

2Содержание

Введение

1. Общая характеристика водной среды
2. Адаптации организмов к факторам водной среды
 - 2.1 Плотность воды
 - 2.2 Солевой режим
 - 2.3 Температурный режим
 - 2.4 Световой режим
 - 2.5 Газовый режим
3. Особенности адаптации растений к водной среде
4. Особенности адаптации животных к водной среде
5. Экологические группы гидробионтов

Заключение

Список использованных источников

Введение

На нашей планете живые организмы освоили четыре среды обитания. Водная среда была первой, в которой возникла и распространилась жизнь. Только потом организмы овладели наземно-воздушной, создали и заселили почву и сами стали четвертой специфической средой жизни. Вода как среда обитания имеет ряд специфических свойств, таких как большая плотность, сильные перепады давления, малое содержание кислорода, сильное поглощение солнечных лучей. Кроме того, водоемы и их отдельные участки различаются солевым режимом, скоростью течений, содержанием взвешенных частиц. Для некоторых организмов имеют значение также свойства грунта, режим разложения органических остатков и так далее. Поэтому наряду с адаптациями к общим свойствам водной среды её обитатели должны быть приспособлены и к разнообразным частным условиям.

Вода является средой, которая во много раз плотнее воздуха. В силу этого она оказывает на живущие в ней организмы определенное давление и в то же время обладает способностью поддерживать тела, согласно закону Архимеда, по которому всякое тело, находящееся в воде, теряет в весе столько, сколько весит вытесненная им вода.

Все обитатели водной среды получили в экологии общее название гидробионтов. Гидробионты населяют Мировой океан, континентальные водоемы и подземные воды.

1. Общая характеристика водной среды

Гидросфера как водная среда жизни занимает около 71 % площади и 1/800 часть объема земного шара. Основное количество воды, более 94 %, сосредоточено в морях и океанах. В пресных водах рек, озер количество воды не превышает 0,016 % общего объема пресной воды. Соотношения эти постоянны, хотя в природе, не переставая, идет круговорот воды (рисунок 1) [1].

Рисунок 1 - Круговорот воды в природе

водная среда адаптация организм

В океане с входящими в него морями прежде всего различают две экологические

области: толщу воды - пелагиаль и дно - бенталь. В зависимости от глубины бенталь делится на сублиторальную зону - область плавного понижения суши до глубины 200 м, батигальную - область крутого склона и абиссальную зону - океанического ложа со средней глубиной 3-6 км. Более глубокие области бентали, соответствующие впадинам океанического ложа (6-10 км) называются ультраабиссалью. Кромка берега, заливаемая во время приливов, называется литоралью. Часть берега выше уровня приливов, увлажняемая брызгами прибоя, называется суперлиторалью (рисунок 2).

Открытые воды Мирового океана также делятся на зоны по вертикали соответствующие зонам бентали: эпипелигиаль, батипелигиаль, абиссопелигиаль. В водной среде обитает примерно 150 000 видов животных, или около 7% общего их количества и 10 000 видов растений (8%).

Удельный вес рек, озер и болот, как уже было отмечено ранее, по сравнению с морями и океанами незначителен. Однако они создают необходимый для растений, животных и человека запас пресной воды.

Характерной чертой водной среды является ее подвижность, особенно в проточных, быстро текущих ручьях и реках. В морях и океанах наблюдаются приливы и отливы, мощные течения, штормы. В озерах вода перемещается под действием температуры и ветра [1].

Вода - это совершенно уникальная среда во многих отношениях. Молекула воды, состоящая из двух атомов водорода и одного атома кислорода, удивительно стабильна. Вода является единственным в своем роде соединением, которое одновременно существует в газообразном, жидком и твердом состоянии.

Вода - не только живительный источник для всех животных и растений на Земле, но является для многих из них и средой обитания. К их числу, например, относятся многочисленные виды рыб, в том числе караси, населяющие реки и озёра края, а также аквариумные рыбки в наших домах. Как видите, они прекрасно себя чувствуют среди водных растений. Дышат рыбки жабрами, извлекая кислород из воды.

Некоторые виды рыб, например, макроподы дышат атмосферным воздухом, поэтому периодически поднимаются на поверхность.

Вода - среда обитания многих водных растений и животных. Одни из них всю жизнь проводят в воде, а другие находятся в водной среде лишь в начале своей жизни. В этом можно убедиться, посетив небольшой пруд или болото. В водной стихии можно обнаружить самых маленьких представителей - одноклеточные организмы, для рассмотрения которых требуется микроскоп. К ним относятся многочисленные водоросли и бактерии. Их количество измеряется миллионами на кубический миллиметр воды.

Рисунок 1 - Вертикальная зональность моря (по А.С. Константинову, 1967)

Полностью очищенная вода существует только в лабораторных условиях. Любая природная вода содержит в себе много различных веществ. В "сырой воде" это в основном так называемая защитная система или углекислый комплекс, состоящий из соли угольной кислоты, карбоната и бикарбоната. Этот фактор позволяет определить тип воды кислая, нейтральная или основная, - на основе ее значения pH,

что с химической точки зрения означает содержащуюся в воде пропорцию ионов водорода. У нейтральной воды $pH=7$, более низкие значения указывают на повышенную кислотность воды, а более высокие, на то, что она щелочная. В известняковой местности вода озер и рек обычно имеет повышенные значения pH по сравнению с водоемами тех мест, где содержание известняка в грунте незначительное.

Если вода озер и рек считается пресной, то морская вода называется соленой или солоноватой. Между пресной и соленой водой существует множество промежуточных типов [15].

2. Адаптации организмов к факторам водной среды

2.1 Плотность воды

Вода отличается от воздуха большей плотностью. В этом отношении она в 800 раз превосходит воздушную среду. Плотность дистиллированной воды при температуре $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ равна 1 г/см^3 . Плотность же природных вод, содержащих растворенные соли, может быть больше: до $1,35\text{ г/см}^3$. В среднем в водной толще на каждые 10 м глубины давление возрастает на 1 атмосферу. Высокая плотность воды отражается на строении тела гидрофитов. Так, если у наземных растений хорошо развиты механические ткани, обеспечивающие прочность стволов и стеблей, расположение механических и проводящих тканей по периферии стебля создает конструкцию «трубы», хорошо противостоящую изломам и изгибам, то у гидрофитов механические ткани сильно редуцированы, так как растения поддерживаются самой водой. Механические элементы и проводящие пучки довольно часто сосредоточены в центре стебля или листового черешка, что придает способность изгибаться при движениях воды.

Погруженные гидрофиты обладают хорошей плавучестью, создаваемой специальными приспособлениями (воздушные мешки, вздутия). Так, листья лягушатника лежат на поверхности воды и под каждым листом имеют наполненный воздухом плавучий пузырь. Как крошечный спасательный жилет, пузырь позволяет листу плавать на поверхности воды. Воздушные камеры в стебле поддерживают растение в вертикальном положении и доставляют кислород корням.

Плавучесть также повышается с увеличением поверхности тела. Это хорошо видно у микроскопических планктонных водорослей. Различные выросты тела помогают им свободно «парить» в толще воды [5, с. 145].

Организмы в водной среде распределены по всей ее толще. Например, в океанических впадинах животные обнаружены на глубинах свыше 10 000 м, переносят давление от нескольких до сотен атмосфер. Так, пресноводные обитатели (жуки-плавунцы, тифельки, сувойки и др.) в опытах выдерживают до 600 атмосфер. Голотурии рода *Elpidia*, черви *Priapulul caudatus* обитают от прибрежной зоны до ультраабиссали. Вместе с тем следует отметить, что многие обитатели морей и океанов относительно стенобатны и приурочены к определенным глубинам. Это относится в первую очередь к мелководным и глубоководным видам. Только на литорали обитают кольчатый червь пескожил *Agenicola*, моллюски - морские блюдечки (*Patella*). На больших глубинах при давлении не менее 400-500 атмосфер

встречаются рыбы из группы удильщиков, головоногие моллюски, ракообразные, морские звезды, погонофоры и другие.

Плотность воды обеспечивает возможность животным организмам опираться на нее, что особенно важно для бесскелетных форм. Опорность среды служит условием парения в воде. Именно к этому образу жизни приспособлены многие гидробионты [1].

2.2 Солевой режим

В жизни водных организмов важную роль играет соленость воды или солевой режим. Химический состав вод формируется под влиянием естественно-исторических и геологических условий, а также при антропогенном воздействии. Содержание химических соединений (солей) в воде определяет ее соленость и выражается в граммах на литр или в промиле (‰). По общей минерализации воды можно разделить на пресные с содержанием солей до 1 г/ дм³, солоноватые (1-25 г/ дм³), морской солености (26-50 г/дм³) и рассолы (более 50 г/дм³). Наиболее важными из растворенных веществ в воде являются карбонаты, сульфаты и хлориды.

Среди пресных вод много почти чистых, но много и таких, которые содержат до 0,5 г растворенных веществ на литр. Катионы по их содержанию в пресной воде располагаются следующим образом: кальций - 64 %, магний - 17 %, натрий - 16 %, калий - 3 %. Это средние значения, а в каждом конкретном случае возможны колебания, иногда значительные [7, с. 155].

Важным элементом в пресных водах является содержание кальция. Кальций может выступать в роли ограничивающего фактора. Различают воды «мягкие», бедные кальцием (менее 9 мг/дм³), и воды «жесткие», содержание его в большом количестве (более 25 мг/дм³).

В морской воде среднее содержание растворенных солей составляет 35 г/ дм³, в окраинных морях значительно ниже. В морской воде обнаружены 13 металлоидов и не менее 40 металлов. По степени значимости первое место занимает поваренная соль, затем хлористый барий, серноокислый магний и хлористый калий.

Большинство водных обитателей пойкилосмотичны. Осмотическое давление в их теле зависит от солености окружающей среды. Пресноводные животные и растения обитают в среде, где концентрация растворенных веществ ниже, чем в жидкостях тела и тканей. Из-за разницы в осмотическом давлении вне и внутри тела в организм постоянно проникает вода, вследствие чего гидробионты пресных вод вынуждены интенсивно удалять ее. У них хорошо выражены процессы осморегуляции. У простейших это достигается работой выделительных вакуолей, у многоклеточных - удалением воды через выделительную систему. Некоторые инфузории каждые 2-2,5 мин выделяют количество воды, равное объему тела.

С повышением солености работа вакуолей замедляется, а при концентрации солей 17,5 % перестает работать, так как разница осмотического давления между клетками и внешней средой исчезает [4].

Концентрация солей в жидкостях тела и тканей многих морских организмов изотонична концентрации растворенных солей в окружающей воде. В связи с этим осморегуляторные функции у них развиты слабее, чем у пресноводных.

Осморегуляция является одной из причин того, что многие морские растения и животные не сумели заселить пресные водоемы и оказались типичными морскими жителями: кишечно-полостные (Coelenterata), иглокожие (Echinodermata), губки (Spongia), оболочники (Tunicata), погонофоры (Pogonophora). С другой стороны, в морях и океанах практически не обитают насекомые, тогда как пресноводные бассейны обильно ими заселены. Типично морские и типично пресноводные организмы не переносят значительных изменений солености и являются стеногалинными. Эвригалинных организмов, в частности животных, пресноводного и морского происхождения не так много. Они встречаются, нередко в больших количествах, в солоноватых водах. Это такие, как лещ (*Abramis brama*), пресноводный судак (*Stizostedion lucioperca*), щука (*Esox lucios*), из морских - семейство кефалевых (*Mugilidae*).

Обитание растений в водной среде, помимо перечисленных выше особенностей, накладывает отпечаток и на другие стороны жизнедеятельности, особенно на водный режим у растений, в прямом смысле окруженных водой. У таких растений транспирации нет, а следовательно, и нет «верхнего двигателя», поддерживающего ток воды в растении. И вместе с тем ток, доставляющий к тканям питательные вещества, существует (правда, значительно слабее, чем у сухопутных растений), с ясно выраженной суточной периодичностью: днем больше, ночью отсутствует. Активная роль в его поддержании принадлежит корневному давлению (у прикрепленных видов) и деятельности специальных клеток, выделяющих воду, - водяных устьиц или гидатод.

В пресных водах распространены растения, укрепленные на дне водоема. Часто их фотосинтетическая поверхность располагается над водой. К ним относятся камыши (*Scirpus*), кувшинки (*Nymphaea*), кубышки (*Nuphar*), рогозы (*Typha*), стрелолист (*Sagittaria*). У других фотосинтезирующие органы погружены в воду. Это рдесты (*Potamogeton*), уруть (*Myriophyllum*), элодея (*Elodea*). Отдельные виды высших растений пресных вод лишены корней и свободно плавают или обрастают подводные предметы, водоросли, которые прикреплены к грунту[2].

2.3 Температурный режим

Отличается в воде, во-первых, меньшим притоком тепла, во-вторых, большей стабильностью, чем на суше. Часть тепловой энергии, поступающей на поверхность воды, отражается, часть расходуется на испарение. Изменение температуры в текущих водах следует за ее изменениями в окружающем воздухе, отличаясь меньшей амплитудой.

В целом же следует отметить, что амплитуда годовых колебаний температуры в верхних слоях океана не более 10-15 °С в континентальных водах 30-35 °С. Глубокие слои воды отличаются постоянством температуры. В экваториальных водах среднегодовая температура поверхностных слоев составляет 26-27 °С, в полярных - около 0 °С и ниже. Исключением являются термальные источники, где температура поверхностного слоя достигает 85-93 °С.

В воде как среде жизни, с одной стороны, существует довольно значительное разнообразие температурных условий, а с другой - термодинамические особенности

водной среды, такие, как высокая удельная теплоемкость, большая теплопроводность и расширение при замерзании (при этом лед образуется лишь сверху, а основная же толща воды не промерзает), создают благоприятные условия для живых организмов.

Так, для зимовки многолетних гидрофитов в реках и озерах большое значение имеет вертикальное распределение температур подо льдом. Наиболее плотная и наименее холодная вода с температурой 4°C располагается в придонном слое, куда опускаются зимующие почки (турионы) роголистника, пузырчатки, водокраса и др., а также целые облиственные растения, такие, как ряска, элодея [4].

Утвердилось мнение, что погружение связано с накоплением крахмала и утяжелением растений. К весне крахмал превращается в растворимые сахара и жиры, что делает почки легче и обеспечивает возможность их всплытия.

Организмы в водоемах умеренных широт хорошо приспособлены к сезонным вертикальным перемещениям слоев воды, к весенней и осенней гомотермии, к летней и зимней стагнации. Поскольку температурный режим водоемов характеризуется большой стабильностью, среди гидробионтов в большей мере, чем среди организмов суши, распространена стенотермность.

Эвритермные виды встречаются главным образом в мелких континентальных водоемах и на литорали морей высоких и умеренных широт, где значительны суточные и сезонные колебания.

2.4 Световой режим

На водные организмы большое влияние оказывают световой режим и прозрачность воды. Интенсивность света в воде сильно ослаблена, так как часть падающей радиации отражается от поверхности воды, другая поглощается ее толщей.

Ослабление света связано с прозрачностью воды. В океанах, например, с большой прозрачностью на глубину 140 м еще падает около 1 % радиации, а в небольших озерах с несколько замкнутой водой уже на глубину 2 м - всего лишь десятые доли процента.

В связи с тем, что лучи разных участков солнечного спектра неодинаково поглощаются водой, с глубиной изменяется и спектральный состав света, ослабляются красные лучи. Сине-зеленые лучи проникают на значительные глубины. Сгущающиеся с глубиной сумерки в океане имеют вначале зеленый, затем голубой, синий, сине - фиолетовый цвет, сменяясь в дальнейшем постоянным мраком. Соответственно сменяют друг друга с глубиной и живые организмы.

Так, растения, живущие на поверхности воды, не испытывают недостатка света, а погруженные и особенно глубоководные относят к «теневого флоре». Им приходится адаптироваться не только к недостатку света, но и к изменению его состава выработкой дополнительных пигментов. Это прослеживается на известной закономерности окраски у водорослей, обитающих на разных глубинах. В мелководных зонах, где растениям еще доступны красные лучи, которые в наибольшей степени поглощаются хлорофиллом, как правило, преобладают зеленые водоросли. В более глубоких зонах встречаются бурые водоросли, имеющие кроме хлорофилла бурые пигменты фикофеин, фукоксантин и др. Еще глубже обитают

красные водоросли, содержащие пигмент фикоэритрин. Здесь четко прослеживается способность к улавливанию солнечных лучей с разной длиной волны. Данное явление получило название хроматической адаптации [3].

Глубоководные виды имеют ряд физических черт, свойственных теневым растениям. Среди них следует отметить низкую точку компенсации фотосинтеза, «теневого характер» световой кривой фотосинтеза с низким плато насыщения, у водорослей, например, крупные размеры хроматофоров. Тогда как у поверхности и плавающих форм эти кривые более «светлого» типа.

Для использования слабого света в процессе фотосинтеза требуется увеличенная площадь ассимилирующих органов. Так, стрелолист (*Sagittaria sagittifolia*) формирует разные по форме листья при развитии на суше и в воде.

В наследственной программе закодирована возможность развития в том и другом направлении. «Пусковым механизмом» для развития «водных» форм листьев служит затенение, а не непосредственное действие воды.

Нередко листья водных растений, погруженные в воду, сильно рассечены на узкие нитевидные доли, как, например, у роголистника, урути, пузырчаток, или имеют тонкую просвечивающую пластинку - подводные листья кубышек, кувшинок, листья погруженных рдестов [5].

Данные черты характерны и для водорослей, таких, как нитчатые водоросли, рассеченные талломы харовых, тонкие прозрачные талломы многих глубоководных видов. Это дает возможность гидрофитам увеличить отношение площади тела к объему, а следовательно, развивать большую поверхность при сравнительно небольших затратах органической массы.

У частично погруженных в воду растений хорошо выражена гетерофилия, т. е. различие строения надводных и подводных листьев у одного и того же растения: Это хорошо просматривается у водного лютика разнолистного (рисунок 2). Надводные имеют черты, обычные для листьев наземных растений (дорзовентральное строение, хорошо развитые покровные ткани и устьичный аппарат), подводные - очень тонкие или рассеченные листовые пластинки. Гетерофилия отмечена также у кувшинок и кубышек, стрелолиста и других видов.

Показательным примером является поручейник (*Simn latifolium*), на стебле которого можно видеть несколько форм листьев, отражающих все переходы от типично наземных до типично водных.

Глубина водной среды оказывает влияние и на животных, их окраску, видовой состав и т. д. Например, в озерной экосистеме основная жизнь сосредоточена в слое воды, куда проникает количество света, достаточное для фотосинтеза. Нижняя граница данного слоя носит название компенсационного уровня. Выше этой глубины растения выделяют больше кислорода, чем потребляют, то избыточный кислород могут использовать другие организмы. Ниже этой глубины фотосинтез не может обеспечить дыхание, в связи с этим организм доступен только кислород, который поступает с водой из более поверхностных слоев озера.

Рисунок 2 - Гетерофилия у водного лютика разнолистного *Ranunculus diversifolius* (из Т.Г. Горышиной, 1979) Листья: 1 - надводные; 2 - подводные

Показательным примером является поручейник (*Simn latifolium*), на стебле которого можно видеть несколько форм листьев, отражающих все переходы от типично наземных до типично водных.

Глубина водной среды оказывает влияние и на животных, их окраску, видовой состав и т. д. Например, в озерной экосистеме основная жизнь сосредоточена в слое воды, куда проникает количество света, достаточное для фотосинтеза. Нижняя граница данного слоя носит название компенсационного уровня. Выше этой глубины растения выделяют больше кислорода, чем потребляют, то избыточный кислород могут использовать другие организмы. Ниже этой глубины фотосинтез не может обеспечить дыхание, в связи с этим организм доступен только кислород, который поступает с водой из более поверхностных слоев озера.

В светлых, поверхностных слоях воды обитают ярко и разнообразно окрашенные животные, глубоководные же виды обычно лишены пигментов. В сумеречной зоне океана обитают животные, окрашенные в цвета с красноватым оттенком, что помогает им скрываться от врагов, так как красный цвет в сине - фиолетовых лучах воспринимается как черный. Красная окраска характерна для таких животных сумеречной зоны, как морской окунь, красный коралл, различные ракообразные и др. Поглощение света в воде тем сильнее, чем меньше ее прозрачность, что обусловлено наличием в ней частиц минеральных веществ (глина, ил). Уменьшается прозрачность воды и при бурном разрастании водной растительности в летний период или при массовом размножении мелких организмов, находящихся в поверхностных слоях во взвешенном состоянии. Прозрачность характеризуется предельной глубиной, где еще виден специально опускаемый диск Секки (белый диск диаметром 20 см). В Саргассовом море (самые прозрачные воды) диск Секки виден до глубины 66,5 м, в Тихом океане до 59, в Индийском до 50, в мелких морях - до 5-15 м. Прозрачность рек не превышает 1-1,5 м, а в среднеазиатских реках Амударье и Сырдарье - нескольких сантиметров. Отсюда и границы зон фотосинтеза сильно колеблются в разных водоемах. В самых чистых водах зона фотосинтеза, или эуфотическая зона, достигает глубины не свыше 200 м, сумеречная (дисфотическая) простирается до 1000-1500 м, а глубже, в афотическую зону, солнечный свет совсем не проникает.

Световой день в воде значительно короче (особенно в глубоких слоях), чем на суше. Количество света в верхних слоях водоемов меняется и от широты местности, и от времени года. Так, длинные полярные ночи сильно ограничивают время, пригодное для фотосинтеза в арктических и приантарктических бассейнах, а ледовый покров затрудняет доступ света зимой во все замерзающие водоемы [2].

2.5 Газовый режим

Основными газами в водной среде являются кислород и углекислый газ. Остальные, такие, как сероводород или метан, имеют второстепенное значение.

Кислород для водной среды - важнейший экологический фактор. Он поступает в воду из воздуха и выделяется растениями при фотосинтезе. Коэффициент диффузии кислорода в воде примерно в 320 тыс. раз ниже, чем в воздухе, а общее его содержание в верхних слоях воды составляет 6-8 мл/дм³, или в 21 раз ниже, чем в атмосфере. Содержание кислорода в воде обратно пропорционально температуре. С

повышением температуры и солености воды концентрация в ней кислорода понижается. В слоях, сильно заселенных животными и бактериями, может создаваться дефицит кислорода из-за усиленного его потребления. Так, в Мировом океане богатые жизнью глубины от 50 до 1000 м характеризуются резким ухудшением аэрации. Она в 7-10 раз ниже, чем в поверхностных водах, населенных фитопланктоном. Около дна водоемов условия могут быть близкими к анаэробным. При застойном режиме в небольших водоемах вода также резко обедняется кислородом. Дефицит его может возникнуть и зимой подо льдом. При концентрации ниже 0,3-3,5 мл/дм³ жизнь аэробов в воде невозможна. Содержание кислорода в условиях водоема оказывается лимитирующим фактором.

Среди водных обитателей значительно количество видов, способных переносить широкие колебания содержания кислорода в воде, близкие к его отсутствию. Это так называемые эвриоксибионты. К ним относятся пресноводные олигохеты (*Tubifex tubifex*), брюхоногие моллюски (*Viviparus viviparus*). Очень слабое насыщение воды кислородом из рыб могут выдерживать сазан, линь, караси. Однако многие виды являются стеноксибионтными, т. е. могут существовать только при достаточно высоком насыщении воды кислородом, например радужная форель, кумжа, голянь и др. Многие виды живых организмов способны при недостатке кислорода впадать в неактивное состояние, так называемый аноксибиоз, и таким образом переживать неблагоприятный период [12].

Дыхание гидробионтов осуществляется как через поверхность тела, так и через специализированные органы - жабры, легкие, трахеи. Нередко покровы тела могут служить дополнительным органом дыхания. У отдельных видов встречается комбинирование водного и воздушного дыхания, например, двоякодышащие рыбы, сифонофоры, дискофанты, многие легочные моллюски, ракообразные (*Yammarus lacustris*) и др. Вторичноводные животные сохраняют обычно атмосферный тип дыхания как энергетически более выгодный, и поэтому нуждаются в контактах с воздушной средой. К ним относятся ластоногие, китообразные, водяные жуки, личинки комаров и т. д.

Углекислый газ. В водной среде живые организмы кроме недостатка света, кислорода могут испытывать недостаток доступной СО₂, например растения для фотосинтеза. Углекислота поступает в воду в результате растворения СО₂ содержащегося в воздухе, дыхания водных организмов, разложения органических остатков и высвобождения из карбонатов. Содержание углекислого газа в воде колеблется в пределах 0,2-0,5 мл/л, или в 700 раз больше, чем в атмосфере. СО₂ растворяется в воде в 35 раз лучше кислорода. Морская вода является главным резервуаром углекислого газа, так как содержит от 40 до 50 см³ газа на литр в свободной или связанной форме, что в 150 раз превышает его концентрацию в атмосфере.

Углекислый газ, содержащийся в воде, принимает участие в формировании известковых скелетных образований беспозвоночных животных и обеспечивает фотосинтез водных растений. При интенсивном фотосинтезе растений идет усиленное потребление углекислого газа (0,2-0,3 мл/дм³ в час), что приводит к ее

дефициту. На увеличение содержания CO₂ в воде гидрофиты реагируют, повышая фотосинтез.

Дополнительным источником CO₂ для фотосинтеза водных растений является также углекислота, которая выделяется при разложении двууглекислых солей и их переходе в углекислые.

Малорастворимые карбонаты, которые при этом образуются, оседают на поверхность листьев в виде известкового налета или корочки, хорошо заметной при обсыхании многих водных растений.

Концентрация водородных ионов (рН) нередко сказывается на распределении водных организмов. Пресноводные бассейны с рН 3,7-4,7 считаются кислыми, 6,95-7,3 нейтральными, с рН более 7,8 - щелочными. В пресных водоемах рН испытывает значительные колебания, нередко в течение суток. Морская вода более щелочная, и рН ее меньше изменяется, чем пресной. С глубиной рН уменьшается.

Из растений при рН меньше 7,5 растут полушник (*Isoetes*), ежеголовник (*Sparganium*). В щелочной среде (рН 7,7-8,8) распространены многие виды рдестов, элодея, при рН 8,4-9 сильного развития достигает (*Typha angustifolia*). Кислые воды торфяников способствуют развитию сфагновых мхов.

Большинство пресноводных рыб выдерживает рН от 5 до 9. Если рН меньше 5, наблюдается массовая гибель рыб, а выше 10 - погибают все рыбы и другие животные.

В озерах с кислой средой часто встречаются личинки двукрылых из рода *Chaoborus*, а в кислых водах болот распространены раковинные корненожки (*Testaceae*), отсутствуют пластинчато-жаберные моллюски из рода беззубок (*Unio*), редко встречаются другие моллюски [1].

3. Особенности адаптации растений к водной среде

Водные растения имеют значительные отличия от наземных растительных организмов. Так, способность водных растений поглощать влагу и минеральные соли непосредственно из окружающей среды отражается на их морфологической и физиологической организации. Характерным для водных растений является слабое развитие проводящей ткани и корневой системы. Корневая система служит главным образом для прикрепления к подводному субстрату и не выполняет функции минерального питания и водоснабжения, как у наземных растений. Питание же водных растений осуществляется всей поверхностью их тела. Значительная плотность воды дает возможность обитания растений во всей ее толще. У низших растений, заселяющих различные слои и ведущих плавающий образ жизни, для этого имеются специальные придатки, которые увеличивают их плавучесть и позволяют им удерживаться во взвешенном состоянии. Высшие гидрофиты имеют слабо развитую механическую ткань. В их листьях, стеблях, корнях располагаются воздухоносные межклеточные полости, увеличивающие легкость и плавучесть взвешенных в воде и плавающих на поверхности органов, что также способствует омыванию внутренних клеток водой с растворенными в ней солями и газами. Гидрофиты отличаются большой поверхностью листьев при малом общем объеме растения, что обеспечивает им интенсивный газообмен при недостатке

растворенного в воде кислорода и других газов.

У ряда водных организмов развита разнолистность, или гетерофилия. Так, у сальвинии погруженные листья обеспечивают минеральное питание, а плавающие - органическое.

Важной особенностью адаптации растений к обитанию в водной среде является и то, что листья, погруженные в воду, как правило, очень тонкие. Часто хлорофилл в них располагается в клетках эпидермиса, что способствует усилению интенсивности фотосинтеза при слабом освещении. Такие анатомо-морфологические особенности наиболее четко выражены у водных мхов, валиснерии, рдестов [1].

От вымывания у водных растений из клеток минеральных солей или выщелачивания защитой является выделение специальными клетками слизи и образование эндодермы из более толстостенных клеток в виде кольца [7].

Относительно низкая температура водной среды обуславливает отмирание вегетирующих частей у погруженных в воду растений после образования зимних почек и замену летних тонких нижних листьев более жесткими и короткими зимними. Низкая температура воды отрицательно сказывается на генеративных органах водных растений, а высокая ее плотность затрудняет перенос пыльцы. В связи с этим водные растения интенсивно размножаются вегетативным путем.

Большинство плавающих на поверхности и погруженных растений выносят цветоносные стебли в воздушную среду и размножаются половым путем. Пыльца разносится ветром и поверхностными течениями. Плоды и семена, которые образуются, также распространяются поверхностными течениями. Это явление носит название гидрохории. К гидрохорным относятся не только водные, а также многие прибрежные растения. Их плоды имеют высокую плавучесть, длительное время находятся в воде и не теряют при этом всхожесть. Например, водой переносятся плоды и семена стрелолиста, сусака, частухи. Плоды многих осок заключены в своеобразные мешочки с воздухом и разносятся водными течениями [6].

4. Особенности адаптации животных к водной среде

У животных, обитающих в водной среде, по сравнению с растениями адаптивные особенности более многообразны, к ним относятся такие, как анатомо-морфологические, поведенческие и др.

Животные, обитающие в толще воды, обладают в первую очередь приспособлениями, которые увеличивают их плавучесть и позволяют противостоять движению воды, течениям. Данные организмы вырабатывают приспособления, которые препятствуют поднятию их в толщу воды или уменьшают плавучесть, что позволяет удерживаться на дне, включая и быстро текущие воды.

У мелких форм, живущих в толще воды, отмечается редукция скелетных образований. Так, у простейших (радиолярии) раковины обладают пористостью, кремневые иглы скелета внутри полые. Удельная плотность гребневиков, медуз уменьшается благодаря наличию воды в тканях. Скопление капелек жира в теле способствует увеличению плавучести. Крупные скопления жира наблюдаются у некоторых ракообразных, рыб и китообразных. Удельную плотность тела снижают и

тем самым повышают плавучесть плавательные пузыри, наполненные газом, которые имеют многие рыбы. У сифонофор развиты мощные воздухоносные полости [1].

Для животных, пассивно плавающих в толще воды, характерно не только уменьшение массы, но и увеличение удельной поверхности тела. Это связано с тем, что чем больше вязкость среды и выше удельная поверхность тела организма, тем он медленнее погружается в воду. У животных уплощается тело, на нем образуются шипы, выросты, придатки, например у жгутиковых, радиолярий.

Большая группа животных, обитающих в пресной воде, при передвижении использует поверхностное натяжение воды. По поверхности воды свободно бегают клопы водомерки, жуки вертячки и др. Членистоногое, касающееся воды окончанием своих придатков, покрытых водоотталкивающими волосками, вызывает деформацию ее поверхности с образованием вогнутого мениска. Когда подъемная сила, направленная вверх, больше массы животного, последнее и будет удерживаться на воде благодаря поверхностному натяжению.

Таким образом, жизнь на поверхности воды возможна для сравнительно мелких животных, так как масса растет пропорционально кубу размера, а поверхностное натяжение увеличивается как линейная величина.

Активное плавание у животных осуществляется с помощью ресничек, жгутиков, изгибания тела, реактивным способом за счет энергии выбрасываемой струи воды. Наибольшего совершенства реактивный способ передвижения достиг у головоногих моллюсков.

У крупных животных нередко имеются специализированные конечности (плавники, ласты), тело их обтекаемой формы и покрыто слизью [13].

Только в водной среде встречаются неподвижные, ведущие прикрепленный образ жизни, животные. Это такие, как гидроиды и коралловые полипы, морские лилии, двустворчатые и др. Для них характерны своеобразная форма тела, незначительная плавучесть (плотность тела больше плотности воды) и специальные приспособления для прикрепления к субстрату.

Водные животные большей частью пойкилотермны. У гомойотермных же (китообразные, ластоногие) образуется значительный слой подкожного жира, который выполняет теплоизоляционную функцию.

Глубоководные животные отличаются специфическими чертами организации: исчезновение или слабое развитие известкового скелета, увеличение размеров тела, нередко - редукция органов зрения, усиление развития осязательных рецепторов и так далее [1].

Осмотическое давление и ионное состояние растворов в теле животных обеспечивается сложными механизмами водно-солевого обмена. Наиболее распространенным способом поддержания постоянного осмотического давления является регулярное удаление поступающей в организм воды с помощью пульсирующих вакуолей и органов выделения. Так, пресноводные рыбы избыток воды удаляют усиленной работой выделительной системы, а соли поглощают через жаберные лепестки. Морские рыбы вынуждены пополнять запасы воды и поэтому

пьют морскую воду, а излишки поступающих с водой солей выводят из организма через жаберные лепестки.

Целый ряд гидробионтов обладают особым характером питания - это отцеживание или осаждение взвешенных в воде частиц органического происхождения, многочисленных мелких организмов. Этот способ питания не требует больших затрат энергии на поиски добычи и характерен для пластинчатожаберных моллюсков, сидячих иглокожих, асцидий, планктонных рачков и др. Животные - фильтраторы выполняют важную роль в биологической очистке водоемов. В связи с быстрым затуханием световых лучей в воде жизнь в постоянных сумерках или во мраке сильно ограничивает возможности зрительной ориентации гидробионтов. Звук распространяется в воде быстрее, чем в воздухе, и ориентация на звук у гидробионтов развита лучше зрительной. Отдельные виды улавливают даже ультразвук. Звуковая сигнализация служит больше всего для внутривидовых взаимоотношений: ориентации в стае, привлечения особей другого пола и т.д. Китообразные, например, отыскивают пищу и ориентируются при помощи эхолокации - восприятия отраженных звуковых волн. Принцип локатора дельфина заключается в излучении звуковых волн, которые распространяются перед плывущим животным. Встречая препятствие, например рыбу, звуковые волны отражаются и возвращаются к дельфину, который слышит возникающее эхо и таким образом обнаруживает предмет, вызывающий отражение звука [16].

Известно около 300 видов рыб, которые способны генерировать электричество и использовать его для ориентации и сигнализации. Ряд рыб (электрический скат, электрический угорь) используют электрические поля для защиты и нападения. Водным организмам свойственен древний способ ориентации - восприятие химизма среды. Хеморецепторы многих гидробионтов (лососи, угри) обладают чрезвычайной чувствительностью. В тысячекилометровых миграциях они с поразительной точностью находят места нерестилищ и нагула [8].

5. Экологические группы гидробионтов

Толща воды, или пелагиаль (pelages - море), заселена пелагическими организмами, которые обладают способностью плавать или удерживаться в определенных слоях водные организмы (рисунок 3). Рисунок 3 - Профиль океана и его обитатели гидробионты (по Н. Н. Моисееву, 1983)

В связи с этим гидробионты подразделяются на две группы: нектон и планктон.

Третью экологическую группу - бентос - образуют обитатели дна [17].

Нектон (nekton - плавающий) - это совокупность пелагических активно передвигающихся животных, не имеющих непосредственной связи с дном. Это гидробионты главным образом крупные животные, которые способны преодолевать большие расстояния и сильные течения воды. Эти гидробионты имеют обтекаемую форму тела и хорошо развитые органы движения. К типичным нектонным организмам относятся рыбы, кальмары, киты, ластоногие. К нектону в пресных водах кроме рыб относятся земноводные и активно перемещающиеся насекомые. Многие морские рыбы могут передвигаться в толще воды с огромной скоростью: до 45-50 км/ч - кальмары (*Oegophside*), 100-150 км/ч - парусники (*Jsttiopharidae*) и 130 км/ч

меч - рыба (*Xiphias gladius*). Нектон отличается от планктона тем, что его представители совершают значительные передвижения, а не просто парят в воде. У планктонных организмов, например, у медуз, ветвистоусых и веслоногих рачков, есть органы передвижения, однако они не могут следовать по определенному курсу, и полностью подвластны течению воды. Нектонные организмы в противоположность планктонным приобрели ряд приспособлений, позволяющих им двигаться, плыть, скользить по воде, а иногда даже летать по воздуху на десятки метров (летучие рыбы, кальмары). Чаще всего движение в воде осуществляется за счет изгибания тела. Три группы животных изгибают свое тело в вертикальной плоскости - китообразные, пиявки и немертины. Остальные изгибают свое тело в горизонтальной плоскости (личинки насекомых, змеи и рыбы). Представители нектона взяли на вооружение силу реактивной струи. Личинки насекомых, таких как стрекоза, втягивают и выбрасывают воду из задней кишки, а у головоногих моллюсков для этой цели есть специальное приспособление, застегивающееся на хрящевые кнопки. Это мешок, из которого вода силой мышц выбрасывается в специальную воронку. У многих нектонных организмов для уменьшения сопротивления воды выработалась обтекаемая форма, при которой наблюдается наименьшее сопротивление. А китообразные приспособились гасить вихревые потоки специальными структурами кожи, другие, как рыбы и миксины или же черви-немертины, покрывают свое тело слизью, которая играет роль смазки и уменьшает сопротивление воды. Раньше уже говорилось, что нектонные организмы приобрели способность не только плавать, но и прыгать. Так, рыба периофтальмус, ударяя по поверхности воды плавниками и хвостом, перепрыгивают небольшую речку от берега до берега. Совершают прыжки киты и дельфины. Кит-горбач своим прыжком оглушает рыбу, которой он затем питается [9].

Планктон (*planktos* - блуждающий, парящий) - это совокупность пелагических организмов, которые не обладают способностью к быстрым активным передвижениям. На суше невозможно найти жизненную форму похожую на планктон. В толще воды постоянно парят живые существа. Вода из-за своей плотности и сопротивления позволяет им это делать, в то время как на суше все летающие животные рано или поздно опускаются на землю. Планктонные организмы иногда могут достигать огромных размеров: одного метра и более. Например, гигантская медуза Арктическая Циана достигает длины 12 метров. Такие формы планктона называются мегалопланктоном, организмы от 1 до 100 сантиметров - макропланктоном, от 1 до 10 мм - мезопланктоном, от 0,05 до 1 мм - микропланктоном и мельче 0,05 мм - наннопланктоном. От морской и пресной воды специальной планктонной сеткой можно отфильтровать планктонные организмы, рачков, эмбрионов различных беспозвоночных животных и других представителей. Мезопланктон состоит из маленьких медузок, мелких червей и других организмов, которых уже можно различить невооруженным глазом. Макропланктон это уже большие сцифоидные медузы, гребневики и сифонофоры. Многие планктонные организмы проводят всю жизнь в толще воды, другие пребывают в планктонном состоянии только на личиночных стадиях. Чтобы парить в воде и как можно

медленнее опускаться на дно, планктонные организмы увеличивают свою удельную поверхность по сравнению с удельным весом. Во-первых, большинство планктонных организмов имеют маленькие размеры и тем самым их поверхность относительно велика по отношению к весу, во-вторых, они уплощаются и сильно расчленяют свое тело за счет выступов, шипов и придатков. Есть у планктонных организмов и органы движения, но они помогают им только парить в толще воды, но с помощью этих органов движения нельзя совершать миграции на большие расстояния и противостоять более или менее значительным течениям воды. У крупных планктонных организмов вес тела снижается за счет редукции тяжелых образований. Например, крылоногие моллюски, плавающие в толще воды, лишены выростов раковины или она у них слабо развита. Планктонные жгутиковые организмы, радиолярии, веслоногие и ветвистоусые рачки, а также икра рыб, содержат жир в протоплазме и тем самым уменьшают свой вес. Многие гидробионты сильно обводнены, в них содержится до 99 % воды, поэтому их способность парить в толще воды повышается настолько, что они практически не опускаются на дно. Как правило, это мелкие животные - зоопланктон и растения - фитопланктон, которые не могут противостоять течениям. В состав планктона включают и «парящие» в толще воды личинки многих животных. Планктонные организмы располагаются как на поверхности воды, на глубине, так и в придонном слое [10].

Фитопланктон играет важную роль в жизни водоемов, так как это основной продуцент органического вещества. К фитопланктону относятся в первую очередь диатомовые (Diatomeae) и зеленые (Chlorophyta) водоросли, растительные жгутиконосцы (Phytomastigina), перидинеи (Peridineae) и кокколитофориды (Coccolitophoridae). В пресных водах широко распространены не только зеленые, но и сине-зеленые (Cyanophyta) водоросли.

Зоопланктон и бактерии можно встретить на различных глубинах. В пресных водах распространены большей частью плохо плавающие относительно крупные ракообразные (Daphnia, Cyclopoidea, Ostracoda), много коловраток (Rotatoria) и простейших.

В морском зоопланктоне доминируют мелкие ракообразные (Copepoda, Amphipoda, Euphausiacea), простейшие (Foraminifera, Radiolaria, Tintinoidea). Из крупных представителей - это крылоногие моллюски (Pteropoda), медузы (Scyphozoa) и плавающие гребневики (Ctenophora), сальпы (Salpae), некоторые черви (Aleiopidae, Tomopteridae) [10].

Планктонные организмы служат важным пищевым компонентом для многих водных животных, включая и таких гигантов, как усатые киты (Mystacoceti) (рисунок 4) [16]. Бентос (benthos - глубина) - это совокупность организмов (гидробионты), обитающих на дне (на грунте и в грунте) водоемов. Он подразделяется на зообентос и фитобентос. Большей частью представлен прикрепленными, или медленно передвигающимися, или роющими в грунте животными. На мелководье он состоит из организмов, синтезирующих органическое вещество (продуценты), потребляющих его (консументы) и разрушающих (редуценты). На глубинах, где нет света, фитобентос (продуценты) отсутствует. В морском зообентосе доминируют

фораминиферы, губки, кишечно-полостные, черви, плеченогие, моллюски, асцидии, рыбы и др. Более многочисленны бентосные формы на мелководьях. Их общая биомасса здесь может достигать десятков килограммов на 1 м². Рисунок 4 - Схема основных направлений обмена энергии и вещества в океане

Фитобентос морей в основном включает водоросли (диатомовые, зеленые, бурые, красные) и бактерии. У побережий встречаются цветковые растения - zostera (*Zostera*), руппия (*Ruppia*), филлосподикс (*Phyllospadix*). Наиболее богаты фитобентосом скалистые и каменистые участки дна.

В озерах, как и в морях, различают планктон, нектон и бентос.

Однако в озерах и других пресных водоемах зообентоса меньше, чем в морях и океанах, а видовой его состав однообразен. Главным образом это простейшие, губки, ресничные и малощетинковые черви, пиявки, моллюски, личинки насекомых и др [14].

Фитобентос пресных вод представлен бактериями, диатомовыми и зелеными водорослями. Прибрежные растения располагаются от берега вглубь четко выраженными поясами. Первый пояс - полупогруженные растения (камышы, рогоз, осоки и тростники); второй пояс - погруженные растения с плавающими листьями (водокрас, кубышки, кувшинки, ряски). В третьем поясе преобладают растения - рдесты, элодея и другие (рисунок 5).

По образу жизни водные растения подразделяют на две основные экологические группы: гидрофиты - растения, погруженные в воду только нижней частью и обычно укореняющиеся в грунте, и гидатофиты - растения, которые полностью погружены в воду, а иногда и плавающие на поверхности или имеющие плавающие листья [18].

В жизни водных организмов большую роль играют вертикальное перемещение воды, плотность, температурный, световой, солевой, газовый (содержание кислорода и углекислого газа) режимы, концентрация водородных ионов (рН) [10]. Рисунок 5 - Растения

Укореняющиеся на дне растения (А): 1 - рогоз; 2 - ситник; 3 - стрелолист; 4 - кувшинка; 5, 6 - рдесты; 7 - хара. Свободно плавающие водоросли (Б): 8, 9 - нитчатые зеленые; 10 - 13 - зеленые; 14 - 17 - диатомеи; 18 - 20 - сине-зеленые

Перифитон очень близок к бентосу, однако у него есть различия с ним. Перифитон как обычно поселяется на жестких предметах вводимых человеком в воду и представляет собой нечто другое как "обрастание". Для технической гидробиологии знание законов развития и скорости обрастания играют важную роль, так как большинство технических сооружений (корабли, сваи, плоты и гидротехнические сооружения) подвергаются не только обрастанию, но и некоторому разрушению под влиянием перифитона. Следует добавить, что перифитон можно найти не только на искусственных сооружениях, но и на животных и растениях. В морской воде перифитон может быть двойной и даже тройной, когда на одних организмах поселяются другие, а на них в свою очередь третьи и так далее. Если взять раковину морского гребешка, то на ней можно найти баянусов (морских желудей), на которых в свою очередь живут мшанки [12].

Есть еще две жизненные формы гидробионтов. Для своего существования они

избрали пленку воды или границу между водой и атмосферой. В чем же различие между нейстоном и плейстоном? Нейстонные организмы, используя пленку натяжения воды, бегают по ней или же под ней, не выходя в атмосферу, а плейстонные организмы крупнее нейстона. В эту форму входят организмы, которые частично живут в воде, а частично высовываются из воды. Рассмотрим подробнее те и другие организмы. На верхней стороне пленки бегают клопы-водомерки, вертячки, мухи эфидры и другие. Все эти организмы относят к эпинейстону. В океанах, так же как и в пресноводных водоемах бегают по поверхности водомерки, это, пожалуй, единственное насекомое приспособившееся жить далеко от берега в океане. Пленка натяжения прогибается под ногами насекомых, но не рвется, так как организмы эти очень легки, а конечности и тело у них гидрофобны, то есть не смачиваются водой. Для увеличения контакта с пленкой воды на конечностях у них есть специальные выросты хитина, напоминающие волоски. Если же в водоем попадают синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), то пленка под их воздействием начинает рваться, и нейстонные организмы тонут. Со стороны воды к поверхностной плёнке примыкает много организмов, относящихся к гипонейстону: жуки-водолюбы, моллюски, клопы и личинки комаров. Плейстонные организмы двойственны по природе, так как частично они находятся в воздухе, а частично в воде. Большинство плейстонных организмов живет в море. Из них особенно выделяется физалия, у которой есть крупный пузырь, напоминающий парус. Благодаря парусу физалия может плыть даже против течения. Плейстонными организмами становятся также многие рыбы, когда они высовывают свой плавник из воды и плывут по ветру многие километры, как, например, рыба-луна [15].

Заключение

Вода - не только живительный источник для всех животных и растений на Земле, но является для многих из них и средой обитания. К их числу, например, относятся многочисленные виды рыб, в том числе караси, населяющие реки и озёра края, а также аквариумные рыбки в наших домах. Как видите, они прекрасно себя чувствуют среди водных растений.

Вода - среда обитания многих водных растений и животных. Одни из них всю жизнь проводят в воде, а другие находятся в водной среде лишь в начале своей жизни. В этом можно убедиться, посетив небольшой пруд или болото. В водной стихии можно обнаружить самых маленьких представителей - одноклеточные организмы, для рассмотрения которых требуется микроскоп. К ним относятся многочисленные водоросли и бактерии.