Живые организмы как среда обитания

Многие виды гетеротрофных организмов в течение всей жизни или части жизненного цикла обитают в других живых существах, тела которых служат для них средой, существенно отличающейся по свойствам от внешней.

Использование одними живыми организмами других в качестве среды обитания – очень древнее и широко распространенное в природе явление. Даже прокариотические организмы (бактерии, актиномицеты и сине-зеленые водоросли) имеют сожителей. Среди бактерий описан род Bdellovibrio, представители которого являются специализированными внутриклеточными паразитами многих других бактерий. Внутриклеточные паразиты и симбионты обнаружены у большого числа одноклеточных эукариотических форм (красных, зеленых и диатомовых водорослей, амеб, радиолярий, инфузорий и др.). Практически нет ни одного вида многоклеточных организмов, не имеющих внутренних обитателей (рис. 56). Чем выше организация хозяев, чем больше степень дифференцированности их тканей и органов, тем более разнообразные условия они могут предоставить своим сожителям. С другой стороны, способность использовать другие организмы как среду обитания хотя и характерна для представителей большинства крупных таксономических групп, но в целом уменьшается с усложнением их организации. Таким образом, паразитов больше всего среди микроорганизмов и относительно примитивных многоклеточных, а подверженность заражению паразитами наиболее высока у позвоночных животных и цветковых растений.

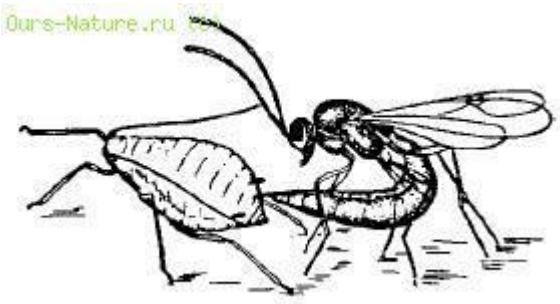

Рис. 56. Наездник, заражающий тлю

Эндопаразиты обитают в специфических условиях внутренней среды хозяина. Это, с одной стороны, дает им целый ряд экологических преимуществ, а с другой – затрудняет осуществление их жизненного цикла по сравнению со свободноживущими видами.

Одно из главных преимуществ паразитов – обильное снабжение пищей за счет содержимого клеток, соков и тканей тела хозяина или содержимого его кишечника. Обильная и легкодоступная пища служит условием быстрого роста паразитов. Там, где позволяет пространство, например в кишечном тракте позвоночных, паразиты могут достигать очень больших размеров по сравнению с их свободноживущими родственниками. Так, человеческая и свиная аскариды – одни из наиболее крупных представителей класса нематод, а лентец широкий, бычий и свиной солитеры – гиганты среди плоских червей, достигающие в длину 8-12 м, тогда как самые крупные тропические турбеллярии не превышают 60 см. Размеры большинства свободноживущих инфузорий составляют 50-100 мкм, тогда как сожители жвачных Entodinomorpha достигают 200–500 мкм, а в некоторых случаях – 2–3 мм, например Pycnothrix из кишечника даманов.

Практически неограниченные пищевые ресурсы служат для паразитов также условием высокого потенциала их размножения, которое обеспечивает им вероятность заражения других хозяев.

Вторым важным экологическим преимуществом для обитателей живых организмов является их защищенность от непосредственного воздействия факторов внешней среды. Внутри хозяина его сожители практически не встречаются с угрозой высыхания, резкими колебаниями температур, значительными изменениями солевого и осмотического режимов и т. п. В особенно стабильных условиях существуют внутренние обитатели гомойотермных животных. Колебания условий внешней среды сказываются на внутренних паразитах и симбионтах лишь опосредованно, через организм хозяев.

Защищенность от внешних врагов, обилие легкоусвояемой пищи, относительная стабильность условий делают ненужной сложную дифференцировку тела, и поэтому многие внутренние паразиты и симбионты характеризуются в эволюции вторичным упрощением строения, вплоть до потери целых систем органов. Так, ленточные черви, всасывающие переваренную хозяином пищу через покровы, отличаются отсутствием пищеварительной системы и редукцией нервной. Галловые клещи, живущие в тканях растений, проводят всю свою жизнь и даже размножаются на стадии эмбриона всего с двумя парами конечностей вместо свойственных всем паукообразным четырех пар.

Выход во внешнюю среду чаще всего чреват для паразитов многими опасностями, поэтому на той стадии жизненного цикла, которую паразиты проводят вне хозяина, у них развиваются различные защитные приспособления, позволяющие пережить этот критический период (толстые и многослойные оболочки яиц гельминтов, цисты кишечных амеб, ооцисты со спорами кокцидий, способность к анабиозу у ряда личинок нематод и т. п.). Если в жизненном цикле паразитов нет стадии выхода во внешнюю среду, как, например, у малярийного плазмодия, то таких защитных приспособлений не обнаруживается.

Основные экологические трудности, с которыми сталкиваются внутренние сожители живых организмов, – это ограниченность жизненного пространства для тканевых и особенно внутриклеточных обитателей, сложности снабжения кислородом, трудность распространения от одной особи хозяев к другим, а также защитные реакции организма хозяина против паразитов.

Живые организмы не только испытывают воздействия со стороны паразитов и симбионтов, но и энергично реагируют на них. Это сопротивление паразитам получило название *активного иммунитета.* Полноценные, здоровые особи растений и животных часто обладают действенными защитными приспособлениями, не позволяющими проникать в них патогенным организмам. Например, устойчивость хвойных деревьев к нападению стволовых вредителей (жуков-короедов, личинок златок, усачей и пр.) обеспечивается прежде всего выделением смолы, которая содержит соединения, токсические для этих насекомых. Ослабленные деревья теряют сопротивляемость, их заселяют насекомые, поражают грибы и другие потребители живых тканей. У животных защитной реакцией от вторжения посторонних организмов является выработка гуморального иммунитета – образование в крови хозяина специфических белковых веществ, антител, подавляющих паразитов. Выработка иммунитета стимулируется токсинами паразита и часто предохраняет от повторных заражений.

В ряде случаев организм хозяина отвечает на вторжение паразита разрастанием окружающих его тканей, образованием своеобразной капсулы, изолирующей паразита.

Такие образования у животных называют *зооцецидиями,* а у растений – *галлами.* Иногда такая изоляция приводит к гибели паразита. Например, личинки глист, проникающие под наружный слой мантии ряда пластинчатожаберных моллюсков, окружаются и замуровываются отложениями перламутра - возникает жемчужина. Чаще, однако, защитная роль зооцецидиев ограничивается локализацией причиняемого Mikiola fagi вреда в определенном участке тела хозяина, а сами паразиты используют их как дополнительные защитные образования. Особенно наглядно это выражено в возникновении галлов у растений (рис. 57). Вызывающие их насекомые, клещи, нематоды и другие паразиты выделяют специальные вещества, стимулирующие преобразование тканей или целых органов растения в галлы с камерой внутри, в которой их обитатель надежно защищен от высыхания и врагов и обеспечен пищей.

Рис. 57. Разрезанный галл на листе бука с личинкой мушки-галлицы Mikiola fagi

Ограниченность жизненного пространства особенно сказывается на размерах и форме внутриклеточных паразитов и симбионтов. Так, грегарины, живущие в полости кишечника, – это крупные споровики со сложно расчлененной клеткой, тогда как кокцидии или малярийные плазмодии, являющиеся внутриклеточными паразитами, отличаются очень мелкими размерами и упрощенным внешним строением.

Недостаток кислорода в тканях и особенно в желудочно-кишечном тракте организмов-хозяев приводит к тому, что у многоклеточных обитателей внутриорганизменной среды вырабатывается преимущественно анаэробный тип обмена. Необходимая для работы клеток энергия высвобождается не за счет дыхания, а за счет разных видов брожения. У человеческой аскариды утрачены все ферменты дыхательного цикла, и кислород действует на червей как яд, что используется в медицинской практике. Однако целый ряд паразитов не утрачивает полностью способности к дыханию и может переключаться с анаэробного типа обмена на аэробный, например жгутиковые Trichomonas, эхинококк и др.

Среда обитания паразитов ограничена как во времени (жизнью хозяина), так и в пространстве. Поэтому основные адаптации направлены на возможность распространения в этой среде, передачи от одного хозяина к другому. Главнейшие приспособления к этому – повышенная способность к размножению, выработка сложных жизненных циклов, использование переносчиков и промежуточных хозяев.

Громадная плодовитость, свойственная паразитам, получила название «закон большого числа яиц». Естественный отбор привел к развитию у паразитов гигантской

яйцепродукции по сравнению со свободноживущими формами. Человеческая аскарида продуцирует в среднем 250 тыс. яиц за сутки, а за всю жизнь – свыше 50 млн. Масса яиц, отложенных одной самкой аскариды за год, в 1700 раз превышает ее собственную массу.

Подавляющее большинство яиц и зародышей паразитов гибнет, не попав в очередного хозяина или не выдержав воздействия различных факторов внешней среды. Только чрезвычайная плодовитость увеличивает шансы на выживание и завершение жизненного цикла хотя бы немногих потомков, поддерживая существование вида.

Приспособления к умножению потомства проявляются у ряда паразитов также в виде *партеногенеза, полиэмбрионии* (клетки одного делящегося яйца дают начало множеству зародышей), *бесполого размножения* (почкование у пузырчатых стадий ленточных червей). Это приводит к чередованию поколений – полового и партеногенетического или полового и бесполых.

У многих паразитов чередование поколений сочетается со сменой двух или более хозяев, так что одно поколение существует в одном хозяине, а другое – в другом. Партеногенетическое или бесполое размножение в промежуточном хозяине увеличивает шансы паразита на попадание в окончательного хозяина и завершение жизненного цикла. Многообразие и сложность жизненных циклов паразитов выработались как приспособление для передачи от одной особи хозяина к другой для распространения.

В ряде случаев паразиты сами становятся средой обитания других видов – возникает явление *гиперпаразитизма.* Двух– или даже трех– и четырехступенчатый паразитизм не так редок в природе. Например, многоядерные опалины, живущие в амфибиях, сами бывают иногда на 100 % заражены амебами, размножающимися внутри их клеток. В свою очередь, амебы, паразитирующие на опалинах, могут быть поражены грибком из рода Sphaerita. Много сверхпаразитов в классе насекомых. Например, для паразита капустной белянки наездника Apanteles glomeratus известно более 20 видов вторичных паразитов из перепончатокрылых.

В разных частях тела многоклеточного организма условия неоднородны. Хозяин выступает для своих обитателей как многообразная среда. Его паразиты и сожители приспособились к жизни в определенных органах и тканях, они приурочены к определенному возрастному и физиологическому состоянию хозяина. Например, в Сибири в лиственницах тонкоусый еловый усач заселяет преимущественно прикомлевую часть до высоты примерно 1 м, лиственничная златка осваивает ствол выше, до 4–5 м, продолговатый короед распространяется по всей его средней части, а вершину и ветви заселяют короед-гравер и заболонник Моравица. В пищеварительном тракте кролика одновременно могут паразитировать несколько видов кокцидий, каждый из которых локализуется в определенных частях кишечника: Eimeria media – в начальном отделе тонкой кишки, E. irresidua – в средней, а E. magna – в последней ее петле, E. piriformis – преимущественно в слепой кишке и т. д.

Фауна паразитов изменяется с возрастом хозяина. Увеличение его размеров, исчезновение личиночных органов и появление новых, смена сред обитания, метаморфоз, линьки – все это отражается на заселенности хозяина паразитами и симбионтами.

Большой круг паразитов обитает не внутри, а на поверхности тела хозяина. Последний в этом случае выступает лишь как часть внешней среды паразита, снабжая его пищей, предоставляя убежище, трансформируя микроклимат. Связь эктопаразита с хозяином может быть постоянной или временной. Для постоянных или длительно связанных с

хозяином эктопаразитов одна из основных жизненно важных экологических задач – удержаться на теле хозяина. В связи с этим типичные эктопаразиты обычно характеризуются наличием мощных органов прикрепления – присосок, крючьев, коготков и т. п., которые независимыми путями развиваются у самых разных по происхождению видов.

Таким образом, паразиты, как и свободноживущие виды, обладают сложной системой приспособлений к своей среде обитания. Их строение и организация отражают специфику этой среды. У представителей разных групп, ведущих паразитический образ жизни, часто развиваются сходные типы приспособлений.