиматические показатели, как среднегодовая температура для данной местности, абсолютный максимум и абсолютный минимум (т. е. наиболее-высокая и наиболее низкая температура, зарегистрированная в этом районе), средняя температура самого теплого месяца (на большей части Северного полушария — это июль, Южного полушария - январь, на островах и в прибрежных районах - август и февраль); средняя температура самого холодного месяца (в континентальных областях Северного полушария - январь, Южного - июль, в прибрежных районах – февраль и август). Границы вегетационного сезона определяются продолжительностью безморозного периода, частотой и степенью вероятности весенних и осенних заморозков. Естественно, порог вегетации не может быть одинаковым для растений с разным отношением к теплу; для холодостойких культурных видов условно принимают 5 °С, для большинства культур умеренной зоны 10 °С, для теплолюбивых 15 °С.

Одной из главных причин, приводящих все живые организмы к угнетению и нарушению нормального протекания физиологических функций и жизненного цикла, является воздействие на них экстремальных значений факторов среды. Сильная жара и мороз вредят жизненным функциям и ограничивают распространение вида в зависимости от их интенсивности, продолжительности и периодичности, но прежде всего от состояния активности и степени холодовой закалки растений. При внезапном воздействии экстремальных значений факторов среды возникает состояние ***стресса.*** Стресс - это всегда значительная нагрузка, которая не обязательно должна быть опасной для жизни, но которая непременно вызывает в организме «реакцию тревоги», если только он не находится в выраженном состоянии оцепенения. Покоящиеся стадии, такие как сухие споры, а также растения в высохшем состоянии, наиболее выносливы, так что они могут пережить без повреждения любую отмеченную на Земле температуру.

Стрессовая реакция - это борьба механизмов адаптации с деструктивными процессами в протоплазме, ведущими к ее гибели. Если температура переходит критическую точку, клеточные структуры и функции могут повреждаться так внезапно, что протоплазма (цитоплазма и ядро клетки) тотчас же отмирает. В природе такое внезапное разрушение нередко происходит при эпизодических морозах, например при поздних заморозках весной. Но повреждения могут возникать и постепенно; отдельные жизненные функции выводятся из равновесия и угнетаются, пока, наконец, клетка не отомрет в результате прекращения жизненно важных процессов.

***Морфологические адаптации,*** защищающие растения от холода, довольно развиты, но скорее можно говорить о защите от всего комплекса неблагоприятных условий в холодных местообитаниях, включающего сильные ветры, возможность иссушения и т. д. У растений холодных областей (или у переносящих холодные зимы) часто встречаются такие защитные морфологические особенности, как опушение почечных чешуй, зимнее засмоление почек (хвойные), утолщенный пробковый слой, толстая кутикула, опушение листьев и т. д.

Эти приспособления, хотя и способствуют терморегуляции (уменьшение лучеиспускания), в основном важны для растений как защита от иссушения. В растительном мире есть интересные примеры адаптации, направленные на сохранение (хотя и кратковременное) тепла в отдельных частях растения. В высокогорьях Восточной Африки и Южной Америки у гигантских «розеточных» деревьев из родов Senecio, Lobelia, Espeletia и других от частых ночных морозов существует такая защита: ночью листья розетки закрываются, защищая наиболее уязвимые части - растущие верхушки. У некоторых видов листья опушены снаружи, у других в розетке скапливается выделяемая растением вода; ночью замерзает лишь поверхностный слой, а конусы нарастания оказываются защищенными от мороза в своеобразной «ванне».

Среди морфологических адаптаций растений к жизни в холодных местообитаниях важное значение имеют небольшие размеры и особые формы роста. Не только многие травянистые многолетники, но также кустарники и кустарнички полярных и высокогорных областей имеют высоту не более нескольких сантиметров, сильно сближенные междоузлия, очень мелкие листья (явление карликовости). Кроме хорошо известного примера – карликовой березки, можно назвать карликовые ивы и многие другие. Обычно высота этих растений соответствует глубине снежного покрова, под которым зимуют растения, так как все части, выступающие над снегом, гибнут от замерзания и высыхания. Очевидно, в образовании карликовых форм в холодных местообитаниях немалую роль играют и бедность почвенного питания в результате подавления активности микроорганизмов, и торможение фотосинтеза низкими температурами. Но независимо от способа образования карликовые формы дают преимущество растениям в приспособлении к низким температурам: они располагаются в непосредственной близости к почве, которая достаточно прогревается летом, а зимой хорошо защищена снежным покровом и получает дополнительный (хотя и небольшой) приток тепла из глубины почвы.

Другая адаптивная особенность формы роста растений заключается в переходе сравнительно крупных растений (кустарников и даже деревьев) от ортотропного (вертикального) к плагиотропному (горизонтальному) росту и образование стелющихся форм - стланцев, стлаников, стланичков. Такие формы способны образовывать кедровый стланик, можжевельник, рябина и др. Ветви стланцев распластаны по земле и приподнимаются не выше обычной глубины снежного покрова.

Иногда это результат отмирания ствола и разрастания нижних ветвей (например, у ели), иногда это рост дерева как бы «лежа на боку» с горизонтальным, укоренившимся во многих местах стволом и приподнимающимися ветвями (кедровый стланик). Стланики распространены в высокогорных и полярных областях, в условиях, которых уже не выдерживают древесные породы (например, на верхней границе леса). Своеобразные «стланиковые» формы в крайних условиях встречаются и у кустарничков, и даже у видов лишайников, обычно имеющих прямостоячий кустистый рост: на скалах Антарктиды они образуют стелющиеся слоевища. В зависимости от условий возможны видоизменения роста одного и того же вида. Но есть виды, целиком перешедшие к форме стланика, например горный сосновый стланик, произрастающий в Альпах и Карпатах, выделенный в качестве самостоятельного вида из сосны горной.

К числу форм роста, способствующих выживанию растений в холодных местообитаниях, принадлежит еще одна чрезвычайно своеобразная - подушковидная. Форма растения-подушки образуется в результате усиленного ветвления и крайне замедленного роста побегов. Мелкие листья и цветки расположены по периферии подушки. Между отдельными ветвями скапливаются мелкозем, пыль, мелкие камни. В результате некоторые виды растений-подушек приобретают большую компактность и необычайную плотность: по таким растениям можно ходить, как по твердой почве.

Растения-подушки бывают разных размеров (до 1 м в поперечнике) и разнообразных очертаний: полушаровидные, плоские, вогнутые, иногда довольно причудливых форм (в Австралии и Новой Зеландии их называют «растительными овцами»). Благодаря компактной структуре растения-подушки успешно противостоят холодным ветрам. Поверхность их нагревается почти так же, как и поверхность почвы, а колебания температуры внутри менее выражены, чем в окружающей среде. В связи с медленным ростом растения-подушки по долговечности вполне, сравнимы с деревьями. Так, на Памире подушка Acantholimon hedini диаметром 3 см имела возраст 10—12 лет, при 10 см - 30-35 лет, а возраст крупных подушек достигал не одной сотни лет. В пределах общей формы растений-подушек существует экологическое разнообразие: например, в горах, окружающих Средиземное море, распространены менее компактные по строению ксерофильные «колючие подушки», которые не встречаются высоко в горах, так как малоустойчивы к холоду, но зато очень устойчивы к засухе. Рыхлое строение подушки здесь оказывается более выгодным для растения, чем компактное, так как в условиях летней засухи и сильной инсоляции снижается опасность перегрева ее поверхности. Температура поверхности средиземноморских подушек обычно ниже температуры воздуха благодаря сильной транспирации, а внутри подушки создается особый микроклимат; например, влажность воздуха держится на уровне 70-80 % при влажности наружного воздуха 30 %. Таким образом, здесь форма подушки - это приспособление к совсем иному комплексу факторов, отсюда и ее иная «конструкция».

Среди других особенностей роста, помогающих растениям преодолевать действие холода, следует еще упомянуть различные приспособления, направленные на углубление зимующих частей растений в почву. Это развитие контрактилъных (сократительных) корней - толстых и мясистых, с сильно развитой механической тканью. Осенью они высыхают и сильно сокращаются в длину (что хорошо заметно по поперечной морщинистости), при этом возникают силы, втягивающие в почву зимующие почки возобновления, луковицы, корни, корневища. Контрактильные корни встречаются у многих растений высокогорий, тундр и других холодных местообитаний. Глубина втягивания контрактильными корнями варьирует от сантиметра до нескольких десятков сантиметров в зависимости от особенностей растения и механического состава почвы.

Многие растения способны сохранять жизнеспособность и в промерзшем состоянии. Есть виды, замерзающие осенью в фазе цветения и продолжающие цвести после оттаивания весной (маргаритка и другие.). Ранневесенние лесные эфемероиды («подснежники») в течение короткой вегетации неоднократно переносят весенние ночные заморозки: цветки и листья промерзают до стекловидно-хрупкого состояния и покрываются инеем, но уже через 2-3 ч после восхода солнца оттаивают и возвращаются в обычное состояние. Хорошо известна способность мхов и лишайников переносить длительное промерзание зимой в состоянии анабиоза. В одном из опытов лишайник Cladonia замораживали при -15 °С на 110 недель (более двух лет!). После оттаивания лишайник оказался живым и вполне жизнеспособным, у него возобновились фотосинтез и рост. Очевидно, у лишайников в крайне холодных условиях существования периоды такого анабиоза очень длительны, а рост и активная жизнедеятельность осуществляются лишь в короткие благоприятные периоды (причем не каждый год).

Такое частое прерывание активной жизни на долгие сроки, по-видимому, объясняет колоссальный возраст многих лишайников, определенный радиоуглеродным методом (до 1300 лет у Rhizocarpon geographicum в Альпах, до 4500 лет у лишайников в Западной Гренландии).

Анабиоз - «крайняя мера» в борьбе растения с холодом, приводящая к приостановке жизненных процессов и резкому снижению продуктивности. Гораздо большее значение в адаптации растений к холоду имеет возможность сохранения нормальной жизнедеятельности путем снижения температурных оптимумов физиологических процессов и нижних температурных границ, при которых эти процессы возможны. Как видно на примере оптимальных температур для фотосинтеза и его нижних температурных порогов, эти явления хорошо выражены у растений холодных местообитаний. Так, у альпийских и антарктических лишайников для фотосинтеза оптимальна температура около 5 °С; заметный фотосинтез удается обнаружить у них даже при -10 °С. При сравнительно низких температурах лежит оптимум фотосинтеза у арктических растений, высокогорных видов, ранневесенних эфемероидов. Зимой при отрицательных температурах способны к фотосинтезу многие хвойные древесные породы.

Еще один пример устойчивости физиологических процессов к холоду - зимний и предвесенний подснежный рост у растений тундр, высокогорий и других холодных местообитаний с коротким вегетационным периодом, обусловленным заблаговременной подготовкой. Это явление чрезвычайно ярко выражено у эфемероидов (многолетних травянистых растений с очень коротким вегетационным периодом) лесостепных дубовых лесов (пролески, хохлатки, гусиного лука, чистяка и др.), у которых уже в начале зимы начинается рост побегов со сформированными внутри бутонами (вначале в промерзшей почве, а затем над почвой, внутри снежного покрова). Не прекращается у них зимой и формирование генеративных органов. По мере приближения сроков снеготаяния скорость подснежного роста заметно возрастает. В пору раннего «предвесенья», когда лес кажется еще совсем безжизненным, под снеговым покровом над почвой уже возвышаются тысячи ростков пролески и гусиного лука, достигающих к этому времени 2-7 см высоты и готовых начать цветение, как только сойдет снег. Образование хлорофилла у ранневесенних эфемероидов также начинается при низких температурах (порядка 0 °С), еще под снегом.

Кроме непосредственного влияния низкой температуры на растения, под действием холода возникают и другие неблагоприятные явления. Например, уплотнение и растрескивание замерзшей почвы приводит к разрыву и механическому повреждению корней, образование ледяной корки на поверхности почвы ухудшает аэрацию и дыхание корней. Под толстым и долго лежащим снежным покровом при температуре около 0 °С наблюдается зимнее «выпревание», истощение и гибель растений в связи с расходом резервных веществ на дыхание, грибными заболеваниями («снежная плесень»), а в случае избыточно увлажненной почвы для растений опасно также зимнее «вымокание». В тундре и северной тайге распространено явление морозного «выпирания» растений, которое вызывается неравномерным замерзанием и расширением почвенной влаги. При этом возникают силы, выталкивающие растение из почвы, в результате чего происходит «выпучивание» целых дернин, оголение и обрывы корней, вплоть до повала небольших деревьев. Поэтому кроме собственно холодостойкости (или морозостойкости) - способности переносить прямое действие низких температур - различают еще зимостойкость растений – способность к перенесению всех перечисленных выше неблагоприятных зимних условий.

***Воздействие высокой температуры*** быстро приводит к гибели живые клетки из-за повреждения мембран и прежде всего в результате инактивации и денатурации (распада высших структур) белков. Кроме того, повышенный нагрев влечет за собой сильное обезвоживание и иссушение, ожоги, разрушение хлорофилла, необратимые расстройства дыхания и других физиологических процессов. Перегрев почвы приводит к повреждению и отмиранию поверхностно расположенных корней.

В открытых местообитаниях с сильной ***инсоляцией*** (облучением поверхностей солнечным светом) и высокими температурами надземные части растений (особенно слабо транспирирующих) могут нагреваться до +45... +60 °С. Нагревание напочвенных и наскальных лишайников может достигать +60...+65 °С (иногда в течение довольно продолжительного времени). «Полюс жары» в растительном мире занимают растения термальных (горячих) источников Камчатки, Исландии, Йеллоустоунского парка в США и др. Наивысшая температура, при которой найдены живые сине-зеленые водоросли, составляет +85 °С, а бактерии +88 °С. Высшие растения в термальных водах отсутствуют (лишь один вид ряски живет при +32…+35 °С). Интересно, что обитатели термальных вод живут при температурах, очень близких к летальному пределу температур: водоросль Oscillatoria, живущая на о. Ява в воде с температурой +64 °С, погибает при +68 °С уже через 5-10 мин! Водоросли выдерживают очень высокие температуры (+67 ... +75 °С) только в условиях полного солнечного освещения, а в затененных источниках не выносят и более низкой температуры порядка +50 … +55 °С.

При действии на клетку экстремальных высоких температур одновременно имеют место как повреждения и нарушения жизнедеятельности клетки, так и процессы адаптации и восстановления повреждений (***репарации***). В связи с этим различают первичную теплоустойчивость - непосредственную реакцию клетки на повышение температуры, определяемую по различным признакам нарушения работы клетки при кратковременном (5-минутном) нагреве, и общую теплоустойчивость, определяемую при более длительных экспозициях, когда успевают включиться адаптационные и репараторные механизмы. При сопоставлении общей теплоустойчивости у растений из различных по тепловым условиям местообитаний выявляется общая закономерность: четкое соответствие между температурными условиями обитания вида (в период активной жизни особей) и его выносливостью к высоким температурам. Можно проследить связь выносливости не только с общим температурным фоном, но и с температурным режимом листьев. Так, у африканских пустынных и саванных растений с интенсивной транспирацией, сильно охлаждающей листья, теплоустойчивость гораздо ниже, чем у видов со слабым транспирационным охлаждением.

Растения солнечных и сухих местообитаний, как правило, обладают высокой способностью закаливаться по отношению к жаре; они переносят получасовое нагревание до +50 ... +60 °С.

***Морфологические адаптации, защищающие растения от высоких температур***, в основном те же самые, что служат растению для ослабления прихода радиации к тканям надземных частей. Это густое опушение, придающее листьям светлую окраску и усиливающее их способность к отражению; блестящая поверхность; уменьшение поверхности, поглощающей радиацию, - вертикальное и меридиональное положение листьев; свертывание листовых пластинок у злаков; общая редукция листовой поверхности и т. д. Эти же особенности строения одновременно способствуют уменьшению потери воды растением.

Весьма действенной ***физиологической адаптацией к перегреву*** служит усиленная транспирация. В адаптации растений к высоким температурам принимают участие весьма тонкие механизмы на клеточном и субклеточном уровнях, например сдвиги температурного оптимума активности важнейших ферментов. По современным представлениям в основе устойчивости организмов к действию высоких температур (как и других экстремальных воздействий) лежит особое свойство структуры белковых молекул - сочетание прочности и гибкости, позволяющее им поддерживать структуру и функциональную активность в крайних условиях.

Своеобразное физиологическое приспособление к температуре среды, превышающей адаптивные возможности растений, - переход в состояние ***анабиоза***, которое в этих случаях особенно часто встречается среди низших растений.

Наконец, следует упомянуть еще об одном способе адаптации растений к чрезмерно высоким температурам - это проявление вегетации только в самое благоприятное время. Так, в растительном покрове пустынь и степей есть группа видов, начинающая вегетацию очень рано весной и успевающая ее закончить еще до наступления летней жары и сухости. Они переживают эти условия в состоянии летнего покоя в виде семян (эфемеры-однолетники: крупка, или веснянка весенняя, рогоглавник, бурачок и др.) или подземных органов - луковиц, клубней, корневищ (эфемероиды-многолетники: тюльпаны, крокусы, мятлик луковичный и др.). Эта сезонная адаптация, связанная с перестройкой всего годичного цикла развития, обеспечивает растениям надежную защиту от жары даже в районах самых жарких пустынь.

Жароустойчивость резко снижается при увлажнении и тем более в начале процессов роста и развития.

Температурные пороги жизни животных и растений могут быть достаточно широкими и в основном соответствуют большей части диапазона наблюдающихся на поверхности Земли значений температур воздуха. Адаптационные возможности организмов весьма велики. Оптимальной для фотосинтеза большинства растений умеренного пояса является температура воздуха около +25 °С. При более высоких температурах скорость фотосинтеза замедляется в связи с ростом затрат на дыхание, потерей влаги в процессе испарения для охлаждения растения и уменьшением потребления СО2 в связи со снижением газообмена.

1. **Основные экологические факторы наземно-воздушной среды жизни. Солнечный свет**

Солнечный свет является важным экологическим фактором в наземных местообитаниях. Прямая солнечная радиация - это электромагнитное излучение с длинами волн от 0,1 до 30 000 нм. Доля рассеянной радиации в виде отражённых от облаков и поверхности Земли лучей возрастает с уменьшением высоты стояния Солнца над горизонтом и при возрастании содержания в атмосфере частиц пыли. Характер воздействия солнечных лучей на живые организмы зависит от их спектрального состава. Ультрафиолетовые коротковолновые лучи с длинами волн менее 290 нм губительны для всего живого, так как обладают способностью ионизировать, расщеплять цитоплазму живых клеток. Эти опасные лучи на 80-90 % поглощаются озоновым слоем. Лучи с длинами волн около 300 нм вызывают образование витамина D у животных, с длинами от 380 до 400 нм - приводят к появлению загара как защитной реакции кожи. В область видимых солнечных лучей, т.е. воспринимаемых человеческим глазом, входят лучи с длинами волн от 320 до 760 нм. В пределах видимой части спектра находится зона фотосинтетически активных лучей - от 380 до 710 нм. Именно в данном диапазоне световых волн осуществляется процесс фотосинтеза.

Свет и его энергия, во многом определяющая температуру среды конкретного местообитания, влияют на газообмен и испарение воды листьями растений, стимулирует работу ферментов синтеза белков и нуклеиновых кислот. Растениям свет необходим для образования пигмента хлорофилла, формирования структуры хлоропластов, т.е. структур, ответственных за фотосинтез. Под влиянием света происходит деление и рост клеток растений, их цветение и плодоношение.

Как уже нами было отмечено ранее, по отношению к свету различают три основных группы растений: светолюбивые (гелиофиты), тенелюбивые (сциофиты) и теневыносливые. Светолюбивые и тенелюбивые растения различаются положением экологического оптимума.

У светолюбивых растений он находится в области полного солнечного освещения. Сильное затенение действует на них угнетающе. Это растения открытых участков суши или хорошо освещенных степных и луговых трав (верхний ярус травостоя), наскальные лишайники, ранневесенние травянистые растения листопадных лесов, большинство культурных растений открытого грунта и сорняков и т. д. Тенелюбивые растения имеют оптимум в области слабой освещенности и не выносят сильного света. Это главным образом, нижние затененные яруса сложных растительных сообществ, где затенение - результат «перехвата» света более высокорослыми растениями. Сюда относят многие комнатные и оранжерейные растения. Большей частью это выходцы из травянистого покрова или флоры эпифитов тропических лесов.

Теневыносливые растения лучше растут и развиваются при полной освещенности, но хорошо адаптируются и к слабому свету. Это распространенная и очень пластичная группа растений в наземной среде.

У растений наземно-воздушной среды выработались приспособления к различным условиям светового режима: анатомо-морфологические, физиологические и другие.

Наглядным примером анатомо-морфологических приспособлений является изменение внешнего облика в разных световых условиях, например неодинаковая величина листовых пластинок у растений, родственных по систематическому положению, но живущих при разном освещении (луговой колокольчик и лесной колокольчик, фиалка полевая, растущая на полях, лугах, опушках, и лесные фиалки).

Физиологические адаптации растений к световым условиям наземно-воздушной среды охватывают различные жизненные функции. Установлено, что у светолюбивых растений ростовые процессы более чутко реагируют на недостаток света по сравнению с тенелюбивыми. В результате наблюдается усиленное вытягивание стеблей, которое помогает растениям пробиться к свету, в верхние ярусы растительных сообществ.

Своеобразной формой физиологической адаптации при резком недостатке света служит потеря растением способности к фотосинтезу, переход к гетеротрофному питанию готовыми органическими веществами. Иногда такой переход становился безвозвратным из-за потери растениями хлорофилла. Например, орхидеи тенистых еловых лесов, вертляница живут за счет мертвых органических остатков, получаемых от древесных пород и других растений. Данный способ питания получил название сапрофитного, а растения называют сапрофитами.

В жизни животных видимая часть светового спектра также играет довольно важную роль. Свет для животных – это необходимое условие зрительной ориентации в пространстве. Примитивные глазки многих беспозвоночных представляют собой просто отдельные светочувствительные клетки, позволяющие воспринимать некоторые колебания освещенности. Пауки могут различать контуры движущихся предметов на расстоянии не более 2 см. Гремучие змеи способны видеть инфракрасную часть спектра и в состоянии охотиться в полной темноте, ориентируясь на тепловые лучи жертвы. У пчел видимая часть спектра сдвинута в более коротковолновую область. Они воспринимают как цветные значительную часть ультрафиолетовых лучей, но не различают красных. Способность к восприятию цветовой гаммы зависит от того, при каком спектральном составе активен данный вид. Большинство млекопитающих, ведущих сумеречный или ночной образ жизни, плохо различают цвета и видят мир в черно-белых тонах. Жизнь в сумерках приводит к увеличению размеров глаз. Огромные глаза, способные улавливать ничтожные доли света, свойственны ведущим ночной образ жизни лемурам, долгопятам, совам. Наиболее совершенными органами зрения обладают головоногие моллюски и высшие позвоночные. Они могут адекватно воспринимать форму и размеры предметов, их цвет, определять расстояние до объектов. Самое совершенное объемное цветное бинокулярное зрение характерно для человека, приматов и хищных птиц – сов, соколов, орлов, грифов.

Положение Солнца является важным фактором навигации различным животным в период дальних миграций.

**4. Основные экологические факторы наземно-воздушной среды жизни. Вода на суше**

Вода имеет первостепенное значение в жизни организмов. В водном растворепроходят биохимические реакции, вода составляет основную часть протоплазмыклеток. Питательные вещества циркулируют в организме преимущественнов виде водных растворов. Вода составляет основную массу тел организмовживотных и растений - ее относительное содержание колеблется в пределахот 50 до 95 %. Наибольшее количество воды содержится в тканях медуз имногих моллюсков (92-95 %).

От количества воды и растворенных в ней солей в значительной степени зависят процессы внутриклеточного и межклеточного обмена. Газообмен у животных возможен только при наличии влажных субстратов и сред. У наземных организмов испарение влаги участвует в поддержании определенной температуры тела. Водный обмен организма со средой состоит из двух противоположных процессов: поступление воды в организм и ее отдача во внешнюю среду. Животные получают влагу во время питья и приема пищи. Кроме того, при окислении органических веществ, в основном жиров, образуется так называемая метаболическая вода. Выведение воды из организма происходит с мочой и экскрементами, а также путем испарения.

 Для многих беспозвоночных и амфибий характерно получение влаги из таких источников, как роса, туман и дождь. Лишайники способны весьма эффективно впитывать всей своей поверхностью влажный воздух и извлекать из него воду. Высшие растения получают воду из почвы через корневую систему, осуществляя ее транспорт к отдельным органам и клеткам вместе с растворенными в ней веществами. Выделение влаги растениями происходит в основном в процессе ее испарения через поверхность листьев (*транспирация*). Из всего объема воды, которое получает растение, в среднем около 5 % используется при фотосинтезе, а остальное количество расходуется на компенсацию испарения и терморегуляцию, а также для поддержания внутреннего давления в тканях - ***тургора.***

На суше наблюдаются значительные колебания условий обеспечения влагой, что является одним из главных препятствий к быстрому ее освоению в эволюционном плане. В зависимости от географического региона и типа климата режим увлажнения может быть самым различным. В наземной среде особое значение имеют атмосферные осадки, ежегодный объем которых определяет водные режимы рек, озер и почвенного слоя. Распределение осадков по поверхности суши неравномерно. В дождевых тропических лесах Бразилии, Венесуэлы и Панамы в Южной Америке, в бассейне р. Конго в Центральной Африке, на островах Юго-Восточной Азии выпадает от 1500 до 2500 мм осадков в год (1 мм осадков соответствует выпадению 1 л воды на 1 м2). А на Гавайских островах в центральной части Тихого океана величина атмосферных осадков может достигать 6 000-8 000 мм в год! В Европейской части России величина осадков намного ниже и составляет в среднем 600 мм в год. В пустынях Центральной Азии и Ирана выпадает не более 250 мм осадков в год. При этом под влиянием азональных факторов могут формироваться относительно небольшие регионы с уровнем осадков, значительно превышающих зональную норму. Например, в юго-восточной части российского побережья Черного моря по причине наличия высоких горных массивов на пути движения влажных воздушных масс средиземноморского происхождения создаются условия для восхождения воздушных потоков вдоль склонов гор и конденсации содержащейся в них влаги, которая выпадает в виде регулярных дождей. Кроме того, горные хребты, проходящие вдоль берега моря, задерживают и ту влагу, которая в значительном количестве испаряется с поверхности Черного моря, что также обеспечивает обилие осадков. В результате в районе курортов Сочи и Адлера количество осадков достигает 2000 мм в год, тем самым поддерживается климат влажных субтропиков с произрастанием соответствующей влаголюбивой растительности (пальмы, бамбук, кипарисы и др.). В среднем же количество атмосферных осадков для всего Краснодарского края составляет не более 650 мм в год (Краснодар - 600 мм, Анапа - 700 мм, Туапсе - 1000 мм).

Важное значение имеет соотношение между количеством выпавших осадков и испарением с поверхности почвы. В Северо-Западном федеральном округе России (Санкт- Петербург, Мурманск, Архангельск, Нарьян-Мар, Великий Новгород, Псков, Калининград) количество осадков преобладает над испарением. В Южном федеральном округе (Краснодарский край, Ростовская область и др.) ситуация обратная — испарение несколько преобладает над величинами выпадающей из атмосферы влаги. Поэтому в летние месяцы над степными территориями этих регионов часто возникают засухи. Количество осадков в большинстве регионов мира значительно колеблется в зависимости от сезона года. Исключением здесь может являться область экватора, где смена сезонов практически не наблюдается и уровень увлажнения стабилен.

Водный обмен очень тесно связан с обменом солей. Определенный качественный и количественный набор солей (ионов) является необходимым условием для осуществления физиологических функций организма, так как соли входят в состав тканей, исполняя важную роль в обменных процессах клетки. Ведущее значение имеют соли натрия и калия, соединения кальция, железа, меди, магния, кремния, йода и других микроэлементов. Изменение количества воды в тканях влияет на концентрацию солей и влечет за собой соответствующие сдвиги осмотических процессов и ионного равновесия между клеткой и внеклеточной средой.

***Адаптации животных к водному режиму*** можно разделить на поведенческие, морфологические и физиологические. К числу поведенческих приспособлений относятся поиски водоемов, выбор мест обитания, рытье нор и т. д. В норах влажность воздуха приближается к 100 %, что снижает испарение через покровы, экономит влагу в организме.

К морфологическим способам поддержания нормального водного баланса относятся образования, способствующие задержанию воды в теле; это раковины наземных моллюсков, отсутствие кожных желез и ороговение покровов пресмыкающихся, хитинизированная кутикула насекомых и др.

Физиологические приспособления к регуляции водного обмена можно разделить на три группы:

1) способность ряда видов к образованию метаболической воды и довольствованию влагой, поступающей с пищей (многие насекомые, мелкие пустынные грызуны);

2) способность к экономии влаги в пищеварительном тракте за счет всасывания воды стенками кишечника, а также образования высококонцентрированной мочи (овцы, тушканчики);

3) развитие выносливости к обезвоживанию организма благодаря особенностям кровеносной системы, эффективной терморегуляции потоотделением и отдачей воды со слизистых оболочек ротовой полости (верблюды, овцы, собаки).

***Адаптации растений к водному режиму менее разнообразны***, чем у животных. Растения избегают обезвоживания либо посредством запасания воды и защиты ее от испарения (суккуленты), либо через увеличение доли подземных органов (корневых систем) в общем объеме тела. Уменьшению испарения способствуют также различного рода покровы (волоски, плотная кутикула, восковой налет и др.).

При избытке воды механизмы ее экономии слабо выражены. Наоборот, некоторые растения способны выделять избыточную воду через листья, в капельно-жидком виде («плач растений»). Вода в виде жидкости или пара - это одно из абсолютно необходимых веществ для успешного течения процесса фотосинтеза и её недостаток отрицательно сказывается на течении множества клеточных процессов. Даже кратковременный недостаток влаги в почве в течение нескольких дней может привести к серьёзным потерям в урожае, так как в листьях растений начинает накапливаться вещество, препятствующее росту тканей - *абсцизовая кислота.*

**5. Почва и рельеф. Погодные и климатические особенности наземно-воздушной среды**

Свойства грунта и рельеф местности также влияют на условия жизни наземных организмов, в первую очередь растений. Свойства земной поверхности, оказывающие экологическое воздействие на ее обитателей, объединяют названием ***эдафические факторы среды*** (от греч. «эдафос» – основание, почва).

Характер корневой системы растений зависит от гидротермического режима, аэрации, состава и структуры почвы. Например, корневые системы древесных пород (березы, лиственницы) в районах с многолетней мерзлотой располагаются на небольшой глубине и распростерты вширь. Там, где нет многолетней мерзлоты, корневые системы этих же растений менее распростерты и проникают вглубь. У многих степных растений корни могут доставать воду с большой глубины, в то же время у них много и поверхностных корней в гумусированном горизонте почвы, откуда растения поглощают элементы минерального питания. На переувлажненной, плохо аэрированной почве в мангровых зарослях многие виды имеют специальные дыхательные корни – *пневматофоры.*

Можно выделить целый ряд экологических групп растений по отношению к разным свойствам почв.

Так, по реакции на кислотность почвы различают: 1) *ацидофильные* виды – растут на кислых почвах с рН менее 6,7 (растения сфагновых болот, белоус); 2) *нейтрофильные –* тяготеют к почвам с рН 6,7–7,0 (большинство культурных растений); 3) *базифильные* –растут при рН более 7,0 (мордовник, лесная ветреница); 4) *индифферентные –* могут произрастать на почвах с разным значением рН (ландыш, овсяница овечья).

По отношению к валовому составу почвы различают: 1) *олиготрофные* растения, довольствующиеся малым количеством зольных элементов (сосна обыкновенная); 2) *эвтрофные,* нуждающиеся в большом количестве зольных элементов (дуб, сныть обыкновенная, пролесник многолетний); 3) *мезотрофные,* требующие умеренного количества зольных элементов (ель обыкновенная).

*Нитрофилы* – растения, предпочитающие почвы, богатые азотом (крапива двудомная).

Растения засоленных почв составляют группу *галофитов* (солерос, сарсазан и др.).

Некоторые виды растений приурочены к разным субстратам: *петрофиты* растут на каменистых почвах, а *псаммофиты (растения песчаных почв)* и характер грунта влияют на специфику передвижения животных. Например, копытные, страусы, дрофы, живущие на открытых пространствах, нуждаются в твердом грунте для усиления отталкивания при быстром беге. У ящериц, обитающих на сыпучих песках, пальцы окаймлены бахромкой из роговых чешуй, которая увеличивает поверхность опоры (рис. 4). Для наземных обитателей, роющих норы, плотные грунты неблагоприятны. Характер почвы в ряде случаев влияет на распределение наземных животных, роющих норы, зарывающихся в грунт для спасения от жары или хищников либо откладывающих в почву яйца и т.д.



***Рис. 4.*** Вееропалый геккон – обитатель песков Сахары: Л – вееропалый геккон; З – нога геккона

***Погодные особенности.*** Условия жизни в наземно-воздушной среде осложняются, кроме того, *погодными изменениями.* ***Погода*** – это непрерывно меняющееся состояние атмосферы у земной поверхности до высоты примерно 20 км (граница тропосферы). Изменчивость погоды проявляется в постоянном варьировании сочетания таких факторов среды, как температура и влажность воздуха, облачность, осадки, сила и направление ветра и т.п. Для погодных изменений наряду с закономерным чередованием их в годовом цикле характерны непериодические колебания, что существенно усложняет условия существования наземных организмов. На жизнь водных обитателей погода влияет в значительно меньшей степени и лишь на население поверхностных слоев.

***Климат местности.*** Многолетний режим погоды характеризует ***климат местности.*** В понятие климата входят не только средние значения метеорологических явлений, но также их годовой и суточный ход, отклонения от него и их повторяемость. Климат определяется географическими условиями района.

Зональное разнообразие климатов осложняется действием муссонных ветров, распределением циклонов и антициклонов, влиянием горных массивов на движение воздушных масс, степенью удаления от океана (континентальность) и многими другими местными факторами. В горах наблюдается климатическая поясность, во многом аналогичная смене зон от низких широт к высоким. Все это создает чрезвычайное разнообразие условий жизни на суше.

Для большинства наземных организмов, особенно мелких, важен не столько климат района, сколько условия их непосредственного местообитания. Очень часто местные элементы среды (рельеф, экспозиция, растительность и т.п.) так изменяют в конкретном участке режим температуры, влажности, света, движения воздуха, что он значительно отличается от климатических условий местности. Такие локальные модификации климата, складывающиеся в приземном слое воздуха, называют ***микроклиматом.*** В каждой зоне микроклиматы очень разнообразны. Можно выделить микроклиматы сколь угодно малых участков. Например, особый режим создается в венчиках цветков, что используют обитающие там насекомые. Широко известны различия температуры, влажности воздуха и силы ветра на открытом пространстве и в лесу, в травостое и над оголенными участками почвы, на склонах северной и южной экспозиций и т.п. Особый устойчивый микроклимат возникает в норах, гнездах, дуплах, пещерах и других закрытых местах.

***Осадки.*** Помимо водообеспечения и создания запасов влаги, они могут играть и другую экологическую роль. Так, сильные ливневые дожди или град оказывают иногда механическое воздействие на растения или животных.

Особенно многообразна экологическая роль снегового покрова. Суточные колебания температур проникают в толщу снега лишь до 25 см, глубже температура почти не изменяется. При морозах в -20-30°C под слоем снега в 30–40 см температура лишь не намного ниже нуля. Глубокий снежный покров защищает почки возобновления, предохраняет от вымерзания зеленые части растений; многие виды уходят под снег, не сбрасывая листвы, например ожика волосистая, вероника лекарственная, копытень и др.

Мелкие наземные зверьки ведут и зимой активный образ жизни, прокладывая под снегом и в его толще целые галереи ходов. Для ряда видов, питающихся подснежной растительностью, характерно даже зимнее размножение, которое отмечено, например, у леммингов, лесной и желтогорлой мыши, ряда полевок, водяной крысы и др. Тетеревиные птицы – рябчики, тетерева, тундряные куропатки – зарываются в снег на ночевку.

Крупным животным зимний снеговой покров мешает добывать корм. Многие копытные (северные олени, кабаны, овцебыки) питаются зимой исключительно подснежной растительностью, и глубокий снежный покров, а особенно твердая корка на его поверхности, возникающая в гололед, обрекают их на бескормицу. Передвижение по рыхлому глубокому снегу также затруднено для животных. Лисы, например, в снежные зимы предпочитают в лесу участки под густыми елями, где тоньше слой снега, и почти не выходят на открытые поляны и опушки. Глубина снежного покрова может ограничивать географическое распространение видов. Например, настоящие олени не проникают на север в те районы, где толща снега зимой более 40–50 см.

Белизна снежного покрова демаскирует темных животных. В возникновении сезонной смены окраски у белой и тундряной куропаток, зайца-беляка, горностая, ласки, песца, по-видимому, большую роль сыграл отбор на маскировку под цвет фона. На Командорских островах наряду с белыми много голубых песцов. По наблюдениям зоологов, последние держатся преимущественно вблизи темных скал и незамерзающей прибойной полосы, а белые предпочитают участки со снежным покровом.

***Контрольные вопросы и задания***

1. *Что такое анемофилия? 2. Дайте краткую характеристику газового состава воздуха. 3. Охарактеризуйте влияние температуры на жизнь животных. 4. Перечислите морфологические адаптации, защищающие растения от холода. Приведите примеры. 5. Какие адаптации животных к водному режиму вам известны? 6. Что такое погода и климат местности? 7. Охарактеризуйте экологическую роль снегового покрова в жизни растений и животных.*

***Литература***

1. *Дроздов В.В. Общая экология. Учебное пособие. - СПб.: РГГМУ, 2011.-412 с.*
2. *Степановских А.С. Экология. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001.-703с.*
3. *Чернова Н.М., Былова А.М. Общая экология. - М.: Дрофа, 2004. - 416с.*