

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКАЯ
ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ И
БИОТЕХНОЛОГИИ-МВА имени К.И. СКРЯБИНА»**

В.А. Остапенко

ЯВЛЕНИЕ ПАРАЗИТИЗМА КАК ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ



В.А. Остапенко

ЯВЛЕНИЕ ПАРАЗИТИЗМА КАК ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ

Учебное пособие



Москва – 2020

УДК 574.24: 598.2.006: 574/577: 632.7: 613.2

Остапенко В.А. Явление паразитизма как экологическая адаптация:
Учебное пособие. – М.: Изд-во «ЗооВетКнига». 2020. – 85 с., илл.

Паразитизм – экологическое явление, серия адаптаций популяций и видов к освоению новой среды обитания – организма хозяина. В результате изменяются как сами паразитические формы, так и их хозяева. Цель книги – показать сущность явления паразитизма, пути его появления в разных таксонах Живой природы. С одной стороны, по-разному развиваются взаимные адаптации паразитов и хозяев в разных систематических группах организмов, с другой — различны направления эволюции, ведущие к возникновению разнообразных форм паразитизма.

Предназначается для слушателей бакалавриата, магистрантов, аспирантов, преподавателей зоологии и экологии с.-х. вузов, колледжей, техникумов.

Рецензенты:

Академик РАЕН, проф., д.б.н. **Каледин А.П.** (МГАУ-ТСХА им. К.А. Тимирязева); проф., д.б.н. **Бёме И.Р.** (МГУ им. М.В. Ломоносова)

Введение

Паразитизм (др.-греч. *παράσιτος* «нахлебник») — один из способов сосуществования организмов в природе. Это экологическое явление, при котором два и более организмов, не связанных между собой родственными связями, то есть, филогенетически — сосуществуют в течение продолжительного времени и при этом находятся в антагонистических отношениях (или же в односторонних симбиотических, когда одному из сожителей хорошо, а другому — плохо). Это способ взаимосвязей между различными биологическими видами, при котором один из них (паразит) определённое время использует другого (хозяина) в качестве источника питания и среды обитания. Паразит частично или полностью регулирует свои взаимоотношения с окружающей средой посредством хозяина.

Паразитизм встречается среди различных групп организмов: животных (простейшие, плоские черви, нематоды, кольчатые черви, моллюски, членистоногие и др.), вирусов, бактерий, грибов (мучнисторосяные, трутовики), встречается и у покрытосеменных, или цветковых растений. Физиология паразита подчинена физиологии хозяина и его жизненный цикл (само его существование или размножение) невозможен (или сильно затруднен) без получения от хозяина необходимых для него биологических ресурсов. Такие ресурсы паразит может получить только от ограниченного числа типов хозяев.

Чем дольше продолжается сосуществование, тем лучше этот вид паразитов приспособливается к своему хозяину и тем меньше вреда наносит ему. В сфере медицинской паразитологии термин «паразит» означает эукариотический патогенный организм. В области экологической науки паразитизм рассматривается значительно шире, захватывая также прокариотические организмы. Среди них только археи в своей массе не являются паразитами, за исключением наноархеот, являющихся паразитами других архей. Среди внутриклеточных паразитов наименьшие размеры имеют эубактерии рода *Mycoplasma*, например, *Mycoplasma genitalium*, диаметр клеток которой составляет 200—300 нм. А самые маленькие паразиты, это вирусы — неклеточные существа, способные к размножению только внутри клеток организма-хозяина. Но есть среди паразитов и гигантские формы — до 10 и более метров длины.

Паразитизм — это вторичное явление, которое в разных таксонах имеет разнообразное происхождение. Все паразиты произошли от свободноживущих форм. Само явление паразитизма возникло на Земле одновременно с возникновением Жизни. Мы делаем попытку в краткой форме показать

многообразие примеров паразитической жизни на планете, не претендуя на полноту материала, который огромен.

В настоящей работе рассмотрены также такие экологические явления как клептопаразитизм, включая гнездовой паразитизм, и паразитизм внутривидовой или между близкими видами (с точки зрения филогенетики и экологии), развивающийся в полной мере в группах общественных насекомых и, даже, в социальной среде человеческого общества.



Наездник (Ageniaspis fuscicoides Dalm.) — полиэмбрионический паразит яблонной моли

Глава 1. Первые появления паразитических организмов на Земле

1.1. Основные аспекты теории эволюции микроорганизмов

Эволюция микроорганизмов началась около 4 миллиардов лет назад. Первоначально они имели минимальное количество органоидов, которые обеспечивали жизнедеятельность этому одноклеточному организму. Но постепенные изменения на протяжении 1-1,5 миллиардов лет привели к появлению прокариотов, а затем эукариотов, в виде простейших. От колониальных жгутиковых простейших произошли многоклеточные организмы.

Как же все начиналось? Первичная атмосфера Земли, по сравнению с другими планетами Солнечной системы – Сатурном, Нептуном или Ураном, содержащими большое количество благородных газов, состояла преимущественно из водорода, азота и углекислоты. Кислород, выделяющийся в результате фотолиза паров воды, сразу соединялся с другими элементами, и не присутствовал в воздухе в свободном состоянии. То есть, газовый состав первичной атмосферы был бескислородный.

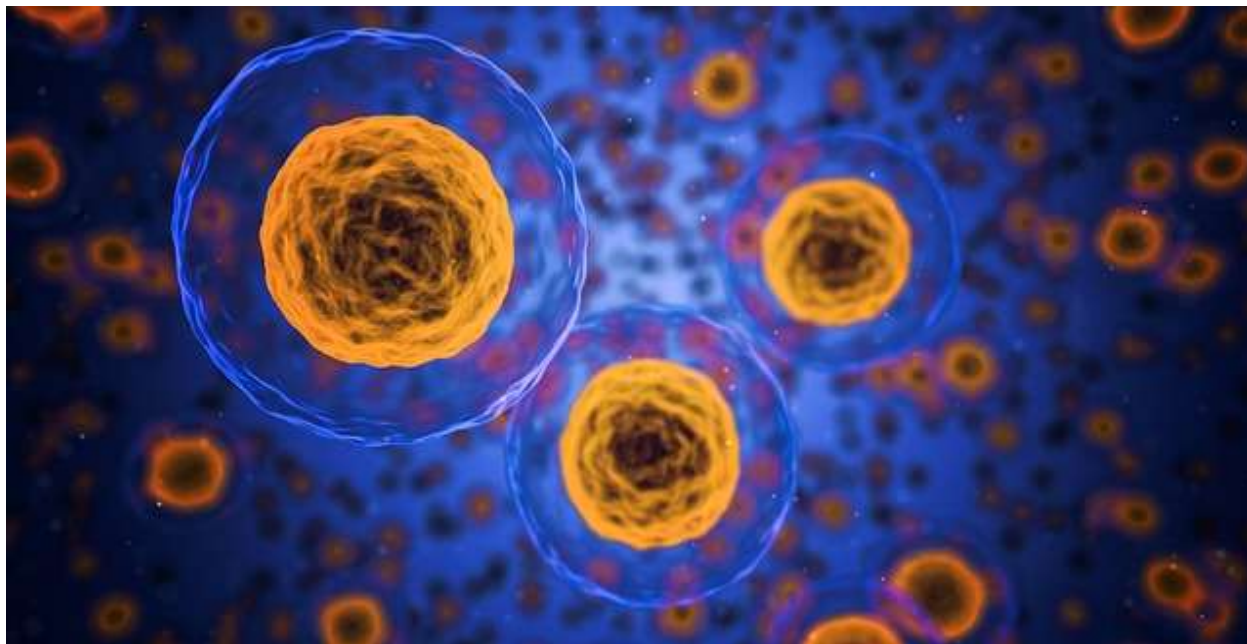


Рис. 1. Модель бактерий

Теорий происхождения микроорганизмов множество, но почти все они сводятся к тому, что жизнь зародилась именно в воде¹. Под воздействием

¹ В океанической толще воды или в водных пленках на склонах вулканов (согласно разным теориям).

солнечных радиоактивных лучей, электромагнитных волн, электрических разрядов, температурных факторов из них формировались органические вещества, накапливающиеся в водоемах. При достижении определенной концентрации возникли первые самовоспроизводящиеся организмы. Предположительно ими были сине-зеленые водоросли, которые, научившись использовать энергию солнечного света (явление фотосинтеза), стали выделять кислород.

Пытаясь объяснить, как шла эволюция бактерий (рис. 1), ученые выдвигали многочисленные версии. Вероятнее всего, процесс развития начался с анаэробных микроорганизмов, разделившихся впоследствии на факультативных анаэробов, аэробов и хемосинтезирующих автотрофов. Эти формы дошли и до наших дней, получив широкое распространение в современных экосистемах (рис. 2).



Рис. 2. Анаэробные бактерии из кишечника млекопитающих

Больше всего подтверждений получила теория происхождения жизни, или теория химической эволюции, выдвинутая академиком А.И. Опариным. Свои идеи ученый впервые изложил в книге «Происхождение жизни», опубликованной в Советском Союзе в 1924 году и переведенной на английский язык в 1938 году. Согласно ей, простейшие микроорганизмы возникли из «косного» неорганического материала вследствие его усложнения и полимеризации.

Изначально температурные показатели Земли достигали отметок в 8000°C. Но, по мере остывания планеты, испаряющиеся молекулы воды конденсировались

в верхних слоях атмосферы, возвращаясь на поверхность в форме горячих ливней с растворенными органическими веществами. Таким образом формировался мировой океан, названный А.И. Опариным «первичным бульоном». В нем содержались белковоподобные соединения, состоящие из аммиака, сероводорода, метана, углекислого газа, а также отдельных атомов водорода, углерода и азота. Со временем между ними стали происходить химические реакции. Их результатом было образование высокомолекулярных форм, давших начало формированию сложных белковоподобных веществ.

Приспособившись в процессе эволюции к развитию при низкой температуре, они стали обособливаться, формировать так называемые «коацерватные капли» в форме коллоидных частиц. Сформированные коацерватные капли представляли собой высокомолекулярные протеиновые образования, адсорбирующие из окружающей среды отдельные химические элементы. Эта способность положила начало обмену веществ, который является одним из признаков жизни.

Растворенные в воде органические вещества, которые затем попадали внутрь коацерватов, увеличивали их массу. Когда она доходила до критической точки, связи, удерживающие молекулы вместе, разрывались, и коллоид распадался на более мелкие частицы. Так зарождался процесс размножения.

Судьба «дочерних» капель могла быть различной. Одни погибали, а другие продолжали поглощать органические элементы, расти, делиться, становясь предшественниками живых структур. Такой естественный отбор обеспечивал их развитие и усложнение, приводя к появлению новых представителей живого мира и разнообразию его форм.

Основной характеристикой прокариотов является отсутствие сформированного ядра. Их ДНК², функциональный носитель генетической информации, заключена в нуклеоид, заменяющий хромосомы. Отсутствие других мембранных органоидов (митохондрий, пластид, эндоплазматической сети и других) компенсируется мезосомами, выполняющими аналогичные функции. Имеется небольшое количество мелких рибосом.

В процессе эволюции некоторые бактерии утратили клеточную стенку и перешли в L-форму³. Таким способом им удалось пережить возникшие неблагоприятные условия, а затем вернуться к исходному состоянию. Бактерии, у

² ДНК – дезоксирибонуклеиновая кислота.

³ L-формы — бактерии, частично или полностью лишённые клеточной стенки, но сохранившие способность к развитию. Впервые обнаружены в 1894 г. Н.Ф. Гамалеем. Буква L — первая буква названия Листеровского института (англ. Lister Institute of Preventive Medicine) в Лондоне, где впервые Эмми Клинебергер-Нобель обратила внимание на развитие морфологически весьма необычных клеток в культуре бактерий *Streptobacillus moniliformis*, выделенной из жидкости уха крысы.

которых в естественном состоянии отсутствует клеточная стенка, называются микоплазмами.

Появление в ходе эволюции жгутиковых форм бактерий (рис. 3) определило способность микроорганизмов к передвижению. Впоследствии количество и расположение жгутиков на теле прокариот стало одним из признаков их видовой принадлежности.

Одними из старейших микроорганизмов считаются бактерии, восстанавливающие сульфаты. Они способны поглощать ионы водорода и переносить их на сульфаты, восстанавливая те до сульфидов. Усовершенствованный в процессе эволюции метод переноса электронов, используемый бактериями, происходит с участием цитохромов (крупных белков). Благодаря механизму фосфорилирования, протекающему в анаэробных (бескислородных) условиях, накапливается энергия.



Рис. 3. Бактерии, снабженные жгутиками

Другими представителями микромира были:

- бактерии, обладавшие способностью фиксировать углеводородные соединения и аммиак;
- водородные бактерии, окислявшие молекулярный водород;

- микроскопические сине-зеленые водоросли (цианеи), использовавшие углеводород для строительства своего тела и выделявшие кислород. Они обладали явлением фотосинтеза.

Их жизнедеятельность привела к обогащению биосферы Земли кислородом с одновременным снижением концентрации в ней углекислого газа. Такая эволюция фотосинтеза привела к массовой гибели облигатных анаэробных микроорганизмов и дала возможность развиваться аэробам.

Таким образом, произошло четкое разделение между прокариотами и эукариотами. Безъядерные бактерии продолжали использовать сульфатное дыхание, формировать и потреблять метан, фиксировать азот и выполнять другие важные для экосистем функции. Жизнедеятельность ядерных микроорганизмов базировалась в основном на фотосинтезе и существовании в кислородной среде.

Отсутствие полового размножения у бактерий привело к возможности не только воспроизводить потомство путем простого деления, но и делиться генетическим материалом с другими микроорганизмами. Данное явление получило название *горизонтального переноса*. Оно создает значительные трудности для ученых в отслеживании развития определенного вида бактерий и архей⁴.

Изучение подвижных генетических элементов и их роли в эволюции бактерий позволило установить, что они могут оказывать влияние на процесс преобразования наследственной информации в РНК⁵ или протеине. В результате этого происходит блокировка определенных действующих и активизация неактивных генов, вызывая мутации и создавая этим определенные эволюционные преимущества.

Вирусы представляют собой микроскопические частицы, которые состоят из молекул нуклеиновых кислот, заключенных в протеиновую оболочку (капсид). Особенности вирусных микроорганизмов являются наличие только одного типа нуклеиновых кислот (РНК или ДНК), а также неспособность размножаться, находясь вне клетки хозяина.

Так как вирусы не имеют общего предка и не образуют окаменелостей, то не существует единой теории их возникновения. Однако выделение вирусных элементов из геномов останков древних существ позволяет проследить их распространение и изменение.

⁴ Археи – прокариотические микроорганизмы домена Archaea. Разделение архей и бактерий произошло на основании результатов сравнения нуклеотидных последовательностей 16S рРНК, а также вследствие существенных различий в составах клеточных стенок, липидов и из-за особенностей метаболизма.

⁵ РНК – рибонуклеиновая кислота.

В настоящее время выдвинуты следующие теории происхождения вирусов в ходе эволюции:

- регрессия одноклеточных микроорганизмов;
- переход доклеточных форм к паразитическому способу жизни;
- отсоединение отдельных участков ДНК или РНК клеточных организмов с сохранением зависимости.

У каждой теории существуют недостатки, не позволяющие ее принять за единую правильную версию. Но так или иначе, явление Паразитизма возникло на Земле практически одновременно с появлением самой Жизни.

Выяснено, что развитие вирусов происходит в результате изменения последовательностей соединения участков ДНК или РНК под воздействием различных *внешних факторов среды*. Это приводит к возникновению более адаптированных к создавшимся условиям мутантов, способных сразу же воспроизводить себе подобных. Такая быстрота генетических изменений ускоряет эволюцию данных микроорганизмов, способствует появлению новых заболеваний, повышает устойчивость вирусов к неблагоприятным воздействиям.

В ходе эволюции, помимо мутаций, у вирусов выработалась «антигенная изменчивость», результатом которой является создание новых штаммов микроорганизмов. Данный процесс заключается в «перемешивании» генов различных вирусов при заражении клетки микрочастицами, имеющими сходное происхождение. Возникающие штаммы обладают большей вирулентностью, способностью противостоять антимикробным препаратам и дезинфицирующим средствам, а также заражать другие виды макроорганизмов.

Изучение роли вирусов в эволюции жизни на Земле привело ученых к выводу, что их жизнедеятельность спровоцировала треть всех изменений, оказывающих влияние на геном животных и человека. Постоянное противостояние этим микроорганизмам привело к формированию всех органов и тканей, выполняющих различные функции. Поэтому вирусы еще называют «стихийным злом эволюции», отсюда существует мнение, что живой мир планеты не был бы таким, какой он есть сейчас, если бы не вирусы.

Влияние вирусов на эволюцию животных происходило во время инфицирования клеток, участвующих в процессе размножения. Образовавшиеся провирусы внедрялись в геном, становясь частью наследственной информации. Подобные мутации повлияли на изменения геномов даже в большей степени, чем это было возможно в ходе естественной эволюционной изменчивости.

Исследуя роль вирусов в эволюции эукариотических клеток, ученые обнаружили вирусное происхождение некоторых структурных элементов клеток. Так, существует теория вирусного возникновения ядра. В ее основу положено происхождение клеточного ядра от большого ДНК-содержащего вируса. Проникнув в архею и начав размножаться, микроорганизм стал полностью ее контролировать.

Итак, первыми прокариотами, которые могли появиться в водной среде, считаются анаэробные микроорганизмы, осуществлявшие свою жизнедеятельность за счет брожения. Через 1 млрд лет после того, как появился кислород, эукариоты, большинство которых является аэробами, начали активно заселять водные пространства планеты.

Размножаясь, одноклеточные микроорганизмы образовывали многочисленные колонии. Большая скученность привела к появлению у них специализации и определенных клеточных структур. У одних сохранились жгутики и ворсинки, другие их потеряли, сохранив взамен ложноножку. Таким образом, происходит расслоение колоний, где каждый устойчивый слой выполняет определенные функции. Это можно считать началом эволюции одноклеточных форм к наиболее высокоразвитым многоклеточным животным.

К первым многоклеточным животным относятся губки и кишечнополостные. Дальнейшее развитие было направлено на усовершенствование способов передвижения, дыхания и координации функций клеток организма.

По мере того, как шла эволюция бактерий, грибов, растений и животных, произошел их выход на сушу. Это привело к быстрому появлению высокоорганизованных форм жизни в новой среде обитания – наземно-воздушной.

1.2. Эволюция микробного паразитизма и происхождение патогенных микроорганизмов

Эволюция паразитизма у сапрофитных бактерий и простейших базируется на расширении мест обитания, а также борьбе за новые экологические ниши.

Первыми возникли факультативные паразиты, использующие организм хозяина в качестве питательного субстрата, но не наносящие ему значительных повреждений. Данная форма «сожительства» носит название *комменсализма*. В настоящее время она характерна для гнилостных сапрофитов, дрожжеподобных грибов и условно-патогенных микроорганизмов, обитающих в кишечнике животных и человека. Спровоцировать патологические процессы они могут при

создании благоприятных условий (снижение иммунитета под действием экзогенных и эндогенных факторов).

Усовершенствование паразитизма за счет увеличения зависимости от хозяина привело к появлению патогенных микроорганизмов, ставших возбудителями инфекционных заболеваний. Утратив сапрофитную форму, они стали неспособными жить самостоятельно во внешней среде.

В дальнейшем появились факультативные (шигеллы, менингококки, микобактерии), а затем и облигатные (патогенные простейшие, хламидии, риккетсии) внутриклеточные паразиты.

По мере увеличения количества патогенных микроорганизмов, усовершенствования их вирулентных и токсических характеристик, развивались специфические и неспецифические способы иммунной защиты хозяев. Это стало одним из основных факторов естественного отбора.

1.3. Главные пути происхождения паразитизма

Паразитизм широко распространен в природе. Он встречается почти во всех типах животного царства. Особенно много паразитов имеется в типах простейших, плоских и круглых червей, членистоногих. Согласно данным В.А. Догеля (1981) в природе около 60-65 тыс. видов являются животными-паразитами. Широкое распространение и разнообразие видов паразитизма позволяет считать, что эта форма сожительства возникла в природе в различных систематических группах животных, грибов и растений независимо одна от другой. Главные пути, ведущие к возникновению паразитизма животных, можно свести к следующим:

1. Большая часть эктопаразитов происходит от *хищников*. Особенно много примеров постепенного перехода к паразитизму наблюдается среди членистоногих. Большинство эктопаразитов перешли к паразитизму за счет удлинения сроков питания и контактов с хозяином, что в конечном счете привело к появлению постоянных паразитов (например, вшей, чесоточных клещей).
2. Следующий тип перехода к паразитизму от свободного образа жизни мог возникнуть на основе *комменсализма*. Так, например, пухоеды – эктопаразиты птиц – произошли от насекомых, сначала поселявшихся в

гнездах и питавшихся органическими остатками, а со временем перешедших к питанию перьями на самих птицах.

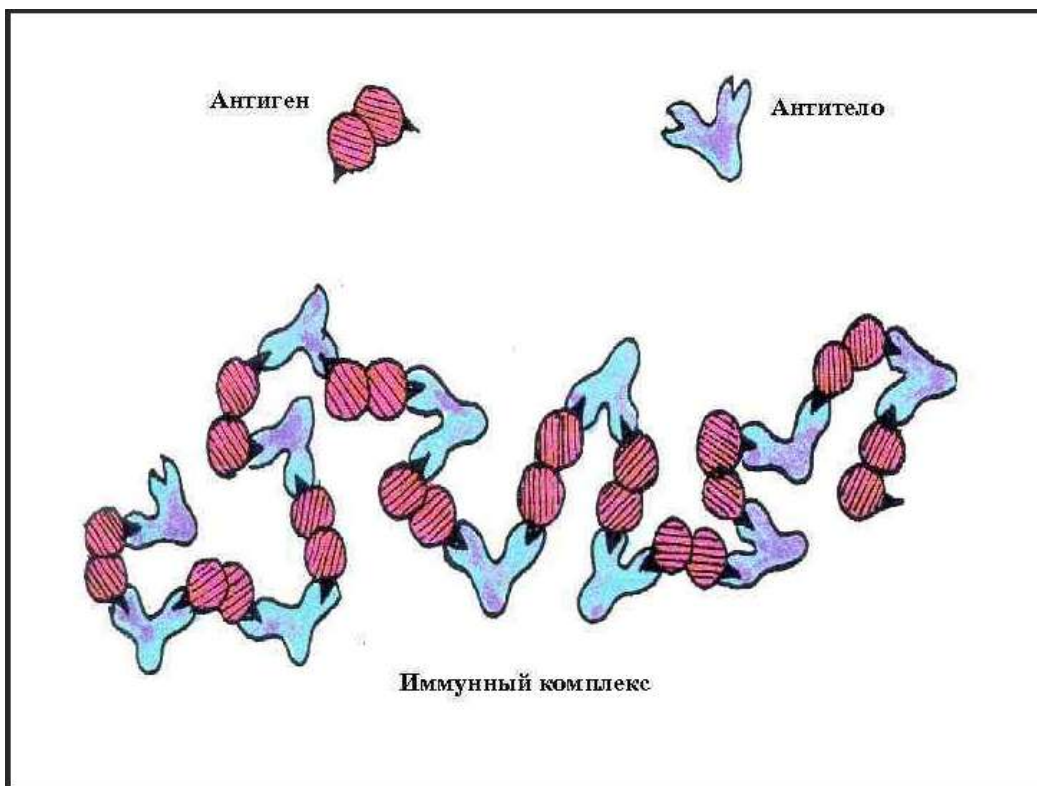
3. Третий путь возникновения эктопаразитизма берет свое начало от сидячего образа жизни. Такого происхождения, вероятно, паразитизм у круглоресничных инфузорий *Trichodina*, все родственники которых ведут прикрепленный образ жизни. Многие из них при этом прикрепляются не ко дну водоема, а к живым организмам.
4. Основная масса эндопаразитов образовалась в результате случайного заноса в пищеварительный тракт цист, яиц или личинок свободноживущих видов, предварительно имевших адаптации к обитанию в почве или воде, содержащей избыток органического вещества (соответствующие преадаптации).
5. Не исключена возможность происхождения эндопаразитизма на основе эктопаразитизма. Примером этого может служить пухоед пеликана, который мигрировал с перьев этой птицы в ее подклювный мешок и вместо кератина перьев стал питаться кровью.
6. Происхождение кровепаразитов у некоторых позвоночных хозяев связано со случайным проникновением в их кровяное русло кишечных паразитов беспозвоночных при питании последних (членистоногих) на позвоночных. То есть кишечные паразиты членистоногих вторично приспособились к новой среде обитания в кровяном русле позвоночных, куда они случайно попадали при акте кровососания.

1.4. Особенности организма хозяина, как среды обитания паразитов

Хозяева могут быть окончательными (дефинитивными), промежуточными, дополнительными, а также резервуарными.

В целом, организм хозяина служит надежной защитой от неблагоприятных условий среды: нет опасности высыхания, изменения температурного, солевого и осмотического режимов. В то же время, организм хозяина вынужден активно бороться с инородными организмами, попавшими на кожные покровы, в кишечник, полость тела или кровяное русло. У паразитических существ в процессе эволюции вырабатываются защитные адаптации, позволяющие им осуществлять свои жизненные циклы в организме хозяина.

Защитные действия хозяина против паразитарной инвазии обеспечиваются главным образом иммунными механизмами. Иммунные реакции хозяина возникают в ответ на действие антигенов двух разных типов: входящих в состав организма паразита и выделяющихся паразитами в окружающую среду. Антигены первого типа, кроме входящих в состав покровов, высвобождаются только после гибели паразитов. Они очень многообразны, но у многих, особенно родственных форм, часто бывают сходными. Поэтому антитела на эти антигены обладают слабой специфичностью.



Антигены покровов разнообразны и специфичны. Часто они имеют гликопротеиновую природу и на разных этапах жизненного цикла паразитов могут меняться, поэтому выработка иммунитета к ним затруднена. Антигены второго типа также специфичны. Это компоненты слюны кровососущих паразитов, ферменты, выделяющиеся различными железами гельминтов.

Простейшие, обитающие вне клеток (в крови, лимфе, тканевой жидкости), покрываются антителами и в таком виде теряют свою подвижность. При этом облегчается их захват макрофагами. В некоторых случаях антитела обеспечивают агглютинацию (склеивание) паразитов, которые после этого гибнут. Внутриклеточные паразиты, обитающие в макрофагах, — лейшмании, токсоплазма — в случае активации макрофагов антителами могут перевариваться на месте пребывания.

Против многоклеточных паразитов эти механизмы иммунной защиты не действенны. К неповрежденным покровам гельминтов антитела не прикрепляются. Поэтому иммунитет при гельминтозных заболеваниях частичный и действенен в основном против личинок: мигрирующие личинки червей в присутствии антител замедляют или прекращают свое развитие. Некоторые типы лейкоцитов, в частности эозинофилы, способны прикрепляться к мигрирующим личинкам. Поверхность тела личинок при этом повреждается лизосомальными ферментами, что облегчает контакт тканей с антителами и часто приводит к гибели личинок.

Гельминты, прикрепляющиеся к стенке кишки, могут подвергаться воздействию клеточного иммунитета в слизистой оболочке. При этом перистальтика кишечника выбрасывает гельминтов во внешнюю среду. При многих паразитарных заболеваниях между хозяином и паразитом устанавливаются компромиссные взаимоотношения: хозяин адаптируется к обитанию в его организме небольшого количества паразитов, а их существование в организме хозяина создает состояние иммунитета, препятствующего выживанию личинок, вновь попадающих в организм больного. Такое состояние называют *нестерильным иммунитетом*. В сохранении нестерильного иммунитета хозяин заинтересован не только потому, что он предотвращает усиление степени инвазии: нередко в случае гибели паразита возникают серьезные тканевые реакции, способные привести хозяина к гибели. Примером таких реакций являются местные и общие осложнения после гибели личинок филярий в лимфатических узлах и в глазах, а также цистицерков свиного цепня в головном мозге. Пока паразиты живы, такие реакции вообще не проявляются. Поэтому во многих случаях система «паразит — хозяин» долгое время остается равновесной.

1.5. Адаптации паразитов к паразитическому образу жизни

Возможность оставить потомство, которое попадет в благоприятную среду – организм хозяина, у паразитов очень низка. В связи с этим интенсивность размножения паразитов по сравнению со свободноживущими формами гораздо более велика. Это достигается разными способами.

Некоторые паразиты из подцарства простейших (споровики) приобретают способность к множественному делению – *мизогонии*, когда из одного паразита может образоваться более 1000 дочерних особей, или к *спорогонии*, в результате которой из одной особи могут образоваться десятки тысяч организмов следующего поколения.

Для многоклеточных характерны *высокая сильная степень развития половой системы и образование огромного количества половых продуктов*. Этому способствуют первичный гермафродитизм плоских червей, изначально высокая плодовитость круглых червей и основной массы членистоногих. Нередко высокая интенсивность полового размножения дополняется размножением промежуточных стадий жизненного цикла. Этим особенно отличаются сосальщики (трематоды), отдельные стадии которых⁶, живущие в промежуточных и дополнительных хозяевах, размножаются партеногенетически, а у некоторых ленточных червей – внутренним или наружным почкованием.

Практически у всех эктопаразитов и паразитов, обитающих в полостных органах, имеются адаптации для прикрепления к телу хозяина. Они встречаются у простейших (коноид у споровиков, присасывательные диски у лямблий), гельминтов (присоски, шипики, крючья, ботрии у плоских червей, хитинизированный ротовой аппарат у ряда круглых червей) и паразитических членистоногих (хелицеры и педипальпы – своеобразные конечности головы паукообразных и комплекс ротовых конечностей у насекомых).

Эндопаразиты, обитающие в полостных органах, имеют покровы, обладающие антиферментными свойствами, быстро регенерирующие, либо вообще непроницаемые для ферментов хозяина. Паразиты, живущие в тканях, часто в них инкапсулируются (финны цестод, личинки трихинелл).

Паразиты, питающиеся кровью, имеют слюнные железы с антикоагулянтной слюной (у круглых и кольчатых червей, членистоногих), колющесосущий ротовой аппарат, а также сильно растяжимый хитиновый покров (у членистоногих), сильно разветвленную пищеварительную трубку (у сосальщиков, кольчатых червей и

⁶ Порой эти стадии называют личиночными, что на наш взгляд неправомерно.

членистоногих) и обладают консервантными свойствами ферментов пищеварительной системы (у пиявок и членистоногих).

Эндопаразиты, активно отыскивающие хозяина, имеют органы ориентации в среде, используемые для поиска хозяина (светочувствительные глазки, термо- и хеморецепторы), и органы передвижения.

Передний конец тела паразитов, внедряющихся в организм хозяина, снабжен органами проникновения – специализированными железами, колющими стилетами и т.д. Это относится даже к некоторым простейшим, способным проникать в ткани хозяина через неповрежденные покровы.

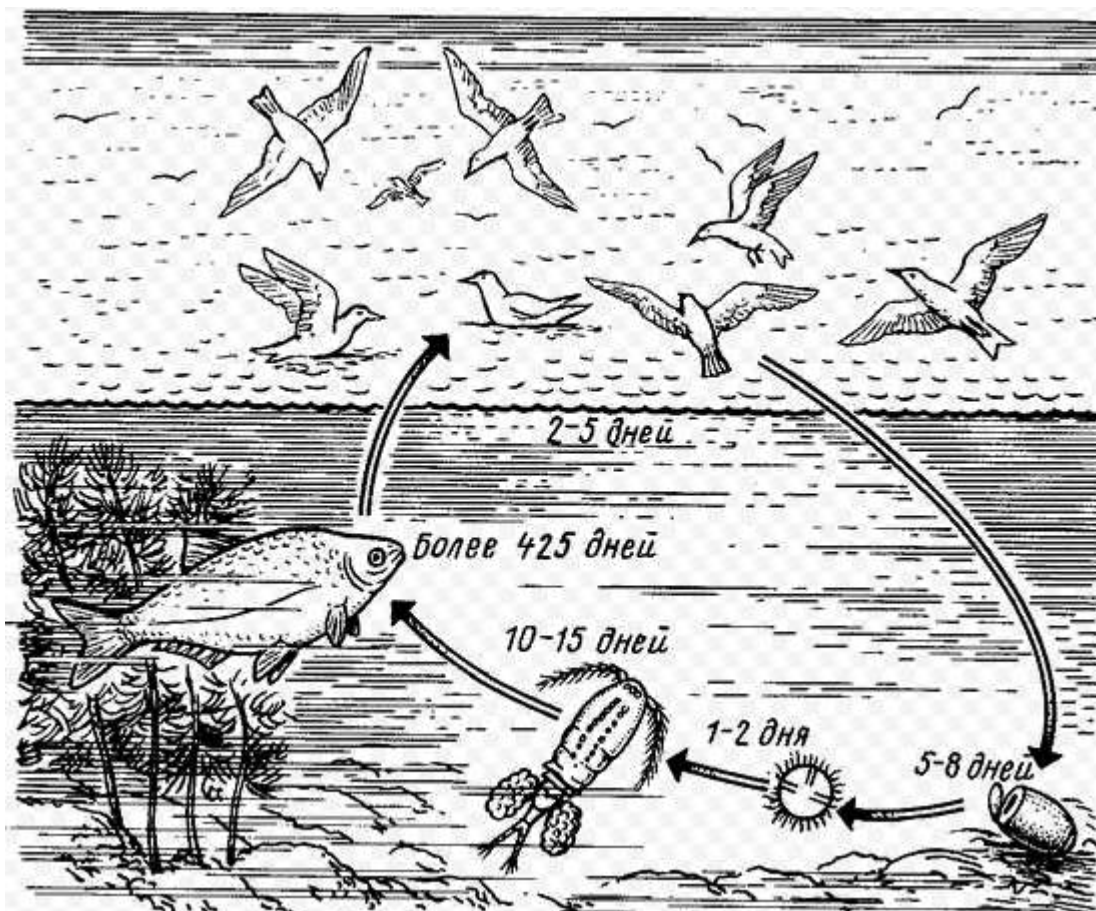
Все паразиты, развивающиеся со сменой хозяев, используют в качестве таковых виды, связанные между собой непосредственными пищевыми взаимоотношениями или обитающие с ними в одной среде. Большинство промежуточных хозяев являются источником питания для основных. Другой распространенный путь попадания паразита в организм хозяина – использование многочисленных переносчиков, которые обеспечивают не только постоянную циркуляцию паразитов в экологических системах, но и их широкое расселение.

Высшей степенью адаптации паразитов к хозяевам является часто наблюдаемая полная зависимость паразита от жизнедеятельности хозяев, при этом паразит нередко вызывает у хозяина такие реакции, которые обеспечивают максимальную вероятность заражения последнего. Так, самки остриц, откладывая яйца в области анального отверстия, вызывают зуд. Расчесывание зудящих мест способствует распространению яиц этого паразита через руки на окружающие предметы. Таким же образом обеспечивается расселение чесоточного клеща. Зуд в пораженной конечности, прекращающийся от соприкосновения с водой, способствует циркуляции в природе такого паразита, как ришта. Высокая температура и обильное потоотделение у лиц с паразитарными заболеваниями, распространяющимися через кровососущих членистоногих, нередко привлекают переносчиков с больших расстояний и также оказываются полезными для паразитов.

Особенности жизнедеятельности паразитов часто синхронизированы с образом жизни хозяев. Так, откладка яиц шистосомами происходит обычно в самое жаркое время суток, когда наиболее вероятен контакт хозяев с водой, куда для развития должны попасть яйца этих паразитов. В это же время в поверхностных слоях воды скапливаются в поисках хозяев церкарии этих шистосом. Таким образом облегчается циркуляция паразита сразу в двух стадиях его жизненного цикла. Если в циркуляцию паразита вовлечены несколько хозяев, то наблюдаются

взаимные адаптации, оказывающиеся выгодными паразитам и обеспечивающие их эффективное развитие. Так, выход микрофилярий в периферические кровеносные сосуды человека происходит в вечерние и ночные часы, соответствующие периоду максимальной активности кровососущих насекомых, являющихся их переносчиками.

Нередко паразиты модифицируют поведение одних хозяев таким образом, что в результате облегчается их попадание к другим. Например, рыбы, пораженные личинками ленточных червей, плавают в основном у поверхности воды и чаще вылавливаются рыбаками и хищными животными. Ленточные черви, использующие в качестве промежуточных хозяев копытных животных, снижают их жизнеспособность, и, таким образом, хищники поедают их в первую очередь. Сосальщики, заражающие травоядных животных и человека при случайном проглатывании насекомых, вызывают обездвиживание последних и плотное прикрепление к растениям, облегчающее их попадание в пищеварительный тракт хозяина.



Жизненный цикл ремнеца *Ligula intestinalis*

Одновременно с перечисленными признаками несомненными адаптациями к паразитизму являются также свойства паразитов переживать неблагоприятные условия внешней среды. Большинство простейших, заражение которыми происходит без участия переносчиков, во внешней среде способны инцистироваться. Яйца большинства нематод обладают феноменальной устойчивостью к неблагоприятным воздействиям. Инкапсулированные личинки трихинелл переносят не только замораживание, кипячение, но и многократное прохождение через пищеварительную систему рыб, земноводных, птиц, насекомых и ракообразных, не теряя жизнеспособности.

Для большинства паразитов, попавших в организм окончательного хозяина, существует комплекс условий, являющихся сигналом к началу активной жизнедеятельности. У млекопитающих он часто неспецифичен: это температура тела около 37°C, жидкая среда и высокая ее кислотность, а также наличие ферментов желудочного сока. Такие условия характерны для желудка любого млекопитающего, поэтому цисты, яйца и другие инвазионные стадии паразитов у одних млекопитающих могут, попадая в желудок других (неспецифичных для данного паразита), начинать развиваться. Некоторые из них проходят лишь часть цикла и, не находя специфических условий, гибнут, успевая, однако, привести к тяжелым последствиям для здоровья самого хозяина.

Многие паразиты в ходе эволюции выработали механизмы, позволяющие им ослаблять неблагоприятное влияние иммунитета хозяина, поэтому длительные и повторные инвазии возможны только в случае снижения иммунитета хозяина.

Многие простейшие обитают внутри клеток, что делает их малодоступными для антител хозяина. Кроме того, такие паразиты способны размножаться и расселяться в организме хозяина, не выходя даже за пределы клеток, потому что клетки хозяина, в которых они находятся, нередко сохраняют способность к делению и перемещению.

Преимущества некоторым паразитам дает также, и локализация в тканевой жидкости, где концентрация антител обычно в 5 раз ниже, чем в плазме крови.

На паразитов, обитающих в просвете кишечника, не действуют ни антитела плазмы крови, ни механизмы клеточного иммунитета. Некоторые взрослые гельминты покрыты толстой кутикулой, которая в неповрежденном виде почти не вызывает защитных реакций со стороны хозяина.

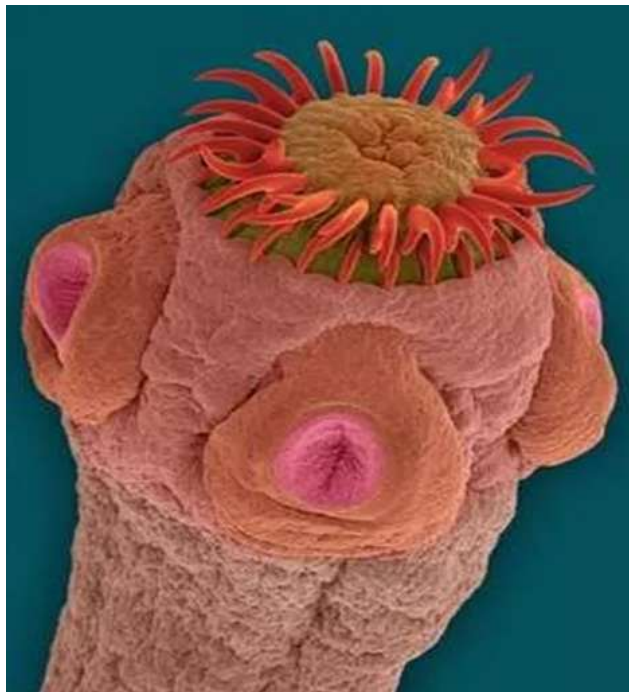
Некоторые паразиты прибегают к очень своеобразному средству защиты – антигенной маскировке. Они синтезируют поверхностные антигены, настолько сходные с белками хозяина, что организм не распознает их как чужеродные. Другие

паразиты заимствуют антигены хозяина, включая антигены групп крови, и, таким образом, также не воспринимаются хозяином как чужеродный материал.

Ряд паразитов находятся в тканях внутренней среды в инкапсулированном состоянии. В состав стенки капсулы входят как компоненты хозяина, так и паразита. В неповрежденном виде стенка такой капсулы почти непроницаема, поэтому через нее не выходят антигены паразита и не проникают антитела хозяина.

Паразитические простейшие способны менять антигенную структуру своей оболочки, причем разными путями. Это может быть либо естественный отбор, приводящий к возникновению популяций паразитов с новыми антигенными свойствами, как в случаях с малярийным плазмодием, либо, как у трипаносом, поочередная активация разных, но функционально сходных и родственных по происхождению генов, постоянно меняющих антигенную конституцию организма.

Указанные особенности паразитов, общие для многих из них, не состоящих в родстве, возникли в разных группах независимо друг от друга, иллюстрируя конвергентный характер эволюции организмов разных видов, классов и типов, адаптирующихся к сходным условиям.



Сколекс вооруженного, или свиного цепня

Глава 2. Формы паразитизма и их сущность

В настоящей главе рассмотрим основные, на наш взгляд, формы современного паразитизма, а также их биологическую сущность.

Облигатные паразиты – паразиты, неспособные жить или размножаться без явления паразитирования, не выживают без связи с хозяином (паразитические черви, вши, хламидии, риккетсии и вирусы). *Факультативные паразиты* – паразиты, способные жить и размножаться самостоятельно, независимо от вида-хозяина, но часто паразитирующие на нем. К ним относят многих кишечных бактерий, личинок мух, случайно попавших в кишечник, таракана, найденного в ушном проходе, опарышей в носу или открытой ране, есть и другие примеры.

2.1. Факультативный паразитизм как переходная стадия к облигатному паразитизму

Формы паразитизма чрезвычайно разнообразны. Различают *облигатный* (постоянно встречающийся, обязательный) и *факультативный* (возможный, необязательный), а также, временный и постоянный, истинный и ложный, экто- и эндопаразитизм.

Факультативный паразитизм – это процесс, вследствие которого два генетически разнородных организма начинают существовать в антагонистическом взаимодействии. Паразит приспосабливается к телу хозяина как к источнику питания и положительной среде обитания, нанося ему вред. Для приспособления в процессе эволюции «приживальщик» со временем может избавиться от многих органов собственного тела, оставив без изменений (или нарастив) систему питания и размножения. Такой паразитизм разделяют на 3 вида:

- Стационарный. Паразит проводит жизнь внутри хозяина или на его теле (чесоточный клещ, вши).
- Периодичный. Тело хозяина на определенном этапе становится местом размножения (кишечные угрицы).
- Временный. Паразиты приспосабливаются к жертве на короткий промежуток времени (комары, мошка, иксодовые и гамазовые клещи).

Факультативный паразит, попав в организм, нарушает его нормальное функционирование. Иногда сложный цикл развития требует смены нескольких хозяев, одним из которых должен быть, например, человек.

Паразит должен иметь самостоятельный выход из организма, где он живет относительно недолго. Местом локализации может быть:

- Кожа – на ней обитают эктопаразиты (вши, блохи, грибки).
- Внутренние органы и ткани – их поражают эндопаразиты (гельминты, бактерии).
- Клетки тканей – их поражают вирусы.

Виды факультативного паразитирования

Факультативные паразиты подавляют организм хозяина, поддерживая свою жизнедеятельность за его счет. Их разделяют на такие виды, как:

- зоопаразиты;
- фитопаразиты;
- бактерии;
- миксомицеты.

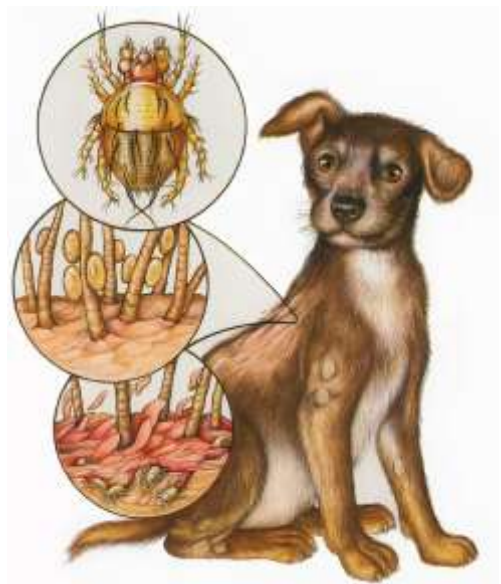
В людях факультативные паразиты встречаются редко. Например, амeba *Naegleria* или амeba *Acanthamoeba*, случайно попавшая в организм, провоцирует менингоэнцефалию, что может привести к смерти.

Факультативно внутриклеточные паразиты относятся к возбудителям кишечных инфекций – энтеробактериям. Они провоцируют воспалительные заболевания, пищевые токсические инфекции. Энтеробактерии имеют форму грамотрицательных палочек с закругленными концами. У одних есть жгутики, при помощи которых они передвигаются, у других жгутик отсутствует – они неподвижны.

Энтеробактерии легко образуют колонии за счет того, что не требовательны к питательной среде. Самая маленькая из разряда внутриклеточных – *Mycoplasma genitalium*. Ее размер составляет 200-300 нм в диаметре.

Пример внутриклеточного патогенного паразитизма:

- сальмонеллы;
- шигеллы;
- эшерихии;
- стрептококки;
- иерсинии.



Бактериями и одноклеточными, а также болезнями, которые они вызывают, занимается наука паразитология. Паразитических червей изучает гельминтология (раздел общей паразитологии). Независимо от вида паразита, постоянный (облигатный) или временный (факультативный), при попадании в организм хозяина он способен нанести вред здоровью – повысить утомляемость, спровоцировать нарушение в работе ЖКТ⁷, стать причиной инфекционного заболевания.

2.2. Грань между хищничеством и паразитизмом

Другой путь, ведущий к эктопаразитизму, — хищничество. Активные хищники, осваивающие для питания все более крупные жертвы, становятся вначале временными, а затем и постоянными эктопаразитами за счет удлинения контактов с организмом хозяина. Так, многие пиявки, ведущие себя как хищники по отношению к мелким организмам, становятся паразитами более крупных животных, питаясь их кровью. Увеличение продолжительности питания — основное направление перехода от временного к постоянному эктопаразитизму. Действительно, из большого количества кровососущих форм членистоногих наиболее длительное питание на хозяине характерно именно для постоянных паразитов, степень контакта которых с хозяевами наиболее высока.

Иной путь возникновения эктопаразитизма — через усиление контакта так называемых гнездовых паразитов⁸ с поверхностью тела хозяина. Животные, обитающие в убежище другого вида, могут питаться его перьями, волосами и отпадающими чешуйками кожного эпидермиса. Переход к постоянному обитанию на поверхности тела хозяина дает паразиту большие преимущества. Возможно, так возник паразитизм пухоедов птиц, власоедов млекопитающих и группы клещей — обитателей эпидермиса животных и человека.



Рот миноги

⁷ Желудочно-кишечный тракт.

⁸ В данном случае гнездовые паразиты – обитатели гнезд и нор рептилий, птиц и млекопитающих. Относятся к членистоногим животным. Изначально они являлись комменсалами.

Основная масса случаев эндопаразитизма в полостных органах, имеющих связь с внешней средой, представляет собой явление, развившееся в результате случайного заноса в организм цист, яиц или личинок свободноживущих видов, предварительно имеющих адаптации к обитанию в почве или в воде, содержащей избыток органического вещества. Примером является кишечная угрица, которая в своем развитии сохранила возможность обитать и размножаться как в почве, так и в организме человека и животных.

Иногда трудно определить четкую грань между хищничеством и паразитизмом. Так *миноги*, являясь эктопаразитами рыб, при контакте с хозяевами питаются как сосущие эктопаразиты, но постепенно вгрызаясь в подкожную мускулатуру рыб и далее – проникая в полость тела, вызывают гибель рыбы-хозяина. На последних этапах кормления они занимают нишу настоящего хищника.



Рис. 4. *Миноги, паразитирующие на крупной рыбе*

На фото (рис. 4) видно, как одна из миног проникла в жаберную полость рыбы. Интересен факт появления миноги в некоторых озерах Северной Америки, вызвавший экологическую катастрофу: *«В Великих озерах Северной Америки минога образует озерную форму, которая до сооружения обводного канала вокруг Ниагарского водопада встречалась только в верховьях реки Святого Лаврентия и в озере Онтарио. В 1921 г. она проникла по каналу Уэлленд в озеро Эри, а позже — в озера Гурон и Мичиган. Распространение миноги в Великих озерах привело к катастрофическому сокращению количества ценных промысловых рыб (озерной форели и других), которые оказались абсолютно неспособными противостоять этому страшному паразиту-хищнику, заслужившему зловещее прозвище — «Черный бич Великих озер». Только через 30 лет интенсивной борьбы с миногой, после специального изучения биологии миноги на всех фазах ее жизненного цикла удалось, по-видимому, достигнуть успеха. В последние годы количество озерной форели начало возрастать, а количество миног сильно снизилось. Присосавшись к рыбе, минога иногда в течение нескольких дней и даже недель медленно терзает ее. Миноги очень прожорливы, они съедают много ценной рыбы, но несоизмеримо больше рыб погибает от ран, наносимых миногами. Поступающие в рану жертвы выделения щечных желез миноги препятствуют свертыванию крови, вызывают разрушение красных кровяных телец и распад тканей. У рыбы, пораженной миногой, резко меняется состав крови, рыба ослабевает и становится более доступной для других паразитов и хищников.»*⁹

Отметим здесь, что большая часть эктопаразитов происходит от хищников. Комары, москиты и другие кровососущие насекомые мало чем отличаются от обыкновенных хищников с колюще-сосущим ротовым аппаратом (клопы-хищницы, например, являющиеся активными хищниками в мире насекомых). Клопы демонстрируют дальнейший переход к паразитизму, так как их контакт с телом хозяина во время питания становится более длительным. У некоторых клещей (например, *Ixodes*) мы наблюдаем еще более длительный контакт с хозяином, который в еще большей степени развит у блох, у которых только личинки и куколки живут на свободе, а половозрелые особи большую часть жизни проводят на хозяине. От этих длительных, но все же периодических паразитов остается лишь один шаг до постоянных, остающихся в течение всей жизни и во всех стадиях развития на хозяине (вши, чесоточные клещи). Необходимо только, чтобы и яйца, как это можно наблюдать у вшей, не выбрасывались во внешнюю среду, а откладывались и развивались здесь же, на хозяине.

⁹ <http://www.floranimal.ru/pages/animal/m/2427.html>

В появлении эктопаразитизма несомненную роль сыграл также постепенный переход мелких хищников от полифагии к монофагии, т.е. все большее их специализирование в смысле характера пищи.

2.3. Бесклеточные паразиты

Вирус (от лат. *virus* — яд) — простейшая форма жизни на нашей планете, микроскопическая частица, представляющая собой молекулы нуклеиновых кислот, заключённые в защитную белковую оболочку и способная инфицировать живые организмы. Наличие капсида¹⁰ отличает вирусы от других инфекционных агентов. Вирусы содержат только один тип нуклеиновой кислоты: либо ДНК, либо РНК. Вирусы являются облигатными паразитами — они не способны размножаться вне клетки.

Ранее к вирусам также ошибочно относили **Прионы**, однако впоследствии оказалось, что эти возбудители представляют собой особые белки и не содержат нуклеиновых кислот. Прионы — белковые инфекционные агенты, вызывающие ряд заболеваний нервной системы человека и животных. К прионным инфекциям относятся: куру, болезнь Крейтцфельда-Якоба, синдром Герстмана-Штрауслера, болезнь скрепи у овец и коз, бычья губчатая энцефалопатия (коровье бешенство).

Вироиды — мельчайшие инфекционные агенты (молекулярная масса 150 000-170 000 а. е. м.), представляющие собой низкомолекулярную одноцепочечную кольцевую РНК, не кодирующую собственные белки. Особенностью вироидов, кроме меньшей, чем у вирусов, молекулярной массы, является отсутствие у них капсида. Вироиды вызывают различные заболевания растений, такие как веретеновидность клубней, карликовость, утонченность покровов. Существование структур, подобных вироидам, но построенных из ДНК, предполагается и у животных. Заболевания — только у растений!

¹⁰ Капсид — внешняя оболочка вируса, состоящая из белков. Структурной субъединицей капсида является капсомер. Капсид выполняет несколько функций: защита генетического материала (ДНК или РНК) вируса от механических, физических и химических повреждений. Так, например, капсид защищает геном вируса от воздействия натуральной радиации, значительных перепадов pH и температуры, а также от воздействия нуклеолитических энзимов.

Бактериофаг – это вирус бактерий, т.е. хозяином для него являются бактерии. Бактериофаг, как и все вирусы, не имеет клеточного строения (рис. 5). Бактериофаги выявлены у большинства бактерий, а также у других микроорганизмов, например, у грибов.

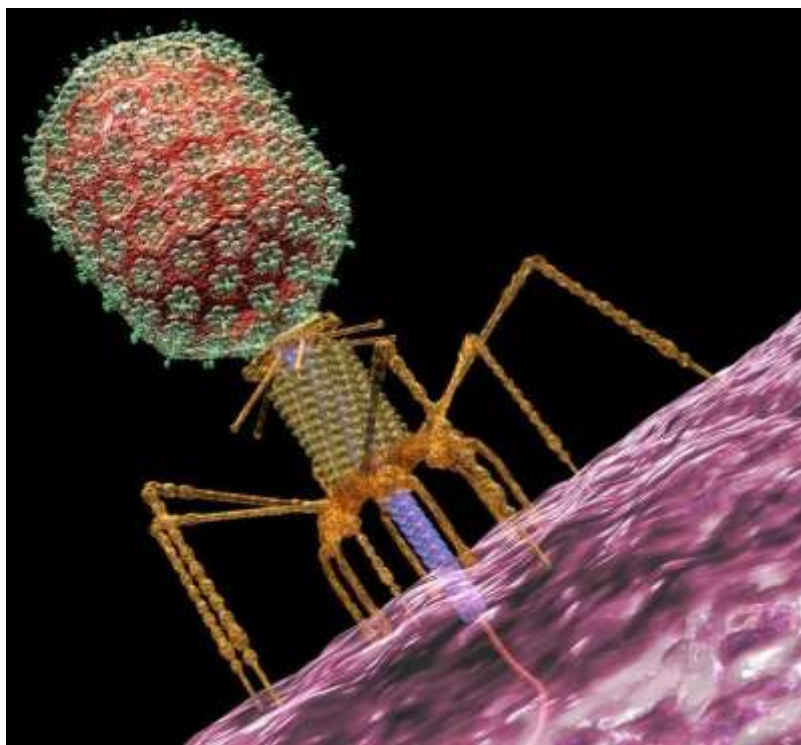


Рис. 5. Так выглядит бактериофаг

Их строение изучают с помощью электронной микроскопии образцов, контрастированных напылением металлов или фосфорно-вольфрамовой кислотой. Они имеют форму сперматозоида, кубическую (сферическую) или нитевидную, размер колеблется от 20 до 800 нм.

Бактериофаги содержат ДНК или РНК. Большинство из них имеет двунитиевую ДНК, замкнутую в кольцо. Имеются также однопитевые бактериофаги.

Бактериофаги по сравнению с вирусами человека и бактериями более устойчивы к факторам окружающей среды. Они длительно сохраняются при низкой температуре и высушивании. Большинство бактериофагов инактивируется при температуре 65-70°C.

Бактериофагами являются специфические вирусы, избирательно атакующие и поражающие микробы. Размножаясь внутри клетки, они разрушают бактерии. При этом патогенная микрофлора уничтожается, а полезная – сохраняется. Использование этих вирусов было предложено еще в начале прошлого века для лечения инфекционных заболеваний. Однако интерес к ним во многих странах мира был утрачен после появления антибиотиков. Сегодня интерес к данным вирусам возвращается.

2.4. Бактерии

Бактѣрии (Bacteria) — домен прокариотических микроорганизмов. Бактерии обычно достигают нескольких микрометров в длину, их клетки могут иметь разнообразную форму: от шарообразной до палочковидной и спиралевидной. Бактерии — одна из первых форм жизни на Земле и встречаются почти во всех местообитаниях. Они населяют почву, пресные и морские водоёмы, кислые горячие источники, радиоактивные отходы¹¹ и глубинные слои земной коры.



Бактерии часто являются симбионтами и паразитами растений и животных. Большинство бактерий к настоящему времени не описано, и представители лишь половины типов бактерий могут быть выращены в лаборатории¹². Бактерии изучает наука бактериология — раздел микробиологии.

¹¹ Fredrickson J. K., Zachara J. M., Balkwill D. L., Kennedy D., Li S. M., Kostandarithes H. M., Daly M. J., Romine M. F., Brockman F. J. Geomicrobiology of high-level nuclear waste-contaminated vadose sediments at the Hanford site, Washington state. // Applied And Environmental Microbiology. — 2004. — July (vol. 70, no. 7). — P. 4230—4241.

¹² Rappé M. S., Giovannoni S. J. The uncultured microbial majority. (англ.) // Annual Review Of Microbiology. — 2003. — Vol. 57. — P. 369—394.

2.5. Паразитические простейшие

Паразитические формы встречаются среди всех типов простейших, в том числе и в типе жгутиковосаркодовых – *Sarcomastigophora*. Самыми известными представителями этого отряда являются *Trypanosoma cruzi* и *Trypanosoma brucei*. Первая вызывает болезнь Чагаса, переносится «поцелуйными клопами». Это такие клопы, которые питаются кровью на тонкой коже губ человека. Заболевание имеет широкое распространение в Мексике и Южной Америке. *Trypanosoma brucei* вызывает сонную болезнь (рис. 6). Природным резервуаром этих паразитов служат африканские антилопы, а переносчиком – муха цеце. Вначале человек чувствует головную боль и боль в суставах, а через несколько недель появляется спутанность в сознании, онемение.

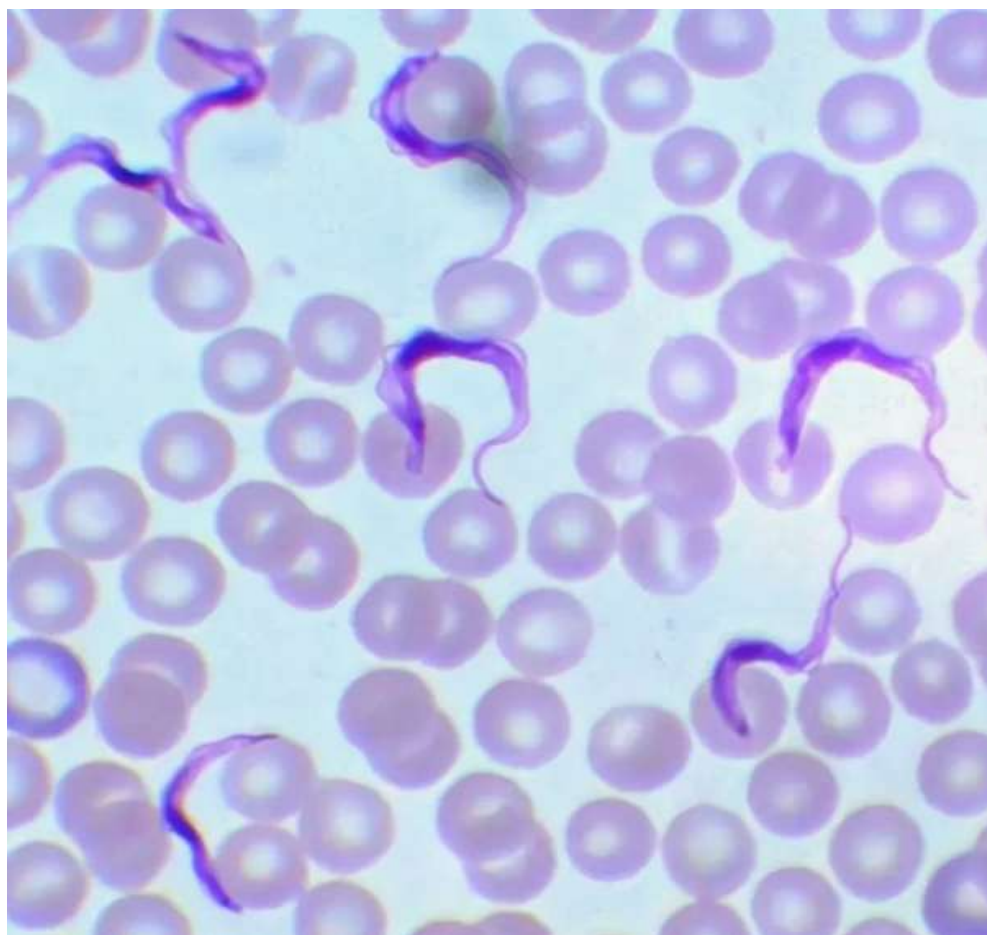


Рис. 6. Трипаномы среди эритроцитов крови

Другой представитель жгутиконосцев лямблия (*Giardia*) паразитирует в верхнем отделе тонкого кишечника человека – на ворсинках двенадцатиперстной кишки. Они имеют тело грушевидной формы, 8 жгутиков, 2 ядра, присоску на

брюшной стороне. Питаются полупереваренным содержимым кишечника путем пиноцитоза. Так как лямблии обитают в микроаэрофильной среде просвета кишечника, то являются анаэробами и утратили митохондрии и аппарат Гольджи. Делятся продольным делением надвое, для распространения имеют расселительную стадию цист.

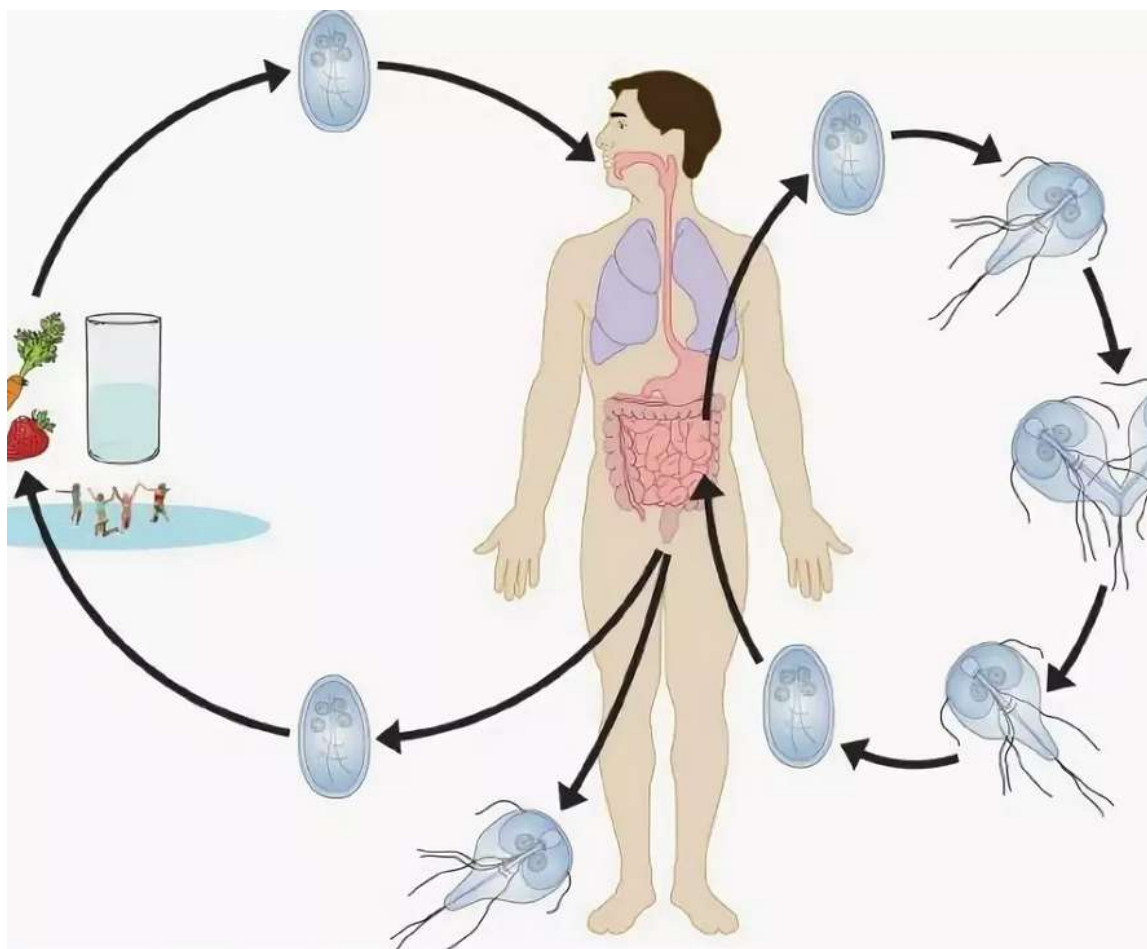


Рис. 7. Жизненный цикл лямблии

Следующие представители простейших относятся к типу Apicomplexa, названному так из-за наличия у этих организмов апикального комплекса, состоящего из кольца, коноида, роптрий и микронем, обеспечивающие проникновение в клетки хозяина. Форма тела этих организмов постоянна за счет белковой пелликулы. Кроме того, эти организмы раньше были фотосинтезирующими, а сейчас у них остался апикопласт, содержащий кольцевую молекулу ДНК и сохранивший функцию синтеза жирных кислот. Сейчас этот метаболический путь является перспективной мишенью для разработки препаратов от малярии. Жизненный цикл этих представителей имеет общую структуру и

называется лейкартовой триадой. Начинается она с попадания в организм спороцист, из которых выходят спорозоиты. Активно питающийся спорозоит называется трофозоитом. После увеличения в размерах трофозоит попадает внутрь клеток кишечного эпителия (с помощью апикального аппарата они заставляют себя фагоцитировать) и становится мерозоитом. Затем происходит бесполое размножение или мерогония, когда численность паразитов многократно увеличивается. Клетка хозяина, содержащая множество мерозоитов становится похожа на мандаринку. После этого новоиспеченные мерозоиты выходят в просвет кишечника и цикл может повторяться несколько раз. Затем в определенный момент находящиеся внутри клеток мерозоиты трансформируются в микро- и макрогамонты, продуцирующие микро- и макрогаметы (все путем митоза, диплоидна в этом жизненном цикле только зигота!). После этого происходит слияние гамет, образуется зигота, первое деление которой является редукционным, в результате которого образуются спороцисты. Цикл замкнулся.

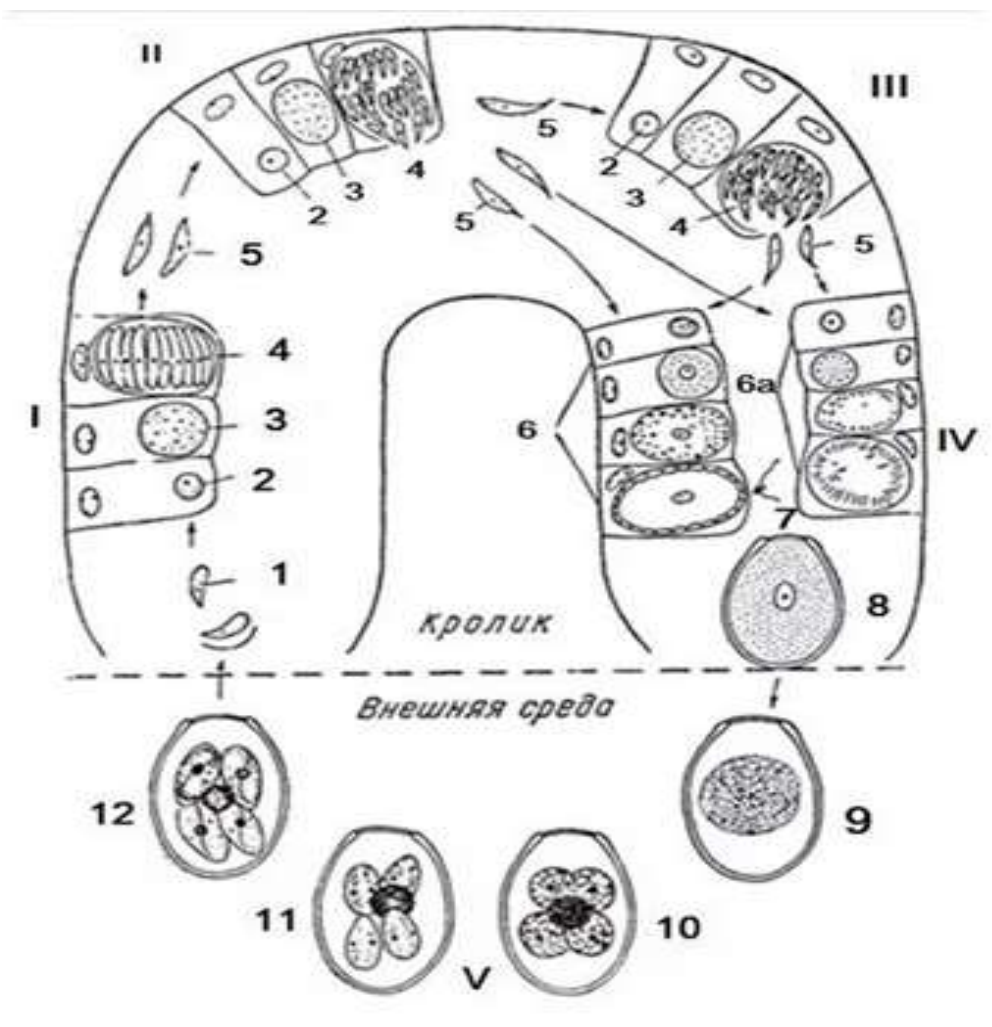


Рис. 8. Схема жизненного цикла кокцидии рода *Eimeria*

Тип Apicomplexa делится на два класса: Conoidasida и Aconoidasida. Приставка А- в латинских корнях обозначает отрицание, то есть у одних представителей есть коноид, а у других нет. К Коноидным относят подкласс Грегариин, паразитов насекомых. Как правило, это внеклеточные паразиты, размер которых может достигать 16 мм, обитающие в кишечнике насекомых. Кроме Грегариин к Коноидным относится подкласс Кокцидий, включающих в себя паразитов позвоночных, например, кроликов *Eimeria magna*. Все стадии развития этого организма проходят в кролике (рис. 8). Цисты очень «живучи», их можно убить только крутым кипятком или выжиганием, на пастбищах сохраняются годами. Поэтому этот паразит приносит колоссальный ущерб сельскому хозяйству.

Еще одним распространенными представителями этого подкласса являются организмы рода *Toxoplasma*. Основным хозяином (то есть, в котором происходит половое размножение) является кошка, а промежуточным – мыши, свиньи, люди (рис. 8а). Особо опасно заражение женщин во время беременности, так как происходит также и заражение плода.



Рис. 8 а. Схема жизненного цикла токсоплазмы

К второму классу Aconoidasida относятся представители кровяных споровиков, к которым относится знакомый всем малярийный плазмодий. Промежуточным хозяином является человек, а окончательным- комар. У малярийного комара необычная зигота, имеющая псевдоподии и обладающая

подвижностью. Жизненный цикл соответствует лейкартовой триаде, стадии мерогонии сопряжены с приступами лихорадки. Если говорить подробнее, то, когда плазмодий выходит в кровоток, иммунная система обнаруживает его, начинает бороться, поэтому повышается температура тела. Потом мерозоиты снова возвращаются в эритроциты, там размножаются и через какое-то время снова синхронно выходят в кровоток. Для разных видов плазмодиев характерна разная продолжительность этого периода, поэтому различают трех-семидневные лихорадки.

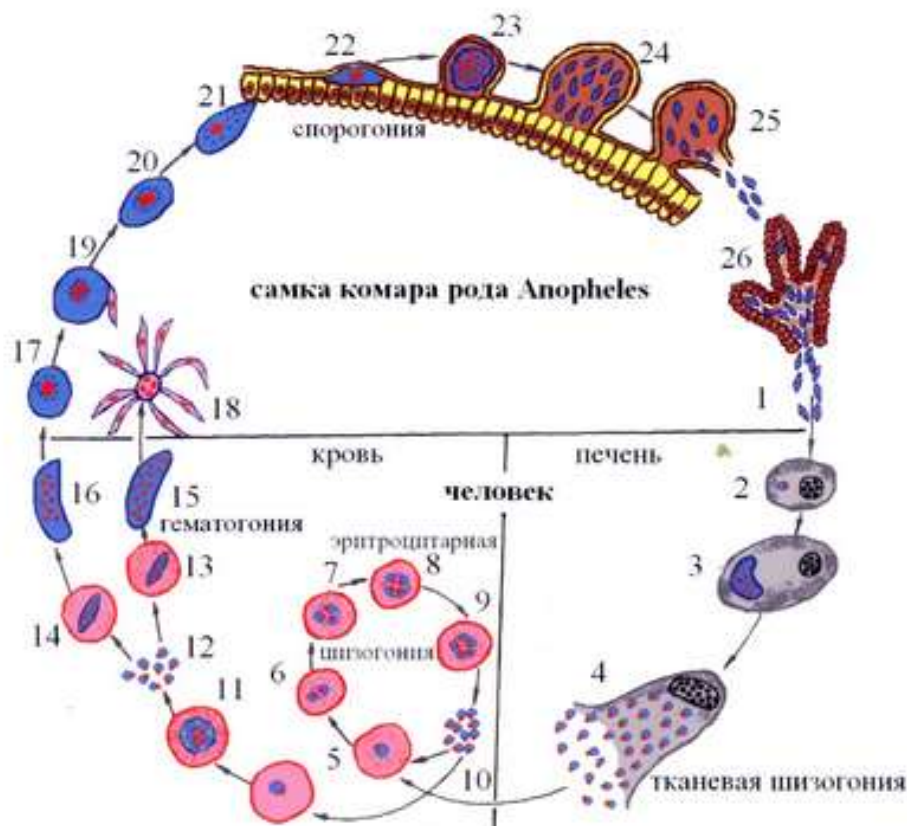


Рис. 9. Жизненный цикл малярийного плазмодия

2.6. Растения – паразиты

Растения-паразиты — экологическая группа покрытосеменных растений (Magnoliophyta), получающих питательные вещества непосредственно из тканей других растений. Связь с растением-хозяином паразит осуществляет через гаустории, возникающие в результате преобразования зародышевого корня или, в

редких случаях, тканей стебля. В настоящее время известно около 4100 видов растений-паразитов, относящихся к 19 семействам.



Рис. 10. Повилика клеверная – растение-паразит

Растения-паразиты могут быть классифицированы следующим образом:

- Облигатные паразиты — паразиты, неспособные существовать без донора.
- Факультативные паразиты — паразиты, способные существовать без донора.
- Стеблевые паразиты — паразиты, у которых формирование гаусторий происходит из тканей стебля (рис. 10).
- Корневые паразиты — паразиты, у которых формирование гаусторий происходит из тканей корня. Раффлезия Арнольди, обитающая на Суматре и Калимантане (рис. 11).
- Голопаразиты — растения, которые полностью паразитируют на других растениях и фактически не имеют хлорофилла, например, повилика клеверная (*Cuscuta epithymum*) — род паразитических растений семейства Вьюнковые (рис. 10, 11). Голопаразит (*Hyobanche*

sanguinea), Рихтерсфельдский заповедник, Северо-Капская провинция, Южная Африка.



Рис. 11. Раффлезия Арнольди, обитающая на Суматре и Калимантане, является растением-паразитом. У него отсутствуют органы, где бы шел процесс фотосинтеза



Рис. 12. Омела белая (*Viscum album*), растущая на ветви тополя

- Полупаразиты — паразитирующие растения, которые также в какой-то степени осуществляет фотосинтез. Полупаразиты могут получать от донора лишь воду и минеральные вещества. Также могут получать от него и часть органических веществ. Например, омела белая (*Viscum album*) — кустарник; типовой вид рода Омела семейства Омеловые (Viscaceae). Обитает на западе и юге Евразии (рис. 12). Цветок иван-да-марья, или марьянник дубравный (*Melampyrum nemorosum*) — это полупаразитический однолетник, широко распространен в лесах северной Евразии (рис. 13).

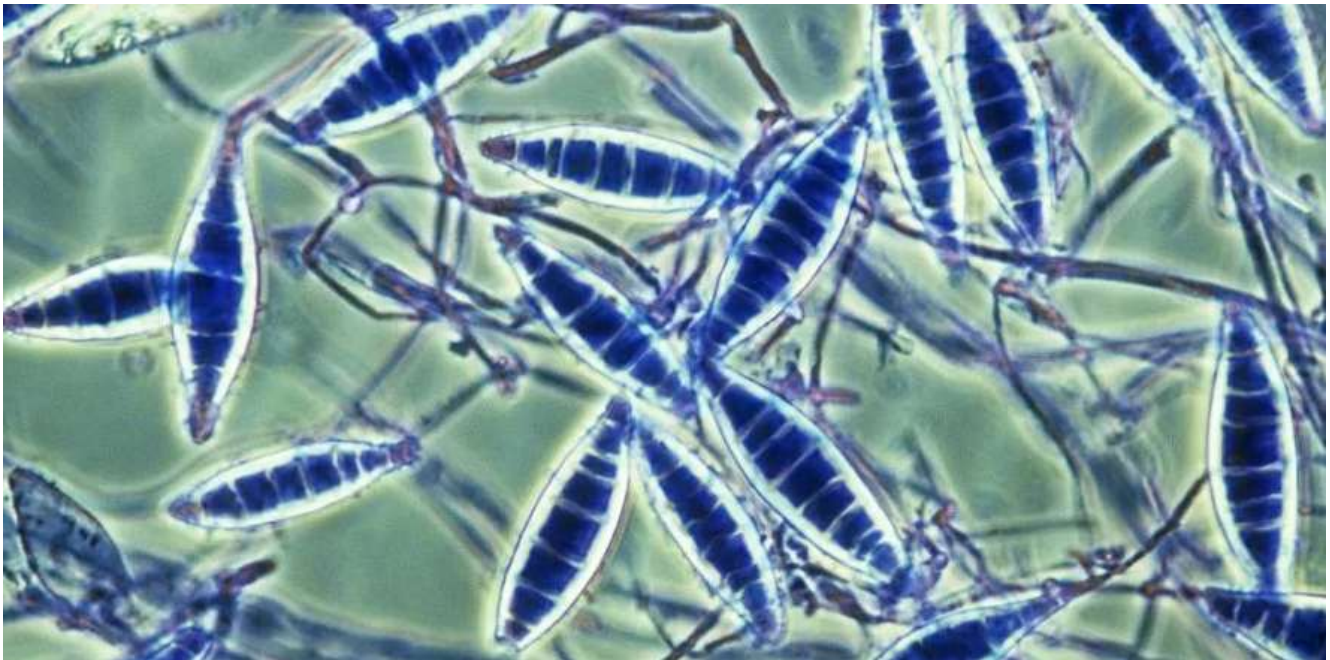


Рис. 13. Иван-да-марья, или марьянник дубравный (*Melampyrum nemorosum*)
типичный полупаразит растений

2.7. Грибы – паразиты

В отличие от грибов-сапрофитов, питающихся разлагающимися органическими веществами или за счет симбиоза с корнями высших растений, грибы-паразиты, это группа грибов, которые питаются за счет питательных веществ живых организмов, вызывая в них болезни. Это сборная группа из разных таксонов, объединяющая низшие (например, картофельный грибок) и высшие (трутовики на стволах деревьев) грибы (рис. 14).

Грибы-паразиты часто вызывают тяжелые заболевания растений и животных, чем наносят большой ущерб сельскому хозяйству, пищевой и лесной промышленности. Ряд грибов являются возбудителями грибковых заболеваний человека. Существуют грибы-паразиты, которые поражают кожу, волосы, ногти, легкие человека. Гриб ахорион, поселяясь на волосистой части головы, вызывает паршу. Гриб трихофитон, который поражает волосы, ногти и кожу, является возбудителем стригущего лишая.



Возбудители стригущего лишая под микроскопом

Дрожжевой грибок кандидоз вызывает заболевания ротовой полости — молочница. Разнообразие грибковых болезней, как отмечают биологи, к сожалению, расширяется.

Опасными для человека могут стать и грибы-паразиты растений. Например, попадая в организм человека или животных, рожки спорыньи вызывают тяжелое

заболевание, которое в народе называют "злые корчи» или «антонов огонь». В одну из эпидемий 944 года от этой болезни погибло 40000 человек.

Такие грибы-паразиты как трутовики, являются разрушителями древесины, поэтому играют важную роль в жизни леса. Без них лес был бы погребен под отмершими стволами и ветвями. Но человеку трутовики приносят много проблем, разрушая деревянные постройки в ущерб садам, паркам. Основным способом борьбы с трутовиками является санитарная вырубка больных деревьев и немедленный их вывоз.



Рис. 14. Грибы-паразиты вызывают болезни животных и растений

Другие грибы-паразиты растений вредят овощным, злаковым, ягодным, плодовым растениям. Самым известным грибом-паразитом является картофельный гриб, или фитофтора. Распространены и такие болезни, как фитофтороз, плодовая гниль, головня злаковых и др. Мерами борьбы с этими болезнями является выведение устойчивых сортов культурных растений, соблюдение правил агротехники, применения биологического и химического метода борьбы и тому подобное. С целью биологической защиты растений от грибов-паразитов используют их естественных врагов, антибиотики, фитонциды и др.

2.8. Примеры эндо- и эктопаразитов

Наиболее просто объясняется происхождение эктопаразитизма. Один из путей к этому — через увеличение количества источников питания с последующей их сменой. Так, многие насекомые имеют колюще-сосущий ротовой аппарат, питаются соками растений. Но питание за счет прокалывания ткани и всасывания жидкости и есть способ поглощения пищи всеми кровососущими членистоногими, ряд которых, потребляя кровь человека и теплокровных животных, продолжает пользоваться также и соками растений. Этим занимаются представители ряда семейств клопов (отряд полужесткокрылые – Hemiptera) (рис. 15), а также тли и цикады, относящиеся к отряду равнокрылые хоботные (Homoptera) (рис. 16, 17).

*Рис. 15. Клоп линейчатый – *Graphosoma lineatum*, представитель семейства клопов-черепашек (Scutelleridae)*



Рис. 16. Крымская цикада – паразит растений, питающийся их соками



Рис. 17. Тли используют размножение как с оплодотворением, так и девственное – партеногенезом

Другой путь, ведущий к эктопаразитизму, — хищничество. Активные хищники, осваивающие для питания все более крупные жертвы, становятся вначале временными, а затем и

постоянными эктопаразитами за счет удлинения контактов с организмом хозяина. Так, многие пиявки, ведущие себя как хищники по отношению к мелким организмам, становятся паразитами более крупных животных, питаются их кровью. Увеличение продолжительности питания — основное направление перехода от временного к постоянному эктопаразитизму (рис. 18, 19, 20). Действительно, из большого количества кровососущих форм членистоногих наиболее длительное питание на хозяине характерно именно для постоянных паразитов, степень контакта которых с хозяевами наиболее высока.

В настоящее время широко распространены временные кровососущие паразиты, такие, как комары, мошки, мокрецы, слепни, осенние мухи-жигалки, а в Африке обитает известная всем муха цеце, переносщая трипаносом — возбудителей смертельной для людей и некоторых копытных животных сонной болезни. Все названные кровососы принадлежат к отряду двукрылых насекомых. Комары и мошка составляют основу гнуса в северных таежных районах Евразии и других материков. Порой численность кровососов в одном месте выражается в 6-7-значных числах. Они образуют живые облака, окружающие животных и людей.



Рис. 18. Постельный клоп (*Cimex lectularius*) — распространённое облигатное синантропное кровососущее насекомое. Является эктопаразитом человека и теплокровных животных — питается их кровью

Первоначальным местом обитания постельного клопа (рис. 18), вероятно, были пещеры Среднего Востока, населённые людьми и летучими мышами. Впервые о них упоминается в древнегреческих источниках в 400 году до нашей эры, позже о них писал Аристотель. Помимо жилища человека, постельный клоп встречается и в природе: в дуплах деревьев, пещерах, норах и т.д. Известно его нахождение в Бахарденской подземной пещере в Туркмении, населенной летучими мышами и дикими сизыми голубями. В Даурской степи клоп обитает в норах грызунов (полёвки и хомячки), зайцеобразных (даурская пищуха), а также в гнёздах полевых воробьёв, трясогузок и ласточек, устроенных на постройках человека. Нами встречены скопления постельных клопов в Монголии, в гнездах

ласточек-береговушек, расположенных вдали от жилья людей. Это своего рода природный очаг паразита.



***Рис. 19.** Блохи (Siphonaptera) — это отряд кровососущих членистоногих насекомых с полным метаморфозом. Блоха является переносчиком возбудителей различных заболеваний человека и теплокровных животных*

Сильные, выносливые и очень живучие, блохи (рис. 19) распространены по всем континентам, включая Антарктиду. Большинство видов блох обитает в умеренной и субтропической климатических зонах Европы, Азии и Северной Африки. Блохи активны в любое время года, а места их обитания привязаны к гнездам и норам теплокровных животных, обитающих под землей (песчанки, тушканчики, суслики и другие грызуны), на земле (дикие и домашние животные: кошки, собаки, крысы, лошади, коровы, бараны, верблюды и др.) и над землей (птицы, белки). Некоторые блохи живут на человеке. В средневековой Франции в придворных кругах была мода содержать блоху в миниатюрной клеточке,

подвешенной на шее дамы на золотой цепочке. Питалась она кровью через просветы между решетками.

Кровь сосут блохи обоих полов, а процесс может длиться от 1 минуты до нескольких часов. Блохи некоторых видов насыщаются кровью про запас, в результате не успевают все переварить, и остатки крови выходят с экскрементами.

Виды блох, которым необходимо частое питание, живут на теле животного постоянно, а в перерывах между трапезами блуждают в шерстных покровах хозяина. Блохи, не имеющие потребности часто сосать кровь, основную часть жизни находятся в субстрате хозяйского гнезда. При отсутствии источника питания насекомые могут голодать по несколько месяцев. Большинство видов блох не имеют определенной специфики выбора хозяина и могут существовать на разных видах животных, за исключением блох летучих мышей.

Кровососущие комары, или комары, или настоящие комары (Culicidae) — семейство двукрылых насекомых, принадлежащих к группе длинноусых (Nematocera), самки имаго которых в большинстве случаев являются компонентом комплекса гнуса. Характерны для этого семейства ротовые органы: верхняя и нижняя губа вытянуты и образуют футляр, в котором помещаются длинные тонкие иглы (2 пары челюстей); у самцов челюсти недоразвиты — они не кусаются. Подвижные личинки и куколки комаров живут в стоячих водоёмах. Древнейшие комары были найдены в меловом бирманском янтаре, однако предполагается, что это семейство существовало уже в юрском периоде.



Рис. 20. *Малярийный комар (Anopheles sp.)*

В современном мире насчитывается около 3600 видов комаров, относящихся к 38 родам. В России обитают представители 100 видов, относящихся к родам настоящих комаров (*Culex*), кусак (*Aedes*), *Culiseta*, малярийных комаров (*Anopheles*) (рис. 20), а также *Toxorhynchites*, *Uranotaenia*, *Orthopodomyia*, *Coquillettidia*.

Малярийные комары, или анофелесы (лат. *Anopheles*, от др.-греч. ἀνοφελής — бесполезный, никчёмный, вредный) — род двукрылых насекомых, многие виды которого являются переносчиками паразитов человека — малярийных плазмодиев (около 10 видов, из которых наиболее распространены *Plasmodium malariae*, *Plasmodium falciparum*, *Plasmodium ovale* и *Plasmodium vivax*). *Anopheles* вместе с родами *Bironella* и *Chagasia* составляют подсемейство Anophelinae. Жизненный цикл комаров включает четыре стадии развития: яйцо → личинка (рис. 21) → куколка (рис. 21а) → имаго, или взрослая особь (рис. 20).



Рис. 21. Личинка комара *Anopheles*, длина около 8 мм

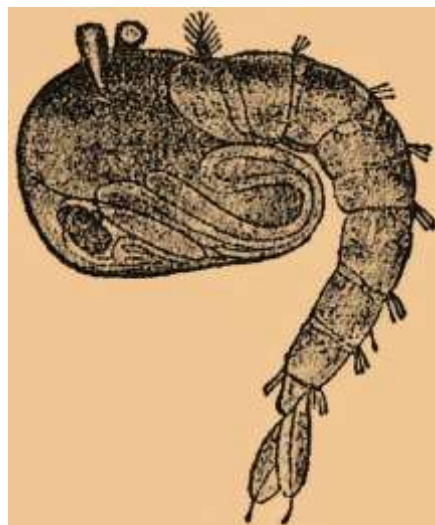


Рис. 21 а. Куколка малярийного комара

Иной путь возникновения эктопаразитизма — через усиление контакта так называемых гнездовых паразитов с поверхностью тела хозяина. Животные, обитающие в убежище другого вида, могут питаться его перьями, волосами и отпадающими чешуйками кожного эпидермиса. Переход к постоянному обитанию на поверхности тела хозяина дает паразиту большие преимущества. Возможно, так возник паразитизм пухоедов и вшей (рис. 22, 23), власоедов птиц и млекопитающих и группы клещей — обитателей эпидермиса животных и человека (рис. 24).



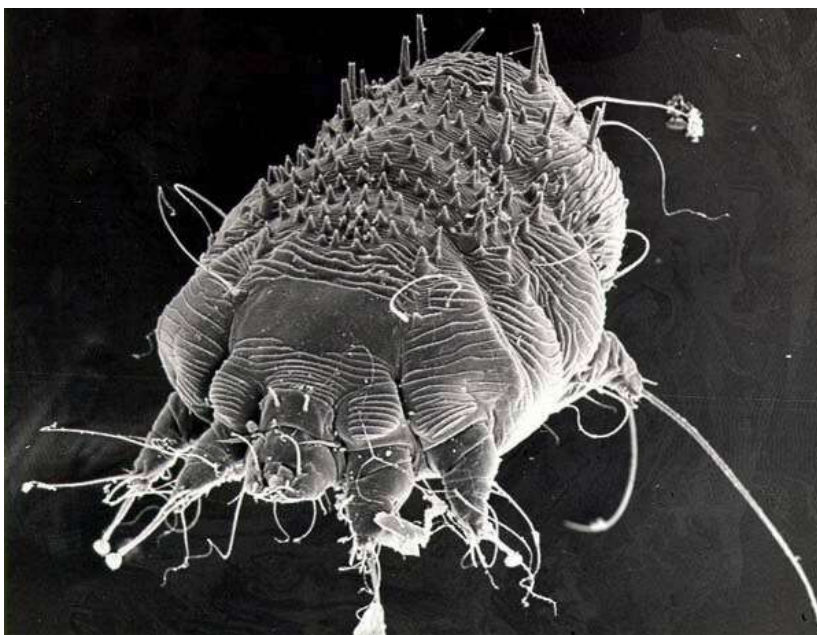
Рис. 22. Пухоеды на перьях курицы



Рис. 23. Головная вошь (Pediculus humanus capitis) — одна из двух форм, или морфотипов человеческой вши. Среда обитания — волосяной покров головы человека (усы, борода, волосы)

Пухоеды и вши — отряд паразитических насекомых с неполным превращением — Phthiraptera многочисленны и космополитны, паразитируют, как предполагается, на всех видах птиц и на очень многих видах млекопитающих. В настоящее время учёными описано 5136 видов, включая 1 ископаемый вид (Zhang, 2013). Основу многообразия составляют два подотряда пухоедов: Amblycera (1360 описанных видов) и Ischnocera (3080 видов).

Рис. 24. Чесоточный клещ
(*Sarcoptes scabiei*)



Чесоточный клещ провоцирует серьезное дерматологическое заболевание — чесотку. Характеризуется многочисленными высыпаниями на пальцах рук,

животе, спине, груди, ягодицах, половых органах. Клещ чесоточный — зудень, способен некоторое время жить вне тела человека, заражение происходит контактным путем.

Основная масса случаев **эндопаразитизма** в полостных органах, имеющих связь с внешней средой, представляет собой явление, развившееся в результате случайного заноса в организм цист, яиц или личинок свободноживущих видов, предварительно имеющих адаптации к обитанию в почве или в воде, содержащей избыток органического вещества. Примером является угрица кишечная (рис. 25), которая в своем развитии сохранила возможность обитать и размножаться как в почве, так и в организме человека. Кишечная угрица (*Strongyloides stercoralis*) или иногда просто «стронгилоид» — это нитевидный патогенный для человека гельминт, представитель нематод, который вызывает заболевание стронгилоидоз. В человеческом организме обитает в тонкой кишке, в слизистой оболочке двенадцатиперстной кишки, может паразитировать в панкреатических и желчных протоках. Паразит предпочитает среду обитания с субтропическим и тропическим климатом.

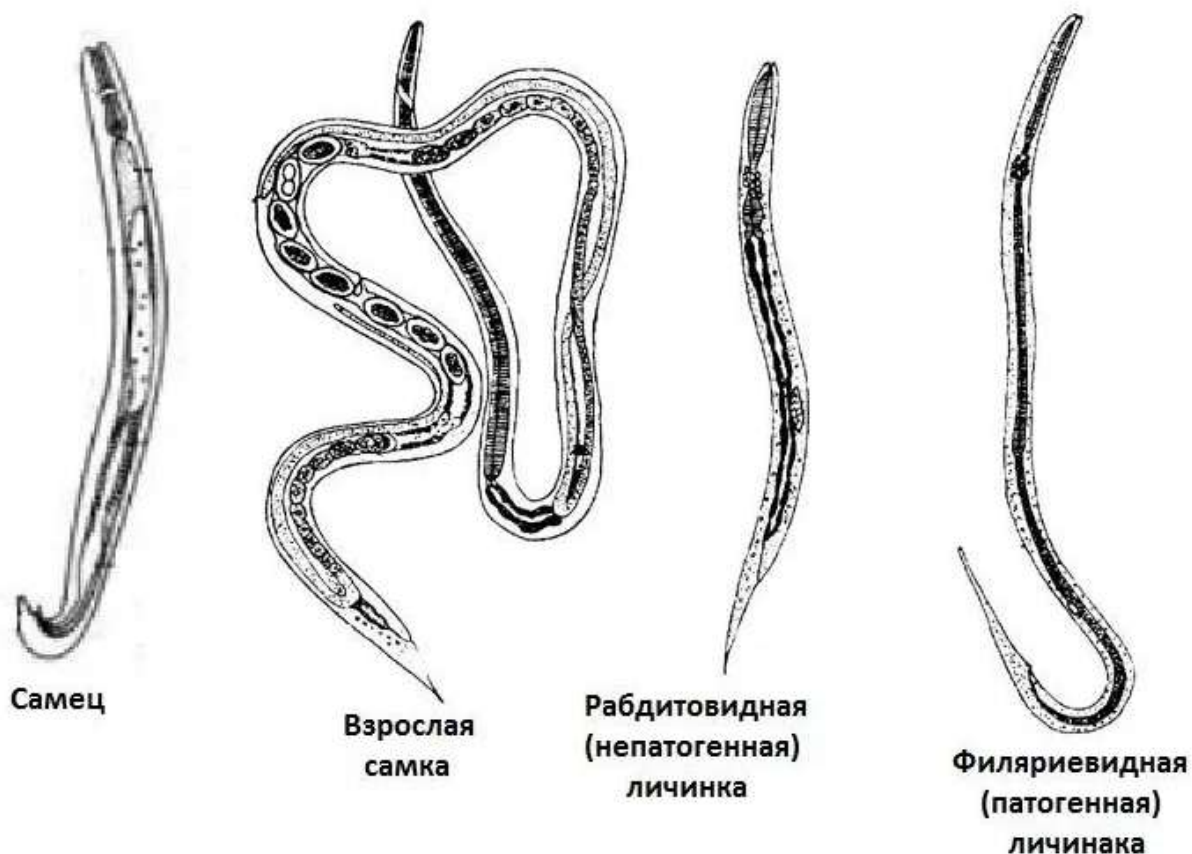


Рис. 25. Формы развития кишечной угрицы

Возможен переход к паразитированию в одном хозяине после предварительной адаптации к обитанию в другом, служащем источником питания первого. Так, известен целый ряд гельминтов, которые, обитая в кишечнике рыбы, не перевариваются в пищеварительной системе хищников, съевших паразитов вместе с хозяином и продолжающих паразитировать в кишечнике или тканях уже нового вида. Например, болезнь Диоктофимоз (*Dioctophymosis*). Это одно из наиболее опасных заболеваний, которое передается с мясом таких видов рыб, как чехонь, окунь, усач, щука, сом, являющихся вторыми промежуточными хозяевами крупной нематоды, называемой свайником великаном (рис. 26). Первый промежуточный хозяин — малощетинковый червь, олигохета. Нематода паразитирует у человека и плотоядных животных в почках, мочеточниках, мочевом пузыре. Диоктофимозом можно заболеть при употреблении некипяченой воды. Заболевание отмечается в Средней Азии, изредка — в Карелии.



Рис. 26. Нематода – свайник великан (*Diectophyme renale*)

Не исключается и вариант перехода к полостному паразитизму видов, предварительно адаптированных к эктопаразитизму. Этим путем, вероятно, эволюционируют некоторые насекомые, большую часть цикла развития, проводящие в ротовой полости птиц, но выходящие для размножения на перьевой покров их головы.

Наиболее сложно и многообразно происхождение паразитов тканей внутренней среды. Один из путей — через изменение инстинкта откладки яиц и предварительных адаптаций к эктопаразитизму. Таким путем, вероятно, произошел тканевой паразитизм личинок мух и оводов (рис. 27), откладывающих яйца на поверхности кожи и слизистых оболочек животных и человека. Личинки при этом вскоре погружаются под покровы и ведут типичный эндопаразитический образ жизни. Личинки подкожных, желудочных и носоглоточных оводов развиваются

соответственно в покровах, желудочно-кишечном тракте, носовых и лобных пазухах крупного и мелкого рогатого скота. Личинки тахин и оводов, как и в других случаях ларвального (личиночного) паразитизма, являются основной (у оводов единственной) стадией питания, тогда как имаго обеспечивают размножение и распространение.



Рис. 27. Личинки оводов вызывают, например, гипердерматоз крупного рогатого скота

Многие паразиты приспособились к обитанию в тканях после освоения полостных органов, связанных с внешней средой. Так, по-видимому, шла эволюция паразитизма у ленточных червей, у трихинеллы спиральной. В цикле развития этих паразитов имеются формы, обитающие как в кишечнике, так и в тканях. Характерным представителем цестод, или ленточных червей, является бычий цепень – *Taenia saginata* (рис. 28). По своей сути это паразитирующий гельминт, способный развиваться в человеческом организме на ленточной стадии (в половозрелом состоянии). На личиночном этапе жизни хозяином бычьего цепня становятся представители крупного рогатого скота. Наиболее часто он осваивает

коровий организм и вместе с мясом (в виде финн) попадает к человеку, почему он еще имеет название говяжий солитер.

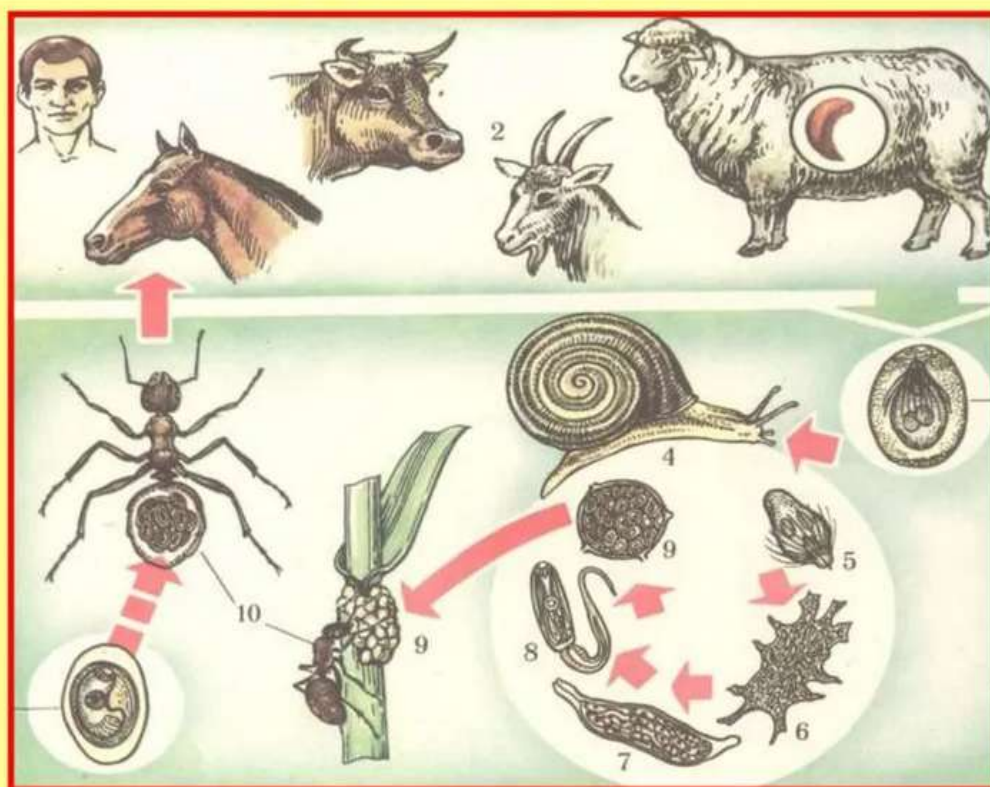


Рис. 28. Бычий цепень может вырастать в кишечнике человека до 10 метров

В процессе эволюции некоторые паразиты освоили в своем жизненном цикле сразу несколько хозяев. Так, трематоды в стадии мариты живут в протоках печени позвоночных животных, а для успешного размножения используют обычные виды моллюсков и насекомых. Примером может служить ланцетовидный сосальщик, или ланцетовидная двуустка (*Dicrocoelium dendriticum*) — вид паразитических плоских червей трематод рода *Dicrocoelium* из семейства Dicrocoeliidae отряда Plagiorchiida. В своём жизненном цикле проходят промежуточную стадию развития на наземных улитках (*Zebrina*, *Fruticicola fruticum*, *Cochlicopa lubrica* и др.) и муравьях рода формика (Длусский, 1967). В печени улитки развиваются спороцисты и дочерние спороцисты, рождающие церкарий. Надо отметить здесь, что стадии паразита, обитающие в печени моллюсков, могут размножаться партеногенезом. Тем самым они значительно увеличивают численность сосальщика и повышают его шансы на прохождение полного жизненного цикла. Отметим также, что моллюски являются промежуточными, а муравьи — дополнительными хозяевами. Дефинитивными же хозяевами пребывают травоядные млекопитающие многих видов. Чтобы попасть в их организм у церкариев (метацеркариев) есть генетический механизм, позволяющий воздействовать на мозговые ганглии муравьев, после чего муравьи теряют

способность возвращаться в свои муравейники и замирают в верхней части травинок, где их вместе с травой и скучивают млекопитающие.

Цикл развития ланцетовидного сосальщика

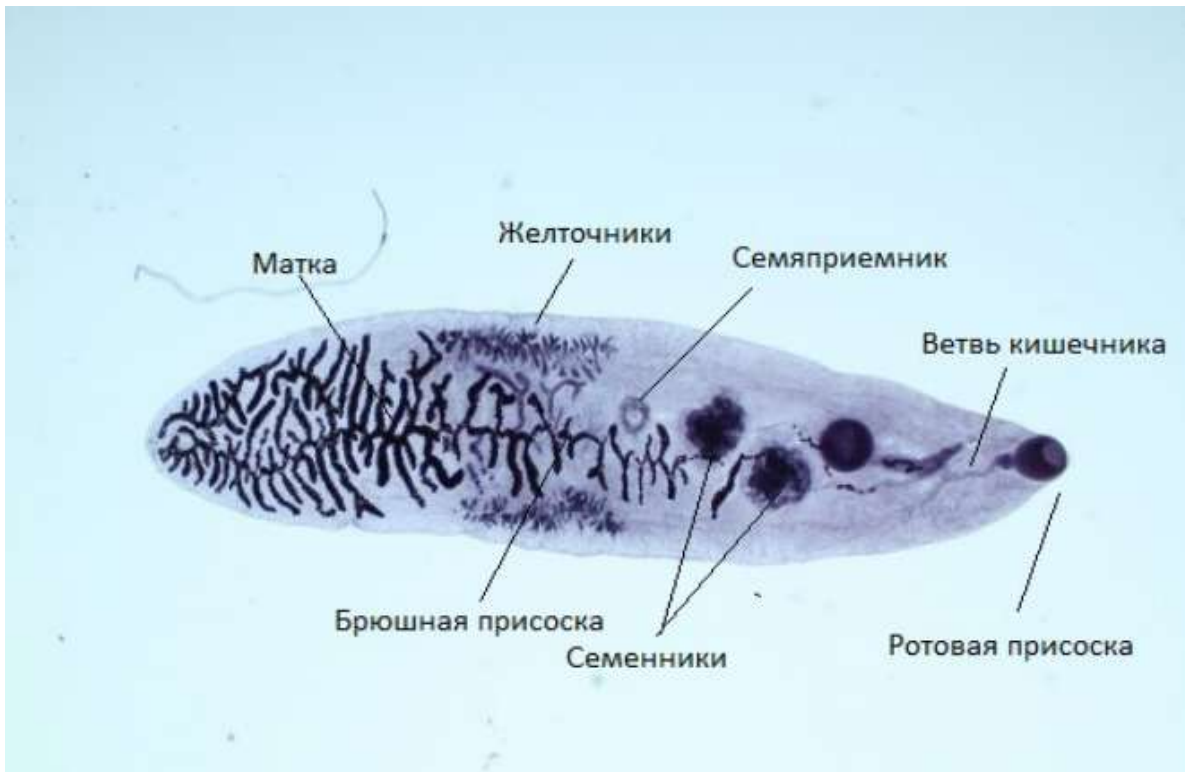


Овцы и другие копытные животные (крупный рогатый скот, козы, свиньи, лошади, ослы; а также, верблюды, зайцы, медведи, собаки, лисы), поедая траву вместе с заражённых муравьями, становятся окончательными хозяевами. Попавшие с их экскрементами на почву яйца двуустки поедают моллюски, замыкая цикл развития. Этот паразит встречается у человека довольно редко, однако может нанести его организму существенный вред, а вот домашние животные, которых поражает этот гельминт, могут даже погибнуть.

У этого плоского червя относительно малые размеры: его сплющенное тело в форме листа имеет не более 12 мм в длину и 2,5-3 мм в ширину. У него имеются следующие системы: пищеварительная, нервная, выделительная и половая. Само тело ланцетовидной двуустки, не разделенное на членики, находится в мышечно-

мускульном мешке, а многослойная мускулатура имеет три слоя, состоящие из внешних кольцевых мышц, внутренних продольных и поперечных.

Взрослая сформировавшаяся особь носит название марита и имеет две присоски: брюшную, более крупную, и ротовую, помельче; с их помощью она присасывается к слизистой оболочке.



Двуустки, как и другие трематоды – гермафродиты. Их пищеварительная система слепо замкнута и ротовое отверстие выполняет функцию рта и ануса попеременно.

Некоторые паразиты внутренней среды возникли, вероятно, предварительно адаптировавшись к обитанию в пищеварительной системе членистоногих, а с переходом последних к гематофагии заселили новую и труднодоступную экологическую нишу — кровь и другие ткани мезодермального происхождения. Такими являются простейшие – споровики и жгутиковые, о которых мы уже сообщали выше.

Таким образом, путей перехода к паразитизму у разных видов животных много, но несомненным остается одно: паразитизм — явление вторичное. Об этом свидетельствует наличие в жизненных циклах многих, даже наиболее специализированных паразитов, свободноживущих стадий, рекапитулирующих свободный образ жизни предков.

2.9. Клептопаразитизм

Клептопаразитизм (от др.-греч. κλέπτω — ворую и паразитизм) — насильственное или тайное присвоение чужого кормового или гнездового ресурса. Характерен для птиц, рептилий, млекопитающих, рыб, насекомых и других животных.

Клептопаразиты извлекают пользу, получая корм или другие объекты (гнездо или гнездовой материал), которые они не могут получить самостоятельно, или экономя время и усилия, требуемые для этого. Однако при этом они рискуют получить отпор от хозяина воруемых ресурсов.

Клептопаразитизм может быть внутривидовым (паразит принадлежит к тому же виду, что и жертва; воровство у людей) или межвидовым (паразит и жертва принадлежат к различным видам). В последнем случае паразит может быть близким родичем организма, на котором тот паразитирует (Правило Эмери).

Крупные чайки (серебристая чайка, морская чайка, чайка-бургомистр и другие), фрегаты и поморники нападают в воздухе на несущих своим птенцам рыбу крачек и других морских птиц (чистики, топорки, кайры, тупики и моевки) и, преследуя жертву, заставляют бросить корм, который сразу же на лету подхватывают (рис. 29).



Рис. 29. Морская чайка преследует пестроносую крачку, стараясь отнять у нее рыбу



Рис. 30. Речные крачки пытаются отнять друг у друга пойманную кем-то из них рыбу

Но и сами крачки и другие виды морских птиц также при возможности используют данную практику (рис. 30). Ночное гнездование некоторых морских птиц (качурок, буревестников) часто объясняют защитой от возрастающего пиратства в светлое время суток. Вероятно, клептопаразитизм не играет ключевой роли в поведении любого вида, а является лишь дополнительным способом добывания корма наряду с охотой. Так, исследование, проведённое орнитологами в отношении большого фрегата (*Fregata minor*), воруящего пищу у голуболицей олуши (*Sula dactylatra*), показало, что фрегаты за счёт клептопаразитизма способны до 40% обеспечить себя пропитанием, но в среднем эта цифра составляет только 5%. Многие виды чаек и других морских птиц, как северный гигантский буревестник (*Macronectes halli*) при случае питаются падалью — другими погибшими птицами или млекопитающими. Падальщиками также являются некоторые виды альбатросов — анализ проглоченных кальмаров показал, что некоторые из них оказались слишком крупными, чтобы быть пойманными живьём.

Кроме того, в желудках альбатросов оказались виды, которые, скорее всего, были им недоступны ввиду разного ареала.

Многие хищники в конкретных случаях не избегают быть клептопаразитами. Наиболее распространённый пример — отношения пятнистых гиен и львов. И те, и другие охотятся за добычей друг друга. Так, стая пятнистых гиен способна отогнать от добычи одиночного льва (рис. 31).



Рис. 31. Стая пятнистых гиен, окружившая молодого льва у его добычи

Настоящие крокодилы часто крадут или отбирают пищу у других хищников, в частности, у хищных млекопитающих и крокодилов других видов. Таких примеров можно привести множество.

2.9.1. Гнездовой паразитизм

Гнездовой паразитизм — форма клептопаразитизма, которым пользуются некоторые птицы, рыбы и насекомые, заключающийся в манипуляции и использовании другого животного-хозяина, или того же вида (внутривидовой гнездовой паразитизм), или другого (межвидовой) для выращивания потомства животного-паразита.

Данная стратегия поведения позволяет паразиту освободиться от необходимости строить гнездо и ухаживать за своим потомством, тратя больше времени на поиски еды и размножение. Принято выделять облигатный и факультативный гнездовой паразитизм.

В целом гнездовой паразитизм у различных групп позвоночных и беспозвоночных животных является малораспространенным. При усиленном размножении гнездовых паразитов численность особей вида-хозяина может резко снижаться, что в результате сказывается и на численности самого вида-паразита.

Гнездовой паразитизм – многообразное явление. С одной стороны, для колониальных видов птиц (пингвинов, бакланов, пеликанов, олуш, цапель и др.) характерно воровство гнездового материала, что делается для экономии времени постройки собственного гнезда (рис. 32), с другой стороны, целый ряд видов птиц специализируется на подкладывании в чужие гнезда своих яиц (рис. 33).



Рис. 32. Смешанная колония кудрявого пеликана и большого баклана

Настоящими клептопаразитами можно назвать фрегатов. Их воровство в колониях процветает: воруют строительный материал, воруют даже яйца друг у друга. В гнезде птенец находится дней 70, и первое время он настолько беспомощен, что родители его постоянно согревают. Фрегаты не только

"разбойники с большой дороги", но и воры: они крадут у олуш, фазанов и чаек строительный материал для гнезд, а то и полностью растаскивают гнездо. Правда делают это фрегаты в отсутствие хозяев, хотя могли бы, казалось, и прогнать олуш с гнезда и отнять строительный материал, как отнимают рыбу. Но почему-то фрегаты этого не делают.

Вообще, гнездовой материал нередко для птиц является дефицитным товаром. Так, мы наблюдали, как вороны быстро полностью разобрали воронье гнездо, только что оставленное их хозяевами. Помимо строительного материала многие виды врановых птиц интересуются и содержимым гнезда. Но это явление уже можно назвать хищничеством. Но вернемся к гнездовым паразитам.



Рис. 33. Камышевка выкармливает птенца обыкновенной кукушки

Явление гнездового паразитизма возникло в процессе эволюции независимо в нескольких группах птиц. Гнездовой паразитизм у части видов выражается лишь в том, что гнезда они не строят, а занимают чужие. Среди птиц он наблюдается

примерно у 80 видов из 5 семейств. Ещё примерно 20 видов являются факультативными паразитами.

К высокоспециализированным паразитам относится 27 видов. К ним принадлежат кукушки рода *Cuculus* и *Tapera*, а также медоуказчики рода *Indicator*, подкладывающие яйца в гнёзда к дятловым. Кстати, сами медоуказчики – представители отдельного семейства этого же отряда дятловых. У специализированных паразитов птенец паразита избавляется от яиц и/или птенцов хозяина, и затем хозяин выкармливает только его.

Буроголовый коровий трупиял (*Molothrus badius*), представитель воловьих птиц, часто занимает гнёзда других птиц, хотя способен сооружать и свои собственные. В его гнездо, в свою очередь, подбрасывает яйца крикливый коровий трупиял (*Molothrus rufoaxillaris*). В целом же представители воловьих птиц могут подбрасывать свои яйца в гнёзда более чем 200 видов птиц. Птенцы воловьих птиц-паразитов развиваются в общем выводке с птенцами хозяина. Интересно, что птенцы большой воловьей птицы «спасают» «хозяйских детей» от личинок овода *Philornis sperophila*, которые опасны для «родных» птенцов, так как у них более тонкие пух и кожа, чем у более сильного птенца-подкидыша.

В Африке гнездовыми паразитами являются некоторые представители семейства ткачиковых: птицы рода *Vidua* (вдовушки) и кукушковый ткач. Вдовушки подбрасывают яйца в гнёзда строго определенного вида-хозяина, в большинстве случаев разным астрильдам, а их птенцы схожи окраской, поведением и криком с птенцами птицы-хозяина, с которыми они развиваются в одном выводке. При этом молодые самцы учатся пению у представителей вида-хозяина.

Эпизодический гнездовой паразитизм свойственен и 32 видам гусеобразных. Данное явление происходит при недостатке мест для гнездования и встречается у белого гуся, нырков, хохлатой чернети.

Среди утиных к гнездовому паразитизму склонен только один вид — черноголовая древесная утка (*Heteronetta atricapilla*), обитающая в Южной Америке.

Случаи подбрасывания яиц в чужие гнёзда также крайне редко наблюдались у некоторых видов чаек и куликов.

Примеры гнездового паразитизма встречаются и у рыб. Сомы рода *Synodontis*, обитающие в озере Танганьика (рис. 34), приспособились подбрасывать свои икринки цихлидам рода *Tropheus*, которые инкубируют икру во рту. Развитие икринок сома происходит быстрее, и вылупившиеся первыми мальки сома начинают питаться икрой вида-хозяина.



Рис. 34. *Сомик Synodontis eupterus*, подкладывающий свою икру к икре нерестящихся цихлид-трофеусов

Центральноамериканская цихлазома *Cichlasoma dovii* из семейства цихлид нерестится рядом с другими цихлазомами, подбрасывая в их кладку свою икру. Цихлазомы охраняют икру, а после вылупления — мальков своего и паразитирующего видов.

2.9.2. Самцовый паразитизм

После спаривания самцы паука-шелкопряда остаются "на ПМЖ" у своих подруг (рис. 35). Мало того, что они не добывают пищу, они поедают добычу самки, а если кому-то не хватило пищи, поедает паутину, как один из источников белка. А прожорливый самец паука-божьей коровки может съесть не только добычу самки, но и кладку с будущим потомством. Правда, у большинства пауков самка после спаривания старается съесть самца, чем добывает калории для будущего потомства. Другой пример – самец клопа-водомерки вида *Phoreticovelia disparata* после спаривания остается жить на спине у самки, и ей приходится ловить добычу не только для себя, но и для нахлебника.



Рис. 35. Самка паука-шелкопряда

Паразитический образ жизни ведет, и самец удильщика подотряда Ceratioidei. Самки Ceratioidei выглядят, как и все рыбы-удильщики, но вот самцы совсем другие – они лишены удилища, но имеют огромные глаза и ноздри, чтобы побыстрее найти самку. Как только он ее учует, самец зубами цепляется в брюхо избранницы. Со временем их кровеносная и пищеварительная система срастаются, и самец теперь больше похож на отросток, основная функция которого вырабатывать сперму (рис. 36). Суть этого явления заключается в том, что некоторые малоподвижные рыбы из подотряда глубоководных удильщиков считают целесообразным «объединяться» настолько прочно, что семейную пару становится невозможно разорвать физически. Для чего это нужно? Видимо, для того, чтобы в стоячих, холодных и совершенно темных водах океанских глубин производители могли мгновенно найти друг друга, когда приходит время икрометания. Иногда на одной самке паразитирует несколько самцов.



Рис. 36. Самка рыбы-удильщика со сросшимся с ней самцом (внизу живота)

Также просто объясняется и самцовый паразитизм львов в прайдах, где лев-самец не охотится, кормясь добычей самок, но защищает прайд от других самцов, которые могут съесть потомство этого льва.

2.9.3. Социальный паразитизм

Наиболее известным и типичным примером гнездовых паразитов у **насекомых** являются шмели-кукушки и пчёлы-кукушки.

Шмели-кукушки (около 30 видов) отличаются паразитическим образом жизни и ранее выделялись в отдельный род *Psithyrus* (ныне подрод в составе рода *Bombus*). Они являются социальными клептопаразитами, утратившими способность собирать пыльцу. Самка шмеля-кукушки проникает в гнездо шмеля-хозяина и убивает матку колонии. Затем она откладывает свои собственные яйца, а рабочие особи шмелей вида-хозяина впоследствии выкармливают личинок шмеля-паразита.



Рис. 37. Шмель-кукушка – социальный паразит

Личинки серых мясных мух рода *Miltogramma* заселяют гнезда одиночных ос рода *Vembiх* и выкармливаются последними.

В гнездах рыжей осы (*Vespula rufa*) паразитирует австрийская оса (*Vespula austriaca*). Рабочие особи рыжей осы выкармливают личинок осы-паразита, которые превращаются в полноценных самцов или самок. Рабочие особи у австрийской осы отсутствуют.



Рис. 38. Австрийская оса – облигатный паразит ос других видов

Гнездовой паразитизм у насекомых часто может принимать форму т.н. социального паразитизма, при котором паразит полностью существует благодаря общественным насекомым.

Гнездовой паразитизм встречается и у муравьёв. Оплодотворенная самка паразитирующего вида проникает в гнездо вида-хозяина, убивает в нём царицу, занимая её место, и начинает откладывать свои собственные яйца. Вышедшие из них рабочие особи постепенно заселяют муравейник, сменяя его хозяев.

Например, рыжий лесной муравей (*Formica rufa*) иногда может основывать свое гнездо в гнездах бурого лесного муравья (*Formica fusca*), самка жёлтого муравья (*Lasius umbratus*), убив предварительно матку, может поселяться в гнезде черного садового муравья (*Lasius niger*).

В случае высокой специализации вида-паразита (например, обитающий на юге Франции муравей *Epimirma vandeli*, паразитирующий на муравьях *Leptothorax recedens*) зараженное муравьиное гнездо существует после этого только до тех пор, пока живы рабочие особи вида, первоначально основавшего гнездо, так как в потомстве паразитирующего вида отсутствуют рабочие особи.

Домовый муравей-вор (*Diplorhoptrum fugax*) встречается в гнёздах *Formica cunicularia*, *Formica rufibarbis* и др., питаясь за их счет, похищая яйца и мелких личинок (клептобионт).

«Рабовладельцы» муравьи-амазонки (*Polyergus*) воруют коконы видов-«рабов», подвергая набегам и разграблению соседние гнёзда муравьёв (рис. 39).

Рис. 39. Муравей-амазонка настоящий «рабовладелец», переносит куколку муравья другого вида в свой муравейник.



В них они добывают куколки хозяев и приносят их в своё гнездо, чтобы из них воспитать «рабов». Конечно, сходство с

рабовладением в человеческом обществе тут чисто внешнее. «Рабы» муравьёв выполняют в гнезде «рабовладельца» те же работы, что они выполняли бы и в родном гнезде, только выращивают расплод не своего, а чужого вида. У кровавого муравья-рабовладельца (*Formica sanguinea*) собственные рабочие добывают пищу, охраняют гнездо и частично занимаются уходом за потомством, хотя в основном эту работу выполняют «рабы». У вида муравьёв-рабовладельцев — муравья-амазонки (*Polyergus*) — специализация ещё сильнее. Рабочие этого вида занимаются только добытием куколок «рабов» и не способны даже самостоятельно питаться.

Некоторые виды рабов научились оказывать некоторое сопротивление захватчикам. Захваченные рабочие *Temnothorax* развили стратегию борьбы с рабовладельцами, они разрушают все женские куколки своих хозяев вида *Protomognathus americanus*, но оставляют в живых самцов (которые не принимают участия в угоне рабов).

В случае высокой специализации вида-паразита (например, обитающий на юге Франции муравей *Epimyrma vandeli*, паразитирующий на муравьях *Leptothorax recedens*) заражённое муравьиное гнездо существует после этого только до тех пор, пока живы рабочие особи вида, первоначально основавшего гнездо, так как в потомстве паразитирующего вида отсутствуют рабочие особи. Сходный вид инкилинизма обнаружен у некоторых муравьёв-грибководов, у которых отсутствуют рабочие (*Mycocrepus castrator* и другие).

Вид муравьёв *Myrmica karavajevi* (рабочих особей у него нет) найден в гнездах видов *Myrmica scabrinodis*, *Myrmica sabuleti*, *Myrmica gallienii*, *Myrmica lonaе*. Вид *Myrmica microrubra* Seifert известен только по самкам (рабочие и самцы остаются неизвестными), сходен с *Myrmica rubra*, в гнёздах которого он обитает.

Крайние случаи облигатного паразитизма у насекомых можно найти в том же отряде перепончатокрылых — семействах наездников и трихограмм.

Первые являются паразитами личинок многих насекомых, откладывая с помощью длинного яйцеклада внутрь личинки или на ее покровы свои яйца (рис. 40). Из яиц наездников вылупляются личинки и питаются личинками насекомых изнутри как живыми консервами¹³.

¹³ Существуют наездники, паразитирующие на других наездниках, то есть это паразиты второго порядка, есть также паразиты третьего и четвертого порядков.



Рис. 40. Наездник, откладывающий яйца на гусеницу бабочки

Так же поступают некоторые осы, откладывая свои яйца на парализованных ими пауков, превращая последних в живые консервы для своего потомства. Трихограммы же, являясь самыми мелкими представителями отряда перепончатокрылых, откладывают свои яйца на яйца насекомых (рис. 41).



Рис. 41. Трихограмма, или яйцеед, откладывает яйца на поверхность яиц бабочки

Таким образом, описанные нами явления клептопаразитизма можно считать типичным примером *Паразитизма* в широком смысле слова среди различных таксонов животных. Элементы социального паразитизма широко присутствуют и в человеческом обществе, как высшей форме материи. Типичным социальным паразитизмом можно назвать рабовладение и крепостничество. Нам хорошо известны также понятия: воровство, грабеж, коррупция, насилие над личностью и прочие определения криминальных поступков людей. Еще недавно в истории человечества были известны целые народности, как правило, кочующие, занимавшиеся паразитированием на других оседлых этносах людей. Но этим вопросам посвящена специальная литература (Харари, 2019 а, б, в). Мы же здесь хотим отметить, что явление паразитизма (легкой наживы за счет других) не чуждо для любых видов живой природы, включая человека разумного.



Пример рабовладельческих отношений в Древней Греции

Глава 3. Паразитизм и его практическое значение

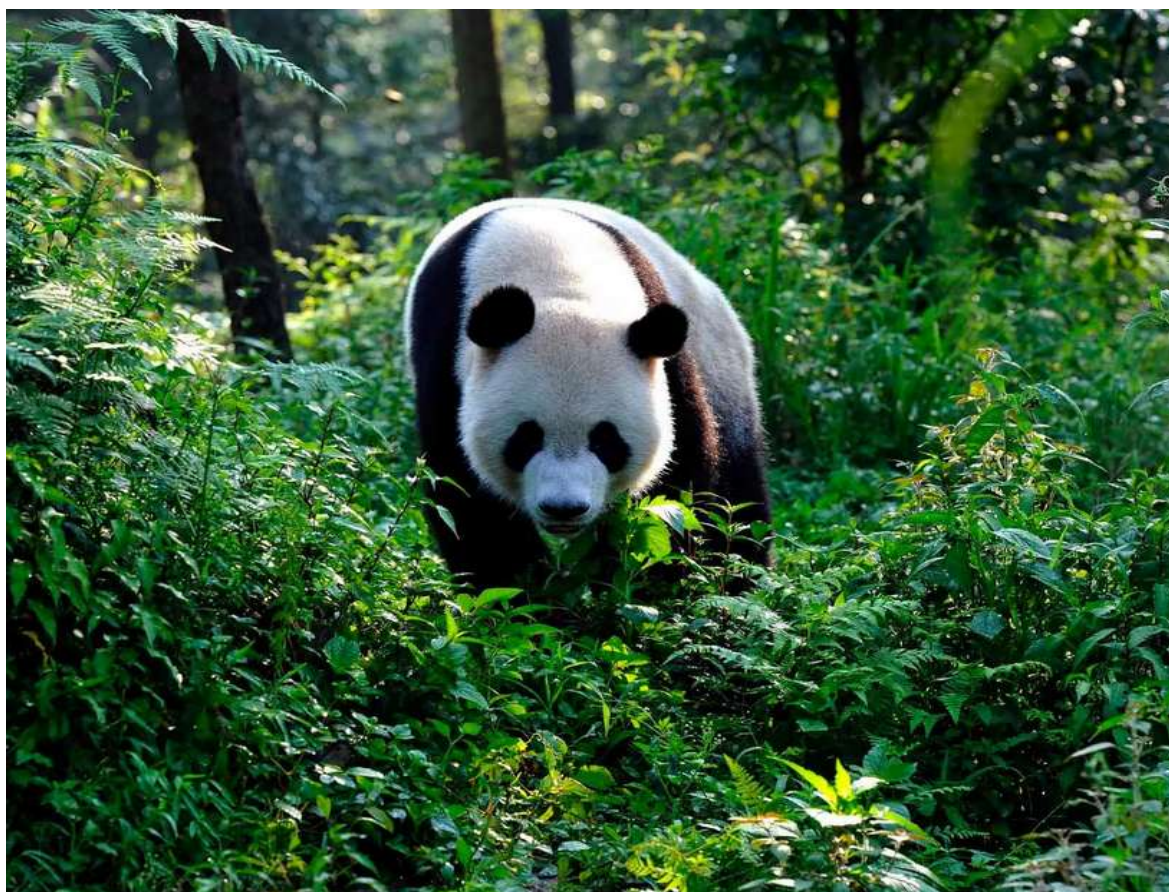
Переход к паразитизму в процессе эволюции происходил постепенно, сначала на отдельных стадиях онтогенеза вида, а в итоге все стадии его жизненного цикла перешли к паразитизму. Неодновременный переход к паразитизму различных стадий онтогенеза привел к сложным жизненным циклам и к феномену смены хозяев (споровики, трематоды). Жизненный цикл паразита – это последовательная смена жизненных форм 2-х или более сопряженных онтогенезов, в ходе которого выполняются 3 главные функции вида: воспроизведение, самосохранение и расселение.

Жизненные циклы разных организмов неодинаковы: у простейших, например, жизненный цикл состоит из трех сменяющих друг друга жизненных форм – вегетативная, половая и циста. Вегетативная – основная форма существования простейших, ведет активный образ жизни и размножается бесполым путем. Половая – у разных видов имеются более или менее значимые морфологические различия в соответствии с полом. Циста – стадия относительного покоя, простейшие теряют большую часть воды и выделяют поверх клеточной оболочки еще более плотную. Функции – самосохранение и расселение. При переходе к постоянному паразитизму у части видов утрачиваются не только цисты, но и половые формы и жизненный цикл таких представителей максимально упрощается и состоит только из вегетативной формы. Жизненный цикл с использованием одного хозяина на одной стадии развития называется моноксенным, для других видов характерна смена хозяев. Жизненный цикл с использованием различных видов хозяев на различных стадиях развития называется гетероксенный.

Феномен *паразитизма* возможен только в рамках *живой материи*, в которых пространством для него служит биологическое вещество биосферы. Всё разнообразие живых организмов разных систематических групп представляет своеобразное «пространство паразитарной экспансии», возникновение которого стало возможным после появления жизни на Земле, а его освоение началось с первых этапов развития органического мира и продолжается в современный период истории планеты.

Можно отнести к числу фундаментальных признаков паразитизма такое свойство, как *векторность*. Как природный феномен паразитизм – единственный биологический процесс, ведущий к освоению живых объектов как специальной экологической ниши и формированию уникального типа метаболического и информационного взаимодействий биологических систем. Направленность

паразитизма заключается в повышении организации биологических объектов путём освоения ими материально-энергетических ресурсов других организмов. Паразитизм действует как фактор, увеличивающий разнообразие жизненных форм. Это выражается в появлении у паразитических организмов новых морфологических структур и особенностей метаболизма, отсутствующих у их свободноживущих предков, или потерей ими некоторых органов или, даже, целых систем органов, а также биосинтетических процессов. За счёт возникновения новых признаков и структур, адаптивная ценность которых подтверждена действием естественного отбора, увеличивается разнообразие биологических форм в природе. То есть, биоразнообразие на планете. Этому также способствует воздействие паразитов на хозяев на всех уровнях их организации, корректирующие их половой процесс, геномные перестройки, онтогенез, а также действие иммуногенных систем. Поэтому, мы говорим о том, что даже облик нынешних видов животных и растений сформировался в значительной степени под воздействием хищных и паразитических форм жизни. Не будем забывать и того факта, что все обитатели Земли имеют своих паразитов и сейчас.



Большая панда в лесах Сычуаньских гор

3.1. Источники заболеваний

В конце 30-х гг. XX в. академик Евгений Никанорович Павловский сформулировал учение о природной очаговости болезней, сущность которого заключается в открытии феномена природного очага. Природный очаг болезни – это наименьшая часть одного или нескольких географических ландшафтов, населенных восприимчивыми к данной инфекции дикими теплокровными животными и членистоногими переносчиками, среди которых циркуляция возбудителя протекает неопределенно долго за счет непрерывного эпизоотического процесса. Природные очаги болезни возникли на Земле задолго до появления человека и существуют независимо от него. Инфекционные (паразитарные) болезни, существование возбудителей которых поддерживается за счет циркуляции их в природных очагах, получили название природно-очаговых. Человек заражается природно-очаговой болезнью, попадая в силу особенностей своего социального поведения на территорию природного очага. При этом он является случайным, временным хозяином, как правило, биологическим тупиком для паразита. Важной эпидемиологической особенностью природно-очаговых болезней является территориальная приуроченность их к определенным географическим ландшафтам, к которым привязаны природные очаги. Например, очаги клещевого энцефалита приурочены к лесной и лесостепной зонам, очаги клещевого риккетсиоза Северной Азии – к степным ландшафтам Сибири и Дальнего Востока, желтой лихорадки – к зоне влажных тропических лесов и т. д.

Природный очаг-
пример биогеоценоза.

Он включает:



- Определённый **ландшафт** (биотоп)
- Популяцию **возбудителя** заболевания
- Популяции **хозяев** – диких животных – природных резервуаров возбудителя
- Популяции **переносчиков** (если заболевание передаётся трансмиссивно)

**Человек не является компонентом
природного очага! Но может им стать.**

3.2. Использование паразитов в сельском хозяйстве

Биологическая борьба с вредными видами организмов должна основываться на знании экологии, на понимании особенностей функционирования экологических систем. Природными факторами при борьбе с насекомыми-вредителями являются хищники, паразиты и патогены, эти факторы ещё известны как *агенты по биологическому контролю*. Такие хищники, как божьи коровки и златоглазки, – важнейшие дикие виды, потребляющие большое количество добычи, например, тли, на протяжении всей своей жизни. Паразиты – это виды, которые в юношеской стадии развиваются на хозяине-насекоме, постепенно убивая хозяина. Некоторые виды являются монофагами. Многие виды ос и мух являются паразитоидами. Патогены – это организмы, вызывающие болезни, такие, как грибы, бактерии и вирусы. Они убивают или истощают своего носителя, и они специфичны для определённых групп насекомых.

Так, вирусы применяются в Европе для борьбы с капустной белянкой, американской белой бабочкой (*Hyphantria cunea*) и златогузкой *Euproctis chrysorrhoea*. Для борьбы с вредителями практикуется также искусственное распространение бактерий. Эффективными оказались *Bacillus popilliae* и *B. lentimorbus* против завезенного из Восточной Азии в Северную Америку японского жука (*Popillia japonica*). В недавнем прошлом оправдала себя *Bacillus thuringiensis* против целого ряда вредных гусениц бабочек (*Hyponomeuta*, *Plutella*, *Clysia*, *Pyrausta*, *Cheimatobia*, *Malacosoma*, *Colias*, *Pieris*) как в Северной Америке, так и в Евразии. Из опыта успешного использования грибов, убивающих насекомых, можно указать для Европы *Beauveria bassiana* – против колорадского жука на полях и против клопа-вредной черепашки в его зимних укрытиях; *Beauveria tenella* – против личинок хрущей *Melolontha*; *Metharrhizium anisopliae* – против обыкновенного свекловичного долгоносика и озимой совки. В Северной Америке использовали еще гриб *Entomophthora exitialis* против люцерновой тли *Therioaphis maculata*.

Против гусениц златогузки и американской белой бабочки использовали микроспоридий, относящихся к простейшим. Ниже приводятся примеры использования насекомых-энтомофагов против вредителей сельского хозяйства в умеренном климате. В Европе паразиты *Aphelinus mail* служат для подавления завезенной из США кровяной тли (*Eriosoma lanigerum*). Яйцеед *Trichogramma evanescens* используется против вредителей крестоцветных (капусты) – *Plutella maculipennis*, *Pieris brassicae*, *Agrotis segetum*, *Mamestra brassicae*; хальцида *Prospaltella perniciosi* – против калифорнийской щитовки (*Quad-raspidiotus*

perniciosus) в Европе и Северной Америке, ихневмонида *Bathyplectes curculionis* оказалась пригодной для борьбы с люцерновым долгоносиком (*Phytonomus variabilis*).



Яйцеед трихограмма – паразит яиц бабочек

Гусеницы бабочек-бражников часто поражены личинками наездника *Apanteles congregatus*. На снимке наездники выходят из своих куколок-коконов, покрывающих тело гусеницы



3.3. Паразитарные заболевания человека

Паразитология – это раздел биологии, изучающий морфологию и экологию паразитов, их взаимодействие с другими организмами, а также изучает болезни, вызванные ими и меры борьбы с паразитами.

Паразитарные заболевания – это болезни, вызванные простейшими, гельминтами, клещами и насекомыми. Согласно статистике, от инвазии страдает каждый четвертый житель планеты. В России каждый год регистрируется около 1,5 млн случаев заражения паразитами. Заражение возможно при употреблении загрязненной воды, овощей и фруктов, зелени, покупке рыбы и мяса в «незаконных» точках, там, где отсутствуют сертификаты ветеринарного контроля, при общении с домашними животными. Опасность паразитарных инвазий в том, что при отсутствии лечения происходит медленное уничтожение организма.

Каждый из патогенных организмов обладает приспособлениями, помогающими закрепиться в организме человека. Это присоски, пластинки-зубы, крючья, которые постоянно травмируют слизистую. Имея микроскопические или внушительные размеры, они уничтожают полезные бактерии, отравляют организм своими отходами метаболизма и подавляют иммунитет.

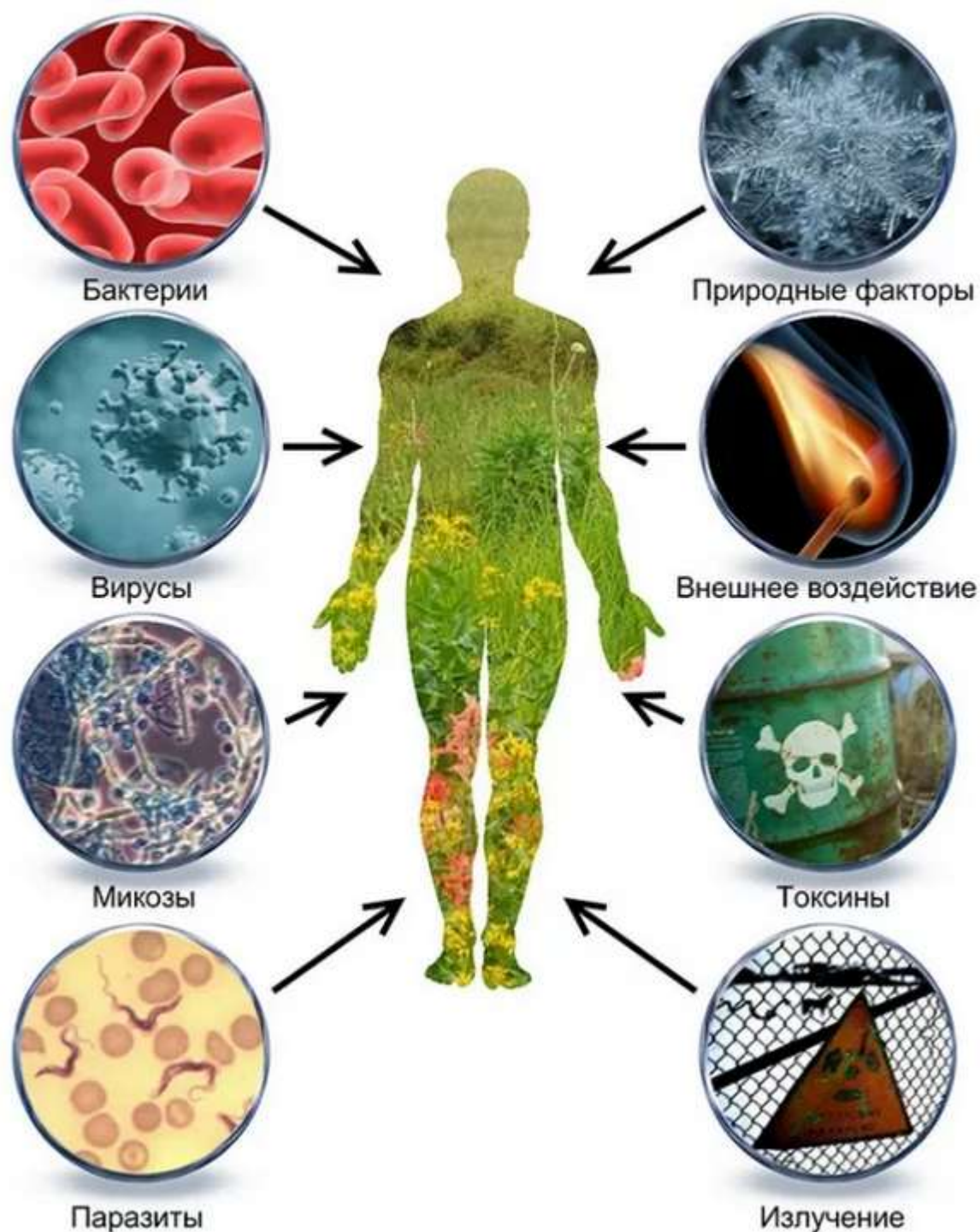
Из-за разнообразия патогенетических механизмов воздействия паразитов на организм симптоматика может быть схожа с инфекционными и хирургическими заболеваниями. Поэтому для постановки окончательного диагноза медикам требуются результаты лабораторных исследований.

Более 350 видов паразитарных организмов могут обитать в организме человека. Родина большего количества из них – страны с теплым климатом. В СНГ насчитывается более 60 разновидностей паразитов. И число их растет. Экзотические гельминтозы «привозят» в нашу страну из туристических поездок.

Заражение происходит при непосредственном контакте (шистосомы внедряются в кожу во время купания в водоемах) или перорально. Через рот паразиты могут проникнуть в тело двумя путями: через грязные руки, продукты или при употреблении в пищу слабо термически обработанного мяса или рыбы, которые заражены личинками. Носителями может являться рыба, мясо, домашние животные, не мытые лесные ягоды, зелень, овощи и фрукты.

Паразиты лишают организм витаминов и микроэлементов, убивают клетки крови – лейкоциты и эритроциты, оставляя человеку только токсические отходы своей жизнедеятельности. Это выражается в развитии аллергической реакции и зашлакованности кишечника и печени, деформации тех или иных органов, «синдроме хронической усталости».

Главными методами борьбы с паразитами человека служат профилактика, диагностика и правильно поставленное лечение, учитывающее биологические особенности жизнедеятельности конкретных паразитов, знание их жизненных циклов. Этому посвящена специальная медицинская литература (Чебышев [ред.], 2012 и др.).



Вопросы для самостоятельной работы

1. Общая характеристика паразитизма как формы межвидовых взаимоотношений в природе. Пути происхождения паразитизма.
2. Формы паразитизма (облигатный и факультативный).
3. Универсальные адаптации различных видов к паразитическому образу жизни.
4. Жизненный цикл паразитического организма на примере трематод, цестод и нематод. Окончательные и промежуточные хозяева паразитов. Резервуарные хозяева. Пути проникновения паразитов в организм хозяина.
5. Жизненные циклы кровяных паразитов.
6. Эктопаразиты, их разнообразие и жизненные циклы
7. Экологические основы профилактики паразитарных заболеваний.
8. Адаптации паразитов к паразитическому образу жизни.
9. Взаимодействия в системе «паразит-хозяин» на уровне организмов.
10. Взаимодействие паразитов и хозяев на уровне популяций.
11. Природно-очаговые заболевания. Структура природного очага. Основы профилактики природно-очаговых заболеваний.
12. Примеры внутривидового паразитизма.

Словарь терминов

Антиген – любое вещество, которое организм рассматривает как чужеродное или потенциально опасное и против которого организм обычно начинает вырабатывать собственные антитела (иммунный ответ).

Антитело – (иммуноглобулины, ИГ, Ig) — вид белковых соединений плазмы крови, синтезирующихся плазматическими клетками в организме человека и других теплокровных животных в ответ на попадание в него чужеродных или потенциально опасных веществ.

Апикомплексы – (лат. Apicomplexa), или споровики (лат. Sporozoa) — тип простейших из группы альвеолят (лат. Alveolata). Все представители типа являются облигатными паразитами позвоночных и беспозвоночных животных. Общность плана строения апикомплекс наиболее отчетливо проявляется на стадии *зоита* и выражается в наличии специфического комплекса органелл — апикального комплекса.

Высшие грибы (лат. Dikarya) – подцарство грибов, в которое включают 3 отдела, в том числе Аскомицеты и Базидиомицеты. В быту грибами обычно называются именно высшие грибы (или их плодовые тела). Латинское название подцарства обусловлено тем, что у представителей этих отделов при половом размножении образуются двуклеточные клетки (дикарионы) и даже дикариотический мицелий, и лишь по истечении некоторого времени ядра сливаются, порождая диплоидную зиготу.

Гельминты – общее название паразитических червей, обитающих в организме человека, других животных и растений, вызывающих гельминтозы.

Гетеротрофы — это микроорганизмы, которые питаются готовыми органическими веществами. Хемосинтезирующие автотрофы – это бактерии, источником энергии для которых служит реакция соединения железа и серы.

Иммунитет – это способность иммунной системы избавлять организм от генетически чужеродных объектов. Обеспечивает гомеостаз организма на клеточном и молекулярном уровне организации. Реализуется иммунной системой.

Инфузории – или ресничные (лат. Ciliophora) — тип протистов из группы Alveolata. Название «инфузория» происходит от лат. infusum («настойка») по месту первоначального обнаружения простейших — в травяных настояках. Всего данный тип содержит 6-7 тысяч видов и состоит из двух классов – ресничных инфузорий (Ciliata) с тремя надотрядами и сосущих инфузорий (Suctoria).

Клещи (лат. Acari) — подкласс членистоногих из класса паукообразных (Arachnida). Самая многочисленная группа в классе: в настоящее время описано более 54 тысяч видов. Подкласс включает 2 надотряда: Parasitiformes и Acariformes.

Коацерватные капли — это высокомолекулярные протеиновые структуры, которые появились из раствора с коллоидными частицами.

Комменсализм — способ совместного существования (симбиоза) двух разных видов живых организмов, при котором один из партнёров этой системы (комменсал) возлагает на другого (хозяина) регуляцию своих отношений с внешней средой. При этом популяция комменсалов извлекает пользу от взаимоотношения, а популяция хозяев не получает ни пользы, ни вреда (например, лишайник и дерево), то есть метаболические взаимодействия и антагонизм между такими партнёрами чаще всего отсутствуют. Это переходная форма от нейтрализма к мутуализму.

Метаболизм — (от греч. «превращение», «изменение») или обмен веществ — набор химических реакций, которые возникают в живом организме для поддержания жизни.

Микроэволюция — это эволюционный процесс в популяции, приводящий к видообразованию новых разновидностей микроорганизмов за короткий период времени.

Миноги — отряд бесчелюстных (лат. Petromyzontiformes) из монотипического класса миног (Petromyzontida) или, по другой классификации, класса непарноноздрёвых (Cephalaspidomorphi). Длина миног составляет от 10 до 100 см. Существует около 40 видов — в умеренных водах Северного и Южного полушарий и в бассейне Северного Ледовитого океана. Проходные морские и жилые озёрные и речные формы; все миноги размножаются в пресной воде. Многие виды — наружные паразиты крупных рыб (в том числе лососей).

Нематоды — или круглые черви (лат. Nematoda) — тип первичноротых из группы линяющих. В настоящее время описано более 24 тыс. видов паразитических и свободноживущих нематод, однако оценки реального разнообразия, основывающиеся на темпах описания новых видов (в особенности специализированных паразитов насекомых), предполагают существование около миллиона видов.

Низшие грибы — все отделы, относящиеся к грибам, кроме аскомицетов (лат. Ascomycota) и базидиомицетов (Basidiomycota) — отделов подцарства

высших грибов (Dikarya), а также дейтеромицетов (Deuteromycota). Характеризуются неклеточным, не имеющим перегородок мицелием (грибницей); у наиболее примитивно организованных хитридиомицетов вегетативное тело представляет собой голый протопласт.

Нуклеиновые кислоты – (от лат. nucleus — ядро) — высокомолекулярное органическое соединение, биополимер (полинуклеотид), образованный остатками нуклеотидов. Нуклеиновые кислоты ДНК и РНК присутствуют в клетках всех живых организмов и выполняют важнейшие функции по хранению, передаче и реализации наследственной информации.

Облигатные паразиты – паразиты, неспособные жить или размножаться без явления паразитирования, не выживают без связи с хозяином (паразитические черви, вши, хламидии, риккетсии и вирусы).

Паразитизм – это форма сожительства двух генетически разнородных организмов разных видов, при которой один организм (паразит) использует другого (хозяина) как источник питания и среду существования, причиняя ему вред, но, как правило, не уничтожая его.

Партеногенез – так называемое «однополое размножение» или «девственное размножение» — одна из форм полового размножения организмов, при которой женские половые клетки (яйцеклетки) развиваются во взрослом организме без оплодотворения. Хотя партеногенетическое размножение не сопровождается слиянием мужских и женских гамет, партеногенез всё же считается половым размножением, так как организм развивается из половой клетки.

Пиноцитоз (от греч. pino — пью, впитываю и ...цит), захват клеточной поверхностью и поглощение клеткой жидкости (см. Фагоцитоз). При П. поглощаемая капля жидкости окружается плазматической мембраной. Пиноцитоз является клеточным процессом, посредством которого жидкости и питательные вещества попадают в клетки.

Подвижные генетические элементы — это автономные образования, содержащие информацию о структуре определенных протеинов и обеспечивающие возможность их перемещения из одной части генома в другую.

Полиэмбриония у насекомых — это способность размножаться еще в стадии яйца. Паразит – наездник *Ageniaspis fuscicollis* откладывает в яйцо яблонной моли одно яйцо (плодовитость самок — примерно 100 яиц). И из этого яйца,

отложенного наездником, развивается множество (более 100) взрослых полезных насекомых.

Преадаптации – свойство или приспособление организма, потенциально имеющее адаптивную (приспособительную) ценность. Теория преадаптации позволяет описать механизм смены функций органов в процессе эволюции и разрешить парадокс образования органов, конечная функция которых не имела первоначально приспособительной ценности.

Простейшие – (лат. Protozoa, от др.-греч. πρῶτος — первый и ζῷα, формы множественного числа от др.-греч. ζῷον — живое существо) — полифилетическая группа, подцарство одноклеточных или колониальных эукариот, которые имеют гетеротрофный тип питания. В русскоязычной литературе, как правило, используется термин гетеротрофные протисты, представителями гетеротрофных протистов являются фораминиферы и инфузории.

Сапрофитные бактерии — это микробы, использующие для питания органические вещества. Они являются антиподами паразитов.

Спорогония – (споро- + греч. gone зарождение, потомство) процесс развития споровиков, заключающийся в многократном делении оплодотворенной клетки (ооциты) с образованием спорozoитов.

Трематоды – или сосальщики (лат. Trematoda, с греч. — имеющие присоски), — класс паразитических плоских червей. Размеры сосальщиков большей частью измеряются миллиметрами, но иногда черви бывают крупнее. Так, печёночная двуустка достигает 5 см. Наиболее велики некоторые сосальщики из рыб, например, представители семейства Didymozoidae, длина тела которых достигает 1,5 м. В класс входят два близкородственных подкласса: Digenea и Aspidogastrea.

Трихограмма – это, как правило, очень мелкое насекомое, которое прокалывая нежную оболочку яйца бабочек, кладет в него свой эмбрион, который подрастая и развиваясь внутри, уничтожает зародыш вредителя, поэтому этих насекомых еще называют яйцеедами.

Фагоцитоз (др.-греч. φαγεῖν «пожирать» + κύτος «клетка») — процесс, при котором клетки (простейшие, либо специально предназначенные для этого клетки крови и тканей организма — фагоциты) захватывают и переваривают твёрдые частицы. Фагоцитоз – это процесс, при котором клетка связывается с необходимой частицей на поверхности, а затем обволакивает и погружает ее в внутрь.

Факультативные паразиты – паразиты, способные жить и размножаться самостоятельно, независимо от вида-хозяина, но часто паразитирующие на нем.

Фотолиз — это реакция разложения химического вещества под воздействием световой энергии.

Фотосинтез — это процесс образования органического вещества из углекислого газа и воды на свету при участии фотосинтетических пигментов (хлорофилл у растений, бактериохлорофилл и бактериородопсин у бактерий).

Цестоды – или ленточные черви (лентецы) (лат. Cestoda) — класс паразитических плоских червей (Plathelminthes). Описано около 3500 видов. Представители этого таксона полностью утратили пищеварительную систему. Некоторые виды — опасные паразиты человека и животных; вызываемые ими заболевания носят название цестодозы.

Шизогония – один из видов бесполого размножения. Характеризуется многократным делением ядра исходной клетки, после чего последняя распадается на соответствующее число одноядерных клеток.

Экология вирусов — это область вирусологии, изучающая взаимосвязь вирусов с объектами внешней среды.

Эктопаразит – паразиты, живущие на поверхности тела и на наружных органах животных и человека. Существуют временные и постоянные паразиты. Все они снабжены разнообразными органами прикрепления — коготками, крючками, присосками и тому подобным.

Эндопаразит (от греч. ἐνδον «внутри» + παράσιτος «нахлебник») — паразиты, живущие в тканях или внутренних органах «хозяина»: животного (например, в печени, легких, кишечнике или других тканях организма) или растения.

Эубактерии – Eubacteria. Представители класса самых простых и наиболее распространенных организмов. Бактериальные клетки не имеют настоящего ядра, покрытого ядерной оболочкой и набора хромосом, характерного для эукариот.

Эукариоты – (лат. Eukaryota от др.-греч. εὖ- ‘хорошо’ или ‘полностью’ + κάρυον ‘ядро’), или ядерные, — домен (надцарство) живых организмов, клетки которых содержат ядро. Все организмы, кроме прокариот (бактерий и архей), являются ядерными.

Использованные источники

- Абуладзе К.И., Демидов Н.В., Непоклонов А.А. и др. Паразитология и инвазионные болезни сельскохозяйственных животных. – М.: Агропромиздат, 1990. – 464 с.
- Акбаев М.Ш., Водянов А.А., Косминков Н.Е. и др. Паразитология и инвазионные болезни животных. – М.: Колос, 2000. – 743 с.
- Бессарабов Б.Ф. Болезни певчих и декоративных птиц. – М.: Россельхозиздат, 1980. – 192 с.
- Бессарабов Б.Ф., Василевич Ф.И., Мельникова И.И. и др. Практикум по болезням птиц. – М.: КолосС, 2005. – 200 с.
- Василевич Ф.И. Демодекоз крупного рогатого скота и собак: Эпизоотология, патогенез, совершенствование мер борьбы и профилактики. Дисс. докт. 1998, Москва, 441 с.
- Виноградова Е.Б., Карпова С.Г. Сезонные и суточные ритмы кровососущих комаров. — СПб: Зоологический институт РАН, 2010. — 238 с.
- Длусский Г.М. 1967. Руководство по расселению и использованию муравьев для защиты леса от вредных насекомых. – Л.: ВИЗР. – 56 с.
- Догель В.А. Зоология беспозвоночных. / Под ред. Ю.И. Полянского / Издание седьмое, переработанное и дополненное. – М.: Высшая школа. 1981. – 606 с.
- Догель В.А. Общая паразитология – М.: Издательство Ленинградского университета, 1993. – 464 с.
- Корнакова Е.Е. Медицинская паразитология. Учебник. – М.: Academia, 2013. – 224 с.
- Красочко П.А. и др. Болезни сельскохозяйственных животных / под. ред. П.А. Красочко. – Мн.: Бизнесофсет, 2005. – 800 с.
- Кухарчук Л.П. Экология кровососущих комаров (Diptera, Culicidae) Сибири. — Новосибирск: Наука, 1981. — 232 с.
- Медицинская паразитология: Учебное пособие / Под ред Н. В. Чебышева. – 2012. – 304 с.: http://vmede.org/sait/?page=3&id=Med_parazitologiya_posobie_4ebishev_2012&menu=Med_parazitologiya_posobie_4ebishev_2012
- Медицинская паразитология и паразитарные болезни. Учебное пособие. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 448 с.
- Мяндина Г.И., Тарасенко Е.В. Медицинская паразитология. Учебное пособие – М.: Практическая медицина, 2015. – 256 с.

- Некрасова Л.С., Вигоров Ю.Л. Видовые особенности популяционных и биоценотических реакций кровососущих комаров / Отв. ред. В.Д. Богданов. — Екатеринбург: Гощинский, 2011. — 144 с.
- Николаева Н.В. Экология личинок кровососущих комаров Южного Ямала. — Свердловск: Уральский НЦ АН СССР, 1980. — 67 с.
- Остапенко В.А., Бессарабов Б.Ф. Водоплавающие птицы в природе, зоопарках и на фермах: классификация, биология, методы содержания, болезни, их профилактика и лечение. Учебное пособие. — М.: ЗооВетКнига, 2014. — 251 с.
- Павловский Е.Н. Методы изучения кровососущих комаров (Culicidae). — М.-Л.: Изд. Академии наук, 1935. — 176 с.
- Харари Ю.Н. Sapiens краткая история человечества. [пер. с англ. Л. Сумм] — М.: Синдбад, 2019а, 512 с.
- Харари Ю.Н. Homo Deus краткая история будущего. [пер. с англ. А. Андреева] — М.: Синдбад, 2019б, 496 с.
- Харари Ю.Н. 21 урок для XXI века. [пер. с англ. Ю. Гольдберга] — М.: Синдбад, 2019в, 416 с.
- Шарков А.А. Кровососущие комары (Diptera, Culicidae) Мурманской области / Отв. ред. А.С. Лутта. — Петрозаводск: Изд-во "Карелия", 1980. — 96 с.
- Шевцов А.А. Ветеринарная паразитология. / 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство: Колос, 1970. — 463 с.
- Ятусевич, А.И., Рачковская И.В., Каплич В.М. Ветеринарная и медицинская паразитология: (Энциклопедический справочник). — М.: Медицинская литература, 2001. — 309 с.
- Fredrickson J.K., Zachara J.M., Balkwill D.L., Kennedy D., Li S.M., Kostandarithes H.M., Daly M.J., Romine M.F., Brockman F.J. Geomicrobiology of high-level nuclear waste-contaminated vadose sediments at the Hanford site, Washington state. // Applied and Environmental Microbiology. — 2004. — July (vol. 70, no. 7). — P. 4230—4241.
- Rappé M. S., Giovannoni S. J. The uncultured microbial majority. // Annual Review of Microbiology. — 2003. — Vol. 57. — P. 369—394.
- Schnell G., Woods B. & Ploger B. Brown Pelican foraging success and kleptoparasitism by Laughing Gulls. Auk 100. 1983: 636-644.
- Vickery J & Brooke M. The Kleptoparasitic Interactions between Great Frigatebirds and Masked Boobies on Henderson Island, South Pacific. Condor 96. 1994: 331—340.
- <https://woolady.ru/parazity-v-organizme-cheloveka-simptomy-lechenie.html>
- https://studopedia.ru/5_74271_proishozhdenie-parazitizma.html

<https://studfile.net/preview/5163590/>

<https://cyberpedia.su/8x548d.html>

<https://ru.wikipedia.org/wiki/Паразитизм>

<https://probakterii.ru/prokaryotes/raznoe/evolyutsiya-mikroorganizmov.html>

<https://studfile.net/preview/4021219/page:34/>

<https://biocpm.ru/paraziticheskie-prosteyshe>

<https://lekarstva.guru/b/bakteriofagi-vidy-i-naznachenie-i-preparaty.html>

Lekarstva.Guru

<https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=896485>

<https://wikiparazit.ru/glisty/kak-razvivaetsja-i-chem-opasen-bychij-cepen.html>

<https://nashzelenymir.ru/%D0%B1%D0%BB%D0%BE%D1%85%D0%B8/>

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Глава 1. Первые появления паразитических организмов на Земле	5
1.1.Основные аспекты теории эволюции микроорганизмов	5
1.2. Эволюция микробного паразитизма и происхождение патогенных микроорганизмов	11
1.3. Главные пути происхождения паразитизма	12
1.4. Особенности организма хозяина как среды обитания паразитов	14
1.5. Адаптации паразитов к паразитическому образу жизни	16
Глава 2. Формы паразитизма и их сущность	21
2.1. Факультативный паразитизм как переходная стадия к облигатному паразитизму	21
2.2. Грань между хищничеством и паразитизмом	23
2.3. Бесклеточные паразиты	26
2.4. Бактерии	28
2.5. Паразитические простейшие	29
2.6. Растения – паразиты	33
2.7. Грибы – паразиты	37
2.8. Примеры эндо- и эктопаразитов	39
2.9. Клептопаразитизм	53
2.9.1. Гнездовой паразитизм рыб и птиц	55
2.9.2. Самцовый паразитизм	59
2.9.3. Социальный паразитизм	61

Глава 3. Паразитизм и его практическое значение	67
3.1. Источники заболеваний	69
3.2. Использование паразитов в сельском хозяйстве	70
3.3. Паразитарные заболевания человека	72
Вопросы для самостоятельной работы	74
Словарь терминов	75
Использованные источники	80

УДК 574.24: 598.2.006: 574/577: 632.7: 613.2

Остапенко Владимир Алексеевич

Явление паразитизма как экологическая адаптация

Учебное пособие

Издательство «ЗооВетКнига»
109472, Москва, ул. Академика Скрябина, д. 23
(495) 372-15-24, 377-91-63

Подписано в печать с оригинал-макета 25.01.2020 г.

Печатается в авторской редакции.

Формат А5. Бумага офсетная. Печать цифровая.

Тираж 150 экз.