

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ**

**Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ И ТРУДОВОГО
КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

ЗООЛОГИЯ

КУРС ЛЕКЦИЙ

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
по образованию в области сельского хозяйства в качестве
учебно-методического пособия для студентов учреждений,
обеспечивающих получение высшего образования I ступени
по специальности 1-74 03 01 Зоотехния*

**Горки
БГСХА
2022**

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ
РЕВОЛЮЦИИ И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

ЗООЛОГИЯ

КУРС ЛЕКЦИЙ

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
по образованию в области сельского хозяйства в качестве
учебно-методического пособия для студентов учреждений,
обеспечивающих получение высшего образования I ступени
по специальности 1-74 03 01 Зоотехния*

Горки
БГСХА
2022

УДК 59 (075.8)
ББК 28.6 я 73
3-85

*Рекомендовано методической комиссией факультета биотехнологии и аквакультуры 30.03.2021 (протокол № 7)
и Научно-методическим советом БГСХА 31.03.2021 (протокол № 7)*

Авторы:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Н. А. Татаринов*;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *В. И. Лавушев*;
кандидат сельскохозяйственных наук *Л. А. Шамсуддин*;
кандидат сельскохозяйственных наук *В. И. Бородулина*

Рецензенты:

доктор ветеринарных наук, профессор *И. Д. Мурзалиев*;
доктор сельскохозяйственных наук, профессор *А. С. Курак*

Татаринов, Н. А.

3-85

Зоология. Курс лекций: учебно-методическое пособие / Н. А. Татаринов [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 254 с.
ISBN 978-985-882-190-6.

Издание подготовлено в соответствии с образовательным стандартом высшего образования первой ступени специальности «Зоотехния». В пособии рассмотрено многообразие животного мира и его классификация, морфологический и систематический обзор.

Систематизированные типы животного мира рассматриваются в порядке относительного усложнения их строения. Практически во всем материале приводится биологическое и хозяйственное значение каждого типа животных.

Для студентов учреждений, обеспечивающих получение высшего образования I ступени по специальностям 1-74 03 01 Зоотехния.

УДК 59 (075.8)
ББК 28.6 я 73

ISBN 978-985-882-190-6

© УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», 2022

ПРЕДИСЛОВИЕ

Зоология (от др. греч. зоо – животное, логос – учение) представляет собой комплексную науку, изучающую различные стороны строения и жизнедеятельности животных.

Глубокое познание животных не только обогащает биологическую науку, но и служит основой для разработки многих важных вопросов сельскохозяйственного производства.

Знание животного мира в целом, отдельных его представителей и филогении животных для будущего специалиста в области сельского хозяйства необходимо по ряду соображений. Животный и растительный миры существуют в теснейшем взаимодействии друг с другом, поэтому трудно биологически грамотно планировать и осуществлять все технологические процессы в животноводстве и растениеводстве, не зная этих взаимодействий. В почвах, не обрабатываемых ядохимикатами, обитают животные разных типов, но особенно населены такие почвы беспозвоночными. В 1 см³ почвенного слоя насчитывают до 1,2 млн особей только простейших организмов, к этому можно добавить огромное число коловраток, нематод, клещей и насекомых. В целом же суммарная масса животных на 1 га почвенного слоя может достигать 4 т. И все эти животные вместе с микроорганизмами участвуют во всех процессах, протекающих в почве и способствующих повышению ее плодородия. Потери урожаев и их качество во многом обусловлены жизнедеятельностью паразитов и вредителей сельскохозяйственных растений. Чтобы правильно и экономически грамотно организовать профилактику и борьбу с простейшими, нематодами, некоторыми моллюсками, клещами, насекомыми и некоторыми представителями птиц и млекопитающих, надо знать их биологические особенности, экологию и поведение. Только эти знания позволяют грамотно и безопасно для здоровья человека бороться с потерями продукции растениеводства и животноводства.

Знание биологии животных и понимание экологических связей в природе обеспечивают расширенное применение методов биологической борьбы с животными-вредителями; эти методы предусматривают использование естественных врагов вредителей. Для уничтожения вредителей все эффективнее применяют синтетические феромоны или используют паразитических перепончатокрылых насекомых (яйцедов и наездников, которых разводят в искусственных условиях).

Применение химических методов борьбы и использование разнообразных агротехнических приемов также требуют глубоких знаний,

касающихся жизненных циклов развития вредителей и паразитов, их биологических особенностей, распределения в агробиоценозах в разные периоды жизни.

Одним из первых звеньев подготовки зооинженеров и ветеринарных врачей в высших учебных заведениях является изучение зоологии, которая служит базой для специальных дисциплин. В предлагаемом пособии при выборе объектов для практических работ учтена необходимость общей зоологической подготовки для студентов – будущих зооинженеров и ветеринаров общей зоологической подготовки.

В задачи лекционного курса входит изучение внешнего и внутреннего строения животных, их жизнедеятельности, индивидуального и исторического развития, взаимоотношений с другими животными, а также выявление зависимости жизни животных от внешних условий среды обитания, закономерностей географического распространения животных.

ВВЕДЕНИЕ

Животный и растительный миры – взаимосвязанные между собой части органической природы. В настоящее время мир живых существ подразделяют на два надцарства: надцарство Прокариоты, или Безъядерные (Procargota), и надцарство Эукариоты, или Ядерные (Eucaryota). В отличие от прокариот, не имеющих в клетке оформленного ядра, эукариоты им обладают. Эукариот подразделяют на три царства: царство Растения (Vegetabilia, или Plantae), царство Грибы (Mycetalia, или Fungi) и царство Животные (Animalia, или Zoa).

Животные и растения имеют много общего: их тела состоят из клеток, им свойственны раздражимость, обмен веществ, они способны к росту и размножению, передаче своих признаков потомству и т. п. Однако между животными и растениями существуют также кардинальные различия. Это касается, в частности, характера питания. Для зеленых растений характерен голофитный способ питания, т. е. они усваивают диоксид углерода из воздуха, воду и неорганические вещества – из почвы. Под действием солнечной энергии с помощью хлорофилла в процессе фотосинтеза растения образуют сложные органические соединения. При этом в качестве побочного продукта высвобождается кислород. Подобный способ питания называют *автотрофным* (от греч. autos – сам, trophg – пища, питание).

Животным свойствен анимальный *голозойный* способ питания путем заглатывания оформленных пищевых частиц. Животные не способны синтезировать органические вещества из неорганических компонентов. Они могут питаться готовыми органическими веществами за счет поедания растительной или животной пищи, а также их остатками. Такой способ питания называют *гетеротрофным* (от греч. heteros – иной, trope – пища).

Вместе с тем различия в питании животных и растений относительны. Известно более 300 видов растений, которые наряду с типичным способом питания ловят насекомых и переваривают их с помощью специальных ферментов. Некоторые одноклеточные, в частности эвглена зеленая, могут не только получать питательные вещества с помощью фотосинтеза, но и усваивать готовые органические продукты. Такие организмы относят к *миксотрофным*, или организмам со смешанным типом питания.

Помимо различий в питании между животными и растениями существует ряд других различий, например, животные клетки не имеют твердой целлюлозной оболочки; животным свойствен интенсивный

обмен веществ и ограниченный рост; у высших животных имеются системы органов: нервная, кровеносная, дыхательная, двигательная, пищеварительная, выделительная и половая.

История зоологии. На ранних этапах развития первобытного общества человек неразрывно был связан с животным миром. Человек охотился, приручал и разводил животных, изучал их строение, образ жизни и болезни. Обобщение сведений о животных привело к возникновению самостоятельной науки – *зоологии*. Зоология входит в комплекс биологических дисциплин, изучающих живую природу (от греч. *bios* – жизнь).

Основоположником зоологии считают древнегреческого ученого и философа Аристотеля (384–322 гг. до н. э.), разделившего известных ему животных на две группы: животные, не имеющие крови, и животные, имеющие кровь и спинной хребет. Такое деление соответствует в какой-то мере делению животных на беспозвоночных и позвоночных. Аристотель был и блестящим анатомом: в своих трудах по анатомии животных он определил новое направление в зоологической науке.

Изобретение А. Левенгуком (1632–1723) микроскопа позволило изучать ранее неизвестный человеку огромный по своему разнообразию мир одноклеточных организмов, в том числе и представителей животного царства. Были открыты половые гаметы животных и человека, изучены клетки крови и т. д. В результате сформировалась новая отрасль биологии – микроскопическая анатомия.

Английский исследователь Д. Рей (1627–1705) вводит понятие *вид*, определяя его как группу морфологически сходных особей, подобных своим родителям. Но наибольший вклад в классификацию внес шведский ученый Карл Линней (1707–1778). Его система легла в основу современной систематики растений и животных. В качестве исходной единицы классификации животных был предложен вид. К. Линней считал, что вид – это совокупность особей, сходных по морфологическим признакам, скрещивающихся между собой и дающих плодовитое потомство. Он предложил иерархию систематических категорий у животных: класс, отряд, род и вид. Система животных К. Линнея включала только шесть классов: черви, насекомые, рыбы, гады, птицы и млекопитающие.

Ж. Б. Ламарк (1744–1829) был создателем первой естественной системы животных и эволюционной теории. Система Ламарка включала уже 14 классов, что отражало усложнение организации животных и преемственность в эволюционном развитии; эти классы располагались по ступеням эволюционной лестницы. Систему, разработанную

Ж. Б. Ламарком, считают первой естественной системой, поскольку в ней учитывалась степень родства между классами животных. Основными факторами эволюции ученый считал изменчивость под влиянием среды, наследуемость приобретенных признаков и стремление к прогрессу.

Успехи естественных наук способствовали разработке научно обоснованной эволюционной теории Ч. Дарвином (1809–1882), который внес значительный вклад в развитие зоологии, биогеографии, палеонтологии и эмбриологии. Им был открыт основной движущий фактор эволюции – естественный отбор.

Во второй половине XIX в. под влиянием работ Ч. Дарвина стало развиваться эволюционное направление в зоологии. Немецкие ученые Э. Геккель и Ф. Мюллер сформулировали «биогенетический закон» о соотношении индивидуального (онтогенеза) и исторического (филогенеза) развития. Сформировались новые научные направления по эволюционной эмбриологии (Ф. Мюллер, И. И. Мечников, А. О. Ковалевский), по эволюционной палеонтологии (В. О. Ковалевский), по эволюционной физиологии животных (И. И. Сеченов), по филогенетике и эволюционной систематике (Э. Геккель), появились работы по генетике (Г. Мендель, А. Вейсман), экологии (Н. А. Северцов), зоогеографии (П. П. Семенов-Тянь-Шанский) и ряд других.

Особенности организма животных. Эволюция живой природы на Земле привела к образованию животных и растений. Важное различие между ними заключается в характере обмена веществ, который обусловлен типом питания. Если растения в большинстве своем автотрофные организмы, то животные, как правило, гетеротрофные организмы. В темноте растения погибают, а животные способны жить.

Большинство животных ведут активный образ жизни, свободно перемещаясь в пространстве или совершая разнообразные движения. Клетки животных не имеют плотных неточных стенок, построенных из целлюлозных волокон, и не содержат вакуолей с клеточным соком, которые свойственны клеткам растений. Но провести резкую границу между животными и растениями невозможно; особенно это трудно сделать для низших их форм, сохраняющих черты, общие для двух царств природы. Одна из кардинальных общих черт животных и растений – их клеточное строение.

Клетка, представляет собой основную структурнофункциональную единицу всех живых организмов. В теле многоклеточных животных клетки дифференцированы в зависимости от выполняемых ими функций, что обуславливает их различия не только по размерам, но

также по форме и строению. Все клетки организма взаимосвязаны и взаимодействуют друг с другом; такая связь и взаимодействие осуществляются через мембрану. В клетках протекают процессы обмена веществ.

Типичная животная клетка содержит цитоплазму, клеточное ядро (или ядра) и различные органоиды, или органеллы; сама клетка ограничена наружной мембраной, которую называют плазматической мембраной или плазмалеммой.

Плазматическая мембрана представляет собой сложный белково-липидный комплекс. Она очень тонка и не только защищает клетку от внешних воздействий, но и участвует в обмене веществами между клеткой и окружающей средой.

Цитоплазма – это сложная коллоидная система, в которой находятся структурные образования, такие как митохондрии, эндоплазматическая сеть, аппарат Гольджи, рибосомы и растворенные вещества.

Митохондрии, имеющие вид мелких удлинённых телец, служат энергетическими центрами клетки, регулирующими биохимические реакции превращения энергии.

Эндоплазматическая сеть представляет собой систему тончайших трубочек, пронизывающих всю цитоплазму клетки, и пузырьков. По тончайшим канальцам эндоплазматической сети осуществляется внутриклеточный обмен веществ.

Аппарат Гольджи близок по своему строению к строению эндоплазматической сети и служит для временного хранения продуктов внутриклеточного синтеза (в основном гормонов и ферментов) и передачи их через эндоплазматическую сеть для вовлечения в обменные процессы всего организма.

Рибосомы в виде мельчайших зерен расположены в основном на поверхности мембран эндоплазматической сети; они участвуют в синтезе белков, которые по каналам сети транспортируются внутри клетки.

Лишь немногие специализированные клетки (эритроциты млекопитающих) не имеют ядра. *Ядра* клеток разнообразны по форме и величине. Снаружи ядро ограничено двухслойной мембраной, или ядерной мембраной, внутри которой находится кариоплазма. Ядерная мембрана пронизана порами, от которых в сторону цитоплазмы и кариоплазмы отходят небольшие тончайшие канальцы. В кариоплазме находятся хромосомы и ядрышко. Хромосомы являются носителями наследственной информации.

Ткани организма. В животном организме все клетки, кроме половых, находятся в составе тканей. Ткани – это сложившиеся в процессе

филогенеза многоклеточных организмов структуры, образованные клетками. Ткани входят в состав органов, участвуя в выполняемых ими функциях. Многообразие функций тела животного отражено в строении органов и тканей. Различают четыре типа тканей: нервную, эпителиальную, соединительную и мышечную.

Нервная ткань воспринимает и передает раздражения, поступающие как из внешней, так и из внутренней среды организма. Раздражимость – одно из свойств, характеризующих живую материю. Нервная ткань состоит из нервных клеток, или нейронов, и межклеточного вещества. В зависимости от выполняемой функции нейроны делятся на чувствительные и двигательные. Нейрон имеет один или несколько отростков. Один длинный отросток называется *нейритом*. Концевые и разветвления аксона чувствительной клетки принимают раздражение и называются *рецепторами*.

Эпителиальная ткань представляет собой пласты клеток, плотно прилегающих друг к другу и соединенных межклеточными контактами. Под эпителиальным пластом располагается слой межклеточного вещества, называемого базальной мембраной. Эпителий бывает однослойным (его клетки лежат в один ряд) и многослойным (его клетки располагаются в несколько рядов). Для эпителия характерна высокая способность к регенерации, поскольку его клетки из-за своего положения (на поверхности тела или на внутренней поверхности полых органов, например пищевода) быстро изнашиваются, погибают и должны быть заменены новыми.

Соединительная ткань относится к системе тканей внутренней среды. Для соединительной ткани характерно наличие большого количества межклеточного вещества и сравнительно небольшого числа клеток. В кости межклеточное вещество плотное, а в крови – жидкое. Соединительная ткань выполняет многообразные функции: трофическую (связанную с питанием организма), опорную, защитную и др. В зависимости от выполняемых функций соединительную ткань подразделяют следующим образом: 1) собственно соединительная ткань; 2) жировая ткань; 3) кровь; 4) хрящевая ткань; 5) костная ткань и 6) мезенхима, которую можно рассматривать как соединительную ткань зародыша.

Мышечная ткань. Мышцы подразделяются на гладкие и поперечнополосатые. Основу мышц составляют тончайшие мышечные волокна – миофибриллы. Гладкие мышцы характеризуются плавностью сокращения и расслабления. Они находятся во внутренних органах. Поперечнополосатые мышцы способны совершать быстрые сокраще-

ния и выносить большую нагрузку. При этом скорость их сокращения может колебаться в значительных пределах. Поперечнополосатые мышцы обычно прикреплены к костям наружного или внутреннего скелета и относятся к мышцам произвольного сокращения.

Размножение – это свойство живых организмов воспроизводить себе подобных особей. Животные размножаются бесполом и половым путем. *Бесполое размножение* характерно в основном для низших животных. При бесполом размножении от материнской особи либо отделяется часть ее тела, либо вся материнская особь делится на две или большее число частей. При этом каждая часть в дальнейшем развивается в самостоятельное животное. Существует несколько способов бесполого размножения: деление, почкование и шизогония. При размножении *простым делением* материнская особь делится на две одинаковые дочерние особи. У одних простейших (жгутиконосцы) тело делится в продольном направлении, у других (инфузории) – в поперечном, у третьих, обладающих шарообразной или изменчивой формой (например, амебы), деление может происходить в любом направлении.

При *почковании* на теле материнского организма образуется вырост – почка, которая постепенно приобретает форму и строение взрослой особи. После отделения (отпочковывания) от материнского организма новая (дочерняя) особь начинает вести самостоятельную жизнь. При почковании у многих видов кишечнополостных животных, ведущих сидячий образ жизни, в результате неполного отделения дочернего организма (почки) от материнского и сохранения связи с последним образуются колонии. При этом могут возникать целые коралловые «города» – рифы.

У ряда паразитических форм простейших наблюдается множественное деление – *шизогония*. В этом случае ядро материнского организма делится и образуется многоядерный *шизонт*. Вокруг каждого ядра внутри шизонта обособляется участок цитоплазмы. Шизонт распадается (делится) на многочисленные мелкие дочерние особи. Такое множественное деление позволяет паразиту в очень короткий срок достичь высокой численности в организме своего хозяина.

Половое размножение свойственно всем типам животных. При размножении половым путем новый организм развивается из зиготы, которая образуется в результате слияния женской (яйца) и мужской (спермия) половых клеток.

Спермий – мужская гаплоидная половая клетка – обычно состоит из головки, шейки и хвоста. Последний служит для передвижения спермия в жидкой или вязкой среде.

Яйцеклетка – женская половая клетка – имеет округлую форму и состоит из цитоплазмы и ядра. По своим размерам яйцеклетка превосходит спермий во много раз.

У некоторых животных наблюдается наружное оплодотворение, т. е. женские и мужские гаметы выделяются в воду, где и происходит их слияние. Другим животным свойственно внутреннее оплодотворение: спермий в составе спермы вводятся в половые пути самки, где и происходит их слияние с яйцеклеткой.

Имеют место случаи развития организмов из неоплодотворенных яйцеклеток. Такое размножение, называемое *партеногенетическим* размножением, часто встречается у членистоногих.

Симметрия тела животных. У большинства животных части тела расположены симметрично, но у некоторых тело имеет неправильную форму, лишенную симметрии. Различают два типа симметрии: радиальную и двустороннюю.

Радиальная симметрия свойственна животным, у которых одинаковые части тела и органы располагаются от срединной продольной оси животного по радиусам таким образом, что тело таких животных можно разделить на условно равные части. Обычно такая симметрия характерна для представителей водной фауны, ведущих малоподвижный образ жизни: медузы, морские звезды и др.

Двусторонняя симметрия характеризуется тем, что тело животного может быть разделено плоскостью только на две равные половины, т. е. у таких животных можно различить левую и правую половины или передний и задний концы тела. Этот тип симметрии всегда бывает относительным, так как в расположении многих внутренних органов ее нельзя достигнуть (сердце у приматов лежит в левой части грудной клетки, а у кур-несушек яичник расположен в левой части таза и т. п.).

Тип симметрии является важным систематическим признаком различных групп животных. Встречаются случаи, когда с возрастом животного меняется симметрия его тела. Например, плавающие личинки морских ежей обладают двусторонней симметрией, а взрослая особь – радиальной.

Симбиоз и паразитизм в животном мире. Отношения животных, обитающих в разных условиях среды, строятся на прямом, непосредственном или косвенном взаимном влиянии. Питание – основной фактор, который определяет взаимоотношения животных. Именно на этой

основе складываются пищевые связи между животными и растениями, а также между разными видами животных. По характеру питания одни животные являются плотоядными, другие – растительноядными, третьи – всеядными.

Животные делятся также на *монофагов* и *полифагов*. Монофаги питаются растениями или животными, принадлежащими к одному виду (для филлоксера питается только соком виноградной лозы). Для полифагов пищей служат растения или животные разных видов (полевка обыкновенная поедает до 100 видов растений). Многие животные используют в пищу существенно ограниченный круг животных или растений. Это так называемые *олигофаги* (например, комары рода *Anopheles* питаются кровью только крупных стадных млекопитающих).

В процессе эволюции органического мира возникли различные формы тесного сожительства разных видов животных, животных и растений. Существуют три формы такого сожительства: комменсализм, симбиоз и паразитизм.

Комменсализм – такая форма сожительства, при которой только один организм получает пользу от другого, не причиняя ему вреда. Так, например, многие инфузории, поселяясь на поверхности тела других животных, облегчают себе добывание пищи, получение кислорода и т. п. Простейшие, живущие в ротовой полости животных, могут не причинять им вреда, но извлекать пользу для себя.

Симбиоз – форма сожительства, когда оба организма получают взаимную пользу. Типичным примером симбиоза могут служить панцирные инфузории, живущие в рубце жвачных животных: питаются бактериями содержимого рубца, они сами затем становятся высокобелковой пищей для хозяина. В 1 см³ содержимого желудка насчитывают несколько сотен тысяч инфузорий из рода *Entodinium*.

Паразитизм – это форма сожительства двух организмов, при котором паразит поселяется на поверхности или внутри организма хозяина и питается частями его тела или продуктами пищеварения хозяина. Наружные паразиты называются эктопаразитами, а паразитирующие внутри организма хозяина – эндопаразитами. Паразитами и их хозяевами могут быть как растения, так и животные. В отличие от хищников паразиты, существуя за счет хозяина, обычно не убивают его, но могут способствовать его гибели, подрывая его здоровье. Как правило, паразит по размерам всегда меньше своего хозяина и его организация в сравнении с организацией свободноживущих сородичей резко упрощена; особенно это касается нервной системы, органов движения и

дыхания. Обычно паразит и его хозяин принадлежат не только к разным видам, но даже к разным типам и подцарствам животного мира.

Формы и проявления паразитизма в животном мире разнообразны. Временный паразитизм характеризуется тем, что паразит вступает в контакт с хозяином только тогда, когда принимает пищу: кровососущие насекомые (комары, слепни, блохи, постельный клоп и др.). В остальное время эти паразиты остаются свободноживущими.

Постоянному паразитизму свойственно то, что паразит проводит на теле хозяина или внутри него всю жизнь на всех стадиях своего развития или только на строго определенной стадии развития. Например, опаснейший паразит круглый червь трихинелла ни на одной стадии развития не покидает своего хозяина – крысу, свинью, человека и др. У оводов же только личинки проходят свое развитие в организме хозяина (лошадь, корова, овца), а взрослые насекомые живут в природе.

Жизненный цикл многих постоянных паразитов протекает не в одном, а в двух и даже в трех хозяевах. Возбудитель малярии малярийный плазмодий обитает в крови человека и в организме комара. Ленточный червь лентец широкий в половозрелом состоянии живет в кишечнике хищных животных и человека, а личиночные стадии его развития проходят в организмах мелких ракообразных и затем рыбы. Таким образом, развитие этого паразита проходит со сменой хозяев. Хозяин, в организме которого паразит достигает половой зрелости и размножается половым путем, называется *дефинитивным* хозяином.

Хозяин, в организме которого этот же паразит размножается бесполом путем или проходит стадии своего развития, не достигая половой зрелости, называется *промежуточным*. Следовательно, пораженный широким лентецом человек является дефинитивным хозяином, в котором происходит половое размножение паразита; мелкие ракообразные – промежуточным, а рыба – дополнительным.

Обитая в организме хозяина, паразитические животные оказывают на него разносторонние и обычно отрицательные воздействия: питаются за счет организма хозяина, паразит истощает его; выделяемые паразитом продукты обмена вызывают у хозяина токсикозы; механически повреждая ткани и органы, паразиты создают условия для проникновения в организм хозяина патогенных микроорганизмов и пр.; паразиты могут разрушать ткани и органы хозяина, закупоривать воздухоносные пути, просвет кишечника, выводные протоки желез; ослабленный паразитами организм хозяина подвержен всевозможным инфекциям.

Паразитарные заболевания, возбудителями которых являются животные, называются *инвазионными*. В отличие от инвазионных *инфекционные* заболевания вызываются вирусами, бактериями и грибами.

Система животного мира. Животный мир отличается большим разнообразием, на Земле насчитывается около 2 млн видов. Создание системы животного мира является важнейшей задачей зоологии. Решением ее занимается одна из отраслей этой науки – систематика (таксономия), которая разрабатывает теорию и практику классификации и определения животных. Без систематики и ее конечного результата – классификации – все огромное разнообразие видов воспринималось бы как хаос, недоступный пониманию.

Основной таксономической единицей в систематике является *вид* (*species*) – реально существующая категория. Вид – это обособленная группа сходных особей, обитающих на определенном пространстве, свободно скрещивающихся между собой и дающих плодовитое потомство. Особи разных видов, как правило, между собой не скрещиваются, но если такое скрещивание произойдет, то полученное потомство обычно не способно к дальнейшему размножению.

Каждый вид населяет определенное пространство, называемое областью распространения вида или его ареалом. Особи одного вида, населяющие различные районы ареала, находятся обычно в неодинаковых условиях среды, что приводит к возникновению изменчивости, т. е. приобретению этими особями своеобразных черт. Такие несколько отличные местные группы особей вида, населяющие часть ареала, называются подвидами. В отличие от видов подвиды связаны друг с другом переходными формами, обладающими признаками промежуточного характера.

В современной систематике принято именовать различные виды животных на латинском (или латинизированном греческом) языке, что делает эти названия интернациональными. Впервые двойное (бинарное) название ввел великий шведский ученый К. Линней еще в XVIII в. В соответствии с правилом бинарной номенклатуры каждому виду присваивается название, состоящее из двух слов, первое означает род, второе – собственно вид. Например, различные виды кошек составляют один род *Felis*. Отдельные же виды этого рода будут называться уже двумя словами: например, кот лесной – *Felis silvestris*, кот степной – *F. libyca*, кот камышовый – *F. chaus* и др. После названия вида животного обычно указывается фамилия (полностью или сокращенно) ученого, впервые описавшего данный вид, и год, когда это было сделано.

В современной систематике животных используются следующие таксономические группы (таксоны). Близкие виды объединяются в род (*genus*), близкие роды – в семейство (*familia*), семейства – в отряд (*ordo*), отряды – в класс (*classis*), классы – в тип (*phylum*). Типы образуют царство (*regnum*) животных. Часто устанавливаются промежуточные категории – подрод (между родом и видом), подсемейство (между семейством и родом), подотряд (между отрядом и семейством), подкласс (между классом и отрядом), подтип (между типом и классом). Кроме того, выделяют надсемейства (между семейством и подотрядом), надотряд (между отрядом и подклассом), надкласс (между классом и подтипом).

Высшая систематическая категория – это тип. Каждый тип характеризуется определенным планом строения, общим для всех групп, входящих в его состав, и общим происхождением.

Тип подразделяется на следующие основные категории: ТИП – подтип – надкласс – КЛАСС – подкласс – надотряд – ОТРЯД – подотряд – надсемейство – СЕМЕЙСТВО – подсемейство – РОД – подрод – ВИД – подвид.

1. ПРОСТЕЙШИЕ (PROTOZOA)

К одноклеточным относят животных, у которых тело морфологически соответствует одной клетке, но одновременно представляет самостоятельный организм со всеми присущими живому существу функциями. Известно значительное число представителей простейших, образующих колонии из нескольких или многих клеток, но эти простейшие не могут быть отнесены к многоклеточным организмам, поскольку каждая клетка такой колонии выполняет все функции, хотя в некоторых случаях и намечается разделение отдельных функций между клетками колонии. В многоклеточном же организме каждая клетка выполняет определенную функцию – двигательную, нервную и т. п.

Деление клеток у многоклеточных животных приводит к росту организма, а деление клетки у простейших приводит к увеличению их численности, т. е. деление у простейших – это, по сути дела, размножение этих организмов.

Известно более 39 тыс. видов одноклеточных. Это мелкие организмы. Минимальными размерами характеризуются простейшие, ведущие паразитический образ жизни внутри клеток растений и животных (эндопаразиты) – всего 2–4 мкм. Тело простейших ограничено снаружи тончайшей мембраной (или более плотной и эластичной пелликулой), под которой находятся цитоплазма и ядро (одно или несколько). Цитоплазма представлена двумя слоями: наружным светлым и плотным – эктоплазмой, и внутренним менее плотным с многочисленными включениями – эндоплазмой. В эндоплазме сосредоточены все основные органеллы клетки: митохондрии, рибосомы, лизосомы, аппарат Гольджи, эндоплазматическая сеть и пр. У простейших имеются специальные органеллы: пищеварительные и сократительные вакуоли, опорные и сократительные фибриллы.

Простейшие, тело которых ограничено мембраной, не имеют постоянной формы (амебы). У ряда видов клеточная мембрана уплотняется за счет эктоплазмы и становится плотной и эластичной, образуя так называемую пелликулу. В этом случае животные имеют определенную форму тела (инфузории) и одновременно сохраняют достаточную гибкость. Часть одноклеточных имеет постоянную форму тела благодаря укреплению оболочки за счет различных включений.

Функцию скелета у простейших могут выполнять раковины, формирующие наружный скелет, или специальные иглы и капсулы, формирующие внутренний скелет. Раковины образуются из веществ, выделяемых эктоплазмой, а внутренний скелет возникает в эндоплазме

клетки. Основу скелетных образований составляют органические и минеральные вещества (CaCO_3 , SiO_2 , SrSO_4).

Самый простой способ движения простейших, не имеющих постоянной формы тела, – движение с помощью ложноножек, или псевдоподий (амебoidное движение). Псевдоподии – это выросты клетки, в которые перетекает цитоплазма. Более сложное движение характерно для простейших, обладающих жгутиками или ресничками. Строение жгутиков и ресничек сходно, но для жгутиков свойственно вращательное движение, а для ресничек – гребной тип движения. Внутриклеточные паразиты, как правило, не имеют оргanelл, обеспечивающих движение.

Разнообразен тип питания простейших. Среди них встречаются автотрофы, которые способны к фотосинтезу (одноклеточные жгутиконосцы). Но большая часть простейших – гетеротрофы, питающиеся готовыми органическими веществами.

Небольшое число простейших обладает смешанным (миксотрофным) типом питания. В одних условиях они способны к фотосинтезу, в других – к питанию органическими веществами, т. е., имея в цитоплазме хлорофилловые зерна, они могут образовывать и пищеварительные вакуоли.

У пресноводных простейших процессы осморегуляции и выделения осуществляются с помощью сократительных вакуолей. У паразитических и морских форм сократительные вакуоли отсутствуют, так как среда, в которой обитают эти животные, и их внутреннее содержимое изотоничны. Выделение продуктов обмена у большинства простейших происходит через поверхность клетки, а также через сократительные вакуоли. Кислород поступает в клетку путем диффузии через клеточную мембрану.

В цитоплазме большинства простейших находится одно, реже два или несколько ядер, которые регулируют обмен веществ и размножение.

Размножаются простейшие бесполом и половым путями. Бесполое размножение происходит путем деления клетки на две или множество клеток. Половой процесс заключается в образовании половых клеток – гамет (женских – макрогамет и мужских – микрогамет) и их слияния. В результате образовавшаяся зигота дает начало новому дочернему организму. У инфузорий половой процесс происходит путем конъюгации – слияния генеративных ядер двух особей, а не половых клеток.

Важнейшая биологическая особенность одноклеточных – образование цист, или инцистирование. Для сохранения жизнеспособности в неблагоприятных для организма условиях животные округляются, образуют плотную оболочку и переходят в состояние покоя, в таком состоянии простейшие могут длительный период сохранять жизнеспособность, пассивно перемещаться на большие расстояния с воздушными массами, водой и т. п., а в благоприятных условиях вновь перейти к активному образу жизни.

Одноклеточные животные приспособлены к обитанию в разнообразных средах, но для этих животных, как правило, необходимо наличие воды: морские и пресные водоемы, влажные почвы; есть одноклеточные, перешедшие к паразитическому образу жизни в растениях, животных и человеке.

1.1. Тип Саркомастигофоры (Sarcomastigophora)

Подтип Саркодовые (Sarcodina)

Общая характеристика

Представители саркодовых на протяжении жизненного цикла или большей его части передвигаются с помощью псевдоподий; жгутиками Саркодовые могут обладать лишь на кратковременных стадиях развития (гаметы и зооспоры). Основная масса саркодовых размножается бесполом путем: делением на две клетки или на множество клеток. Половое размножение присуще немногим видам и осуществляется путем слияния гамет. Большинство саркодовых – свободноживущие виды, обитающие в соленых водах, часть из них живет в пресных водоемах, заселяет почву, участвуя в почвообразовательных процессах, и только немногие являются паразитами животных и человека. Всего насчитывают около 10 тыс. видов саркодовых.

Саркодовые имеют голозойный, или гетеротрофный, тип питания, поедая бактерии, одноклеточные водоросли и другие микроскопические организмы. Это связано с наличием у саркодовых особых органелл – пищеварительных вакуолей. Пресноводные саркодовые имеют особые органеллы – сократительные вакуоли, выполняющие осморегулирующую и выделительную функции.

Систематика

Царство Животные (Animalia).

Подцарство Простейшие (Protozoa).

Тип Саркомастигофоры (Sarcomastigophora).

Подтип Саркодовые (Sarcodina).

Класс Корненожки (Rhizopoda).

Класс Амебы (Lobosea).

Отряд Голые амебы (Amoebida).

Виды: дизентерийная амеба (*Entamoeba histolytica*);

кишечная амеба (*Entamoeba coli*);

ротовая амеба (*Entamoeba gingivalis*).

Отряд Раковинные амебы (Testacea).

Виды: арцелла (*Arcella vulgaris*);

диффлюгия (*Diffugia sp.*).

Отряд Фораминиферы (Foraminifera).

Вид полистомелла (*Polystomella sp.*).

Морфологический обзор. Наиболее примитивно устроены представители голых амеб (класс Корненожки – Rhizopoda), населяющие пресные водоемы и почвы, где они питаются мелкими простейшими, одноклеточными водорослями, микроорганизмами и гниющими остатками. Тончайшая плазмалемма, покрывающая тело этих простейших, позволяет им образовывать временные выросты – псевдоподии, по своей форме напоминающие корни растений, что и определило название класса. С помощью псевдоподий амебы медленно перетекают с одного места на другое. При этом они обтекают мелкие пищевые частицы (одноклеточные водоросли, бактерии и др.) со всех сторон, и те оказываются внутри цитоплазмы амебы, где образуются пищеварительные вакуоли. С помощью пищеварительных ферментов пищевые частицы перевариваются (внутриклеточное пищеварение). Жидкие продукты переваривания поступают в эндоплазму, а непереваренные остатки транспортируются к поверхности тела и выбрасываются наружу через мембрану клетки.

Типичным представителем отряда является пресноводная амеба (*Amoeba proteus*) (рис. 1).

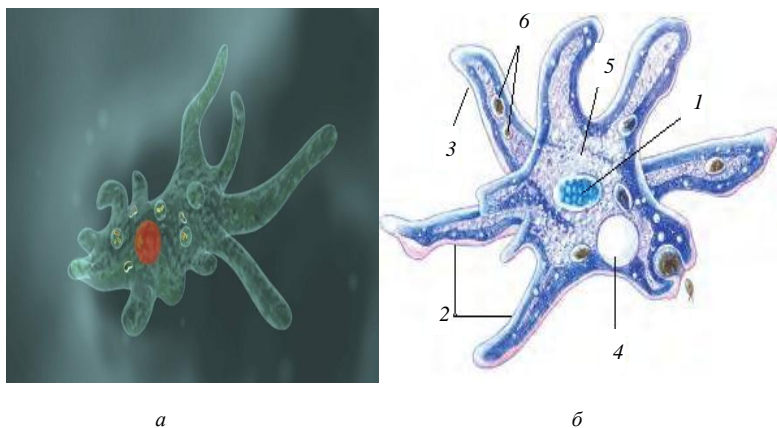


Рис. 1. Пресноводная амeba: *а* – внешний вид; *б* – внутреннее строение: 1 – ядро; 2 – псевдоподии; 3 – эктоплазма; 4 – сократительная вакуоль; 5 – эндоплазма; 6 – пищеварительная вакуоль

Подобный способ захвата пищевых частиц с помощью псевдоподий называют фагоцитозом. Существует и другой способ поступления жидких веществ в тело амeбы – пиноцитоз. При этом внутрь цитоплазмы впячивается тонкий канал, в который засасывается капля жидкости с растворенными в ней органическими веществами.

Образовавшаяся вокруг этой капельки вакуоль с жидкостью отшнуровывается от канала, и после всасывания жидкости она прекращает свое существование.

Для поддержания осмотического давления у амeб, обитающих в пресных водах и почве, есть особый аппарат для удаления излишков воды из организма – сократительная вакуоль; обычно сократительная вакуоль бывает одна, реже две. У морских и паразитических амeб сократительные вакуоли отсутствуют или пульсируют очень редко. Помимо регулирования осмотического давления, сократительные вакуоли участвуют в процессах выделения продуктов обмена.

Амебам присуще бесполое размножение путем деления на две клетки или на несколько дочерних особей.

При неблагоприятных условиях амeбы инцистируются, выделяя вокруг тела плотную оболочку. При наступлении благоприятных условий среды цисты разрушаются и амeбы начинают вести активный образ жизни.

В кишечнике позвоночных животных, в том числе домашних животных и человека, обитает множество видов амёб, не принося вреда своим хозяевам. Большая их часть питается содержимым кишечника, в том числе бактериями (*Entamoeba coli*). Среди амёб, обитающих в толстом кишечнике человека, есть виды, которые могут вызывать тяжёлые заболевания, например дизентерийная амёба *E. histolytica*. Обычно пищей ей служат бактерии, но в ряде случаев эта амёба может проникать под слизистую оболочку кишечника, где питается и размножается, вызывая кровавый понос (кишечный амёбиаз). Симптомы заболевания сходны с симптомами дизентерии, поэтому эту амёбу называют дизентерийной. С каловыми массами наружу выходит множество цист, которые длительное время остаются инвазионными (сохраняют способность к заражению). Некоторые люди могут быть носителями дизентерийных амёб.

У представителей отряда Раковинные амёбы (Testacea) тело заключено в раковину, образованную органическими рогоподобными веществами, выделяемыми цитоплазмой; нередко в такую раковину включены песчинки и другие посторонние частицы. Раковины имеют отверстие – устье, из которого амёбы выдвигают псевдоподии. Раковинные и Голые амёбы в большом количестве населяют пресные водоёмы, сфагновые мхи и почву, участвуя в процессах почвообразования. Благодаря своим микроскопическим размерам они способны существовать в тончайшем водном слое, окружающем частички почвы. При пересыхании почвы амёбы инцистируются и в виде цист могут переноситься ветром с пылью на значительные расстояния. В благоприятных условиях почвенные амёбы быстро размножаются делением надвое: одна дочерняя клетка остается в материнской раковине, а другая строит себе новую раковину. В увлажненных и заболоченных почвах наиболее многочисленны диффлюгия и арцелла (рис. 2).

Более сложно устроены обитатели морей из отряда Фораминиферы (Foraminifera), у которых раковина образуется из веществ (близких по природе к псевдохитину), выделяемых эктоплазмой. Это самая многочисленная и разнообразная группа саркодовых, встречающихся во всех морях на значительной глубине. У некоторых видов псевдохитиновые раковины инкрустированы песчинками, у других – пропитаны углекислым кальцием.

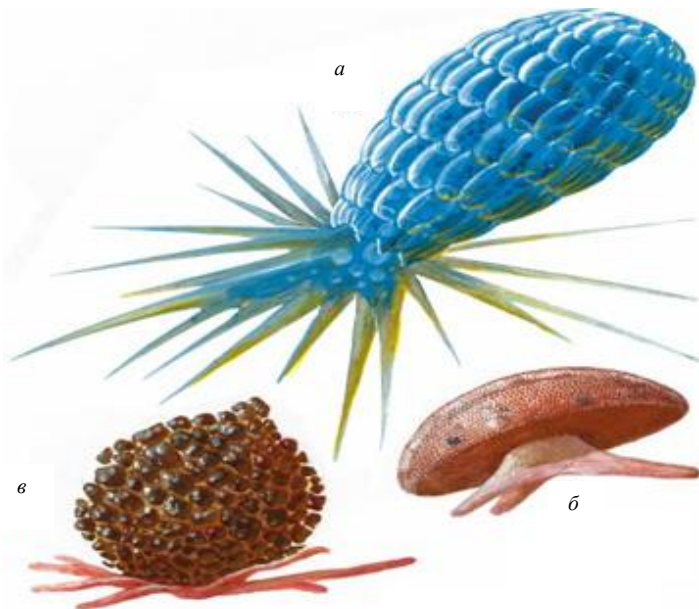


Рис. 2. Раковинные амёбы: *а* – эуглифа; *б* – арцелла; *в* – диффлюгия

Форма раковин разнообразна, внутри они имеют одну или несколько сообщающихся камер, в которых находится тело корненожки. Кроме устья у раковины имеется множество пор, через которые наружу выходят тончайшие нитевидные псевдоподии – ризоподии, образующие вокруг раковины сложную цитоплазматическую сеть; с помощью этой сети корненожки передвигаются и питаются. Пищей им служат бактерии, мелкие простейшие и даже некоторые многоклеточные.

Наряду с бесполом размножением Фораминиферы размножаются и половым путем. Сначала тело корненожки распадается на множество амeboидных клеток, которые покидают материнскую раковину, растут и образуют вокруг себя новую раковину. Дочерние корненожки дают начало другому поколению раковинных корненожек: путем множественного деления образуют гаметы – мелкие клетки с двумя жгутиками. Через поры раковины одинаковые по форме и размерам гаметы выходят в воду и попарно сливаются, образуя зиготу, которая дает начало

новому поколению. Таким образом, в жизненном цикле фораминифер происходит чередование бесполого и полового размножения.

Большая часть фораминифер живет в придонном слое морей и океанов, входя в состав бентоса и питаясь мелкими организмами. Некоторые виды, обладающие легкой раковиной, входят в состав планктона.

В верхних слоях морей живут Саркодовые со сложным внутренним скелетом (класс Радиоларии, или Лучевики, – Radiolaria). Большинство из них имеет округлой формы тело, от которого в виде лучей отходят многочисленные тонкие псевдоподии. Часто у радиоларий в цитоплазме находятся симбионты – водоросли, снабжающие хозяина кислородом и служащие ему пищей. Радиоларии размножаются простым делением или путем образования мелких дочерних клеток – зооспор, известно также и половое размножение.

Подтип Жгутиконосцы (Mastigophora, s. Flagellata)

Общая характеристика

Жгутиконосцы обитают в морских и пресных водах, в почве и в организме растений и животных; среди них есть опасные паразиты животных и человека. Насчитывают более 8 тыс. видов жгутиконосцев. Растительные и животные жгутиконосцы являются важным звеном в пищевых цепях водных экосистем. Некоторые жгутиконосцы находятся в симбиотических отношениях с различными животными.

Представители жгутиконосцев характеризуются наличием особых органелл – жгутиков, которые служат для передвижения; число жгутиков колеблется от 1, 2, 4, 8 до нескольких тысяч. При этом жгутики имеются постоянно в течение большей части жизненного цикла.

Размеры и форма тела жгутиконосцев разнообразны. Они покрыты довольно плотной и сложной по строению оболочкой – пелликулой, что позволяет им сохранять более или менее постоянную форму. Цитоплазма делится на два слоя: эктоплазму и эндоплазму.

Размножаются жгутиконосцы путем продольного деления клетки на две дочерние; у некоторых представителей существует половой процесс с образованием гамет и последующей их копуляцией.

Среди жгутиконосцев есть автотрофы, которые способны к фотосинтезу, гетеротрофы, характеризующиеся животным типом питания, и миксотрофы, сочетающие два способа питания.

Жгутики служат не только для движения, но и помогают захватывать пищевые частицы. В результате движения жгутика в воде возникает водоворот, увлекающий мелкие пищевые частицы к основанию жгутика, где у некоторых видов находится клеточный рот, ведущий в глотку. У видов, не имеющих клеточного рта, у основания жгутика есть участок липкой цитоплазмы, не покрытый пелликулой, через которую пища попадает в организм одноклеточного. Поступившая в цитоплазму пища заключается в образовавшиеся пищеварительные вакуоли. Непереваренные остатки пищи выбрасываются из тела простейшего во внешнюю среду в любом участке клетки.

Систематика

Царство Животные (Animalia).

Подцарство Простейшие (Protozoa).

Тип Саркомастигофоры (Sarcomastigophora).

Подтип Жгутиконосцы (Mastigophora, s. Flagellata).

Класс Растительные жгутиконосцы (Phytomastigophorea).

Отряд Эвглены (Euglenida).

Вид эвглена зеленая (*Euglena viridis*).

Отряд Вольвоксы (Volvocida).

Виды: вольвокс золотистый (*Volvox aureus*);

вольвокс глобатор (*Volvox globator*).

Класс Животные жгутиконосцы (Zoomastigophorea).

Отряд Кинетопластиды (Kinetoplastida).

Виды: трипаносомы (*Trypanosoma gambiense*);

(*Trypanosoma cruzi*);

(*Trypanosoma brucei*);

(*Trypanosoma ninaekohljakimowi*);

(*Trypanosoma equiperdum*);

лейшмании (*Leishmania tropica*);

(*Leishmania donovani*);

(*Leishmania brasiliensis*).

Отряд Дипломонады (Diplomonadida).

Вид лямблия кишечная (*Lambliа intestinalis*).

Отряд Трихомонады (Trichomonadida).

Виды: трихомонада вагинальная (*Trichomonas vaginalis*);

трихомонада человеческая (*Trichomonas hominis*);

трихомонада свиная (*Trichomonas suis*);

трихомонада плодная (*Trichomonas foetus*).

Класс Растительные жгутиконосцы (Phytomastigophorea)

Морфологический обзор. Для представителей класса Растительные жгутиконосцы характерен автотрофный тип питания, реже среди них встречаются виды с гетеротрофным типом питания. Обитают Жгутиконосцы в соленой и пресной воде. У них есть хроматофоры, содержащие хлорофилл, а многие имеют светочувствительный глазок – стигму, позволяющий выбирать наиболее освещенные участки водоема для оптимизации процессов фотосинтеза. У пресноводных форм имеется сократительная вакуоль. Встречаются колониальные формы. Колонии образуются при неполном делении, в результате которого не полностью отделившиеся друг от друга особи остаются связанными друг с другом.

Типичным представителем фитомастигофоров является эвглена зеленая (*Euglena viridis*). Она имеет веретенообразную форму тела, заостренного сзади и округлого впереди. Снаружи эвглена покрыта *пелликулой* – тонкой эластичной и плотной оболочкой, определяющей форму ее тела.

На переднем конце эвглены заметен длинный *жгутик*, находящийся в непрерывном движении, благодаря чему обеспечивается направленное движение. У основания жгутика находится узкая *глотка*, ведущая в округлой формы *резервуар сократительной вакуоли*. Сбоку от резервуара располагается *стигма*, или *светочувствительный глазок*, красноватого цвета из-за присутствия в нем каротиноидов.

Несколько ниже стигмы находится единственная *сократительная вакуоль*, выполняющая те же функции, что и у саркодовых. Вокруг сократительной вакуоли располагается несколько маленьких *приводящих вакуолей*, которые периодически в нее изливаются.

Цитоплазма эвглены, как и у амёбы, делится на *эктоплазму* и *эндоплазму*. В последней находятся *хроматофоры*, заполненные хлорофиллом, и поэтому они имеют зеленый цвет. Ближе к задней части тела в цитоплазме находится *ядро* крупных размеров. В результате фотосинтеза образуется глюкоза, которая может запасаться в виде полимера парамила. Избыток парамила скапливается в цитоплазме, формируя так называемые *парамиловые зерна*.

По способу питания эвглена относится к *миксотрофным организмам* (в определенных условиях она переходит с автотрофного питания на гетеротрофное и наоборот). На свету эвглена питается автотрофно, как растение. Если эвглену поместить в темноту, то фото-

синтез становится невозможен и она переходит с автотрофного питания на гетеротрофное, как типичное животное (рис. 3).

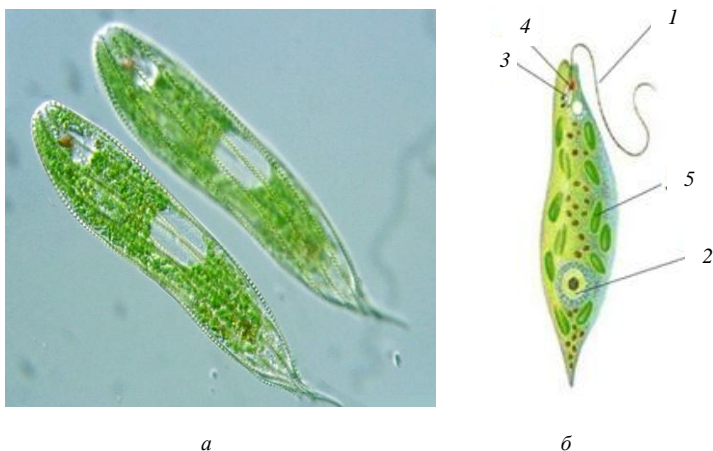


Рис. 3. Эвглена зеленая: *а* – внешний вид; *б* – внутреннее строение: 1 – жгутик; 2 – ядро; 3 – стигма; 4 – резервуар сократительной вакуоли; 5 – хроматофоры

Размножаются эвглены продольным делением. Все органоиды делятся перешнуровкой, образуя две самостоятельные дочерние особи.

При неблагоприятных условиях внешней среды эвглены *инцистируются*. Жгутик отбрасывается, тело эвглены округляется и на его поверхности выделяется *циста*. В благоприятных условиях эвглены *эксцистируются*.

Обитают эвглены в небольших мелководных пресных водоемах, богатых органическими веществами (лужах, канавах, прудах), и часто вызывают образование зеленой пленки на поверхности – «цветение» воды.

Среди фитомасстигофор встречаются и колониальные формы. Наиболее широко распространенными следует считать два вида вольвоксовых: вольвокс золотистый (*Volvox aureus*) и вольвокс глобатор (*Volvox globator*) (рис. 4).

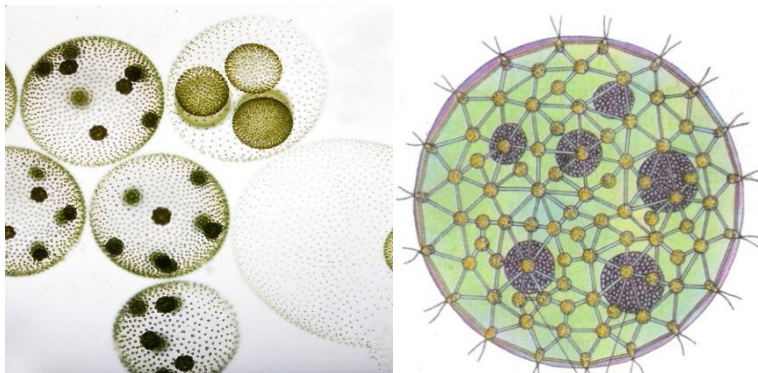


Рис. 4. Вольвокс

Вольвоксы представляют собой крупные (до 2 мм) шаровидные колонии, состоящие из нескольких тысяч клеток. Каждая особь имеет ядро, хроматофор, стигму, сократительную вакуоль и два жгутика равной длины, направленные наружу. Основная масса колонии состоит из студенистого вещества, а центральная часть заполнена полужидким содержимым.

Движение вольвокса происходит благодаря синхронизированному биению жгутиков. В воде колония может не только «перекатываться», но и ориентированно двигаться: она плывет вперед тем полюсом, на котором стигмы развиты сильнее.

Размножение вольвокса происходит иначе, чем эвглены. Рассмотрим бесполое размножение вольвокса. В колонии имеется всего около 10 клеток, обладающих способностью к делению. Эти клетки носят название «*вегетативные*». Они располагаются в нижней части колонии, где стигмы наименее развиты. При делении этих клеток внутри материнской колонии вольвокса развиваются дочерние колонии. Когда их размеры увеличатся настолько, что материнская колония не сможет их вмещать, она разрывается и погибает, а дочерние колонии выходят наружу.

При половом размножении вегетативные клетки дают начало крупным неподвижным женским макрогаметам и мелким многочисленным мужским микрогаметам. Микрогаметы освобождаются от оболочки, выходят в воду и сливаются с макрогаметами. Этот процесс называется *копуляцией*. В результате образуются зиготы, дающие начало новым колониям.

Вольвокс может рассматриваться как пример переходной формы от одноклеточных животных к многоклеточным. Отличительными чертами в строении вольвокса являются:

- 1) соединение клеток колонии между собой протоплазматическими нитями;
- 2) дифференциация клеток по выполняемым функциям: вегетативные и генеративные клетки.

Класс Животные жгутиконосцы (Zoomastigophorea)

Всем животным жгутиконосцам свойствен гетеротрофный тип питания. Большая их часть является паразитами растений и животных. Особенно опасны эндопаразиты животных и человека, относящиеся к отряду Кинетопластиды (Kinetoplastida). В плазме крови животных и человека паразитируют различные виды трипаносом (*Trypanosoma*), имеющих лентовидное тело с одним (реже с двумя) жгутиком.

Трипаносомы паразитируют в основном в крови и спинномозговой жидкости животных и человека, вызывая тяжелейшие заболевания, называемые трипаносомозами. В тропической Африке трипаносомы (*Trypanosoma rhodesiense* и *T. brucei gambiense*) вызывают «сонную болезнь» человека (рис. 5). Это длительное и тяжелое заболевание, унесшее свыше миллиона жизней, начинается небольшой лихорадкой, сопровождается сонливостью и постепенно приводит к полному истощению организма человека. Без лечения болезнь заканчивается смертью.

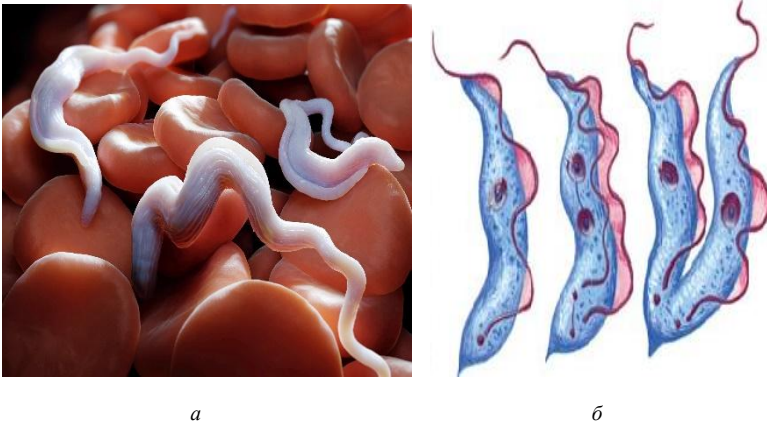


Рис. 5. Трипаносома: а – внешний вид; б – деление клетки жгутиконосца

Природным резервуаром трипаносом являются антилопы и другие животные, почти не страдающие от этих жгутиконосцев, но являющиеся их носителями.

Есть немало видов трипаносом, вызывающих тяжелые заболевания у крупного рогатого скота и верблюдов. В Африке *T. brucei* поражает рогатый скот, вызывая болезнь Нагана. Переносчиком возбудителя являются мухи цеце.

Среди представителей кинетопластид есть родичи трипаносом – лейшмании (*Leishmania*), вызывающие лейшманиоз у человека.

Один вид лейшмании (*L. donovani*) вызывает у человека заболевание, называемое висцеральным лейшманиозом (кала-азар). Распространенное в Средней Азии, Индии, Южной Америке и Индокитае это заболевание поражает в основном детей, у которых увеличиваются в размерах печень и селезенка. Болезнь сопровождается лихорадкой, истощением и малокровием. Природным резервуаром паразита являются в основном бродячие собаки.

В средней Азии и Закавказье *L. tropica* вызывает восточную язву, или пендинку. Переносчиком и вторым их хозяином являются москиты рода *Phlebotomus*.

В кишечнике и желчных протоках человека паразитирует лямблия (*Lambliia intestinalis*), вызывая болезнь лямблиоз. Тело этого паразита грушевидной формы, имеет несколько жгутиков и вооружено присоской, с помощью которой лямблия прикрепляется к слизистой кишечника.

Среди представителей отряда Трихомонадовые (*Trichomonadida*) есть опасные паразиты человека.

Трихомонады имеют четыре-шесть жгутиков, из которых один является рулевым и образует ундулирующую мембрану. *Trichomonas hominis* вызывает хронические поносы, *T. vaginalis* паразитирует в мочеполовых путях, вызывая трудноизлечимые заболевания.

Контрольные вопросы

1. Протозоология как наука.
2. Общая характеристика простейших.
3. Систематика саркодовых.
4. Передвижение и питание амёбы.
5. Строение цитоплазмы амёбы.
6. Сущность амёбоидного движения.

7. Функции сократительной вакуоли.
8. Размножение амебы.
9. Инцистирование и эксцистирование простейших.
10. Паразитические виды амеб.
11. Представители раковинных амеб.
12. Размножение раковинных амеб.
13. Значение саркодовых в природе и жизни человека.
14. Общая характеристика жгутиконосцев.
15. Систематика жгутиконосцев.
16. Строение зеленой эвглены.
17. Питание, размножение и инцистирование зеленой эвглены.
18. Особенности морфологии вольвокса.
19. Размножение вольвокса.
20. Признаки сходства вольвокса с многоклеточными животными.
21. Экологическое значение фитомасстигофор.
22. «Сонная болезнь» человека.
23. Виды трипаносом и вызываемые ими заболевания.
24. Строение лейшманий и заболевания, вызываемые ими.
25. Строение трихомонад и заболевания, вызываемые ими.

1.2. Тип Инфузории (Ciliophora)

Общая характеристика

Инфузории отличаются наиболее сложной организацией среди одноклеточных животных. Их тело покрыто пелликулой, которая позволяет им иметь относительно постоянную форму. Под пелликулой расположена эктоплазма, в которой находятся многие органеллы, в том числе базальные тельца ресничек, сократительные волокна – мионемы и защитные органеллы – трихоцисты. При раздражении инфузории выбрасывают из трихоцист множество упругих нитей, которые поражают врага, парализуя его.

Известно более 7,5 тыс. видов инфузорий, населяющих моря и пресные водоемы и входящих в состав планктона, бентоса и детрита; некоторые виды обитают в почве. Среди инфузорий много паразитических форм, в кишечнике жвачных животных обитают симбиотические формы. Органеллами движения инфузорий служат многочисленные реснички. При этом подавляющее большинство этих животных обдает ресничками в течение всей жизни. Реснички инфузорий по своему

строению сходны со жгутиками. Ресничный аппарат весьма разнообразен. Особенно сложный ресничный аппарат расположен около клеточного рта.

Вторым отличительным признаком представителей этого типа является присутствие в их теле двух ядер (ядерный дуализм): крупного вегетативного ядра (макронуклеуса) и значительно более мелкого генеративного ядра (микронуклеуса).

Многие инфузории обладают сложной системой пищеварения. Расположенный в углублении тела (перистоме) рот, или цитостом, окружен длинными ресничками, с помощью которых пищевые частички и загоняются в него. Часто рот ведет в глотку, погруженную в эндоплазму. В эндоплазме пищевые частицы окружаются пузырьками, содержащими пищеварительные ферменты, в результате образуются пищеварительные вакуоли. Непереваренные остатки пищи выбрасываются из тела инфузории в определенном месте через порошицу. Есть виды хищных инфузорий, вооруженных ротовым хоботком, с помощью которого они прокалывают покровы своей жертвы.

Большинство инфузорий питается бактериями, немногие поедают одноклеточные водоросли, и среди них встречаются даже монофитофаги. Хищные инфузории порой охотятся на жертв, которые по размерам больше самих хищниц; это, например, инфузория-туфелька. Жертву они поражают хоботком и высасывают ее содержимое. Свободноживущие инфузории являются важным звеном в пищевых цепях экосистем.

У пресноводных инфузорий имеются сократительные вакуоли, выполняющие функции осморегуляции и выделения. Иногда сократительные вакуоли усложнены несколькими приводящими каналами. В этих каналах накапливается избыток жидкости, которая затем выбрасывается в основной резервуар, из него жидкость выталкивается за пределы тела одноклеточного.

Инфузории размножаются бесполым путем, делясь надвое, но в поперечном направлении. При этом клетка делится с помощью митоза. Половой процесс в виде конъюгации не приводит к увеличению числа особей. При конъюгации две размножающиеся особи соединяются попарно. Перед соединением в каждой особи разрушаются макронуклеусы, а микронуклеусы делятся мейотически, образуя четыре гаплоидных ядра. Из них три также разрушаются, а четвертое митотически делится на два ядра. Одно из этих ядер остается в клетке, а второе мигрирует в другую особь. После такого обмена ядрами оставшееся в

клетке стационарное ядро сливается с ядром-мигрантом. В результате образуется диплоидное ядро. Затем конъюгирующие особи расходятся.

У каждой особи после расхождения из диплоидного ядра формируется макронуклеус и микронуклеус. Таким образом, в результате конъюгации в каждой особи изменяется генотип.

Систематика

Царство Животные (Animalia).

Подцарство Простейшие (Protozoa).

Тип Инфузории (Ciliophora).

Класс Ресничные (Ciliata).

Подкласс Равноресничные (Holotricha).

Отряд Трихостоматиды (Trichostomatida).

Виды: балантидиум кишечный (*Balantidium coli*);

балантидиум свиной (*Balantidium suis*);

ихтиоптириус (*Ichthyophthirius multifiliis*);

хилодонелла (*Chilodonella cyprini*).

Отряд Гименостоматиды (Hymenostomatida).

Вид инфузория-туфелька (*Paramecium caudatum*).

Подкласс Кругоресничные (Peritrichict).

Отряд Перитрихиды (Peritrichida).

Виды: сувойка (*Vorxicella sp.*);

триходина (*Trichodina sp.*);

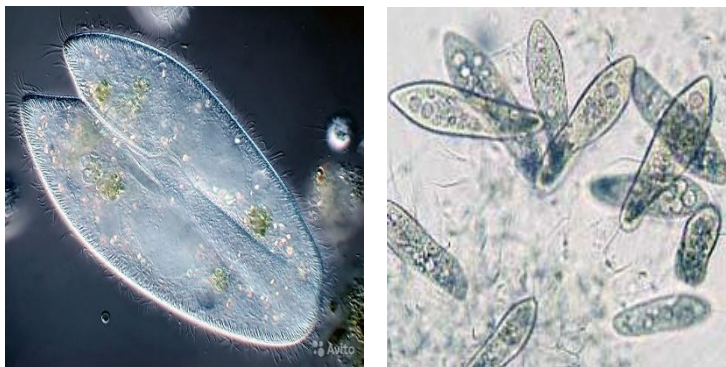
Подкласс Спиральноресничные (Spirotrichia).

Отряд Разноресничные (Heterotrichida).

Вид трубочка (*Stentor sp.*).

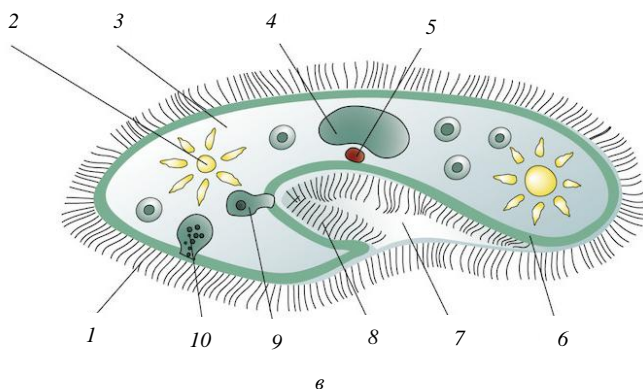
Подкласс Сосущие инфузории (Suctoria).

Морфологический обзор. Класс *Ресничные инфузории* наиболее многочисленный. Представители этого класса покрыты ресничками на протяжении всех стадий жизненного цикла. Среди представителей подкласса Равноресничные инфузории (Holotricha), характеризующихся равномерным расположением на теле ресничек равной длины, много свободноживущих (например, инфузория-туфелька (*Paramecium caudatum*)) (рис. 6), питающихся своими собратьями, и паразитических форм. Среди последних следует отметить инфузорию балантидий (*Balantidium coli*), которая встречается в кишечнике свиней и человека.



a

б



в

Рис. 6. Инфузория-туфелька: *a, б* – внешний вид; *в* – внутреннее строение: 1 – реснички; 2 – сократительная вакуоль; 3 – цитоплазма; 4 – большое ядро; 5 – малое ядро; 6 – оболочка клетки; 7 – клеточный рот; 8 – клеточная глотка; 9 – пищеварительная вакуоль; 10 – порошица

Эта инфузория питается в основном содержимым кишечника, но может разрушать слизистую кишечника, вызывая заболевание балантидоз. Заражение происходит при потреблении загрязненных цистами балантидия пищи и воды.

В природных водоемах и в прудовых хозяйствах, занимающихся разведением рыбы, большой вред наносят паразитические инфузории. Например, равноресничная инфузория *Ichthyophthirius* внедряется в кожу рыб и начинает питаться клетками хозяина. В результате на их теле

образуются многочисленные язвочки. Заболевание может привести к гибели рыб, особенно молоди карпа. На жабрах и коже часто паразитируют инфузории из рода *Trichodina*, причиняя молоди рыб существенный вред.

У большинства кругоресничных инфузорий (подкласс Кругоресничные инфузории – Peritrichida) реснички располагаются левоспирально только вокруг предротовой воронки. Многие формы ведут прикрепленный образ жизни. Так, сувойки (*Vorticella*, отряд Peritrichida) имеют сократимый стебелек, с помощью которого они прикрепляются к субстрату. Среди них есть и колониальные формы (рис. 7).



а

б

Рис. 7. Инфузории: а – трубач; б – сувойка

У спиральноресничных инфузорий (подкласс Спиральноресничные инфузории – Spirotricha) полоса ресничек, ведущих ко рту, закручена вправо. Среди этих одноклеточных особое место принадлежит инфузориям, живущим в рубце жвачных животных (отряд Entodiniomorpha). Их тело одето в прочный панцирь с многочисленными отростками, поэтому их называют панцирными инфузориями. Питаются они бактериями рубца и способствуют расщеплению клетчатки корма, взаимодействуя сложным образом с целлюлозорасщепляющими бактериями. Эти полезные симбионты не только участвуют в переваривании пищи, но и сами служат источником питания для жвачных животных.

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика инфузорий.
2. Систематика инфузорий.
3. Строение инфузории-туфельки.
4. Питание и размножение инфузории-туфельки.
5. Конъюгация и ее значение в жизни инфузорий.
6. Особенности строения сувойки.
7. Виды паразитических инфузорий и вызываемые ими заболевания.
8. Экологическое и практическое значения инфузорий.

1.3. Тип Апикомплексы (Apicomplexa)

Общая характеристика

Тип насчитывает около 4,8 тыс. видов исключительно паразитических простейших, среди которых много паразитов животных и человека. Основная масса этих простейших проходит особую фазу развития – спору, которая служит для перехода паразита от одного хозяина к другому.

Ранее представителей этого типа объединяли с другими паразитическими группами простейших, образующих споры (микроспоридиями, микроспоридиями), которые в настоящее время выделены в самостоятельные типы. Апикомплексы отличаются от свободноживущих простейших отсутствием органелл движения, жгутики у них появляются только на стадии гамет.

В жизненном цикле апикомплексов наблюдается чередование бесполого и полового процессов, хотя у некоторых из них бесполое размножение отсутствует. Бесполое размножение осуществляется путем множественного деления – шизогонии, в результате чего образуются мерозоиты. Мерозоиты инфицируют здоровые клетки хозяина. В последующем новые поколения мерозоитов дают начало поколению половых особей – гамонтов, формирующих половые гаметы.

Половой процесс протекает в форме копуляции гамет, которые у апикомплексов различаются по размерам, т. е. образуются микро- и макрогаметы. Зигота покрывается плотной оболочкой и называется ооцистой. В ооцисте начинается процесс спорогонии – образование множества спорозоитов, которые находятся внутри спор, покры-

тых оболочкой. Образованием спорозоитов заканчивается цикл апи-комплексов.

Таким образом, шизогония ведет к увеличению числа паразитов в ткани хозяина, а спорогония способствует росту числа паразитов в период их расселения в виде ооцист со спорами. Ооцисты и споры покрыты плотными оболочками, защищающими спорозоиты от внешней среды.

В жизненном цикле части споровиков происходит смена хозяев. Для проникновения в клетки хозяина они имеют особый апикальный комплекс органелл на переднем конце тела, представляющий собой упругую спираль, которая проникает в клетку хозяина после растворения оболочки этой клетки особым секретом, синтезируемым паразитом.

Тип Апикомплексы делят на два класса: Перкинсеи (*Perkinsea*) и Споровики (*Sporozoea*). Именно к споровикам относится большинство опаснейших паразитов животных и человека.

Систематика

Царство Животные (*Animalia*).

Подцарство Простейшие (*Protozoa*).

Тип Апикомплексы (*Apicomplexa*).

Класс Споровики (*Sporozoa*).

Отряд Кокцидии (*Coccidia*).

Подотряд Эймерии (*Eimeriina*).

Род Эймерия (*Eimeria*).

Виды: эймерия свиная (*Eimeria suis*);

эймерия цилиндрическая (*Eimeria cylindrical*);

эймерия кроличья (*Eimeria stiedae*).

Подсемейство Изоспоры (*Isospora*).

Род Токсоплазма (*Toxoplasma*).

Вид токсоплазма гондии *Toxoplasma gondii*.

Отряд Пироплазмы (*Piroplasmida*).

Род Бабезия (*Babesia*).

Род Пироплазма (*Piroplasma*).

Род Нутталлия (*Nuttallia*).

Род Франсаиелла (*Francaiella*).

Отряд Гемоспоридии (*Haemosporina*).

Вид плазмодиум малярийный (*Plasmodium malariae*).

Морфологический обзор. Отряд Кокцидии (Coccidia). Кокцидиеобразные – в основном внутриклеточные паразиты. У большинства происходит чередование полового и бесполого размножения. Макрогамета (женская половая гамета, или яйцо) образуется непосредственно в процессе роста гамонта (гаметоцита) без деления. Микрогаметы образуются в результате многочисленных делений гамонта с образованием мелких мужских половых гамет (спермиев). Наиболее опасны представители трех подотрядов: Эймериевые (*Eimeriina*), Кровяные споровики (*Haemosporina*) и Пироплазмы (*Piroplasmida*).

У большинства кокцидий один хозяин, в организме которого паразиты размножаются шизогонией. Спорогония же протекает частично или полностью во внешней среде. У некоторых кокцидий два хозяина: в первом паразиты размножаются бесполом путем, во втором происходит половой процесс и спорогония.

Многие виды паразитических кокцидий из рода *Eimeria* приносят значительный ущерб животноводству. Паразитируя только у позвоночных животных, кокцидии чаще всего поражают кроликов, птиц разных видов, рогатый скот. При этом наиболее подвержен заболеванию молодняк животных. Кокцидии паразитируют в клетках кишечника и вызывают кровавый понос, приводящий к гибели большей части молодняка. Болезнь называется кокцидиозом.

Особый ущерб наносит *Eimeria stiedae*, поражающая кроликов, в организм которых ооцисты паразита попадают с загрязненными кормом и водой (рис. 8). В кишечнике кролика из ооцист выходят спорозоиты, которые внедряются в клетки стенок кишечника. В этих клетках кокцидии растут и размножаются бесполом путем посредством множественного деления – шизогонии. Дочерние особи носят название мерозоитов.

Мерозоиты из пораженных клеток выходят в просвет кишечника, внедряются в здоровые клетки, растут и снова размножаются шизогонией. У *E. stiedae* развивается пять поколений мерозоитов. Последняя, пятая, генерация мерозоитов в клетках кишечника преобразуется в гамонтов. Макрогамонты не делятся и дают начало макрогаметам (яйцам), микрогамонты путем деления образуют множество подвижных микрогамет с двумя жгутиками (спермии). Микрогаметы подвижны и выходят в просвет кишечника. Одна из микрогамет проникает к макрогамете и копулирует с ней. После копуляции гамет образуется зигота. Зигота покрывается прочной оболочкой и превращается в ооцисту, которая выводится из кишечника кролика с испражнениями наружу.

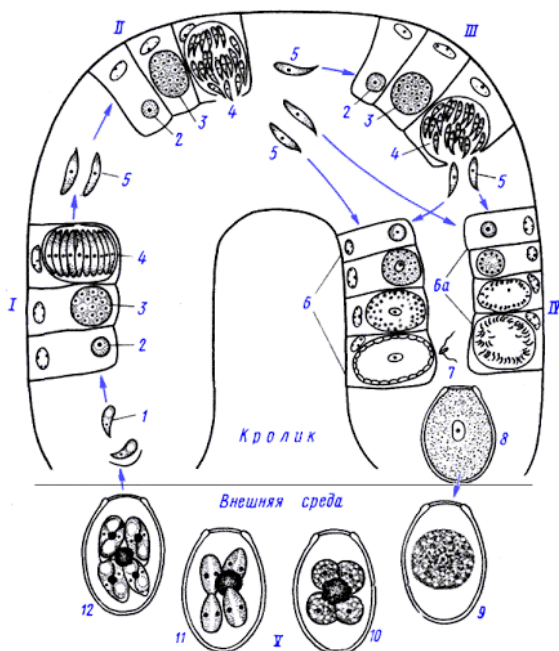


Рис. 8. Цикл развития эймерий: *I* – первое поколение шизогонии; *II* – второе поколение шизогонии; *III* – третье поколение шизогонии; *IV* – гаметогония; *V* – спорогония: *1* – спорозоиты; *2* – молодой шизонт; *3* – растущий шизонт с множеством ядер; *4* – шизонт, распавшийся на мерозоиты; *5* – развитие макрогаметы, *6*, *6a* – развитие микрогамет; *7* – микрогаметы; *8* – ооциста; *9* – ооциста, приступающая к спорогонии; *10* – ооциста с четырьмя споробlastами и остаточным телом; *11* – развитие споробlastов; *12* – зрелые ооцисты с четырьмя спорами, в каждой споре по два спорозоита

Во внешней среде в присутствии кислорода в ооцисте проходит процесс спорогонии: сначала образуется четыре споробlastа, которые покрываются собственными оболочками и превращаются в споры. В каждой споре формируется по два спорозоита. По окончании спорогонии споры становятся инвазионными. В каждой инвазионной ооцисте содержится по восемь спорозоитов. Если такая ооциста попадает в кишечник кролика, то спорозоиты выходят из споробlastов и ооцисты, начиная новый цикл развития. Весь цикл развития этого паразита завершается за 7–8 суток, и если не происходит повторного заражения, то организм кролика освобождается от кокцидий. Именно поэтому так

важно принимать меры по исключению возможности повторной инвазии.

Подотряд Кровяные споровики (Haemosporina) представлен большой группой широко распространенных внутриклеточных паразитов крови, часть жизненного цикла которых протекает в эритроцитах млекопитающих и птиц. В отличие от кокцидий, у кровяных споровиков спорогония никогда не протекает во внешней среде, а происходит в организме кровососущих насекомых, чаще комаров, которые одновременно являются и переносчиками паразитов. К этим паразитам относится возбудитель малярии, являющийся бичом населения многих тропических и субтропических стран.

В человеке паразитируют четыре вида плазмодия (род *Plasmodium*). Жизненный цикл малярийного плазмодия (*Plasmodium malariae*) типичен для остальных видов. Человек заражается при укусе комаром рода *Anopheles*, который в кровь человека вместе со слюной вносит спорозоитов малярийного плазмодия. С током крови спорозоиты достигают печени, где внедряются в паренхимные клетки, превращаются в шизонтов и дают первое поколение путем шизогонии. Вышедшие из разрушенных клеток печени мерозоиты проникают в кровь и внедряются в эритроциты, где снова делятся в процессе шизогонии. Вышедшие из разрушенных эритроцитов мерозоиты (образуется 10–20 мерозоитов из одного шизонта) снова внедряются в здоровые эритроциты (рис. 9).

Продолжительность одного этапа шизогонии специфична для каждого вида плазмодия. У *Pl. malariae* промежутки между двумя последовательными бесполоми размножениями составляют 72 часа, поэтому заболевание получило название 4-дневной лихорадки. У наиболее широко распространенного вида *Pl. vivax* этот промежуток равен 48 часам – это 3-дневная лихорадка.

У *Pl. falciparum* срок между двумя размножениями шизогонией составляет тоже около 48 часов, но промежутки между двумя приступами лихорадки сокращаются до 24 часов из-за периода высокой температуры тела у больного человека (тропическая лихорадка). Еще один вид плазмодия встречается лишь в тропической Африке – *Pl. ovale*.

Выход мерозоитов из эритроцитов сопровождается приступами лихорадки с повышением температуры, так как вместе с мерозоитами из разрушенных эритроцитов в кровь поступают продукты обмена паразитов, вызывающие интоксикацию организма человека.

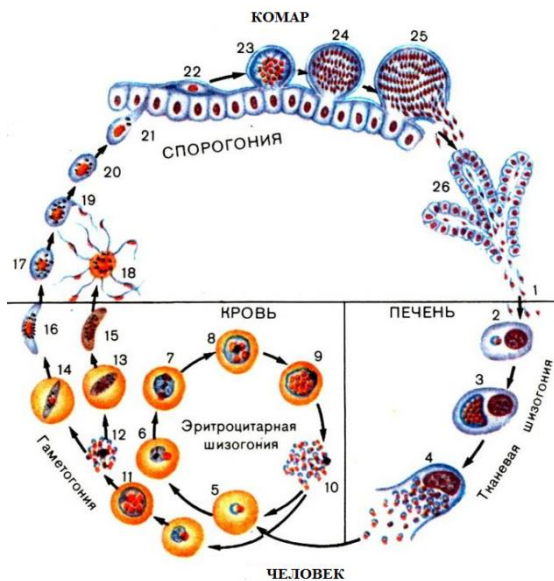


Рис. 9. Цикл развития малярийного плазмодия: 1, 2 – спорозоиты, проникающие в клетки кровеносных сосудов печени человека; 3, 4 – мерогония, или шизогония (образование мерозоитов); 5 – проникновение мерозоита в эритроцит; 6–9 – рост мерозоита и мерогония (шизогония); 10 – выход мерозоитов из эритроцита (далее эритроцитарный цикл повторяется); 11, 12 – развитие макрогаметоцита, микрогаметоцита; 13 – макрогамета; 14 – микрогаметоцит; 15 – образование микрогамет; 16 – копуляция гамет; 17 – зигота; 18 – оокинета; 19 – проникновение оокинеты через стенку желудка комара; 20 – превращение оокинеты в ооцисту; 21–23 – рост ооцисты с образованием спорозоитов; 24, 25 – выход спорозоитов из ооцисты в гемолимфу комара; 26 – спорозоиты, проникшие в слюнные железы комара

После нескольких циклов бесполого размножения шизогонией начинается подготовка к половому процессу. Внедрившиеся в эритроциты мерозоиты дают начало гамонтам, а не шизонтам, как при шизогонии. При этом образуются две группы гамонтов: макрогамонты и микрогамонты. Дальнейшего развития гамонтов в крови человека не происходит: человек становится носителем малярийного паразита.

У комара, напившегося крови больного малярией человека, в кишечнике из макрогамонта формируется женская макрогамета, а из микрогамонта образуется четыре – восемь мелких мужских микрогамет. После копуляции макро- и микрогамет образуется подвижная зигота – оокинета.

Оокинета внедряется в стенку кишки комара. В полости тела комара она преобразуется в ооцисту. В ооцисте происходит процесс спорогонии с образованием множества спорозоитов – до 500 особей. Стенки ооцисты разрушаются, и спорозоиты попадают в полость тела комара, откуда они проникают в слюнные железы и протоки желез.

При укусе человека комар со слюной вводит в кровь через хоботок спорозоиты. Таким образом, в жизненном цикле малярийного плазмодия отсутствуют стадии развития, протекающие во внешней среде. Поэтому на всем протяжении своего развития паразит не имеет стадий, когда он покрывается защитными оболочками, что отличает его от кокцидий.

Малярия широко распространена на планете. У человека, больного малярией, наблюдается малокровие (анемия), интоксикация всего организма; болезнь сопровождается приступами лихорадки. От кровяных спорозоитов в мире погибло больше людей, чем во всех войнах. Переносят малярию комары рода *Anopheles*, в основном *A. maculipennis*. В Европе существуют шесть видов-двойников малярийного комара, которых ранее объединяли в один вид.

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика типа Апикомплексы.
2. Систематика типа Апикомплексы.
3. Жизненный цикл кокцидий на примере кроличьей эймерии.
4. Биологическое значение мерогонии, гаметогонии и спорогонии.
5. Видовая специфичность кокцидий.
6. Жизненный цикл малярийного плазмодия.
7. Отличительные черты цикла развития кокцидий и плазмодия.
8. Малярия, симптомы заболевания.

2. МНОГОКЛЕТОЧНЫЕ (METAZOA)

Многоклеточные характеризуются тем, что их тело состоит из множества клеток, выполняющих в организме разные функции. В отличие от колониальных простейших в теле многоклеточного организма клетки дифференцированы по строению и по функциям; они утратили свою самостоятельность, являясь лишь частями сложного единого организма. По этой причине клетки многоклеточного животного, приобретая различного рода специализацию, не способны к независи-

мому существованию.

Для жизненного цикла многоклеточных животных характерно сложное индивидуальное развитие – онтогенез. Процесс онтогенеза включает дробление зиготы на множество бластомеров с последующей дифференцировкой их на зародышевые листки и зачатки органов, развитие, рост и образование взрослого организма. Увеличение размеров тела многоклеточных по отношению к их поверхности способствовало усложнению процессов обмена веществ, что, в свою очередь, обеспечило многоклеточным животным устойчивость жизненных процессов и способствовало продлению их жизни.

Большинство ученых считают, что многоклеточные произошли от Protozoa. В пределах Protozoa прослеживается тенденция перехода к многоклеточности. В отдельных случаях у Protozoa наблюдается даже многоклеточность отдельных фаз развития (Миксоспоридии). Структурные компоненты клеток Protozoa идентичны таковым клеток Metazoa. Важное значение в решении вопроса о происхождении многоклеточных многие исследователи приписывают колониальным простейшим, например *Volvox*, у которого имеются клетки двух типов – соматические и половые.

Еще в 1874 г. Э. Геккель утверждал, что предком многоклеточных была шаровидная колония какого-то простейшего, и что в процессе эволюции (филогенеза) за счет впячивания одной половины шара могла возникнуть первичная кишечная полость и первичный рот. Такой уже двухслойный организм плавал с помощью жгутиков, размножался половым путем и впоследствии стал предком многоклеточных.

Существует множество других теорий, но большая часть их сходится в одном: отдаленными предками многоклеточных животных были колониальные простейшие организмы.

2.1. Тип Губки (Spongia)

Общая характеристика

Губки представляют собой примитивных многоклеточных животных, ведущих прикрепленный образ жизни. Эти животные своим основанием прикрепляются к подводным предметам, а устьем обращены вверх. Форма тела губок разнообразна: могут иметь вид наростов, веточек, бокалов и др. Это одиночные, но чаще колониальные животные. Органы и ткани у них слабо выражены.

Клетки тела губок дифференцированы и имеют тенденцию к образованию тканей. Тело губок состоит из двух клеточных слоев: наружного, состоящего из плоских эпителиальных клеток, и внутреннего, состоящего из воротничковых клеток – хоаноцитов. Между наружным и внутренним слоями клеток располагается студенистое вещество – мезогля с различными клеточными элементами. У большинства губок имеется скелет, состоящий из отдельных элементов – спикул и органического вещества спонгина.

Систематика

Царство Животные (Animalia).

Подцарство Многоклеточные (Metazoa).

Тип Губки (Porifera, s. Spongia).

Класс Известковые губки (Calcispongiae).

Вид сикон (*Sycon sp.*).

Класс Стекланные губки (Hyalospongiae).

Вид корзинка Венеры (*Euplectella aspergillum*).

Класс Обыкновенные губки (Demospongiae).

Вид бадяга (*Spongilla lacustris*).

Морфологический обзор. Губки – водные сидячие многоклеточные животные, обитающие в основном в морях, но есть и пресноводные виды. Обычно они имеют форму мешка или глубокого бокала, который своим основанием прикреплен к субстрату, а отверстием обращен вверх. Помимо этого отверстия (устья) стенки губки пронизаны многочисленными тончайшими порами и каналами.

Размеры губок очень разнообразны: есть карликовые губки длиной несколько миллиметров и губки-гиганты до 1 м и более в высоту. Многие из них ярко окрашены в коричневый, желтый, зеленый, красный и фиолетовый цвета. Большинство губок – колониальные формы, лишь немногие являются одиночными.

Губки – двухслойные животные: наружный слой – пинакодерма, внутренний – хоанодерма. Между ними расположен слой неклеточного студенистого вещества – мезогля с разбросанными в ней клетками. Мезогля содержит клетки амебоциты, имеющие недифференцированный характер и способные превращаться в клетки-скелетообразователи, женские и мужские гаметы, сократительные и пигментные клетки. Наружный слой образован плоскими эктодермальными клетками, внутренний – воротничковыми клетками – хоаноцитами, из свободно-

го конца которых торчит длинный жгутик, способный двигаться. Все эти клетки имеют огромное значение для жизни губок.

Скелет состоит из минерального вещества: или углекислой извести, или кремнезема, или органического вещества спонгина.

Питаются губки взвешенными в воде мелкими частицами органических веществ и различными микроорганизмами. Частицы пищи с током воды попадают в каналы в стенках тела губки, здесь они захватываются особыми воротничковыми жгутиковыми клетками и передаются амебовидным клеткам, которые находятся в межклеточном пространстве. Внутри этих клеток перевариваются пищевые частицы. Непереваренные остатки с током воды выносятся из них в полость тела. Такой способ питания называется биофильтрацией, а губки, соответственно являются биофильтраторами. Мелкая губка способна очистить за сутки 3 л замутненной воды. Непрерывный ток воды через тело губок приносит им кислород, способствует удалению продуктов диссимилиации. Полость губок называется парагастральной и служит только для прохождения воды. В ней пища не накапливается и не переваривается, следовательно, пищеварение у губок внутриклеточное. В связи с этим губки играют важную роль в процессах очищения пресных водоемов от гниющих органических остатков, бактерий и планктонных организмов.

Губки размножаются бесполом и половым способами. Бесполое размножение происходит путем почкования. На поверхности губки появляется бугор. Он постепенно растет, а затем почка отделяется от материнского организма и переходит к самостоятельной жизни. Полностью почка отделяется редко; обычно дочерние особи сохраняют связь с материнской, и таким образом возникают колонии. Отдельные особи сливаются между собой.

Благодаря простоте организации губки обладают уникальной способностью к регенерации, т. е. восстановлению утраченных частей тела.

В настоящее время известно около 10 тыс. видов губок, из них около 50 – пресноводные. В арктических и дальневосточных морях обитает около 350 видов (рис. 10). Наибольшее разнообразие губок встречается в теплых тропических районах Мирового океана. На дне морей губки обитают на различной глубине. Большинство видов – сравнительно мелководные формы, обитающие на глубине 400–500 м. Глубже 1500 м губки встречаются очень редко, хотя их находили даже на дне самых глубоких океанических впадин (до 11 км).

По составу и строению скелета губки подразделяют на три класса:

известковые, стеклянные и обыкновенные.

Практическое значение губок невелико. Туалетные губки – обитатели южных морей, живут в неглубоких местах на камнях, скалах. В медицине они используются для изготовления тампонов, а также как шлифовочный и полировочный материал в различных производствах. Пресноводная губка – бадяга, обитает в озерах, реках, прудах, встречается на камнях, скалах. Сушеную и растертую в порошок бадягу применяют как средство народной медицины при ревматизме, ушибах, из нее изготавливают некоторые гомеопатические препараты.



а

б

Рис. 10. Губки: *а* – пресноводная губка (бадяга); *б* – морская губка

На пресноводных губках могут жить личинки ручейников и некоторых других насекомых, а также личинки водяных клещей. Эти животные частично используют губок в пищу. Колонии морских губок служат местом поселения самых разных организмов – кольчатых червей, ракообразных, иглокожих. Губки часто поселяются на других животных, например, на панцире крабов, раковинах моллюсков.

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика губок.
2. Систематика губок.
3. Особенности морфологии губок.
4. Размножение губок.
5. Значение губок в природе и жизни человека.

2.2. Тип Кишечнополостные (Cnidaria)

Общая характеристика

Тип объединяет более 10 тыс. видов примитивных многоклеточных животных, ведущих исключительно водный образ жизни и обитающих в основном в морях. Часть из них ведет свободноплавающий образ жизни, другие – сидячий и прикрепленный ко дну.

Кишечнополостным свойственна радиальная симметрия, что связано с их образом жизни. У сидячих форм один полюс тела обычно служит для прикрепления к субстрату, на другом – имеется рот. Кишечнополостные – двухслойные животные: у них формируются только два зародышевых листка – эктодерма и энтодерма. Между ними находится мезоглея, которая у одних представителей имеет вид пластинки, а у других – это большая масса студенистого вещества.

Тело кишечнополостных имеет вид открытого на одном конце мешка. В его кишечной (гастральной) полости, выстланной клетками энтодермы, происходит переваривание пищи. Отверстие служит для кишечнополостных ртом, оно окружено венцом щупалец, помогающих захватывать частицы пищи. Анальное отверстие отсутствует, а непереваренные остатки пищи выбрасываются через ротовое отверстие. Свободноживущие формы имеют уплощенное тело. Это медузы, которые активно и пассивно с течениями передвигаются в водной среде. Тело медуз имеет вид прозрачного студенистого зонтика.

Для кишечнополостных характерно наличие стрекательных клеток, служащих для добывания пищи и защиты.

Размножаются кишечнополостные бесполым (почкованием) и половым путем. У многих форм при этом наблюдается чередование поколений: бесполое поколение полипов сменяется половым поколением медуз.

Систематика

- Царство Животные (Animalia).
- Подцарство Многоклеточные (Metazoa).
- Тип Кишечнополостные (Coelenterata).
- Подтип Стрекающие (Cnidaria).
- Класс Гидроидные (Hydrozoa).
- Подкласс Гидроиды (Hydroidea).
- Отряд Гидры (Hydrida).
- Виды: гидра обыкновенная (*Hydra vulgaris*);

гидра зеленая (*Chlorogidra viridissima*);
гидра длинностебельчатая (*Pelmatohydra oligactis*).
Отряд Гидроиды (Leptolida).
Вид гидроид обелия (*Obelia sp.*).
Класс Сцифоидные (Scyphozoa).
Отряд Дискосмедузы (Semeostomeae).
Вид аурелия ушастая (*Aurelia aurita*).
Отряд Корнеротые медузы (Rhizostomeae).
Вид корнерот (*Rhizostoma pulmo*).
Отряд Ставромедузы (Stauromedusae).
Вид люцернария (*Lucernaria complanata*).
Класс Коралловые полипы (Anthozoa).
Подкласс Шестилучевые кораллы (Hexacorallia).
Отряд Актинии (Actiniaria).
Вид конская актиния (*Actinia equina*).
Отряд Мадрепоровые кораллы (Madreporaria).
Виды: акропора (*Acropora sp.*);
 мозговик (*Diploria sp.*);
 коралл-гриб (*Fungia sp.*).

Класс Гидроидные (Hydrozoa)

Морфологический обзор. Класс Гидроидные – это низший класс кишечнополостных, состоящий примерно из 4 тыс. видов. Гидроидные представлены разнообразными одиночными и колониальными формами, населяющими преимущественно моря и океаны. Имеются и пресноводные представители.

Наиболее типичными для пресных вод являются различные виды гидр (*Hydra*), ведущие одиночный образ жизни полипа (рис. 11).

Гидры – это небольшие животные высотой 1–2 см с расширенным основанием, на котором они удерживаются на субстрате. Ротовое отверстие окружено венчиком из 6–12 щупалец, а более широкое тело переходит в стебель. Мезоглея имеет вид тонкой опорной пластинки. Из промежуточных клеток при необходимости формируются половые, стрекательные и другие клетки. Нервная система гидры имеет диффузный характер, хотя вокруг рта и на подошве находятся небольшие скопления нервных клеток.

Обитают гидры в пресных водоемах со стоячей или малоподвижной водой. Гидры могут медленно передвигаться за счет скольжения

подошвы по субстрату или «кувырканием». Питаются мелкими ракообразными, инфузориями, коловратками и другими планктонными животными, улавливая добычу щупальцами, вооруженными стрекательными клетками.

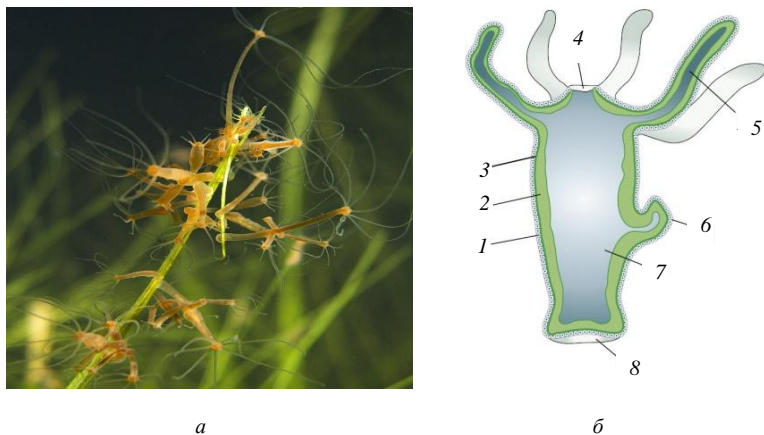


Рис. 11. Пресноводная гидра: *а* – внешний вид; *б* – схема строения: 1 – эктодерма; 2 – энтодерма; 3 – мезоглея; 4 – рот; 5 – щупальце; 6 – почка; 7 – кишечная полость; 8 – подошва

Размножаются гидроидные почкованием и половым путем. Примерно на середине тела гидры имеется пояс почкования. Дочерние организмы отпочковываются и начинают самостоятельную жизнь в течение всего лета. Осенью гидры размножаются половым путем. На поверхности тела появляются особые выпуклости: несколько семенников или один-два яичника, в каждом из которых образуется только одна яйцеклетка. Гидры раздельнополые, но есть и гермафродиты. Спермии выходят в воду и проникают в яйцеклетку другой особи.

Гидры способны к регенерации, даже из части тела восстанавливается весь организм.

Класс Сцифоидные (Scyphozoa)

Морфологический обзор. Класс Сцифоидные, насчитывающий около 200 видов, представлен крупными и мелкими морскими медузами. Большая часть их жизненного цикла проходит в форме плавающих

медуз (немногие формы ведут прикрепленный образ жизни); фаза полипа кратковременна или может отсутствовать. Тело сцифоидных медуз имеет форму зонтика, купола и т. п. (рис. 12). Строение нервной, мускульной и пищеварительной систем у этих медуз более сложное. В мезоглее купола имеются мышечные волокна, обеспечивающие сжатие купола.

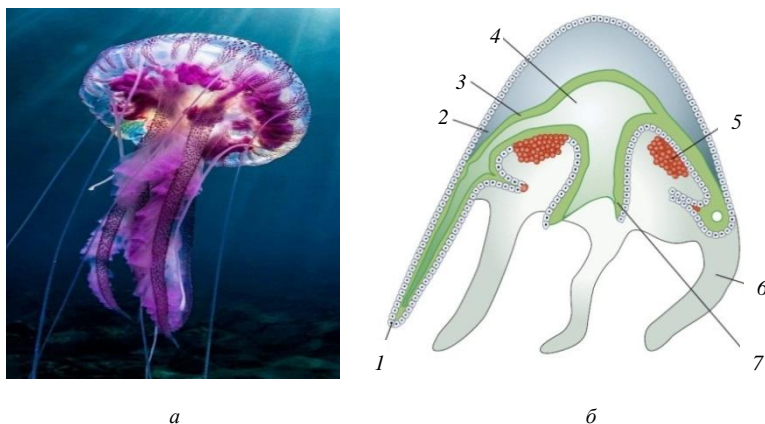


Рис. 12. Сцифоидная медуза: *а* – внешний вид; *б* – схема строения медузы (продольный разрез): 1 – эктодерма; 2 – мезоглея; 3 – энтодерма; 4 – кишечная полость; 5 – половая железа; 6 – щупальце; 7 – ротовой стебелек

Кишечная полость имеет радиальные складки и радиальные каналы, впадающие в кольцевой канал. Центральной частью пищеварительного аппарата является желудок, от которого отходит большое число разветвленных канальцев, выполняющих функции переноса питательных веществ в теле медуз.

Предротовые лопасти имеют многочисленные осязательные и стрекательные клетки. По краю зонтика расположены скопления нервных клеток – ганглии.

Органы чувств сосредоточены в укороченных щупальцах – ропалях.

В большинстве своем медузы раздельнополые. Половые продукты образуются в энтодерме: половые железы находятся в стенках желудка. Половые клетки выходят через рот в воду, где происходит копуляция мужских и женских гамет. Из оплодотворенных яиц развиваются микроскопических размеров личинки – планулы. Они плавают с помощью ресничек, затем опускаются на дно, прикрепляются к субстрату и

превращаются в мелкие одиночные полипы бокаловидной формы – сцифистомы. По мере роста сцифистомы на ее теле появляются поперечные перетяжки, деля полип на ряд дисков – медуз (эфир). Каждая эфира отделяется от сцифистомы, растет и превращается в свободно-плавающую взрослую медузу. Таким образом, развитие сцифоидных медуз не прямое, а происходит через стадии планулы, сцифистомы и стробилы.

Класс Коралловые полипы (Anthozoa)

Морфологический обзор. Класс Коралловые полипы включает одну из древнейших групп морских животных – полипы, которые не только превосходят гидроидных полипов по размерам, но и отличаются более сложным строением. Это одиночные или большей частью колониальные полипы, одной из особенностей которых является отсутствие в жизненном цикле стадии медузы, т. е. у них нет чередования поколений. Это наиболее крупный класс кишечноротовых, включающий более 6 тыс. видов, обитающих в теплых тропических морях с температурой воды не ниже 20 °С на глубине до 50 м.

Ротовое отверстие коралловых полипов окружено венчиком щупалец, число которых у одних полипов равно восьми (восьмилучевые кораллы), у других – шести (шестилучевые кораллы), но у крупных форм это правило может не соблюдаться.

Пищевые частицы через рот попадают сначала в сплюснутую с боков эктодермальную глотку, а оттуда – в хорошо развитую с перегородками (септами) кишечную полость. Число перегородок может быть либо восемь, либо шесть – кратно числу щупалец. В глотке есть клетки с длинными ресничками, которые непрерывно гонят воду внутрь гастральной полости полипа, откуда та выводится наружу. Так обеспечивается постоянная смена воды.

У колониальных полипов мощный скелет чаще всего представлен углекислыми солями, реже – роговым веществом. Скелет может быть наружным или внутренним.

Коралловые полипы (рис. 13) размножаются бесполом и половым путем. Ведущие одиночный образ жизни актинии иногда размножаются делением, у колониальных видов наблюдается почкование. Половые железы формируются в перегородках между энтодермой и мезоглеей. Спермии выходят через ротовое отверстие наружу и через рот проникают в гастральную полость женской особи, где и происходит оплодотворение. У некоторых форм оплодотворение наружное. Развитие

происходит с метаморфозом: из зиготы развивается плавающая личинка – планула, которая прикрепляется к субстрату и дает начало новому полипу.



Рис. 13. Коралловые полипы

Актинии – одиночные шестилучевые ярко окрашенные полипы, лишенные скелета. Они могут медленно передвигаться с помощью мускулистой подошвы. Актинии очень чувствительны к раздражениям, сильно сокращаются, превращаясь в небольшой комок. Это хищники, питающиеся ракообразными, моллюсками и другими крупными животными, которых они захватывают щупальцами, парализуя стрекательными нитями.

В тропиках широко распространены рифообразующие мадрепоровые шестилучевые кораллы, характеризующиеся крупными размерами – более 4 м высотой. Коралловые рифы служат местом обитания многих морских организмов. Животные и растения в коралловых рифах образуют своеобразное сообщество (биоценоз) рифа.

Рифы условно подразделяют на три типа: береговые, барьерные и атоллы. Береговые расположены непосредственно по берегам островов или материков, а барьерные рифы – параллельно береговой линии на некотором расстоянии. Атоллы – это кольцеобразные возвышающиеся над океаном коралловые острова с озерцем внутри.

Значение кишечнополостных в Мировом океане трудно переоценить: с их помощью осуществляется круговорот кальция в биосфере, они очищают морскую воду от органической взвеси и являются звень-

ями в пищевых цепях и т. п. Кишечнополостные (медузы) служат объектом промысла (Япония, Китай), кораллы используют для украшений, коллекций и ювелирных изделий, медицинских препаратов.

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика кишечнополостных.
2. Систематика кишечнополостных.
3. Морфология гидры.
4. Строение и значение стрекательных клеток гидры.
5. Размножение гидры.
6. Паразитофауна гидры.
7. Строение сцифоидных медуз.
8. Размножение сцифомедуз.
9. Строение коралловых полипов.
10. Размножение кораллов.
11. Роль кораллов в природе и жизни человека.

2.3. Тип Плоские черви (Plathelminthes)

Общая характеристика

Черви (Vermes) – это обширный и разнообразный тип беспозвоночных животных с удлинённым трубчатым, круглым или плоским мягкокожим телом. Черви являются одной из древнейших и самых распространённых групп многоклеточных животных. Термин «черви» до недавнего времени был широко распространён в системе беспозвоночных. Под ним объединяли в один общий тип червей не только плоских, круглых и кольчатых, но и ряд примыкающих к ним групп. В настоящее время черви потеряли свое классификационное значение. Однако само понятие не утратило обиходного зоологического смысла.

Органы движения у червей нечленистые или их вовсе нет; тело голое или покрытое иглами, щетинками, ресницами. Кожа некоторых видов червей выделяет слизь или известь для трубок. У многих червей простые глаза, мягкие нити на голове или членистые нити и стяжки. Некоторые имеют органы дыхания и сосудистую систему. Многие черви раздельнополы, други – гермафродиты.

Самые низкоорганизованные черви – низшие турбеллярии – по многим особенностям строения или физиологии близки к кишечнопо-

лостным, а высшие – кольчатые черви – столь же близки к членистоногим.

Большинство представителей типа Плоские черви имеют двусторонне-несимметричное тело. Такая симметрия впервые появляется у этой группы животных. Тело обычно уплощено (в виде листа) или вытянуто в длину (в виде ленты). Насчитывают около 15 тыс. видов плоских червей, из которых большинство являются наружными или внутренними паразитами животных и человека, часть червей живет в морях, пресных водоемах и почве.

Совокупность кожного эпителия и подстилающей его мускулатуры образует кожно-мускульный мешок. У свободноживущих форм кожный эпителий имеет реснички. Под кожей залегает несколько слоев мышц: кольцевые, диагональные и продольные, что позволяет червям совершать разнообразные движения. Плоские черви не имеют полости тела (бесполостные), поскольку все пространство между внутренними органами и стенкой тела заполнено рыхло расположенными клетками – паренхимой (паренхиматозные черви). Паренхима выполняет опорные функции, в ней накапливаются резервные питательные вещества, она участвует в процессах обмена веществ.

Пищеварительный канал примитивен, обычно разветвлен и представлен двумя отделами: эктодермальной глоткой (передняя кишка) и энтодермальной средней кишкой, которая заканчивается слепо. Задней кишкой и анального отверстия нет.

Нервная система представлена парным мозговым ганглием и отходящими от него несколькими парами нервных стволов, идущих назад и соединенных между собой кольцевыми перемычками – комиссурами.

Кровеносная и дыхательная системы отсутствуют. Свободноживущие плоские черви дышат через кожу; для эндопаразитических форм характерно анаэробное дыхание.

У плоских червей появляются органы выделения, построенные по типу протонефридиев в виде системы разветвленных канальцев. Плоские черви в большинстве своем гермафродиты.

Половая система устроена сложно и обеспечивает внутреннее оплодотворение и высокую плодовитость.

К типу плоских червей относят десять классов, из которых шесть – исключительно паразитические. Наиболее многочисленными являются четыре класса: Ресничные черви (*Turbellaria*), Дигенетические сосальщики (*Trematoda*), Моногенетические сосальщики (*Monogenea*) и Ленточные черви, или Цестоды (*Cestoda*).

Считается, что плоские черви произошли от древних кишечнополо-

стных, которые перешли к передвижению по дну, где они могли вести хищнический образ жизни.

Систематика

Царство Животные (Animalia).

Подцарство Многоклеточные (Metazoa).

Тип Плоские черви (Plathelminthes).

Класс Ресничные черви (Turbellaria).

Отряд Трехветвистокишечные (Tricladida).

Вид молочная планария (*Dendrocoelium lacteum*).

Класс Дигенетические сосальщики (Trematoda).

Отряд Фасциолиды (Fasciolida).

Виды: печеночный сосальщик (*Fasciola hepatica*);

ланцетовидный сосальщик (*Dicrocoelium lanceatum*);

кошачий сосальщик (*Opistorchis felineus*).

Класс Моногенетические сосальщики (Monogenea).

Отряд Гиродактилиды (Gyrodactylidea).

Вид лягушачий сосальщик (*Polystoma integerrimum*).

Класс Ресничные черви, или Турбеллярии (Turbellaria)

Морфологический обзор. К классу Ресничные черви относится большая группа (около 3,5 тыс. видов) свободноживущих в воде или почве плоских червей, тело которых не расчленено и покрыто мерцательным (ресничным) эпителием. Все турбеллярии – хищники. На переднем конце тела ресничных червей имеется несколько примитивных глазков. У большинства представителей рот расположен посередине тела на его брюшной стороне (рис. 14).

Длина тела может колебаться от долей миллиметра до 35 см. Форма тела уплощена и чрезвычайно разнообразна. Морские турбеллярии ярко окрашены.

Покровы представлены ресничным однослойным эпителием. Реснички способствуют передвижению мелких червей в воде. Более крупные представители этого класса ползают. В кожном эпителии располагаются особые палочковидные образования – рабдиты, выполняющие защитные функции: выбрасываясь наружу, они окутывают врага рыхлой клейкой оболочкой. В покровах ресничных червей много железистых клеток, из которых одни выделяют слизь, а другие – ядовитые вещества.

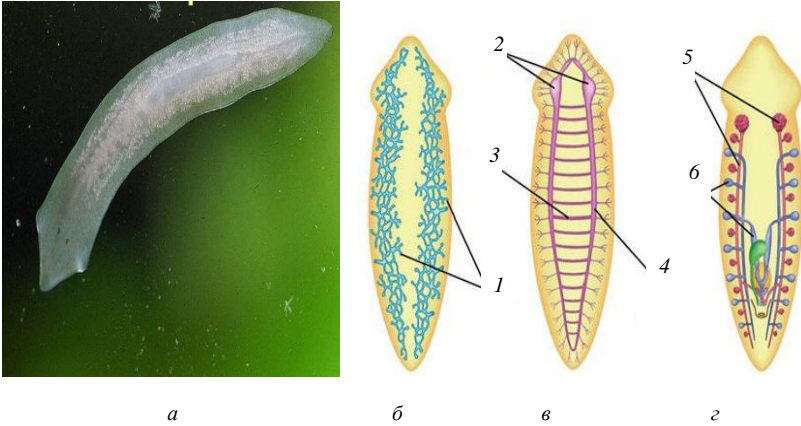


Рис. 14. Молочно-белая планария: *а* – внешний вид; *б* – выделительная система; *в* – нервная система; *г* – половая система: 1 – клетки с ресничками; 2 – головной нервный узел; 3 – поперечный нервный ствол; 4 – продольный нервный ствол; 5 – женская половая система; 6 – мужская половая система

Нервная система у разных представителей различна по своей сложности. У примитивных форм она диффузного типа. Есть виды, у которых вдоль тела идет несколько нервных тяжей. У более сложноорганизованных имеются ганглии с продольными нервными тяжами (рис. 14, *в*).

Органы пищеварения. У большинства видов на брюшной стороне в средней ее части расположен рот, ведущий в глотку, которая может выпячиваться наружу и присасываться к жертве, высасывая ее содержимое. Кишечник чаще всего ветвится на две и более ветвей, заканчивающихся слепо. Непереваренные остатки пищи выбрасываются наружу через рот.

Газообмен осуществляется путем диффузии кислорода из воды через покровы внутрь тела, а диоксида углерода – наружу.

Выделительная система протонефридиального типа. Как отдельная система органов впервые появляется у ресничных червей (рис. 14, *б*).

Органы размножения устроены довольно сложно. Большая часть ресничных червей гермафродиты. Мужская половая система представлена множеством мелких семенников, разбросанных в паренхиме. От семенников отходят семявыносящие каналы, которые, сливаясь,

образуют два семяпровода. Семяпроводы формируют непарный семяизвергательный канал, пронизывающий совокупительный орган, расположенный в половой клоаке.

Женская половая система представлена одним или множеством яичников. От яичников отходят два яйцевода, принимающие протоки желточников и сливающиеся в один канал – влагалище. Влагалище открывается в половую клоаку.

Интересна способность ресничных червей к регенерации: при расчленении одного червя на сотни частей из каждой части может восстановиться новая особь.

В морях и океанах обитают мелкие ресничные черви. Среди пресноводных представителей отечественной фауны можно отметить молочно-белую планарию. Многочисленные трехветвистокишечные турбеллярии населяют озеро Байкал. Многие виды ресничных червей служат кормом для рыб.

Класс Дигенетические сосальщики, или Трематоды (Trematoda)

Морфологический обзор. Класс Дигенетические сосальщики (Trematoda) полностью состоит из паразитов беспозвоночных и позвоночных животных, насчитывая около 4 тыс. видов.

Наиболее опасны как паразиты сельскохозяйственных животных и человека следующие дигенетические сосальщики.

Печеночный сосальщик (*Fasciola hepatica*) имеет листовидное тело до 5 см длиной. На переднем конце тела расположено ротовое отверстие, окруженное ротовой присоской. На брюшной стороне тела имеется брюшная присоска. Кишечник двуветвистый с множеством отростков. Два ветвистых семенника расположены в середине тела ниже компактного ветвистого яичника.

Печеночный сосальщик (рис. 15) паразитирует в желчных протоках печени растительноядных и всеядных животных, где питается желчью. Может поражать и человека, вызывая заболевание фасциолез. Сильнее всего поражаются овцы и молочный скот, которых пасут в поймах рек, на заливных лугах и т. п. Нередко болезнь может иметь летальный исход из-за закупоривания двуустками желчных протоков и невозможности оттока желчи из печени.

С желчью оплодотворенные яйца, покрытые оболочками, через кишечный тракт с калом хозяина попадают во внешнюю среду. За сутки один паразит может отложить сотни тысяч яиц.

Чтобы развиваться дальше, яйцо должно попасть в воду, где через

3–6 недель оно открывается и из яйца выходит микроскопическая личинка, покрытая ресничками, – мирацидий. В задней части тела мирацидия лежат партеногенетические яйца.

Внутри спороцисты путем дробления и дифференцировки в течение 3–4 недель из партеногенетических яиц развивается новое поколение личинок – редики. Редии выходят из погибшей спороцисты через разрывы ее стенок. Они имеют вытянутое тело с развитым пищеварительным аппаратом. Питаются редии тканями хозяина, заглатывая их через рот. В теле каждой редии развивается следующее (второе) поколение партеногенетических редики. Из редики второго поколения образуется новая партеногенетическая форма личинок – церкарии.

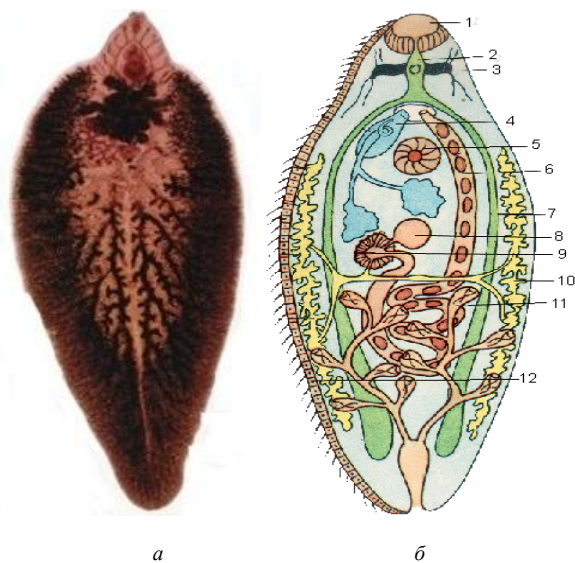


Рис. 15. Печеночный сосальщик: *а* – внешний вид; *б* – внутреннее строение: 1 – ротовая присоска; 2 – глотка; 3 – нервная система; 4 – мужская половая система; 5 – брюшная присоска; 6 – матка с яйцами; 7 – ветви кишечника; 8 – яичник; 9 – оотип; 10 – желточник; 11 – выделительная система; 12 – эпителий

Развитие церкариев длится до 6 недель. Церкарии выходят из тела малого прудовика в воду и прикрепляются к водным прибрежным растениям, затем покрываются плотной оболочкой и инцистируются, пре-

вращаясь в последнюю стадию развития сосальщика – адолескариев.

Адолескарии сохраняют жизнеспособность в воде и влажной среде многие месяцы. Долго живут они в сене, заготовленном из растений, на которых закрепились церкарии.

Окончательные (дефинитивные) хозяева заражаются фасциолезом, заглатывая адолескариев с прибрежной травой, сеном и водой из зараженных водоемов.

В кишечнике дефинитивного хозяина оболочки адолескариев растворяются, зародыш сосальщика через брюшную полость или через кровеносную систему проникает в паренхиму печени, а через некоторое время – в желчные протоки. В печени сосальщик живет до нескольких лет.

Весь цикл развития (от мирацидия до половозрелого состояния) может занимать до 7 месяцев. Борьба с фасциолезом сводится к лечебным и профилактическим мерам с целью предупреждения попадания адолескариев в организм сельскохозяйственных животных (мелиорация пастбищ, поение скота чистой водой из специальных сооружений, смена пастбищ и т. д.).

Ланцетовидный сосальщик (*Dicrocoelium lanceatum*), или ланцетовидная двуустка, – небольшой червь (около 1 см) ланцетовидной формы, распространен в засушливых регионах страны. Имеет две присоски, двуветвистый кишечник без боковых отростков, неветвящиеся яичник и семенники. Паразитирует в печени мелкого и крупного рогатого скота и других травоядных млекопитающих.

Первым промежуточным хозяином ланцетовидного сосальщика служат разные виды сухопутных брюхоногих моллюсков. С каловыми массами дефинитивного хозяина выходят яйца сосальщика, окруженные толстыми оболочками, которые позволяют им сохранять жизнеспособность в течение нескольких месяцев. В яйцах находятся сформированные мирацидии. Моллюски заражаются, поедая эти яйца.

В кишечнике моллюсков мирацидии освобождаются от яйцевых оболочек и проникают в печень промежуточного хозяина. Там мирацидии превращаются в спороцисты, в которых партеногенетически развиваются дочерние спороцисты. Последние дают начало партеногенетическим церкариям. Сотни церкариев проникают в легкие моллюска, обволакиваются слизью в комочки (пакеты церкариев) и в таком виде выбрасываются через дыхательное отверстие наружу.

Вторым промежуточным хозяином являются разные виды муравьев, которые могут поедать слизистые комочки с церкариями. Через стенку кишечника муравьев церкарии проникают в полость тела насе-

комых, где превращаются в метацеркариев (без хвоста, окруженные оболочками).

Скот на пастбище заглатывает траву с пораженными муравьями. В его кишечнике муравьи перевариваются, а освободившиеся метацеркарии через желчный проток попадают в печень definitiveного хозяина.

Кошачий сосальщик (*Opisthorchis felineus*), или кошачья двуустка, паразитирует в печени хищных млекопитающих, а иногда и человека, вызывая тяжелое заболевание – описторхоз. По строению и размерам паразит напоминает ланцетовидного сосальщика.

Кошачий сосальщик живет в желчных протоках печени, в желчном пузыре и даже в поджелудочной железе. Первым промежуточным хозяином служит пресноводный брюхоногий моллюск битиния (*Bithynia leachi*), в котором мирацидии проходят те же стадии цикла развития, что и печеночный сосальщик: мирацидии – спороцисты – редии – церкарии. Церкарии, покинувшие первого промежуточного хозяина, выходят в воду и активно внедряются в тело рыб, в основном различных видов карповых, где превращаются в метацеркариев.

Хищники заражаются, съедая рыбу, пораженную метацеркариями. Заражение человека и животных происходит при поедании вяленой, мороженой или сырой рыбы, инцистированной метацеркариями. Если не оказать человеку своевременную медицинскую помощь, то болезнь может иметь смертельный исход.

Класс Моногенетические сосальщики (Monogenea)

Морфологический обзор. За редким исключением моногенетические сосальщики являются эктопаразитами позвоночных (рыб, амфибий) и беспозвоночных (моллюсков) животных. Науке известно более 2,5 тыс. видов моногеней. Паразитируют они на жабрах и коже рыб, некоторые поражают мочевой пузырь амфибий и рептилий. По своей организации моногеней близки к трематодам. Они обладают мощными органами для прикрепления к хозяину. Это присоски и крючья или только крючья, которые расположены на обособленном заднем отделе тела в виде диска, а также мелкие присоски около рта, выделяющие липкий секрет. Ротовая и брюшная присоски у моногеней отсутствуют. Из органов чувств можно отметить наличие на покровах многочисленных чувствующих клеток, а на переднем конце – глазков.

Тело моногеней заключено в кожно-мускульный мешок. Кишечник

двухветвистый, иногда с боковыми отростками или мешковидный. Половые железы непарные. Парные выделительные каналы протонефридиальной системы открываются на переднем конце тела парными отверстиями.

В половой системе имеется влагалище, по которому сперма вводится в оотип и семяприемник. Матка открывается самостоятельным отверстием в половую клоаку и служит только для выведения оплодотворенных яиц.

Размножаются моногенеи (рис. 16) исключительно половым путем, некоторым видам свойствен партеногенез. Жизненный цикл проходит без смены хозяина, в одном организме.

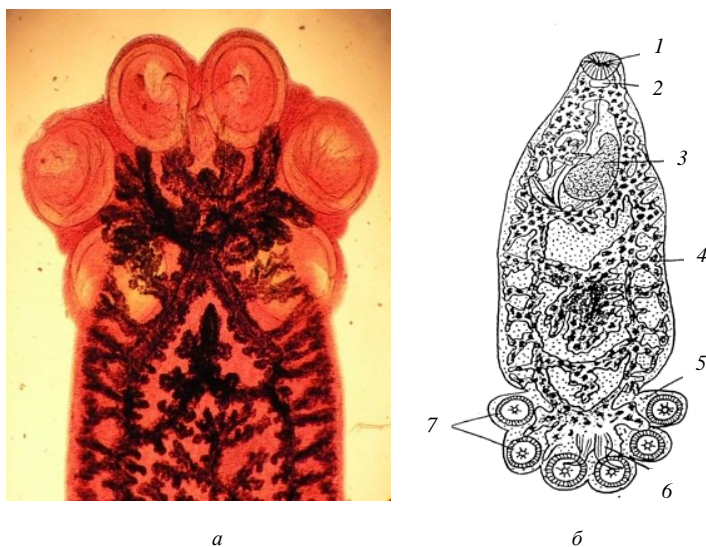


Рис. 16. Лягушачий сосальщик:
 а – внешний вид; б – схема строения: 1 – рот; 2 – глотка; 3 – яичник;
 4 – кишечник; 5 – прикрепительный диск; 6 – крючья; 7 – присоски

Из оплодотворенного яйца выходит свободноплавающая личинка с ресничками, глазами и органами прикрепления на заднем конце тела. Личинка напоминает планарию.

Некоторые моногенетические сосальщики приносят вред рыбному хозяйству, поражая рыб и вызывая их истощение. Например, мелкие черви *Dactylogyrus vastator* длиной 1–3 мм живут на жабрах и коже

карповых и других рыб, питаются кровью. Из яиц, отложенных дактилогирисом, вылупляются личинки, которые затем прикрепляются к жабрам рыб, где превращаются во взрослых паразитов.

На карпах часто паразитирует живородящий вид моногеней – *Gyrodactylus eltgens*.

Встречаются паразиты лягушек, в частности лягушачья многоустка, у которой жизненный цикл усложнен и тесно связан с ростом и развитием хозяев – головастиков и лягушек.

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика плоских червей.
2. Систематика плоских червей.
3. Строение ресничных червей на примере молочно-белой планарии.
4. Значение ресничных червей в природе.
5. Особенности морфологии трематод по сравнению с ресничными червями.
6. Основные стадии жизненного цикла сосальщиков.
7. Цикл развития фасциолы.
8. Цикл развития ланцетовидного сосальщика.
9. Строение фасциолы.
10. Особенности морфологии и биологии партеногенетических стадий сосальщиков.
11. Строение моногеней.
12. Биологическое значение сосальщиков.

Класс Ленточные черви (Cestoda)

Общая характеристика

Цестоды – эндопаразиты различных животных, преимущественно позвоночных и человека. Взрослые черви паразитируют в тонком отделе кишечника definitive хозяина; личинки паразитов развиваются в различных органах и полостях тела промежуточного хозяина – беспозвоночных и позвоночных животных. Известно более 3 тыс. видов цестод, среди которых встречается множество паразитов животных и человека.

У большинства представителей ленточных червей тело имеет вид плоской ленты, часто разделенной на множество члеников. Тело имеет

головку – сколекс, которая продолжается в шейку; за шейкой следует тело червя – стробила. Стробила состоит из множества (от нескольких сотен до тысяч, но бывает и два-четыре) члеников – проглоттид. Реже встречаются Цестоды с нерасчлененным телом. Головка цестод имеет специальные органы прикрепления: присоски, крючья, ботрии (щелевидные углубления).

В связи с паразитическим образом жизни у ленточных червей слабо развиты нервная система и органы чувств, редуцирована пищеварительная система. Однако половая система у них достигает высокого уровня развития, обеспечивая огромную плодовитость, а следовательно, и возможность выживания.

Систематика

Царство Животные (Animalia).

Подцарство Многоклеточные (Metazoa).

Тип Плоские черви (Plathelminthes).

Класс Ленточные черви (Cestoda).

Отряд Цепни (Cyclophyllidea).

Виды: свиной цепень (*Taenia solium*);

бычий цепень (*Taeniarhynchus saginatus*);

огуречный цепень (*Dipylidium caninum*);

карликовый цепень (*Hymenolepis nana*);

эхинококк (*Echinococcus granulosus*);

альвеококк (*Alveococcus multilocularis*);

овечий мозговик (*Multiceps multiceps*);

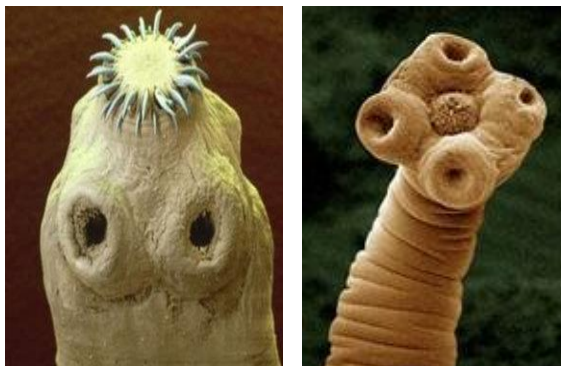
мониезия (*Moniezia expansa*).

Отряд Лентецы (Pseudophyllidea).

Виды: лентец широкий (*Diphyllobothrium latum*);

ремнец (*Ligula intestinalis*).

Морфологический обзор. Длина тела колеблется от нескольких миллиметров до 15 м. Головка (сколекс) имеет разное строение у различных цестод (рис. 17). У бычьего цепня сколекс имеет только четыре присоски (невооруженный цепень), головка свиного цепня помимо четырех присосок на вершине вооружена дополнительно венчиком из хитиновых крючьев (вооруженный цепень), головка широкого лентеца имеет два щелевидных углубления – ботрии, которыми они зажимают складку стенки кишки хозяина.



а

б



в

Рис. 17. Сколексы ленточных червей: *а* – свиного солитера; *б* – бычьего цепня; *в* – лентеца широкого

Шейка цестод является зоной роста червя, так как в ней происходит отщуривание новых члеников, из которых состоит стробила. Только у немногих представителей (ремнец, гвоздичник) тело не подразделяется на членики. На заднем конце тела цестод находятся зрелые членики, наполненные яйцами червя. Они отрываются по мере созревания и увлекаются с калом хозяина во внешнюю среду. Таким образом, у цестод происходит постоянный прирост молодых члеников и отрыв старых (зрелых). Число члеников у разных цестод может варьировать в широких пределах: от двух-четырех до нескольких тысяч. В передней

части стробилы расположены незрелые членики, у которых еще не развиты половые органы; за незрелыми следуют гермафродитные членики с развитой гермафродитной половой системой. Конец стробилы представлен зрелыми члениками с маткой, набитой яйцами.

Мускулатура представлена наружным кольцевым и внутренним продольными слоями. Может быть и третий слой – диагональный. В кишечнике хозяина ленточные черви совершают медленные движения. Такие же движения совершают и вышедшие наружу с калом зрелые членики.

Нервная система состоит из скопления в сколексе червя нервных клеток и продольных парных тяжей, идущих до конца тела.

Органы чувств выражены слабо.

Органы дыхания и пищеварения у цестод отсутствуют.

Органы выделения по строению однотипны с органами выделения трематод. В паренхиме располагаются звездчатые клетки, несущие реснички; от этих клеток отходят выносящие каналы, сливающиеся в два крупных выделительных канала, идущих по бокам стробилы.

Половая система цестод похожа на половую систему трематод. У нерасчлененных цестод в паренхиме расположен лишь один комплект мужских и женских половых органов. У расчлененных цестод каждый гермафродитный членик имеет по одному комплекту женских и одному комплекту мужских половых органов.

Систематический обзор ленточных червей

Отряд Ценни (Cyclophyllidea) представлен ленточными червями, на сколексе которых имеются четыре присоски, а у многих видов дополнительно есть венчики крючьев.

Невооруженный (бычий) цепень (Taeniarhynchus saginatus) достигает в длину 8–12 м. На головке расположены только четыре присоски, а хоботка с крючьями нет. Паразитирует только в кишечнике человека. В матке зрелого членика может быть до 100 тыс. яиц.

Вышедшие с калом человека зрелые членики могут передвигаться. Промежуточный хозяин – крупный рогатый скот. Заражается, проглатывая яйца с кормом и водой. В кишечнике животных из яиц выходят онкосферы, которые вбуравливаются в стенку кишечника и проникают в кровь. Онкосферы оседают в мышцах внутренних органов, где образуются финны типа цистицерк. Человек может заразиться, употребляя плохо проваренное или недожаренное мясо пораженного скота.

Заболевший человек худеет, происходит интоксикация организма продуктами выделения цепня. Бычий цепень живет до 18 лет, производя за этот период до 11 млрд яиц.

Вооруженный (свиной) цепень (Taenia solium), или свиной солитер, немного уступает бычьему по своим размерам – 2–4 м. Дефинитивным хозяином является человек. На головке помимо четырех присосок имеется хоботок с венчиком острых хитиновых крючьев. Цикл развития этого цепня сходен с циклом развития бычьего цепня. Однако свиной солитер для человека более опасен, так как его труднее изгонять из кишечника (он прочно прикреплен к стенке кишки), а главное, человек может быть и промежуточным хозяином. Финны солитера развиваются в различных внутренних органах, в том числе и в печени, сердце, мозге, что может привести к смерти.

Зрелые членики из тела человека могут выходить целыми обрывками стробилы. Членики не способны передвигаться по субстрату. Промежуточным хозяином могут быть свинья, кабан, собака, кошка, кролик, заяц, медведь, верблюд, иногда и человек. Финны типа цистицерк концентрируются в основном в мышцах, но могут оседать в сердце, печени, мозге и глазах, длительное время (до 6 лет) сохраняя жизнеспособность. Заражение происходит при поедании не прожаренного и не проваренного мяса, чаще всего свиного. Человек может быть промежуточным хозяином, если в его кишечник попадут зрелые яйца. В этом случае финны образуются в мышцах человека, вызывая тяжелое заболевание. Взрослые черви живут в кишечнике человека несколько лет.

Овечий мозговик (Multiceps multiceps) – червь небольших размеров; длина его доходит до 80 см. Головка кроме четырех присосок вооружена хоботком с двумя рядами крючьев. Дефинитивным хозяином являются собака и ее дикие родичи. Зрелые членики с калом собак попадают во внешнюю среду. Если яйца будут проглочены промежуточным хозяином (овца, коза, а также крупный рогатый скот, реже свинья, верблюд и другие животные, очень редко человек), то из яиц выходят онкосферы, которые внедряются в стенки кишечника и с током крови разносятся по организму. В головном мозге животного онкосфера превращается в ценур, достигающий размеров куриного яйца. Пораженная финной овца совершает круговые движения, так как обычно поражается одна половина мозга, что и определило название болезни – вертячка овец. Среди больных овец наблюдается массовая гибель. Собаки заражаются, поедая мозг погибших от вертячки овец. Взрослые черви

живут до 6–8 месяцев.

Мониезии (различные виды рода *Moniezia*) достигают в длину 5 м и более. Головка червя имеет только четыре присоски. Дефинитивным хозяином паразита является мелкий и крупный рогатый скот. Особенно тяжело переносят заболевание молодые животные.

Промежуточными хозяевами служат некровососущие микроскопические малые панцирные клещи, населяющие почву. Клещи поедают онкосферы, выпавшие из разрушившихся члеников паразита. Онкосферы через стенки кишечника клещей проникают в полость тела и там превращаются в мелкие финны типа цистицеркоид (мельчайшая личинка с одной головкой). Млекопитающие заражаются, поедая с травой пораженных клещей. В борьбе с мониезией важен режим чередования выпаса скота на пастбищах.

Эхинококк (*Echinococcus granulosus*) достигает в длину около 5 мм. Головка этого паразита имеет четыре присоски и хоботок с двумя рядами крючьев. Для эхинококка характерно наличие всего трех-четырёх члеников: незрелый, гермафродитный и зрелый. Зрелый членик, содержащий до 800 яиц, отрывается от тела паразита и выносится с каловыми массами дефинитивного хозяина (собаки, волка, шакала, лисицы, а также других хищных животных) во внешнюю среду. Зрелые членики во внешней среде некоторое время могут передвигаться, в том числе и в шерсти хозяина. Место оторвавшегося зрелого членика после оплодотворения занимает гермафродитный членик, который становится зрелым.

Промежуточным хозяином могут стать мелкий и крупный рогатый скот, свиньи, лошади, кролики, грызуны и другие млекопитающие, кроме семейства собачьих. Им может стать и человек. Заболевание называется эхинококкозом, часты летальные исходы.

В кишечнике промежуточного хозяина из яйца выходит онкосфера. Попадая через стенки кишечника в кровяное русло, онкосфера мигрирует по всему организму, оседая и образуя финны типа эхинококк, чаще всего в печени, реже в легких, мышцах и мозге. У крупного рогатого скота масса финны может достигать более 50 кг.

Источником заражения человека могут стать собаки, особенно пастушьи или при свободном содержании в поселках и городах. Выползающие из анального отверстия зрелые членики вызывают у собак зуд, животные чешутся и разносят яйца по шерсти. Взрослые черви живут в кишечнике собак до 6 месяцев. Эхинококк распространен в местностях с развитым животноводством.

Отряд Лентецы (Pseudophyllidea). У представителей этого отряда головка не имеет присосок и крючьев. Органами прикрепления служат ботрии – щелевидные ямки, с помощью которых паразиты защемляют стенку кишки. Отряд включает много паразитических видов, из которых наиболее опасен широкий лентец (*Diphyllobothrium latum*). Червь живет в кишечнике хищных животных, достигая длины 8–10 м. Дефинитивным хозяином может быть человек. Вышедшие с калом во внешнюю среду зрелые яйца с крышечкой должны попасть в пресную воду. Из яиц в воде выходит личинка, покрытая ресничками, – корацидий. Личинку могут съесть веслоногие ракообразные – циклопы и диаптомусы, в кишечнике которых из корацидия выходит сформировавшаяся личинка онкосфера с шестью крючьями. Онкосфера внедряется в полость тела первого промежуточного хозяина и там превращается в покоящуюся фазу – процеркоид, имеющий удлиненную форму с диском на заднем конце тела, несущем крючья.

Если пораженного ракообразного проглотит рыба (например, щука), то в ее теле процеркоид внедрится во внутренние органы и мышцы, где превратится в финнозную стадию – плероцеркоид. Плероцеркоиды имеют червеобразное тело длиной 1–2 см с одной свернутой головкой на переднем конце тела. Головка вооружена двумя ботриями.

Дефинитивный хозяин заражается, поедая сырую, замороженную или слабо просоленную рыбу. Человек заболевает дифиллоботриозом чаще всего в тех районах, где потребляют в больших количествах сырую рыбу, в основном в виде строганины из замороженной рыбы, в которой остаются жизнеспособные плероцеркоиды. В цикле развития лентеца важны резервуарные хозяева (хищные рыбы). При поедании щуками пораженных плероцеркоидами рыб в их кишечнике паразиты не перевариваются, а проникают в ткани и накапливаются в различных органах.

Контрольные вопросы

1. Морфология цестод.
2. Систематический обзор ленточных червей.
3. Цикл развития бычьего цепня.
4. Цикл развития свиного цепня.
5. Цикл развития эхинококка.
6. Цикл развития овечьего мозговика.
7. Цикл развития мониезии.
8. Вызываемые цестодами заболевания, при которых человек явля-

ется дефинитивным хозяином.

9. Вызываемые цестодами заболевания, при которых человек является промежуточным хозяином.

10. Особенности морфологии лентецов.

11. Цикл развития лентеца широкого.

2.4. Тип Первичнополостные. Круглые черви (Nemathelminthes)

Общая характеристика

Круглых червей относят к первичнополостным червям, так как они имеют несегментированное тело с первичной полостью, заполненной полостной жидкостью. Кишечный канал не разветвлен и заканчивается анальным отверстием. Известно более 100 тыс. видов круглых червей, среди которых много свободноживущих форм, встречающихся в морях, пресных водоемах и почве. Почвенные виды червей участвуют в почвообразовательных процессах, а паразитические черви наносят огромный ущерб животноводству и растениеводству. Среди круглых червей много паразитов, которые встречаются практически у всех многоклеточных животных, а также у многих растений.

Первичная полость тела (схизоцель) образуется за счет разрушения паренхимы, заполняющей у плоских червей промежутки между внутренними органами и стенкой тела. Главная функция схизоцели – транспорт питательных веществ и конечных продуктов обмена, что легче и быстрее осуществляется в полостной жидкости, чем в паренхиме.

Форма тела у этих червей округлая в поперечнике. Покровы представлены кутикулой. Под покровами располагается слой продольных мышц или отдельные мышечные пучки, реже могут быть кольцевые мышцы. Нервная система представлена окологлоточным узлом и отходящими от него продольными нервными тяжами. Органы дыхания отсутствуют.

Кишечник состоит из трех отделов: переднего, среднего и заднего. Ротовое отверстие находится на брюшной поверхности переднего конца тела. Имеется анальное отверстие.

Выделительная система построена по протонефридиальному типу, но без мерцательных клеток или в виде особых кожных (гиподермальных) желез.

Большая часть круглых червей раздельнополые, но встречаются и

гермафродитные формы. Часто выражен половой диморфизм. Размножаются только половым путем. Развитие прямое, реже – с метаморфозом. Круглые черви не способны к регенерации.

Тип Круглые черви включает несколько классов, из которых наибольший интерес представляют три класса: класс Собственно круглые черви, или Нематоды (Nematoda), класс Скребни (Acanthocephala) и класс Коловратки (Rotatoria). Для сельского хозяйства наибольшее значение имеют представители класса нематод.

Систематика

Царство Животные (Animalia).

Подцарство Многоклеточные (Metazoa).

Тип Первичнополостные (Nemathelminthes).

Класс Круглые черви, или Нематоды (Nematoda).

Виды: аскарида человеческая (*Ascaris lumbricoides*);

аскарида свиная (*Ascaris suis*);

аскарида лошадиная (*Parascaris equorum*);

неоаскариды (*Neoascaris vitulorum*);

токсокара (*Toxocara canis*);

токсаскарида (*Toxascaris leonina*);

аскарида куриная (*Ascaridia galli*);

власоглав свиной (*Trichocephalus suis*);

трихинелла (*Trichinella spiralis*);

ришта медицинская (*Dracunculus medinensis*);

острица детская (*Enterobius vermicularis*);

острица лошадиная (*Oxyuris equi*).

Морфологический обзор. Несмотря на большое экологическое разнообразие, нематоды однообразны морфологически. Форма тела обычно веретенообразная, нитевидная и реже колбасовидная. Свободноживущие черви живут в илистом грунте водоемов или гумусовом горизонте почвы, питаются органикой. Паразитические формы, обитая в тканях растений и теле животных, поглощают органические вещества из организма хозяина.

Покровы нематод образованы гиподермой, покрытой кутикулой. Кутикула может состоять из 4-10 слоев. Ее поверхность кольчатая или гладкая. Кутикула благодаря своему составу находится в биологически активном состоянии и устойчива к действию пищеварительных ферментов хозяина, хотя у погибших червей кутикула легко переваривает-

ся в кишечнике животных.

Первичная полость тела заполнена полостной жидкостью и заключена в кожно-мышечный мешок. В полости тела расположены внутренние органы.

Нервная система представлена окологлоточным нервным кольцом, которое опоясывает пищевод, и отходящими от него двумя продольными нервными тяжами: спинным и брюшным.

Органы чувств развиты слабо и представлены осязательными и обонятельными клетками.

Мускулатура образована обычно полосами продольных мышечных волокон, которые разделены по бокам тела выростами (валиками) гиподермы, а на спинной и брюшной сторонах – нервными стволами, лежащими в валиках гиподермы. Мышечные полосы образованы слоем удлинённых клеток, содержащих миофибриллы. Мускулатура нематод позволяет совершать однообразные змеевидные движения.

Пищеварительная система представлена передним (ротовая полость, глотка и пищевод), средним и задним отделами. Ротовое отверстие обычно прикрыто губами.

Органы дыхания. У свободноживущих нематод и фитопаразитов газообмен происходит через покровы тела. У большинства паразитов животных и человека анаэробное дыхание.

Органы размножения. Нематоды раздельнополы. У них обычно развит половой диморфизм. У паразитических нематод самки крупнее самцов, задний конец тела которых закручен.

Мужские половые органы, как правило, представлены непарной трубкой, самый тонкий конец которой является семенником. Средняя часть трубки – семяпровод, а наиболее толстый отдел – семяизвергательный канал, который открывается в задний отдел кишечника. Анус у самцов выполняет функцию клоаки, совмещая роль ануса и полового отверстия.

Женская половая система парная, хотя есть представители с непарной женской половой системой. Нитевидные яичники постепенно переходят в яйцеводы, которые расширяются и переходят в толстые каналы – две матки. Матки открываются в непарное влагалище, куда поступает сперма самца и через которое в последующем наружу выводятся оплодотворённые яйца.

Некоторые круглые черви – паразиты животных и человека. Значительное число круглых червей являются паразитами различных сельскохозяйственных животных, а также большинства диких позвоночных. Эти гельминты вызывают опасные заболевания, снижают про-

дуктивность животных, причиняя существенный ущерб животноводству. Некоторые круглые черви паразитируют и у человека. Наиболее часто у животных и человека паразитируют нематоды из группы геогельминтов. Очень опасны для человека биогельминты: трихинелла спиральная, нитчатка Банкрофта и др. Рассмотрим биологические особенности наиболее распространенных в нашей стране и опасных паразитических видов нематод.

Аскариды (различные виды семейства Ascaridae) живут в кишечнике многих диких, домашних и сельскохозяйственных млекопитающих (свиньи, лошади, птица, кролики, мелкий и крупный рогатый скот, собаки и др.), а также человека, особенно часто встречаются у детей (рис. 18). Особенностью аскарид является их видовая приуроченность: каждому виду млекопитающего присущ свой вид аскариды.

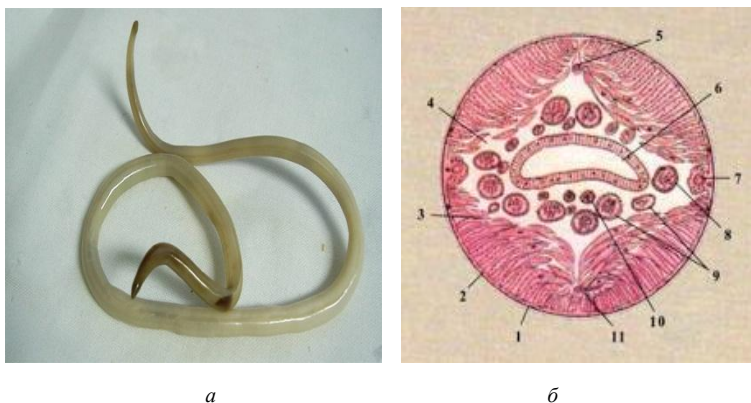


Рис. 18. Аскариды: *а* – внешний вид; *б* – поперечный разрез тела самки: 1 – кутикула; 2 – гиподерма; 3 – продольные мышцы; 4 – плазматические отростки мышечных клеток; 5 – спинной валик гиподермы; 6 – кишечник; 7 – боковой валик гиподермы; 8 – матка; 9 – яйцеводы; 10 – яичник; 11 – брюшной нервный ствол

Аскариды имеют веретенообразное тело длиной 20–40 см при диаметре до 3–5 мм. Хорошо развит половой диморфизм: самки значительно крупнее самцов, хвостовой отдел которых загнут крючком. Плодовитость самок очень высокая – 200 тыс. яиц за сутки. Оплодотворенное яйцо покрыто прочными оболочками, которые хорошо защищают зародыш от неблагоприятных условий внешней среды.

Дробление яйца начинается в теле самки аскариды, но основное развитие личинки проходит во внешней среде в течение 8–30 суток,

что определяется главным образом температурой среды. Во внешнюю среду яйца попадают с фекалиями хозяина. После окончания развития личинки яйцо становится инвазионным, т. е. способным к заражению хозяина. Проглотив такое яйцо, животное может заболеть аскаридозом. Заражение происходит при потреблении загрязненных яйцами аскарид корма и воды, а также через предметы ухода, оборудование, подстилку и т. п.

В кишечнике хозяина из яиц выходят микроскопические личинки, которые внедряются в стенки тонких кишок, проникают в кровяное русло и с током крови выносятся в капилляры легочных пузырьков – альвеол, где паразит растет. В это время может возникнуть воспалительный процесс в легких и даже кровотечение. Из легких личинки через бронхи и дыхательное горло при откашливании хозяина попадают в глотку, а затем вместе с кормом и слюной подросшие личинки снова попадают в кишечник, где заканчивают свое развитие и приступают к размножению. Для развития личинок аскарид требуется около 2–3 месяцев.

Острицы (различные виды семейства *Oxyuridae*) паразитируют в толстом отделе кишечника позвоночных и человека. Это мелкие паразиты (рис. 19), имеющие вздутие пищевода (бульбус) и тонкий заостренный хвостовой конец. Длина человеческой острицы (*Enterobius vermicularis*) составляет менее 2 см, тогда как лошадиная острица (*Oxyuris equi*) достигает 6–18 см за счет своего длинного хвоста. Острицы вызывают болезнь оксиуроз у лошадей, мулов и зебр. Паразитируют оксиуры в большой ободочной кишке, но могут заселять слепую кишку и даже тонкий отдел кишечника. В результате у лошадей нарушается деятельность пищеварительного тракта и поражается кожа у корня хвоста. Паразиты распространены повсеместно.

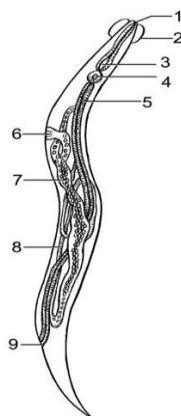
После оплодотворения самцы погибают. Переполненные зрелыми яйцами самки вместе с фекалиями спускаются к анальному отверстию лошади. Они выходят из кишечника пассивно. Часть самок падают на землю и откладывают яйца на поверхность испражнений, а часть задерживаются в складках слизистой оболочки вокруг ануса и откладывают яйца в перианальной области под корнем хвоста лошади. Самки после откладывания яиц погибают. Клейкая слизистая масса, в которой находятся яйца, образует сероватый налет на перианальной области в ее складках.

Под хвостом и в области промежности через 2–3 суток яйца оксиур становятся инвазионными. При движении хвоста лошади яйца попадают во внешнюю среду, загрязняя подстилку, траву, стены денника,

кормушки и т. п. Если инвазионные яйца попадают в кишечник лошади, то из них выходят микроскопические личинки и развиваются во взрослых гельминтов. Чаще оксиурозу подвержены молодняк и старые лошади. Больные животные испытывают сильный зуд в области хвоста, они расчесывают эти места о выступающие части денника, способствуя осыпанию яиц.



а



б

Рис. 19. Самка детской остицы: а – внешний вид; б – внутреннее строение: 1 – рот; 2 – кутикулярные утолщения; 3 – пищевод; 4 – бульбус; 5 – средняя кишка; 6 – половое отверстие; 7 – матка, заполненная яйцами; 8 – яичник; 9 – анальное отверстие

У человека, чаще всего у детей, которые легко самозаражаются этим видом гельминтов, в толстой и задней кишке паразитирует детская остица. Это мелкие червяки длиной 5–10 мм белого цвета. Оплодотворенные самки выползают ночью из прямой кишки и откладывают яйца на кожу вокруг ануса. Уже через 10–12 часов яйца становятся инвазионными. Самка откладывает около 11 тыс. яиц. Яйца падают на белье, постельные принадлежности, на пол и т. д. Из-за сильного зуда в области анального отверстия дети расчесывают это место и легко самозаражаются (аутоинвазия).

Среди биогельминтов наибольшую опасность представляет трихинелла спиральная (*Trichinella spiralis*), жизненный цикл которой проходит полностью в организме хозяина. У трихинеллы различают две стадии: кишечные трихинеллы и мышечные трихинеллы. Хозяевами трихинелл могут быть хищники, парнокопытные, в том числе свиньи,

насекомоядные, ластоногие, грызуны и человек. У человека эти гельминты вызывают заболевание трихинеллез. Человек заражается в основном от свиней и редко от других, в частности, диких животных, употребляя мясо, пораженное мышечными трихинеллами. В мясе зараженных свиней рассеяны небольшие овальные капсулы. В каждой капсуле находится скрученная в спираль микроскопическая трихинелла длиной около 0,5 мм.

Если такое трихинеллезное мясо будет плохо термически обработано и съедено хозяином, то в его желудке под действием желудочного сока капсулы растворяются и молодые трихинеллы выходят из них. Попав в тонкий отдел кишечника, трихинеллы растут и через 2–3 суток превращаются в половозрелых гельминтов. Самки достигают в длину 3–4 мм, а самцы – 1,5 мм. Черви внедряются в ткань кишечника и приступают к размножению. После спаривания самцы погибают.

Оплодотворенные самки закрепляются головным отделом в слизистой оболочке кишки. Самки живут около 2 месяцев, и за это время каждая рождает примерно 2 тыс. личинок (трихинеллам свойственно яйцеживорождение). Личинки проникают в лимфатические сосуды стенки кишечника и затем в кровяное русло. С кровью они разносятся по всему организму и обычно попадают в мышцы. Личинки, активно двигаясь, внедряются в волокна поперечнополосатой мускулатуры, где питаются и растут, разрушая мышечные волокна. Затем трихинеллы закручиваются в спираль и постепенно окружаются соединительнотканной капсулой. Примерно через год в стенках капсул откладываются соли углекислого кальция и капсулы приобретают белый цвет. Так основной хозяин превращается в промежуточного.

Свиньи заражаются трихинеллезом, поедая зараженных трихинеллой дохлых крыс или свиные отходы с боен. Крысы же заражаются, питаясь тканями павших от трихинеллеза других крыс или свиными отходами, попавшими на свалку или закопанными в землю на небольшую глубину. Зараженные трихинеллами туши свиней уничтожают, так как паразиты в капсулах чрезвычайно устойчивы к самым жестким режимам термической обработки мяса.

Для человека наиболее опасна мышечная стадия развития трихинеллы. Инкапсулирование личинок сопровождается болями в мышцах. Оседание трихинелл в мышцах глаз может вызвать слепоту, а локализация их в мозге привести к смертельному исходу. Наличие личинок трихинелл в мясе свиней можно проверить в домашних условиях. Для этого с помощью острой бритвы делают тонкий срез мышцы и,

поместив его между двумя стеклами, рассматривают в лупу. Если мясо заражено, то капсулы будут видны.

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика первичнополостных.
2. Систематика нематод.
3. Строение аскариды.
4. Цикл развития свиной аскариды.
5. Цикл развития человеческой аскариды.
6. Цикл развития детской острицы.
7. Цикл развития трихинеллы.

2.5. Тип Кольчатые черви (Annelida)

Общая характеристика

Кольчатые черви, или кольчецы, – наиболее высокоорганизованная группа червей с усложненными по сравнению с другими типами червей системами органов. Это двустороннесимметричные животные. Метамерия у кольчатых червей выражается в том, что их тело снаружи расчленено на ряд однотипных сегментов, в каждом из которых повторяются многие органы. Известно около 18,5 тыс. видов кольчатых червей, ведущих свободный образ жизни, главным образом в морях, а также пресных водоемах и почве. Многие из них имеют важное значение, так как являются кормом для беспозвоночных и позвоночных животных, участвуют в процессах почвообразования, служат объектом разведения, используются в медицинских целях и т. д. Паразитических видов немного. Кольчецы активно участвуют в деструкции органического вещества, вовлекая тем самым высвободившиеся биогенные элементы в круговороты. Особенно многообразны морские формы, которые живут на глубинах до 10 км.

Тип Кольчатые черви включает три класса: Многощетинковые черви (Polychaeta), Малощетинковые черви (Oligochaeta) и Пиявки (Hirudinea).

Форма тела кольчатых червей вытянутая и слегка уплощенная. Длина червей колеблется от нескольких миллиметров до метра. Тело расчленено на практически одинаковые сегменты (гомономная сегментация).

Для кольчатых червей характерна вторичная полость тела, или це-

лом, выстланный эндотелием мезодермального происхождения и заполненный целомической жидкостью.

Первичная полость не имеет собственных стенок: с наружной стороны ее ограничивает кожно-мышечный мешок, а с внутренней – стенка кишечника. Вторичная же полость тела кольцецов окружена однослойным эпителием, прилегающим снаружи к кожно-мышечному мешку, а внутри – к кишечнику. Поэтому стенка кишечника становится как бы двойной.

Нервная система развита лучше, чем у других червей. Она представлена парными спинными мозговыми ганглиями и брюшной нервной цепочкой с метамерно повторяющимися парными ганглиями в каждом сегменте.

Мускулатура входит в состав хорошо развитого кожно-мышечного мешка, снаружи лежат кольцевые мышечные волокна, а внутри – продольные.

Кишечник состоит из трех отделов: первый и последний отделы выстланы эпителием эктодермального происхождения, а средний отдел – эпителием энтодермального происхождения. Благодаря кровеносной системе процессы переваривания и всасывания питательных веществ идут более активно, что улучшает обеспечение органов и тканей. У части видов средняя кишка имеет глубокое выпячивание (тифлозоль), увеличивающее поверхность кишечника. Имеются рот и анальное отверстие. Ротовое отверстие расположено на брюшной стороне первого сегмента – головной лопасти.

Органами выделения служат посегментно расположенные метанефридии эктодермального происхождения. Обычно в каждом сегменте имеется одна пара нефридиев. Каждая пара метанефридиев начинается в одном сегменте воронками с ресничками, открытыми в целом, от которых выделительные каналы продолжают в следующем сегменте и открываются там наружу парными отверстиями.

Систематика

- Царство Животные (Animalia).
- Подцарство Многоклеточные (Metazoa).
- Тип Кольчатые черви (Annelida).
- Класс Многощетинковые (Polychaeta).
- Виды: nereida (*Nereis diversicolor*);
пескожил (*Arenicola marina*).
- Класс Малощетинковые (Oligochaeta).

Виды: дождевой червь (*Lumbricus terrestris*);
трубочник (*Tubifex tubifex*);
энхитреус (*Enchytraeus albidus*).

Класс Пиявки (Hirudinea).

Отряд Хоботные пиявки (Rhynchobdellida).

Виды: рыба пиявка (*Piscicola geometra*);
улитковая пиявка (*Glossosiphonia complanata*).

Отряд Бесхоботные, или Челюстные пиявки (Arhynchobdellida, s. Gnathobdettida).

Вид медицинская пиявка (*Hirudo medicinalis*).

Класс Многощетинковые (Polychaeta)

Морфологический обзор. Класс Многощетинковые, наиболее древняя и богатая видами (около 8 тыс.) группа кольчатых червей, которая дала начало другим классам данного типа. У представителей данного класса по бокам сегментов тела имеются параподии, снабженные многочисленными щетинками.

Передние сегменты полихет более развиты и образуют головной отдел, в котором расположены рот и органы чувств. Это раздельнополые животные. Развитие происходит с метаморфозом.

Строение. Полихеты могут быть очень мелкими, но могут достигать и довольно внушительных размеров – до 1 м и более. На головной лопасти всегда имеется пара чувствующих щупиков, которые у сидячих форм превратились в крону щупальцевидных придатков. На головной лопасти расположена пара осязательных щупалец – антенн. Форма тела вытянутая, туловище состоит из разного числа сегментов – от 5 до 800 (рис. 20). Передвигаются полихеты с помощью параподий, образованных основной нерасчлененной частью и двумя лопастями: спинной и брюшной. В каждой лопасти есть пучок упругих и тонких щетинок.

Покровы у полихет, живущих на дне водоемов, представлены хорошо развитой кутикулой. У активно плавающих форм, живущих в домиках или зарывающихся в грунт, кутикула тонкая. Органы чувств хорошо развиты: на голове одна-две пары глаз, осязательные усики, обонятельные ямки и щупальца.

Органы дыхания. Дышат полихеты жабрами или поверхностью тела. У большинства функцию дыхания принимают на себя участки параподий.

Кровеносная система представлена спинным, брюшным, а также

кольцевыми сосудами. Кровеносная система замкнута. Движение крови по телу обеспечивается сокращениями главным образом спинного сосуда. Кровь может быть окрашена в красный цвет.

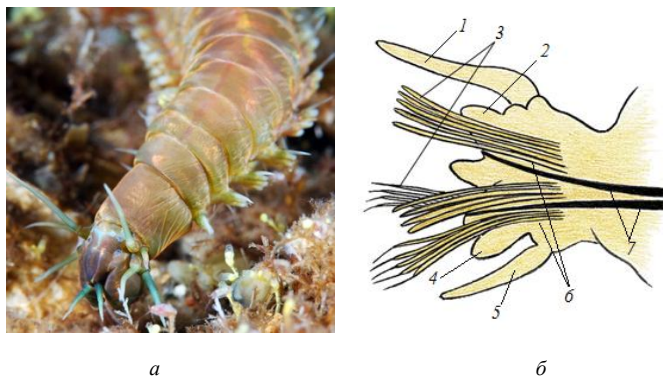


Рис. 20. Параподия нерейса: а – внешний вид; б – строение параподии:
 1 – спинной усик; 2 – лопасти спинной ветви параподии; 3 – щетинки;
 4 – лопасти брюшной ветви параподии; 5 – брюшной усик; 6 – брюшная
 ветвь параподии; 7 – опорные щетинки

Размножение. Основная масса многощетинковых червей – раздельнополые животные. Половой диморфизм не развит. Встречается партеногенез, а также размножение делением поперек. Большинство откладывает яйца, есть и живородящие виды. Некоторые полихеты размножаются почкованием, в результате чего могут образовываться временные разветвленные колонии. Развитие прямое или с метаморфозом. У большинства представителей из яиц выходят микроскопические плавающие личинки – трохофоры. У них несегментированное тело с рядами ресничек, первичная полость тела.

Очень немногие полихеты живут в пресных водах. Мало и паразитических форм. Большинство многощетинковых червей обитает на дне морей и океанов. Реже они живут в толще воды. Многие виды служат кормом для рыб и других обитателей вод. Их численность определяет биологическую продуктивность водоемов и служит одним из критериев определения потенциальных запасов промысловых рыб.

Из числа полихет интерес представляют черви, живущие на мелководье, – nereиды (*Nereis*). Для улучшения кормовой базы рыб была успешно проведена акклиматизация nereид (*Nereis diversicolor*) в Каспийском море, куда их завезли из Азовского. Многощетинковый червь

пескожил (*Arenicola marina*) во множестве заселяет песчаные отмели, живя в заиленном песке и питаясь органикой; подобно дождевому червю он пропускает грунт через свой пищеварительный тракт.

Класс Малощетинковые (Oligochaeta)

Морфологический обзор. К классу Малощетинковые принадлежат многие водные и почвенные формы, в том числе дождевые черви. Известно более 5 тыс. видов малощетинковых червей, из которых в морских водах встречается очень небольшое их число.

Цилиндрическое и сильно вытянутое тело малощетинковых червей состоит из похожих друг на друга сегментов, число которых может колебаться от 5 до 600. На переднем конце расположено ротовое отверстие, на заднем – анальное.

В покровах червей расположено много желез, выделяющих слизь. Каждый сегмент несет пучки щетинок. У почвенных червей щетинки участвуют в передвижении. Во вторичной полости тела (целоме) находится целомическая жидкость, содержащая отдельные клетки.

Нервная система представлена окологлоточным кольцом, надглоточным нервным узлом, подглоточным ганглием и брюшной нервной цепочкой. Глаза и щупальца у большинства видов отсутствуют. Органы чувств представлены чувствующими щетинками,статоцистами и обонятельными ямками (рис. 21).

Органы пищеварения развиты хорошо и предназначены для пропускания больших объемов органики в почвенных массах или донного грунта. Из ротовой полости пища попадает в мускулистую глотку и затем в пищевод, оттуда в зоб, мускульный желудок и кишечник. Все органы пищеварения лежат вдоль тела без изгибов. В стенках пищевода имеются три пары известковых желез, секреты которых нейтрализуют гуминовые кислоты в пище червей. В средней кишке дорсально расположена внутренняя продольная складка – тифлозоль, увеличивающая поверхность кишечника.

Кровеносная система замкнутая. Главные сосуды – брюшной и спинной. В покровах малощетинковых червей имеется густая сеть капилляров, из которых обогащенная кислородом кровь собирается в сосуд, лежащий под брюшной нервной цепочкой. В отличие от полихет у них кольцевые сосуды в области пищевода пульсируют и называются «сердцами». Кровь содержит гемоглобин, который растворен в плазме крови (у млекопитающих гемоглобин находится в эритроцитах).

Малощетинковые черви гермафродиты, которым свойственно пе-

рекрестное оплодотворение, что и определяет сложность строения половой системы. Тело этих червей слегка уплощено и состоит из 50–250 внешне сходных сегментов. В области 32–37-го (от головной лопасти) сегментов имеется скопление одноклеточных железок, образующих кольцевидное утолщение – поясок. Эти клетки выделяют слизь для образования яйцевого кокона и белковую жидкость для питания зародышей.

В 10-м и 11-м сегментах тела дождевого червя располагается по паре семенников.

Женская половая система образована парой мелких яичников, расположенных в 13-м сегменте.

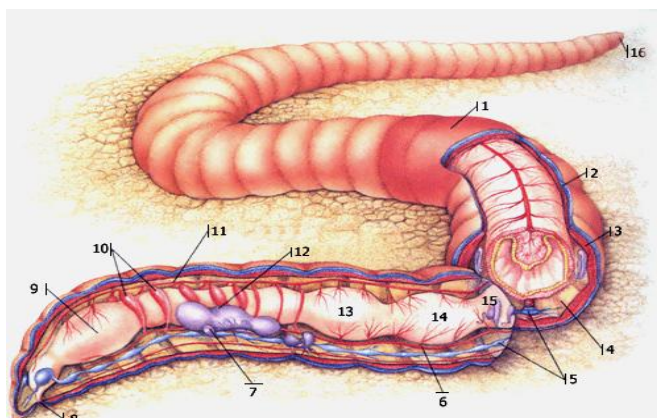


Рис. 21. Дождевой червь:

1 – кутикула с эпидермисом; 2 – кольцевые мышцы; 3 – продольные мышцы; 4 – целом;
5 – брюшная нервная цепочка; 6 – брюшной кровеносный сосуд; 7 – семяприемник;
8 – глотка; 9 – пищевод; 10 – кольцевой кровеносный сосуд; 11 – спинной кровеносный
сосуд; 12 – семенники; 13 – зоб; 14 – желудок; 15 – кишечник; 16 – анальное отверстие

Спаривание у дождевых червей сводится к обмену спермой. В период размножения сначала все особи становятся самцами, поскольку у них развиты только семенники. Во время спаривания два червя двигаются головными концами друг к другу и соприкасаются брюшными сторонами. При этом поясок каждого червя располагается на уровне семяприемников, происходит обмен спермой. После этого черви расходятся. Затем у каждого из них на пояске, представляющем собой

железистое утолщение кожи нескольких определенных сегментов, образуется муфта. Эта муфта сокращениями мускулатуры тела сдвигается к головному концу червя. Когда муфта проходит мимо 14-го сегмента, в нее откладываются яйца, а из 9–10-го сегментов туда попадают спермии. Происходит перекрестное оплодотворение. Наконец, муфта сбрасывается через головную часть червя, края ее смыкаются и она становится яйцевым коконом, в котором и происходит развитие зародышей. Кокон дождевых червей по форме напоминает лимон желтого цвета. Диаметр кокона составляет около 4–5 мм.

Из яиц, развивающихся в коконе, выходит сформировавшийся червячок. У низших олигохет в коконе может быть несколько яиц. У высших, как правило, одно яйцо. Помимо полового размножения у олигохет встречается и бесполое: тело червя поперечно делится на две части, недостающие части регенерируются.

Дождевые черви ведут активную и полезную для почвы деятельность. Их ходы способствуют аэрации почвы, по ним проникает вода, черви разрыхляют почву и удобряют ее остатками своей жизнедеятельности, богатыми гумусными кислотами. При благоприятных условиях на 1 м² площади луга обитает 50–100 дождевых червей.

Существует около 200 видов дождевых червей. Мелкие (менее 1 см) беловатые кольчатые черви семейства Энхитреиды (*Enchytraeidae*) чаще всего встречаются в почве, но есть виды, обитающие в пресных водоемах. Плотность почвенных энхитреид в почве может составлять 150 тыс. на 1 м². Энхитреид легко разводить в искусственных условиях в качестве корма для рыб, так как они питаются органическими остатками.

Множество олигохет живет на дне водоемов, питаясь органикой. У некоторых видов водных малощетинковых червей наблюдается почкование. В этом случае образуются сложные цепи почкующихся особей. Водные малощетинковые черви служат кормом для обитателей водоемов, а наземные – для многих наземных обитателей, в том числе для множества позвоночных.

Дождевые черви ведут ночной образ жизни. В рыхлом грунте они прорывают норки, уплотняя землю. В плотном грунте черви вынуждены делать норки путем выедания почвы. Часть ее, пропущенную через пищеварительный тракт, они выбрасывают наружу. Разыскивая пищу, черви заднюю часть тела держат в норке. Найдя пищу (растительные остатки), затаскивают ее в норку и там поедают. Черви не выносят сухости, ибо испытывают кислородное голодание. В проточной богатой кислородом воде могут жить несколько дней.

Идея промышленного культивирования дождевых червей принад-

лежит американскому врачу Баррету, который в 1947 г. опубликовал результаты своих опытов. В 1975 г. в Италии была создана промышленная технология. Только в США работают тысячи специализированных производств по переработке навоза в биогумус с помощью червей. Биогумус (переработанный дождевыми червями и другими организмами подстилочный навоз) – высокоценное органическое удобрение.

Поглощая вместе с почвой огромное количество распадающихся растительных остатков, микробов, грибов, водорослей, простейших, нематод и других почвенных организмов, дождевые черви переваривают их и выделяют с копролитами (копрос – испражнение, литос – камень) большое количество собственной кишечной микрофлоры, ферментов, витаминов и других биологически активных веществ. Биологически активные вещества обладают антимикробными свойствами, которые препятствуют развитию патогенной (болезнетворной) микрофлоры, гнилостных процессов, выделению зловонных газов, обеззараживают почву.

Дождевые черви живут в верхних слоях почвы. Они не уходят в нижние слои на спячку до тех пор, пока земля не промерзнет на глубину 5–6 см и не появится снежный покров. При длительной оттепели черви могут выползть даже на снег. Обычно при температуре +5 °С черви перестают питаться, освобождают кишечник и уползают в нижние слои почвы, где оцепеневают. Просыпаются они под воздействием вешних вод и теплого воздуха, проникающих к ним в норки.

Дождевые черви очень плодовиты. Откладка коконов происходит с весны до начала лета и затем осенью до ноября. За лето червь откладывает 18–24 кокона, в каждом из которых по 1–24 яйца. Через 2–3 недели из яиц вылупляются молодые особи, которые по прошествии 7–12 недель уже сами способны размножаться.

Калифорнийский червь был выведен в 1959 г. в США. Он отличается от своих диких сородичей тем, что обладает способностью размножаться в наземных культиваторах без всяких построек или теплиц.

Класс Пиявки (Hirudinea)

Морфологический обзор. Пиявкам свойственно своеобразное кольчатое строение. Их тело уплощено и не имеет четко выраженного головного отдела. Наружная кольчатость пиявок не соответствует более крупной внутренней сегментации тела. Сегментация тела однородная (гомомная). Каждому истинному сегменту соответствует 3–5 на-

ружных колец. Тело пиявок состоит из 30–33 сегментов. Это придает им большую гибкость и позволяет вести активный образ жизни.

У большинства представителей этого класса имеются присоски: передняя и задняя. Передняя присоска окружает рот. Анальное отверстие находится над задней присоской.

Известно около 400 видов пиявок, живущих в основном в пресных водоемах и являющихся эктопаразитами беспозвоночных и позвоночных животных. Большинство пиявок питается кровью животных, но на своих жертвах остается недолго. В основном же паразиты ведут свободный образ жизни. Встречается много пиявок, которые не сосут кровь, а являются хищниками. Есть сухопутные виды, распространенные в тропиках. В тропических лесах живут древесные и почвенные пиявки, нападающие на теплокровных животных и человека. В фауне нашей страны встречается 50 видов пресноводных пиявок.

Строение пиявок (рис. 22) отвечает полупаразитическому образу жизни, который они ведут. Мускулатура развита очень хорошо: кожно-мышечный мешок состоит из трех слоев мышечных волокон.

Нервная система. У пиявок имеется брюшная нервная цепочка. Глаза, если они есть, примитивны; в покровах располагаются чувствующие клетки и нервные окончания.

Дыхательная система. Дышат пиявки через покровы тела, но у некоторых видов имеются жабры.

Пищеварительная система хорошо приспособлена к образу жизни пиявок как паразитов. В ротовой полости у части видов имеются три присоски со множеством зубчиков (челюстные пиявки), у других пиявок есть хоботок, с помощью которого черви внедряются в покровы своих жертв (хоботные пиявки).

Глотка пиявок выполняет функции сосущего аппарата, в который открываются протоки слюнных желез. У кровососущих пиявок (медицинская пиявка) в слюне содержится белковое вещество, препятствующее свертыванию крови в кишечнике червей, – гирудин. Передняя кишка имеет карманообразные боковые выросты, позволяющие сделать значительный запас крови: медицинская пиявка делает запас на 2–3-м месяце жизни, поскольку кровь долго сохраняется под действием гирудина в свежем виде.

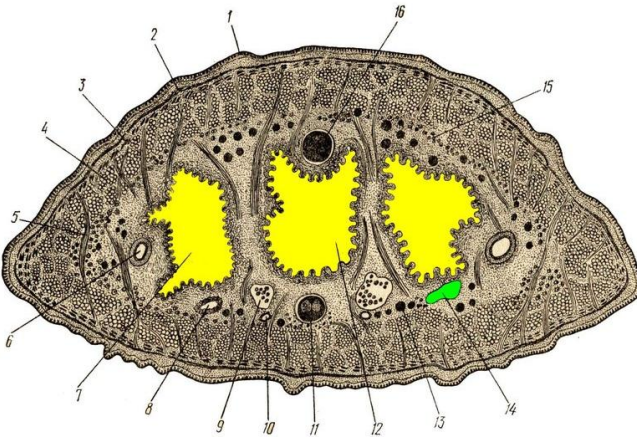
Органы выделения – метанефридии.

Кровеносная система развита только у низших пиявок и частично у хоботных. У челюстных пиявок кровеносная система редуцируется, а ее роль выполняет лакунарная система целомического происхождения.



a

б



в

Рис. 22. Пиявка медицинская: *a, б* – внешний вид; *в* – поперечный разрез:
 1 – кожный эпителий; 2 – кольцевая мускулатура; 3 – диагональная мускулатура;
 4 – продольная мускулатура; 5 – пучок мускульных волокон; 6 – боковой лакунарный
 канал; 7 – боковой карман желудка; 8 – нефридий; 9 – семенной мешок;
 10 – семяпровод; 11 – брюшной канал с брюшной нервной цепочкой; 12 – желудок;
 13 – лакунарный канал; 14 – мочевой канал; 15 – ботриодная ткань; 16 – спинной
 лакунарный канал

Половая система. Пиявки являются гермафродитами. Размножаются только половым путем весной около водоемов в сырых местах. Оплодотворение внутреннее и перекрестное. У пиявок, как и у малоще-

тинковых червей, на 9–11-м сегментах находятся поясок и железы, выделяющие слизистые муфты для образования коконов. Кокон, похожий на мелкие желуди, пиявки откладывают на землю. Развитие прямое и в коконе длится около 5 недель. Живут пиявки до 20 лет.

Хоботные пиявки паразитируют на рыбах, птицах, лягушках, моллюсках и ракообразных. Беспоботные пиявки паразитируют только на позвоночных животных или являются хищниками. У них нет хоботка, но имеются хорошо развитые челюсти. Наиболее часто встречаются большая и малая ложноконские пиявки, улитковая пиявка, в южных регионах – медицинская пиявка, в Закавказье – конская пиявка. В природе пиявки чаще всего нападают на больных и ослабленных животных. Конская пиявка может причинить вред лошадям и скоту: во время водопоя из естественных водоемов эти пиявки проникают в носоглотку, гортань и могут вызвать кровопотери и удушье. Медицинская пиявка нападает на животных и человека.

Птичь и рыбьи пиявки при массовом заселении могут вызывать гибель рыб в рыбоводческих хозяйствах и водоплавающей птицы при содержании ее на водоемах.

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика кольчатых червей.
2. Систематика кольчатых червей.
3. Морфологические особенности многощетинковых червей на примере nereidy.
4. Строение малощетинковых червей на примере дождевого червя.
5. Морфология пиявок на примере медицинской пиявки.
6. Значение кольчатых червей в природе и жизни человека.

2.6. Тип Членистоногие (Arthropoda)

Общая характеристика

Членистоногие – это наиболее распространенная и процветающая, в биологическом отношении, группа животных, обладающих членистыми конечностями и сегментированным телом. Насчитывают более 1,5 млн видов членистоногих, населяющих моря, океаны, пресные водоемы, поверхность суши, почву и воздушную среду. Среди них много и паразитов. Членистоногие освоили все способы движения, среди них имеются плавающие, роющие, ползающие, бегающие, летающие, пры-

гающие, реже малоподвижные и неподвижные формы. Чрезвычайно разнообразен спектр их питания: от обычной животной или растительной пищи до самых труднопереваримых объектов – древесины, рога, воска, волоса, пера и т. п.

Членистоногие – двусторонне-симметричные животные с сегментированным телом и членистыми конечностями. Им присуща гетерономность сегментации: различное строение сегментов в разных частях тела. Их тело покрыто прочной хитиновой кутикулой, которая выполняет функции наружного скелета и защищает организм от внешней среды. В теле членистоногих отсутствует мерцательный эпителий. Полость тела смешанная, так как образована за счет слияния первичной и вторичной полостей тела. Дышат членистоногие жабрами, легкими или с помощью трахей. Кровеносная система незамкнутая. Органы выделения представлены метанефридиями или мальпигиевыми сосудами.

Большинство членистоногих – свободноживущие животные, есть среди них экто- и эндопаразиты растений и животных. Много хищных форм. Численность членистоногих может достигать огромных размеров: на 1 м² почвы может обитать до 1 млн клещей и ногохвосток, а в 1 м³ морской воды численность веслоногих ракообразных достигает 30 тыс. особей. Трудно определить число особей в стаях саранчи или парящих в воздухе тучах гнуса.

Биологическое и хозяйственное значение членистоногих нельзя переоценить – настолько оно велико. Членистоногие активно участвуют в биологическом круговороте и биоэнергетических процессах в биосфере. Многие водные представители являются биофильтраторами, почвенные формы – постоянные участники почвообразовательных процессов. Среди членистоногих много объектов промысла и промышленного разведения, постоянно вовлекаются в сельскохозяйственное производство новые виды насекомых (пчелы, шмели, наездники, осы, хищные формы, паразитические виды и др.). Среди членистоногих есть опасные вредители лесов и сельскохозяйственных культур, паразиты и переносчики заболеваний животных и человека.

Тип Членистоногие подразделяют на четыре подтипа, из которых наибольший интерес представляют три подтипа: Жабродышащие (Branchiata), Хелицеровые (Chelicerata) и Трахейные (Tracheata).

Класс Ракообразные (Crustacea)

Общая характеристика

Основная масса ракообразных – обитатели соленых и пресных водоемов, и лишь немногие живут во влажных местах на суше (мокрицы). Тело ракообразных делится на голову, грудь и брюшко. Часто голова и грудь, сливаясь, образуют головогрудь. На голове имеются две пары усиков: антеннулы – придатки акрона, и антенны – видоизмененные конечности первого сегмента головного отдела, выполняющие функции обоняния и осязания. На голове располагаются три пары челюстей. Членистые конечности двуветвистые, кроме первой пары антеннул. Водные ракообразные дышат жабрами. Многие ракообразные ведут донный или пелагический образ жизни. Они активно ползают по дну или плавают в толще воды, но встречаются и прикрепленные формы. К жизни на суше хорошо приспособились мокрицы, в тропиках – почвенные бокоплавы и наземные формы крабов. Есть паразиты беспозвоночных и рыб.

Планктонные ракообразные, являясь фитофагами, служат важнейшим звеном в пищевых цепях водных экосистем, составляя основу пищи для промысловых рыб. Ракообразные – самая многочисленная группа биофильтраторов воды. Они являются важным объектом промысла.

Систематика

- Царство Животные (Animalia).
- Подцарство Многоклеточные (Metazoa).
- Тип Членистоногие (Arthropoda).
- Подтип Жабернодышащие (Branchiata).
- Класс Ракообразные (Crustacea).
- Подкласс Жаброногие раки (Branchiopoda).
- Отряд Листоногие (Phyllopoda).
- Подотряд Ветвистоусые (Cladocera).
- Виды: дафния большая (*Daphnia magna*);
дафния-блоха (*Daphnia pulex*).
- Подкласс Максиллоподы (Maxillopoda).
- Отряд Веслоногие (Copepoda).
- Виды: циклоп зеленый (*Cyclops viridis*);
эргазилус (*Ergasilus sieboldi*);

лернея карповая (*Lemaea cyprinacea*).
Отряд Карпоеды (Brachiura).
Вид карпоед листовидный (*Argulusfoliaceus*).
Подкласс Высшие раки (Malacostraca).
Отряд Равноногие (Isopoda).
Виды: водяной ослик (*Asellus aquaticus*);
морской таракан (*Mesidotea entomon*);
мокрица (*Porcellio sp.*).
Отряд Разноногие (Amphipoda).
Вид бокоплав озерный (*Gammarus lacustris*).
Отряд Десятиногие (Decapoda).
Виды: речной рак (*Astacus astacus*);
креветка восточная (*Macrobrachium nipponensis*);
омар (*Hommarus hommarus*);
лангуст (*Palinurus vulgaris*);
рак-отшельник (*Pagurus sp.*);
камчатский краб (*Paralithodes camtschatica*).

Морфологический обзор. Размеры и форма тела чрезвычайно разнообразны: от долей миллиметра (обитатели толщи воды) до метра (донные формы). Голова у ракообразных образована в результате слияния акрона и четырех передних сегментов (рис. 23, а и б).

На голове расположены две пары усиков и три пары челюстей (верхние челюсти – мандибулы и две нижние челюсти – максиллы), все они представляют собой видоизмененные конечности. Сегменты груди обычно сливаются друг с другом или с головой, образуя головогрудь. У высших раков голову и грудь сверху и по бокам закрывает хитиновый щит – карапакс, защищающий жабры (рис. 23, б).

Сегменты брюшка обычно не сливаются, а у высших раков каждый сегмент несет по паре ножек. У низших раков на брюшке ножек нет. Оно заканчивается анальной лопастью – тельсоном. У крабов брюшной отдел редуцирован.

Конечности ракообразных выполняют самые разные функции. Они служат опорой при хождении, используются для плавания, захвата и измельчения пищи, защиты, при спаривании и т. п.

Покровы. Наружным скелетом служит хитиновая кутикула, которая у высших раков пропитывается карбонатом кальция и превращается в прочный панцирь. У низших раков кутикула тонкая и прозрачная. Она состоит из двух слоев: внутреннего – эндокутикулы и наружного – экзокутикулы. Экзокутикула обладает высокой прочностью. Эндоку-

тикула во время линьки растворяется и всасывается гиподермой, а эктокутикула полностью сбрасывается. Пигменты содержатся в гиподерме – живых клетках покровов ракообразных.

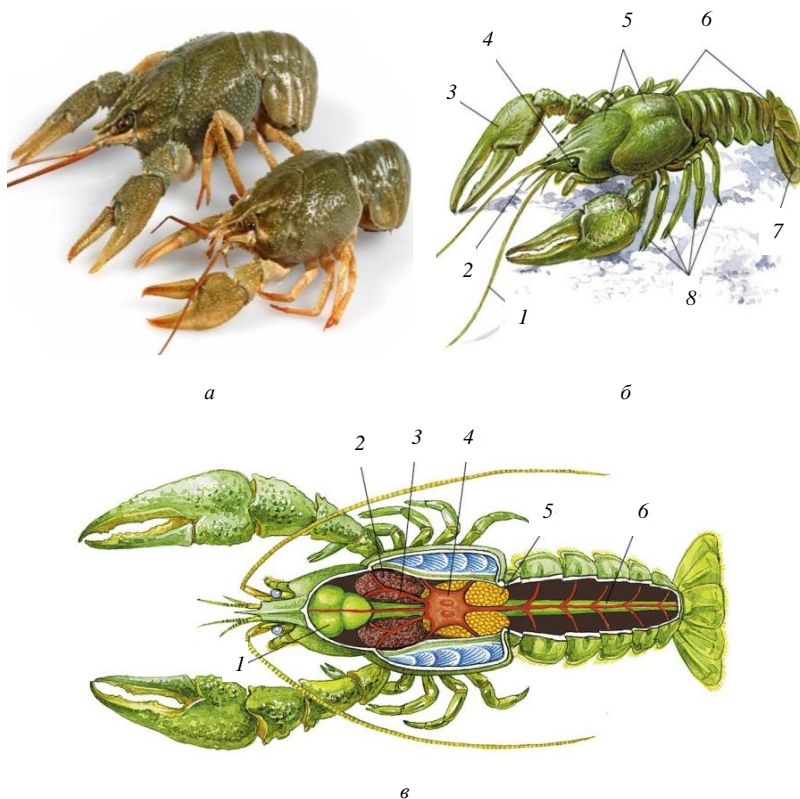


Рис. 23. Речной рак: *а* – внешний вид; *б* – внешнее строение: 1 – длинный усик; 2 – короткий усик; 3 – клешня; 4 – глаз; 5 – головогрудь; 6 – брюшко; 7 – хвостовой плавник; 8 – ходильные ноги; *в* – внутреннее строение (самки): 1 – желудок; 2 – печень; 3 – кровеносный сосуд; 4 – сердце; 5 – яичник; 6 – кишка

Нервная система. Она представлена парным надглоточным узлом – головным мозгом, окологлоточным нервным кольцом и брюшной нервной цепочкой (у низших форм она представлена в виде лестницы). От всех нервных узлов отходят периферические нервы. Органы чувств хорошо развиты: простые и сложные глаза, две пары антенн, органы

равновесия. У глубоководных, сидячих и паразитических видов глаза могут отсутствовать. Органы осязания в виде чувствительных щетинок разбросаны по всему телу, но особенно их много на усиках. На первой паре антенн сосредоточены хеморецепторы, здесь же находятся статоцисты.

Пищеварительная система. Эктодермальная передняя кишка представлена пищеводом, переходящим в желудок, который выстлан хитином. У некоторых высших раков желудок состоит из двух отделов: жевательного и пилорического (см. рис. 23, в). В жевательном отделе происходит измельчение пищи при помощи трех выступов – зубов. Стенки пилорического отдела желудка имеют складки со щетинками для процеживания мелкоизмельченной и жидкой фракций пищи. Переваривание и всасывание измельченной пищи происходит в относительно короткой энтодермальной кишке, куда открываются протоки печени. Задняя кишка прямая, выстлана кутикулой и открывается наружу анальным отверстием.

Органы дыхания. Большинство ракообразных дышат кожными жабрами, которые представляют собой придатки грудных конечностей и имеют вид тонких выростов у основания ножек. У сухопутных мокриц на брюшных ножках находятся глубокие ветвящиеся впячивания – псевдотрахеи, в которых происходит газообмен, требующий повышенной влажности воздуха (до 90 %). Мелкие низшие раки дышат поверхностью тела. Сухопутным крабам также необходима высокая влажность воздуха.

Кровеносная система. У высших раков кровеносная система представлена мешковидным и вытянутым вдоль спинной стороны тела сердцем, имеющим отверстия (ости), через которые из полости тела засасывается кровь (гемолимфа).

У некоторых раков кровеносная система представлена только сердцем или кровь перемещается за счет работы мышц тела или за счет движения кишечника (см. рис. 23, в). Иногда у ракообразных кровеносная система может полностью редуцироваться.

Органы выделения. Выводные протоки открываются у основания второй пары антенн (антеннальные железы), у основания второй пары нижних челюстей – максилл (максиллярные железы).

Органы размножения. Большинство ракообразных раздельнополые. Встречается половой диморфизм. У немногих сидячих форм и паразитов наблюдается гермафродитизм. Развитие происходит с метаморфозом разной степени сложности, реже развитие протекает без стадии личинки. У низших раков из яиц выходит личинка науплиус,

имеющая три пары ног и один глаз. У высших морских раков из яиц выходит личинка зооа.

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика типа членистоногих.
2. Систематика ракообразных.
3. Внешнее строение ракообразных на примере речного рака.
4. Строение пищеварительной системы речного рака.
5. Строение дыхательной и кровеносной систем речного рака.
6. Морфология нервной системы и органов чувств ракообразных.
7. Развитие ракообразных.
8. Значение ракообразных в природе и жизни человека.

Класс Паукообразные (Arachnida)

Общая характеристика

Хелищеровые – это особая ветвь членистоногих, по своим морфологическим характеристикам обособленная от других подтипов. Насчитывают около 15 тыс. видов современных хелищеровых – обитателей суши, представленных в основном паукообразными. Среди паукообразных встречаются вторичноводные виды, паразиты растений и животных. Для многих характерно выделение паутинных нитей из особых паутинных желез. Паутина помогает паукообразным в защите от врагов, добыче пищи, расселении и т. п.

У клещей происходит полное слияние практически всех сегментов тела: у них выделяют гнатосому и идиосому. Антенны (усики) отсутствуют. Глаза простые, от одной до восьми пар. Имеется четыре пары ходильных ног. На брюшке обычно конечностей нет, у части сухопутных видов они видоизменены в половые придатки, органы дыхания или в паутинные бородавки.

Систематика

Царство Животные (Animalia).
Подцарство Многоклеточные (Metazoa).
Тип Членистоногие (Arthropoda).
Подтип Хелищеровые (Chelicerata).

Класс Паукообразные (Arachnida).

Отряд Скорпионы (Scorpiones).

Вид пестрый скорпион (*Buthus eupeus*).

Отряд Пауки (Aranei).

Виды: паук-крестовик (*Araneus diadematus*);

тарантул (*Lycosa sp.*);

каракурт (*Latrodectus sp.*).

Отряд Акариформные клещи (Acariformes).

Виды: чесоточный зудень (*Sarcoptes scabiei*);

накожник кроличий (*Psoroptes cuniculi*);

демодекс собачий (*Demodex canis*).

Отряд Паразитиформные клещи (Parasitiformes).

Вид пастбищный клещ (*Ixodes ricinus*).

Морфологический обзор. Форма тела паукообразных весьма разнообразна. Тело состоит из головогруди и брюшка. Брюшко сегментированное, реже слитное, число сегментов достигает 12, и заканчивается брюшко тельсоном. У сильно расчлененных паукообразных (скорпионы, сольпуги) тело вытянутое, по мере слияния сегментов тело укорачивается и становится округлым. На головогруди располагаются хелицеры, педипальпы и четыре пары ходильных ног (рис. 24).

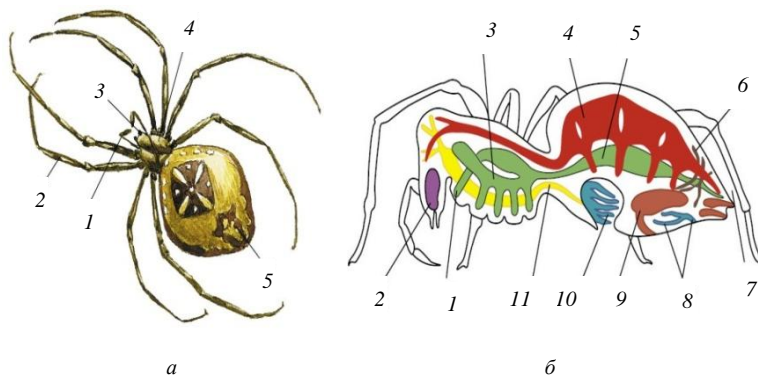


Рис. 24. Паук-крестовик: *а* – внешнее строение: 1 – ногощупальце; 2 – нога; 3 – глаз; 4 – головогрудь; 5 – брюшко; *б* – внутреннее строение: 1 – рот; 2 – ядовитая железа; 3 – желудок с выростами; 4 – сердце; 5 – кишка; 6 – мальпигиевы сосуды; 7 – паутинная железа; 8 – трахеи; 9 – половая железа; 10 – легкие; 11 – нервная система

Хелицеры выполняют функции размельчения пищи. Вторая пара конечностей – педипальпы – служат для захвата и удержания добычи. Данная функция придатков характерна для скорпионов.

Покровы тонкие, хитиновые, часто имеют многочисленные волоски. Для мелких клещей характерны тонкие покровы, позволяющие осуществлять газообмен.

Нервная система типична для всех членистоногих: головной мозг, окологлоточное кольцо и брюшная нервная цепочка. У пауков и клещей узлы груди и брюшка слиты в единый нервный узел. Органы зрения развиты слабо и представлены одной – шестью парами простых глаз. Два центральных глаза у пауков способны различать не только форму, но и цвет предметов.

Пищеварительная система имеет особенности, связанные с характером питания. Паукообразные имеют две пары ротовых конечностей: хелицеры – челюсти и педипальпы – ногощупальца. Хелицеры состоят из основного членика и острого, загнутого крючка, который пауки вонзают в тело жертвы. Педипальпы состоят из основного членика, с которым соединен членистый щупик. У пауков, в редких случаях, хелицеры и педипальпы служат для раздавливания и размельчения пищи.

Многие паукообразные впрыскивают в тело жертвы пищеварительный сок и затем высасывают полупереваренное содержимое (внекишечное пищеварение). У представителей, которые питаются жидкой пищей (соки растений, кровь животных), передний отдел пищеварительного тракта представлен мускулистой глоткой, пищеводом и сосательным желудком, служащими для всасывания пищи. Процессы переваривания и всасывания питательных веществ происходят в средней кишке, выстланной железистым эпителием энтодермального происхождения. Средняя кишка образует слепые выросты, увеличивающие внутреннюю поверхность и объем кишечной полости.

Кровеносная система представлена лежащим на спинной стороне тела мускулистым сердцем, гемолимфа изливается в лакуны.

Органы дыхания у одних паукообразных представлены легочными мешками, у других – трахеями, у третьих – легочными мешками и трахеями одновременно (большинство пауков). У водных хелицеровых (мечехвостов) органами дыхания являются жабры. У некоторых мелких форм газообмен осуществляется через покровы тела.

Органы выделения представлены коксальными железами, которые открываются выделительными отверстиями у основания третьей или пятой пары ходильных ног.

Для многих сухопутных хелицеровых характерны особые органы

выделения – мальпигиевы сосуды. Это особые выросты задней части средней кишки, которые извлекают из крови продукты распада и отводят их в среднюю кишку. Они в виде одной-двух пар слепых трубочек небольшого диаметра способствуют рациональному расходованию воды в организме, так как впадают в среднюю кишку, где и происходит всасывание ее излишков.

Органы размножения. Паукообразные – раздельнополые животные, у них хорошо выражен половой диморфизм: самцы мельче самок. Оплодотворение у сухопутных форм наружновнутреннее (с помощью сперматофоров) или внутреннее. У водных форм хелицеровых (мечехвостов) оплодотворение наружное.

Большинство паукообразных откладывают яйца, у некоторых наблюдается живорождение. Чаще всего развитие происходит без метаморфоза и сопровождается ростом и неоднократными линьками. У клещей иногда наблюдается партеногенетическое размножение, а развитие происходит со стадией личинки.

Систематический обзор паукообразных

Класс Паукообразные подразделяется на множество отрядов, из которых будут рассмотрены наиболее интересные для сельскохозяйственных работников: Скорпионы (*Scorpiones*), Сольпуги, или Фаланги (*Solifugae*), Сенокосцы (*Opiliones*), Пауки (*Aranei*) и три отряда клещей (*Acariformes*, *Parasitiformes*, *Opilicarina*).

Отряд Скорпионы (*Scorpiones*). Это наиболее древние по происхождению паукообразные. Длина тела у тропических видов может достигать 18 см. Для скорпионов характерна наибольшая расчлененность тела. За головогрудь следует 6-сегментное переднебрюшье и 6-сегментное заднебрюшье. Дышат скорпионы легочными мешками. Тельсон образует вздутие с ядовитой иглой, на вершине которой открываются протоки ядовитых желез.

Известно около 1,8 тыс. видов скорпионов, обитающих в странах с теплым климатом. Это ночные хищники, днем они скрываются в расщелинах и норках. Самки рожают детенышей и первое время носят их на спине. Укусы болезненны, но обычно не опасны для человека.

Отряд Сольпуги, или Фаланги (*Solifugae*). Это крупные и сильно расчлененные обитатели степных и пустынных районов, насчитывающие около 1 тыс. видов. Головогрудь сольпуг не слитная и состоит из головного отдела и трех свободных сегментов, из которых последний недоразвит. Брюшко состоит из десяти сегментов. Педипальпы похожи

на ходильные ноги, участвуют в передвижении и выполняют чувствующие функции. Дышат с помощью трахей. Паутиных бородавок нет. Сольпуги питаются насекомыми, в том числе вредными (саранча), не ядовиты. Однако на их хелицерах зачастую остаются остатки пищи, разлагаемые различными бактериями, что при укусах ведет к инфицированию ран. Ведут ночной образ жизни.

Отряд Сенокосцы (Opiliones) включает более 6,6 тыс. видов широко распространенных членистоногих, внешне похожих на пауков. Сенокосцы отличаются от пауков отсутствием перетяжки между головогрудью и брюшком, членистостью брюшного отдела, в котором десять сегментов, и клешневидными, а не крючковидными (как у пауков) хелицерами. Тело сенокосцев покоится на очень длинных и тонких ногах.

Сенокосцы повсеместно обитают на поверхности почвы, в трещинах коры деревьев, стенах строений и т. п., питаются ночью мелкими насекомыми. Дышат с помощью трахей. Способны к автотомии: оторванная хищником нога, продолжая двигаться, отвлекает нападающего и тем самым спасает своего хозяина. Оторванная конечность не восстанавливается; по своей форме она напоминает косу, что и дало повод назвать так отряд. Сенокосцы активно охотятся, поскольку не образуют паутины. Наиболее распространен обыкновенный сенокосец, встречающийся в разных природных ландшафтах. Его тело бурого цвета, до 9 мм длиной, ноги достигают 5 см.

Отряд Пауки (Aranei). Этот самый представительный отряд включает более 42 тыс. видов. Их тело четко подразделяется на слитную головогрудь и нерасчлененное брюшко. На головогрудях расположены одна – шесть пар глаз (чаще четыре пары). Между головогрудью и брюшком хорошо заметна перетяжка в виде узкого стебелька, которая образована седьмым члеником головогрудки. Хелицеры состоят из двух члеников, из которых конечный имеет вид изогнутого острого коготка. В основании хелицер находится ядовитая железа, секрет которой по протокам выходит на острие коготков. Прокалывая покровы жертвы, пауки вводят в ранку яд.

Педипальпы пауков имеют вид членистых щупалец. У самцов конечный членик педипальп имеет резервуар с копулятивным аппаратом. В период размножения самец наполняет эти резервуары спермой из полового отверстия, расположенного на брюшке. При спаривании самец вводит когулятивный аппарат в семяприемник самки и оставляет там сперму.

Четыре пары ходильных ног зачастую заканчиваются коготками, с

помощью которых пауки натягивают паутину. Паутинные бородавки расположены на нижней стороне брюшка. Из паутины пауки строят себе жилище, ею обволакивают яйца, образуя яйцевой кокон. Маленькие паучки выделяют тонкую паутинку в виде нити, с помощью которой они разносятся ветром на далекие расстояния. Паутина используется для ловли добычи, с помощью паутинных гамаков самцы заполняют спермой свои семенные капсулы (резервуары) на педипальпах.

У большинства пауков имеется пара легких и пара трахей (подотряд Двухлегочные). У некоторых тропических пауков есть только две пары легочных мешков. Наиболее часто встречаются пауки-крестовики (рис. 25, *a*), которых легко узнать по крестообразному рисунку на верхней стороне брюшка. Они заселяют леса, кустарники, приусадебные участки и постройки. На ветвях пауки-крестовики сооружают большие радиальные сети, нити которых покрыты клейкой массой, захватывающей попавших в сети насекомых.



a



б

Рис. 25. Внешний вид паука: *a* – паук-крестовик; *б* – паук-птицеед

Домовые пауки (*Tegenaria*) селятся обычно в жилых и производственных помещениях, натягивая горизонтальные паутинные сети, с помощью которых они ловят мух и других насекомых.

Особую группу образуют пауки, преследующие свою жертву. Обычным представителем в степных районах является тарантул (*Lycosa sp.*). Живет тарантул в отвесных норках, вырытых в почве и выстланных паутиной. Это самый крупный паук отечественной фауны – до 3 см длиной. Укус тарантула вызывает у человека болезненный

отек, но не представляет серьезной опасности.

Для человека весьма опасен паук каракурт (*Latrodectus sp.*), которого можно встретить в степных районах Кавказа и Поволжья. Это средних размеров (около 1,5 см) паук черного цвета с красными пятнышками на верхней поверхности брюшка. Каракурты обитают в норках, а на поверхности почвы расстилают ловчую паутину. Обычная добыча каракуртов – прямокрылые, в том числе саранчовые. Яд паука опасен для лошадей и человека, но овцы и свиньи от укусов не страдают. Самка крупнее самца и обычно после спаривания съедает его, что и позволило звать каракурта «черной вдовой». Самка откладывает яйца группами в шаровидные паутинные коконы, расположенные у земли.

Пауков очень много во всех ярусах биоценозов суши. Они, как хищники, участвуют во всех пищевых цепях, и в том числе в регуляции численности самых разных насекомых. Образ жизни пауков весьма разнообразен: бродячие, сидячие (тенетные), растягивающие ловчие сети и др.

Клещи (Acarica). Это групповое название объединяет три отряда класса Паукообразные.

По приспособленности к различным местам обитания клещи приближаются к насекомым. Они живут во мхах и лишайниках, лесной подстилке, в почвенном слое, где могут составлять 95 % фауны членистоногих. Клещи живут во всех водоемах. Заселили они многие органы и ткани растений, разнообразны их отношения с растениями и животными. Многие растительноядные клещи наносят серьезный вред сельскохозяйственному производству. Потери урожая достигают 20–30 % в тепличных хозяйствах из-за паутинного клеща, вредящего овощным культурам. Повреждения, наносимые грушевым галловым клещом, приводят к потере до 90 % урожая. Земляничный клещ снижает сбор ягод на 40–70 %. Большой ущерб наносит зернопродуктам группа амбарных клещей. Часть клещей является паразитами животных и человека.

Отряд Клещи-сенокосцы (Oribiocarina) включает небольшую группу примитивных клещей с сохранившейся сегментацией тела: два последних сегмента головогруды свободные и брюшко из восьми сегментов. У них две пары глаз, четыре пары стигм, хелицеры клещневидные, между которыми расположен теркообразный орган. Первая пара ног специализирована в основном как сенсорные органы. Размеры тела сенокосцев достигают 1 мм. Живут скрытно, обитая под камнями, в почвенном слое. Их хозяйственное значение неопределенно.

Отряд Акариформные клещи (Acariformes). Это наиболее крупный отряд, объединяющий разнообразные по морфологическим и эко-

логическим особенностям формы и насчитывающий более 30 тыс. видов.

Подотряд Саркоптоидные (Sarcoptiformes) включает клещей, имеющих грызущий ротовой аппарат. Среди большого числа семейств следует выделить панцирных клещей (*Oribatei*) – участников почвообразовательных процессов, среди которых есть виды, являющиеся промежуточными хозяевами паразитических ленточных червей.

Важное хозяйственное значение имеют представители семейства Мучные клещи (*Acaridae*) (рис. 26). Это небольшие амбарные клещи (0,2–0,8 мм) с овальным и полупрозрачным телом.

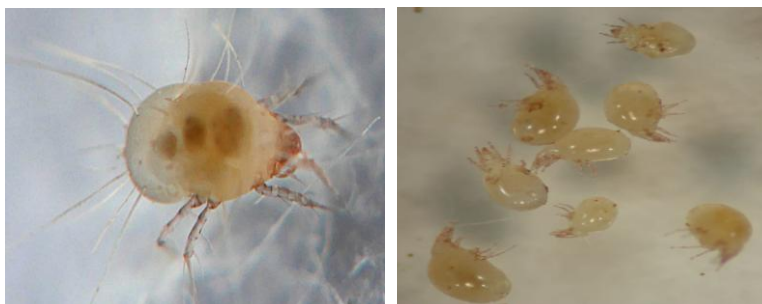


Рис. 26. Внешний вид мучного клеща

Они распространены повсеместно, живут в опавших листьях, скирдах сена и соломы, зернохранилищах, складах, гнездах птиц и т. д., где повреждают зернофураж, муку, сухофрукты и многое другое, имеющее органическую природу. При этом клещи сильно загрязняют продукты испражнениями. Большой вред наносят мучной клещ (*Acarus siro* L.), темноногий клещ (*Aleuroglyphus ovatus* Troup.) и др.

Отряд Паразитиформные (Parasitiformes). Данный отряд включает мелких и крупных клещей (0,2–7 мм). Ротовой аппарат у большинства видов колюще-сосущего типа. Есть свободноживущие представители паразитоформных, а также встречаются паразитические виды и вредители продовольствия.

Семейство Иксодовые, или Пастбищные клещи (Ixodidae), относящиеся к подотряду Заднедыхальцевые (*Metastigmata*). Представлено наиболее крупными клещами, у которых длина тела после насыщения кровью достигает 30 мм. Размеры голодной нимфы 2–3 мм. Это эктопаразиты в основном теплокровных животных, многие виды нападают на человека. На одной корове одновременно можно обнаружить

около тысячи клещей, которые высасывают до 5 л крови. Клещи вызывают болезненное состояние животных и снижение их продуктивности. Название «пастбищные» клещи получили потому, что самки откладывают яйца непосредственно на почву.

Иксодовые клещи в основном являются теплолюбивыми паукообразными, поэтому по мере продвижения на север число их видов снижается. Иксодовые клещи передают вирус осенне-летнего (клещевого) энцефалита, возбудителей туляремии и прочих опасных заболеваний, другие виды клещей могут передавать гемоспоридиоз крупного рогатого скота, пироплазмоз, бруцеллез, сыпной тиф и другие опасные заболевания домашних и диких животных и человека.

Зудневые (чесоточные) клещи (надсемейство Sarcoptoidea) живут в коже домашних и диких млекопитающих, а также человека, вызывая заболевание чесотку. Это очень мелкие клещи с короткими ножками. Самки чесоточного зудня питаются кожей, прогрызая в ее роговом слое извитые ходы до 15 мм длиной. В толще кожи самка откладывает до 50 яиц. Размещает она их в ходах, над которыми выгрызает вентиляционные отверстия. Личинки и протонимфы живут в этих ходах, питаются остатками поврежденной самкой кожи и тканевой жидкостью. Развитие длится около двух недель.

Клещи вызывают воспаление кожи, которая утолщается, и на ней образуются струпья и роговые корки. Под корками скапливается гнойный экссудат. Волосы на этих участках выпадают.

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика и систематика паукообразных.
2. Внешняя морфология и строение покровов тела паукообразных.
3. Внутреннее строение арахнид на примере паука-крестовика.
4. Ядовитые паукообразные.
5. Особенности морфологии клещей.
6. Орибитидные клещи как промежуточные хозяева ленточных червей.
7. Клещи как паразиты животных и человека.
8. Развитие и жизненный цикл клещей.
9. Значение паукообразных в природе и жизни человека.

Класс Насекомые (Insecta)

Общая характеристика

Насекомые – главный класс шестиногих, насчитывающий около миллиона видов. Их тело подразделяется на голову с усиками и тремя парами ротовых придатков, грудь с тремя парами ног и брюшко, которое состоит из 6–12 сегментов и лишено развитых конечностей. Дышат открыточелюстные с помощью трахей. У большинства представителей второй и третий сегменты груди несут по паре крыльев. Насекомые заселили все уголки нашей планеты. Роль их в природе и хозяйственной деятельности человека трудно переоценить.

Систематика

- Царство Животные (Animalia).
- Подцарство Многоклеточные (Metazoa).
- Тип Членистоногие (Arthropoda).
- Подтип Трахейнодышащие (Tracheata).
- Надкласс Насекомые, или Шестиногие (Insecta, s. Hexapoda).
- Класс Скрытночелюстные (Entognatha), или Первичнобескрылые (Apterygota).
- Класс Открыточелюстные (Ectognatha), или Крылатые (Pterygota).
- Отряд Прямокрылые (Orthoptera).
- Вид саранча перелетная (*Locusta migratoria*).
- Отряд Тараканы (Blattoptera).
- Вид таракан рыжий (*Blattella germanica*).
- Отряд Стрекозы (Odonoptera).
- Вид стрекоза-коромысло (*Aeschna grandis*).
- Отряд Равнокрылые (Homoptera).
- Вид тля кровяная (*Eriosoma lanigerum*).
- Отряд Полужесткокрылые, или Клобы (Hemiptera).
- Вид клоп постельный (*Cimex lectularius*).
- Отряд Вши (Siphunculata).
- Вид вошь свиная (*Haematopinus suis*).
- Отряд Чешуекрылые, или Бабочки (Lepidoptera).
- Вид белянка капустная (*Pieris brassica*).
- Отряд Жесткокрылые, или Жуки (Coleoptera).
- Вид жук майский (*Melolontha melolontha*).

Отряд Блохи (Siphonoptera).

Вид блоха человеческая (*Pulex irritans*).

Отряд Перепончатокрылые (Hymenoptera).

Вид пчела медоносная (*Apis mellifera*).

Отряд Двукрылые (Diptera).

Виды: комар малярийный (*Anopheles maculipennis*);

овод бычий (*Hypoderma bovis*);

овод желудочный (*Gastrophilus intestinalis*);

муха комнатная (*Musca domestica*).

Морфологический обзор. Размеры тела, строение придатков отделов тела и окраска насекомых чрезвычайно разнообразны. Ротовые части представлены парой верхних челюстей (мандибулами), парой нижних челюстей (максиллами) и нижней губой, которая образована в результате срастания второй пары нижних челюстей. Строение ротового аппарата у насекомых различных систематических групп существенно варьирует, что обусловлено разнообразием в способах питания. Можно выделить пять основных типов ротовых аппаратов: грызущий, грызущелижущий, колющесосущий, сосущий и лижущий.

Грудь насекомых состоит из передне-, средне- и заднегруди (рис. 27). К каждому сегменту груди причленяются по паре ног – всего шесть ножек.

У некоторых насекомых ротовой аппарат редуцирован (поденки). Питаются они только на личиночной стадии.

Ноги насекомых чрезвычайно разнообразны по своему строению, что зависит от образа жизни и способа передвижения. Различают несколько типов ног, которые соответствуют характеру движения насекомых: бегательные, прыгательные, собирательные, копательные, плавательные, присасывательные и хватательные. В зависимости от выполняемой функции каждый тип конечностей характеризуется особенностями морфологии.

Полет насекомых чрезвычайно разнообразен: машущий, парящий, порхающий и т. п. Работа крыльев может быть весьма интенсивной: при полете пчела совершает более 200 взмахов в 1 с, а комары-звонцы – до 1000. Пчела летит со скоростью 3 м/с, а бражники – 15 м/с.

Брюшко насекомых состоит из 6–10 сегментов. У взрослых насекомых конечностей на брюшке нет, но у некоторых представителей в личиночной стадии на сегментах брюшка расположено несколько пар нечленистых ложноножек.

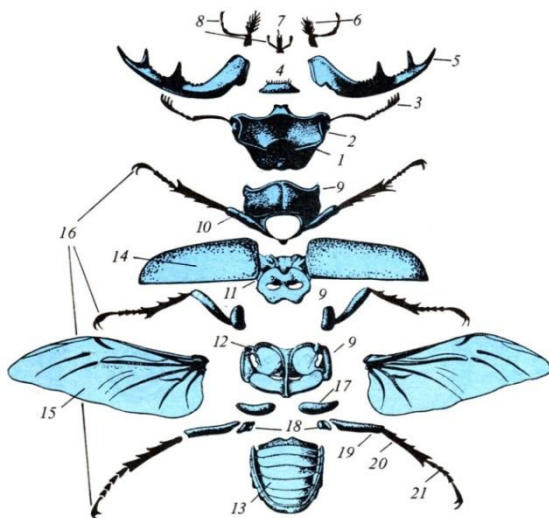


Рис. 27. Жук-олень (внешнее строение): 1 – голова; 2 – глаз; 3 – усик; 4 – верхняя губа; 5 – верхняя челюсть; 6 – нижняя челюсть; 7 – нижняя губа; 8 – щупик; 9 – грудь; 10 – переднегрудь; 11 – среднегрудь; 12 – заднегрудь; 13 – брюшко; 14 – переднее крыло; 15 – заднее крыло; 16 – ноги; 17 – тазик; 18 – вертлуг; 19 – бедро; 20 – голень; 21 – лапка

Покровы представлены однослойной гиподермой, выделяющей снаружи кутикулу. Кутикула состоит из трех слоев: эпи-, экзо- и эндокутикулы.

В гиподерме насекомых находится много разнообразных желез: восковые (пчелы), пахучие (клопы), ядовитые (гусеницы). Слюнные и паутинные железы также имеют кожное происхождение.

В гиподерме и кутикуле насекомых могут содержаться различные пигменты (меланины), окраска которых варьирует от желтых до черных тонов. Окраска насекомых выполняет не только защитные функции, но и несет разнообразную информацию: она предостерегает, обманывает, призывает полового партнера и т. п.

Нервная система построена по типу брюшной нервной цепочки.

Органы чувств у большинства насекомых характеризуются сложностью строения. Они достигают высокого уровня развития: возможности их чувствующего (сенсорного) аппарата зачастую превосходят таковые у высших позвоночных животных и человека. Так, пчелы и

шмели воспринимают поляризованный и ультрафиолетовый свет; некоторые мухи также воспринимают поляризованный свет. Органы слуха насекомых воспринимают не только звуковые колебания, но и любые колебания среды. Доказано, что насекомые реагируют на ультразвук, у них есть сейсмическое и магнетическое чувство, высока их чувствительность к химическим веществам. Самцы некоторых бабочек по запаху находят самок на расстоянии до 11 км.

Для многих насекомых свойственно восприятие цвета (бабочки, пчелы и муравьи). Пчелы, например, различают четыре цвета. Первый цвет, который они воспринимают, соответствует нашему восприятию красного, желтого и зеленого, второй цвет – сине-зеленый, третий – сине-фиолетовый и четвертый – ультрафиолетовый.

Простые глазки имеются не у всех насекомых. У пчел и муравьев их три, и они размещены на темени. Глазки лишены хрустального конуса и иннервируются от переднего отдела мозга. Сложные глаза иннервируются от грибовидных тел. Простые глазки дополняют зрительную функцию сложных глаз, информируя о степени освещенности. Это определяет суточную активность насекомых.

Мускулатура насекомых представлена поперечнополосатыми мышечными волокнами, приводящими в движение участки тела и его придатки. Интенсивность работы и относительная сила мышц насекомых обусловлены высокой в них скоростью обменных процессов, обеспеченных трахейным дыханием.

Пищеварительная система. Передний отдел кишечника эктодермального происхождения и представлен ротовой полостью, в которую открываются протоки одной-двух пар слюнных желез кожного происхождения, глоткой и пищеводом. В конце пищевода зачастую образуется расширение – зоб, где накапливается пища. У многих насекомых передний отдел кишечника заканчивается желудком, в котором пища перетирается.

Строение переднего отдела кишечника может сильно варьировать в зависимости от типа питания насекомых.

В энтодермальном среднем отделе кишечника происходит переваривание и всасывание питательных веществ, поступивших с пищей. Для увеличения поверхности кишечника в нем могут быть слепые выросты – пилорические придатки.

На границе среднего и заднего отделов кишечника в него впадают от 2 до 150 мальпигиевых сосудов; эти сосуды эктодермального происхождения. Задняя кишка может быть дифференцирована на тонкую, толстую и прямую кишки. В стенках прямой кишки расположены рек-

тальные железы, выполняющие функции всасывания воды из экскрементов перед выходом их из анального отверстия.

Кровеносная система незамкнутая. Гемолимфа, свободно циркулирующая в полости тела, омывает все органы. Сердце расположено на спинной стороне тела и имеет вид мускулистой многокамерной трубочки, замкнутой на одном конце.

Органы дыхания в основном представлены глубокими впячиваниями покровов – трахеями, в которые воздух поступает через специальные отверстия по бокам тела – дыхальца, или стигмы. Обычно число дыхалец колеблется от одной до десяти пар.

Личинки некоторых насекомых, живущих в воде (стрекозы, поденки), дышат трахейными жабрами, представляющими собой выросты брюшка с сетью трахей; у части личинок, живущих в воде, могут быть жабры, не имеющие трахей. В этом случае газообмен происходит через покровы жабр.

Органами выделения служат мальпигиевы сосуды, транспортирующие в заднюю кишку в основном кристаллы мочевой кислоты.

Органы размножения. Насекомые раздельнополые, и часто у них хорошо выражен половой диморфизм (по окраске, дополнительным выростам, наличию крыльев и т. д.).

Развитие насекомых. Онтогенез (индивидуальное развитие) насекомых складывается из эмбрионального и постэмбрионального развития. Эмбриональный период начинается после оплодотворения яйцеклетки сперматозоидом. Яйца насекомых чрезвычайно разнообразны по форме, которая зачастую обусловлена средой, в которой они развиваются. Насекомые откладывают яйца группами (колорадский жук) и поодиночке. Кладки яиц могут быть открытыми (белянка) и закрытыми (саранчовые). Некоторые насекомые откладывают яйца в яйцевые капсулы – оотеки (тараканы).

В период постэмбрионального развития увеличиваются масса и размеры насекомого, что сопровождается последовательными линьками и прохождением качественно различных фаз. Число линек колеблется от 3–4 до 30, но в среднем составляет 5–6. Промежуток между двумя последовательными линьками называется стадией, а состояние развития – возрастом.

Запрограммированное изменение в морфологии развития от личинки до взрослого насекомого носят название «метаморфоз». У всех насекомых (кроме низших бескрылых форм), достигших взрослого состояния, рост и линьки прекращаются.

Выделяют три основных типа постэмбрионального развития насе-

комых: прямое развитие без метаморфоза, развитие с неполным превращением и развитие с полным превращением.

Прямое развитие (аметаморфоз) происходит лишь у первичнобескрылых насекомых (двухвостки, чешуйницы, коллемболы). При прямом развитии из яйца выходит личинка, внешне похожая на взрослое насекомое, но меньших размеров, с другими пропорциями тела и недоразвитыми половыми органами. У насекомых с прямым развитием линьки продолжаются и у взрослых особей.

Неполное превращение (гемиметаморфоз) часто называют развитием с постепенным метаморфозом. Такое развитие характерно для многих крылатых насекомых (тараканы, прямокрылые, цикады, клопы и др.). При неполном метаморфозе из яйца выходит личинка, внешне похожая на взрослое насекомое, но меньшей величины, с зачаточными крыльями и неразвитыми половыми органами. Такие личинки носят название «нимфы». По мере развития нимфы несколько раз линяют, и с каждой линькой крылья у них увеличиваются. Нимфа старшего возраста последний раз линяет, и из нее выходит крылатое взрослое насекомое – имаго.

Развитие с полным превращением (голометаморфоз) протекает по следующей схеме: яйцо – личинка – куколка – имаго. Такое развитие свойственно жукам, перепончатокрылым, двукрылым, ручейникам и сетчатокрылым.

Экология насекомых. Основная масса насекомых обитает на суше, заселяя разнообразные места обитания. Многие ведут подземный образ жизни, питаются подземными частями растений, гниющими остатками и почвенными животными. Много насекомых заселяют лесную подстилку и травяной покров, где находят пищу и убежища. Обитатели кустарников и деревьев поедают листву, побеги, семена и плоды, грызут древесину или питаются соком растений. Многие насекомые длительное время находятся в полете, поднимаясь с воздушными потоками на значительные высоты. Водные насекомые предпочитают стоячие водоемы и медленно текущие реки, тогда как в соленых водах их почти нет.

По времени активности насекомых подразделяют на дневных, сумеречных и ночных. Насекомые не способны поддерживать постоянную температуру тела, поэтому наиболее разнообразна и многочисленна фауна тропических стран. Энтомофауна зон умеренного и холодного климата значительно беднее, и почти все насекомые этих зон впадают в длительную зимнюю спячку. Даже в теплое время года кли-

матические и погодные условия оказывают огромное влияние на жизнедеятельность насекомых.

Естественно, что погодные условия являются одним из главных факторов, влияющих на численность насекомых в разные годы, и это важно учитывать при организации борьбы с вредными насекомыми. Колебания численности насекомых обуславливаются также наличием запасов пищи, естественных врагов и миграциями животных.

В зависимости от численности насекомого область его распространения может быть разделена на зоны: зона постоянного обилия данного вида (деятельность вредителей постоянна и активна); зона постоянного обитания, но с периодическим обилием вида в благоприятные годы (деятельность вредителей по годам выражена в разной степени); зона с редкой встречаемостью вида (вредоносность может быть в виде всплеск численности в некоторые годы); зона, где данный вид насекомого не встречается, хотя может появляться в результате миграции в годы массового размножения в других зонах.

По образу жизни насекомые могут быть отнесены к следующим группам: свободноживущие виды, которые питаются растениями, животными, трупами, гниющими остатками и т. п.; паразиты растений: эктопаразиты, обитающие на поверхности растений и питающиеся их соками (тли, червецы); эндопаразиты, живущие в растениях и питающиеся их тканями (личинки короедов и дровосеков); паразиты животных: эктопаразиты (вши, блохи, пухоеды); эндопаразиты (личинки желудочных и кожных оводов, наездников, яйцеедов).

По характеру питания насекомые могут быть отнесены к следующим типам: фитофаги – растительноядные виды (соки растений, листья и побеги, семена, плоды, корни, корнеплоды и т. п.); зоофаги – питаются животной пищей; копрофаги – питаются навозом и экскрементами животных; некрофаги – питаются трупами; сапрофаги – питаются гниющими остатками растений; пантофаги – всеядные насекомые.

Насекомые характеризуются сложной нервной деятельностью. В основе их поведения лежат инстинкты – совокупность совершенных безусловных рефлексов (реакции организма на раздражители, поступающие из внешней среды; эти реакции сложились в течение длительного времени и стали врожденными – наследственными). Часто инстинкты отличаются сложностью, а многие из них до сих пор остаются загадкой для человека. Например, песчаная оса аммофила выкармливает своих личинок гусеницами бабочек, которых оса не убивает, а

парализует. Парализованную гусеницу оса затаскивает в норку и откладывает в нее свое яйцо. Вышедшая личинка питается живыми тканями парализованной гусеницы.

Наиболее сложны инстинкты у общественных насекомых (муравьи, термиты, пчелы). В их колониях каждая группа насекомых (матка, трутни и рабочие пчелы) выполняет свои обязанности, которые могут меняться с возрастом насекомых.

Хозяйственное значение насекомых. Значение насекомых в природе и хозяйственной деятельности человека трудно переоценить. Шестиногие – самый многочисленный и разнообразный надкласс на планете. Особая роль принадлежит насекомым на суше, так как они являются в основном ее обитателями. Насекомые активно участвуют в круговоротах биогенных элементов, потому что среди них есть и консументы первого порядка – фитофаги, и консументы второго и третьего порядков – хищники и паразиты, и редуценты – разрушители органических остатков. Хищные насекомые уничтожают множество вредителей сельскохозяйственных и дикорастущих растений. Насекомые-сапрофаги являются участниками почвообразовательного процесса.

Насекомые способны питаться практически любым органическим материалом, который встречается на нашей планете, но одновременно они являются пищей для представителей других групп животных: амфибий, рептилий, птиц и млекопитающих. Даже зерноядные птицы свое потомство выкармливают в основном насекомыми. Велика роль насекомых в опылении многих культурных и дикорастущих растений. Насекомые используются для получения продуктов питания (пчелы), сырья (тутовый шелкопряд), лекарственных препаратов, а также для борьбы с вредными представителями своего класса (энтомофаги) и растениями-сорняками (фитофаги). Гусениц тутового шелкопряда разводят в специальных хозяйствах, где из коконов этой бабочки производят естественные шелковые ткани. Широкое распространение получает разведение насекомых нектарофагов для опыления растений (пчелы-листорезы, шмели, пчелы-осмии и др.). Насекомых-сапрофагов культивируют для переработки органических отходов, в том числе навоза, в целях получения ценного органического удобрения (компоста) и белкового корма для животных. Разводят насекомых и в кормовых целях (саранчовые, сверчковые, личинки мух и др.). Так, потомство только одной пары навозных мух за сезон может дать биомассу в сотни тонн. Одна самка комнатной мухи может произвести до 200 яиц и более.

Большое число видов насекомых являются вредителями лесных насаждений, сельскохозяйственных растений, запасов сырья и продуктов, паразитами животных и человека. Одни вредители уничтожают культурные растения и снижают их урожайность, другие наносят вред хлебным и фуражным запасам. Насекомые-паразиты снижают продуктивность сельскохозяйственных животных, вызывают тяжелые заболевания. Кровососущие насекомые могут быть переносчиками таких заболеваний, как бешенство, энцефалит, туляремия и др. Есть среди насекомых и промежуточные хозяева паразитических червей. С вредными видами насекомых человек ведет постоянную борьбу. Наряду с механическими, химическими и агротехническими методами все шире используются биологические методы, так как они безопасны для окружающей среды. Применяют в биологической борьбе энтомофагов, патогенные организмы, используют и генетические методы. Наездники, яйцееды и другие перепончатокрылые откладывают яйца в тело вредных насекомых или их яйца, что приводит к гибели вредителей.

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика насекомых.
2. Внешнее строение и покровы насекомых.
3. Строение пищеварительной, кровеносной и дыхательной систем насекомых.
4. Строение нервной, выделительной систем и органов чувств насекомых.
5. Строение половой системы и развитие насекомых.
6. Значение насекомых в природе и жизни человека.
7. Систематика насекомых.
8. Характеристика основных отрядов насекомых.

2.7. Тип Моллюски (Mollusca)

Общая характеристика

Моллюски, или мягкотелые, – вторичнополостные животные с неsegmentированным телом, в большинстве случаев заключенным в раковину. Известно более 113 тыс видов моллюсков, живущих в морских и пресных водах, а также на суше. Большинство водных моллюсков – обитатели дна. Это животные, ведущие начало от кольчатых червей.

Тело моллюсков состоит из трех отделов: головы, туловища и ноги. Важнейшей их особенностью является наличие мантии – складки кожи, свешивающейся со спины, с разнообразными и многочисленными железами, которые вырабатывают секреты, используемые при построении раковины. Между телом и мантией образуется мантийная полость, в которой расположены жабры (или легкие – у сухопутных форм) и некоторые органы чувств. Моллюски имеют тонкие и мягкие покровы, богатые слизистыми железами.

Тип Моллюски включает несколько классов, из которых наиболее распространены и представляют интерес три класса: Двустворчатые моллюски (*Bivalvia*), Брюхоногие моллюски (*Gastropoda*) и Головоногие моллюски (*Cephalopoda*), относящиеся к подтипу Раковинные (*Conchifera*).

Систематика

Тип Моллюски (*Mollusca*).

Класс Брюхоногие моллюски (*Gastropoda*).

Подкласс Переднежаберные (*Prosobranchia*).

Отряд Мезогастроподы (*Mesogastropoda*).

Виды: живородка обыкновенная (*Viviparus viviparus*);

битиния личи (*Bithynia leachi*);

битиния щупальцевая (*Bithynia tentaculata*).

Подкласс Легочные (*Pulmonata*).

Отряд Сидячеглазые (*Basommatophora*).

Виды: прудовик обыкновенный (*Lymnaea stagnalis*);

прудовик малый (*Galba truncatula*);

катушка роговая (*Planorbium corneum*).

Отряд Стебельчатоглазые (*Stylommatophora*).

Виды: улитка виноградная (*Helix pomatia*);

янтарка (*Succinea putris*);

слизень полевой (*Deroceras agreste*).

Класс Двустворчатые моллюски (*Bivalvia*).

Надотряд Настоящие пластинчатожаберные (*Autobranchia*).

Отряд Униониды (*Unionida*).

Виды: беззубка (*Anodonta cygnea*);

перловица (*Unio pictorum*).

Отряд Митилиды (*Mytilida*).

Виды: мидия съедобная (*Mytilus edulis*);

устрица черноморская (*Ostrea taurica*);

дрейссена (*Dreissena polymorpha*).
Отряд Пектинида (Pectinida).
Вид гребешок черноморский (*Flexopecten ponticus*).
Класс Головоногие моллюски (Cephalopoda).
Отряд Кальмары (Teuthida).
Вид кальмар тихоокеанский (*Todarodes pacificus*).
Отряд осьминоги (Octopoda).
Вид осьминог обыкновенный (*Octopus vulgaris*).

Класс Брюхоногие моллюски (Gastropoda)

Общая характеристика

У брюхоногих моллюсков, или улиток, нога имеет широкую подошву; такая нога используется этими моллюсками для ползания. При наличии раковины последняя спирально заворота, что придает телу моллюска асимметричную форму. Голова имеет одну-две пары щупалец, у многих хорошо развиты глаза. Дышат брюхоногие моллюски жабрами или легкими. Первично брюхоногие моллюски – обитатели моря, но некоторые из них в процессе эволюции приспособились к жизни в пресных водоемах и на суше. Имеются пресноводные моллюски (прудовики, катушки), которые вторично перешли к водному образу жизни: живя в воде, они дышат кислородом воздуха. Немногие из них ведут паразитический образ жизни. Размеры улиток варьируют от нескольких миллиметров до нескольких десятков сантиметров. Это самый многочисленный и разнообразный класс моллюсков. Известно более 90 тыс. видов брюхоногих моллюсков, питающихся гниющими остатками, растительной и животной пищей. Многие из них вредители растений, некоторые являются промежуточными хозяевами паразитических плоских червей.

Морфологический обзор. Класс брюхоногих моллюсков делится на три подкласса: Переднежаберные (Prosobranchia), Заднежаберные (Opisthobranchia) и Легочные (Pulmonata).

Органы пищеварения. Брюхоногие моллюски питаются растительной пищей, детритом или являются хищниками. Ротовое отверстие расположено на нижней стороне головы и ведет в глотку, которая имеет роговые челюсти и мускулистый валик – язык с теркой (радулой), имеющей вид пластинки с мелкими зубчиками (рис. 28). С ее помощью моллюск отделяет частицы пищи или субстрата. В глотку впадают протоки слюнных желез. У некоторых хищных форм в слюне со-

держится серная кислота, с помощью которой моллюски растворяют раковины или панцири своих жертв – других моллюсков и иглокожих. Из глотки пища попадает в пищевод и затем в желудок, в который открываются протоки печени. Из желудка пищевая масса поступает в кишечник: сначала в среднюю и затем в заднюю кишку.

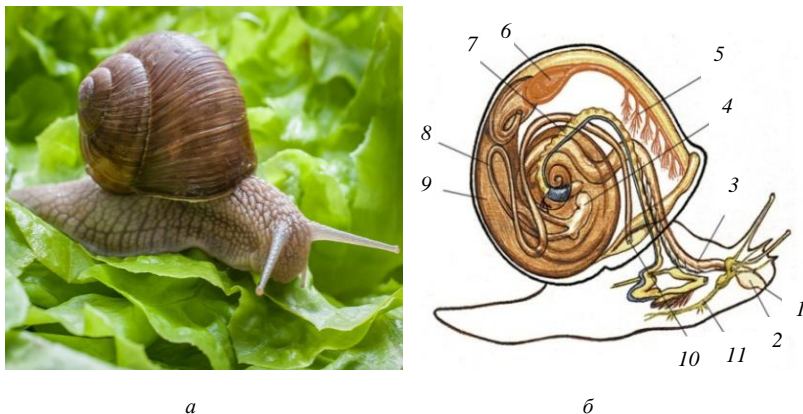


Рис. 28. Виноградная улитка: *а* – внешний вид; *б* – внутреннее строение:
 1 – язык с теркой; 2 – глотка; 3 – пищевод; 4 – желудок; 5 – кровеносные сосуды
 в легком; 6 – сердце; 7 – яйцевод; 8 – кишечник; 9 – печень; 10 – анальное отверстие;
 11 – нервная система

Органы дыхания – жабры и легкие. Жабрами дышат все морские и часть пресноводных видов. Наземные и вторичноводные (вынуждены периодически подниматься и набирать воздух в легкое) относятся к легочным моллюскам. Легкие моллюсков – это видоизмененная мантийная полость, стенки которой пронизаны сетью кровеносных сосудов. Воздух поступает в легкое через особое дыхальце, которое при погружении моллюска в воду закрывается. У моллюсков имеется и кожное дыхание.

Кровеносная система незамкнутая; ее образуют сердце (см. рис. 28), находящееся в околосердечной сумке, сосуды и лакуны. Кровь обычно бесцветна и содержит амебоциты. В околосердечную сумку открываются воронки двух почек; мочеточники выводят мочу в мантийную полость сбоку от анального отверстия.

Органы размножения. Большинство морских брюхоногих моллюсков раздельнополые, а наземные и многие пресноводные – гермафро-

диты. Половые железы непарные. Оплодотворение яйцеклеток осуществляется в материнском организме. У гермафродитов половая система устроена сложно. Так, у виноградной улитки имеется гермафродитная железа, вырабатывающая яйцеклетки и спермин. Спаривание сводится к обмену спермой (подобно дождевым червям), которая поступает в семяприемники другой особи. Поэтому оплодотворение у них всегда перекрестное. Развитие протекает без стадии личинки (прямое) или с метаморфозом, реже наблюдается живорождение.

Брюхоногие моллюски участвуют в круговороте веществ в водоемах и на суше, потребляя органические остатки и перерабатывая их. Многие моллюски служат кормом для водных позвоночных. Морские трубачи являются источником черного и розового жемчуга, высоко ценящегося на мировом рынке.

Многочисленные многоядные слизни наносят вред различным растениям, поедая листья, ягоды и клубни. Тело слизней вытянуто и лишено раковины. У некоторых видов под кожей имеются ее остатки. Особый ущерб наносят полевым и кормовым культурам полевой слизень, крупный окаймленный слизень и др. Обычно это ночные животные, днем прячущиеся в укрытиях. Слизни гермафродиты. Делают за летний период несколько кладок по 9–50 яиц в каждой. Зимуют на стадии яйца и взрослой особи. Продолжительность жизни слизней – до 3 лет.

Наземные и пресноводные брюхоногие моллюски являются промежуточными хозяевами плоских паразитических червей – сосальщиков. Это малый прудовик (*Lymnaea truncatula*), обыкновенный прудовик (*Lymnaea stagnalis*), битиния (*Bithynia leachi*), хелицелла (*Helicella candidula*) и др. Роль этих брюхоногих моллюсков весьма велика в распространении гельминтных заболеваний, так как эти мягкотелые весьма многочисленны в природе. При этом более половины из них могут быть поражены личинками фасциол. Моллюски служат косвенным индикатором загрязнения водоемов.

Класс Двустворчатые (Bivalvia)

Общая характеристика

Это моллюски, имеющие двустворчатую раковину, прикрывающую тело с боков. Голова у них редуцирована. Нога клиновидной формы, у ведущих неподвижный образ жизни нога часто подвергается редукции.

Жабры в виде пластин (второе название класса – Пластинчатожаберные) находятся в мантийной полости с обеих сторон ноги. Из описанных более 20 тыс. видов двусторчатых моллюсков большая их часть обитает в морях, меньшая часть живет в пресных водах (рис. 29). Это малоподвижные или неподвижные животные дна водоемов. Питаются пассивно – за счет захватывания частиц пищи, поступающих с током воды в мантийную полость, и относятся к группе биофильтраторов.

Морфологический обзор. Двусторонне-симметричное тело этих животных состоит из туловища и ноги, имеющей клиновидную форму. С помощью ноги моллюски передвигаются: они высовывают ногу из раковины, зарывают ее в грунт дна водоема, а затем подтягивают к ней тело. У неподвижных видов нога в разной степени редуцирована.

Мантия в виде двух складок свешивается с боков тела. Между телом и мантией образуется мантийная полость, в которой расположены жабры и нога, в нее открываются задняя кишка, мочевые и половые протоки.

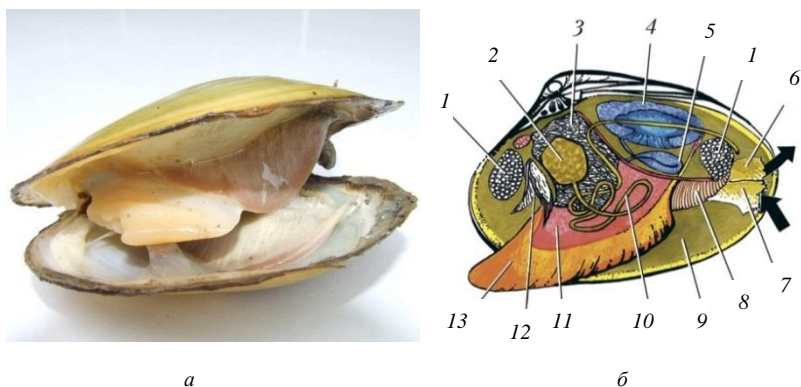


Рис. 29. Вскрытая беззубка: *а* – внешний вид; *б* – внутреннее строение: 1 – передняя и задняя мышцы; 2 – желудок; 3 – пищеварительная железа; 4 – перикардиальная сумка; 5 – почка; 6 – выводящий сифон; 7 – вводящий сифон; 8 – жабры; 9 – мантия; 10 – кишка; 11 – половая железа; 12 – ротовые лопасти; 13 – нога

Раковина имеет три слоя: органический, фарфоровидный (из углекислого кальция) и перламутровый.

Нервная система. Она состоит из трех пар нервных ганглиев, расположенных над глоткой, в ноге и в задней части туловища и связанных комиссурами. Органы чувств развиты слабо. В покровах разбро-

саны чувствующие клетки, на жабрах есть хеморецепторы, в ноге расположены органы равновесия –статоцисты. У некоторых видов по краям мантии размещены многочисленные глазки. Головные щупальца и глаза отсутствуют.

Органы пищеварения. Над основанием ноги на переднем конце тела расположено ротовое отверстие, по бокам которого имеются две лопасти с мерцательным эпителием, реснички которого гонят пищевые частички ко рту. Через короткий пищевод пища попадает в небольшой желудок, куда открываются протоки печени. Глотка, терка и слюнные железы из-за редукции головы у двустворчатых моллюсков отсутствуют.

Из желудка пища поступает в кишку, которая образует несколько петель, и затем через околосоердечную сумку и желудочек сердца проходит назад и открывается анальным отверстием в выводяной (клоакальный) сифон, откуда с током воды экскременты выбрасываются наружу.

Кровеносная система не замкнутая. Она представлена сердцем с одним желудочком и двумя предсердиями. Сердце лежит на спинной стороне в околосоердечной сумке. От желудочка берут начало два мощных сосуда: передняя и задняя аорты.

Органы выделения представлены двумя почками, которые лежат под сердцем. Каждая почка начинается высланной мерцательным эпителием воронкой в околосоердечной сумке. Мочеточники открываются в мантийную полость.

Органы размножения. Большинство двустворчатых моллюсков раздельнополы. Половые железы парные, а их протоки открываются в мантийную полость. Оплодотворение яйцеклеток наружное.

Развитие у большого числа видов происходит с метаморфозом.

Многих двустворчатых моллюсков используют в пищу (устрицы, гребешки, мидии и др.). Устрицы (семейство *Ostreidae*) ведут неподвижный образ жизни в морских водах, имеют асимметричную раковину. Большой выпуклой створкой они соприкасаются с субстратом, образуя огромные скопления на мелководьях. Во многих странах мясо устриц, характеризующееся высокой питательной ценностью, широко используют в пищу. В прибрежных странах эффективно развивается промышленное разведение устриц.

Двустворчатые моллюски выполняют и очистительные функции в водоемах. В среднем один моллюск пропускает за 1 час около 1 л во-

ды. Перловицы и беззубки являются действующими биофильтраторами. В этом отношении они представляют большую ценность.

Класс Головоногие (Cephalopoda)

Общая характеристика

К этому классу принадлежит около 700 видов крупных моллюсков, живущих исключительно в морях и отличающихся наиболее сложной организацией. Из-за совершенных приспособлений к жизни в морской стихии и сложности поведения головоногих моллюсков часто называют «приматами моря» среди беспозвоночных животных. Обычно это свободноплавающие и подвижные хищники, предпочитающие воды теплых морей и океанов. Среди них мало ползающих видов. Их размеры колеблются от нескольких сантиметров до 18 м (гигантские кальмары).

Тело отчетливо подразделяется на голову и туловище. Нога же превращена в щупальца (руки), которые вторично сместились на голову и окружают ротовое отверстие (отсюда и их название – головоногие). Другая часть ноги преобразовалась в воронку, лежащую у входа в мантийную полость на брюшной стороне тела.

У примитивных форм раковина наружная, у высших представителей она внутренняя, частично или полностью редуцирована.

Морфологический обзор. *Покровы* представлены однослойным эпителием и слоем соединительной ткани под ним. Головоногие моллюски (рис. 30) способны к быстрой и резкой смене своей окраски, что обуславливается наличием в соединительно-тканном слое кожи многочисленных пигментных клеток – хроматофоров. Механизм смены окраски контролируется нервной системой, получающей информацию по зрительным нервам.

Нервная система головоногих моллюсков устроена наиболее сложно. Нервные ганглии образуют крупное окологлоточное скопление – мозг, заключенный в хрящевую капсулу (соответствует по выполняемой функции черепу позвоночных). От заднего отдела ганглиозной массы отходят два крупных мантийных нерва.

Органы чувств хорошо развиты. Глаза по своему строению напоминают глаза млекопитающих (пример конвергенции между беспозвоночными и позвоночными животными).



Рис. 30. Головоногий моллюск – осьминог

Органы пищеварения также сложно устроены и несут черты специализации к питанию животной пищей. Ротовое отверстие, лежащее в центре венца щупалец, ведет в мускулистую глотку, в которой находится язык с теркой. Пища сначала разгрызается роговыми челюстями, а затем обильно смачивается слюной и перетирается теркой. Длинный пищевод может иметь расширение – зоб. Из пищевода пища попадает в мускулистый энтодермальный желудок, имеющий слепой мешковидный отросток. От желудка отходит тонкая кишка, переходящая в заднюю кишку, оканчивающуюся анальным отверстием в мантийной полости.

Питаются головоногие моллюски в основном рыбой, крабами и двусторчатками моллюсками, схватывая их щупальцами и убивая челюстями и ядом.

Органы дыхания – жабры, расположенные в мантийной полости симметрично по бокам туловища.

Кровеносная система представлена сердцем с одним желудочком и двумя или четырьмя предсердиями (по числу жабр). Кровь движется за счет сокращений сердца, а также за счет пульсации участков сосудов.

Выделительная система состоит из двух или четырех почек, берущих начало отверстиями в целоме (околосердечной сумке). Конечные продукты обмена поступают из жаберных вен и околосердечной сумки и выделяются в мантийную полость рядом с анальным отверстием.

Половая система. Головоногие моллюски – раздельнополые животные, у которых часто хорошо выражен половой диморфизм.

Оплодотворение обычно происходит в мантийной полости самки, роль копулятивного органа играет одно из щупалец, которое у самцов отличается наличием особого ложкообразного придатка. С помощью этого щупальца самец вводит сперматофоры в мантийную полость самки. Все развитие зародышей протекает внутри яиц, которые самка откладывает на дне. У некоторых головоногих проявляется забота о потомстве: самка аргонавта вынашивает яйца в выводковой камере, осьминоги охраняют кладку яиц.

Многие головоногие являются объектом промысла: кальмаров, каракатиц и осьминогов человек использует в пищу, поскольку их мясо обладает высокой пищевой ценностью. Мировой улов головоногих достигает более 1,6 млрд. т в год.

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика и систематика моллюсков.
2. Внешнее строение брюхоногих моллюсков.
3. Внутреннее строение виноградной улитки.
4. Размножение и развитие брюхоногих моллюсков.
5. Брюхоногие моллюски как промежуточные хозяева паразитических червей.
6. Значение брюхоногих в природе и жизни человека.
7. Внешнее строение двустворчатых моллюсков.
8. Внутреннее строение беззубки.
9. Значение двустворчатых в природе и жизни человека.
10. Особенности морфологии головоногих моллюсков.
11. Значение головоногих в природе и жизни человека.

2.8. Тип Иглокожие (Echinodermata)

Общая характеристика

Представители этого типа, число которых составляет около 6 тыс. видов, населяют океаны и моря. Это вторичнополостные животные, имеющие во взрослом состоянии радиальную симметрию тела.

У большинства видов органы расположены по пяти радиусам, но у части форм число лучей иное. Свободноплавающие личинки иглокожих имеют двустороннюю симметрию тела. Вторичная полость заполнена полостной жидкостью.

Иглокожие преимущественно донные животные, способные к медленному перемещению по субстрату, реже они прикрепляются ко дну посредством особого стебелька и ведут оседлый образ жизни. Некоторые иглокожие служат пищей для морских обитателей, в том числе позвоночных, встречаются среди иглокожих промысловые виды. Размеры иглокожих колеблются от нескольких миллиметров до 2 м (голурии).

Форма тела иглокожих весьма разнообразна, что отражают их названия: морские огурцы, морские ежи, морские звезды и лилии. В соединительнотканном слое кожи иглокожих развивается скелет из известковых пластинок с торчащими на поверхности тела шипами, иглами и т. п. Скелет служит защитой и опорой для организма. Вторичная полость тела (целом), где расположены внутренние органы, заполнена целомаической жидкостью и выполняет транспортные и опорные функции. За счет целома образуется амбулакральная система органов движения.

В наружном слое кожи имеются пигментные, железистые и чувствительные клетки. В соединительнотканном слое кожи образуется внутренний известковый скелет мезодермального происхождения. У морских звезд скелет имеет вид известковых пластинок, расположенных рядами; у морских ежей скелет представлен известковым панцирем из радиально расположенных парных рядов пластинок.

Нервная система примитивна и имеет радиальное строение. От окологлоточного нервного кольца отходят радиальные нервные тяжи, число которых соответствует числу лучей. Как у всех животных, ведущих малоподвижный образ жизни, органы чувств развиты слабо: у некоторых морских звезд на лучах находятся примитивные глазки, а у морских ежей они располагаются на поверхности тела. Имеются органы осязания.

Пищеварительная система. Иглокожие характеризуются широким спектром типов питания: зоофаги, фитофаги, детритофаги и сестонофаги (питаются оседающими отмершими организмами и частично планктоном). Это обусловило разнообразие морфофункциональных особенностей пищеварительной системы.

У большинства иглокожих кишечник состоит из трех отделов. Ротовое отверстие расположено посередине нижней поверхности тела и ведет в короткой пищевод. За пищеводом следуют средняя кишка (желудок) и короткая задняя кишка, анальное отверстие имеется не всегда. У голотурий вокруг рта расположены щупальца, на которые налипают частицы пищи, отправляемые в рот. У некоторых ежей частицы пищи направляются в рот ресничками эпителиальных клеток, покрывающих специальные бороздки.

Амбулакральная система предназначена в основном для передвижения иглокожих и уникальна среди животного мира по своему строению. Система состоит из околоротового канала и отходящих от него радиальных каналов. От радиальных каналов отходят боковые каналы, каждый из которых заканчивается полый, очень растяжимой и мускулистой ножкой с ампулой. Ампулы находятся в полости тела, а ножки проходят сквозь покровы иглокожих во внешнюю среду. Ножки на свободном конце снабжены маленькими присосками. При этом ножки располагаются двойными рядами в специальных радиальных бороздках. У большинства иглокожих от кольцевого канала отходит непарный каменный канал, который открывается наружу пористой madreporовой пластинкой. Вода фильтруется через поры madreporовой пластинки и поступает внутрь через каменный канал, ресничный эпителий которого обеспечивает движение жидкости внутри тела. Через madreporовую пластинку происходит также и регуляция полостного давления.

Амбулакральная система заполнена полостной жидкостью, состав которой близок к морской воде. Жидкость вгоняется в радиальный канал луча (морская звезда), расположенного по направлению движения звезды, и поступает в ампулы. При сокращении ампул жидкость нагнетается в ножки, которые под давлением жидкости вытягиваются по направлению движения и присасываются к субстрату с помощью присосок, которыми заканчиваются ножки. Когда мускулатура ножек сокращается, жидкость возвращается в ампулы, ножки укорачиваются и подтягивают животное вперед. Так перемещаются ежи, морские звезды и голотурии. У морских лилий и офиур ножки лишены присосок и выполняют функции дыхания и передачи пищи к ротовому отверстию.

Кровеносная система лакунарного типа. Лакуны – остатки первичной полости тела. Лакуны кровеносной системы находятся на ораль-

ной (нижней) и аборальной (верхней) сторонах тела и сообщаются между собой радиальными лакунами. Кровеносная система выполняет в основном транспортные функции.

Органы дыхания. Газообмен у большинства иглокожих осуществляется через покровы тела. У морских звезд и морских ежей на аборальной стороне тела имеются кожные жабры в виде выпячиваний тела. Роль жабр выполняют также амбулакральные ножки. У голотурий газообмен осуществляется в задней кишке.

Органы выделения. Выделение конечных продуктов обмена происходит через стенки амбулакральной системы, а также с помощью амебоцитов, находящихся в целомической жидкости. Амебоциты захватывают из целома экскреторные вещества и выводят их через покровы наружу.

Органы размножения. Большинство иглокожих раздельнополы, но имеются и гермафродитные формы. Оплодотворение наружное. Иглокожие живут большими сообществами и выпускают половые продукты наружу, где и происходит их слияние. Развитие иглокожих происходит со сложным метаморфозом. Из яиц выходят планктонные двусторонне-симметричные личинки, которые проходят через несколько личиночных фаз, характеризующихся кардинальными изменениями симметрии, строения, формы и внутренней организации (катастрофический метаморфоз).

Некоторые представители морских звезд, голотурий и офиур размножаются бесполом путем: материнский организм распадается на отдельные части, из которых развиваются дочерние особи.

Систематика

Тип Иглокожие (Echinodermata).

Класс Морские звезды (Asteroidea).

Вид звезда красная морская (*Asterias rubens*).

Класс Морские ежи (Echinoidea).

Вид еж северный морской (*Strongylocentrotus droebachiensis*).

Класс Змеехвостки, или Офиуры (Ophiuroidea).

Вид офиура голова Горгоны (*Gorgonocephalus sp.*).

Класс Морские огурцы, или Голотурии (Holothuroidea).

Вид трепанг дальневосточный (*Stichopus japonicus*).

Класс Морские лилии (Crinoidea).

Вид гелиометра ледовая (*Heliopecten glacialis*).

Класс Морские звезды (Asteroidea)

Морфологический обзор. Тело представителей этого класса имеет звездообразную форму, а число лучей чаще всего бывает пять, но иногда достигает 50. Размеры варьируют от 1 до 70 см. Морские звезды окрашены в разнообразные цвета. Их тело может быть уплощенным, выпуклым и даже без лучей. Известно около 1,7 тыс. видов морских звезд.

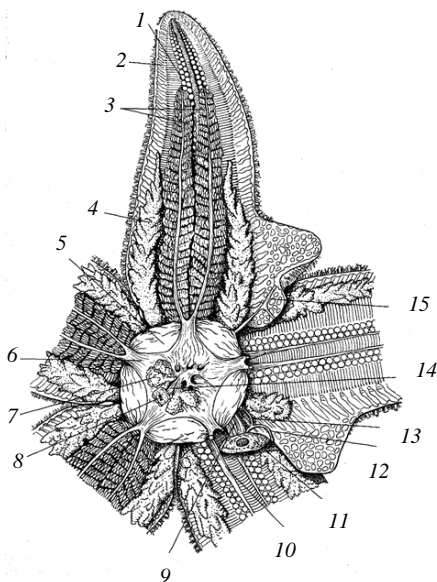


Рис. 31. Морская звезда:

- 1 – амбулакральные пластинки; 2 – маргинальные пластинки; 3 – печеночные мешки;
4 – гонады; 5, 6 – оральный и аборальный отделы желудка; 7 – ректальные железы;
8 – кусочек спинной стенки тела с анальным отверстием; 9 – каменистый канал;
10 – мускулы-ретракторы желудка; 11 – участок кожи с madreporовой пластинкой;
12 – стенка осевого синуса; 13 – половой столон; 14 – половой проток; 15 – задняя кишка

Класс Морские ежи (Echinoidea)

Морфологический обзор. Морские ежи – малоподвижные донные иглокожие, как правило, шаровидной или уплощенной формы. У большинства хорошо развит скелет в виде сплошного панциря из

плотно соединенных известковых пластинок. Ежи покрыты многочисленными иглами, которые подвижно причленяются к телу, и имеют амбулакральные ножки с присосками. Некоторые виды передвигаются на иглах. Известно около 800 видов морских ежей (рис. 32).



Рис. 32. Морской еж

Большинство ежей питаются растительной пищей, но есть много и зоофагов. Рот, расположенный на нижней стороне тела, вооружен особым жевательным аппаратом с пятью выступающими зубами – аристотелев фонарь. Кишечник заканчивается анальным отверстием на вершине тела. Иглы, покрывающие тело ежей, наряду с защитными функциями иногда принимают участие в передвижении (как ходули). Среди обыкновенных игл разбросаны иглы-щипчики (педицеллярии), предназначенные для очистки тела от экскрементов. Некоторые щипчики выполняют защитную роль, так как имеют ядовитые железы.

У многих ежей имеются кожные жабры, расположенные на околотротовой площадке. Оплодотворение наружное. Развитие происходит со сложным метаморфозом. Ежами питаются чайки, каланы, рыбы, морские звезды, крабы. Промысел ежей ведется в дальневосточных морях.

Класс Голотурии, или Морские огурцы (Holothuroidea)

Морфологический обзор. Голотурии, или морские огурцы, или морские кубышки, имеют мешковидное тело, у некоторых видов оно червеобразной формы с венчиком ветвистых щупалец вокруг рта, рас-

положенного на переднем конце. Вдоль тела тянутся пять полос амбулакральных ножек с присосками. В основном это донные животные, но встречаются роющие и плавающие виды. Питаются голотурии органикой и мелкими животными (рис. 33). Насчитывают около 900 видов голотурий. В их коже находятся мелкие известковые тельца. Дышат голотурии с помощью особых двух водяных легких, лежащих в полости тела по бокам кишечника.



Рис. 33. Голотурии

Размеры голотурий колеблются от нескольких миллиметров до 1 м. Плавающие формы имеют небольшое студенистое тело, питаются планктоном. При опасности голотурии выбрасывают из задней кишки особые липкие нити или даже все содержимое полости тела. Секрет, из которого образуются липкие нити, поступает по протоку в кишечник из кювьеровой железы.

Голотурии раздельнополые, но встречаются гермафродиты, которые функционируют и как самцы, и как самки. Развитие с метаморфозом. Личинки голотурий выполняют расселительную функцию.

Голотурии служат пищей для крупных обитателей морей и океанов, являются объектом промысла (40 видов).

Класс Морские лилии (Crinoidea)

Морфологический обзор. Представители этого класса – морские лилии, ведущие постоянно или временно прикрепленный к субстрату

образ жизни. Пищу они захватывают из толщи воды с помощью обращенного вверх рта. Это наиболее древняя группа иглокожих, насчитывающая 540 современных видов (рис. 34).



Рис. 34. Морские лилии

Морские лилии по форме и окраске напоминают цветы. Встречаются стебельчатые и бесстебельчатые формы. Тело их обращено оральной стороной вверх, на этой стороне расположены ротовое и анальное отверстия. Амбулакральные ножки лишены присосок и выполняют функции дыхания, осязания и передачи пищи ко рту. Большинство лилий десятирукие – с пятью раздвоенными у самого основания лучами, отходящими от тела (чашечки). Известковые членики мускулистого стебелька подвижны, а нижние – снабжены специальными усиками, служащими для прикрепления лилии к субстрату. Подвижные лучи-руки имеют побочные веточки – пиннулы. По верхней стороне лучей проходит амбулакральная бороздка, усаженная амбулакральными ножками без присосок.

В северных морях наиболее часто встречается гелиометра (*Helimeta gracialis*) – бесстебельчатая лилия с лучами до 35 см.

Контрольные вопросы

1. Особенности строения морских звезд.
2. Особенности строения морских ежей и голотурий.
3. Значение иглокожих в природе и жизни человека.

3. ХОРДОВЫЕ (CHORDATA)

Хордовые – наиболее высокоорганизованная группа животных, освоивших различные среды обитания. К хордовым принадлежат трехслойные, двусторонне-симметричные, вторичнополостные, вторичноротые животные метамерного строения. Метамерия более полно выражена у первичноводных хордовых на ранних стадиях эмбрионального развития. Хордовые имеют кровеносную систему и органы выделения метанефридиального типа. Половые железы их располагаются в целоме.

Для хордовых характерны следующие, присущие только им признаки:

1) осевой скелет представлен хордой – упругим гибким несегментированным стержнем энтодермального происхождения, тянущимся вдоль тела животного над пищеварительной трубкой. На ранних стадиях развития хорда закладывается у всех хордовых, но у более высокоорганизованных животных на более поздних стадиях онтогенеза замещается сегментированным позвоночником мезодермального происхождения;

2) центральная нервная система представлена нервной трубкой эктодермального происхождения с каналом (невроцелем) внутри. Она расположена на спинной стороне тела животного над хордой;

3) в переднем отделе пищеварительной трубки – глотке – по бокам имеются жаберные щели, которые образуются у всех хордовых на эмбриональной стадии развития, но пожизненно сохраняются только у первичноводных животных (рис. 35).

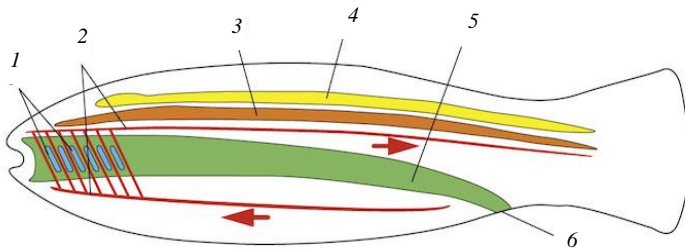


Рис. 35. Схема строения хордовых: 1 – жаберные щели; 2 – кровеносные сосуды; 3 – хорда; 4 – нервная трубка; 5 – пищеварительная трубка; 6 – анальное отверстие

Известно около 45 тыс. видов хордовых, обитающих как в водной среде, так и на суше. Большинство из них ведет подвижный образ жизни. Хордовые имеют огромное хозяйственное значение. К этому типу принадлежат практически все сельскохозяйственные животные.

Многие хордовые служат объектом промысла, являясь источником получения большого количества мяса, жира, кожи, пушнины и других продуктов промышленного сырья.

Среди хордовых имеются виды, приносящие пользу истреблением паразитов и вредителей сельского хозяйства, но существует также немало видов, причиняющих значительный ущерб растениеводству и животноводству. Некоторые виды участвуют в распространении опасных заболеваний растений, животных и человека.

Хордовые – это вершина эволюции вторичноротых. Существование типа было обосновано известным русским зоологом А. О. Ковалевским, а название типа предложено Т. Беллом в 1878 г.

Систематика

Тип Хордовые (Chordata).

Подтип Личиночно-хордовые (Urochordata).

Класс Асцидии (Ascidiae).

Класс Аппендикулярии (Appendiculariae).

Класс Сальпы (Salpae).

Подтип Бесчерепные (Acrania).

Класс Головохордовые (Cephalochordata).

Подтип Позвоночные (Vertebrata).

3.1. Подтип Личиночно-хордовые (Urochordata)

Общая характеристика

Известно около 1,5 тыс. видов личиночно-хордовых. Все они морские животные. Большая их часть во взрослом состоянии ведет сидячий образ жизни, прочно прикрепляясь к субстрату; некоторые живут в толще воды, перемещаясь течениями. Для личиночно-хордовых характерно также то, что их тело заключено в оболочку, образованную веществами, близкими к клетчатке. В отличие от подавляющего большинства других хордовых личиночно-хордовые – гермафродиты. Некоторые из них способны размножаться и бесполым путем, образуя почки. Хозяйственного значения не имеют.

Класс Асцидии (Ascidiae)

Морфологический обзор. Асцидии – самая многочисленная группа личиночно-хордовых. Это примитивные хордовые животные, которые на личиночной стадии развития имеют все характерные для типа черты строения (рис. 36).



Рис. 36. Внешний вид асцидий

При переходе во взрослое состояние они утрачивают хорду, центральная нервная система из нервной трубки превращается в компактный нервный узел (лишь аппендикулярии сохраняют хорду и нервную трубку в течение всей жизни). Упрощение организма с возрастом у этих животных связано с переходом от подвижного существования личинки к неподвижному – во взрослых особей (регрессивный метаморфоз).

Большинство асцидий обитает на дне морей, прирастая к камням и другим подводным предметам. Некоторые образуют колонии, пассивно плавающие в водах океана. Тело асцидий гладкое или бугристое. На верхнем конце его выдается короткий ротовой сифон с ротовым отверстием, у некоторых видов оно окружено щупальцами. Сбоку от ротового сифона расположен выводной (клоакальный) сифон. При раздражении тело асцидий может сжиматься, а сифоны – втягиваться.

Покровы своеобразны. Снаружи тело асцидий одето толстой плотной оболочкой – туникой. Туника нередко имеет яркую окраску.

Скелет у взрослых особей редуцируется.

Нервная система состоит из лишнего полости ганглия, лежащего между сифонами, и отходящих от него нервов.

Пищеварительная система начинается ротовым сифоном, ведущим в обширную глотку, стенки которой прободены многочисленными мелкими отверстиями – жаберными щелями. Через жаберные щели вода поступает в околожаберную полость и выводится наружу через клоакальный сифон. Ток воды через глотку вызывается колебаниями особой вибрирующей пластинки, расположенной в глотке, и движением ресничек мерцательного эпителия, выстилающего глотку (рис. 37).

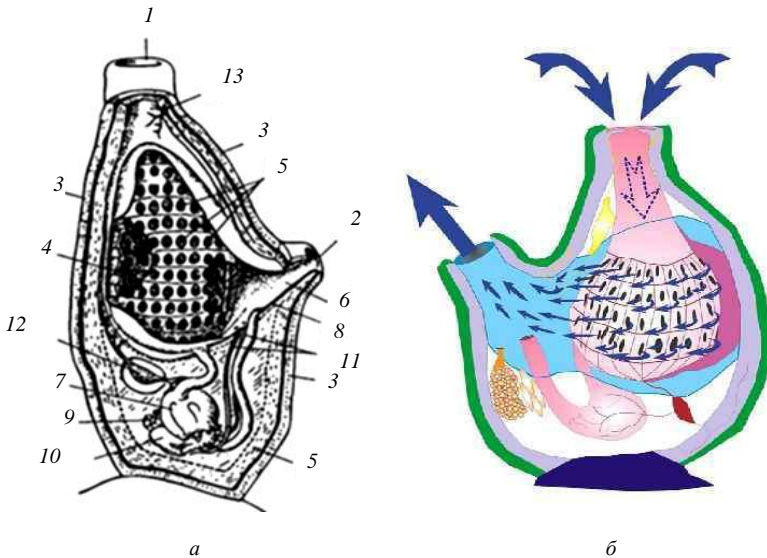


Рис. 37. Строение асцидии: *а* – внутреннее строение:
 1 – полость ротового сифона; 2 – полость клоакального сифона; 3 – туника;
 4 – полость глотки; 5 – жаберные щели; 6 – околожаберная полость; 7 – желудок;
 8 – анальное отверстие; 9 – семенник; 10 – яичник; 11 – протоки половых желез;
 12 – сердце; 13 – нервный узел; *б* – движение воды через асцидию

Вместе с водой в глотку попадают различные пищевые частицы, которые оседают на ее дно, где имеется эндостиль (как у ланцетника). Далее пища следует в пищевод, затем в мешковидный желудок и в короткую кишку, открывающуюся в околожаберную полость. Непереваренные остатки пищи с током воды выносятся через клоакальный сифон наружу.

Кровеносная система незамкнутая. От мешковидного сердца отходят два сосуда, один из которых (жаберный) ветвится в межжаберных перегородках глотки, где и происходит газообмен, другой (кишечный) – идет к внутренним органам. Из этих сосудов кровь изливается в полости между органами, омывая их. Сердце работает маятникообразно – вначале гонит кровь по жаберному сосуду, затем в обратном направлении к внутренним органам.

Органы выделения у асцидий отсутствуют.

Органы размножения. Асцидии – гермафродиты, но самооплодотворения у них не происходит, так как яйцеклетки и спермии созревают в разное время.

Работы знаменитого русского эмбриолога А. О. Ковалевского показали, что из яиц асцидий выходят микроскопически малые подвижные личинки. Их округлое тело заканчивается длинным, сжатым с боков хвостом. Внутри хвоста тянется хорошо развитая хорда типичного строения. Над хордой лежит нервная трубка, несколько расширяющаяся в передней части. Глотка личинки пронизана жаберными щелями. Следовательно, личинкам асцидий присущи все типичные признаки хордовых животных. Подвижная личинка вскоре прикрепляется передним концом к подводному камню и претерпевает регрессивные превращения.

Хвост с находящейся в нем хордой и большей частью нервной трубки атрофируется. Передняя часть нервной трубки видоизменяется в нервный узел взрослой асцидии. Складками покровов образуется околожаберная полость. Снаружи тело покрывается туникой. Так подвижная личинка, несущая характерные для хордовых животных признаки, постепенно превращается в сидячую взрослую асцидию, утратившую большую часть признаков, свойственных представителям типа хордовых. Именно поэтому описываемые животные получили название личиночно-хордовых.

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика личиночно-хордовых.
2. Внешнее строение асцидии.
3. Строение пищеварительной и дыхательной систем асцидии.
4. Кровеносная система асцидии.

3.2. Подтип Бесчерепные (Acrania)

Общая характеристика

Бесчерепные – мелкие морские, преимущественно донные животные (около 30 видов), сохраняющие все основные признаки типа в течение всей жизни (осевой скелет в виде хорды, нервная система в виде недифференцированной нервной трубки и глотка с жаберными щелями). Их организация – это как бы схема строения хордового животного. Бесчерепные представляют большой интерес для решения вопроса о происхождении позвоночных животных. Познанию бесчерепных наука обязана прежде всего исследованиям А. О. Ковалевского.

Класс Головохордовые (Cephalochordata)

Морфологический обзор. Головохордовые – это единственный класс бесчерепных. К числу представителей этого класса относятся ланцетники. Наиболее обычным и хорошо изученным является европейский ланцетник, обитающий в Черном море (рис. 38). Это небольшое животное (длиной до 8 см) обитает на мелководье морей; обычно он лежит на грунте или зарывается в песок, выставив наружу передний отдел тела.

Ланцетники питаются мелкими пищевыми частицами, находящимися в воде и оседающими на дно. Таким образом, ланцетники являются хорошими биофильтраторами.

Форма тела ланцетника вытянутая, сжатая с боков, заостренная спереди и сзади. По спине тянется невысокая продольная складка кожи – спинной плавник, переходящий в хвостовой плавник характерной копьевидной формы. Парных конечностей нет.

Кожа голая, покрыта слизью. Эпидермис однослойный, в нем располагаются одноклеточные кожные железы. Под эпидермисом находится соединительнотканная дерма.



Рис. 38. Внешний вид ланцетника

Скелет представлен хордой, тянущейся вдоль всего тела. Хорда и лежащая над ней нервная трубка окружены соединительнотканной оболочкой. Соединительнотканые образования располагаются в основании плавников, между мышечными сегментами.

Мускулатура тянется лентами по обе стороны тела. Эти мускульные ленты метамерно разделены тонкими соединительнотканными перегородками (миосептами) на ряд мышечных сегментов (миомеров).

Центральная нервная система имеет вид трубки с полостью (невроцелем), образующей в передней части расширение – зачаток желудочка головного мозга. От центральной нервной системы попарно отходят спинные – двигательные-чувствительные и брюшные – двигательные нервы, которые не соединяются в общие смешанные нервы, как у позвоночных животных.

Органы чувств примитивные. Околоротовые щупальца и вся поверхность тела выполняют осязательную функцию. На переднем конце тела находится обонятельная ямка. На ранних стадиях развития невроцель сообщается отверстием с внешней средой: позже это отверстие зарастает, превращаясь в обонятельную ямку. По всей длине нервной трубки в области невроцеля располагаются светочувствительные органы – глазки Гессе, состоящие из пигментной и светочувствительной клеток (рис. 39).

Питание и дыхание пассивное. Пищеварительная система начинается предротовой воронкой. На дне ее расположен рот, ведущий в обширную глотку, переходящую в кишечник. Длина глотки может составлять более половины длины кишечника. Кишечник тянется без изгибов и заметных расширений от глотки до анального отверстия. От брюшной стороны кишечника сразу за глоткой отходит печеночный

вырост, который является гомологом печени позвоночных и совмещает в себе функции печени и поджелудочной железы. В глотке ланцетника имеется эндостиль, обеспечивающий улавливание пищи и поступление ее в кишечник. Эндостиль – это продольный желобок, выстланный ресничным эпителием и железистыми клетками, который тянется по дну глотки. Он огибает рот с двух сторон и по спинной стороне глотки впадает в кишечник. С помощью щупалец и ресничного эпителия в глотке ланцетник создает ток воды, которая поступает через рот и приносит взвешенные пищевые частицы, оседающие на дно глотки, и через жаберные щели выводится наружу. Осевшие частицы ослизняются и движением ресничек сначала подаются вперед, а затем по спинной борозде глотки попадают в кишечник.

Глотка велика и пронизана многочисленными (около 100 пар) косо расположенными жаберными щелями. Они открываются в околожабрную полость, которая образуется у эмбриона путем срастания по средней линии брюха двух боковых складок кожи. Из околожабренной полости вода выводится наружу через непарное отверстие (атрипор) на брюшной стороне тела.

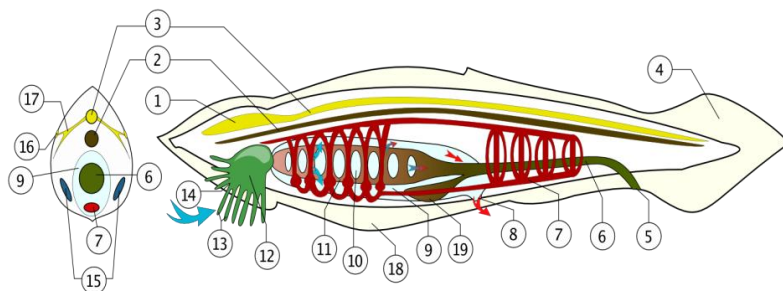


Рис. 39. Внутреннее строение ланцетника: 1 – мозговой пузырек; 2 – хорда; 3 – нервная трубка; 4 – хвостовой плавник; 5 – анальное отверстие; 6 – задний отдел кишечника в виде трубки; 7 – кровеносная система; 8 – атрипор; 9 – окологлоточная полость; 10 – жаберная щель; 11 – глотка; 12 – ротовая полость; 13 – околоротовые щупальца; 14 – предротовое отверстие; 15 – гонады (яичники, семенники); 16 – глазки Гессе; 17 – нервы; 18 – метаплевральная складка; 19 – слепой печеночный вырост

Кровеносная система замкнутая (рис. 40). Имеется один круг кровообращения. Сердце отсутствует, а кровь движется благодаря пульсации некоторых крупных сосудов. От венозного синуса начинается брюшная аорта, несущая венозную кровь и тянущаяся под глоткой.

От брюшной аорты в обе стороны к межжаберным перегородкам отходят приносящие жаберные артерии. Через тонкие покровы происходит поглощение кровью растворенного в воде кислорода. Артериальная кровь через выносящие жаберные артерии поступает в парные наджаберные сосуды (корни спинной аорты), расположенные над глоткой, которые позади глотки сливаются в спинную аорту. Спинная аорта тянется под хордой, от нее отходят артерии к различным органам задней половины тела.

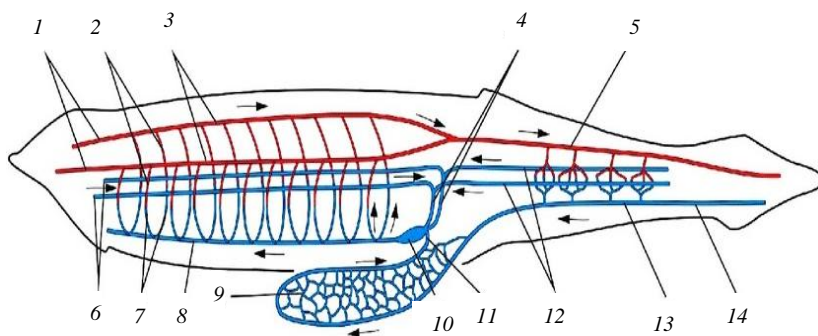


Рис. 40. Схема кровеносной системы ланцетника: 1 – сонные артерии; 2 – выносящие жаберные артерии; 3 – корни спинной аорты; 4 – кювьеровы протоки; 5 – спинная аорта; 6 – передние кардинальные вены; 7 – приносящие жаберные артерии; 8 – брюшная аорта; 9 – воротная система печеночного выроста; 10 – венозный синус; 11 – печеночная вена; 12 – задние кардинальные вены; 13 – подкишечная вена; 14 – хвостовая вена

Наджаберные сосуды продолжают вперед сонными артериями, снабжающими кровью головной отдел животного. Венозная кровь от кишечника оттекает по подкишечной вене к печеночному выросту, где образует воротную систему. Из печени кровь по печеночной вене поступает в венозный синус, лежащий у корня брюшной аорты. Из передней и задней частей тела кровь собирается в передние и задние парные кардинальные вены. Последние, сливаясь, образуют правый и левый кювьеровы протоки, которые впадают в венозный синус. Так замыкается круг кровообращения.

Органы выделения представлены видоизмененными метанефридиями (около 100 пар), расположенными метамерно в области глотки. Выводными протоками они открываются в околожаберную полость.

Органы размножения имеют вид двух рядов парных половых желез, лежащих на дне околожаберной полости. Половые продукты выводятся в околожаберную полость через временно образующиеся протоки и через атриопор попадают в воду; оплодотворение наружное.

Контрольные вопросы

1. Внешнее строение ланцетника.
2. Особенности строения пищеварительной и дыхательной систем ланцетника.
3. Кровеносная система ланцетника.
4. Выделительная и половая системы ланцетника.

3.3. Подтип Позвоночные (Vertebrata)

Общая характеристика

Подтип Позвоночные – это высший подтип хордовых, к нему принадлежит подавляющее большинство хордовых животных. Позвоночные отличаются более высокой организацией, чем бесчерепные и личиночно-хордовые (рис. 41). Среди них нет видов, ведущих сидячий образ жизни. Они активны – разыскивают и захватывают пищу, спасаются от врагов, ищут себе пару.

Увеличение подвижности предопределило интенсификацию обмена веществ и, как следствие, усложнение общего уровня организации, в частности, усложнение центральной нервной системы, ее разделение на спинной и головной мозг, состоящий из пяти отделов. Характерно также наличие сердца, расположенного на брюшной стороне тела под кишечной трубкой. Название подтипа связано с замещением хорды сегментированным хрящевым или костным осевым скелетом – позвоночником.

Позвоночные животные широко распространены по земному шару. Многие позвоночные имеют большое хозяйственное значение.

Подтип Позвоночных включает следующие систематические группы:

- Надкласс Бесчелюстные (Agnatha);
- Класс Круглоротые (Cyclostomata);
- Надкласс Челюстноротые (Gnathostomata);
- Класс Хрящевые рыбы (Chondrichthyes);

Класс Костные рыбы (Osteichthyes);
 Надкласс Четвероногие, или Наземные позвоночные (Tetrapoda);
 Класс Земноводные, или Амфибии (Amphibia);
 Класс Пресмыкающиеся, или Рептилии (Reptilia);
 Класс Птицы (Aves);
 Класс Млекопитающие, или Звери (Mammalia).



Рис. 41. Представители позвоночных

Строение и жизненные отправления. *Форма тела* позвоночных разнообразна. В теле различают голову, шею, туловище, хвост и конечности. Но у первичноводных видов шейный отдел отсутствует. У некоторых нет парных конечностей – отсутствие их бывает либо первичным, либо объясняется редукцией. Размеры позвоночных колеблются от нескольких миллиметров (некоторые рыбы) до 33 м (отдельные виды китов).

Покровы позвоночных образованы кожей, состоящей из двух слоев: наружного – эпидермиса и внутреннего – дермы. Эпидермис представлен многослойным эпителием. У круглоротых, рыб и личинок земноводных, жизнь которых тесно связана с водной средой, в эпидермисе залегает много железистых клеток, выделяющих слизь, облегчающую движение животного в воде. У наземных позвоночных – пресмыкающихся, птиц и млекопитающих – наружные слои клеток эпидермиса ороговевают. На их коже обычно образуются различные роговые производные – роговая чешуя, роговые щитки, перья, волосы и др. Дерма кожи состоит из волокнистой соединительной ткани. В ней об-

разуются костная чешуя (у рыб), костные щитки и кожные (накладные) кости. В коже позвоночных залегают железы, различные по строению и функциям (слизистые, потовые, сальные и др.).

Скелет. У позвоночных первичной опорной структурой служит хорда. Но у взрослых особей хорда в той или иной степени замещается позвоночником, образованным отдельными позвонками. У миног (Круглоротые) хорда полностью сохраняется в течение всей жизни животного, но в соединительнотканной оболочке ее и лежащего над ней спинного мозга развиваются метамерно расположенные парные хрящи, защищающие спинной мозг. Хорошо сохраняется хорда в течение всей жизни у осетровых рыб, но у них вокруг хорды образуются верхние и нижние хрящевые дуги позвонков. У костистых рыб в процессе онтогенеза хорда в значительной степени вытесняется позвоночником, образованным метамерно расположенными двояковогнутыми позвонками. Между позвонками сохраняются четкообразные или линзообразные остатки хорды. У взрослых наземных позвоночных двояковогнутые позвонки встречаются редко, и хорда сохраняется во взрослом состоянии лишь в виде незначительных остатков между позвонками. Отдельный позвонок обычно имеет тело, верхнюю дугу, через канал которой проходит спинной мозг, и нижнюю дугу.

Череп позвоночных животных бывает хрящевым, костно-хрящевым или костным. При развитии костно-хрящевого черепа на хрящевую основу накладываются плоские кости, образующиеся за счет окостенения окружающей соединительной ткани. При формировании костного черепа часть костей образуется путем окостенения хрящевого черепа эмбриона (первичные кости), а другие накладываются на него снаружи (накладные кости). В черепе позвоночного различают мозговую коробку и висцеральный скелет. Мозговая коробка защищает от механических воздействий головной мозг и органы чувств, расположенные на голове.

Мускулатура. У рыб и круглоротых с каждой стороны тела тянутся мощные продольные мышцы, разделенные тонкими соединительнотканными перегородками (миосептами) на ряд сегментов (миомеров). У наземных позвоночных метамерность мускулатуры во многом нарушена образованием многочисленных отдельных мышц.

Нервная система позвоночных разделяется на центральную, периферическую, симпатическую, парасимпатическую и вегетативную.

Центральная нервная система состоит из головного и спинного мозга.

Периферическая нервная система позвоночных представляет собой сложную систему нервов, отходящих от головного и спинного мозга к различным органам тела.

Вегетативная, или автономная, нервная система осуществляет регуляцию работы внутренних органов животного – сокращение сердца, перистальтику кишечника, секрецию желез и др. Деятельность вегетативной нервной системы имеет некоторую степень автономности, но все же контролируется центральной нервной системой. Центры вегетативной нервной системы находятся в сером веществе головного и спинного мозга.

Органы пищеварения имеют различное строение. Обычно пищеварительный тракт дифференцирован на ротовую полость, глотку, пищевод, желудок и кишечник и заканчивается клоакой или анальным отверстием. К органам пищеварения относятся также пищеварительные железы – печень, поджелудочная железа и др.

Органы дыхания. Круглоротые и рыбы, а также личинки земноводных дышат жабрами, взрослые же земноводные, пресмыкающиеся, птицы и млекопитающие – легкими. В газообмене низших позвоночных большое значение имеет также кожное дыхание. Жабры водных позвоночных – это пластинчатые выросты стенок жаберных щелей в виде тонких жаберных лепестков с богатой сетью кровеносных сосудов. Легкие позвоночных возникают в онтогенезе как парные выросты брюшной стороны глотки. У земноводных они имеют вид тонкостенных мешков со складчатыми стенками, у пресмыкающихся также мешкообразны, но внутри разделены многочисленными перегородками и складками, у птиц легкие имеют губчатое строение. У млекопитающих конечные разветвления бронхов оканчиваются в легких мельчайшими пузырьками – альвеолами. Стенки легких всех видов пронизаны сетью кровеносных капилляров. Воздух поступает к легким через ноздри в глотку, где начинается дыхательное горло – трахея, которая в грудной полости делится на два бронха, идущих к легким.

Кровеносная система замкнутая. Она состоит из сердца, артериальных сосудов, несущих кровь от сердца к различным органам, венозных сосудов, по которым кровь возвращается в сердце, и капилляров – мельчайших сосудов, соединяющих окончания разветвлений артерий и вен. Кровь позвоночных представляет собой бесцветную вязкую жидкость – плазму, в которой взвешены форменные элементы: эритроциты и лейкоциты. У круглоротых, рыб и личинок земноводных, дышащих жабрами, один круг кровообращения: от сердца веноз-

ная кровь идет к жабрам, где окисляется и освобождается от диоксида углерода, а затем разносится артериальными сосудами по всему телу, возвращаясь в сердце по системе венозных сосудов. Сердце у этих животных имеет две камеры – предсердие и желудочек.

У взрослых земноводных, пресмыкающихся, птиц и млекопитающих в связи с переходом к легочному дыханию два круга кровообращения.

Органы выделения. У позвоночных животных органами выделения являются парные почки. Строение почек и протекающие в них процессы различаются у представителей разных групп животных и изменяются в процессе онтогенеза.

Органы размножения. Почти все позвоночные животные раздельнополы. Число гермафродитных видов очень невелико. Половые железы – семенники у самцов и яичники у самок – обычно парные. У круглоротых половые клетки из половых желез попадают в полость тела, откуда через особые поры, расположенные около мочевого отверстия, выводятся наружу. У других позвоночных для выведения наружу половых продуктов развиваются специальные протоки. Нередко они дифференцированы на ряд отделов.

На основе различий в образе жизни, особенностях строения, характере размножения и развития зародышей, а также путей эволюции позвоночных разделяют на две группы – Anamnia и Amniota.

Группа Anamnia. К этой группе принадлежат представители класса Круглоротые, рыбы и земноводные, т. е. животные, проводящие всю жизнь или личиночную стадию в воде. Анамнии – низшие первичноводные позвоночные животные, зародыши которых лишены зародышевых оболочек – амниона и аллантоиса. Животные, относящиеся к этой группе, имеют слизистую кожу, проницаемую как для воды, так и для различных газов и веществ. Пожизненно или на ранних стадиях развития у них сохраняется метамерия мышц. Их личинки, а иногда и взрослые особи на протяжении всей жизни дышат жабрами. Органами выделения у взрослых особей служат туловищные (мезонефрические) почки; конечными продуктами обмена являются аммиак или мочевины.

У подавляющего большинства видов этой группы наблюдается наружное оплодотворение в водной среде. Яйца мелкие, покрытые студенистой оболочкой, с небольшим запасом питательных веществ. Развитие зародыша протекает в водной среде без образования специальных зародышевых оболочек. Развитие с метаморфозом.

Группа Amniota включает высших наземных позвоночных животных – пресмыкающихся, птиц и млекопитающих.

Для эмбрионального развития высших позвоночных характерно возникновение особых зародышевых оболочек. В яйце в период развития образуются оболочки – амнион, окружающий зародыш, и аллантоис. По названию одной из зародышевых оболочек (амнион) высшие позвоночные именуется амниотами. Амнион развивается в виде складки эктодермы и мезодермы. После срастания краев этой складки зародыш оказывается сразу в двух оболочках – во внутренней (амнион) и наружной (сероза). Между амнионом и зародышем находится околоплодная, или амниотическая, жидкость, которая предохраняет зародыш от высыхания и механических повреждений. Вторая зародышевая оболочка – аллантоис – образуется как мешкообразный вырост заднего отдела кишечника зародыша. Аллантоис служит местом накопления конечных продуктов обмена, выделяемых зародышем. Наружная стенка аллантоиса, богатая кровеносными сосудами, выполняет дыхательную функцию. У высших амниот аллантоис срастается с серозой и образует хорион.

У всех амниот оплодотворение внутреннее, т. е. оно происходит в половых путях самки. Развитие амниот прямое, без метаморфоза; молодое животное отличается от взрослого размерами и иногда окраской.

Надкласс Бесчелюстные (Agnatha)

Много разнообразных ископаемых бесчелюстных найдено в отложениях, начиная с силурийских. Они составляют подкласс щитковых. Как у миног и миксин, у щитковых было непарное отверстие обонятельного мешка, и он не сообщался с глоткой. Ушной лабиринт имел два полукружных канала. Их голова и передняя часть туловища были покрыты костным головогрудным щитом. Несмотря на такую защиту, щитковые вымерли в верхнем девоне.

Более жизнеспособными оказались миноги и миксины, но, судя по их образу жизни, эти животные сформировались уже после появления настоящих рыб, паразитами которых они и стали.

Современные бесчелюстные – небольшая группа примитивных позвоночных животных с сосущим ротовым аппаратом без подвижных челюстей. Жаберных дуг нет. Парные конечности отсутствуют. Имеется непарная ноздря, ведущая в непарный обонятельный мешок.

Систематика

Царство Животные (Animalia).
Подцарство Многоклеточные (Metazoa).
Тип Хордовые (Chordata).
Подтип Черепные (Craniata).
Надкласс Бесчелюстные (Agnatha).
Класс Круглоротые (Cyclostomata).
Подкласс Миноги (Petromyzontes).
Отряд Миногообразные (Petromyzontiformes).
Вид минога европейская ручьевая (*Lampetra fluviatilis*).
Подкласс Миксины (Muxini).
Отряд Миксинообразные (Muxiniformes).
Вид миксина обыкновенная (*Muxine glutinosa*).

3.3.1. Класс Круглоротые (Cyclostomata)

Класс круглоротых представлен примитивной группой позвоночных животных, включающей миног и миксин. Это рыбообразные животные, не имеющие челюстей. Тело круглоротых вытянутое, цилиндрическое, несколько уплощенное с боков, особенно в задней части. Кожа голая, с многочисленными железами, покрыта слизью. Парные конечности отсутствуют – их не было и у предков круглоротых. Рот без челюстей, расположен в глубине ротовой присоски. Ноздря непарная. Хорда полностью сохраняется в течение всей жизни животного. По бокам спинного мозга метамерно расположены попарно небольшие хрящи – зачатки верхних дуг позвонков. Череп образован несколькими хрящами. Миксины и большинство миног – обитатели моря, но некоторые миноги заходят в реки для икрометания, либо постоянно живут в пресных водах.

Тело круглоротых разделено на голову, туловище и хвост. Хвост оторочен узким хвостовым плавником. У миног на спине имеются также непарные спинные плавники (рис. 42).

Органы чувств развиты слабо. Глаза малы, а у миксин сильно редуцированы. Обонятельная полость непарная, она открывается наружу одной ноздрей (но обонятельные нервы парные). Обонятельный мешок продолжается в так называемый питуитарный вырост. Ухо внутреннее; орган равновесия имеет только два полукружных канала. Имеются кожные рецепторы различного назначения.



Рис. 42. Внешний вид каспийской миноги:

Пищеварительная система начинается околоротовой присоской, усаженной роговыми зубчиками. В глубине присоски расположен рот, который ведет в обширную глотку. Глотка делится горизонтальной перегородкой на две части: слепо заканчивающуюся дыхательную и расположенную над ней пищеварительную (пищевод). Пищеварительная часть переходит в прямой, недифференцированный кишечник, заканчивающийся анальным отверстием (рис. 43). Имеется большая печень; желчного пузыря нет.

Органами дыхания служат жаберные мешки. Их строение отличается от строения жабр рыб. В боковых стенках дыхательной части глотки имеются парные отверстия, ведущие в жаберные мешки, стенки которых несут многочисленные тонкие лепестки. В них расположена сеть кровеносных сосудов. У миног отверстия жаберных мешков открываются наружу самостоятельными жаберными отверстиями по бокам головы. Обычно их семь пар. У миксин же наружные жаберные отверстия ведут в продольный канал, открывающийся одним отверстием. Жабры у круглоротых развиваются из энтодермы, а не из эктодермы, как у рыб (рис. 43).

Кровеносная система круглоротых похожа на кровеносную систему ланцетника. Имеется один круг кровообращения. Сердце состоит из предсердия и желудочка. Селезенка отсутствует.

Покровы круглоротых тонкие, с большим количеством слизистых железок.

Мускулатура четко разделена миосептами на ряд миомеров.

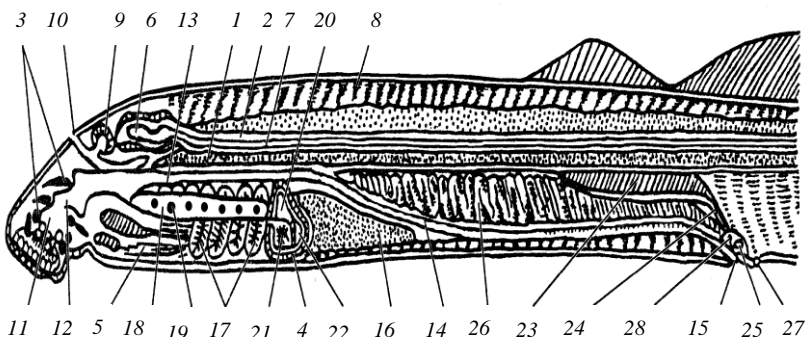


Рис. 43. Продольный разрез речной миноги: 1 – хорда; 2 – соединительнотканная оболочка; 3 – хрящи ротовой воронки; 4 – околосердечный хрящ; 5 – мускулатура языка; 6 – головной мозг; 7 – спинной мозг; 8 – спинная мускулатура; 9 – обонятельная капсула; 10 – ноздря; 11 – ротовая полость; 12 – глотка; 13 – пищевод; 14 – кишка; 15 – анальное отверстие; 16 – печень; 17 – жаберные мешки; 18 – дыхательная трубка; 19 – внутренние отверстия жаберных мешков; 20 – предсердие; 21 – желудочек; 22 – венозная пазуха; 23 – почка; 24 – мочеточник; 25 – мочеполовой синус; 26 – половая железа; 27 – мочеполовое отверстие; 28 – половая пора

Скелет представлен хорошо развитой хордой. По бокам спинного мозга в толще соединительнотканной оболочки, окружающей его и хорду, расположены два ряда небольших хрящиков, являющихся зачатками верхних дуг позвонков. Череп состоит из нескольких отдельных хрящей, соединенных тонкой перепонкой. Основанием черепа служит хрящевая пластинка, по бокам которой лежат слуховые капсулы, а спереди – обонятельная капсула. Скелет глоточной области имеет вид хрящевой решетки. Жаберные дуги и челюсти отсутствуют.

Нервная система весьма примитивна. Головной мозг мал. В крыше переднего мозга нет нервных клеток. Мозжечок имеет вид валика на передней стенке продолговатого мозга, который занимает около половины всего головного мозга.

Органами выделения у взрослых миног являются туловищные почки, а у некоторых миксин всю жизнь функционируют головные почки.

Половые железы непарные. Половые продукты выводятся через разрыв стенок гонад в полость тела, а оттуда через мочеполовой синус наружу.

Развитие у миксин прямое, у миног – со стадией личинки. В класс Круглоротые входят два отряда: Миксины и Миноги.

Отряд Миксины. Представители этого отряда ведут паразитический

образ жизни. Спинной плавник отсутствует. Глаза скрыты под кожей. Для миксин характерно слияние каналов, выводящих воду из жаберных мешков. Жаберные мешки открываются в общий продольный канал, выходное отверстие которого находится позади головы. Таким образом, у них имеются лишь два сближенных на брюшной стороне наружных отверстия жаберных мешков. Живут в морях. Миксины вгрызаются в тело рыб и поедают их внутренности (рис. 44).



Рис. 44. Внешний вид миксины

Отряд Миноги. Представители этого отряда – свободноживущие и полупаразитические животные. В настоящее время в фауне Беларуси насчитывается три вида миног, из них речная минога занесена в «Красную книгу Республики Беларусь». У миног нет парных конечностей, имеются лишь непарные спинной и хвостовой плавники (рис. 45).



Рис. 45. Миноги, вгрызающиеся в тело рыб

Тело удлиненное, цилиндрическое, без чешуи. Снизу на переднем

конце головы открывается почти круглое отверстие большой ротовой воронки. Она служит присасывательным диском. Ротовая воронка несет на своей внутренней стенке роговые периодически сменяющиеся зубы различных размеров. Отверстие в глубине воронки ведет в ротовую полость, переходящую в пищевод и в дыхательную часть глотки. Позади головы с каждой стороны тела имеются по семь жаберных отверстий. Каждое из них ведет в мешок с жаберными лепестками на его стенках. Своим внутренним отверстием мешок сообщается с дыхательной частью глотки – водопроводом. Через этот отдел глотки вода проникает в жаберные мешки, а из мешков – наружу. У присосавшейся миноги циркуляция воды осуществляется только через наружные жаберные отверстия. Пищевод переходит в едва намеченный, несколько расширенный по сравнению с кишкой желудок. Далее кишка без изгибов продолжается до анального отверстия, имеется спиральный клапан. Кровеносная система и почки у миног имеют те же основные черты, что и у рыб. Миноги широко распространены в морях и пресных водах обоих полушарий.

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика круглоротых.
2. Систематика круглоротых.
3. Особенности морфологии круглоротых.
4. Биологическое разнообразие круглоротых.
5. Значение круглоротых в природе и жизни человека.

3.3.2. Надкласс Рыбы (Pisces)

Общая характеристика

Рыбы – пойкилотермные водные позвоночные, органами движения которых являются парные и непарные плавники. У большинства рыб кожа содержит многочисленные железы и покрыта чешуей различного строения. По бокам тела имеются специфичные для первичноводных позвоночных органы боковой линии. Рот ограничен подвижными челюстями. Органами дыхания служат жабры эктодермального происхождения. Обонятельные отверстия парные. У всех рыб, кроме двоякодышащих, один круг кровообращения. Сердце имеет камеры – предсердие и желудочек. Рыбы, как правило, раздельнополы, но встречаются и гермафродиты. Размножаются обычно икротетанием, но есть

также живородящие.

В настоящее время в современной фауне насчитывается около 25 тыс. видов рыб, большинство из которых живет в морях. В фауне Беларуси насчитывается 66 видов рыб, из них 9 видов занесены в «Красную книгу Республики Беларусь». Рыбы имеют огромное значение как продуценты ценных пищевых продуктов технического сырья.

Современных рыб обычно подразделяют на два класса – хрящевые и костные.

Систематика

Царство Животные (Animalia).

Подцарство Многоклеточные (Metazoa).

Тип Хордовые (Chordata).

Подтип Позвоночные (Vertebrata).

Надкласс Челюстноротые (Gnathostomata).

Класс Хрящевые рыбы (Chondrichthyes).

Подкласс Пластинчатожаберные (Elasmobranchii).

Надотряд Акулы (Selachomorpha).

Виды: катран черноморский (*Squalus acanthias*);

акула белая (*Carcharodon carcharias*).

Надотряд Скаты (Batomorpha).

Виды: скат хвостокол (*Dasyatis pastinaca*);

скат электрический обыкновенный (*Torpedo marmorata*).

Класс Костные рыбы (Osteichthyes).

Подкласс Лопастеперые рыбы (Sarcopterygii).

Надотряд Кистеперые (Crossopterygii).

Отряд Целокантообразные (Coelacanthiformes).

Вид латимерия (*Latimeria chalumnae*).

Надотряд Двоякодышащие рыбы (Dipnoi).

Виды: чешуйчатник (*Lepidosiren paradoxa*);

протоптер (*Protopterus annectens*);

рогозуб (*Neoceratodus forsteri*).

Подкласс Лучеперые рыбы (Actinopterygii).

Надотряд Ганоидные (Ganooidomorpha).

Отряд Осетрообразные (Acipenseriformes).

Виды: белуга (*Huso huso*);

стерлядь (*Acipenser ruthenus*);

осетр атлантический (*Acipenser sturio*).

Надотряд Клюпеоидные (Clupeomorpha).

Отряд Сельдеобразные (Clupeiformes).
Виды: сельдь атлантическая (*Clupea harengus*);
килька каспийская (*Clupeonella cultriventris*).

Отряд Лососеобразные (Salmoniformes).
Виды: лосось каспийский (*Salmo trutta caspius*);
форель ручьевая (*Salmo trutta fario*);
горбуша (*Oncorhynchus gorbusha*).

Подотряд Щуковидные (Esocoidei).
Вид щука обыкновенная (*Esox lucius*).

Надотряд Ангвиллоидные (Anguillomorpha).
Отряд Угреобразные (Anguilliformes).
Виды: угорь европейский (*Anguilla anguilla*);
мурина средиземноморская (*Muraena helena*).

Надотряд Циприноидные (Cyprinomorpha).
Отряд Карпообразные (Cypriniformes).
Виды: карп (*Cypris carpio*);
плотва (*Rutilus rutilus*);
лещ (*Abramis brama*).

Отряд Сомообразные (Siluriformes).
Вид сом европейский (*Siluris glanis*).

Надотряд Параперкоидные (Parapercomorpha).
Отряд Трескообразные (Gadiformes).
Виды: треска атлантическая (*Gadus morhua*);
минтай (*Theragra chalcogramma*);
налим обыкновенный (*Lota lota*).

Надотряд Перкоидные (Percomorpha).
Отряд Колюшкообразные (Gasterosteiformes).
Виды: колюшка трехиглая (*Gasterosteus aculeatus*);
морская игла (*Syngnathus typhle*);
морской конек (*Hippocampus ramulosus*).

Отряд Кефалеобразные (Mugiliformes).
Виды: остронос (*Mugil saliens*);
барракуда (*Sphyaena sphyraena*).

Отряд Окунеобразные (Perciformes).
Виды: окунь речной (*Perca fluviatilis*);
ерш обыкновенный (*Gymnocephalus cernua*);
судак обыкновенный (*Lucioperca lucioperca*).

Отряд Камбалообразные (Pleuronectiformes).
Виды: камбала желтоперая (*Limanda aspera*);
язык морской (*Solea nasuta*).

Класс Хрящевые рыбы (Chondrichthyes)

Морфологический обзор. Хрящевые рыбы – древняя группа рыб, появившаяся около 300 млн лет назад и включающая около 700 современных видов. Скелет хрящевой, без костных элементов. Кожа покрыта плакоидной чешуей – примитивным типом чешуи, в образовании которой участвуют эпидермис и дерма. Класс включает два подкласса: Пластинжаберные и Химеры.

В современной фауне подкласс Пластинчатожаберные представлен акулами и скатами, в основном обитающими в морях. Размеры колеблются от 20 см до 20 м. Среди них есть быстрые и ловкие пловцы, питающиеся подвижной добычей; относительно малоподвижные виды, питающиеся бентосом и планктоноядные – самые крупные. Подобно всем позвоночным концентрация солей в жидкостях тела у них приблизительно в три раза ниже, чем в морской воде, но при этом сохраняется осмотическое равновесие. Это достигается за счет высоких концентраций органических веществ в жидкостях, главным образом мочевины.

У акул почки активно реабсорбируют мочевину из мочи, и она остается в крови. Ее содержание в крови у пластиножаберных в 100 раз больше и выше, чем у млекопитающих, это смертельно для других позвоночных. У пластиножаберных мочевина является необходимым компонентом всех жидкостей тела, и без ее высокой концентрации ткани не могут нормально функционировать. Позвоночник хорошо развит, но хорда сохраняется пожизненно. Парные плавники располагаются горизонтально. Хвостовой плавник неравнолопастный (гетероцеркальный), в верхнюю лопасть заходит конец позвоночника (рис. 46).

Передний конец тела вытянут в рыло – рострум. Щелевидный рот расположен на нижней стороне головы. Жаберные щели в числе пяти-семи пар разделены межжаберными перегородками и открываются наружу поперечными отверстиями. На передней и задней стенках жаберных перегородок сидят рядами тонкие жаберные лепестки, имеющие густую сеть кровеносных сосудов. Желудочек сердца продолжается артериальным конусом. Пищеварительная система заканчивается клоакой. В кишечнике хорошо развит спиральный клапан. Плавательного пузыря нет.

Органами выделения являются туловищные почки, мочеточниками служат вольфовы каналы, которые открываются в клоаку. Прогрессивной чертой является внутреннее оплодотворение. У акул и скатов созревшие яйца выпадают из яичников в полость тела и увлекаются движением ресничек в воронки яйцеводов, которыми являются миоллеро-

вы каналы. Оплодотворение происходит в половых путях самки, куда семя вводится с помощью особого копулятивного аппарата. Некоторые из акул живородящие, другие откладывают крупные яйца.

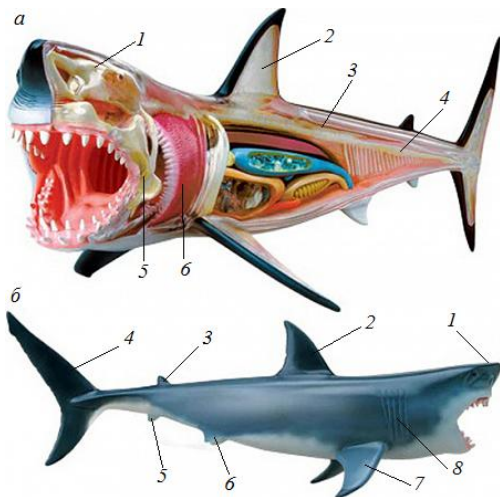


Рис. 46. Строение хрящевой рыбы (акула): *а* – внутреннее строение: 1 – череп; 2 – скелет спинного плавника; 3 – спинная аорта; 4 – позвоночник; 5 – нижняя челюсть; 6 – жабры; *б* – внешний вид: 1 – рострум; 2 – передний спинной плавник; 3 – задний спинной плавник; 4 – хвостовой плавник; 5 – анальный плавник; 6 – брюшные плавники; 7 – грудные плавники; 8 – жаберные щели

У отдельных видов живородящих акул зародыши получают от материнского организма кислород и питательные вещества, поскольку связаны со стенками половых путей самки. Хорошо развиты головной мозг и органы чувств. Нервная ткань имеется и в крыше переднего отдела головного мозга. Однако масса головного мозга невелика – у акул она составляет $\frac{1}{3700}$ массы тела.

Акулы и скаты во многих странах служат объектами промысла. Мясо используется в пищу, очень ценится печень, особенно печень глубоководных акул. Кожа крупных видов ценится как кожевенное сырье.

Надотряд Акулы. Тело акул имеет торпедообразную форму, хвост хорошо развит. Многие из них хищники, нападающие и на млекопитающих, например белая акула, тигровая. Самые крупные акулы – китовая и гигантская. Катрановые акулы живут стаями (рис. 47).



a



б

Рис. 47. Акула белая (*a*) и катран черноморский (*б*)

Надотряд Скаты. Ведут в основном донный образ жизни, тело их уплощено в спинно-брюшном направлении, имеются большие грудные плавники. Питаются эти рыбы различными донными животными. Наиболее распространены морская лисица, морской кот; есть электрические скаты (рис. 48) и скаты.



a



б

Рис. 48. Скаты хвостокол (*a*) и электрический обыкновенный (*б*)

Класс Костные рыбы (Osteichthyes)

Морфологический обзор. По числу видов это самый многочисленный класс позвоночных животных. К этому классу относится около

25 тыс. видов. Костные рыбы населяют самые различные водоемы земного шара, как пресные, так и соленые. Форма тела рыб крайне разнообразна, что связано с многообразием их мест обитания и образа жизни. Размеры рыб колеблются в очень широких пределах – от 0,7 см до 5–7 м. Масса некоторых рыб достигает 2 т.

Плотность тела костных рыб равна или несколько выше плотности воды, т. е. у рыб нулевая или близкая к ней плавучесть. У рыб, ведущих придонный и донный образ жизни, она может быть отрицательной – 0,05–0,07 у камбал и бычков.

Нейтральная плавучесть обеспечивается наличием плавательного пузыря – специального гидростатического органа. Внутренний скелет окостеневший, костные элементы имеются всегда, например, кожные кости. Чешуя космоидная, ганоидная, чаще костная (рис. 49). Жабры не разделены перегородками, жаберные щели всегда прикрыты жаберными крышками. По этому признаку, костных рыб можно легко отличить от хрящевых. Спиральный клапан в кишечнике и артериальный конус в сердце сохраняются только у древних групп рыб. Оплодотворение в основном наружное, хотя есть и живородящие виды. Икра мелкая, лишенная роговых оболочек.

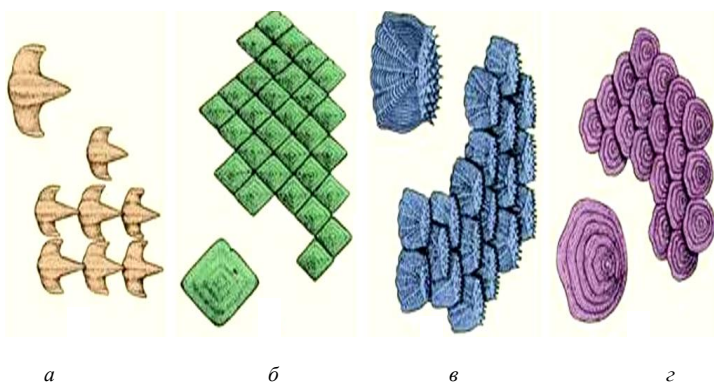


Рис. 49. Виды чешуи костных рыб: *а* – плакоидная; *б* – ганоидная; *в* – ктеноидная; *г* – циклоидная

Органы движения. Рыбы передвигаются в воде, изгибая тело, и с помощью парных и непарных плавников. Парных плавников две пары: грудные и брюшные. Парные плавники поддерживают тело рыбы в горизонтальном положении и служат рулями поворота и глубины.

Иногда парные плавники видоизменены. Брюшные плавники бычков срослены и образуют присоску, с помощью которой рыбы удерживаются на дне в местах с быстрым течением или сильным прибоем. Очень длинные грудные плавники летучих рыб образуют несущие плоскости, на которых эти рыбы планируют, отделившись после разбега от воды.

К непарным плавникам относятся хвостовой, один или несколько спинных и один (реже больше) анальный. В поступательном движении рыб основную роль играет хвостовой плавник; он же служит рулем при поворотах и погружениях животного. Спинные и анальные плавники, прежде всего, являются стабилизаторами направления движения рыбы, также участвуют в поворотах тела. Так, лещ движением длинного анального плавника может наклонять передний конец тела вниз, что облегчает прохождение пищи. У щук спинной и анальный плавники смещены к хвосту, что увеличивает мощность удара хвостом и, следовательно, обеспечивает стремительный бросок на добычу из засады (рис. 50).

У живущей на дне морей рыбы-удильщика удлинённый передний луч спинного плавника расположен над верхней губой; колебания этой своеобразной удочки привлекают к хищнику добычу. У рыбы-прилипалы спинной плавник превратился в присоску.

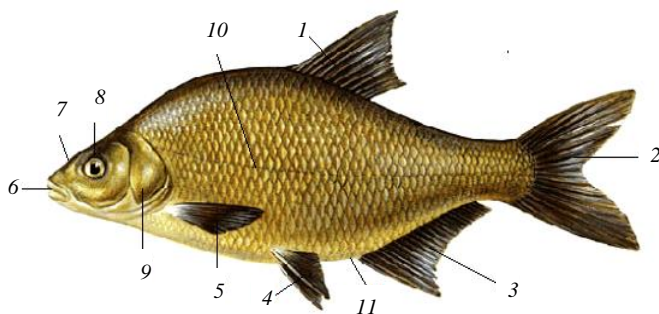


Рис. 50. Внешний вид леща: 1 – спинной плавник; 2 – хвостовой плавник; 3 – анальный плавник; 4 – брюшные плавники; 5 – грудные плавники; 6 – рот; 7 – ноздри; 8 – глаза; 9 – жаберная крышка; 10 – боковая линия; 11 – анальное отверстие

Покровы костных рыб представлены эпидермисом и дермой. Многочисленные одноклеточные железы эпидермиса выделяют слизь, которая тонким слоем покрывает тело рыбы. Это уменьшает трение при

плавании, а бактерицидные свойства слизи препятствуют проникновению в кожу микроорганизмов. Клетки эпидермиса и дермы содержат пигменты, которые определяют окраску рыб. Окраска у большинства рыб покровительственная, что делает их малозаметными в водной среде. У большинства рыб тело покрыто защитными костными образованиями – костной чешуей (циклоидной или ктеноидной), имеющей вид тонких, черепицеобразно налегающих друг на друга пластинок различной формы (см. рис. 49). Они развиваются в верхних слоях дермы, образуя в большинстве случаев правильные ряды. Чешуи растут в течение всей жизни рыбы (рис. 51). У некоторых видов неравномерность роста чешуи в разные сезоны года ведет к образованию на них широких летних и узких зимних колец, по числу которых можно судить о возрасте рыбы. Верхняя поверхность чешуи часто имеет сложный рельеф, увеличивающий ее прочность и повышающий гидродинамические свойства тела рыбы. Циклоидная чешуя (сазан) имеет округлый задний край, у ктеноидной чешуи (окунь) задний край несет зубцы – «гребень». У многих рыб в нижних слоях чешуи лежит прослойка кристалликов извести и пигмента гуанина, усиливающих серебристый блеск рыб. При потере чешуи достаточно быстро происходит их полная регенерация. Иногда чешуи рыб видоизменяются, образуя иглы, шипы, костные щитки и другие кожные образования.

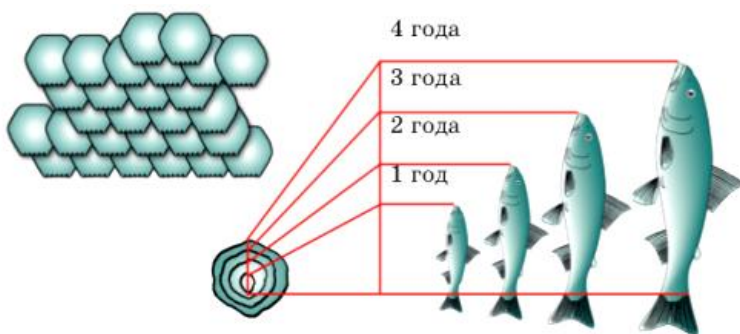


Рис. 51. Определение возраста рыбы по годовым кольцам чешуи

Скелет. У костных рыб хрящ в скелете частично или полностью замещается костной тканью, образуются хондральные, или хрящевые, кости, возникающие независимо от покровных. Первоначальным же типом окостенения являются кожные, или покровные, кости, имею-

щие, как правило, вид пластинок. Покровные кости не имеют хрящевых предшественников, и их образование ведет к появлению новых элементов скелета, т. е. к его усложнению. У костных рыб во взрослом состоянии рудименты хорды остаются только между позвонками, а скелет образован в основном костными элементами.

У кистеперых, двоякодышащих и осетровых рыб в течение жизни сохраняется хорда, а позвонки представлены только хрящевыми дугами.

Скелет рыб складывается из черепа, осевого скелета (позвоночника) и связанных с ним ребер, скелета парных плавников и их поясов и скелета непарных плавников. Череп состоит из мозговой коробки и висцерального скелета, который образован челюстной, подъязычной и пятью жаберными дугами. У большинства рыб в ротовой полости имеются односторонние зубы, которые расположены не только на челюстях.

Позвоночник разделен на туловищный и хвостовой отделы. Позвонки амфицельные, т. е. их тела двояковогнутые (рис. 52).

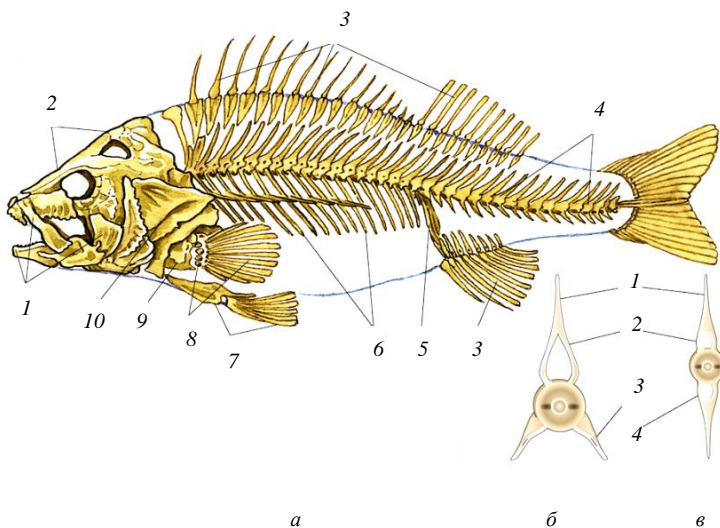


Рис. 52. Скелет костной рыбы: *а* – общий вид: 1 – челюсти; 2 – череп; 3 – плавниковые лучи; 4 – позвонки; 5 – тазовый пояс; 6 – ребра; 7 – скелет брюшного плавника; 8 – скелет грудного плавника; 9 – плечевой пояс; 10 – жаберная крышка; *б* – туловищный позвонок; *в* – хвостовой позвонок: 1 – остистый отросток; 2 – верхняя дуга; 3 – боковой отросток; 4 – нижняя дуга

Верхние дуги позвонков образуют спинномозговой канал, а нижние дуги хвостовых позвонков – канал, где проходят крупные кровеносные сосуды. С позвонками туловища связаны ребра, свободно оканчивающиеся в мускулатуре стенок тела. Парные плавники имеют пояса, лежащие в туловище рыбы. Основанием плавников служит внутренний опорный скелет. Наружные лопасти поддерживаются костными или хрящевыми плавниковыми лучами. Последние бывают жесткими, нерасчлененными или мягкими, членистыми; мягкие лучи иногда ветвятся.

Мускулатура туловища и хвоста рыб состоит из мышечных сегментов сложной формы. Вдоль тела двумя лентами тянутся продольные мышцы, разделенные перегородками (миосептами) на ряд мышечных сегментов (миомеров). Миомеры состоят из спинного и брюшного отделов. В голове, плавниках и их поясах расположены отдельные группы мышц (мускулатура челюстных и жаберных дуг, парных плавников и др.).

Нервная система костных рыб более совершенна, чем круглоротых. Головной мозг костных рыб в большинстве случаев крупнее, чем хрящевых. Но размеры его все же невелики: так, например, у крупных щук он составляет лишь $\frac{1}{1300}$ массы тела (рис. 53).

Передний мозг не образует полушарий и имеет только один желудочек, нервные клетки в крыше переднего мозга отсутствуют. Спереди он переходит в обонятельные доли с отходящими от них обонятельными нервами. Передний мозг рыб играет роль обонятельного центра. Его удаление приводит к потере рефлекса на восприятие запахов. Промежуточный мозг достаточно развит. На его крыше расположен эпифиз, на нижней стороне расположена другая железа внутренней секреции – гипофиз. От дна этого отдела мозга отходят зрительные нервы. Средний мозг по размерам превосходит остальные отделы. Сверху выдаются два зрительных буфа, где оканчиваются волокна зрительных нервов. Мозжечок хорошо развит в первую очередь у подвижных видов рыб. У костных рыб, как и у других позвоночных, он является центром регуляции движений и сохранения равновесия. Продолговатый мозг рыб прикрыт сверху эпителиальной пленкой. От головного мозга костных рыб, как и хрящевых, отходят десять пар головных нервов. Спинной мозг тонок, он тянется до конца позвоночника и имеет такое же строение, как и у хрящевых рыб.

Органы чувств костных рыб приспособлены к функционированию в условиях водной среды. Особенно важную роль играют органы химического чувства (обоняние, вкус), которые дополняют друг друга.

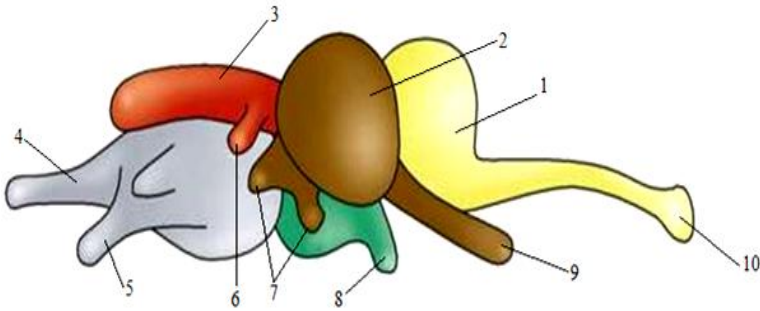


Рис. 53. Головной мозг костной рыбы (окуня): 1 – передний мозг; 2 – зрительные бугры среднего мозга; 3 – мозжечок; 4 – продолговатый мозг; 5 – от органа вкуса; 6 – от кожи и мышц; 7 – от органов слуха и равновесия; 8 – промежуточный мозг; 9 – от глаза; 10 – от органа обоняния

Органы обоняния имеют вид пары мешков с хорошо развитыми складками обонятельного эпителия, открывающихся наружу двумя ноздрями. Обоняние позволяет рыбам хорошо распознавать запахи чужих видов и различных особей своего вида. Так, ослепленный налиим находит червя по запаху на расстоянии до 30 см, но не может его обнаружить на расстоянии 1 см, если ему закрыть ноздри. Угорь воспринимает запах при наличии 15–50 тыс. молекул в 1 л. У многих, особенно стайных, рыб в коже содержится «вещество страха». При травме кожи оно попадает в воду и служит сигналом опасности для других рыб. Органы вкуса (вкусные сосочки) располагаются во рту и рассеяны по поверхности тела. Глаза у рыб приспособлены к видению на близком расстоянии, что обусловлено относительно малой прозрачностью воды. Они имеют плоскую роговицу и шаровидный хрусталик. Подвижных век нет. Аккомодация достигается перемещением хрусталика. Большинство рыб хорошо видят на расстоянии до 1 м, но некоторые, особенно крупные, способны видеть на расстоянии до 10–15 м. У глубоководных и пещерных рыб глаза нередко редуцируются. У большинства костных рыб развито цветовое зрение. Рыбы различают также и форму окружающих предметов. Некоторых промысловых рыб можно ловить, привлекая ярким светом.

Орган слуха и равновесия представлен только внутренним ухом, заключенным в капсулу. Собственно внутреннее ухо костных рыб (перепончатый лабиринт) состоит из трех взаимно перпендикулярных полукружных каналов, отходящих от овального мешочка (вестибуляр-

ный аппарат) и нижнего круглого мешочка (собственно орган слуха), заполненных эндолимфой. В эндолимфе во взвешенном состоянии находятся мелкие камешки – отолиты. Отолиты прикреплены к вершинам ресничек эпителия, выстилающего внутреннее ухо. При изменении положения тела животного давление и натяжение ресничек отолитами меняется, что и воспринимается нервными окончаниями. Сравнительно простое строение органа слуха рыб связано с большой звукопроводностью воды. Многие рыбы издают различные звуки зубами, жаберными крышками, трением плавников, с помощью плавательного пузыря и другими способами. Расшифровка этих звуков позволяет использовать их для обнаружения косяков рыбы при их ловле. У некоторых костных рыб перепончатый лабиринт соединен с плавательным пузырем. Перепончатый лабиринт улавливает изменение давления в плавательном пузыре, а последний служит резонатором и увеличивает чувствительность органа слуха.

Своеобразным органом чувств рыб является боковая линия (см. рис. 50). У большинства рыб органы боковой линии имеют вид канала в коже животного, ветвящегося на голове. Через многочисленные поры, пронизывающие или не пронизывающие чешую, этот канал сообщается с внешней средой. В стенках канала расположены окончания ветвей блуждающего нерва. Органы боковой линии воспринимают даже слабые изменения движения и давления воды и инфразвуки.

Осязательную функцию у рыб выполняют группы чувствительных клеток, расположенных по всей поверхности тела и образующих скопления на усиках, губах, лучах плавников. Рыбы способны улавливать изменения магнитного и электрического полей, а некоторые имеют специальные электрические органы.

Органы пищеварения у костных рыб более дифференцированы, разнообразнее устроен челюстной аппарат и шире спектр используемых кормов. Пищеварительный тракт рыб делится на три отдела: передний, включающий ротовую полость, глотку и пищевод; средний, состоящий из желудка, тонкой кишки и пищеварительных желез (печени и поджелудочной железы), и задний, представленный задней кишкой.

В ротовой полости имеется язык. Обычно на челюстях и на небе расположены зубы, которые подвержены нерегулярной смене. Важную роль в добывании пищи у рыб играют жаберные тычинки – выросты вогнутой стороны жаберных дуг. У планктоноядных сельдей, сегов, толстолобиков длинные и многочисленные жаберные тычинки образуют своеобразный цедильный аппарат, который процеживает

проходящую через жабры воду.

Строение и подвижность челюстного аппарата и развитие зубов связаны с особенностями питания (рис. 54).

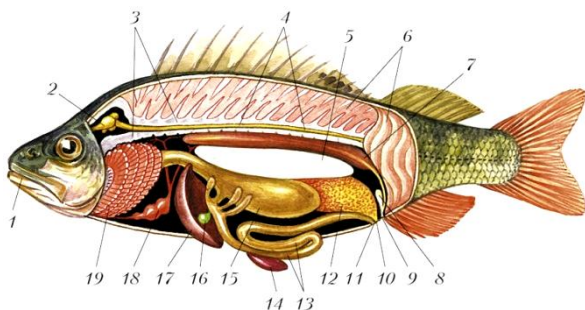


Рис. 54. Внутреннее строение костной рыбы (самка окуня): 1 – рот; 2 – головной мозг; 3 – позвоночник; 4 – спинной мозг; 5 – плавательный пузырь; 6 – мышцы; 7 – почка; 8 – мочевой пузырь; 9 – мочевое отверстие; 10 – половое отверстие; 11 – анальное отверстие; 12 – яичник; 13 – кишечник; 14 – селезенка; 15 – желудок; 16 – желчный пузырь; 17 – печень; 18 – сердце; 19 – жабры

Короткий мускулистый пищевод без резкой границы переходит в желудок, форма и размеры которого разнообразны; иногда он слабо выражен, а у карповых вообще отсутствует. В самом начале кишечника у ряда рыб имеются слепые (пилорические) отростки, число которых может быть различно (у окуня – 3, у разных видов лососевых – до 400). Они выполняют примерно такую же функцию, что и спиральный клапан у хрящевых рыб – увеличивают всасывающую поверхность кишечника.

Здесь же в кишечник впадают протоки желчного пузыря и поджелудочной железы, которая мелкими дольками разбросана по брюжейке.

Печень обычно хорошо развита и состоит из нескольких lobов. Переваривание пищи происходит под действием ферментов, которые вырабатываются также и железами, расположенными в стенках желудка и кишечника. Кишечник заканчивается анальным отверстием.

Плавательный пузырь имеется у большинства костных рыб; это гидростатический орган рыб (рис. 55). Образуется плавательный пузырь как тонкостенный вырост спинной стороны начальной части пищевода; этот вырост у разных рыб имеет различные форму и строение и заполнен газом. У открытопузырных рыб связь с пищеводом сохраняется в течение всей жизни (карпообразные, сельдеобразные). У за-

крытопузырных эта связь нарушается в процессе развития (окунеобразные). Изменяя объем плавательного пузыря, рыба может перемещаться в вертикальном направлении за счет изменения плотности тела и плавучести. Первоначальное заполнение плавательного пузыря газом происходит при заглатывании мальком атмосферного воздуха. В дальнейшем объем пузыря изменяется за счет заглатывания воздуха с поверхности открытопузырными рыбами или его выдавливания при сжатии пузыря. У закрытопузырных рыб изменение объема плавательного пузыря происходит за счет выделения и поглощения газов кровью через особое сосудистое сплетение капилляров в так называемой газовой железе.

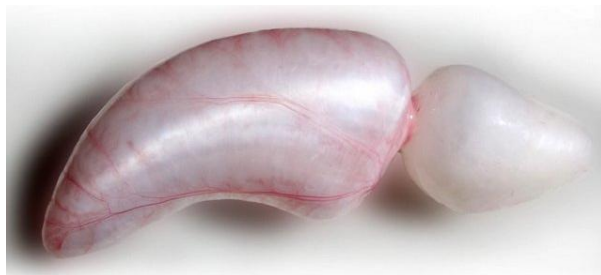


Рис. 55. Плавательный пузырь

Плавательный пузырь отсутствует у многих донных рыб и рыб, совершающих быстрые вертикальные перемещения в воде.

Органами дыхания у рыб являются жабры. У костных рыб межжаберные перегородки редуцированы, и жаберные лепестки попарно сидят на жаберных дугах, прикрытые снаружи подвижными костными жаберными крышками. У костных рыб четыре жаберные дуги, на каждой из которых располагаются лепестки двух полужабр. У некоторых видов добавочная полужабра располагается на внутренней поверхности жаберной крышки. Снаружи лепестки покрыты тончайшими складочками, до 15 и более на 1 мм. Ток воды, омывающей жабры, обеспечивается главным образом движениями жаберных крышек, а при плавании – самотеком.

Важную роль в газообмене рыб играет кожа. Так, у годовалых карпов кожное дыхание обеспечивает до $\frac{1}{8}$, а у карася и угря – даже до $\frac{1}{3}$ потребности организма в кислороде, энергично выделяется и диоксид

углерода. У костных рыб имеются добавочные органы дыхания; обычно такие органы присутствуют у обитателей пресных водоемов, где наблюдается дефицит кислорода. Вьюны, живущие на дне водоемов, регулярно поднимаются к поверхности и заглатывают воздух, пропуская его через кишечник, в стенках которого находится сеть кровеносных капилляров. У аквариумных рыбок – макроподов, лялиусов, гурами – в задней части головы расположен особый лабиринтовый аппарат, сообщающийся с глоткой; в этот аппарат рыба заглатывает воздух, и здесь происходит поглощение кислорода сетью капилляров. В газообмене может участвовать и плавательный пузырь.

Кровеносная система костных рыб в основных чертах сходна с кровеносной системой ланцетника, круглоротых и хрящевых рыб.

У всех рыб, кроме двоякодышащих, один круг кровообращения. Сердце двухкамерное и состоит из предсердия и желудочка.

Объем крови у рыб по сравнению с ее объемом у наземных позвоночных невелик. У карпа, например, он составляет около 2,0 % от массы тела. Эритроциты рыб имеют овальную форму и содержат ядра. Сердце рыб сокращается сравнительно редко – 20–30 раз в 1 минуту. С повышением температуры среды частота сокращений сердца увеличивается. У рыб, находящихся в зимнем оцепенении, частота сокращения падает до одного-двух в 1 мин. Кроветворными органами у рыб являются главным образом селезенка и передний отдел почек.

Органы выделения у зародышей рыб представлены головными почками, которые в процессе развития заменяются лентовидными туловищными (мезонефрическими) почками, расположенными вдоль спинной части почти всей полости тела по бокам от позвоночника. Мочеточниками служат вольфовы каналы. Мочеточники в конце сливаются в единый проток, который открывается в мочевой пузырь или наружу. Конечным продуктом обмена у большинства костных рыб служит аммиак. Почки выполняют осморегуляторную функцию и участвуют в поддержании кислотно-щелочного равновесия. В выделении участвуют также жабры и кожа.

Органы размножения отличаются от органов размножения хрящевых рыб. Половые железы (яичники и семенники) парные (у окуня яичник непарный). У костных рыб яйца выводятся образующимися яйцеводами, а мюллеровы каналы редуцируются. Яйцеводы одним концом срастаются с яичником, а другим открываются половым отверстием наружу. У некоторых представителей лососевых яйца выпадают из яичников в полость тела, а оттуда выходят наружу через особые половые поры на брюхе. Оплодотворение чаще наружное, у немногих

видов – внутреннее. Икра (яйцеклетки) рыб мелкая, размером до нескольких миллиметров, покрытая студенистой оболочкой. Плодовитость рыб очень высокая. Большинство костных рыб раздельнополы, хотя среди них имеются и гермафродиты, например, некоторые окунеобразные.

Развитие у большинства рыб протекает с метаморфозом. В этом случае из икринок выходят личинки, отличающиеся от взрослых особей рядом признаков. Сначала они питаются желтком, сохранившимся в желточном мешке, а позднее переходят на активное питание. У некоторых рыб личинки имеют наружные жабры, позднее – исчезающие.

Подкласс Лопастеперые рыбы (Sarcopterygii)

Лопастеперые известны с середины раннего девона. Они сочетают в своем строении архаичные и прогрессивные черты. Уже в начале формирования этой группы рыб их специализация пошла по двум разным направлениям. Чешуя космоидная или костная. В течение всей жизни сохраняется хорда, окруженная плотной соединительнотканной волокнистой эластичной оболочкой, парные плавники с покрытой чешуей мясистой лопастью у основания. У двоякодышащих и кистеперых рыб передний мозг крупнее остальных отделов; он разделяется на правое и левое полушария. В сердце имеется артериальный конус, а в кишечнике – спиральный клапан. Как выросты брюшной стороны начального отдела пищевода образуются один-два пузыря, выполняющие функцию легких.

У кистеперых (ископаемых) и двоякодышащих (кроме рогозуба) плавательный пузырь – легкое – парный. Он снабжается кровью по ответвлению последней (пятой) выносящей жаберной артерии и в течение всей жизни сохраняет связь с пищеводом, открываясь на его брюшной стороне щелевидным отверстием, снабженным замыкающим мускулом; у глубоководной латимерии легкие сохраняются в виде рудимента. Стенки легких ячеистые, что увеличивает их внутреннюю поверхность. Они функционируют как добавочные органы дыхания, а у зарывшихся в грунт при засухе протоптеров и лепидосириенов – как основной орган дыхания.

Надотряд Двоякодышащие. Двоякодышащие рыбы – очень древняя группа (рис. 56). По-видимому, это боковая, сильно специализированная ветвь, обособившаяся от примитивных кистеперых еще в нижнем девоне. Скелет двоякодышащих в основном хрящевой. Хорда со-

храняется в течение всей жизни. Чешуя космоидная или костная. Передний мозг образует полушария.

Зубы обычно сливаются в две-три пары мощных зубных пластинок. Имеются сквозные ноздри. У современных видов есть одно или два легких, соединяющихся с брюшной стороной начального отдела пищевода, есть клоака. В связи с наличием легких у них имеется два круга кровообращения. В предсердии присутствует неполная перегородка, продолжающаяся и в желудочке. Таким образом, у двоякодышащих появляются изменения, которые напоминают особенности кровеносной системы земноводных. Мочеполовая система близка к таковой хрящевых рыб и амфибий.



Рис. 56. Мраморный протоптер (а) и неоцератод (б)

Двоякодышащие рыбы, впадающие в оцепенение при высыхании водоемов (протоптер), в активном состоянии выделяют аммиак, а в оцепенении – мочевину, накапливающуюся в организме.

В течение долгого времени двоякодышащие были известны только по окаменелым останкам, и только в 1835 г. было установлено, что обитающий в Африке протоптер – двоякодышащая рыба. Всего же, как оказалось, до наших дней дожили представители шести видов этой группы: австралийский рогозуб из отряда однолегочных, американский чешуйчатник – представитель отряда двулегочных и четыре вида африканского рода, также из отряда двулегочных. Все они, видимо, как и их предки, пресноводные рыбы. Обитают в пересыхающих водоемах. Когда водоемы пересыхают полностью, протоптеры и лепидосилены зарываются в ил и впадают в состояние оцепенения, дыша возду-

хом с помощью легких. В природе такая спячка обычно длится около 6 месяцев. Неоцератоды при полном пересыхании водоема погибают.

Надотряд Кистеперые. Палеонтологи давно обнаружили в древних слоях осадочных пород, относящихся к палеозойской эре развития Земли, останки своеобразных рыб с особым строением парных плавников и рядом других, как правило, примитивных признаков. У кистеперых рыб основанием каждого из парных плавников служит мясистая, вытянутая, покрытая крупной чешуей лопасть, на конце центральной оси которой располагаются лучи плавника. Расположение скелетных элементов внутри основной лопасти плавника несколько напоминает расположение костей пятипалых конечностей наземных позвоночных. К тому же ископаемые палеозойские представители этого надотряда обладали помимо жаберного также легочным дыханием, легкие возникли как выросты брюшной стороны кишечника. Имелись внутренние ноздри – хоаны. Все это позволяет предполагать близость древних кистеперых рыб к предкам четвероногих наземных позвоночных.

Их считали вымершими миллионы лет назад. Первую рыбу поймали в 1938 г. Позднее было добыто еще несколько особей этой замечательной рыбы (всего менее ста экземпляров), получившей название *латимерия* (рис. 57). Оказалось, что они сохранились на небольшой акватории у трех Коморских островов в западной части Индийского океана.

По морфологическим особенностям латимерия, видимо, мало отличается от ископаемых целакантов мезозоя. Тело покрыто космоидной чешуей. Хвост дифицеркальный с дополнительной средней лопастью. Плавники с мощными, но довольно короткими основаниями и удлиненными лопастями. Головной мозг занимает не более $\frac{1}{100}$ объема мозговой коробки, заполненной в основном жироподобной массой. У них сохраняется хорда, в сердце – артериальный конус, в кишечнике – спиральный клапан. Хоаны отсутствуют. Плавательный пузырь подобно легким двоякодышащих рыб отходит от брюшной стороны начальной области пищевода, заметно редуцирован и имеет вид трубки длиной 5–8 см, переходящей в окруженный жиром тяж. У половозрелой самки массой 78 кг в правом яичнике (левый рудиментарен) было обнаружено 19 икринок диаметром 8–9 см и массой около 300 г каждая; яйцеживородящи.

В ходе наблюдений выяснилось, что латимерия ведет ночной образ жизни, опускаясь на глубину до 700 м и более. С наступлением дня рыбы возвращаются в пещеры, расположенные на глубине 150–200 м.



Рис. 57. Латимерия

И еще одно совершенно невероятное событие: в 1998 г. в 10 тыс. км от Коморских островов в Целебесском море у берегов Индонезии также была выловлена латимерия. Это была рыба средних размеров – длиной 124 см и массой 29,2 кг (наиболее крупные особи с Комор достигают в длину 180 см и весят около 95 кг). Внешне она ничем не отличалась от представителей коморской популяции, только цвет ее тела был не синеvато-стальной, а коричневый. Выполнив анализ митохондриальной ДНК, американские исследователи пришли к выводу, что расхождение между двумя популяциями началось 5–7 млн лет назад и индонезийский целакант, скорее всего, может рассматриваться как новый вид.

Подкласс Лучеперые рыбы (Actinopterygii)

К подклассу лучеперых относится около 95 % известных рыб, объединенных в два надотряда. Характерной чертой этого подкласса является строение скелета парных плавников, образованных веерообразно расположенными хрящевыми или костными лучами.

Надотряд ганоидные. Среди ныне живущих лучеперых рыб ганоидные выделяются большим числом архаичных особенностей.

К *семейству осетровых* относится 23 вида, из них 11 встречается в водоемах Российской Федерации. Представителями осетровых являются осетры (16 видов), белуга, калуга, севрюга, стерлядь, лопатоносы и др. (рис. 58). Внешне они напоминают акул. Тело торпедообразной формы. Голова с удлинненным рылом. Рот расположен на нижней стороне головы, выдвигной, зубов нет. Хвостовой плавник гетероцеркальный, парные плавники расположены горизонтально.

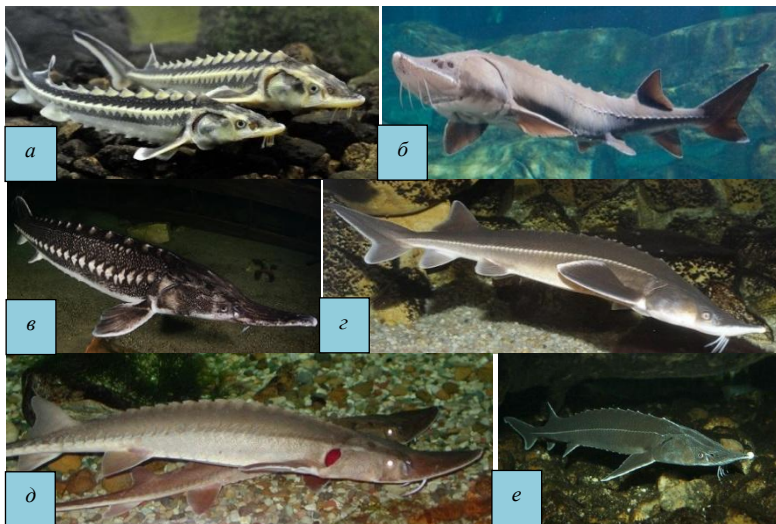


Рис. 58. Ганоидные (осетровые) рыбы: *а* – осетр; *б* – белуга; *в* – севрюга; *г* – стерлядь; *д* – лопатонос; *е* – шипа

У осетровых рыб по хребту, бокам и границе боков и брюха тянутся пять рядов костных пластинок – жучек, а хвост покрыт ромбической ганоидной чешуей, характерной для древних рыб. Осевым скелетом служит сохраняющаяся в течение всей жизни хорда. Позвонки представлены хрящевыми верхними и нижними дугами, тела позвонков не развиты. Череп, позвоночник и пояса конечностей в основе хрящевые, но хрящевой череп покрыт накладными плоскими костями. Кости входят также в состав пояса грудных плавников. У осетровых рыб в сердце имеется артериальный конус с клапанами внутри, который переходит в брюшную аорту. В кишечнике находится спиральный клапан. Созревшие яйца так же, как и у акул и скатов, выпадают из яичников в полость тела и увлекаются движением ресничек в воронки яйцеводов, которыми являются мюллеровы каналы. Большинство осетровых обитает в морях; основная масса сосредоточена в Каспийском море. Но некоторые виды, такие как стерлядь, лопатоносы, постоянно живут в реках и озерах.

В последние годы численность осетровых повсеместно снизилась. Некоторые виды являются объектами аквакультуры. Все виды осетровых нерестятся в реках весной и летом. У многих видов проходных

осетровых выражены две расы – озимая и яровая. Большинство питается различными донными животными. Мясо и икра этих рыб высоко ценятся человеком.

Надотряд Костистые. К этому надотряду относится большинство лучеперых рыб. Форма тела разнообразна. Тело обычно покрыто костной чешуей, имеющей вид тонких, налегающих друг на друга пластинок. Верхняя и нижняя лопасти хвоста примерно одинаковой величины и формы (равнолопастный хвост). Грудные плавники обычно вертикальные.

Скелет костный. Хорда у взрослых особей в той или иной степени редуцирована. Артериального конуса в сердце и спирального клапана в кишечнике нет.

Многие костистые рыбы имеют большое промысловое значение. Это прежде всего рыбы, относящиеся к семействам сельдевых, лососевых, карповых, сомовых, щуковых, угревых, окуневых, камбаловых и тресковых.

У представителей *семейства Сельдевые* тело вытянутое, стройное, слабо сжатое с боков, невысокое. Спина темно-синяя или зеленоватая, бока серебристые. Брюшные плавники расположены посередине брюха, над ними находится один спинной плавник. Боковая линия внешне не заметна. На брюшной стороне имеется острый киль из чешуек. Зубы слабые, или их нет. Сельдевые – стайные рыбы (рис. 59), зачастую совершающие продолжительные миграции (атлантическая сельдь). Наибольшее число видов обитает в тропиках.



а

б

Рис. 59. Сельдь атлантическая (а) и килька каспийская (б)

Питаются Сельдевые планктонными животными, пользуясь целительным аппаратом из жаберных тычинок. Одни из них, как например

атлантическая, тихоокеанская сельди, кильки, шпроты, сардины и др., всю жизнь проводят в море. Другие (некоторые сельди Каспийского, Азовского и Черного морей) на нерест поднимаются в реки (пузанок, черноморская, кесслеровская сельди). Сельдевые имеют большое промысловое значение (атлантическая, иваси, килька, сардина, пузанок).

Семейство Лососевые – проходные и пресноводные рыбы северного полушария. По внешнему виду сходны с сельдями. Отличаются жировым плавничком на хвостовом стебле. Тело покрыто чешуей, боковая линия хорошо заметна и образует полосу прободенных чешуей. У собственно лососей рот большой с зубами, чешуя мелкая; у сигов рот маленький беззубый, чешуя крупная. Лососевые – очень ценные промысловые рыбы с высокими вкусовыми качествами мяса и икры.

Наибольшее промысловое значение имеют проходные рыбы рода тихоокеанского (дальневосточного) лосося – кета, горбуша, красная нерка, чавыча, сима, кижуч, ежегодно в большом количестве заходящие в реки для нереста. Рыбы рода атлантического лосося – семга, а также кумжа – нерестятся в реках Европейского Севера. Способны образовывать пресноводные формы. От кумжи произошли оседлые пресноводные ручьевые форели – обитатели горных рек и озер (рис. 60). Широко распространены и имеют большое промысловое значение различные виды сигов – обыкновенный сиг, омуль, ряпушка, нельма, муксун, пелядь, чир и др. Во многих районах численность лососевых рыб резко снижена. Различных представителей лососевых разводят в специальных хозяйствах. Проводятся работы по акклиматизации горбуши в реках Мурманского побережья, пеляди – во многих водоемах и т. п.



a

б

Рис. 60. Лосось каспийский (*a*) и форель ручьевая (*б*)

Рыбы *семейства Щуковые* близки к представителям лососевых. Характерный представитель – обыкновенная щука (рис. 61). Это крупная рыба с вытянутым цилиндрическим телом, уплощенной сверху головой с пастью, усаженной сверху и снизу крупными острыми зубами, направленными в сторону глотки. Спинной и анальный плавники сдвинуты далеко назад, что позволяет ей совершать стремительные броски. Тело покрыто мелкой циклоидной чешуей.



Рис. 61. Щука обыкновенная

Щуки широко распространены по рекам и озерам нашей страны (на Дальнем Востоке обитает амурская щука). Предпочитают реки с медленным течением и проточные озера с заливами, заросшими камышом и водной растительностью. Кормятся щуки по утрам и под вечер. Это прожорливые, сильные хищники, питающиеся в основном другими рыбами. Хищничать щука начинает очень рано, уже при длине 12–15 мм; достигнув длины 5 см, она почти полностью переходит на питание рыбой. Наблюдаются случаи каннибализма. В некоторых водоемах из рыб обитают только щуки. Здесь наблюдается цепочка последовательного каннибализма, когда более крупные щуки питаются более мелкими сородичами щуки. Отличаются большой плодовитостью и долголетием. Местами их добывают в большом количестве, мясо щук содержит мало жира.

Семейство Угревые представлено в нашей фауне только речным (европейским) угрем (рис. 62). Эта рыба отличается длинным змеевидным телом без брюшных плавников, покрытым очень мелкой чешуей. Голова маленькая, коническая. Спинной и анальный плавники слиты с хвостовым. Рот вооружен мелкими зубами. Питается беспозвоночными и мелкой рыбой. Активен ночью, днем чаще всего зарывается в

илистый грунт. Взрослые самки угрей обитают во многих пресных водоемах бассейна Балтийского и реке Баренцева и Черного морей. Самцы держатся в море. Живут 6–12 лет, достигая длины 2 м и массы 5 кг, но это бывает редко. Нерестятся один раз в жизни.



а

б

Рис. 62. Угорь европейский (а) и мурина средиземноморская (б)

Взрослые самки спускаются по рекам к устьям (могут переползать в росистые ночи из водоема в водоем), где к ним присоединяются самцы, и они совместно мигрируют в Саргассово море (Атлантический океан), там и проходит нерест. Мигрирующие угри должны проплыть 4–7 тыс. км. Нерест проходит на глубине около 1000 м. После нереста самки и самцы погибают. Личинки – лептоцефалы – пассивно переносятся течением Гольфстрим, которое здесь начинается, через океан к берегам Европы. В устья рек через 2,5–3 года приплывает уже молодь – стеклянные угри длиной около 7 см. Молодь речного угря входит в реки весной и широко расселяется по водоемам. Стеклянных угрей интенсивно отлавливают в целях расселения и искусственного выращивания. Угорь – ценная промысловая рыба, мясо высоко ценится, особенно в копченом виде.

Рыбы *семейства Карповые* внешне похожи на сельдевых, но отличаются от них хорошо заметной боковой линией, а от лососевых – отсутствием жирового плавника. Рот выдвижной и лишен зубов, пища дробится одним-тремя рядами глоточных зубов – костными выростами последней жаберной дуги, вдающимися в полость глотки. Зубы обращены вершинами к находящемуся на верхней поверхности глотки жерновку, трением о который размельчается пища. Усики одна-две пары, или они могут отсутствовать. Чешуя циклоидная или отсутствует, плавники с мягкими лучами. Открытопузырные рыбы, плаватель-

ный пузырь большой, состоит из двух-трех камер. Семейство Карповые – самое богатое видами семейство рыб, населяющих воды Евразии, Африки и Северной Америки. Известно несколько десятков родов и около 1,5 тыс. видов в основном пресноводных рыб; в водоемах России обитает около 80 видов, среди них густера, золотой карась, пескарь, верховка, уклейка, чехонь, подуст, елец, голянь, красноперка, рыбец, шемая.

Большинство карповых – теплолюбивые рыбы. Осенью они постепенно прекращают питаться и на зиму впадают в оцепенение. Размножаются в конце весны и летом. У серебряного карася есть популяции, где отсутствуют самцы. Когда самки нерестятся, то развитие икры идет при наличии спермиев других близких видов рыб (золотой карась, линь, сазан). Проникая в яйцеклетку, они не оплодотворяют ее, а только стимулируют развитие (гиногенез). Из икринок развиваются только самки. Мальки карповых питаются обычно планктоном. Взрослые особи поедают преимущественно различных донных беспозвоночных животных и водные растения, хотя среди карповых имеются планктоноядные (толстолобик) и хищные виды (жерех).

Карповые рыбы служат важнейшими объектами рыбного промысла наших внутренних водоемов. Наибольшее промысловое значение из проходных форм имеют подвиды плотвы – вобла и тарань, а из пресноводных – сазан, карась, лещ, язь, жерех, голавль, линь, усач и др. (рис. 63). Основным объектом промышленного разведения является карп (одомашненная форма сазана). Разводят также толстолобиков, белых амуров и другие виды. К карповым относятся такие объекты аквариумистики, как пунтиусы, расборы, данио и золотые рыбки (комета, телескоп и др.); все они – результат одомашнивания и селекции серебряного карася.



а

б

Рис. 63. Карп (а) и лещ (б)

Представители *семейства Сомовые* обитают в пресных водах Европы и Азии, отсутствуют в бассейне Северного Ледовитого океана. В европейской части Российской Федерации широко распространен обыкновенный (европейский) сом (рис. 64).



Рис. 64. Сом европейский

Отличается коротким вальковатым туловищем, лишенным чешуи, сплюснутым с боков хвостом с очень длинным анальным плавником, слегка приплюснутой сверху крупной головой с большой пастью и усами. Зубы хорошо развиты. Живут сомы более 30 лет, достигая 300–400 кг при длине тела 5 м. Озерные сомы всегда мельче речных. Активны обычно в вечернее время и рано утром. Ведут оседлый образ жизни, предпочитая держаться в омутах. Зимой лежат в ямах. Всеядные хищники, жируют иногда в лиманах. Растут быстро – к 5-летнему возрасту достигают нередко 1 м. Кожа раньше использовалась вместо стекла – так называемый рыбий пузырь. Являются объектом аквакультуры. В бассейне Амура обитают более мелкий амурский сом и сом Солдатова.

Семейство Окуневые объединяет большую группу морских и пресноводных закрытопузырных рыб, у которых в плавниках имеются колючие твердые лучи. Спинных плавников два (колючий и мягкий) или, что реже, один, состоящий из колючей и мягкой частей. В анальном плавнике два колючих луча. Рот большой с зубами, у некоторых есть клыки. Кости жаберной крышки зазубренные. К этому семейству относятся окуни, ерши, судаки, морские судаки и другие виды (рис. 65). Многие из них являются объектом промысла. В наших водоемах объектом промысла является обыкновенный судак, достигающий 12 кг и более. Обычны окуни, которые ведут оседлый образ жизни и могут достигать 1–1,5 кг.



a

б

Рис. 65. Окунь речной (*a*) и судак обыкновенный (*б*)

Семейство Бычковые отличается от других тем, что у его представителей брюшные плавники срастаются, образуя присасывательную воронку, с помощью которой они удерживаются на дне. Являются морскими и реже речными рыбами. Многие виды являются объектом промысла. Самый многочисленный в наших водоемах – бычок-кругляк, ценный промысловый объект.

Семейство Камбаловые – морские рыбы с уплощенным с боков телом, окаймленным спинным и анальным плавниками (рис. 66).



a

б

Рис. 66. Морская камбала (*a*) и палтус атлантический белокорый (*б*)

Ведут донный образ жизни, лежа на одном боку, причем этот бок светлый, а верхний – темный. Оба глаза у взрослых рыб смещены на одну, обычно правую, сторону головы. Плавательный пузырь отсутствует. Обитают в прибрежных водах до глубины 1 тыс. м. Питаются

рыбами и донными беспозвоночными. Икра пелагическая, развивается в верхних слоях воды. Мальки камбалы имеют симметричное тело и глаза по обе стороны головы. Подрастая, постепенно опускаются в более глубокие слои воды, тело их уплощается, один глаз перемещается на другую сторону головы, они начинают плавать на боку и переходят к донному образу жизни. Различные виды камбал (желтоперая, морская, полярная) и палтусов (атлантический белокорый может достигать в длину 4,5 м и массы 300 кг) являются важными объектами тралового промысла.

Семейство Тресковые – холоднолюбивые морские рыбы, широко распространенные в арктических водах. Тело покрыто чешуей, на подбородке находится непарный усик, брюшные плавники расположены впереди грудных, имеют (кроме налимов) три спинных плавника и два анальных. Лучи всех плавников мягкие. Многие совершают длительные миграции и образуют большие скопления. К семейству относятся треска (рис. 67), пикша, минтай, сайда, навага. Лишь речной налим (рис. 67) обитает в пресных водах, и это единственный вид из наших пресноводных рыб, нерестящийся зимой (декабрь – январь).

Тресковые являются важными объектами промысла. Атлантическая треска – самая крупная (до 40 кг) и в уловах наиболее многочисленная из тресковых. Обитает в морях Европейского Севера и Дальнего Востока. Один из ее отличительных признаков – изогнутая белая боковая линия. В Баренцевом море промышляют пикшу (боковая линия у нее черная, прямая). Объектами промысла являются навага (небольшая рыба длиной около 30 см), минтай, путассу. У тресковых ценятся мясо и жирная печень, из которой готовят консервы и медицинский рыбий жир.



a

б

Рис. 67. Атлантическая треска (*a*) и речной налим (*б*)

Экология рыб. Рыбы обитают в самых разнообразных водоемах. Большое влияние на условия жизни в воде оказывают географическое положение водоема, его площадь и водосборный бассейн, различные природные и хозяйственные факторы. Исключительное значение для жизни водных животных имеют такие характеристики их среды обитания, как течения и перемешивание, вызываемые различными причинами. Водная среда отличается значительной плотностью, с чем связаны особенности морфологии, физиологии и поведения рыб. Для большинства рыб характерна обтекаемая форма тела; это уменьшает сопротивление воды и облегчает их перемещение. У хороших пловцов, обитателей толщи воды, тело торпедообразное (скумбрия, лосось, тунец). Рыбы, не совершающие больших перемещений (лещ, сазан, карась) часто имеют высокое, сжатое с боков тело. У донных рыб (морской черт, скат) тело сжато в дорсовентральном направлении, что обеспечивает большой контакт с дном, где находится пища. Плоская форма тела характерна для камбалы, но у камбалы тело сильно сжато с боков, так что функциональной брюшной стороной является боковая. Можно еще отметить змеевидную, лентовидную, шаровидную и другие формы тела у рыб.

Основную функцию рулей глубины выполняют грудные и брюшные плавники. Кожа рыб покрыта слизью, что уменьшает трение тела о воду и турбулентные завихрения. Скорость движения рыбы зависит от ее размеров, состояния, температуры среды и других факторов. Наибольшие скорости способны развивать тунцы, парусники, меч-рыбы; лосось плавает со скоростью около 5 м/с, голубая акула – 10 м/с, тунец – 20 м/с. Некоторые рыбы приспособились к своеобразному полету над водой (летучие рыбы).

Рыбы являются пойкилотермными животными, т. е. животными с непостоянной температурой тела, зависящей от температуры окружающей среды. Их активность напрямую зависит от температуры воды. В воде содержится меньше кислорода (примерно в 30 раз), чем содержится его в том же объеме воздуха. Диффузия кислорода, поступающего главным образом из атмосферы, происходит в воде крайне медленно, что определяет понижение его концентрации от поверхности в глубину (как летом, так и зимой). Рыбы могут обитать в водоемах с различным содержанием кислорода. У рыб (каarp, карась, линь и др.), живущих в водоемах, бедных кислородом или с резкими колебаниями его концентрации, гемоглобин крови способен поглощать кислород даже при малом его количестве, тогда как у рыб (форель, сиг и др.), обитающих в воде, постоянно насыщенной кислородом, гемо-

глобин может связывать кислород только при значительном его количестве. По потребности в кислороде рыб можно разделить на четыре группы: требующие кислорода до $11 \text{ см}^3/\text{л}$ – форель, голянь; до $7 \text{ см}^3/\text{л}$ – голавль, пескарь; до $4 \text{ см}^3/\text{л}$ – плотва, окунь; менее $3 \text{ см}^3/\text{л}$ и живущие даже при $1 \text{ см}^3/\text{л}$ – линь, карась. Как в морских, так и в пресных водах рыбы образуют более или менее обособленные группы, связанные с определенным местом обитания. При всем разнообразии условий в водной среде рыб можно разделить на несколько экологических групп:

1) морские – рыбы, постоянно живущие в морских водоемах (мак-рель, луна-рыба);

2) пресноводные – рыбы, всю жизнь проводящие в пресных водоемах, таких как озера, пруды, реки (жерех, щука);

3) проходные – рыбы, совершающие протяженные нерестовые миграции из морских водоемов в пресные или наоборот. Рыб, обитающих в море, но для размножения поднимающихся в реки, называют анадромными (лососевые, осетровые); рыб, живущих в пресных водоемах, но для нереста уходящих в море, – катадромными (угорь);

4) существуют также полупроходные рыбы; это рыбы, обитающие в пресных или морских водоемах, но способные жить в эстуариях рек (плотва, речная камбала).

Различаются рыбы и по характеру распределения в водоеме:

1) обитающие в толще воды, – пелагические, или нектонные. Это достаточно многочисленная группа рыб, которые прекрасно плавают и зачастую совершают продолжительные миграции. Одни из них питаются планктоном (толстолобик, китовая акула, являющиеся мирными кочевниками-пастбищниками), другие поедают рыб (акула, судак) активные охотники; третьи ловят насекомых, упавших в воду, и обитают в поверхностных водах. У большинства пелагических рыб окраска сверху, как правило, темная, а снизу светлая, серебристая;

2) обитающие на дне водоемов – донные, или бентосные, (в морях – скаты, камбалы, бычки, в пресных водах – карп, карась, сом, линь, стерлядь и др.). Они характеризуются меньшей подвижностью; это и мирные бентосоеды, и хищники. Одни из них плавают у дна, питаются преимущественно донными животными, другие лежат на дне – тело у них зачастую сильно уплощено, и верхняя сторона имеет покровительственную окраску – под цвет грунта;

3) обитающие в прибрежной зоне – литоральные. Эта группа рыб характерна для морей и океанов. Многие из них являются донными и придонными рыбами. Это обычно плохие пловцы, не совершающие дальних перемещений, бентософаги или хищники. Из морских рыб к

ним относятся различные бычки, морские собачки и многие другие рыбы. Некоторые из них имеют особые приспособления, чтобы удерживаться на грунте во время прибоя, прилива или отлива.

Половозрелыми рыбы становятся в различном возрасте: гуппи – в 3–4 мес, хамса мечет икру впервые в, годовалом возрасте, большинство карповых и окуневых рыб – в возрасте 3–4 лет, осетры и севрюги – на 10–12-м, а белуги на 14–17-м и даже на 20-м году жизни. По времени нереста можно выделить рыб, нерестящихся весной и ранним летом (сомовые, карповые); осенью и зимой (сиговые, тресковые); не имеющих определенного сезона размножения (тропические виды). Большинство рыб наших пресных вод мечет икру в теплое время года, но щуки нерестятся ранней весной, а налимы – зимой. К наступлению срока икрометания многие рыбы приобретают брачный наряд – изменяются окраска и форма их тела. Тихоокеанские лососи и некоторые другие виды рыб мечут икру только один раз в жизни и вскоре после этого погибают. Во время хода к местам нереста они перестают питаться, у горбуши во время хода на нерест окраска меняется с серебристой на коричневую с темными пятнами, на спине самцов вырастает горб, челюсти загibaются крючком.

Плодовитость рыб связана с условиями развития икры и молоди. Наиболее плодовиты рыбы, откладывающие плавающую пелагическую икру, на втором месте стоят рыбы, откладывающие икру на растения, рыбы, охраняющие или прячущие икру, наименее плодовиты. Живородящие рыбы рожают лишь единицы или десятки мальков. Лососи мечут всего несколько тысяч икринок, развитие которых происходит в гнезде под слоем песка или гравия. Карповые рыбы, откладывающие икру на дно водоема или водные растения, в теплое время года продуцируют за один нерест до нескольких сотен тысяч икринок. Морские рыбы, дающие плавающую икру, выметывают за нерест миллионы икринок (крупная самка трески – до 9 млн, а луна-рыба – до 300 млн). Высокая плодовитость объясняется массовой гибелью икры и вылупившихся из нее мальков. Порционность икрометания и растянутость периода размножения характерны для тропических рыб. В умеренных и холодных широтах большинство рыб выметывает икру одновременно. Плодовитость морских рыб обычно несколько выше, чем пресноводных и проходных.

Развитие икры рыб нашей фауны, нерестящихся весной и летом, длится обычно 3–8 сут (чем теплее вода, тем скорее), а у рыб, мечущих ее осенью и зимой (лососи, налимы и др.) затягивается до весны.

Для многих видов рыб характерен смешанный тип питания, но

встречаются и достаточно специализированные виды. У большинства хорошо выражена возрастная, сезонная и даже суточная смена характера питания. Многие виды рыб способны к длительному голоданию. В зависимости от характера питания рот у рыб бывает различных типов: хватательный – когда челюсти вооружены острыми зубами для захвата и удержания добычи (щука); всасывающий, способный вытягиваться для всасывания пищи (лещ); дробящий – с тупыми, хорошо развитыми зубами, способными дробить твердую пищу (зубатка). По положению различают рот нижний, расположенный на нижней стороне головы (характерен для рыб, добывающих пищу на дне водоема), конечный, расположенный на конце головы, и верхний, когда нижняя челюсть выдается за конец верхней (свойствен рыбам, которые питаются падающими в воду насекомыми и мелкими животными, обитающими в верхних слоях воды). Способы добывания пищи у различных рыб весьма разнообразны. Некоторые (щука) подкарауливают добычу, укрывшись в засаде; судак, жерех преследуют ее; сазан кормится на дне водоема; уклейка питается насекомыми, упавшими на поверхность воды; некоторые питаются планктоном, толстолобик, например, пропускает воду через жаберные щели и отцеживает планктон жаберными тычинками; белый амур питается высшими растениями и т. д. Молодь рыб питается в основном зоопланктоном, а затем постепенно переходит на пищу, свойственную взрослым особям. В теплое время года рыбы питаются интенсивнее, чем зимой. Многие рыбы нашей страны зимой совсем не питаются, впадая в зимнее оцепенение. У многих рыб наблюдаются значительные миграции в поисках кормных мест.

Хозяйственное значение рыб. Практическое значение рыб огромно. Это один из важнейших продуктов питания. За счет мяса рыбы мы получаем до 20 % белка животного происхождения. Некоторые виды рыб добывают для получения других видов продукции. Главным образом из отходов рыбной промышленности вырабатывают рыбную муку для свиней, пушных зверей и других сельскохозяйственных животных. Из печени некоторых видов (тресковых, акул) получают лечебный и технический жир. Из плавников акул, плавательного пузыря осетровых и других рыб вырабатывают ценный клей. Из чешуи ряда видов рыб изготавливают искусственный жемчуг. Все шире используются лекарственные препараты, получаемые, в частности, из тканей акул.

Огромное значение для улучшения снабжения населения нашей страны пищевыми продуктами имеет дальнейшее расширение и совершенствование искусственного разведения рыб.

Рыбоводство – выгодная отрасль животноводства, имеющая большую эффективность. С 1 га прудов за один летний период без дополнительных затрат можно получать до 20 ц рыбы, а при интенсификации производства – до 50–60 ц. Использование поликультуры, т. е. искусственного разведения нескольких видов рыб, занимающих различные экологические ниши водоема, также способствует повышению рыбной продуктивности водоемов. Можно совмещать разведение рыбы и водоплавающей птицы, например карпов и уток, что позволяет получать повышенный выход не только мяса рыб, но и птицы и, кроме того, увеличить яйценоскость птиц.

Кроме карпа в нашей стране разводят толстолобика, белого амура и другие виды теплолюбивых рыб, а из холодноводных – форель. В последние годы видовой состав рыб, разводимых искусственно, значительно расширился за счет осетра, стерляди, сома и других видов. Все большее распространение получают интенсивные технологии, в частности выращивание в садках, в установках замкнутого водоснабжения.

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика рыб.
2. Систематика рыб (назвать основные отряды и представителей).
3. Особенности морфологии хрящевых рыб.
4. Внешнее строение костных рыб.
5. Строение кожи рыб, разновидности чешуи.
6. Пищеварительная система костных рыб.
7. Дыхательная и кровеносная системы костных рыб.
8. Строение нервной системы и органов чувств рыб.
9. Особенности строения выделительной и половой систем рыб.
10. Лопастеперые рыбы (систематический обзор).
11. Лучеперые рыбы (систематический обзор).
12. Значение рыб в природе и жизни человека.

3.3.3. Класс Земноводные (Amphibia)

Общая характеристика

Класс Земноводные – это немногочисленная группа первых наиболее примитивных наземных пойкилотермных позвоночных (около 4,5 тыс. видов), сохранивших значительную связь с водной средой. Большинство яиц не имеет плотных оболочек и может развиваться только в

воде. Характерно легочное дыхание, два круга кровообращения и парные пятипалые конечности. Большинство обитает в зависимости от стадии жизненного цикла то в воде, то на суше. Личинки ведут водный образ жизни. В течение жизни они претерпевают метаморфоз, превращаясь из чисто водных организмов во взрослые формы, обитающие большей частью вне воды. Однако у взрослых особей степень приспособления к жизни на суше в общем невелика. Амфибии являются первично наземными позвоночными, предки которых жили в воде. В эпидермисе кожи этих животных имеется большое число многоклеточных слизистых желез. Череп соединяется с единственным шейным позвонком двумя мышцами, крестец также образован одним позвонком. Конечности, хотя и построены по типу пятипалых, развиты слабо и не могут удержать тело в приподнятом положении. Ноздри сквозные, носовая полость сообщается с ротовой внутренними ноздрями – хоанами, среднее ухо с одной слуховой косточкой – стремением. Передний мозг имеет два полушария. Легкие развиты слабо, в качестве дополнительного органа дыхания достаточно большую роль играет еще и кожа. Органы дыхания личинок – жабры, а взрослых – легкие. Имеется два круга кровообращения. Сердце трехкамерное и состоит из двух предсердий и одного желудочка с артериальным конусом. Трехкамерное сердце не обеспечивает полного разделения артериальной и венозной крови, поэтому в большей части тела по артериям течет смешанная кровь. Почки туловищные.

Основная масса представителей размножается в воде. У большинства видов оплодотворение наружное, развитие с метаморфозом. Взрослые земноводные после метаморфоза становятся наземными дышащими легкими животными с двумя кругами кровообращения. Только немногие земноводные проводят всю жизнь в воде, сохраняя жабры и некоторые другие личиночные признаки.

Амфибии служат ценными объектами лабораторных экспериментов. При их изучении было сделано много выдающихся открытий. На территории Беларуси обитают 13 видов амфибий, среди них гребенчатый тритон и камышовая жаба, занесенные в «Красную книгу Республики Беларусь».

И. М. Сеченов в опытах на лягушках открыл рефлексы головного мозга. Земноводные интересны как животные, филогенетически связанные, с одной стороны, с древними рыбами, а с другой – с примитивными пресмыкающимися.

Наибольшее число видов обитает в регионах с теплым, влажным климатом.

Систематика

- Царство Животные (Animalia).
- Подцарство Многоклеточные (Metazoa).
- Тип Хордовые (Chordata).
- Подтип Позвоночные (Vertebrata).
- Класс Земноводные (Amphibia).
- Подкласс Тонкопозвонковые (Lepospondyli).
- Отряд Хвостатые (Caudata, s. Urodela).
- Виды: тритон обыкновенный (*Triturus vilgaris*);
 тритон гребенчатый (*Triturus cristatus*);
 саламандра пятнистая (*Salamandra*).
- Подкласс Дугопозвонковые (Apsidospondyli).
- Отряд Безногие (Apoda, s. Gymnophiona).
- Вид червяга кольчатая (*Siphonops annulatus*).
- Отряд Бесхвостые (Anura, s. Ecaudata).
- Виды: жаба зеленая (*Bufo viridis*);
 лягушка озерная (*Rana ridibunda*);
 лягушка остромордая (*Rana arvalis*).

Морфологический обзор. Внешний вид земноводных разнообразен. У хвостатых амфибий тело удлиненное, ноги короткие, примерно одинаковой длины, всю жизнь сохраняется длинный хвост. У бесхвостых амфибий тело короткое и широкое, задние ноги прыгательные, значительно длиннее передних, хвост у взрослых особей отсутствует. У безногих амфибий тело длинное червеобразное, без ног. У всех амфибий шея не выражена или выражена слабо. Поэтому можно выделить так же, как и у рыб, три отдела: голова, туловище, хвост (рис. 68). В отличие от рыб голова у них сочленяется с позвоночником подвижно.

Покровы. Кожа земноводных тонкая, голая, обычно покрыта слизью, выделяемой многочисленными кожными железами. У личинок слизистые железы одноклеточные, у взрослых – многоклеточные. Выделяемая слизь смачивает кожу, что важно для кожного дыхания. Слизь обладает бактерицидными свойствами, у некоторых земноводных секрет кожных желез ядовит и может быть смертельно опасен даже для человека. Степень ороговения эпидермиса у разных видов земноводных далеко не одинакова. У личинок и тех видов, которые ведут в основном водный образ жизни, ороговение поверхностных слоев кожи развито слабо, но у жаб ороговевшей может быть до 60 %

всей поверхности кожи на спинной стороне.

Кожа земноводных как бы свободно накинута на тело (особенно это выражено у бесхвостых), прикрепляясь в отдельных точках и образуя пазухи и полости, заполняемые водой и лимфой.



Рис. 68. Внешнее строение озерной лягушки: 1 – ноздря; 2 – глаза; 3 – барабанная перепонка; 4 – голень; 5 – стопа; 6 – пальцы с плавательной перепонкой; 7 – бедро; 8 – предплечье; 9 – кисть; 10 – плечо

Кожа – важный орган дыхания земноводных, о чем свидетельствует отношение длины капилляров кожи к длине этих сосудов в легких; у тритона оно равно 4:1, а у жаб, имеющих более сухую кожу, – 1:3.

Окраска земноводных обычно носит покровительственный характер. Некоторые, как, например, древесная квакша, способны изменять ее, у ядовитых представителей она яркая, предупреждающая.

Скелет земноводных в большей степени хрящевой и состоит из черепа, позвоночника, костей конечностей и их поясов (рис. 69).

Позвоночник разделяется на четыре отдела: шейный, туловищный, крестцовый и хвостовой. Шейный и крестцовый отделы включают всего по одному позвонку. Число туловищных и хвостовых позвонков различно. У бесхвостых амфибий рудименты хвостовых позвонков срастаются в длинную косточку – уростиль. У некоторых хвостатых земноводных позвонки двояковогнутые, и между ними сохраняются остатки хорды. У большинства же амфибий они либо выпуклые спереди и вогнутые сзади, либо наоборот – вогнутые спереди и выпуклые сзади. Ребра отсутствуют, соответственно отсутствует и грудная клетка.

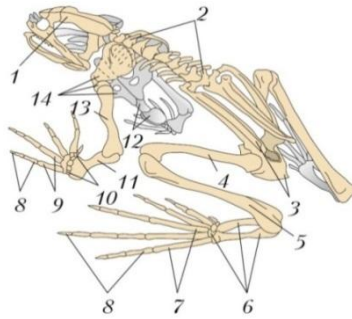


Рис. 69. Скелет лягушки: 1 – череп; 2 – позвоночник; 3 – пояс задних конечностей; 4 – бедренная кость; 5 – кость голени; 6 – предплюсна; 7 – плюсна; 8 – фаланги пальцев; 9 – пясть; 10 – запястье; 11 – кость предплечья; 12 – грудина; 13 – плечевая кость; 14 – пояс передних конечностей

Череп в основном хрящевой с небольшим числом накладных (вторичных) и основных (первичных) костей. С переходом от жаберного дыхания водных предков амфибий к легочному висцеральный скелет изменился. Подъязычный аппарат состоит из элементов скелета черепа. Верхняя часть подъязычной дуги – подвесок, к которому у низших рыб прикрепляются челюсти, у амфибий в связи со срастанием первичной верхней челюсти с черепом превратилась в маленькую слуховую косточку – стремя, расположенную в среднем ухе. Характерно широкое основание черепа, что повышает эффективность как захвата пищи, так и дыхания.

Скелет конечностей и их поясов складывается из элементов, характерных для пятипалых конечностей наземных позвоночных животных. Пояс передних конечностей лежит свободно в толще мускулатуры.

Число пальцев на ногах неодинаково у разных видов.

Мускулатура земноводных в связи с более разнообразными движениями и развитием конечностей, приспособленных к движению по суше, в значительной степени теряет метамерное строение, характерное для рыб, и приобретает большую дифференцировку. Скелетная мускулатура представлена множеством отдельных мышц, число которых у лягушки превышает 350. Развита мускулатура конечностей.

Развитие *головного мозга* говорит о значительном прогрессе по сравнению с рыбами. Головной мозг относительно крупнее, особенно

передний его отдел, полушария хорошо выражены и разделены. Прогрессивными чертами следует считать и наличие нервных клеток не только в дне и боковых стенках, но и в крыше полушарий. Промежуточный мозг сверху имеет придаток – эпифиз, а от дна промежуточного мозга отходит воронка, с которой связан гипофиз. Средний мозг и мозжечок развиты слабо. От центральной нервной системы отходят нервы ко всем органам тела. Черепных нервов 10 пар. Спинномозговые нервы образуют плечевое и пояснично-крестцовое сплетения, иннервирующие передние и задние конечности.

Органы чувств у амфибий получили в процессе эволюции прогрессивное развитие. Зрение в воздушной среде играет более важную роль, поэтому у земноводных произошли изменения в строении глаз. Образовались подвижные веки и мигательная перепонка, защищающие и увлажняющие глаза. Роговица глаза стала выпуклой, хрусталик приобрел линзовидную форму. Аккомодация происходит за счет перемещения хрусталика. Зрение устроено так, что земноводные реагируют на движение. В связи с тем что воздушная среда хуже проводит звуковые волны, органы слуха земноводных представлены как внутренним, так и средним ухом (барабанной полостью) со слуховой косточкой – стременем. Среднее ухо снаружи ограничено от внешней среды барабанной перепонкой и сообщается с глоткой каналом (евстахиевой трубой), что позволяет уравнивать давление воздуха в нем с давлением воздуха во внешней среде. Полость среднего уха гомологична брызгальцу рыб. Органы обоняния – ноздри – сквозные (внутренние ноздри – хоаны) и служат также для дыхания. У личинок и постоянно живущих в воде земноводных сохранились характерные для рыб органы боковой линии.

Органы пищеварения. Широкий рот ведет в обширную ротоглоточную полость. У многих земноводных на челюстях, а обычно также на небе расположены мелкие зубы, помогающие удерживать добычу. В ротоглоточную полость открываются внутренние ноздри – хоаны, в глотку – евстахиевы трубы. На дне ротовой полости имеется язык различной формы; у многих бесхвостых он прикреплен к передней части нижней челюсти и может выбрасываться изо рта; животные пользуются этим для ловли насекомых. При отсутствии такого языка пища захватывается челюстями, при проглатывании добычи используются еще и глаза. Так, лягушка сокращением мышц втягивает глаза вглубь ротовой полости, проталкивая пищу в пищевод, которая поступает далее в мешкообразный, слабо выраженный желудок. У земноводных имеются слюнные железы, которые смачивают пищевой ком и способствуют

его лучшему прохождению по пищеводу. Из желудка пища поступает в сравнительно короткий кишечник, который разделен на отделы (тонкий, средний и толстый). От желудка отходит двенадцатиперстная кишка, куда впадают протоки печени (по ним поступает желчь) и поджелудочной железы. Пищеварительная система заканчивается клоакой, куда открываются также мочеточники, канал мочевого пузыря и половые протоки (рис. 70).

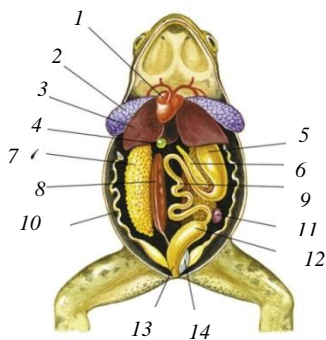


Рис. 70. Внутреннее строение лягушки (самки):
 1 – сердце; 2 – легкое; 3 – печень; 4 – желчный
 пузырь; 5 – желудок; 6 – поджелудочная железа;
 7 – яичник; 8 – почка; 9 – тонкая кишка; 10 – яйцевод;
 11 – селезенка; 12 – толстая кишка; 13 – клоака;
 14 – мочевого пузыря

Органы дыхания изменяются с возрастом животного. Личинки земноводных дышат наружными или внутренними жабрами. У взрослых амфибий развиваются легкие, хотя у некоторых хвостатых амфибий жабры сохраняются пожизненно. Легкие устроены просто и имеют вид тонкостенных эластичных мешков, иногда со складками на внутренней поверхности. Отношение поверхности легких к поверхности тела равно примерно 2:3. Поскольку земноводные не имеют грудной клетки, воздух в легкие поступает путем накачивания, при этом дно ротовой полости выступает как поршень насоса. При опускании дна ротовой полости воздух втягивается в нее через ноздри, затем ноздри закрываются, а дно ротовой полости, поднимаясь, проталкивает воздух в легкие. Выдох осуществляется за счет изменения объема внутренней полости земноводных и спадания легких. В дополнение к легочному, большую роль играет кожное дыхание: именно через кожу выделяется

до 80 % диоксида углерода и поступает до 50 % кислорода. Кожное дыхание является приспособлением для обитания в воде; во время спячки, которая у многих амфибий проходит в водоемах, эти животные также пользуются кожным дыханием. При нырянии легкие земноводных играют роль, сходную с ролью плавательного пузыря рыб.

Кровеносная система. Поскольку амфибии дышат легкими, у них имеется два круга кровообращения. Сердце у амфибий трехкамерное, оно состоит из двух предсердий и желудочка

Органы размножения. Все земноводные раздельнополы (см. рис. 70). У самцов имеется два семенника бобовидной формы, расположенные в полости тела около почек. Семявыносящие каналцы, пройдя через почку, впадают в мочеточник, представленный вольфовым каналом, который служит для выведения мочи и семени. У самок большие парные яичники лежат в полости тела. Созревшие яйца выходят в полость тела, откуда попадают в воронкообразные начальные отделы яйцеводов.

Проходя по яйцеводам, икринки покрываются прозрачной толстой слизистой оболочкой. Яйцеводы открываются в клоаку.

Развитие у земноводных проходит со сложным метаморфозом (рис. 71). Из икринок выходят личинки, отличающиеся как по строению, так и по образу жизни от взрослых особей. Личинки земноводных – настоящие водные животные.



Рис. 71. Развитие лягушки: 1 – икра; 2 – развитие плавниковых складок и наружных жабр; 3 – стадия исчезновения наружных жабр; 4 – стадия появления задних конечностей; 5 – стадия расчленения и подвижности задних конечностей; 6 – стадия освобождения передних конечностей, метаморфоза ротового аппарата и начала резорбции хвоста; 7, 8 – рассасывание хвоста; 9 – стадия выхода на сушу

Обитая в водной среде, они дышат жабрами. Жабры у личинок хвостатых амфибий наружные, ветвистые; у личинок бесхвостых амфибий жабры сначала наружные, но вскоре становятся внутренними вследствие обрастания их складками кожи.

Кровеносная система личинок амфибий сходна с таковой рыб и имеет только один круг кровообращения. Как и у большинства рыб, у личинок амфибий имеются органы боковой линии. Передвигаются личинки в основном за счет движения уплощенного хвоста, отороченного плавником.

В процессе превращения личинки во взрослое земноводное у нее происходят глубокие изменения большинства органов. Появляются парные пятипалые конечности, у бесхвостых амфибий редуцируется хвост.

Жаберное дыхание заменяется легочным; жабры обычно исчезают. Вместо одного круга кровообращения развиваются два – большой и малый.

При этом первая пара жаберных артерий превращается в сонные артерии, вторая пара становится дугами аорты, третья в той или иной степени редуцируется, а четвертая преобразуется в легочные артерии. У мексиканской амфибии амбистомы наблюдается неотения – способность размножаться на стадии личинки, т. е. достигать половой зрелости при сохранении личиночных черт строения. Личинок амбистом называют аксолотлями.

Экология и хозяйственное значение земноводных. Места обитания земноводных разнообразны, но большинство видов придерживается влажных мест, а некоторые проводят в воде всю жизнь, не выходя на сушу. Тропические земноводные червяги ведут подземный образ жизни. Своеобразная амфибия балканский протей обитает в подземных водоемах; глаза у него редуцированы, а кожа лишена пигмента. Земноводные относятся к группе холоднокровных (пойкилотермных) животных, т. е. температура их тела непостоянна и зависит от температуры окружающей среды.

Уже при 10 °С их движения становятся вялыми, а при 5–7 °С они обычно впадают в оцепенение. Зимой в условиях умеренного и холодного климата жизнедеятельность амфибий почти замирает. Лягушки зимуют обычно на дне водоемов, а тритоны – на суше в норах, во мху, под камнями.

Размножаются земноводные в большинстве случаев весной. Самки лягушек, жаб и многих других бесхвостых земноводных выметывают

икру в воду, где ее оплодотворяют самцы, поливая семенем. У хвостатых амфибий наблюдается своеобразное внутреннее оплодотворение. Так, самец тритона откладывает на водные растения комочки семени в слизистых мешочках – сперматофорах. Самка захватывает сперматофор клоакой, и оплодотворение происходит в половых путях самки.

Плодовитость земноводных колеблется в широких пределах. Обычная травяная лягушка выметывает весной 1–4 тыс., а зеленая лягушка – 5–10 тыс. икринок. Развитие головастиков травяной лягушки в икринке длится в зависимости от температуры воды от 8 до 28 дней. Превращение головастика в лягушонка происходит обычно в конце лета.

Большинство земноводных, отложив икру в воду и оплодотворив ее, не проявляет о ней заботы. Но некоторые виды заботятся о своем потомстве. Так, например, самец обыкновенной жабы-повитухи, широко распространенной в Европе, наматывает шнуры оплодотворенной икры на задние ноги, а когда подходит пора появиться головастикам, он спускается в водоем, где головастики и вылупляются. У самки суринамской пиры ко времени выметывания икры кожа на спине сильно утолщается и размягчается. После выметывания и оплодотворения икринки попадают на спину самки. В этом помогает и самец, укладывающая икру и брюшком вдавливая ее в разбухшую кожу, где и происходит развитие молодняка.

Питаются земноводные мелкими беспозвоночными животными, в первую очередь насекомыми. Они поедают много вредителей культурных растений, принося тем самым большую пользу растениеводству. Подсчитано, что одна травяная лягушка за лето может съесть около 1,2 тыс. насекомых – вредителей сельскохозяйственных растений. Еще более полезны жабы, поскольку они охотятся ночью и поедают массу ночных насекомых и слизней, малодоступных для птиц. В Западной Европе жаб часто выпускают в оранжереи и парники для истребления вредителей. Тритоны полезны тем, что поедают личинок комаров.

Систематический обзор земноводных

Класс Амфибии подразделяется на три отряда: Хвостатые амфибии, Бесхвостые амфибии, Безногие амфибии.

Отряд Хвостатые амфибии. Это наиболее древняя группа земноводных, представленная в современной фауне саламандрами, углозубами, протейями и др. Тело у хвостатых амфибий удлиненное, валь-

коватое. Хвост сохраняется всю жизнь. Передние и задние конечности примерно одинаковой длины, поэтому хвостатые амфибии либо ползают, либо медленно ходят. От водных предков у хвостатых амфибий сохранились кардинальные вены. Некоторые формы сохраняют жабры всю жизнь. Оплодотворение внутреннее.

В нашей стране из хвостатых амфибий широко распространены тритоны. Наиболее часто встречаются крупный гребенчатый тритон (у них самцы черные с оранжевым брюхом) и более мелкий обыкновенный тритон (рис. 72).



а

б

Рис. 72. Гребенчатый (а) и обыкновенный (б) тритоны

Весной тритоны живут в воде, где и размножаются, а зиму проводят на суше в состоянии оцепенения. В Карпатах можно встретить довольно крупную огненную саламандру, которую легко узнать по черной окраске с оранжевыми или желтыми пятнами. Гигантская японская саламандра достигает в длину 1,5 м. К семейству протеев относится балканский протей, живущий в водоемах пещер и сохраняющий жабры всю жизнь. Его кожа не содержит пигмента, а глаза рудиментарны, так как животное живет в темноте. В лабораториях для проведения физиологических опытов разводят личинок американских амбистом. Эти животные, как и все хвостатые амфибии, обладают замечательной способностью восстанавливать утраченные части тела.

Отряд Бесхвостые амфибии. К этому отряду относятся лягушки, жабы, квакши (рис. 73). Для них характерно короткое, широкое тело. Хвост у взрослых особей отсутствует. Задние ноги значительно длиннее передних, что определяет движение скачками. Оплодотворение

наружное. У лягушек кожа гладкая, слизистая. Во рту есть зубы. Преимущественно дневные и сумеречные животные. У жаб кожа сухая, бугристая, во рту зубов нет, задние ноги относительно короткие. Квакши отличаются небольшими размерами, тонким стройным телом и лапами с присосками на концах пальцев. Присоски облегчают передвижение по деревьям, где квакши охотятся на насекомых. Окраска квакш обычно ярко-зеленая, может меняться в зависимости от окружающего фона.



а



б

Рис. 73. Зеленая жаба (*а*) и остромордая лягушка (*б*)

Отряд Безногие амфибии. К этому отряду принадлежат тропические земноводные, ведущие подземный образ жизни (червяги, рыбозмеи) (рис. 74).

Безногие амфибии имеют длинное, цилиндрическое тело с коротким хвостом. В связи с роющим образом жизни ноги и глаза у них подверглись редукции. Оплодотворение внутреннее. Питаются почвенными беспозвоночными животными.



a

б

Рис. 74. Червяга кольчатая (*a*) и цейлонский рыбозмей (*б*)

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика земноводных.
2. Систематика амфибий.
3. Внешняя морфология и строение кожи у земноводных.
4. Особенности строения скелета и мышечной системы амфибий.
5. Строение пищеварительной системы земноводных.
6. Дыхательная система и процесс дыхания у амфибий.
7. Кровеносная система амфибий.
8. Нервная система и органы чувств земноводных.
9. Выделительная и половая системы амфибий.
10. Развитие земноводных.
11. Значение земноводных в природе и жизни человека.

3.3.4. Класс Пресмыкающиеся, или Рептилии (Reptilia)

Общая характеристика

Все основные черты высших наземных позвоночных наглядно выражены у пресмыкающихся.

Пресмыкающиеся относятся к высшим позвоночным, или настоящим наземным позвоночным животным, часть из которых вторично перешла к водному образу жизни. Рептилии представляют наиболее низкоорганизованных высших позвоночных из группы. Способность к терморегуляции у них невелика, и температура тела непостоянна, они также относятся к пойкилотермным животным. Во время бодрствования температура может колебаться в значительных пределах, напри-

мер, у некоторых ящериц от 14 до 32 °С.

Ряд черт характеризует пресмыкающихся как типичных наземных животных. В связи с сухопутным образом жизни тело их расчленено на отделы в большей мере, чем у амфибий и рыб. Шея хорошо выражена. Конечности пятипалые, но у некоторых они частично или полностью атрофировались. Кожа сухая, с сильным ороговением эпидермиса. Поверхность тела покрыта обычно роговыми чешуями или щитками. Череп сочленяется с позвоночником одним мышелком. Позвонки туловища несут ребра, которые составляют грудную клетку. Полушария переднего мозга хорошо развиты, в их крыше имеется серое мозговое вещество, образующее зачатки коры мозга. В течение всей жизни дышат легкими; вдох и выдох производятся путем расширения и сжатия грудной клетки. Сердце у большинства видов трехкамерное, но с неполной перегородкой в желудочке. Артериального конуса нет, три артерии отходят непосредственно от желудочка. Органами выделения у взрослых служат тазовые почки.

Оплодотворение внутреннее. У эмбрионов развиваются оболочки – амнион и аллантоис (рис. 75).

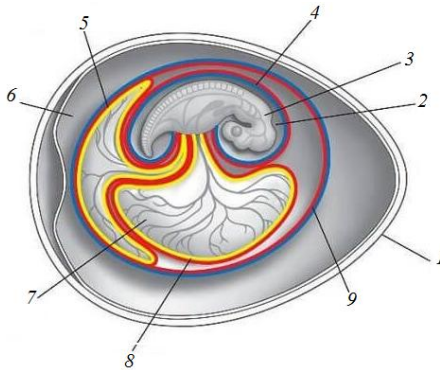


Рис. 75. Образование зародышевых оболочек: 1 – скорлупа; 2 – амниотическая полость; 3 – зародыш; 4 – амнион; 5 – аллантоис; 6 – белок; 7 – желток; 8 – желточный мешок; 9 – хорион

По сравнению с земноводными пресмыкающиеся более многочисленный и разнообразный класс. Число видов современных пресмыкающихся превышает 6,5 тыс. В Беларуси обитают 7 видов, в том числе болотная черепаха и медянка, занесенные в «Красную книгу Республики Беларусь».

Систематика

Царство Животные (Animalia).

Подцарство Многоклеточные (Metazoa).

Тип Хордовые (Chordata).

Подтип Позвоночные (Vertebrata).

Класс Пресмыкающиеся, или Рептилии (Reptilia).

Подкласс Архозавры (Archosauria).

Отряд Крокодилы (Crocodylia).

Виды: аллигатор миссисипский (*Alligator Mississipiensis*);

крокодил нильский (*Crocodilus Niloticus*);

крокодил гребнистый (*Crocodylus Porosus*).

Подкласс Анапсидные (Anapsida).

Отряд Черепахи (Testudines).

Виды: черепаха болотная (*Emys Orbicularis*);

черепаха зеленая (*Chelonia Mydas*).

Подкласс Липидозавры (Lepidosauria).

Отряд Клювоголовые (Rhynchocephalia).

Вид гаттерия (*Sphenodon Punctatus*).

Отряд Чешуйчатые (Squamata).

Подотряд Ящерицы (Sauria).

Виды: ящерица прыткая (*Lacerta Agilis*);

ящерица живородящая (*Lacerta Vivipara*);

веретеница (*Anguis Fragilis*);

желтопузик (*Ophisaurus Apodus*);

варан серый (*Varanus Griseus*).

Подотряд Змеи (Ophidia).

Виды: уж обыкновенный (*Natrix natrix*);

гадюка (*Vipera berus*);

медянка (*Coronella austriaca*);

кобра королевская (*Naja naja*);

гюрза (*Vipera lebetina*).

Морфологический обзор. Внешний вид. Рептилии живут в разнообразных условиях, и поэтому их внешний вид и форма тела также довольно разнообразны (рис. 76). Наиболее характерны следующие три типа внешнего строения:

1) ящерицеобразный тип свойствен большинству рептилий. Выражены все отделы тела. Конечности хорошо развиты. Хвост, как правило, длинный и у некоторых видов цепкий. Сюда относятся ящерицы,

хамелеоны, крокодилы и клювоголовые;

2) змееобразный тип характеризуется цилиндрическим телом, отсутствием конечностей и обособленной шеи. Туловищный и хвостовой отделы переходят друг в друга постепенно. К этому типу относятся змеи и безногие ящерицы. Между первым и вторым типами есть переходные формы: амфисбены имеют рудименты только передних конечностей, а удавы имеют зачаточные наружные задние конечности;

3) черепахообразный тип характеризуется более или менее уплощенным телом, заключенным между спинным (карапакс) и брюшным (пластрон) костными щитами. Конечности часто укороченные, у сухопутных форм столбчатообразные, у морских – ластообразные. Шея длинная и подвижная. К этому типу относятся черепахи.



Рис. 76. Представители разных отрядов пресмыкающихся

У рептилий нередок лазательный тип конечностей, который хорошо выражен у хамелеонов. У гекконов, лазающих по гладкой поверхности камней, пальцы имеют на концах своеобразные присоски. У летающих драконов на боках тела между передними и задними конечностями расположена кожистая складка, в формировании которой участвуют и ребра; эта складка используется для планирования при прыжках.

Размеры рептилий колеблются от нескольких сантиметров до 11 м (анаконда, сетчатый питон). Окраска варьирует, часто с рисунком из пятен и полос. Нередко она носит покровительственный характер.

Многие пресмыкающиеся полезны, поскольку истребляют насекомых, моллюсков, грызунов – паразитов и вредителей. Некоторые из

них дают ценные шкуры и съедобное мясо (крокодилы, черепахи, ящерицы, змеи). Яд змей используют в медицине. Некоторые ядовитые змеи опасны для человека.

Покровы пресмыкающихся существенно отличаются от кожных покровов амфибий и имеют черты приспособления к жизни в воздушной среде.

У большинства пресмыкающихся кожа покрыта роговыми чешуями, бугорками или щитками, которые служат защитой от иссушения, механических повреждений, проникновения микроорганизмов и ядовитых веществ. Поверхность ее сухая, кожные железы отсутствуют (кроме некоторых желез особого назначения). Верхний слой эпидермиса сильно ороговевает и постоянно слущивается. Его регенерация (восстановление) обеспечивается деятельностью нижнего живого слоя эпидермиса. Характерны периодические линьки. У некоторых видов под роговыми чешуйками залегают костные бляшки, развивающиеся как кожные окостенения в дерме. Кожа рептилий, в отличие от кожи амфибий, плотно прилегает к телу и не образует столь характерных (как у лягушек) подкожных лимфатических мешков. У ящериц по внутреннему краю бедер имеется ряд отверстий – бедренных пор, из которых в период размножения выделяется вязкая нитевидная масса, но значение этих пор пока неизвестно. Немногочисленные кожные железы развиты у молодых крокодилов, есть они и у взрослых животных. Расположены эти железы на спине, на нижней челюсти и в области клоаки. Относительно хорошо кожные железы развиты у некоторых черепах. Зачатки кожных желез имеются у змей.

Скелет пресмыкающихся почти полностью образован костными элементами. Череп состоит как из окостеневших хрящей черепа эмбриона, так и из большого числа кожных костей, формирующих крышу, бока и дно черепа, длинные челюсти.

Позвоночный столб включает пять отделов – шейный, грудной, пояснично-крестцовый и хвостовой. Позвонки прощельные, у низших форм тела позвонки амфищельные. Шея длинная, в шейном отделе восемь позвонков. Первый шейный позвонок (атлас, или атлант) представляет собой костное кольцо, разделенное связкой на нижнюю и верхнюю половины. Верхнее отверстие служит для соединения головного мозга со спинным, в нижнее отверстие заходит зубовидный отросток второго шейного позвонка (эпистрофея), который служит осью вращения головы. Таким образом, атлант, вращаясь вокруг зубовидного отростка эпистрофея, обеспечивает значительную подвижность головы; значительная подвижность обеспечивается также за счет соеди-

нения черепа с помощью одного мышцелка. Наличие двух первых шейных позвонков – атланта и эпистрофея – характерно для всех тетрапод.

Грудные позвонки пресмыкающихся несут по паре хорошо развитых ребер, но только ребра пяти первых позвонков присоединены к груди, образуя грудную клетку. Грудина хрящевая. Полной грудной клетки и грудины нет у змей. Ребра задних грудных позвонков не соединяются с грудиной. Крестцовых позвонков два, к их поперечным отросткам причленяется таз. Хвостовой отдел состоит из нескольких десятков позвонков.

Конечности и их пояса более мощные и более прочно укреплены, а плечевой пояс в связи с наличием грудной клетки связан с осевым скелетом, а не лежит свободно, как у амфибий.

Скелет свободных конечностей не имеет существенных особенностей. Строение его соответствует общему плану строения пятипалой конечности.

Мускулатура. У рептилий почти не сохраняется метамерное расположение мускулатуры, которое свойственно низшим позвоночным. Достаточно хорошее развитие пятипалых конечностей, появление шейного отдела, большая расчлененность тела – все это привело к сложной дифференцировке мышечной системы. Появилась межреберная мускулатура, играющая важную роль в механизме дыхания у всех высших позвоночных. Хорошо также развита шейная и жевательная мускулатура.

Органы чувств в большей мере соответствуют наземному образу жизни. Механические раздражения воспринимаются осязательными «волосками», расположенными на чешуях и связанными с осязательными пятнами – скоплениями чувствующих клеток, лежащих под эпидермисом.

Нервная система более совершенна, чем у амфибий. Головной мозг значительно больше, полушария переднего мозга относительно крупнее, они имеют кору из серого мозгового вещества. Но кора развита еще слабо. Хорошо выражен архипаллиум и есть зачатки неопаллиума. Хорошо развит теменной орган, эпифиз и обонятельный центр. Мозжечок довольно большой, что соответствует сложности движений большинства рептилий. Продолговатый мозг образует в вертикальной плоскости ясный изгиб, что характерно для всех высших позвоночных.

Глаза пресмыкающихся имеют веки, но у змей и некоторых ящериц они срастаются, образуя прозрачную пленку, защищающую глаз; развито цветовое зрение. Имеются слезные железы. Зрение играет важную, если не главную роль. Нижнее веко развито лучше и более под-

видно. Есть третье веко – мигательная перепонка, закрывающая глаз из его переднего угла. У ночных видов зрачок вертикальный. Ресничная мышца образована поперечнополосатой мускулатурой и не только перемещает хрусталик, но и несколько меняет его форму. Это в условиях наземной среды имеет большое значение для различения предметов на разных расстояниях. У гремучих змей есть термолокатор. Они реагируют на изменение температуры в пределах 0,001 °С.

У многих рептилий на темени располагается своеобразный теменной орган (теменной глаз), связанный с промежуточным мозгом. Его строение сходно со строением глаза, и он может воспринимать световые раздражения.

Орган слуха состоит из внутреннего и среднего уха, в котором находится одна слуховая косточка – стремя. В перепончатом лабиринте обособляется улитка, представляющая собой мешкообразный выступ. Имеются также органы осязания, обоняния и вкуса.

Орган обоняния отчетливо подразделяется на нижний – дыхательный, и верхний – собственно обонятельный отделы.

Для рептилий характерен яacobсонов орган – извитая и слепо заканчивающаяся полость, отходящая от крыши рта. Многие рептилии как бы ощупывают языком предметы, перенося мельчайшие частицы в рот, где с помощью яacobсонова органа воспринимают их запахи и запахи пищи.

Органы пищеварения устроены сложнее, чем у амфибий (рис. 77). Пищеварительный тракт пресмыкающихся начинается ротовой полостью, в которой находятся язык и зубы. Зубы свойственны большинству рептилий. Они прирастают к краям соответствующих костей и только у крокодилов они сидят в альвеолах. На дне ротовой полости расположен подвижный мускулистый язык, способный далеко выбрасываться. Форма языка весьма различна. У змей и многих ящериц он тонкий и часто раздвоенный на конце. У хамелеонов, напротив, на конце язык расширен.

У черепах и крокодилов носоглоточные ходы отделены от ротовой полости вторичным костным небом. Благодаря образованию вторичного неба хоаны отодвинуты назад и открываются в глотку. Воздух, вдыхаемый через ноздри, поступает в глотку и далее по трахее в легкие, минуя ротовую полость. Это позволяет животному дышать при заглатывании пищи. Ротовые слюнные железы относительно хорошо развиты, и слюна содержит пищеварительные ферменты. Ротовая полость четко отграничена от глотки. Пищевод ведет в хорошо развитый

желудок. Желудок четко выражен, снабжен сильной мускулатурой. Кишечник ясно подразделяется на более длинную тонкую и относительно короткую толстую кишку. Между тонкими и толстыми кишками расположена зачаточная слепая кишка. Она хорошо развита только у растительноядных (черепахи). Поджелудочная железа имеет свой проток. У рептилий имеется желчный пузырь, проток которого впадает в кишечник рядом с протоком поджелудочной железы. Имеется клоака. У пресмыкающихся значительно расширен спектр кормов. Они могут расчленять пищевой объект, способны долго голодать.

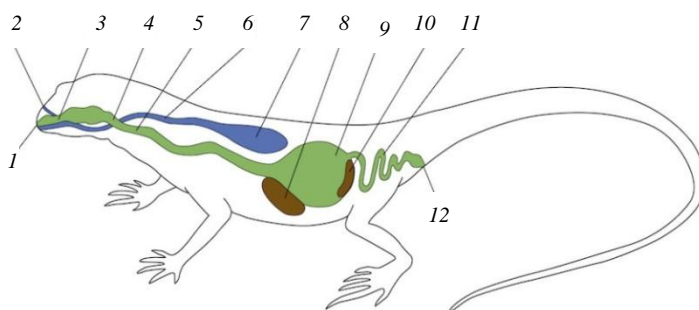


Рис. 77. Схема пищеварительной и дыхательной систем ящерицы: 1 – рот; 2 – ноздри; 3 – ротовая полость; 4 – глотка; 5 – пищевод; 6 – трахея; 7 – легкое; 8 – печень; 9 – желудок; 10 – поджелудочная железа; 11 – кишечник; 12 – клоака

Органами дыхания пресмыкающихся в течение всей жизни служат легкие (у змей имеется только одно правое), кожное дыхание отсутствует. Газообмен у зародыша, развивающегося в яйце, осуществляется с помощью сосудов аллантаоиса и желточного мешка. Характерна дифференцировка дыхательных путей. От глотки начинается трахея (дыхательное горло), которая делится на два бронха, ведущих в мешковидные легкие.

В полости легкого располагается множество складок и мелких ячеек, увеличивающих поверхность газообмена. Особенно хорошо это выражено у черепах и крокодилов, у которых легкие губчатые. Воздух не нагнетается в легкие, как у амфибий, а втягивается и выталкивается обратно за счет изменения объема грудной клетки.

Кровеносная система пресмыкающихся по сравнению с кровеносной системой земноводных имеет ряд черт, лучше соответствующих

наземному образу жизни. Сердце трехкамерное, перегородка между предсердиями всегда полная, и каждое самостоятельно открывается в соответствующую часть желудочка. Кроме того, неполная перегородка имеется и в желудочке. За счет этой перегородки желудочек на короткое время во время диастолы полностью разделен на левую и правую половины. У крокодилов желудочек перегороден полностью. Из желудочка выходят три самостоятельных артериальных ствола. От правой части желудочка, содержащей венозную кровь, отходит общий ствол легочных артерий, по которым кровь поступает к легким. От левой части желудочка отходит правая дуга аорты (загибающаяся направо), от которой, в свою очередь, отходят сонные и подключичные артерии, снабжающие артериальной кровью передний отдел тела и головной мозг. От середины желудочка (содержит смешанную кровь) отходит левая дуга аорты, которая, обогнув сердце, соединяется с правой дугой аорты и образует спинную аорту. Многочисленные сосуды, отходящие от нее, несут кровь к различным органам тела. Таким образом, у рептилий более полно разделены артериальный и венозный потоки, но в связи с двумя дугами аорты кровь в артериях.

Венозная система не имеет существенных отличий в сравнении с таковой бесхвостых амфибий. По задней полой вене – основному венозному сосуду туловища – кровь поступает в правое предсердие. В заднюю полую вену впадает и печеночная вена, выносящая кровь, поступившую туда от кишечника и прошедшую через воротную систему сосудов печени. От головы кровь собирается в парные яремные вены, которые, соединившись с парными подключичными венами, образуют две передние (левую и правую) полые вены, впадающие в правое предсердие. В левое предсердие изливают кровь легочные вены, которые у некоторых видов перед впадением в сердце объединяются в один сосуд.

Органы выделения представлены тазовыми почками, которые расположены в тазовой области и по микроструктуре отличаются от туловищных почек.

Туловищные почки возникают как зародышевый орган и функционируют до вылупления животных из яйца или некоторое время спустя после вылупления. Конечным продуктом является мочевая кислота; при этом экономится примерно в 200 раз больше воды по сравнению с земноводными, у которых конечным продуктом обмена является мочевина. С брюшной стороны в клоаку открывается мочевой пузырь. У крокодилов, змей и некоторых ящериц мочевой пузырь недоразвит. Моча у них кашицеобразная и состоит в основном из мочевой кислоты.

Органы размножения. Размножение происходит на суше (у морских змей – в воде). Половые железы лежат в полости тела по бокам позвоночника. Оплодотворение внутреннее. Все рептилии, кроме гаттерии, имеют копулятивные органы. У ящериц и змей они представляют собой парные выросты задней стенки клоаки, которые в период полового возбуждения выворачиваются наружу (рис. 78). У крокодилов и черепах копулятивный орган непарный и также представляет собой вырост стенки клоаки. Крупные, богатые желтком яйца покрыты пергаментной или пропитанной известью оболочкой, защищающей содержимое от высыхания. У яиц черепах и крокодилов появляется белковая оболочка. Развитие пресмыкающихся прямое, без метаморфоза. В связи с наземным образом жизни у зародышей пресмыкающихся появляются две зародышевые оболочки – амнион и аллантоис. *Амнион* – это мешок, заполненный амниотической жидкостью, в которой плавает зародыш. Аллантоис выполняет роль органа дыхания и зародышего мочевого пузыря. Отмечено партеногенетическое размножение (некоторые агамы, гекконы), у них популяции состоят только из самок. Есть случай гермафродитизма – островная змея ботропс.

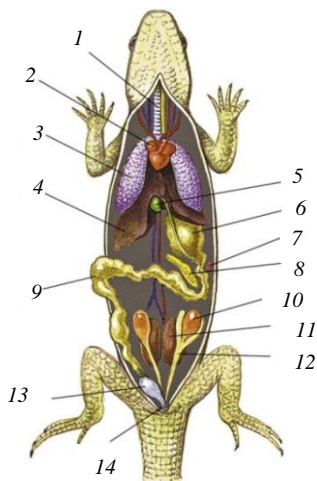


Рис. 78. Внутреннее строение ящерицы (самца): 1 – трахея; 2 – сердце; 3 – легкие; 4 – печень; 5 – желчный пузырь; 6 – желудок; 7 – селезенка; 8 – поджелудочная железа; 9 – кишечник; 10 – семенник; 11 – почка; 12 – семяпровод; 13 – мочевой пузырь; 14 – клоакальное отверстие

Экология пресмыкающихся. Пресмыкающиеся широко распространены по земному шару, но большинство обитает в странах с жарким и теплым климатом. Это обуславливается зависимостью их жизнедеятельности как животных с непостоянной температурой тела от температуры окружающей среды.

Пресмыкающиеся, как правило, наземные животные. Однако ряд видов ведет водный образ жизни. Так, в морях, реках и озерах обитают крокодилы, некоторые змеи и черепахи. Все водные пресмыкающиеся дышат воздухом и размножаются на суше (исключение составляют живородящие морские змеи). В умеренных и северных широтах пресмыкающиеся проводят зиму в глубоком оцепенении, укрывшись в различные убежища. Большинство пресмыкающихся размножаются путем откладывания яиц. Их яйца по строению сходны с яйцами птиц. Самки обычно откладывают яйца в углубления на почве или в трещины скал, под кору деревьев, в навоз. Срок инкубации зависит от температуры окружающей среды. Некоторые пресмыкающиеся, например крокодилы, охраняют кладку яиц. У других наблюдается яйцеживорождение. В этом случае оплодотворенные яйца остаются в теле матери, и в них развиваются молодые животные, которые выходят из яиц тотчас же после их откладки.

Мелкие пресмыкающиеся питаются преимущественно беспозвоночными, главным образом насекомыми. Крупные нападают на позвоночных животных. Ядовитые змеи убивают жертву, вонзая в нее ядовитые зубы, по каналам или бороздкам которых в ранку стекает яд, вырабатываемый специальными видоизмененными слюнными железами. Имеются также и растительноядные пресмыкающиеся, поедающие траву и плоды (сухопутные черепахи), и всеядные.

В Российской Федерации и других странах существуют специальные питомники ядовитых змей, от которых получают яд, используемый для приготовления ряда лекарств и сывороток.

Систематический обзор пресмыкающихся

Отряд Черепахи. Это более специализированная группа пресмыкающихся. Уплощенное широкое тело черепах покрыто прочным панцирем, образованным двумя щитами – более выпуклым спинным (карапакс) и уплощенным брюшным (пластрон). С карапаксом сливаются ребра и большая часть позвоночника, с пластроном – грудина и ключицы. Сверху панцирь прикрыт роговыми щитками, а у кожистых

черепах – мягкой кожей эпидермального происхождения. Спереди между щитками выступают голова и передние ноги, сзади – хвост и задние ноги. При испуге или опасности черепахи втягивают их. У морских черепах ноги превратились в ласты.

Развита вторичное костное небо, зубов нет, но есть роговые чехлы на челюстных костях. Мускулатура туловища в связи с наличием панциря развита слабо. Хорошо развита мускулатура шеи, конечностей и хвоста.

Легкие имеют сложное губчатое строение. Воздух попадает в них путем засасывания в результате движения шеи и ног и опускания дна ротовой полости. Дополнительные органы дыхания – снабженные капиллярами выросты глотки и клоаки.

В настоящее время в мире насчитывается около 250 видов черепах, ведущих наземный, полуводный и водный образ жизни, большинство из которых встречается в тропических странах. На островах Тихого и Индийского океанов водятся сухопутные исполинские слоновые черепахи, достигающие 2 м в длину и массы 200 кг. Объектом промысла служила морская зеленая (суповая) черепаха длиной до 2 м и массой до 400 кг. Почти все они истреблены. На Дальнем Востоке обитает дальневосточная черепаха – трионикс. Для этого вида характерно наличие длинного подвижного хоботка, на конце которого открываются ноздри. Плавает каспийская черепаха быстро и может долго оставаться под водой (2–10 часов). Из сухопутных черепах встречается средиземноморская черепаха (рис. 79).



a



б

Рис. 79. Средиземноморская (*a*) и болотная (*б*) черепахи

В террариумах часто содержат среднеазиатскую черепаху, обитающую, в частности, в Средней Азии и Казахстане. В природе они откладывают яйца в апреле – мае, инкубация продолжается 70–80 дней. Летом взрослые могут впадать в спячку, закапываясь в грунт. Летняя спячка может переходить в зимнюю, т. е. длиться до 8 месяцев. Мясо и яйца этих черепах съедобны.

Отряд Клювоголовые. Этот отряд включает древнейшую группу рептилий, из которых до наших дней сохранился на небольших островах Новой Зеландии один вид – гаттерия (рис. 80). Это живое ископаемое, по внешнему виду напоминающее ящерицу; длина тела животного достигает 50 см. Однако у гаттерии сохранился ряд примитивных черт строения. Сверху туловище и голова покрыты мелкими зернистыми чешуйками. По хребту тянется киль из треугольных роговых пластинок. Позвоночник образован двояковогнутыми позвонками, между телами которых всю жизнь сохраняются остатки хорды. На брюхе под кожей расположены брюшные ребра, которые, по-видимому, являются рудиментами брюшного костного щита палеозойских амфибий – стегоцефалов. Есть небные и сошниковые зубы, развит теменной глаз (роговица, хрусталик, сетчатка).



Рис. 80. Гаттерия

Это малоподвижное животное ведет ночной образ жизни, живет в норах буревестников и других птиц. Питается червями, насекомыми и улитками. Гаттерия строго охраняется.

Отряд Чешуйчатые. Это наиболее многочисленная группа современных пресмыкающихся. Роговая чешуя налегает друг на друга, как

чешуйки в словой шишке. Клоака имеет вид поперечной щели, копулятивные органы в виде парных мешковидных выпячиваний клоаки. Распространены Чешуйчатые по всем континентам. Отряд делится на два подотряда: Ящерицы и Змеи.

Подотряд Ящерицы. К этому подотряду относятся животные с продолговатым телом и обычно длинным хвостом. Внешний вид и окраска разнообразны. Ноги, как правило, хорошо развиты, но у некоторых форм они редуцированы или совсем отсутствуют (веретеница, желтопузик); в последнем случае в теле сохраняются рудименты поясов конечности. Внешне такие ящерицы похожи на змей, но в отличие от последних у безногих ящериц сохраняются грудина и пояса конечностей. Многим видам свойственна автотомия – обламывание части хвоста. В последующем хвост восстанавливается, но его скелет не окостеневает.

Глаза у большинства видов снабжены подвижными веками, но у гекконов, гологлазов и некоторых других ящериц они срастаются и превращаются в прозрачные пленки на глазах. Имеются барабанные перепонки.

Большинство ящериц размножаются, откладывая яйца, но некоторые виды яйцеживородящи (веретеница, живородящая ящерица). Питаются мелкими животными, в том числе различными насекомыми и моллюсками, чем приносят пользу сельскому и лесному хозяйству. Ядовитых видов среди ящериц нашей фауны нет.

В Российской Федерации наибольшее число видов ящериц обитает на юге страны. Но некоторые из них, как, например, живородящая и прыткая ящерицы, распространены далеко на севере (рис. 81).

Ящурки – довольно обычные представители, обитающие в степной зоне и более южных районах страны, достигающие размеров до 20 см.

Гекконы – мелкие и наиболее примитивные ночные ящерицы. Хорошо лазают по стенам, скалам, деревьям. Могут бегать по вертикальным гладким поверхностям и по потолку.

Агамы – мелкие и средние ящерицы с гибким и неломким хвостом, ведущие наземный и древесный образ жизни. В пустынях Средней Азии обычны круглоголовки, отличающиеся округлой головой на подвижной шее: тело их покрыто мелкими роговыми бугорками.

Вараны – очень крупные (до 4 м) стройные ящерицы. Бегают быстро, держа тело высоко поднятым над землей. Наиболее крупный – обитающий на о. Комодо (Индонезия) комодский дракон.

Хамелеоны – высокоспециализированные рептилии, приспособленные в основном к древесному образу жизни; длина тела составляет от

3 до 60 см. Несколько десятков видов хамелеонов обитают в субтропиках и тропиках (обыкновенный, шлемоносный, Джексона). Тело может сильно раздуваться за счет легочных мешков. На конечностях первые два пальца срослись между собой и противопоставлены также сросшимся трем остальным пальцам. Такими клещеобразными лапами хамелеоны крепко охватывают ветку дерева, по которой передвигаются. Хвост длинный, цепкий. Глаза могут двигаться несогласованно. Окраска хамелеонов может меняться в зависимости от фона окружающей среды. Язык длинный, до половины длины тела; выбрасывая его, хамелеоны ловят насекомых.



a

б

Рис. 81. Ящерица живородящая (*a*) и варан серый (*б*)

Подотряд Змеи. Относящиеся к этому подотряду рептилии имеют длинное цилиндрическое тело со слабо выраженным делением на голову, шею, туловище и хвост. Самые крупные представители – питоны и удавы (длиной до 11 м). Ползают, изгибая тело. Щитки, покрывающие брюхо, налегают друг на друга задними краями и препятствуют скольжению тела назад.

Характерно отсутствие подвижных век, барабанных перепонки, плечевого пояса, парных конечностей и их скелета. Только у удавов имеются рудименты задних ног, бедер и подвздошных костей. Тело змей покрыто роговой чешуей и щитками. Кожных желез нет (есть лишь у некоторых видов ужей). При линьке старый поверхностный

слой кожи отделяется на челюстях и постепенно сходит с тела, выворачиваясь, как перчатка.

Глаза змей покрыты прозрачной пленкой сросшихся век. Барабанной перепонки нет. Кости обеих челюстей и неба соединены связками, и пасть змей может открываться настолько широко, что они могут заглатывать крупную добычу целиком.

В связи с вытянутой формой тела у змей развито только одно правое легкое, а левое, если оно и есть, рудиментарно. Мочевого пузыря нет, почки и гонады сильно вытянуты.

Позвоночник представлен большим числом (200–450) однообразных позвонков, которые помимо обычных сочлененных отростков имеют на верхних дугах по срединному выступу.

Позвонки несут свободно заканчивающиеся ребра, которые наружными концами упираются в слой мускулатуры. Движение ребер обеспечивает более совершенное перемещение тела, особенно в узких пространствах.

Питаются исключительно животной пищей – от мелких насекомых до мелких копытных. Добычу заглатывают целиком, этому способствует подвижное сочленение левой и правой половин челюстного аппарата. Некоторые змеи (уж) заглатывают живую добычу, другие (удавы) душат ее кольцами тела, третьи (ядовитые змеи) убивают ядом (рис. 82). У ядовитых змей несколько передних зубов имеют более крупные размеры, они располагаются на верхней челюсти.



a



b

Рис. 82. Уж обыкновенный (*a*) и гадюка (*b*)

У одних ядовитых змей (гадюка, гремучая змея) яд стекает по каналу внутри зуба, у других (кобра, аспид) – по борозде на его поверхности. Яд вырабатывается особыми верхнечелюстными железами. Укус широко распространенной у нас обыкновенной гадюки болезнен, но не смертелен. Распространенные во многих районах страны медянки, ужи и полозы ядовитых зубов не имеют.

Змеи наиболее распространены в тропиках и субтропиках, хотя гадюка обитает и за полярным кругом.

Некоторые виды живут на деревьях, в воде и под землей.

Размножаются змеи, откладывая яйца, для некоторых характерно яйцеживорождение. На зиму змеи нашей фауны впадают в спячку.

Отряд Крокодилы. Это наиболее высокоорганизованная группа крупных пресмыкающихся (примерно 25 видов), отдельные представители которой могут достигать 8–10 м в длину (гребнистый и нильский крокодилы); все крокодилы ведут полуводный образ жизни (рис. 83).

Отличаются крокодилы уплощенным туловищем, вытянутой головой, короткими лапами и мощным длинным хвостом, сжатым с боков. Передние лапы с пятью свободными пальцами, задние несут четыре пальца, соединенных перепонкой. Тело покрыто роговыми пластинами, под которыми развиваются костные щитки. Имеют, хотя и немногочисленные, кожные железы, расположенные на хребте, под нижней челюстью и в области клоаки. Пасть снабжена многочисленными крупными зубами, сидящими в альвеолах. Сердце четырехкамерное. Однако наряду с правой дугой аорты, выходящей из левого (артериального) желудочка, имеется и левая дуга, выходящая из правого (венозного) желудочка. Объемистые легкие имеют губчатое строение. Вторичное небо отделяет носоглоточный ход от ротовой полости. От заднего края неба свешивается мускульная складка – небная завеса, которая, закрывая глотку, позволяет крокодилам хватать добычу под водой, изолирует ротовую полость от глотки, давая возможность дышать, когда рот в воде раскрыт, а наружу выставлен лишь конец морды с ноздрями. У ноздрей есть клапаны, закрывающиеся в воде.

Большую часть времени крокодилы проводят в воде; они хорошо плавают и ныряют, но нередко вылезают на берег погреться на солнце. Яйца зарывают в прибрежный песок, где и проходит их развитие. Нередко самка охраняет кладку. Питаются крокодилы как водными животными, так и приблизившимися к водоему. Крупные крокодилы опасны для человека. В ряде стран ведется промысел крокодилов, в первую очередь ради ценной шкуры и мяса. Во многих странах крокодилов разводят с этой целью на специальных фермах.



a



б

Рис. 83. Гребнистый (*a*) и нильский (*б*) крокодилы

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика пресмыкающихся.
2. Систематика рептилий.
3. Типы внешнего строения рептилий.
4. Строение кожи и скелет пресмыкающихся.
5. Мускулатура и пищеварительная система рептилий.
6. Дыхательная и кровеносная системы пресмыкающихся.
7. Выделительная и половая системы рептилий.
8. Нервная система и органы чувств пресмыкающихся.
9. Особенности развития рептилий.
10. Систематический обзор пресмыкающихся.
11. Значение рептилий в природе и жизни человека.

3.3.5. Класс Птицы (Aves)

Общая характеристика

Класс Птицы – специализированная ветвь высших позвоночных из группы Amniota, приспособившихся к полету. Птицы – прогрессивная ветвь рептилий, сохранившая много общих морфологических особенностей с предками. Предками птиц были архозавры – господствующая

в мезозойскую эру очень разнообразная и многочисленная группа пресмыкающихся, которые и дали начало самому молодому классу наземных позвоночных. У птиц резко повысился общий уровень жизнедеятельности. Прогрессивные черты их организации – это более развитая центральная нервная система; высокая и постоянная температура тела (у крупных – 38–40 °С, а у мелких – 41–44 °С) и чрезвычайно интенсивный обмен веществ. Птицы – первый класс изучаемых нами животных с постоянной температурой тела. У птиц более совершенное размножение и выраженная забота о потомстве – яйца насиживают и охраняют, а потомство выкармливают. Птицы приобрели способность к полету, не утратив способности передвигаться по земле и лазать. Передние конечности видоизменились, превратившись в крылья, что придает этим животным весьма своеобразный вид. Тело птиц покрыто перьями – черта, характерная только для представителей данного класса. Часть костей плюсны и предплюсны срослись и образовали единую кость – цевку. Череп сочленяется с позвоночником одним мышелком. В полушариях мозга имеется кора, поверхность которой гладкая. Мозжечок хорошо развит. Легкие губчатые, соединены с системой воздушных мешков. Сердце четырехкамерное. Имеется только правая дуга аорты. Размножаются, откладывая яйца. Способность к полету наложила отпечаток как на строение птиц, так и на их биологию, у птиц все подчинено полету. В настоящее время на Земле обитает около 9 тыс. видов птиц, населяющих все материка и острова. В фауне Беларуси насчитывается 329 видов птиц, из них 70 видов занесены в «Красную книгу Республики Беларусь».

Систематика

Царство Животные (Animalia).

Подцарство Многоклеточные (Metazoa).

Тип Хордовые (Chordata).

Подтип Позвоночные (Vertebrata).

Класс Птицы (Aves).

Подкласс Веерохвостые (Neornithes, s. Ornithurae).

Надотряд Плавающие птицы (Impennes).

Отряд Пингвинообразные (Sphenisciformes).

Вид пингвин императорский (*Aptenodytes forsteri*).

Надотряд Бегающие, или Страусовые, птицы (Ratitae).

Отряд Страусообразные (Struthioniformes).

Вид страус африканский (*Sruthio camelus*).

Надотряд Типичные птицы (Neognathae).
Отряд Аистообразные (Ciconiiformes).
Вид аист белый (*Ciconia ciconia*).
Отряд Гусеобразные (Anseriformes).
Вид лебедь-кликун (*Cygnus cygnus*).
Отряд Соколообразные (Falconiformes).
Вид пустельга (*Falco tinnunculus*).
Отряд Курообразные (Galliformes).
Вид куропатка белая (*Lagopus lagopus*).
Отряд Журавлеобразные (Gruiformes).
Вид журавль серый (*Grus grus*).
Отряд Голубеобразные (Columbiformes).
Вид голубь сизый (*Columba livia*).
Отряд Кукушкообразные (Cuculiformes).
Вид кукушка обыкновенная (*Cuculus canorus*).
Отряд Собообразные (Strigiformes).
Вид филин обыкновенный (*Bubo bubo*).
Отряд Стрижеобразные (Apodiformes).
Вид стриж черный (*Apus apus*).
Отряд Удодообразные (Upupiformes).
Вид удод (*Upupa epops*).
Отряд Дятлообразные (Piciformes).
Вид дятел черный, желна (*Dryocopus matrus*).
Отряд Воробьинообразные (Passeriformes).
Вид скворец обыкновенный (*Sturnus vulgaris*).
Отряд Поганкообразные (Podicipediformes).
Вид поганка большая (*Podiceps cristatus*).

Морфологический обзор. Внешний вид птиц отражает их приспособленность к полету (рис. 84). Туловище птиц компактное, более или менее обтекаемой формы. Голова небольшая, шея тонкая, гибкая. На голове вперед выдается клюв, состоящий из надклювья и подклювья. Передние конечности – крылья – в спокойном состоянии сложены и прижаты по бокам тела. На крыльях расположены большие упругие маховые перья, которые образуют их несущие плоскости.

Вся масса тела при передвижении по земле, лазаньи по деревьям, взлете и посадке приходится на задние конечности. Обычно они четырехпалые, но иногда число пальцев сокращается до трех и даже двух (африканский страус). Из четырех пальцев ног в большинстве случаев три направлены вперед, а один назад. Большие вариации в размерах и

форме отделов тела птиц обеспечивают приспособленность к разным типам питания и движения при сохранении внешнего однообразия.



Рис. 84. Внешний вид птицы (лунь)

Покровы. Кожа птиц тонкая, сухая, практически лишенная желез. Исключение составляет копчиковая железа, развитая у многих видов птиц, особенно у водоплавающих, секрет которой используется для смазки перьев, что препятствует их намоканию. Для птиц характерно наличие перьевого покрова. Перья эволюционно развились из чешуи пресмыкающихся, они характерны для всех видов птиц и не встречаются у других животных.

Перо – производное эпидермиса кожи. Оно образовано роговым веществом – кератином. Отдельное перо состоит из очина (часть, погруженная в кожу), стержня и опахала. Роль перьевого покрова в жизни птиц велика и разнообразна. Перьевого покрова придает телу птиц обтекаемую форму, что облегчает полет. Маховые и рулевые перья образуют большую часть несущей поверхности крыльев и хвоста, следовательно, они обеспечивают сам полет. Благодаря высоким теплозащитным свойствам перьев и воздушных прослоек между ними перьевого покрова способствует сохранению тепла и таким образом участвует в терморегуляции. Он также защищает птицу от различных механических воздействий. Перья могут нести и сигнальную функцию, как визуальную (павлин), так и акустическую (бекас). Разнообразные пигменты перьев придают птицам ту или иную окраску, которая часто носит покровительственный характер.

Для птиц характерна регулярная, частичная или полная смена перь-

евого покрова путем линьки. При этом старые перья выпадают, а на их месте развиваются новые (иногда другой окраски). Число линек варьирует от одной до нескольких, обычно один или два раза в год.

Для большинства птиц характерна медленная и постепенная смена перьевого покрова, благодаря чему они сохраняют способность к полету (орлы), но у водоплавающих птиц линька протекает столь быстро, что они временно не могут летать (гуси). Большую роль играют сезонные линьки для зимующих птиц: так, у одного вида синицы летом насчитывается 1,1 тыс. перьев, а зимой – 1,7 тыс. У крупных видов птиц число перьев больше, чем у мелких, например: у колибри – 1 тыс.; у чаек – 5–6; у уток – 10–12; у лебедей – 25 тыс. перьев.

К производным кожи относятся также роговой чехол клюва, когти, роговые щитки на цевке.

Для костей *скелета* птиц характерна прочность и легкость, что важно для полета. Легкость его достигается тем, что у птиц кости тонкие и трубчатые, а их полости заполнены воздухом. Прочность скелета в значительной степени обусловлена срастанием отдельных костей. Его относительная масса составляет 8–10 % от массы тела, как и у млекопитающих, поскольку у птиц очень длинные конечности – в 2–3 раза длиннее туловища. Рост костей у птиц ограничен.

Для птиц характерна вертикальная постановка ног. В скелете задних конечностей малая берцовая кость сильно редуцирована и приращена к большой берцовой кости. В процессе онтогенеза к нижнему концу голени прирастают косточки основного ряда предплюсны. Остальные косточки предплюсны и три косточки плюсны сливаются в единую вытянутую кость – цевку. К нижнему концу цевки приращиваются фаланги пальцев.

Мускулатура птиц весьма своеобразна. Мышцы птиц хорошо развиты на конечностях, в шейном и хвостовом отделах тела. Наиболее мощно развитые мышцы и, соответственно, наиболее тяжелые (например, грудные) расположены на самом теле, от них к конечностям идут длинные и прочные сухожилия. Особенно развиты грудные и подключичные мышцы, приводящие в движение крылья. У хороших летунов масса грудных мышц может достигать 18–25 % от массы тела. Мощны также мышцы ног (бедро), выполняющие большую работу при хождении птицы и передвижении по веткам деревьев, при взлете и посадке. Особые подкожные мышцы управляют положением перьев.

Нервная система, особенно центральный отдел, у птиц имеет более сложное строение, чем у рептилий, что соответствует более высокому уровню жизнедеятельности (рис. 85, а). В головном мозге хорошо раз-

виты полушария переднего мозга, хотя кора гладкая, без извилин; мозжечок очень большой, сильно развиты зрительные бугры среднего мозга, обонятельные доли малы. Центр рассудочной деятельности локализуется у птиц в полосатых телах, а не в коре головного мозга. Сильное развитие зрительных бугров среднего мозга, несущих зрительную функцию, обусловлено доминированием в жизни птиц зрения. Мозжечок велик и имеет сложное строение (рис. 85, б).

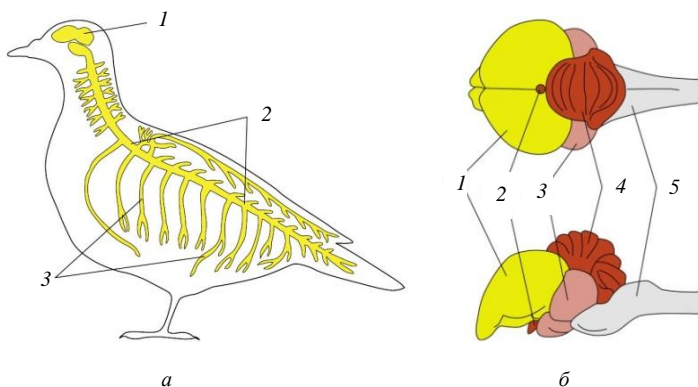


Рис. 85. Нервная система птицы: а – общий план строения: 1 – головной мозг; 2 – спинной мозг; 3 – периферическая нервная система; б – головной мозг: 1 – передний мозг; 2 – промежуточный мозг; 3 – средний мозг; 4 – мозжечок; 5 – продолговатый мозг

Органы чувств развиты у птиц в различной степени. Наибольшее значение в их жизни имеет зрение, поэтому большинство птиц – животные с дневной активностью. Глаза велики, у некоторых видов составляют до 4 % от массы тела и сложно устроены. Аккомодация происходит путем изменения кривизны хрусталика, изменения расстояния между хрусталиком и роговицей и изменения кривизны роговицы. Поле зрения велико; поле бинокулярного зрения значительно лишь у некоторых, например сов, веслоногих. У соколообразных разрешающая способность глаза в 4–8 раз превышает таковую у человека. Сокол видит добычу размерами с галку на расстоянии 1 км. Совы видят при освещении, в сотни раз меньшем, чем это необходимо человеку. Располагаясь в черепе, глазные яблоки практически соприкасаются друг с другом и лишены мышц, поэтому они малоподвижны или неподвижны, зато очень подвижна голова. Слух развит хорошо, например совы

при его помощи охотятся даже в темноте. Ошибка пассивной локации источника звука у сов не превышает 2° , чему способствуют, вероятно, наличие кожной складки и особая структура из перьев (лицевой диск), а также присущая некоторым их видам асимметрия ушных отверстий. В среднем ухе имеется одна косточка – стремя, барабанная перепонка несколько углублена, хорошо развит наружный слуховой ход. У некоторых птиц хорошо развито и обоняние (гриф, киви).

Органы пищеварения начинаются ротовой полостью (рис. 86, *а*). Зубы у современных птиц отсутствуют, их частично заменяют острые края рогового чехла клюва, которым птица захватывает, удерживает и иногда размельчает пищу. Отсутствие зубов породило ряд других особенностей пищеварительной системы. Для птиц характерны пищевод и зоб (расширенная часть пищевода, свойственная многим птицам), где пища увлажняется, набухает и размягчается.

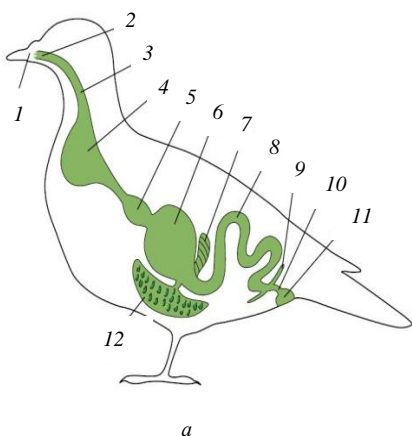


Рис. 86. Органы пищеварения птицы: *а* – схема пищеварительной системы: 1 – рот; 2 – глотка; 3 – пищевод; 4 – зоб; 5 – железистый желудок; 6 – мускульный желудок; 7 – поджелудочная железа; 8 – тонкая кишка; 9 – слепой отросток кишечника; 10 – толстая кишка; 11 – клоака; 12 – печень; *б* – внешний вид мускульного желудка

Из пищевода пища попадает в железистый отдел желудка, где смешивается с пищеварительными соками. Химическая обработка начинается уже в зобе и продолжается в железистом отделе желудка. Из него пища переходит в мышечный отдел желудка. Стенки его образованы мощными мышцами, а в полости, выстланной твердой оболоч-

кой, обычно находятся мелкие камешки (гастролиты), проглоченные птицей. Эти камешки и складки стенок желудка при сокращении мышц стенок желудка перетирают пищу (рис. 86, б). Таким образом, желудок птиц состоит из двух отделов. Сила мышечного желудка так велика, что могут перетираться самые жесткие плоды с твердой кожурой. Так, у кур давление в мускульном желудке достигает 100–150 мм рт. ст., у гусей – 265–286 мм рт. ст.

Кишечник птиц относительно короткий за счет уменьшения длины толстого отдела. Длина кишечника в 3–12 раз больше длины тела. На границе тонкого и толстого отделов от кишечника отходят два слепых выроста. Прямая кишка не развита, поэтому экскременты не накапливаются в кишечнике, что облегчает массу птицы. Заканчивается кишечник расширением – клоакой, в которую открываются мочеточники и протоки половых желез (рис. 87).

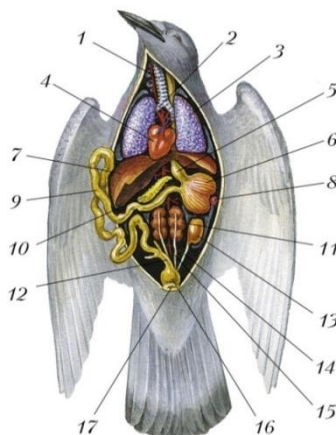


Рис. 87. Внутреннее строение птицы (самца): 1 – трахея; 2 – бронх; 3 – легкое; 4 – сердце; 5 – железистый желудок; 6 – мускульный желудок; 7 – печень; 8 – селезенка; 9 – тонкая кишка; 10 – поджелудочная железа; 11 – почка; 12 – толстая кишка; 13 – семенник; 14 – семяпровод; 15 – мочеточник; 16 – клоака; 17 – клоакальное отверстие

Секрет двулопастной печени и поджелудочной железы, поступающий в двенадцатиперстную кишку, способствует перевариванию пищи.

Печень у птиц большая, ее масса может составлять 2–8 % от массы тела; это позволяет запасть энергетические резервы углеводов (в пер-

вую очередь гликогена), ведь полет требует повышенного в 2–10 раз расхода энергии. Энергия запасается и в виде жировых отложений. По способности накапливать жир (запас энергии) птицы в 2 раза превосходят любых других животных.

Во время миграций запасы жира могут составлять 30–50 % от массы тела. Затрата птицами во время полета огромного количества энергии и высокий уровень обмена веществ обуславливают необходимость поглощения больших количеств пищи. У птиц наблюдается гиперфагия – избыточное потребление пищи. Мелкие виды птиц могут за день потреблять количество пищи, равное массе тела. Скорость переваривания пищи очень высокая, например, домовый сыч переваривает мышь за 4 часа, а серый сорокопут – за 3 часа.

Органы дыхания птиц также имеют признаки приспособления к полету, во время которого организм нуждается в усиленном газообмене (рис. 88). От глотки птицы отходит длинная трахея, которая в грудной полости делится на два бронха.

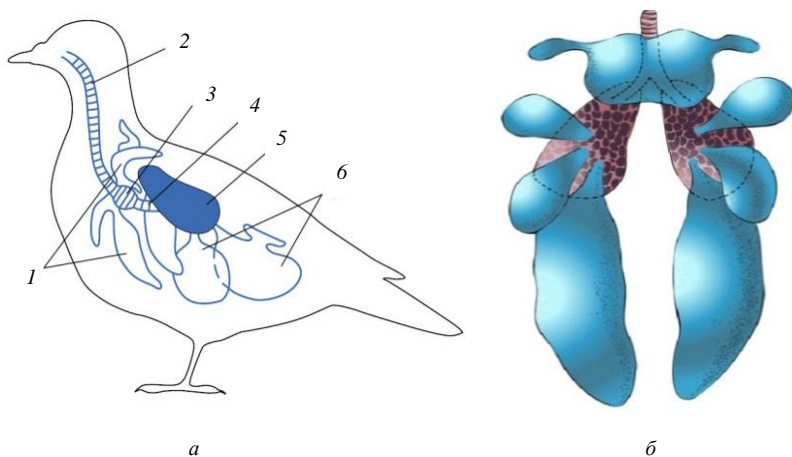


Рис. 88. Органы дыхания птицы: *a* – схема дыхательной системы птицы: 1 – передние воздушные мешки; 2 – трахея; 3 – нижняя гортань; 4 – центральный бронх; 5 – легкое; 6 – задние воздушные мешки; *б* – схема воздушных мешков птицы

На месте разделения трахеи на бронхи имеется расширение – нижняя гортань, в которой расположены голосовые связки. Нижняя гортань играет роль голосового аппарата и особенно сильно развита у

птиц, поющих или издающих громкие звуки.

Легкие у птиц губчатые, маленькие по объему и очень большие по площади газообмена. Бронхи, входя в легкие, распадаются на все более мелкие ветви. Последние заканчиваются тончайшими слепыми канальцами – бронхиолами, в стенках которых проходят воздушные мешки, которые располагаются между органами и мышцами, под кожей и в полостях трубчатых костей крыльев. Эти мешки играют большую роль в дыхании птицы во время полета (см. рис. 88, *a*). У сидящей птицы дыхание осуществляется путем расширения и сжатия грудной клетки в результате движения грудины. В полете же, когда движущимся крыльям нужна твердая опора, грудная клетка остается почти неподвижной и прохождение воздуха через легкие обуславливается в основном расширением и сжатием воздушных мешков. Этот процесс получил название «двойное дыхание», поскольку отдача кислорода в кровь происходит как при вдохе, так и при выдохе. Полнота извлечения кислорода из воздуха при этом способе дыхания такова, что гуси в полете способны достигать высоты 10 км. Воздушные мешки также участвуют в терморегуляции, уменьшают трение между органами и мышцами, способствуют акту дефекации. Путем изменения объема воздушных мешков ныряющие птицы регулируют свою плавучесть (рис. 88, *b*).

Объем воздушных мешков примерно в 10 раз больше объема легких, но газообмен осуществляется только в легких.

Само дыхание в полете происходит в основном за счет работы крыльев. Чем быстрее машущий полет, тем интенсивнее дыхание. При подъеме крыльев легкие растягиваются, и воздух засасывается в них; кроме того, воздух частично, минуя легкие, попадает в воздушные мешки. При опускании крыльев происходит выдох, причем через легкие проходит воздух из мешков, что способствует окислению крови в легких.

Кровеносная система птиц имеет два круга кровообращения (рис. 89). Сердце птиц очень большое, у колибри оно составляет 2,37 % от массы тела, у человека – 0,42 %.

Сердце у птиц четырехкамерное, поэтому кровь полностью разделяется на артериальную и венозную.

Высокая активность обменных процессов у птиц делает необходимым быструю и обильную доставку питательных веществ и кислорода во все части организма, поэтому кровь по сосудам течет с большой скоростью, что обеспечивается энергичной работой сердца. Частота сокращений сердца высокая, например пульс у серебристой чайки в

покое составляет 130–250 ударов в 1 минуту, в машущем полете – 625; у воробья в покое – 460, а в полете – до 1000 ударов в 1 минуту.

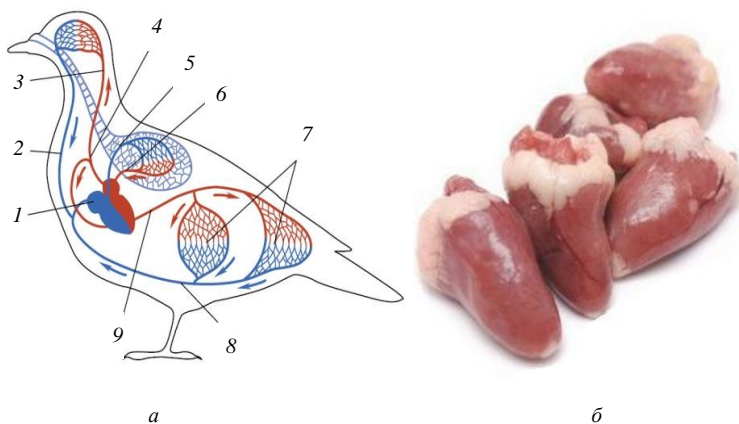


Рис. 89. Кровеносная система птицы: *а* – схема кровеносной системы: 1 – сердце; 2 – передняя полая вена; 3 – сонная артерия; 4 – правая дуга аорты; 5 – легочная артерия; 6 – легочная вена; 7 – капиллярные сети внутренних органов; 8 – задняя полая вена; 9 – спинная аорта; *б* – внешний вид сердца птицы

Органы выделения птиц также приспособлены к интенсивному обмену веществ, вследствие чего увеличивается объем продуктов распада, подлежащих удалению. Почки у птиц тазовые, отличаются большими размерами и лежат в углублениях тазовых костей. От них отходят мочеточники, открывающиеся в клоаку. Мочевого пузыря нет, конечный продукт – мочевиная кислота, почти не требующая воды для ее выведения и, таким образом, позволяющая экономить воду. Выделяя с мочой мало воды, птицы почти не способны избавиться и от избытка в организме солей. Поэтому морские птицы, пьющие соленую воду, имеют еще и другой орган соляной экскреции – носовую железу.

Органы размножения. Все птицы – яйцекладущие животные с внутренним оплодотворением. Птицы раздельнополы. Парные семенники, лежащие в брюшной полости, имеют бобовидную форму (рис. 90). Размеры их сильно варьируют; так, в сезон размножения они увеличиваются в 250–300 раз. От семенников отходят семяпроводы, открывающиеся в клоаку. Копулятивных органов нет у многих видов, за редким исключением (бескилевые, гусеобразные). Яичник функционирует в основном левый, и даже если функционируют оба (попугай),

то яйца попадают в имеющийся только левый яйцевод, в верхней части которого происходит оплодотворение.

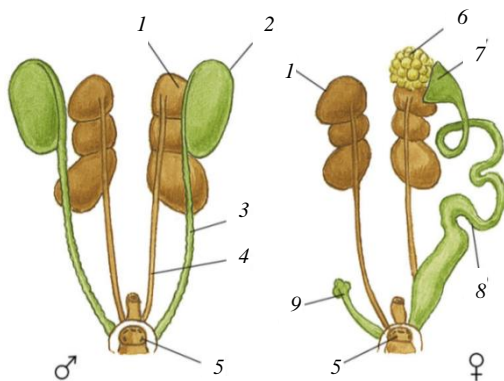


Рис. 90. Схема строения систем органов выделения и размножения самца и самки: 1 – почка; 2 – семенник; 3 – семяпровод; 4 – мочеточник; 5 – клоака; 6 – яичник; 7 – воронка яйцевода; 8 – яйцевод; 9 – остаток правого яйцевода

Пройдя по яйцеводу, яйцо приобретает белковую оболочку, а попав в более широкую матку, покрывается известковой скорлупой. Через конечный отдел половых путей самки – влагалище – яйцо попадает в клоаку, а оттуда выводится наружу. Плодовитость невысокая – 1–20 яиц в кладке. Хотя некоторые виды за сезон размножения откладывают значительно больше яиц, так как делают несколько кладок (воробьи, синицы). При непрерывной яйцекладке промежуток между снесением яиц может колебаться от 1 до 3 суток, причем большую часть этого времени занимает образование скорлупы.

Для развития яйца птиц необходима температура, сравнимая с температурой тела самой птицы. Поэтому птицы насиживают яйца, контактируя с ними специально оголяющимися участками тела – наседковыми пятнами. Не насиживают яйца лишь сорные куры, использующие внешние источники тепла, и гнездовые паразиты. Яйца птиц (кроме яиц сорных кур) нуждаются не только в поддержании оптимальной температуры, но и в систематическом переворачивании, что и осуществляется наседкой. Продолжительность инкубации колеблется у разных видов от 10 до 60 суток. Незадолго до вылупления птенцы переходят на легочное дыхание.

Экология птиц. Основная форма передвижения большинства птиц – полет. Приспособление к полету вызвало ряд описанных выше морфологических и физиологических изменений, а также наложило отпечаток на все виды их жизнедеятельности. Благодаря способности к полету птицы обладают огромными возможностями для далеких миграций и расселения: именно полет позволил им заселить все океанические острова, нередко лежащие в сотнях километров от материка. Полет помогает птицам избегать врагов. Многие птицы во время полета добывают пищу в воздухе или высматривают ее на земле.

Характер полета разных видов птиц далеко не одинаков, он всегда находится в соответствии с их образом жизни. Различают два основных вида полета птиц – парение и машущий полет. Парением называется полет птицы на более или менее неподвижных, распростертых крыльях, при этом птица постепенно снижается. Но часто парящая птица может сохранять набранную над землей высоту или даже подниматься вверх, используя восходящие потоки воздуха. При машущем полете птица активно взмахивает крыльями. У многих птиц такая активная форма полета чередуется с парением. Ворона при спокойном машущем полете делает в среднем 2,9, а чайка – 2,2 взмаха в 1 секунду. Максимально возможная скорость полета ласточки 28 м/с, глухаря – 16 м/с, лебедя – 14 м/с. Некоторые птицы могут лететь без остановки для отдыха более 3 тыс. км. Высокое развитие опорно-двигательной системы находит свое отражение в том, что птицы – самые быстрые из всех животных. Абсолютный рекорд скорости – 300 км/ч – принадлежит сапсану.

Задние конечности хорошо адаптированы к быстрой наземной локомоции и обычно имеют четыре пальца, из которых первый направлен назад. Он может сильно уменьшаться (гусеобразные). Лапки стрижей, адаптированные к цеплянию за неровности, а не к схватыванию веток, имеют четыре коротких пальца, направленных вперед. Все четыре пальца направлены вперед и соединены плавательной перепонкой у веслоногих. У попугаев и дятлов два пальца направлены вперед, два – назад. Как приспособление к бегу число пальцев уменьшается до трех у нанду и казуаров и даже до двух – у африканских страусов.

Для птиц характерно огромное число врожденных поведенческих актов на все случаи жизни, а способность к обучению играет в жизни большинства птиц меньшую роль, чем у млекопитающих. Обитание в одних и тех же условиях нередко приводит к развитию у птиц разного происхождения и систематического положения сходных признаков, отражающих приспособления к данным условиям существования.

Обзор экологических групп птиц

Древесные птицы проводят большую часть жизни на деревьях и кустах. Кормятся преимущественно на деревьях, кустарниках и других растениях. Здесь и гнезятся. Питаются различными насекомыми, ягодами, плодами, семенами, нектаром и другими видами кормов. Клюв обычно небольшой. Для этих птиц, среди которых преобладают мелкие и средние по размерам, характерно стройное, вытянутое, сжатое с боков тело, средней длины шея, довольно короткие тонкие ноги, пальцы которых не связаны перепонкой и несут острые когти. Из четырех пальцев обычно три направлены вперед, а один – назад; реже наружный палец может быть обращен вперед и назад или два пальца могут быть направлены вперед, а два – назад. Задний палец хорошо развит, так как он позволяет обхватывать ветви. Крылья не очень длинные. Оперение довольно рыхлое, у большинства видов со слабо развитым пухом. У некоторых птиц этой группы (дятел, пищуха) хвост образован из упругих жестких перьев, служащих опорой при передвижении по стволам деревьев. Характерные представители данной группы – большинство певчих, воробьиных, кукушки, дятлы и др. (рис. 91).



а

б

Рис. 91. Обыкновенный соловей (а) и большой пестрый дятел (б)

Наземные птицы держатся преимущественно на земле и передви-

гаются главным образом бегом или шагом. Крылья чаще короткие и широкие, иногда в той или иной степени редуцированные. Такие птицы обычно плохие летуны, полет происходит без парения. Зато ноги мощные, с тупыми когтями, приспособленными к хождению и копанью, с короткими толстыми пальцами, из которых задний мал или отсутствует (у африканского страуса по два пальца на каждой ноге). Клюв обычно короткий, мощный. Оперение рыхлое, с плохо развитым пухом, тело сжато с боков, ноги отодвинуты назад. Туловище их обычно массивное, плотное и широкое. К этой группе птиц относятся страусы, дрофы, стрепеты, большинство куриных и др. (рис. 92).



a



б

Рис. 92. Африканский страус (*a*) и степная дрофа (*б*)

Водоплавающие птицы – жители водоемов. Хорошо плавают, а многие также и ныряют, максимальная глубина достигает 50–60 м. Тело обычно уплощенное, особенно его нижняя сторона. Шея, как правило, длинная. Ноги отодвинуты далеко назад, отчего походка раскачивающаяся, птица при этом держит тело наклонно или почти вертикально. Три или четыре пальца ног связаны плавательной перепонкой или оторочены по бокам кожистыми лопастями (поганки, лысухи), что увеличивает загребающую поверхность лап. Хвост короткий. Оперение очень плотное (особенно на брюхе) с густым пухом. Копчиковая железа почти у всех видов этой группы сильно развита, что обеспечивает обильное жировое покрытие оперения. Летают быстро и с часты-

ми взмахами крыльев. К этой экологической группе относятся утки, гуси, пеликаны, гагары, поганки, чистики, пингвины.

Околоводные птицы биологически связаны с водоемами. Они хорошо плавают, но обычно не ныряют, обитают на болотах, сырых лугах, побережьях водоемов. Эти птицы чаще всего бродят по мелководью или по топкой сырой почве. Тело легкое, стройное. Шея обычно длинная, гибкая. Голова небольшая, у подавляющего числа видов с длинным тонким клювом, или клювом, приспособленным к выхватыванию добычи из воды; он крепкий, удлинённый, часто с крючком на конце. Хвост короткий или средней длины. Оперение рыхлое со слабо развитым пухом. У многих ноги длинные, тонкие с удлинёнными пальцами, не связанными плавательной перепонкой, сочленение цевки и голени не оперено, иногда пальцы соединены плавательной перепонкой. Крылья длинные, острые, упругие или широкие. Характерные представители – цапли, аисты, журавли, кулики, чайки, крачки, буревестники (рис. 93).



a



б

Рис. 93. Белый аист (*a*) и кулик (*б*)

Летающие птицы почти весь день обычно проводят в воздухе, где и добывают пищу. Тело их мускулистое, вытянутое. Шея короткая. Голова небольшая. Клюв большой или короткий, широко раскрывающийся, что облегчает хватание насекомых на лету. Крылья узкие, мощные, упругие, приспособленные к парению. Полет быстрый, в ос-

новном планирующий и пикирующий. Хвост небольшой. Ноги слабые, короткие, с цепляющимися пальцами; или сильные хватающие (соколы). Оперение плотное. Характерные представители группы – ласточки, стрижи, козодои, орлы, ястребы, альбатросы.

Птицы распространены по всему земному шару. Некоторые из них имеют огромные ареалы, другие – очень незначительные.

Среди птиц можно выделить три группы видов, имеющих различный характер пребывания в той или иной местности. Перелетные, которые весной и осенью совершают весьма далекие перелеты, и у них, как правило, имеется два ареала – летний гнездовой и зимний (аисты, ласточки, голуби, гуси). Нередко эти ареалы удалены друг от друга на тысячи километров. Так, например, полярная крачка гнездится в Арктике, а зимует в Антарктике, делая перелет до 20 тыс. км в один конец. Кулик-щеголь, гнездящийся в тундре Сибири, летит в Австралию и Новую Зеландию. Многие птицы нашей страны не совершают далеких сезонных миграций, а откочевывают на зиму лишь несколько южнее области своего гнездования. Таких птиц называют кочующими. У них ареал зимой смещается несколько к югу (снегири, чечетки, свиристели, вороны). Так, снегири и свиристели, гнездящиеся преимущественно в северных областях европейской части России, зимой в массе кочуют по ее центральным районам. Наконец, среди наших птиц немало видов, которые всю жизнь проводят в районе, где они вывелись. Таких птиц называют оседлыми. Следовательно, в данном конкретном районе можно различить несколько групп птиц: постоянно живущие (истинно – воробьи, ложно – вороны); гнездящиеся (соловьи); зимующие (чечетки) и пролетные.

Способность к полету позволяет птицам мигрировать на тысячи километров. Многие птицы, гнездящиеся в районах с умеренным и холодным климатом, осенью совершают далекие перелеты в страны, где зимы не столь суровы и они обеспечены кормом; весной они возвращаются на места своих гнездований. Среди мигрирующих птиц есть такие, что перемещаются постепенно, и такие, что совершают дальние беспосадочные перелеты. Последние перед миграцией накапливают большие запасы жира.

Пути пролета обычно повторяют исторический путь расселения вида. Так, например, зеленая пеночка, гнездящаяся в Московской области, летит через всю Сибирь и по Дальнему Востоку в Индокитай и Австралию. Этим путем она когда-то расселилась. Некоторые птицы, особенно водоплавающие, летят по определенным путям, преимуще-

ственно по долинам рек, но большинство летит широким фронтом. Одни птицы совершают перелеты большими стаями, другие – малыми группами, третьи – поодиночке. Самцы весной обычно прилетают раньше самок. Быстрота перелетов очень разная, особенно весной. Грач за день передвигается на 55 км, аист – на 60 км. Древесная славка, не останавливаясь, за 50 часов полета, покрывает расстояние около 3 тыс. км, летя от Массачусетса до Пуэрто-Рико. При весенних перелетах птицы летят к местам гнездования гораздо быстрее, чем осенью к местам зимовок. Например кулик-веретенник, зимующий в Новой Зеландии и на о. Тасмания, проделывает путь в 12 тыс. км осенью за 2–3 месяца, а весной – за 1 месяц.

Сроки перелетов связаны прежде всего с состоянием кормовой базы. Весной раньше всех появляются всеядные птицы (грачи, скворцы), затем зерноядные и другие растительноядные и позднее всего чисто насекомоядные (стрижи, ласточки), а осенью – наоборот, первыми улетают насекомоядные.

Как птицы находят путь к местам своих зимовок и обратно на места гнездования, еще полностью не выяснено. Обычно, улетев за тысячи километров на зимовку, птицы возвращаются на следующий год на место своего вывода, многие летят ночью, многие – через море, у многих молодые улетают раньше или позднее, чем старые, по неизвестному им пути. Здесь имеют место чувство направления во время миграции и чувство дома – хоминг. При дальних перелетах птицы используют инстинкты, связанные с явлением земного магнетизма и с ориентацией по Солнцу и звездам; на ближних – визуальные и запаховые признаки знакомой местности.

В жизни птиц большую роль играет фотопериодизм. У большинства птиц наступление фаз годового репродуктивного цикла зависит от сезонных изменений длины светового дня, но у видов, обитающих вблизи экватора, имеют значение и другие факторы, такие, например, как изменение состава корма или доступность воды. Фотопериодизм корректирует и сроки полового созревания молодняка, колеблющиеся от 2 месяцев у домашнего перепела до 9 лет у странствующего альбатроса, а также сезонные явления в жизни птиц – линьки и миграции.

Коммуникация птиц построена главным образом на использовании зрения и слуха. Этой цели служат специфические позы и маневры, особая окраска оперения, пение, тревожные крики и т. п. У многих птиц самцы обладают способностью к пению, их пение влияет на развитие половых процессов у самок и служит предупреждением другим

особым о том, что данный гнездовой участок уже занят. Для большого количества птиц характерен половой диморфизм, т. е. самец резко отличается от самки своим более ярким оперением, особенно в сезон размножения, иной формой пера, размерами и другими признаками.

Спариванию у птиц предшествуют различные брачные игры – токование глухарей, тетеревов, дроф, тяга вальдшнепов, бляение бекасов или драки самцов из-за самок (особенно у полигамных видов). Но иногда роли меняются: так, у кулика краснозобика самки крупнее самцов, и именно самки устраивают настоящие побоища за самцов, которые и насиживают яйца. Токует тот пол, который находится в избытке. Интересные игры устраивают шалашники Австралии и Новой Гвинеи. Они сооружают сложные постройки – шалашы с двориками-площадками перед ними, украшают их цветами, камешками и другими блестящими и привлекающими внимание предметами и токует здесь.

У отдельных видов птиц по численности могут преобладать самки (дрофы, павлины) или самцы (тинаму, яканы), но чаще соотношение полов примерно равно. Взаимоотношения полов могут складываться по типу моногамии, т. е. самка спаривается с одним самцом. При этом пары могут образовываться либо только на период размножения, либо на длительный срок, возможно на всю жизнь (неразлучники, гуси, лебеди, орлы). Для птиц в большой степени характерна моногамия, и не редко многолетняя.

При полигамии самец или самка спариваются с несколькими партнерами за период размножения. Если самец имеет гарем из нескольких самок (фазан) – это полигиния; если самка спаривается с несколькими самцами (цветной бекас) – это полиандрия.

Размножаются птицы, откладывая яйца, которые обычно насиживают. Птенцы, которые появляются из яиц опущенными, зрячими и способными самостоятельно передвигаться и следовать за матерью, уводящей их от гнезда (куры, гуси), называются выводковыми. Птенцы, которые появляются на свет почти или совсем голыми, слепыми и остаются в отличие от выводковых длительное время в гнезде, где их выкармливают родители (воробьи, канарейки), называются птенцовыми. Есть и промежуточный – полувыводковый тип (соколы, совы).

Птенцы выводкового типа часто способны с рождения питаться самостоятельно и в определенной степени способны к терморегуляции. Яйца выводковых птиц имеют гораздо более крупный желток, поскольку его остаток сохраняется в брюшной полости птенца как страховой резерв питания. Птенцов гнездового и полувыводкового типов

кормят родители, засовывая корм в глотку (воробьинообразные) или предоставляя возможность самостоятельно склевывать корм из своего клюва (хищники), с земли (чайки) или с гнезда (цапли), куда отпрыгивается корм; иногда птенцы достают корм из пищевода родителей (веслоногие). Голуби выкармливают птенцов особым питательным секретом, который выделяют стенки зоба (птичьим молочком). Но независимо от того, кормят птенцов родители или они питаются сами, их корм всегда более нежен и богат белком, чем пища взрослых птиц, что обеспечивает исключительно быстрый рост молодняка. Даже страус достигает окончательных размеров за год, а мелкие птицы – меньше чем за месяц. Сроки прекращения контактов птенцов с родителями различны. О птенцах сорных кур никто не заботится с момента вылупления; у большинства видов связь молодняка и взрослых исчезает в этот же гнездовой сезон, но у гусей и журавлей сохраняется до следующего сезона. Крупные птицы гнездятся раз в год и даже не каждый год. Многие мелкие воробьинообразные делают две и три кладки за сезон, голуби, у которых в кладке лишь 2 яйца, – до пяти кладок.

Обычно птицы высидывают яйца в гнезде. Даже при совместном воспитании птенцов функция насиживания может быть закреплена за каким-то одним полом, чаще за самкой. Лишь самцы насиживают яйца обычно у тех видов, у которых самки вообще не заботятся о птенцах (яканы, плавунчики, казуары). Гнезда служатместилищем и укрытием яиц и птенцов и иногда способствуют их теплоизоляции. Не строят гнезд не только гнездовые паразиты (некоторые из кукушек, воробьинообразных), но и виды, использующие чужие гнезда (соколы), готовые укрытия (совы) или откладывающие яйца непосредственно на субстрат (козодои). Даже у моногамных видов гнездо могут строить как оба партнера, так и какой-то один. Технология постройки гнезд исключительно разнообразна и наибольшей сложности достигает у воробьинообразных.

Гнездо – это и чуть заметная ямка, выложенная травой и пухом, иногда это настил на дереве из ветвей, а также чашеобразное сооружение из веточек, травы и других материалов, иногда это дупла или норы. Некоторые птицы (ласточки) лепят гнезда из глины, смешанной со слюной, а стрижи саланганы делают съедобные гнезда из своей слюны – «ласточкины гнезда». Очень интересны гнезда ремизов, сделанные из растительных волокон и пуха тополя, или гнезда портних-славок, сшитые растительными волокнами из нескольких листьев. Иногда птицы строят огромные колониальные гнезда (ткачики).

Многим птицам свойствен колониальный образ жизни. Так, на севере, на прибрежных скалах, тысячами гнездятся кайры, чистики, чайки и другие океанические птицы, образуя целые птичьи городки-базары. Колониально гнездятся и многие другие птицы, при этом колонии часто бывают смешанными, как на птичьих базарах, когда вместе гнездятся различные виды птиц.

По характеру питания птиц подразделяют на полифагов, или всеядных (майны, вороны), и стенофагов, питающихся однородными кормами (колибри, стрижи, клесты). Большинство птиц относятся к промежуточной группе. Птицы, которые питаются кормами животного происхождения, относятся к зоофагам. Среди них можно выделить энтомофагов (птиц, питающихся главным образом насекомыми), ихтиофагов (питающихся рыбой), миофагов (питающихся грызунами), орнитофагов (питающихся птицами), малакофагов (питающихся моллюсками), герпетофагов (питающихся пресмыкающимися), копрофагов (помет китов поедают некоторые чайки, качурки) и др. Птицы, которые питаются растительными кормами, относятся к фитофагам. Некоторые птицы относятся к зерноядным (в период выкармливания птенцов эти птицы часто становятся насекомоядными), плодоягодным (дубонос, попугай), другие питаются вегетативными частями растений (гуси, лебеди, лысухи) или низшими растениями (кряквы).

У растительноядных птиц мускульный желудок имеет мощные стенки и толстую кутикулу, в нем с помощью гастролитов происходит измельчение корма. Лишь попугаи способны измельчать корм клювом столь же полноценно, как млекопитающие с помощью зубов. Птицы, потребляющие малопитательный растительный корм (гуси, страусы, тетеревиные), обладают симбиотическими кишечными бактериями, расщепляющими клетчатку и вырабатывающими незаменимые аминокислоты. Среди птиц нет видов, специализированных к потреблению, например, мертвых растительных тканей.

Птицы, способные поглощать большое количество корма за один раз (дневные хищники и зерноядные), обладают большим зобом, служащим для депонирования корма, или имеют сильно растяжимый желудок (совы, цапли).

Птицы сильно различаются по месту добывания корма. Например, скворец кормится на земле, дятлы и пищухи – на стволах деревьев, поползни и синицы – на стволах и ветвях, воробьи – на земле и ветвях (когда выкармливают птенцов). Мухоловки, ласточки, стрижи ловят

Летающих насекомых в воздухе, трясогузки – на земле, а горихвостки охотятся повсюду.

Хозяйственное значение птиц. Птицы имеют большое значение для хозяйственной деятельности человека. Большая часть их приносит несомненную пользу. Птицеводство относится к числу важнейших отраслей животноводства нашей страны. Оно дает большое количество ценного мяса, яиц, пера, пуха и других видов продуктов и промышленного сырья. В наибольшем количестве разводят кур. Большое значение имеет разведение уток и гусей. Разводят также голубей, перепелов, индеек, цесарок, фазанов, страусов.

В вольерах, загонах, водоемах содержат крупные виды декоративных птиц: фазанов (золотой, алмазный), павлинов, уток (мандаринка, каролинка), лебедей (шипун, черный) и др. В качестве декоративных птиц содержат в клетках многие виды попугаев (волнистый, розеллы, неразлучники, какаду), ткачиков (амадины, астрильды, мунии), мелкие виды голубей (смеющаяся, бриллиантовая горлицы), большинство из которых успешно размножается в неволе. Зоокультура комнатно-декоративных птиц насчитывает около 100 видов воробьинообразных из разных семейств, регулярно размножающихся в неволе. Среди них есть и полностью одомашненные виды (канарейка, японская амадина).

Технология содержания и разведения этих видов птиц имеет много общего с технологией содержания и разведения сельскохозяйственных видов гусеобразных, курообразных, голубеобразных. В настоящее время ежегодно в мире разводят на дичефермах и выпускают в охотничьи угодья более 70 млн фазанов, 4 млн серых куропаток, 2 млн кекликов и красных куропаток, 4,5 млн уток разных пород.

Многие дикие птицы служат важным объектом как спортивной, так и промысловой охоты. Как объекты охоты представляют интерес не слишком мелкие многочисленные птицы, мясо которых обладает хорошими вкусовыми качествами, и имеющие большой репродуктивный потенциал. Наибольшее значение для охотничьего хозяйства имеют глухари, тетерева, рябчики, куропатки, утки, гуси, казарки, разнообразные кулики и др.

В прошлом дикие птицы служили также источником шкур (гагары, поганки), перьев (райские птицы, страус), яиц (чистики, чайки), жира (птенцы трубконосых, гуахаро). Сохранился и до настоящего времени сбор пуха из гнезд обыкновенной гаги. Некоторые виды используются как ловчие животные – соколы, орлы. К птицам, используемым для связи, относятся почтовые породы домашних голубей.

В сельском хозяйстве используют и продукты жизнедеятельности птиц. Здесь важна роль колониальных рыбадных, так называемых гуанопроизводящих (помет – гуано, является ценнейшим удобрением) морских птиц, осуществляющих перенос больших количеств азота из моря на сушу. Как производители гуано в мире имеют значение в первую очередь пеликаны, олушы и бакланы, гнездящиеся у побережья Южной Африки и Южной Америки.

Птицы приносят сельскому хозяйству, нашим садам, полям, лесам, и лугам пользу, охраняя от насекомых-вредителей, моллюсков и грызунов. Известно свыше 5 тыс. видов насекомых, которые являются вредителями и с которыми необходимо бороться. Общие потери урожая от вредителей в среднем составляет около 20 % в год. Птицы способны заметно сокращать численность популяций вредителей, особенно в случае внезапной массовой вспышки численности какого-то вида.

Для примера, одна семья ласточки уничтожает до 1 млн насекомых, 1 семья скворцов – 24 тыс. насекомых и их личинок, 1 синица лазоревка, которая питается главным образом яйцами насекомых, – 6,5 млн в год, 1 кукушка поедает в год 270 тыс. гусениц, сова, канюк – до 10–20 полевок и мышей в день. К этому следует добавить, что многие дневные птицы, совы, крупные чайки и ряд других истребляют большое количество сусликов, крыс, мышей, полевок, хомяков и т. д. Птицы поедают массу насекомых – паразитов сельскохозяйственных животных. Они уничтожают многих переносчиков заболеваний человека (мух, москитов, комаров и др.).

Даже те птицы, которые во взрослом состоянии питаются растительной пищей, выкармливают своих птенцов обычно насекомыми, червями, слизнями, чем приносят пользу растениеводству. Этому способствует и высокая численность птиц даже в нашей зоне. Так, в лиственных лесах и в парковых насаждениях с хорошо развитой кроной и богатым подлеском обитают от 1100 до 2386 семейных пар птиц на 1 км², в ельниках меньше – от 180 до 240, а в сухом сосняке – от 96 до 145. На полях с живой изгородью на 1 км обитают 112–168 пар, на таких же полях без изгороди – лишь 40–96, а на полях с перелесками и группами кустарника – до 400–442 пар.

Но некоторые птицы могут приносить значительный ущерб хозяйственной деятельности человека. Стайные птицы (чайки, скворцы) нередко служат причиной аварий летательных аппаратов. Гнездование врановых на линиях электропередачи приводит к коротким замыкани-

ям. В рыбоводных хозяйствах наносят ущерб чайки, поедающие мальков и переносящие инвазионные заболевания рыб. Высокая подвижность птиц делает их эффективными переносчиками инфекций, в том числе таких, которыми болеют не только птицы. Это заболевания человека и сельскохозяйственных животных, в частности орнитоз, чума и другие вирусные инфекции.

Многие виды растений зависят от птиц, как от распространителей семян, а некоторые – как от опылителей. Но отдельные (стайные) виды птиц в силу своей мобильности могут наносить значительный ущерб полям, садам и виноградникам. В Тунисе такой ущерб оценивается ежегодно в 8–10 млн немецких марок. В Средней Азии в отдельные годы скворцы уничтожают до 50 % черных и 25 % белых сортов винограда. В Африке трупяловые и ткачиковые могут уничтожить до 70 % и более урожая зерновых, становясь причиной голода для местного населения. С такими птицами приходится вести борьбу.

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика класса птиц.
2. Систематика птиц.
3. Особенности строения кожи и мускулатуры птиц.
4. Строение скелета птицы.
5. Морфология пищеварительной системы птиц.
6. Особенности строения дыхательной системы птиц.
7. Морфология кровеносной системы птиц.
8. Строение нервной системы и органов чувств птиц.
9. Морфология выделительной и половой систем птиц.
10. Строение яйца и развитие птицы.
11. Систематический обзор класса птиц.
12. Перелеты птиц. Значение птиц в природе и жизни человека.

3.3.6. Класс Млекопитающие (Mammalia)

Общая характеристика

Млекопитающие – наиболее высокоорганизованные позвоночные животные. Об этом свидетельствуют следующие особенности их морфологии и физиологии: 1) исключительно высокое развитие центральной нервной системы и органов чувств; 2) совершенная система терморегуляции, позволяющая поддерживать температуру тела на удиви-

тельно постоянном уровне 37–39 °С; 3) способность к живорождению и выкармливанию детенышей молоком, что создает благоприятные условия для выживания потомства.

Высокая организация млекопитающих и сложная высшая нервная деятельность обеспечили широкое их распространение. В настоящее время на земном шаре насчитывается около 4,6 тыс. видов млекопитающих. На территории Беларуси обитают 80 видов, из них 20 видов занесены в «Красную книгу Республики Беларусь».

Млекопитающие характеризуются рядом особых черт. Их тело покрыто волосами, кожа богата железами, в частности сальными, потовыми, а также специфическими млечными. Хорошо развита кора полушарий головного мозга. Череп сочленяется с позвоночником двумя мышечками. В среднем ухе находятся три слуховые косточки. Локтевой сустав направлен назад, а коленный – вперед. Внутренняя полость тела разделена на грудную и брюшную полости диафрагмой. Легкие альвеолярного строения. От левого желудочка отходит левая дуга аорты, эритроциты безъядерные. Зубы сидят в альвеолах и дифференцированы на резцы, клыки и коренные. Характерно наличие рта с подвижными мясистыми губами. Как правило, живородящие животные, но имеются также яйцекладущие виды.

Систематика

Царство Животные (Animalia).

Подцарство Многоклеточные (Metazoa).

Тип Хордовые (Chordata).

Подтип Позвоночные (Vertebrata).

Класс Млекопитающие (Mammalia).

Подкласс Первозвери (Prototheria).

Отряд Однопроходные (Monotremata).

Виды: ехидна австралийская (*Tachyglossus aculeatus*);
утконос (*Ornithorhynchus anatinus*).

Подкласс Настоящие звери (Theria).

Инфракласс Низшие звери (Metatheria).

Отряд Сумчатые (Marsupialia).

Виды: кенгуру серый большой (*Macropus giganteus*);
коала (*Phascolarctos cinereus*).

Инфракласс Плацентарные, или Высшие, звери (Eulheria).

Отряд Насекомоядные (Insectivora).

Виды: еж европейский (*Erinaceus europaeus*);
крот европейский (*Talpa europaeus*).

- Отряд Рукокрылые (Chiroptera).
Виды: вечерница рыжая (*Nyctalus noctula*);
складчатогуб широкоухий (*Tadarida teniotis*).
- Отряд Приматы (Primates).
Виды: мартышка зеленая (*Cercopithecus sabaeus*);
шимпанзе обыкновенный (*Pongo troglodytes*);
горилла (*Gorilla gorilla*).
- Отряд Зайцеобразные (Lagomorpha).
Виды: заяц-беляк (*Lepus timidus*);
кролик европейский (*Oryctolagus cuniculus*).
- Отряд Грызуны (Rodentia).
Виды: бобр (*Castor fiber*);
крыса черная (*Rattus rattus*);
ондатра (*Ondatra zibethicus*).
- Отряд Хищные (Carnivora).
Виды: волк (*Canis lupus*);
медведь бурый (*Ursus arctos*);
лев (*Panthera leo*);
тигр (*Panthera tigris*).
- Отряд Ластоногие (Pinnipedia).
Виды: котик морской северный (*Callorhinus ursinus*);
морж (*Odobenus rosmarus*);
тюлень обыкновенный (*Phoca vitulina*).
- Отряд Китообразные (Cetacea).
Подотряд Усатые киты (Mystacoceti).
Виды: кит синий (*Balaena musculus*);
кит гренландский (*Balaena mysticetus*).
- Подотряд Зубатые киты (Odontoceti).
Виды: кашалот (*Physeter catodon*);
афалина (*Tursiops truncatus*);
касатка (*Orcinus orca*).
- Отряд Хоботные (Proboscidea).
Виды: слон африканский (*Loxodonta aricana*);
слон индийский (*Elephas maximus*).
- Отряд Непарнокопытные (Perissodactyla).
Виды: носорог индийский (*Rhinoceros unicornis*);
зебра горная (*Equus zebra*);
лошадь домашняя (*Equus caballus*).
- Отряд Мозолоногие (Tylopoda).
Виды: верблюд двугорбый (*Camelus bactrianus*);
верблюд одногорбый (*Camelus dromedarius*).
- Отряд Парнокопытные (Artiodactyla).

Подотряд Нежвачные (Nonruminantia).

Виды: кабан дикий (*Sus scrofa*);

 гиппопотам (*Hippopotamus amphibius*).

Подотряд Жвачные (Ruminantia).

Виды: лось (*Alces alces*);

 жираф (*Giraffa camelopardalis*);

 зубр европейский (*Bison bonasus*).

Морфологический обзор. Представители млекопитающих распространены повсеместно и освоили все среды обитания. Размеры и форма тела млекопитающих разнообразны. Самый мелкий зверек – белозубка-крошка (отряд Насекомоядные). Длина его составляет всего лишь около 2 см, масса примерно 2,5 г, тогда как синий кит достигает 33 м в длину и весит около 150 т (рис. 94). Тело млекопитающих разделено на отделы – голову, шею, туловище, хвост (иногда отсутствует), передние и задние конечности.



a



б

Рис. 94. Белозубка-крошка (*a*) и синий кит (*б*)

Для *покровов* млекопитающих особенно характерно развитие волос, образующих у подавляющего большинства видов волосистой покров. Последний предохраняет тело от потери тепла, уменьшает отдачу влаги, смягчает механические воздействия, обуславливает ту или иную окраску зверя. Волосистой покров – важнейший орган терморегуляции млекопитающих, особенно сильно он развит у северных животных, у которых ежегодно сменяется. Осенью зверь меняет редкий и

короткий, а потому обладающий хорошей теплопроводностью летний волосиной покров на густой и более длинный зимний, обладающий высокими теплозащитными свойствами. Весной происходит весенняя линька, приводящая к смене зимнего волосиного покрова на летний. Нередко зимний и летний волосиные покровы отличаются и окраской: так, например, зимний волосиной покров зайца-беляка белый, а летний – буровато-серый. У тропических животных, так же как и у человека, смена волос происходит постоянно, без явно выраженной линьки.

Для покровов млекопитающих также очень характерно наличие в коже трубчатых потовых и альвеолярных (гроздевидных) сальных желез (рис. 95). Первые выделяют пот (по составу близкий к первичной моче) и охлаждают тело при его перегреве, вторые – сальный секрет, который смазывает поверхность кожи и волосы, предохраняя их от различных воздействий среды (например, намокания) и придавая им эластичность. У многих млекопитающих имеются еще пахучие железы – видоизмененные потовые или сальные.

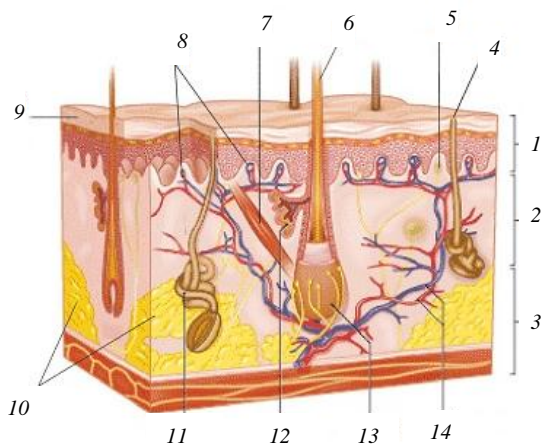


Рис. 95. Строение кожи млекопитающего: 1 – эпидермис; 2 – дерма; 3 – подкожно-жировая клетчатка; 4 – пора; 5 – нервное окончание; 6 – волос; 7 – мышца, поднимающая волос; 8 – капилляры; 9 – роговой слой эпидермиса; 10 – жировые дольки; 11 – потовая железа; 12 – сальная железа; 13 – волосиной фолликул; 14 – кровеносные сосуды

Поскольку обоняние у зверей хорошо развито, эти железы играют большую роль в межвидовых и внутривидовых взаимоотношениях.

Но особенно характерно для млекопитающих наличие млечных (молочных) желез, выделяющих у самок высокопитательное молоко – пищу новорожденных детенышей. Наличие млечных желез и выкармливание детенышей молоком – важнейшие систематические признаки млекопитающих, от которых они и получили свое название. Млечные железы представляют собой видоизмененные потовые железы более сложного строения. Протоки млечных желез открываются на вершине или в углублении соска молочной железы. Число сосков молочных желез у млекопитающих связано с их плодовитостью и колеблется от одной до десяти пар и даже более. Обычно они расположены в два ряда на брюшной стороне тела (на груди, в паху), реже по бокам тела.

Конечные фаланги пальцев почти у всех млекопитающих несут роговые образования – ногти, когти, копыта, которые являются производными эпидермиса. Ногти представляют собой плоскую и относительно тонкую роговую пластинку, расположенную на концах фаланг пальцев. Когти имеют толстую выпуклую и изогнутую роговую пластинку, которая выдается вперед острым выступом. Подушечки пальцев большие и мягкие. У копыт толстая роговая пластинка охватывает конец фаланги пальца.

У многих млекопитающих развиваются рога, в образовании которых участвуют наружные покровы. Эпидермальное происхождение имеют рога полорогих. Из других производных кожи следует отметить чешую (на хвосте у крыс), иглы, щетину, роговой клюв и др.

Скелет взрослых млекопитающих образован костными элементами (рис. 96). Хорда развита только на ранних стадиях эмбрионального развития. Позвоночник состоит из шейного, грудного, поясничного, крестцового и хвостового отделов. Позвоночник образован позвонками с плоскими сочленяющимися поверхностями, между которыми расположены хрящевые прослойки – мениски. Шейных позвонков всегда (кроме ленивцев и дюгоней) семь. Длина шеи зависит не от числа позвонков, а от их размеров. Первый шейный позвонок – атлант – имеет вид кольца, второй – эпистрофей – несет отросток, направленный вперед; этот отросток входит в кольцо атланта. Такое соединение позвонков обеспечивает подвижность головы.

Грудных позвонков обычно 12–15, к ним прикрепляются ребра, большая часть которых нижними хрящевыми концами срастается с грудиной, образуя грудную клетку.

Поясничных позвонков от двух до девяти. Они несут рудиментарные ребра, прирастающие к поперечным отросткам. Крестцовых по-

звонков обычно три-четыре; они срастаются в единую крестцовую кость, давая прочную основу для прикрепления костей таза. Число хвостовых позвонков различно. Череп млекопитающих отличается большим объемом мозговой коробки (рис. 96).

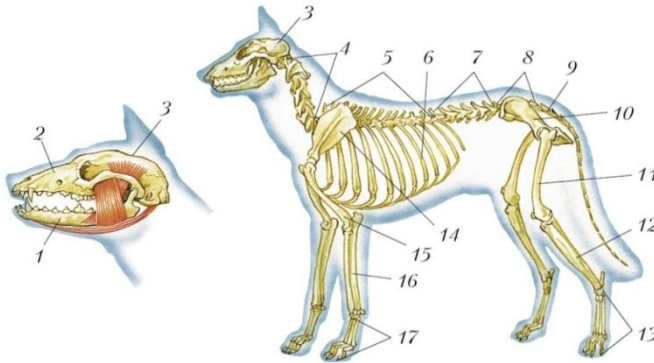


Рис. 96. Скелет млекопитающего: 1 – нижняя челюсть; 2 – верхняя челюсть; 3 – мозговой отдел черепа; 4 – шейные позвонки; 5 – грудные позвонки; 6 – ребра; 7 – поясничные позвонки; 8 – крестцовые позвонки; 9 – хвостовые позвонки; 10 – тазовая кость; 11 – бедренная кость; 12 – кости голени; 13 – стопа; 14 – лопатка; 15 – плечевая кость; 16 – предплечье; 17 – кисть

Череп сочленяется с позвоночником двумя мышелками. Нижняя челюсть образована одной зубной костью, которая причленена к височной области черепа. В среднем ухе три сочлененные косточки (молоточек, наковальня, стремя), соединяющие барабанную перепонку с овальным окном.

Конечности у млекопитающих пятипалого типа, обычного для наземных позвоночных. Число пальцев нередко сокращается, главным образом у быстробегающих видов (у лошади до одного на каждой ноге). В связи с ускорением движения животного меняется и характер опоры о землю. Различают млекопитающих стопоходящих, опирающихся на всю стопу (медвежь); полустопоходящих, которые при ходьбе опираются только на переднюю часть стопы (куны); пальцеходящих – опирающихся на пальцы (псовые) и фалангоходящих – опирающихся только на концы пальцев (копытные).

Мускулатура млекопитающих отличается большим разнообразием и числом подкожных мышц, которые обеспечивают подвижность кожи, и в частности мимику лица у приматов, изменяют положение во-

лосяного покрова.

В грудной полости находятся сердце и легкие, а в брюшной – желудок, кишечник, печень, почки и ряд других органов. Мышцы млекопитающих содержат миоглобин.

Нервная система отличается высокой степенью сложности. Головной мозг имеет большие размеры, что обусловлено быстрым развитием полушарий и мозжечка. У многих млекопитающих кора образует многочисленные борозды и извилины (складки); это значительно увеличивает ее поверхность. Развита вторичная свод – неопаллиум. В мозге серое вещество – кора, образованная нервными клетками, лежит поверх белого вещества, образованного отростками нервных клеток; кора полушарий – центр условно-рефлекторной деятельности. Мозжечок не только велик, но и разделен на полушария. Это соответствует сложности высшей нервной деятельности и разнообразию движений млекопитающих.

Органы чувств млекопитающих развиты хорошо, в том числе зрение, обоняние и слух. Наружное ухо состоит из наружного слухового хода и зачастую подвижной ушной раковины. В полости среднего уха находятся три слуховые косточки, соединенные между собой; с барабанной перепонкой связан молоточек, далее следуют наковальня и стремя, которое опирается в перепонку овального окна внутреннего уха.

Органы пищеварения. Пищеварительная система млекопитающих начинается ротовой полостью. Здесь на верхней и нижней челюстях расположены двумя дугами зубы. У подавляющего большинства млекопитающих, кроме самых примитивных, зубы обычно дифференцированы на резцы, имеющие долотообразную форму, острые конические клыки и коренные (предкоренные и собственно коренные). Коренные зубы у хищников обычно уплощены с боков, с острыми, режущими краями, а у растительноядных форм они имеют уплощенную верхнюю поверхность со складками эмали, что облегчает перетирание жесткой пищи.

Характерная черта млекопитающих – это мясистые подвижные губы и наличие преддверия рта, т. е. пространства между губами, щеками и зубами, что позволяет им питаться молоком матери. В ротовую полость млекопитающих открываются протоки слюнных желез, секрет которых способствует формированию пищевого комка, расщеплению углеводов пищи и превращению крахмала в сахар.

Ротовая полость переходит в глотку, а последняя – в пищевод и да-

лее желудок. Желудок устроен весьма различно. В простейшем случае это тонкостенный мешок, в который с одного конца открывается пищевод, а от другого начинается кишечник. Стенки желудка выделяют желудочный сок, в котором содержатся ферменты, расщепляющие прежде всего белки пищи.

Наиболее сложно устроен желудок у жвачных (олений, коров, овец, коз). Он состоит из четырех отделов: первый, самый большой, отдел – рубец – имеет гладкие стенки, второй – сетка – небольшой со складчатыми стенками, образующими многочисленные ячейки. Третий – книжка – имеет внутри многочисленные складки и, наконец, последний – сычуг – вырабатывает пищеварительный сок. Три первых отдела желудка жвачных являются видоизмененными частями пищевода, а собственно желудком следует считать только сычуг.

Пищевой ком, смоченный слюной, сначала попадает в рубец, где длительно задерживается. Здесь происходит его сбраживание за счет находящихся в рубце различных микроорганизмов. Затем пища поступает в сетку, а оттуда отрыгивается в рот, где вторично пережевывается и снова смачивается слюной. Получающаяся каша спускается по пищеводу, но попадает уже не в рубец, а в книжку и сычуг, где обрабатывается желудочным соком.

Из желудка пища продвигается в кишечник, где продолжается ее переваривание и происходит всасывание питательных веществ. Непосредственно от желудка отходит двенадцатиперстная кишка, в которую открываются протоки печени и поджелудочной железы.

В пищеварении зверей большую роль играют желчь, образующаяся в большой печени, секреты поджелудочной железы и желез, расположенных в стенках кишечника.

Общая длина кишечника меньше у хищных и насекомоядных (у летучих мышей он лишь в 2–3 раза длиннее тела) и значительно длиннее у растительноядных (у коровы длина его примерно в 20 раз превышает длину тела). Кишечник делится на отделы – длинный тонкий и короткий толстый. На границе этих отделов преимущественно у растительноядных и всеядных млекопитающих в кишечник открывается слепая кишка, исполняющая роль бродильного чана. Заканчивается кишечник прямой кишкой, открывается наружу анальным отверстием. Лишь у однопроходных имеется клоака.

Органами дыхания у млекопитающих служат легкие. Воздухоносные пути хорошо развиты и состоят из носовой полости, гортани, трахеи и бронхов.

Легкие млекопитающих альвеолярного строения; бронхи, входя в тело легких, распадаются на массу все более мелких трубочек – бронхиол, которые заканчиваются полыми микроскопическими пузырьками – альвеолами. Число их у хищных достигает 300–500 млн, а суммарная площадь – до 100 м².

Кровеносная система млекопитающих характеризуется следующими основными признаками. Имеются большой и малый круги кровообращения. Сердце четырехкамерное и состоит из двух предсердий и двух желудочков, артериальная и венозная кровь не смешиваются.

Органами выделения у млекопитающих служат тазовые (метанефрические) почки, лежащие в поясничной области. Это парные органы обычно бобовидной формы. Каждая из почек состоит из двух слоев – наружного коркового и внутреннего мозгового.

Органы размножения млекопитающих более сложные, чем у других амниот. Все млекопитающие – раздельнополые животные. Половые органы самцов слагаются из парных семенников, семяпроводов и копулятивного органа (полового члена), а также двух пар желез (семенных пузырьков и предстательной железы). Семенники расположены в задней части брюшной полости или в особой складке кожи – мошонке. Половые органы самок состоят из парных (у однопроходных только левых) яичников, яйцеводов, а также матки и влагалища. Яичники самок всегда лежат в полости тела, их размеры меньше, чем у других позвоночных. Яйцеводы открываются около яичников воронками, выстланными мерцательным эпителием. По ним яйцеклетка попадает в фаллопиевы трубы и далее в матку. Матка переходит в непарное влагалище, которое открывается наружу щелевидным отверстием.

Продолжительность беременности варьирует от 2–4 недель (сумчатые, грызуны) до 2 лет (слоны). Некоторые мелкие млекопитающие могут приносить по два-три помета в год до 10 детенышей и более в каждом, крупные млекопитающие зачастую рожают один раз в 2–3 года по одному детенышу.

Экология млекопитающих. Млекопитающие населяют все материки и водоемы земного шара. Они освоили самые различные среды обитания. Поэтому среди млекопитающих можно выделить несколько жизненных форм, приспособленных к разным условиям.

У зверей, разных по своему происхождению и систематическому положению, но обитающих в одинаковых условиях среды, нередко развиваются сходные приспособительные признаки. Наличие общих признаков позволяет объединить различных по систематическому по-

ложению, но близких по образу жизни млекопитающих в несколько экологических типов (жизненных форм).

Обзор экологических групп млекопитающих

Наземные млекопитающие обитают на поверхности земли и бывают довольно крупными. Таковыми являются различные копытные, многие хищные и др. Для этих животных особое значение имеет быстрота передвижения, что позволяет им спастись бегством от врагов или догонять жертву. Это обычно стадные, сильные животные, пальцеходящие, нередко с уменьшенным числом пальцев, с образованием когтей, копыт. Ноги высокие, но с однообразным движением. Движение ног происходит преимущественно в плоскости, параллельной оси тела. Тело стройное, сплюснутое с боков. Нередкой является покровительственная окраска. Детеныши обычно рождаются хорошо развитыми.

Древесные млекопитающие приспособлены к лазанью по деревьям и кустарникам, к жизни на деревьях. Таковыми являются большинство приматов, многие хищные (лесная куница, кошка и др.), грызуны (сони, белки) (рис. 97). Обычно такие звери имеют средний и мелкий размер, длинное, стройное, округлое в сечении тело, недлинные, но очень подвижные в различных направлениях конечности. Имеются специальные приспособления к лазанью – острые когти, цепкие пальцы, цепкий хвост и т. п. Детеныши рождаются обычно в дуплах и гнездах слепыми и малоподвижными.



a



б

Рис. 97. Лесная куница (*a*) и обыкновенная белка (*б*)

Летающие млекопитающие приспособлены к полету (летучие мыши, крыланы) (рис. 98).



a

б

Рис. 98. Летучие мыши (*a*) и нильский крылан (*б*)

Основным органом полета у них служат крылья, образованные тонкой кожистой летательной перепонкой, натянутой между удлинёнными фалангами пальцев передних конечностей, передними и задними ногами и хвостом. Хорошо развиты грудные мышцы, на грудине есть киль.

Норные млекопитающие проводят часть жизни в норах, часть вне их – на поверхности земли, где и кормятся. Таковыми из грызунов являются сурки, полевки; из хищных – песцы, барсуки и др. (рис. 99).



a

б

Рис. 99. Сурки (*a*) и хорьки (*б*)

Подземные млекопитающие практически не выходят на поверхность, всю жизнь проводя под землей, находя там и убежище, и пищу. К этой группе принадлежат кроты, слепыши, слепушонки, цокоры и др. (рис. 100).



а

б

Рис. 100. Крот европейский (а) и алтайский цокор (б)

Очень резко обособленная группа, тело вальковатое, шея укороченная, ноги короткие, но сильные, хвост небольшой, иногда почти не выдающийся из меха. Волосной покров короткий, бархатистый, без ясного деления на ость и пух. Глаза слабо развиты, ушных раковин нет. Имеются приспособления для рытья – когти, зубы. Некоторые роют землю передними лапами, другие рыхлят ее зубами и отбрасывают ногами.

Полуводные млекопитающие часть времени проводят в воде, а часть – на суше (в норах, на поверхности почвы). Хорошо плавают и ныряют. В эту группу входят выдра, норка, бобр, калан, ондатра, водяная крыса, выхухоль и др. (рис. 101). Для них характерно вытянутое или компактное тело, короткие ноги, пальцы которых (все или часть) связаны плавательной перепонкой. Хвост часто уплощенный с боков или даже сверху вниз покрыт чешуйками и служит рулем при плавании. Волосной покров с грубоватой остью, хорошо смазан жиром. Ость плотно закрывает густой пух. Ушные раковины слабо выражены.

Водные млекопитающие всю или большую часть жизни проводят в воде (ластоногие, китообразные, сирены). Тело обтекаемой формы, торпедообразное, конечности превращены в ласты, шея укорочена. Волосной покров в той или иной мере редуцирован. Под кожей находятся мощные отложения жира. Китообразные имеют вытянутое тор-

педообразное тело со слабо выраженной шеей и малоподвижной головой, заканчивающееся горизонтальным хвостовым плавником, который и служит движителем. Задние конечности подверглись редукции. Кожа голая. Они никогда не выходят на сушу, размножаются в воде.



a



б

Рис. 101. Ондатра (*a*) и водяная крыса (*б*)

Несколько меньше связаны с водой ластоногие. Тело обтекаемой формы с хорошо выраженной шеей и подвижной головой. Волосистой покров зачастую хорошо развит, имеются задние конечности, не так сильно развит слой подкожного жира. На суше или льдинах в период размножения образуют большие скопления – лежбища, здесь же происходят спаривание и рождение потомства. Деление млекопитающих на экологические группы достаточно условно, так как эти группы связаны промежуточными формами.

Большая часть млекопитающих принадлежит к числу оседлых животных. Но многие из них совершают периодически длительные миграции, которые часто носят сезонный характер. Так, например, летучие мыши совершают перелеты как птицы, улетая зимой далеко на юг. Каспийские тюлени зимой держатся у берегов Ирана, а весной скапливаются у о. Тюлений. Морские котики, размножающиеся на Командорских островах, на зиму откочевывают к берегам Японии. Иногда кочевки млекопитающих не связаны с определенным сезоном года и вызываются недостатком пищи в данном районе. Белки нередко совершают длинные перекочевки в пределах лесной зоны в поисках кормовых мест, известны массовые миграции леммингов.

Численность многих видов зверей значительно колеблется. В годы с благоприятными условиями среды они интенсивно размножаются, в годы же, когда условия жизни ухудшаются, численность их падает. Хорошо известны так называемые мышинные годы, когда количество мышей и полевок резко возрастает, затем следует быстрый спад их численности. Причинами колебаний численности зверей могут быть недостаток кормов, различные заболевания, размножение врагов данного вида и другие факторы. Поэтому колебания численности различных видов зачастую взаимосвязаны, как, например, колебания численности зайца-беляка и рыси.

Большинство млекопитающих вследствие способности к терморегуляции жизнедеятельны круглый год. Но некоторые виды могут впадать в спячку или длительный сон; происходит это обычно зимой, но иногда и летом. В зимний сон впадают медведи, енотовидные собаки, барсуки. В течение ряда зимних месяцев они лежат в берлоге или норе неподвижно, не питаются и существуют за счет накопленных запасов жира. Однако температура тела, дыхание и пульс у них во время сна остаются обычными. В любой момент зверь может проснуться, например, если его потревожить. Сурки, суслики, многие летучие мыши и ряд других зверей впадают на зиму в глубокую спячку. В этом случае состояние животного близко к анабиозу. Температура тела понижается иногда почти до 0°C, колеблясь в зависимости от температуры окружающей среды. Дыхание и пульс становятся едва заметными. Как зимний сон, так и зимняя спячка обусловлены трудностями добывания пищи зимой. Некоторые обитатели засушливых районов впадают и в летнюю спячку (суслики, сурки) на время, когда выгорает скудная растительность этих мест и питаться становится практически нечем.

Многие млекопитающие используют в питании достаточно разнообразные корма, т. е. по характеру питания они являются всеядными (кабан, барсук, бурый медведь). Жевательная поверхность коренных зубов этих животных несет много небольших бугорков, кишечник средней длины. В рационе некоторых млекопитающих преобладают корма животного происхождения, такие млекопитающие относятся к зоофагам. Желудок у них устроен довольно просто, кишечник относительно короткий, а зубы острые с коническими или остробугорчатыми коронками.

Среди них можно выделить хищных млекопитающих, которые питаются в первую очередь теплокровными позвоночными (кошачьи). У этих хищников особенно развиты клыки и коренные зубы с режу-

щими краями. Насекомоядные (землеройки, летучие мыши) питаются преимущественно насекомыми и другими мелкими беспозвоночными. Ихтиофаги (тюлени, дельфины, выдры) охотятся за рыбой и другими водными животными. Планктоноядные (киты) – самые крупные из современных млекопитающих и позвоночных животных, питаются планктоном и мелкой рыбой. Трупоядные, или падальщики (гиены), питаются в основном трупами и отбросами.

В рационе многих млекопитающих преобладают корма растительного происхождения, такие млекопитающие относятся к растительноядным, или фитофагам. Растительноядные млекопитающие отличаются очень длинным кишечником и нередко усложненным строением желудка, что связано со сложными процессами переваривания растительной пищи. Коренные зубы имеют плоскую жевательную поверхность со складками эмали или с мелкими тупыми бугорками. Этим млекопитающих в зависимости от характера поедаемой ими пищи можно подразделить на несколько групп: травоядные, в рационе которых преобладают травы (быки, пищухи); питающиеся древесной растительностью (слоны, лоси); плодоядные, предпочитающие мягкие сочные плоды и ягоды (сони, приматы); семеноядные, питающиеся сухими плодами и семенами растений (белки, мыши, хомяки); корнееды (покоры, слепушонки); листоеды (ленивцы, коалы).

Некоторые звери делают на зиму значительные запасы кормов. Например, белки и бурундуки запасают орехи, желуди, шишки. Пищухи (сеноставки) осенью делают небольшие стожки сена из травы, высушенной на ветру и солнце.

Хозяйственное значение млекопитающих. Млекопитающие имеют огромное значение для хозяйственной деятельности человека. К этому классу относится большинство сельскохозяйственных животных – крупный и мелкий рогатый скот, лошади, свиньи, верблюды, кролики, собаки и др. Многие млекопитающие являются декоративными (морские свинки, хомячки) или лабораторными животными (крысы, мыши), которых в большом количестве содержат и разводят.

К этому же классу относятся все объекты звероводства, находящиеся на разной стадии одомашнивания – серебристо-черные лисицы, голубые песцы, норки, соболи, нутрии и другие виды. Разведение в неволе сопровождается выведением новых пород животных. Одних пород собак в мире официально зарегистрировано около 400. Многие млекопитающие служат объектами охоты, давая ежегодно пушнину, мясо, кожу и другие продукты. До недавнего времени широко был раз-

вит промысел морских млекопитающих – китов, тюленей, дававший жир, мясо, а также шкуры. Многие хищные звери уничтожают различных грызунов, насекомоядные (например, ежи) и летучие мыши истребляют огромное количество насекомых – вредителей растений.

Но некоторые млекопитающие – суслики, хомяки, мыши, полевки, крысы, тушканчики и другие – сами являются важнейшими вредителями сельского хозяйства. Один суслик за год уничтожает 3–4 кг зерна, а численность сусликов в южных районах огромна. Многие грызуны портят лесные и садовые насаждения, огородные растения. Крысы и мыши приносят многомиллионные убытки уничтожением и порчей продовольственных запасов. Некоторые хищники, особенно волки, наносят урон животноводству. Ряд грызунов являются опасными переносчиками и хозяевами возбудителей различных заболеваний человека. Так, распространение многих опасных заболеваний, в том числе и чумы, связано с крысами. По данным академика Е. Н. Павловского, от пандемии чумы в Европе с XI по XIX в. умерло 25 млн человек, четверть населения планеты того времени.

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика млекопитающих.
2. Систематика млекопитающих.
3. Особенности строения тела, кожи и ее производных.
4. Скелет и мускулатура млекопитающих.
5. Строение пищеварительной системы.
6. Морфология дыхательной и кровеносной систем млекопитающих.
7. Нервная система и органы чувств млекопитающих.
8. Железы внутренней секреции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Блохин, Г. И. Зоология: учебник / Г. И. Блохин, В. А. Александров. – Москва: Колос, 2005. – 512 с.
2. Грищенко, Л. И. Болезни рыб и основы рыбоводства: учебник / Л. И. Грищенко, М. Ш. Акбаев, Г. В. Васильков. – Москва: Колос, 1999. – 456 с.
3. Догель, В. А. Зоология беспозвоночных / В. А. Догель. – Ленинград: Высш. шк., 1981. – 559 с.
4. Константинов, В. М. Зоология позвоночных: учебник / В. М. Константинов, С. П. Наумов, С. П. Шаталова. – Москва: Академия, 2011. – 444 с.
5. Константинов, В. М. Лабораторный практикум по зоологии позвоночных / В. М. Константинов; под ред. В. М. Константинова. – Москва: Академия, 2004. – 272 с.
6. Красная книга Республики Беларусь. Животные: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / М-во природ. ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь; Нац. акад. наук Беларуси, пред. редкол. И. М. Качановский. – 4-е изд. – Минск: Беларус. энцыклапедыя ім. П. Броўкі, 2015. – 317 с.
7. Кузнецов, Б. А. Курс зоологии: учебник / Б. А. Кузнецов, А. З. Чернов, Л. Н. Катанова. – Москва: Агропромиздат, 1989. – 398 с.
8. Лукин, Е. И. Зоология: учебник / Е. И. Лукин. – Москва: Агропромиздат, 1989. – 384 с.
9. Моисеев, П. А. Ихтиология / А. П. Моисеев, Н. А. Азизова, И. И. Куранова. – Москва: Агропромиздат, 1981. – 384 с.
10. Пехов, А. П. Биология с основами экологии: учебник / А. П. Пехов. – Санкт-Петербург: Лань, 2000. – 672 с.
11. Шалапенок, Е. С. Практикум по зоологии беспозвоночных / Е. С. Шалапенок, С. В. Буга. – Минск, 2002. – 272 с.
12. Шарова, И. Х. Зоология беспозвоночных: учебник / И. Х. Шарова. – Москва: Владос, 1999. – 591 с.
13. Лабораторный практикум по курсу зоологии / А. И. Ятусевич [и др.]. – Минск, 1999. – 50 с.
14. Зоология / Л. Е. Трофимчик [и др.]. – Москва: УП «ИВЦ Минфина», 2008. – 427 с.
15. Зоология. Практикум: учеб. пособие / А. И. Ятусевич [и др.]. – Москва: УП «ИВЦ Минфина», 2012. – 315 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ПРОСТЕЙШИЕ (PROTOZOA).....	16
1.1. Тип Саркомастигофоры (Sarcostigophora).....	18
1.2. Тип Инфузории (Ciliophora).....	30
1.3. Тип Апикомплексы (Apicomplexa).....	35
2. МНОГОКЛЕТОЧНЫЕ (METAZOA).....	42
2.1. Тип Губки (Spongia).....	43
2.2. Тип Кишечнополостные (Cnidaria).....	46
2.3. Тип Плоские черви (Plathelminthes).....	53
2.4. Тип Первичнополостные. Круглые черви (Nemathelminthes).....	68
2.5. Тип Кольчатые черви (Annelida).....	76
2.6. Тип Членистоногие (Arthropoda).....	87
2.7. Тип Моллюски (Mollusca).....	110
2.8. Тип Иглокожие (Echinodermata).....	119
3. ХОРДОВЫЕ (CHORDATA).....	127
3.1. Подтип Личиночно-хордовые (Urochordata).....	129
3.2. Подтип Бесчерепные (Acrania).....	132
3.3. Подтип Позвоночные (Vertebrata).....	137
3.3.1. Класс Круглоротые (Cyclostomata).....	143
3.3.2. Надкласс Рыбы (Pisces).....	148
3.3.3. Класс Земноводные (Amphibia).....	181
3.3.4. Класс Пресмыкающиеся, или Рептилии (Reptilia).....	193
3.3.5. Класс Птицы (Aves).....	211
3.3.6. Класс Млекопитающие (Mammalia).....	234
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	253

Учебное издание

Татаринов Николай Алексеевич
Лавушев Виктор Иванович
Шамсудин Людмила Анатольевна
Бородулина Виктория Ивановна

ЗООЛОГИЯ

Курс лекций

Учебно-методическое пособие

Редактор *О. Н. Минакова*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*

Подписано в печать 10.11.2020. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 12,32. Уч.-изд. л. 10,51.
Тираж 100 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.