

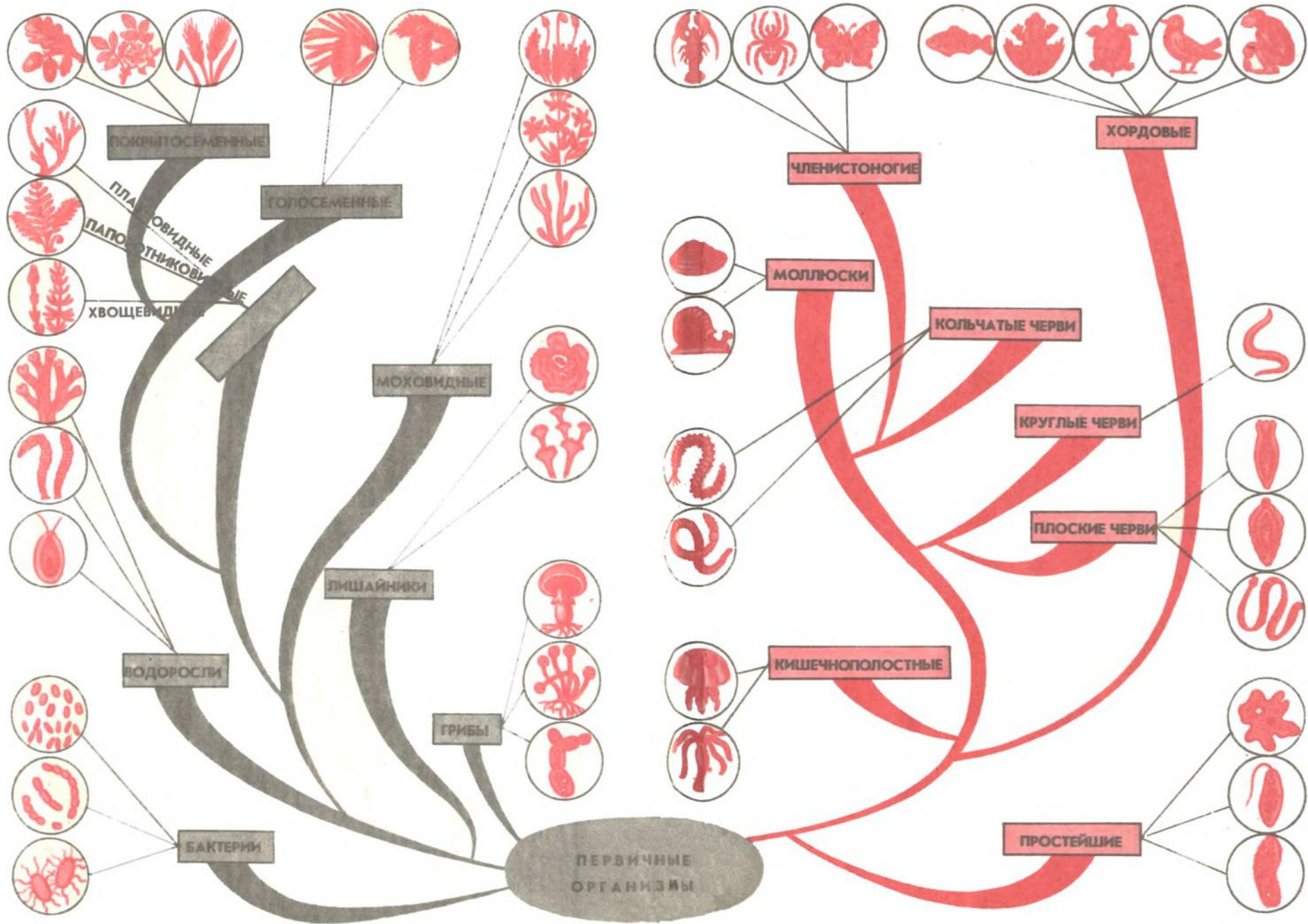


Биология

Справочные
материалы



«ПРОСВЕЩЕНИЕ»



Биология

*Справочные
материалы*

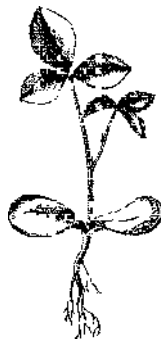
УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ

Под редакцией Д. И. Трайтака

3-е издание, переработанное

растения
бактерии
грибы
лишайники
животные
человек
общая
биология

МОСКВА
«ПРОСВЕЩЕНИЕ»
1994



Scan AAW

Д. И. Трайтак, В. А. Карьенов, Е. Т. Бровкина, С. И. Валуев,
Н. И. Кликовская, В. В. Пасечник

Рецензенты: доктор биологических наук, профессор Московского педагогического университета Н. И. Якушкина; кандидат биологических наук, учитель школы № 627 Москвы Е. А. Рашкован; старший преподаватель Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева В. В. Гриценко

Биология: Справ. материалы: Учеб. пособие для учащихся / Д. И. Трайтак, В. А. Карьенов, Е. Т. Бровкина и др.; Под ред. Д. И. Трайтака. — 3-е изд., перераб. — М.: Просвещение, 1994. — 223 с., ил.: ил. — ISBN 5-09-005165-8.

В книге для старшеклассников приведены сведения о растениях, бактериях, грибах, лишайниках, животных, человеке и общей биологии с целью оказать помощь в повторении и обобщении знаний за VI — XI классы по биологии.

Б 4306020000 — 258
103(03) — 94

Доп. бланк 1994/95, № 104

ББК 28я2я72

© Издательство «Просвещение», 1987
© Трайтак Д. И., Карьенов В. А., Валуев С. И.
и др., 1994, с изменениями

ISBN 5-09-005165-8

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящее пособие предназначено для старшеклассников, которые, не имея учебников за предыдущие годы обучения биологии, могут восстановить в памяти, конкретизировать и систематизировать ранее изученное.

Эта книга не заменяет учебники, а лишь конспективно излагает основные сведения по биологии.

Из огромного учебного материала, изучающегося в школе, отобран такой, который устанавливает связь между предметами биологического цикла (ботаника, зоология, анатомия и физиология человека и общая биология) и дает общую ориентацию в вопросах биологии.

Пособие может быть использовано для повторения и обобщения знаний на уроках, факультативных занятиях, при самостоятельной подготовке к вступительным экзаменам в высшие и средние учебные заведения.

Материал каждого раздела составлен в соответствии с содержанием действующих учебников биологии.

В каждой теме выделены курсивом основные понятия и термины, а разрядкой — имена ученых-биологов.

Для облегчения поиска ответа на интересующий учащихся вопрос следует обращаться к оглавлению каждого раздела пособия, а также к именовому и предметному указателям, которые помещены в конце книги.

Рисунки и схемы конкретизируют и дополняют содержание пособия, то есть помогают раскрыть смысл написанного, поэтому необходимо не только внимательно их рассмотреть, но и проанализировать.

После каждого раздела предложены вопросы, задания и тесты для самоконтроля. При проверке знаний нужно выписать на листок бумаги в столбик номера вопросов и после обдумывания (не более 1 мин на один вопрос) написать напротив каждого обозначения ответ:

— если в вопросе предлагалось выбрать из серии ответов — букву или буквы, соответствующие ответу;

— если нужно соотнести ряд понятий с их определениями и пр. — серию цифр и соответствующих им букв (например, 1 — в, 2 — а и т.п.);

— если предлагалось ответить на какой-либо вопрос — ключевые

слова ответа (например, «Назовите главные функции жилок листа» — «проводящая», «механическая»).

Обычно уровень знаний оценивает учитель, сейчас же это можно сделать самостоятельно. Если правильные ответы получены на 90—100% вопросов, можно ставить себе «5», 80—90% — «4», 70—80% — «3», если меньше — лучше еще раз вернуться к изученным материалам.

Аннотированный список учебной, научно-популярной и справочной литературы поможет найти дополнительные сведения на интересующие вас вопросы по биологии.

В список литературы включены книги, адресованные учащимся школы, которые могут в значительной степени расширить и углубить знания как по общим вопросам биологии, так и по частным проблемам различных отраслей биологической науки (ботаники, биотехнологии, генетики, селекции и др.).

В последнее время появилось много книг, посвященных проблемам общей и частной экологии, охраны природы и природоохранительной деятельности учащихся, которые также могут быть широко использованы всеми, кто проявил интерес к эколого-природоохранительной деятельности.

Работая с учебным пособием и дополнительными источниками информации, необходимо выделить главную мысль параграфа или главы и кратко изложить (записать) в тетради. В ней желательно также проводить записи важнейших определений, пояснений терминов, интересных и поучительных фактов и явлений с определенным комментарием.

Такой прием работы с учебным пособием и рекомендованной дополнительной научно-популярной литературой поможет учащимся получить более глубокие и прочные знания по всем разделам биологии.

Если использовать предлагаемую книгу согласно рекомендациям, то каждый, кто ее проработает, сможет обобщать и конкретизировать ранее изученный материал, а через научно-популярную литературу — самостоятельно приобретать дополнительные биологические знания.

РАСТЕНИЯ БАКТЕРИИ ГРИБЫ ЛИШАЙНИКИ



6 ВВЕДЕНИЕ

8 СТРОЕНИЕ И ЖИЗНЬ ЦВЕТКОВЫХ РАСТЕНИЙ

Общий обзор

Семя

Корень

Побег

Лист

20 РАЗМНОЖЕНИЕ РАСТЕНИЙ

Вегетативное размножение

Семенное размножение

28 РАСТЕНИЕ — ЦЕЛОСТНЫЙ ОРГАНИЗМ

30 ПОНЯТИЕ О КЛАССИФИКАЦИИ

Основные группы растений

Бактерии

Грибы

Лишайники

43 РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА

Зональная растительность

Ботанические сады

Проверьте свои знания



Ботаника (от греч. «ботанэ» — трава, зелень), или фитология (от греч. «фитон» — растение и «логос» — учение), — наука о растениях, их строении, биологии, физиологии, экологии, распространении, эволюции и систематике.

Эти вопросы изучают самостоятельные науки, которые составляют разделы ботаники. Например, *морфология растений* изучает внешнее строение, форму отдельных органов, изменение их в зависимости от внешних условий и в процессе развития. *Анатомия растений* изучает их внутреннее строение. *Физиология растений* рассматривает процессы, происходящие в растительном организме. *Систематика растений* классифицирует и выявляет родственные отношения между растениями. *География растений* изучает закономерности и причины распределения растений на земном шаре, выявляет границы их распространения. *Экология* изучает взаимосвязь растений и окружающей среды, влияние разных факторов ее на растения. *Геоботаника* изучает состав, строение, развитие и распространение растительных сообществ (фитоценозов) в связи с особенностями местообитания, их использование и возможности преобразования. *Палеоботаника* — наука о вымерших ископаемых растениях прошлых геологических эпох. *Фитопатология* изучает болезни, вредителей растений и вырабатывает меры борьбы с ними. Современный этап развития ботаники характеризуется ее связями с другими науками.

Значение растений в природе, народном хозяйстве и жизни человека определяется их способностью, используя энергию света, создавать органические вещества из неорганических (*фотосинтез*). Зеленые растения обогащают атмосферу кислородом, необходимым для дыхания живых существ, населяющих Землю. Растения поглощают из почвы воду и растворенные в ней минеральные вещества. Содержащиеся в них элементы включаются в состав органических соединений, которые идут на построение тела самого растения и служат пищей для животных и человека.

Растения используются человеком не только как источник питания, но и как сырье для разных отраслей промышленности: пищевой, текстильной, бумажной, химической и др. В зависимости от использования растения разделяют на группы: хлебные злаки (пшеница, рис, кукуруза и др.); плодовые (яблоня, груша, вишня и др.); зернобобовые (горох, фасоль, соя и др.); масличные (подсолнечник, лен и др.); сахаристые (сахарная свекла, сахарный тростник и др.); волокнистые (хлопчатник, лен и др.); эфирномасличные (кориандр, лаванда и др.); каучуконосные (гваюла, гевея и др.); декоративные (роза, хризантема, астра и др.); лекарственные (валериана, шалфей, белладонна и др.). Это преимущественно культурные растения, но человек для своих нужд использует также многие дикорастущие растения.

Разнообразие растительного мира проявляется в жизненной форме (деревья, кустарники, травы), строении и продолжительности жизни (однолетние, двулетние, многолетние), условиях произрастания, способах размножения. Наряду с высокоорганизованными многоклеточными организмами существуют и одноклеточные.



Растительные организмы можно встретить в почве, в воде и в воздухе (в лесу, на полях, озерах, реках и морях). Растения бывают бессемянные, т. е. расселяющиеся спорами (водоросли, мхи, папоротники), и семенные, т. е. размножающиеся семенами: голосеменные и покрытосеменные (цветковые). Среди цветковых растений различают *однолетние*, которые живут один год, в течение которого они вырастают из семян, зацветают, плодоносят и отмирают. *Двулетние* живут два года. В первый год из семян развивается вегетативная часть растения, на второй год образуется цветonoсный побег. После плодоношения двулетники отмирают. *Многолетние* живут более двух лет, некоторые до 100 лет и более. Достигнув определенного возраста, многолетники могут цвести и плодоносить каждый год. Однолетние и двулетние — травянистые растения, а многолетними могут быть как травянистые, так и кустарниковые или древесные растения.

Травами называют жизненную форму растений с сочными, зелеными и не одревесневающими полностью побегами. *Кустарники* — жизненная форма многолетних растений, имеющих несколько скелетных осей (главный ствол развивается лишь в начале жизни). *Деревья* — это жизненная форма многолетних растений с одним стеблем (стволом), сохраняющимся в течение всей его жизни. Все это характерно для *высших* растений, имеющих расчленение на листья, стебли, корни. У *низших* растений нет расчленения на корень, стебель и листья. Тело низших растений называют *слоевищем* или *талломом* (от греч. «таллос» — росток).

Растительный мир земного шара богат и многообразен и насчитывает более 500 тыс. видов. В нем можно встретить невидимых простым глазом микробов и гигантских размеров деревья. Некоторые тропические лианы и морские водоросли достигают 100 м и более в длину.

Весь мир живых организмов подразделяется на две большие группы: доядерные (прокариоты) и ядерные (эукариоты). К доядерным организмам относятся бактерии и цианеи (раньше их называли сине-зеленые водоросли), входящие в царство Дробянки. У ядерных организмов из царств Грибы, Растения и Животные обязательным структурным элементом клетки является ядро.



СТРОЕНИЕ И ЖИЗНЬ ЦВЕТКОВЫХ РАСТЕНИЙ

ОБЩИЙ ОБЗОР

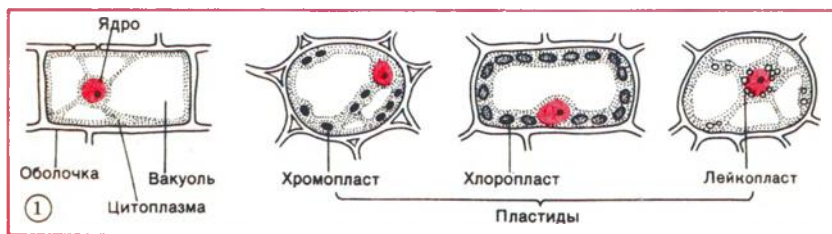
Органы. Цветковые растения очень разнообразны, но их объединяет то, что все они имеют органы: *вегетативные* (от лат. «вегетативус» — растительный) — корень, побег и его части — лист, стебель, служащие для питания и роста, и *генеративные* (от лат. «генерация» — рождение, воспроизведение) — цветок — орган семенного размножения. Органы растений отличаются друг от друга не только внешней формой, но и внутренним строением.

Клетка. Основная структурная и физиологическая единица всех растений. В ней протекают жизненно важные процессы, связанные с поступлением веществ, их обменом, превращением энергии, синтезом различных органических соединений, происходит рост, а также реакции наследования и образования биологически активных веществ¹. Клетка имеет целлюлозную *оболочку*, *цитоплазму*, в которой расположены *органойды* (ядро с ядрышком, пластиды и др.) и *вакуоли* с клеточным соком¹. Оболочка придает форму клетке и предохраняет от внешних воздействий. Между оболочками

клеток находится межклеточное вещество, соединяющее клетки. При разрушении межклеточного вещества клетки разъединяются. Живое бесцветное вязкое вещество клетки — цитоплазма — медленно движется и может сжиматься. В цитоплазме находятся все органоиды клетки. *Ядро* имеет сложный состав и строение. Без ядра клетка не может расти, делиться и через некоторое время погибает. Цитоплазма и ядро — важнейшие части живой клетки.

У цветковых растений различают зеленые (хлоропласты), желтые и оранжевые (хромопласты) и бесцветные (лейкопласты) пластиды. От них зависит окраска многих органов растений. В клетках, особенно старых, видны полости, заполненные клеточным соком. Эти полости называют *вакуолями*. В эмбриональной клетке они возникают в результате процессов разделения и расслоения в цитоплазме, а в дифференцированной клетке они обычно сливаются в одну большую центральную вакуоль, окруженную пристенным слоем цитоплазмы. В клеточном соке вакуолей содержатся сахар, соли, красящие вещества, растворенные в воде. При движении цитоплазмы поступающие в нее вещества перемещаются из одной части клетки в другую, а также из клетки в клетку. Растения увеличиваются в размерах в результате деления и роста клеток. При делении из одной клетки образуются две. Когда, вырастая, обе клетки достигают размеров исходной, они снова мо-

¹ Подробно о клетке см. раздел «Общая биология».





гут делиться. Таким образом происходит увеличение числа клеток в каждом органе.

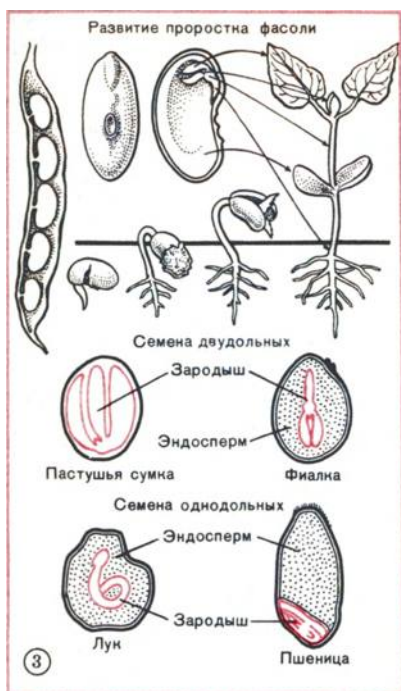
Ткани. Группу клеток, сходных по строению и выполняющих одинаковые функции, называют тканью. Клетки *образовательных тканей* (камбий, конус нарастания стебля, верхушечная точка роста корня — меристема) имеют небольшие размеры, тонкую оболочку и относительно крупное ядро. Они делятся, образуя новые клетки, из которых формируются другие ткани ⁽²⁾. Клетки *ассимиляционной* (фотосинтезирующей) *ткани* (мякоть листа, зеленые клетки коры стебля) содержат хлоропласты; в них происходит процесс фотосинтеза. В клетках *запасющих тканей* (сердцевина стебля, мякоть клубней, корнеплодов) откладываются запасы органических веществ. По клеткам *проводящих тканей* (сосуды древесины, ситовидные трубки луба) передвигаются вода и растворенные в ней вещества. Клетки *покровных тканей* (кожица, пробка) защищают глубже лежащие ткани от высыхания, температурных перепадов и разных повреждений. Клетки *механических тканей* (древесинные и лубяные волокна) придают прочность органам растения.

Таким образом, цветковое растение состоит из органов, органы — из тканей, а ткани — из клеток, которые функционируют в определенной взаимосвязи в целостном живом организме.

СЕМЯ

Строение семян. Семена развиваются из семязачатков (семяпочек), находящихся у цветковых растений в завязях пестиков. Развитию семян предшествует опыление цветков и оплодотворение (слияние мужских и женских половых клеток, или гамет), проходящее в зародышевом мешке семязачатка (подробнее об этом





см. в разделе «Семенное размножение»). Семя имеет *семенную кожуру*, образующуюся из покровов семязачатка, и *зародыш*, развивающийся из зиготы (т. е. клетки, возникающей в результате слияния гамет). В большинстве случаев есть также *эндосперм* — ткань, в клетках которой отлагается запас питательных веществ, используемых зародышем при прорастании семени. Эндосперму дает начало центральная клетка зародышевого мешка. В созревших семенах некоторых растений эндосперма нет. Это происходит потому, что питательные вещества, находившиеся в эндосперме, еще во время развития семени поглощаются зародышем и запасаются во всех его органах (у крестоцветных) или в *семядолях*, т. е. в первых листьях зародыша (например, у бобовых).

Зародыш представляет собой зачаточное растение. Обычно в зародыше различимы семядоли (две

или одна; этот признак лежит в основе разделения всех цветковых растений на два класса — Двудольные и Однодольные), зачаточный стебель с конусом нарастания на его вершине, зачаточный корень (корешок зародыша, который при прорастании разовьется в главный корень растения). У некоторых растений (например, у фасоли) в семени на конусе нарастания уже образуется почечка, содержащая первые надсемядольные листья. Эндосперм как у двудольных, так и у однодольных обычно окружает зародыш; лишь у злаков (семейство класса однодольных) он прилегает к зародышу сбоку (3).

Строение семян злаков (пшеницы, ржи и др.) своеобразно. У этих растений плод односемянный; семенная кожура срастается с околоплодником. Такой плод называют зерновкой. Эндосперм в зерновке прилегает к так называемому *щитку* единственной семядоли зародыша. Кроме щитка, в состав зародыша входят зачаточный стебелек, почечка и корешок. При прорастании зерновки питательные вещества поступают в растущие органы зародыша через щиток.

Запасные вещества семян. Развивающееся из зародыша растение нуждается в питательных веществах и получает их из семядолей или из эндосперма. Из *органических веществ* в семени присутствуют белок (клейковина), крахмал, сахар, жиры и др., из *неорганических* — вода и другие минеральные вещества. Органические и минеральные вещества есть в каждом семени, но содержание их в семенах разных растений различно. Семена одних растений содержат больше белков, других — крахмала, третьих — жира.

Прорастание семян. Перед прорастанием семени большинство растений проходят *период покоя*. У одних растений он бывает коротким, у других более длитель-



ным. Семена, которые не прошли периода покоя, не прорастают. В природе есть и такие растения (ива, тополь, вяз, мать-и-мачеха), семена которых прорастают сразу и через несколько дней или недель теряют всхожесть. Человек может сократить период покоя путем *стратификации* — выдерживания семян, которые долго не прорастают, во влажном песке при низкой температуре или *скарификации* — механического повреждения кожуры семян, имеющих плотные покровы, не пропускающие воду. Это способствует ускорению прорастания семян.

Для прорастания семян необходимы вода, тепло и воздух. При достаточном количестве воды семя набухает и плотная кожура разрывается. Тепло, вода и содержащиеся в семени ферменты способствуют превращению находящихся в семядолях и эндосперме нерастворимых зерен крахмала в растворимый сахар. Приток питательных веществ к зародышевому корешку, стебельку и почечке необходим для их роста.

Знать условия прорастания семян необходимо для установления сроков посева.

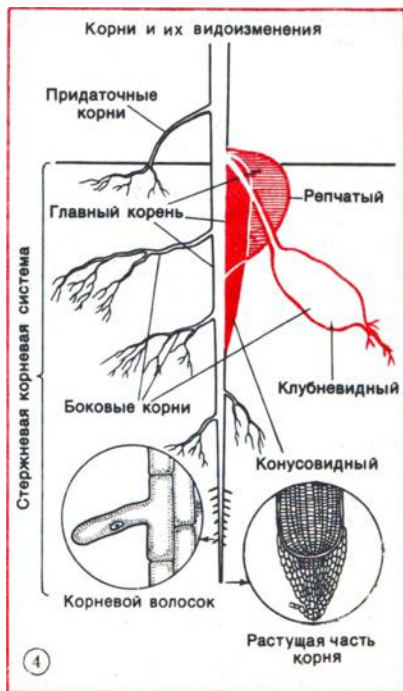
КОРЕНЬ

Корневые системы. Корень — один из основных вегетативных органов высших растений. Корни поглощают воду и питательные вещества и проводят их в надземные органы, а также прочно закрепляют растение в почве. У некоторых растений корень служитместилищем запасных питательных веществ (морковь). У корнеотпрысковых растений (малины, сирени, осины) при помощи корней осуществляется вегетативное размножение.

Возникновение корня у отдельно взятого растения — результат корнеобразования, начинающегося во время формирования и развития зародыша.

При прорастании семени первым развивается зародышевый корешок. Он превращается в *главный корень*, от которого отрастают *боковые*. Корни, отрастающие от стебля, листьев и других частей растения, получили название *придаточных*. Совокупность всех корней образует *корневую систему*.

Корневую систему, имеющую хорошо развитый главный корень (он длиннее и толще других) и отходящие от него боковые корни, называют *стержневой*. Из видоизменений стержневых корневых систем назовем конусовидные (у моркови) и репчатые (у свеклы). У клубневидных происходит утолщение придаточных корней (*корневые клубни* у георгинов, чистяка). Утолщенные главные корни, а часто и основания стебля, в которых откладываются питательные вещества, называют *корнеплодами* (у брюквы, репы) (4).





Корневая система, состоящая из придаточных и боковых корней, получила название *мочковатой* системы. Главный корень в ней различить нельзя. Он недостаточно развивается или рано отмирает.

Корневая система у многих растений достигает значительных размеров и иногда превышает надземную часть в несколько раз, проникая в глубину, например, у пшеницы до 2 м, у верблюжьей колючки до 15 м. Корневая система разрастается и вишня, например у кукурузы до 2 м, а у взрослой яблони до 15 м от ствола растения.

Кроме подземных, существуют и *надземные корни*. Среди них различают воздушные корни, которые образуются на стеблях и свисают вниз (монстера, орхидеи и др.), ходульные корни, которые отходят от ствола и, дойдя до почвы, внедряются в нее (мангровые растения влажных тропиков), цепкие корни, при помощи которых многие лианы прикрепляются к стволам, скалам и поднимаются к источнику света (плющ, ваниль и др.). У некоторых болотных растений тропиков встречаются дыхательные корни, которые поднимаются над поверхностью болота и обеспечивают воздухом корневую систему. Корневые системы выполняют важные для жизни растения функции: они абсорбируют воду и растворенные минеральные соли из почвы и служат проводящими тканями при транспорте этих веществ.

Рост и строение корня. При посеве семена располагаются в почве в разном положении, но у всех проростков корни направлены вниз, а стебли с листьями — вверх. Такие ростовые движения растений, вызываемые односторонне действующим раздражителем (сила тяжести, свет), называют *тропизмами* (от греч. «тропос» — поворот). Для главного корня характерен геотропизм —

односторонний рост под влиянием силы земного притяжения.

Корень растет в длину своей верхушкой, где находятся молодые клетки образовательной ткани. Растущая часть покрыта *корневым чехликом*, живые клетки которого постепенно слущиваются и заменяются новыми, образующимися в результате деления клеток точки роста. Корневой чехлик защищает растущую часть корня с активно делящимися клетками. На корнях сухопутных растений имеются корневые волоски, отсутствующие у многих водных растений.

Кончик корня, или *точка роста*, состоит из мелких тонкостенных клеток, заполненных цитоплазмой. Благодаря их делению происходит увеличение числа клеток. Клетки *зоны деления* выделяются желтоватым цветом из-за отсутствия или малого количества вакуолей. Протяженность зоны деления у разных растений различна. Неодинакова она и у различных корней одного и того же растения. Несколько выше клетки удлиняются (*зона видимого роста*, или *растяжения*), и корень быстро проникает в новые участки почвы. Еще выше на поверхности корня расположены *корневые волоски*, которые всасывают воду с растворенными в ней веществами. Участок с корневыми волосками называют *всасывающей зоной* корня. Корневые волоски — это сильно удлинённые выросты наружных клеток, покрывающих корень. Их длина достигает 10 мм. Каждая клетка эпидермиса корня (ризодермы) потенциально могла бы образовывать корневой волосок.

Интенсивность образования корневых волосков зависит от биологических свойств растения и экологических условий, среди которых особое значение имеет влажность среды. Количество волосков уменьшается при увеличении влажности, у корней расте-



ний, произрастающих в воде, они не образуются совсем. Корневые волоски отсутствуют также при наличии микоризы. Корневые волоски недолговечны. У некоторых растений они живут не больше суток, у яблони могут жить 15—20 суток, у хлопчатника — 14—18. Корень непрерывно растет, образуя все новые и новые участки корневых волосков. Корневые волоски могут не только поглощать готовые растворы, но и способствовать растворению некоторых веществ почвы, а затем всасывать их.

Между всасывающей зоной и стеблем находится *проводящая зона* корня, по сосудам которой вода и растворенные в ней вещества из корня поступают в стебель и листья (восходящий ток), а вещества, образовавшиеся в листьях и в стебле, по ситовидным трубкам — в корень (нисходящий ток).

Сосуды, проводящие воду, состоят из отмерших клеток, практически представляющих собой только клеточные оболочки. По сосудам корня вода под давлением поступает в стебель. Это давление называют *корневым*. *Корневое давление* и испарение воды с поверхности листьев обуславливают движение вверх воды с растворенными в ней веществами.

Минеральные вещества, необходимые растению. Почва — верхний плодородный слой земли, из которого растение получает воду и элементы питания. В почве происходит минерализация органических остатков. В этой среде живут и взаимодействуют специфические организмы. В состав почвы входят песок, глина, минеральные соли, перегной, воздух и вода. Воздух необходим для дыхания корней, поэтому на полях и в садах почву рыхлят культиваторами или другими сельскохозяйственными орудиями. В растение из почвы поступа-

ют *минеральные соли*, содержащие калий, фосфор, азот и другие элементы. Для нормального развития растений нужны также *микроэлементы*. Это бор, кальций, магний, сера, кобальт, марганец, медь, молибден, цинк и др. Количество поступающих в корни минеральных солей зависит от их содержания в почве, от влажности почвы, температуры и от вида растения. Например, в одних и тех же условиях корни гороха поглощают калия в 3 раза больше, чем натрия, а корни пшеницы — в 20 раз больше.

При недостатке в почве минеральных солей их вносят в виде *минеральных удобрений*. Удобрение, в состав которого входят азот, фосфор и калий, называют *полным*. Удобрение, не содержащее один из этих элементов, называют *неполным*.

К азотным удобрениям относят селитру, мочевины, сульфат аммония, к фосфорным — суперфосфат, к калийным — хлорид калия. Зола также применяют как калийное удобрение.

Вносят в почву и *органические удобрения*. Это вещества органического происхождения — навоз, птичий помет, перегной, торф и др.

Гранулированные удобрения готовят в форме гранул (шариков).

Внесение удобрений во время роста растений называют *подкормкой*. Если в почву вносят золу и сухие минеральные удобрения, то подкормку называют *сухой*. При жидкой подкормке удобрения разбавляют или растворяют в воде. Вносят удобрения строго по норме, так как излишек их может принести вред растениям.

Выращивать растения можно и без почвы, на водных питательных смесях, если в их составе будут все элементы, необходимые для питания растений. Такой способ выращивания растений по-



лучил название *гидропоника* (от греч. «гидро» — вода, «пóнос» — работа).

Аэропоника — также метод выращивания растений без почвы, при котором корни находятся в воздухе и периодически опрыскиваются мелкими капельками питательного раствора.

ПОБЕГ

Строение и функции побега. *Побег* — основной орган растения. Побеги бывают вегетативные и генеративные. Последние представляют собой специализированные репродуктивные органы (цветок).

Вегетативный побег состоит из оси (стебля) с листьями и почками, его называют единым органом, так как стебли и листья формируются из общего конуса нарастания (меристемы) и обладают единой проводящей системой.

У однолетних растений побеги живут один сезон, у многолетних — стебли или их части, несущие почки возобновления, обеспечивают многолетнее существование особи. Каждый побег развивается из почки, следовательно, *почка* — это зачаточный побег, состоящий из зачаточной оси (стебля), оканчивающейся конусом нарастания. На зачаточном стебле (оси) расположены друг над другом зачаточные листья разного возраста.

Почки бывают *верхушечные* (на вершине побега) и *боковые*, среди которых различают *пазушные* и *придаточные*. Пазушные почки расположены в углу между листом и идущим вверх от него участком стебля, т. е. в пазухе листа. Из них формируются боковые побеги, происходит ветвление.

Пазушные почки древесных пород, не развивающиеся весной в побег, называют *спящими*. Они, оставаясь живыми, могут не прорасти на протяжении нескольких

лет. Спящие почки прорастают, когда повреждается часть стебля (от мороза, обрезки, вырубки).

Придаточные, или *адвентивные* (от лат. «адвентивус» — пришлый), почки образуются не в пазухе листа, а на любой части тела растения: на корнях, на листьях, на междоузлиях стебля.

После вырубki деревьев из спящих и придаточных корней развиваются побеги пневой поросли.

Вегетативные почки имеют зачаточную ось (стебель), оканчивающуюся конусом нарастания, и зачаточные листья. Из таких почек развивается побег. *Генеративные* (цветочные) почки образуют зачатки цветка, или соцветия. У большинства растений рост побегов осуществляется благодаря образовательной ткани (верхушечной меристеме). Однако есть растения, у которых рост происходит за счет меристем, расположенных в основании междоузлий. Такой рост называют *вставочным* (интеркалярным), например у злаков, хвощей. Рост стебля в толщину осуществляется за счет боковой меристемы — камбия.

Разнообразие стеблей. Внешне стебли очень разнообразны. У большинства растений стебли *прямостоячие* (кукуруза, пшеница, подсолнечник). Стебель, несущий только одно соцветие или цветок, называют *стрелкой* (лилия, тюльпан, лук). *Ползучие стебли* стелются по земле и укореняются с помощью дополнительных корней (камнеломка, лапчатка). Ползучий стебель с короткими междоузлиями называют *плетью*, с длинными — *столоном*. В отличие от ползучих, стелющиеся стебли не укореняются.

Вьющиеся стебли поднимаются вверх, обвиваясь вокруг опоры (вьюнок, хмель и др.).

Лазящие растения имеют усики или придаточные корни, которые отростают от стебля, при их помощи они цепляются за опору



(плющ, горох и др.). Растения с вьющимися и лазающими стеблями называют еще *лианами*.

У некоторых растений междоузлия так коротки, что, не повреждая растения, только по присутствию листьев можно определить наличие стебля, на котором они развиваются (одуванчик, подорожник и др.). У деревьев и кустарников стебли твердые, многолетние. Одреснение их происходит начиная со второй половины лета первого года жизни. У трав стебли нежные, в большинстве случаев отмирающие на зиму. Стебель выполняет не только проводящую (передвижение веществ во все органы растения), но и механическую функцию (обеспечивает положение тела растения в пространстве и выносит листья к свету, поддерживает значительные механические нагрузки). Кроме того, в некоторых тканях стебля отлагаются крахмал, жир и другие органические вещества.

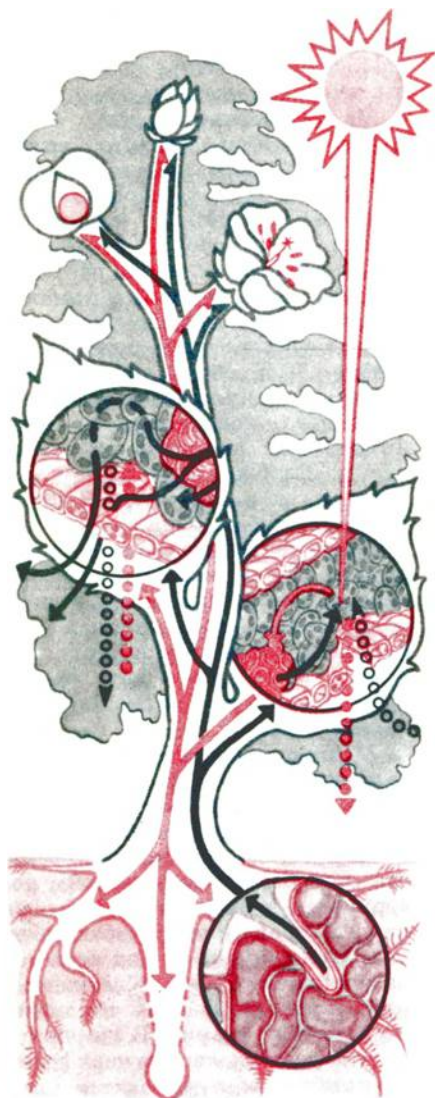
Внутреннее строение стебля у травянистых растений и деревьев не одинаково. В стеблях двудольных есть образовательная ткань — *камбий*, а стебли однодольных растений не имеют камбия, поэтому они почти не растут в толщину. У древесных двудольных растений (липы, клена и др.) пучки настолько сближены, что образуются три концентрических слоя: древесина, камбий и луб. Центральную часть стебля занимает сердцевина. Она может быть рыхлой, как у бузины, и очень плотной и плохо различимой, как у березы, дуба.

Сердцевинные лучи выполняют проводящую и запасную функции. Они проходят в радиальном направлении от сердцевинных через древесину и луб.

На поперечном срезе молодой ветки липы снаружи виден слой покровной ткани — *кожицы*, которая с возрастом заменяется многослойной покровной тканью — *пробкой* (5). В пробке есть чечевички — рыхло расположенные клетки особой ткани, пронизаемой для воды и воздуха, через которые осуществляется газообмен. Покровные ткани защищают внутренние ткани стебля от излишнего испарения, от проникновения атмосферной пыли и т. д. Глубже находится кора, внутренняя часть которой представлена лубом. Она состоит из лубяных волокон и ситовидных трубок. Проводящие и механические элементы древесины и луба расположены вдоль стебля, а в поперечном направлении через древесину и луб проходят сердцевинные лучи, состоящие из рядов живых клеток.

Между древесиной и лубом залегает особый слой живых клеток образовательной ткани, называемой *камбием*. Клетки камбия одновременно делятся в плоскости, как бы «параллельной» поверхности стебля, при этом из одного слоя клеток возникают два. Только один из них остается камбиальным слоем. Клетки второго слоя становятся клетками постоянной ткани. Если такие клетки расположены к периферии от камбия, они становятся клетками луба, если же к центру





-  - Свет
-  - Вода и минеральные вещества
-  - Кислород
-  - Углекислый газ
-  - Органические вещества

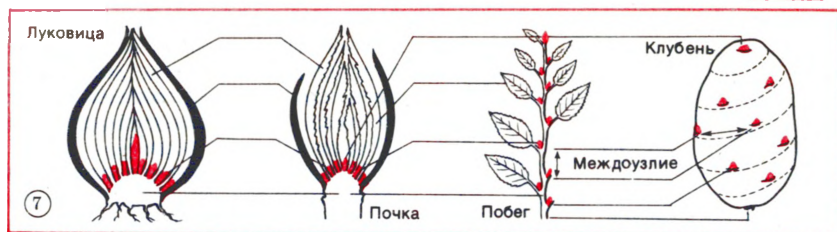
⑥

стебля — клетками древесины. Клеток древесины камбий образует больше, и поэтому слой древесины бывает намного толще слоя луба.

Клетки древесины, образовавшиеся за весну, лето и осень одного года, составляют слой, называемый *годовичным кольцом прироста*. Годичные кольца обычно хорошо различимы потому, что весной с началом сокодвижения камбий откладывает крупные клетки с тонкими оболочками. Осенью у большинства деревьев новые клетки древесины мелкие и с более толстыми оболочками. С глубокой осени и до весны следующего года клетки камбия не делятся. У тропических растений, которые в течение года не прекращают свой рост, годовичные кольца незаметны.

Передвижение веществ по стеблю осуществляется в виде восходящего и нисходящего токов. Восходящий ток осуществляется по древесине, основным проводящим элементом которой являются сосуды и трахеиды (мертвые клетки, соединяющиеся между собой при помощи окаймленных пор). Проводящие сосуды стебля соединяются с расположенными в жилках сосудами листа и с сосудами части корня (6). С нисходящим током органические вещества, образовавшиеся в листьях, оттекают во все органы растения. Он проходит по ситовидным трубкам луба, состоящим из живых клеток, соединяющихся между собой ситовидными пластинками — перегородками с мелкими отверстиями. Питательные вещества могут также передвигаться горизонтально по клеткам сердцевинных лучей.

Видоизменение побегов произошло в процессе длительной эволюции, как следствие приспособления к выполнению специальных функций. Например, корневища, клубни и луковицы — это не только запасяющие побеги. Они



часто выполняют функцию вегетативного размножения.

Корневище — подземный побег, расчлененный на узлы и междоузлия. В узлах образуются придаточные корни, а в пазухах видоизмененных (чешуевидных) листьев — пазушные почки. На корневище, как и у надземного побега, есть верхушечная и боковые почки. Из почек корневища вырастают его боковые ответвления и надземные побеги. В корневищах пырея, ветреницы, ландыша и др. откладывается много питательных веществ, которые расходуются весной для образования новых вегетативных органов, а также цветков, плодов и семян.

Клубнями ⑦ называют верхушечные утолщения подземных побегов (столонов), в которых откладывается большой запас органических веществ, преимущественно крахмала. Клубень имеет очень короткие междоузлия. На месте листьев остаются продолговатые листовые рубцы — бровки. Над бровками находятся пазушные почки. Почки расположены в небольших углублениях и частично окаймлены бровкой; все это вместе принято называть *глазком*. Глазков больше в верхушечной части клубня. Противоположную часть, соединяющую клубень со столоном, называют основанием. Утолщения главного стебля у капусты кольраби или боковых побегов у некоторых видов орхидей образуют надземные клубни. Надземные столоны (плетни), которые еще называют «усами», встречаются у многих растений. У земляники, например,

верхушечная почка столона дает розетку листьев, укореняется, после чего столон отмирает.

Луковица лука, тюльпана, лилии и др. — подземный (реже надземный) побег с очень коротким стеблем (донцем) и видоизмененными листьями (сухими или сочными чешуями). В сочных чешуях откладывается запас питательных веществ. На верхушке донца расположена верхушечная почка, а между сочными чешуями — пазушные почки, из которых вырастают надземные побеги. На донце образуются придаточные корни.

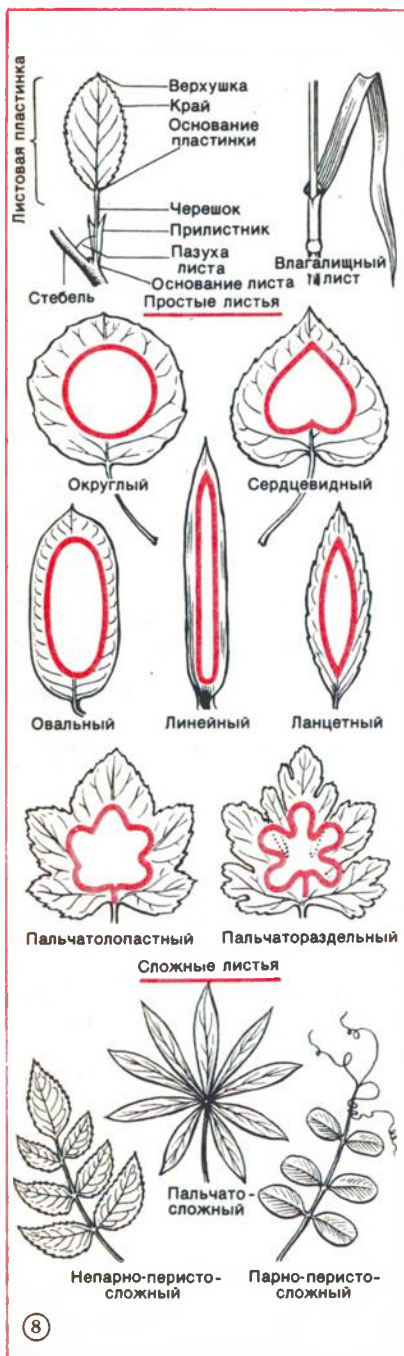
Из других видоизменений побегов можно называть *колючки* дикой яблони, груши, боярышника, *усики* у винограда, огурцов, тыквы.

ЛИСТ

Внешнее строение листа.

Лист — вегетативный орган, образующийся на стебле и выполняющий важнейшие функции зеленого растения — фотосинтез, транспирацию (регулируемое испарение воды) и газообмен.

У большинства растений листья имеют зеленую окраску и состоят из листовой пластинки и черешка, с помощью которого прикрепляются к стеблю. Такие листья называют черешковыми (у яблони, березы). Листья без черешков называют сидячими (у льна, агавы). У злаков нижняя часть листа расширена и охватывает стебель, образуя влагалище (влагалищные листья). У многих растений у основания черешка



листа развиваются особые выросты — прилистники, имеющие вид пленок, чешуек, маленьких листочков. Размер листьев бывает от нескольких миллиметров до 10 м и более (у пальм).

Продолжительность жизни листьев зависит от морфолого-физиологических особенностей растения, сезонных изменений в природе (продолжительной засухи, резких похолоданий и других факторов). У листопадных растений лист удерживается на протяжении вегетационного периода, т. е. несколько месяцев; у вечнозеленых (ели, сосны, плюща, араукарии и др.) — от 1,5 до 5 лет и более.

Видоизменения листьев возникли в процессе эволюции вследствие влияния окружающей среды, поэтому они иногда не похожи на обыкновенный лист. Например, колючки у кактусов, барбариса и др. — приспособления к уменьшению площади испарения и своего рода защита от поедания животными. Усики у гороха, чины прикрепляют лазающий стебель к опоре.

Сочные чешуи луковиц, листья кочана капусты запасают питательные вещества, а *кроющие чешуи* почек — также видоизмененные листья — защищают зачаток побега. У насекомоядных растений (росянка, пузырчатка и др.) листья — *ловчие аппараты*. Такое приспособление связано с особенностями питания.

В отличие от корня и стебля, имеющих радиальную симметрию, типичные листья — плоские двустороннесимметричные органы.

Листья бывают *простыми* и *сложными* (8). Простые имеют листовую пластинку и черешок, а у сложных на черешке расположено несколько листочков. Во время листопада простые листья опадают целиком (у дуба, клена, березы), а сложные (у каштана, акации) — отдельными частями.

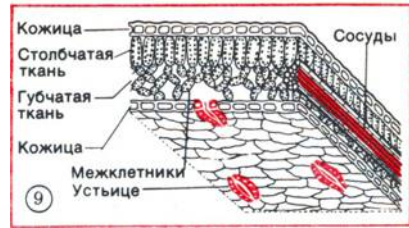


Листорасположение. Листья развиваются на узлах, т. е. на участках побега, несущих лист. Участки стебля между узлами называются *междоузлиями*.

Как простые, так и сложные листья располагаются на стеблях в определенном порядке. При *очередном*, или *спиральном*, листорасположении на узле находится только один лист (у вишни, груши). При *супротивном* на узле находятся два листа, расположенные один против другого (у сирени, фуксии, глухой крапивы). При *мутовчатом* листорасположении на узле находятся три и более листа, образуя по окружности узла мутовку. У многих растений (подорожника, лапчатки гусиной, одуванчика) междоузлия едва заметны. Листья у этих растений расположены у самой земли в виде розетки. Часто у растений (липа, плющ, герань и др.) листья имеют черешки неодинаковой длины и листовые пластинки неодинаковой величины; при этом они располагаются на стебле, не затеняя друг друга, и образуют *листовую мозаику*. Более мелкие листья заполняют просветы между крупными. Это способствует максимальному использованию света.

Внутреннее строение и функции листа. Лист, как и все органы цветкового растения, имеет клеточное строение ⑨. Снаружи он покрыт прозрачной *кожицей* (эпидермой) — покровной тканью, предохраняющей внутренние клетки листа от высыхания и повреждений. На поверхности листа у некоторых растений образуются выросты кожицы в виде волосков, которые защищают лист от перепадов температуры и регулируют испарение.

В кожице (преимущественно нижней стороны листа) имеются многочисленные (более миллиона на 1 лист липы) образования — *устьица*, обеспечивающие газообмен и испарение воды растени-



ем. Каждое устьице состоит из двух замыкающих клеток и устьичной щели. Изменения объема и формы замыкающих клеток приводят к открыванию и закрыванию устьиц и зависят от интенсивности газообмена, связанного с фотосинтезом и дыханием, а также испарения воды листьями.

Испарение в жаркую погоду способствует охлаждению листьев, передвижению воды и растворенных в ней веществ, но при недостаточном увлажнении почвы приводит к завяданию, а то и гибели растения. Различают испарение воды через кутикулу на поверхности растения (кутикулярное) и устьичное (через устьица) (см. 6). Скорость транспирации воды листьями зависит от многих причин: биологических особенностей самих растений, от экологических условий.

Основная ткань листа — ассимиляционная (фотосинтезирующая) — состоит из клеток двух типов. Под верхней кожицей располагаются в два-три плотных слоя клетки столбчатой (палисадной) ткани, а под ними рыхло лежат клетки губчатой ткани, которая имеет относительно крупные *межклетники* — пространства, заполненные воздухом. В клетках ассимиляционной ткани, осуществляющей *фотосинтез*, содержатся зеленые пластиды — *хлоропласты* (более подробно о фотосинтезе см. в разделе «Общая биология»).

Дыхание происходит днем и ночью во всех живых клетках растений. Растения дышат кисло-



родом, а выдыхают углекислый газ, как животные и человек, выделяя и необходимый для жизни кислород как побочный продукт фотосинтеза. Благодаря способности к фотосинтезу и ассимиляции неорганических соединений азота и серы растения играют особую роль в круговороте веществ в природе. Зеленый лист растения продуцирует органическую массу, являясь крупнейшим производителем различных углеводов.

Жилкование листьев представляет собой систему проводящих пучков, связывающих лист со стеблем. По сосудам жилок движется вода с растворенными в ней веществами. По ситовидным трубкам жилок оттекают во все органы растения органические вещества, образовавшиеся в листьях.

Волокна, входящие в состав жилок, придают листьям прочность и упругость. Таким образом, жилки выполняют не только проводящую, но и механическую функцию.

Листопад приводит к уменьшению испарения воды в неблагоприятное для жизни растений время года. Многие растения сбрасывают листья на зиму, так как холодная вода не всасывается корнями, а мороз действует иссушающе. У тропических растений листопад бывает в сухой период года. Накопление большого количества продуктов обмена в листьях также может привести к листопаду.

Велика роль зеленого листа в жизни нашей планеты. Как известно, из космоса Земля получает солнечную энергию, превращение которой в химическую происходит преимущественно в зеленых растениях.

Вся жизнь на Земле связана с зеленым листом, поэтому вполне справедливо говорят, что жизнь — это лучи Солнца, усвоенные зеленым листом растений.

РАЗМНОЖЕНИЕ РАСТЕНИЙ

Размножение — процесс, приводящий к увеличению числа особей. У цветковых растений различают вегетативное размножение, при котором образование новых особей происходит из клеток вегетативных органов, и семенное размножение, при котором формирование нового организма происходит из зиготы, возникающей при слиянии половых клеток, чему предшествует ряд сложных процессов, осуществляющихся главным образом в цветках.

ВЕГЕТАТИВНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ

Вегетативное размножение довольно часто встречается в природе и используется в практике сельского хозяйства, поэтому различают *естественное* и *искусственное* вегетативное размножение ⁽¹⁰⁾. Корневищами размножаются, например, пырей, ландыш, майник, купена и многие другие дикорастущие растения. Когда старый отрезок ветвистого корневища отмирает, молодые его отрезки с придаточными корнями, почками и надземными побегами становятся самостоятельными растениями.

Многие виды луков, лилий, нарциссов, тюльпанов размножаются *луковицами*. У луковицы от донца берет начало мочковатая корневая система, а из некоторых почек развиваются молодые луковички, называемые *детками*. Из каждой луковички-детки со временем вырастает новое взрослое растение. Маленькие луковички могут образовываться не только под землей, но и в пазухах листьев некоторых лилейных. Опадая на землю, такие луковички-детки также развиваются в новое растение.



Надземными видоизмененными побегами размножаются ползучий лютик, лесная земляника, камнеломка и др. Отломившиеся ветки ивы, тополя, попав в благоприятные условия, укореняются и дают начало новому растению. Такие растения, как одуванчик, хрен и др., могут размножаться частями корня, а осот, вьюнок и другие корнеотпрысковые сорные растения размножаются корнями, на которых образуются придаточные почки, а из них развиваются побеги — *отпрыски*.

Размножение листьями происходит реже, но встречается у таких растений, как луговой сердечник. На влажной почве у основания отломившегося листа развивается придаточная почка, из которой вырастает новое растение. Листьями размножают узамбарскую фиалку, некоторые виды бегонии и другие растения. На листьях бриофиллума образуются почки, которые, опадая на землю, укореняются и дают начало новым растениям. Все это — примеры естественного вегетативного размножения.

Искусственное вегетативное размножение, основанное на всех видах естественного, применяют в сельском хозяйстве.

Размножение делением: 1) *кустов* — сирени, спиреи и др., когда растение достигает таких размеров, что его можно разделить на несколько частей. Деление проводят обычно весной или осенью; 2) *корневищ* — канн, ирисов и др. Каждый отрезок, взятый для размножения, должен иметь или пазушную, или верхушечную почку. Деление производят в конце периода вегетации или перед его началом; 3) *клубней* — картофеля, топинамбура (земляной груши), когда их недостаточно для посадки на определенной площади, особенно ценных сортов. Деление клубня проводится так, чтобы каждая часть



имела глазок. Чтобы запас питательных веществ был достаточным для воспроизведения нового растения, масса разделенных частей клубня должна быть примерно от 30 до 60 г; 4) *клубнекорней* (корневой шейки), которые отличаются от настоящего клубня тем, что они не имеют узлов и междоузлий. Почки расположены только на корневой шейке или стеблевом конце, поэтому у батата (сладкого картофеля), георгинов, клубневой бегонии проводится деление корневой шейки с клубневидными образованиями корней; 5) *корней* — малины, хрена и др., которые в благоприятных условиях могут воспроизвести новые растения.

Размножение отводками, при котором часть побега укореняют, не прерывая ее связи с материнским растением. Уже укоренившиеся ветви отделяют от материнского растения и пересаживают на постоянное место.



Размножение черенками производят, отделяя часть материнского растения и создавая условия для образования на нем придаточных корней. Черенки можно отделять не только от побегов, но и от корней и листьев. В зависимости от этого различают стеблевые и листовые черенки. Одревесневшие черенки (черной смородины, тополя, ивы и др.) лучше брать однолетние, длиной 20—30 см. Многие декоративные растения (пеларгонии, традесканции, колеусы и др.) размножают зелеными облиственными черенками. Листовые черенки представляют собой пластинку листа, отделенную от побега вместе с черешком. Листовой черенок должен воспроизвести не только корни, но и побеги. Для этого отделенный лист сажают в сырой песок, прикрывая черенок стеклянным колпаком, где он и укореняется. Листовыми черенками хорошо размножаются глоксинии, бегонии и др.

Прививка 10, как и черенкование, — искусственный способ вегетативного размножения растений. Он основан на пересадке частей одного растения (*привой*) на другое (*подвой*) и сращивании их друг с другом. Такую пересадку принято называть *трансплантацией*.

В практике проводят прививки одной почкой — глазком, которые называют *окулировкой* (от лат. «окулус» — глаз). Глазок может быть прорастающим или спящим. Почки берут из средней части здоровых побегов, так как нижние глазки слабы, а верхние еще недоразвиты. При окулировке делают Т-образный разрез, отгибают края коры, вставляют глазок, пригибают края снова и обвязывают. Срастание глазка с подвоем происходит через 10—15 дней. Кроме окулировки, существует несколько способов прививки черенком (*копулировка* с язычком, врасщеп, за кору, сближением

и др.). Для таких прививок отделяют от материнского растения черенок (привой) с 2—3 почками и тем или иным способом прикрепляют к подвою. Для понижения сущности биологических процессов, происходящих при срастании привоя и подвоя, важное значение имеют вопросы родства прививаемых растений. Обычно хорошо прививаются друг к другу растения близких сортов, близких видов.

СЕМЕННОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ

Строение цветка. Наличие цветка, из которого развивается плод с семенами, является основным отличительным признаком цветковых (покрытосеменных) растений. *Цветок* представляет собой укороченный видоизменившийся генеративный побег с ограниченным ростом (11). Цветком обычно оканчивается главный или боковой побег. Часть стебля, непосредственно несущую цветок, называют *цветоножкой*. Нередко цветоножка едва заметна или отсутствует. Такие цветки называют сидячими. У некоторых однодольных растений на цветоножке бывает один, а у двудольных — два и больше маленьких листиков, получивших название *прицветников*. У цветков многих растений их нет. Расширенную часть цветоножки называют *цветоложем* (осью цветка). Для него характерно отсутствие выраженных междоузлий. На цветоложе расположены все части цветка: листочки околоцветника (чашелистики, лепестки), тычинки и пестики. Цветоложе у одних растений плоское, у других выпуклое или вогнутое. Стеблевую природу цветоложа доказывают случаи его прорастания (*пролификации*), т. е. сильного удлинения оси с образованием над цветком побега или нового цветка. Околоцветник (покров цветка) мо-



жет быть простым (все его листочки более или менее одинаковы) или двойным (наружные листочки, или чашелистики, сильно отличаются от внутренних, или лепестков).

Чашечка цветка состоит из разного числа обычно зеленых, а иногда другого цвета чашелистиков, расположенных свободно или сросшихся. Следовательно, чашечка — это совокупность чашелистиков цветка. По происхождению чашелистики в большинстве случаев — это видоизменившиеся верхушечные листья. Они защищают внутренние части цветка, особенно в состоянии бутона.

Венчик представляет собой совокупность *лепестков*, окраска которых зависит от наличия в них разных пигментов — красящих веществ, содержащихся в клетках. Лепестки не только защищают пестик и тычинки, но обычно и привлекают насекомых-опылителей.

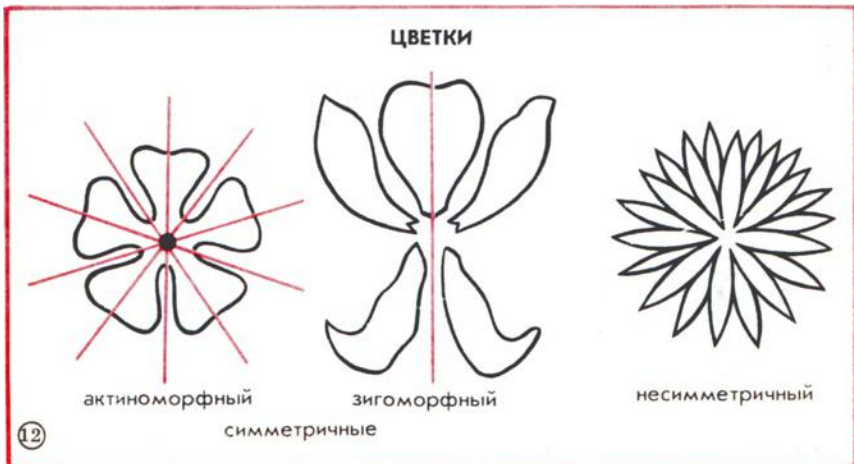
Лепестки околоцветника (простого и двойного) могут располагаться так, что через него можно провести несколько плоскостей *симметрии* (цветки капусты, редьки и др.). Такие цветки называют *правильными*, *симметричными*. Если через цветок нельзя



метрии, то его называют *асимметричным* (12).

Существуют цветки, не имеющие околоцветника, их называют голыми (у ясеня, ивы).

Главные части цветка — *тычинки* и *пестики*.





растений неодинаково. Например, тычиночная нить бывает узкоцилиндрической, плоской, короткой или вовсе не развитой. К верхушке тычиночной нити прикреплен *пыльник*, который состоит из продольных половинок. Каждая половина пыльника у большинства растений разделена на два *пыльцевых гнезда*, или *пыльцевых мешка*. В них развиваются *микроспоры*, а из них — пыльцевые зерна.

Пыльцевое зерно (пылинка) — микроскопическое образование семенных растений, в котором развиваются мужские половые клетки — *спермии*, необходимые для оплодотворения.

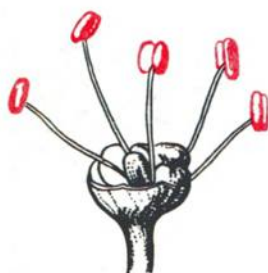
В цветке может быть один (капуста, вишня, слива) или несколько пестиков (шиповник, малина). Пестик состоит из *завязи*, в которой находятся семязачатки (*семяпочки*), *столбика* (одного или нескольких) и *рыльца*, на котором прорастает попавшая при опылении пыльца. Завязь бывает *верхняя* (свободная), т. е. прикрепленная основанием к цветоложу, *средняя* — срастается с цветоложем или основаниями остальных частей цветка не до самого верха, *нижняя* — под околоцветником, остальные части цветка срастаются с ней основаниями и кажутся прикрепленными к ее верхушке.

Завязь может иметь разное число гнезд. В гнезде может быть одна или несколько семяпочек, из которых после опыления цветка и оплодотворения развиваются семена, а из завязи образуется плод. Чаще всего встречаются цветки, в которых есть как тычинки, так и пестики. Такие цветки называют *обоеполыми*.

Однополыми называются такие цветки, которые имеют только тычинки или только пестики (тычиночные и пестичные цветки). Например, у кукурузы на верхушке расположено соцветие метелка, состоящее из тычиночных цветков, а пестичные цветки расположены в соцветиях початках. Так как они находятся на одном растении, то его называют *однодомным*. Однодомны также тыква, орешник, дуб, береза и др. У *двудомной* конопли на одном растении расположены тычиночные цветки, а на другом — пестичные. Двудомны также ива, тополь, осина и др. (13).

Нектарники — особые железы в цветках, выделяющие сахаристую жидкость — нектар. Они очень разнообразны по величине и форме, по происхождению и расположению на частях цветка. Добывая нектар и пыльцу, насекомые опыляют цветки. Количество нектара не остается постоянным в течение суток. Например, у ли-

ЦВЕТКИ ВИНОГРАДА

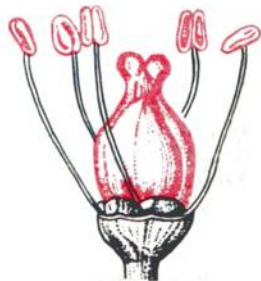


(13)

мужской



женский



обоеполый



пы, глухой крапивы, душицы и др. наибольшее количество нектара выделяется утром, у фацилии, кипрея и др.— днем, а у медуницы, чины и др.— вечером.

Чтобы иметь более полное представление о строении, расположении частей цветка, составляют его диаграмму, которая представляет схематическую проекцию цветка на плоскость, перпендикулярно оси цветка 11.

Соцветия. У многих растений развиваются одиночные цветки. Они располагаются по одному на верхушке побега (верхушечные) или в пазухах листьев (пазушные). У других растений цветки сидят не одиночно, а группируются в определенном порядке на верхушках вегетативных побегов. Такие разветвленные побеги, которые несут на себе цветки, получили название соцветий. Соцветие представляет собой побег, несущий цветки, прицветники и прицветнички. Прицветником называют лист, в пазухе которого находится цветоножка, а лист на самой цветоножке называется прицветничком. Соцветия бывают простые и сложные 11.

Простые — те, у которых на неразветвленной оси в пазухах прицветников расположено по одному цветку. Например, простой колос у подорожника. У него цветки не имеют цветоножек и расположены на общем цветоносном побеге. У черемухи, ландыша также простое соцветие кисть, у которой на длинной главной оси на цветоножках располагаются отдельные цветки, расцветающие по направлению снизу вверх.

Сложные соцветия состоят из нескольких простых. Например, соцветие пшеницы образовано несколькими простыми колосками, и его называют сложным колосом. Соцветия моркови, петрушки образованы несколькими простыми зонтиками, поэтому их называют сложными зонтиками.

Опыление — процесс, необходимый для последующего осуществления оплодотворения, это перенос пыльцы из пыльников на рыльца пестиков.

Различают два типа опыления: *самоопыление* и *перекрестное опыление*. При самоопылении пыльца переносится в пределах одного цветка. Самоопыление происходит различными способами: на рыльце пестика может попасть пыльца с тычинок этого же цветка, самоопыление происходит и в нераспустившихся цветках.

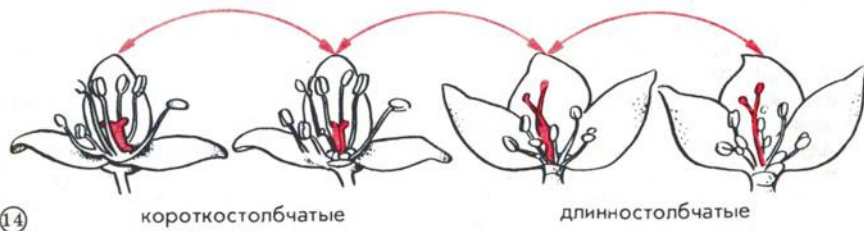
При перекрестном опылении пыльца переносится с одного цветка на другой. Перекрестное опыление осуществляется с помощью ветра, воды, а также насекомых, птиц и других животных. Цветки насекомоопыляемых растений преимущественно бывают яркими, имеют запах, нектар, липкую пыльцу с выростами. Перекрестному опылению способствует и одновременное созревание пыльников и пестиков в одном цветке, например у разностолбчатых гетеростильных цветков гречихи. Цветки у одних растений могут иметь короткие тычинки и длинные пестики, у других, наоборот, — длинные тычинки и короткие пестики (14).

Цветки, опыляемые птицами (колибри, нектарницами, белоглазками), характеризуются отсутствием запаха, что связано со слабо развитым обонянием у птиц. Птицеопыляемые цветки растений тропических и внетропических районов имеют яркий околоцветник или прицветные листья (чаще красные, оранжевые, иногда с сочетанием зеленой, желтой и алой расцветок). Нектар у этих цветков водянистый (около 5% сахара), но выделяется его очень много, что и привлекает птиц-опылителей.

У ветроопыляемых растений цветки мелкие, не имеют яркой окраски и аромата и обычно собраны в соцветия. Пыльники,



ТИПЫ ОПЫЛЕНИЯ ЦВЕТКОВ ГРЕЧИХИ:



в которых образуется много пыльцы, расположены на длинных тычиночных нитях. Пыльца сухая, мелкая и при раскрытии пыльника выбрасывается наружу, образуя облачко. Рыльца пестиков у таких растений широкие и длинные, перистые — приспособленные к улавливанию пыльцы.

Опыление с помощью воды встречается у немногих водных растений (роголистников, взморников, валлиснерии, элодеи и др.).

Искусственное опыление — это перенос пыльцы с тычинок на пестики цветков, осуществляемый человеком с определенной целью: для повышения урожайности культурных растений или выведения новых сортов растений. При выведении новых сортов подбирают исходные виды и сорта растений для искусственного опыления, которое называется *скрещиванием*. Скрещивание двух или нескольких наследственно различающихся по тому или другому признаку растений получило название *гибридизации*. При помощи гибридизации ученые вывели многие сорта культурных растений.

Оплодотворение должно произойти после попадания пыльцы на рыльце пестика. Этому процессу предшествует прорастание пыльцевого зерна на рыльце. Прорастание пыльцы начинается с разбухания пыльцевого зерна и разви-

тия пыльцевой трубки, которая растет через ткани рыльца и столбика, врастает в полость завязи, достигает семязачатка и входит в него через микропиле (от греч. «микро» — малый, «пиле» — ворота). В семязачатке к этому времени бывает развит зародышевый мешок, образовавшийся из мегаспоры и состоящий, как правило, из семи клеток, одна из которых — *яйцеклетка* (т.е. женская гамета), а самая крупная — *центральная клетка* с двумя ядрами (или с одним, если эти ядра слились, образовав вторичное ядро). Войдя в зародышевый мешок, пыльцевая трубка вскрывается, из нее выходят два *спермия* (две мужские гаметы). Один из спермиев сливается с яйцеклеткой, образуя *зиготу*, а другой — с центральным ядром зародышевого мешка. Этот процесс называют *двойным оплодотворением*. Из зиготы затем развивается зародыш, а из центральной клетки — эндосперм (ткань, запасаящая питательные вещества) (15). (Более подробно об оплодотворении рассказано в разделе «Общая биология».)

После оплодотворения семязачаток превращается в семя, имеющее зародыш и эндосперм. Покровы семязачатка образуют семенную кожуру. Вся завязь постепенно превращается в плод. В его образовании могут принять участие и другие части цветка.



Плод, образованный из нескольких пестиков одного цветка, получил название *сборного* (у малины, ежевики). Плоды различаются величиной, формой, консистенцией околоплодника (сухие или сочные), бывают односемянные (подсолнечник, вишня и др.) и многосемянные (мак, огурец и др.). Их классифицируют, используя общие признаки.

Распространение плодов и семян. Разбрасывание плодов и семян происходит при помощи самого растения или используются различные посторонние силы (ветер, вода, животные). Наиболее простой способ самораспространения — это удаление плодов и семян при падении их на землю с материнского растения (яблоня, грецкий орех и др.). У многих бобовых, недотроги, журавельника зрелые плоды при подсыхании с силой лопаются и отбрасывают семена на значительное расстояние от материнского растения. Растение бешеный огурец «стреляет», если прикоснуться к его зрелым плодам; вместе с липкой жидкостью вылетают и семена. Арахис, или земляной орех, «зарывает» свои плоды в почву на некотором расстоянии от материнского растения.

Очень часто плоды и семена распространяются ветром. Такие плоды и семена имеют разные парусные приспособления: всякого рода выросты, крылья, летучки и т. д. Например, семена ив, тополей, иван-чая и др. имеют хохолок из волосков, выросших на кожуре семени.

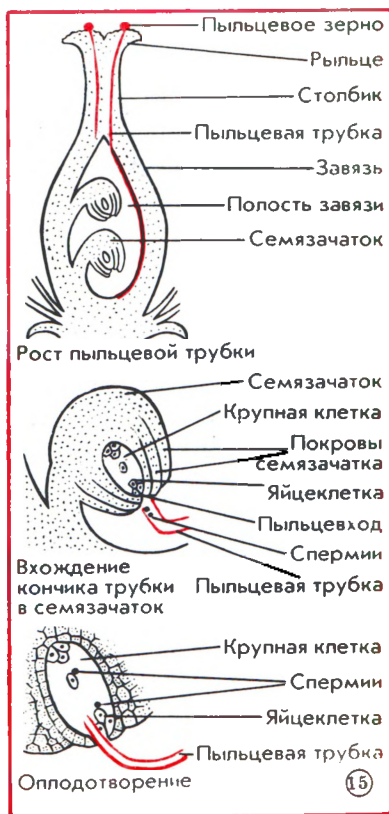
У вяза, клена, ясеня, березы — плоды-крылатки. Некоторые растения степей (курай, качим, василек растопыренный и др.) при созревании плодов отрываются от земли, и ветер перекачивает их по полю на большие расстояния, рассеивая семена. Такие гонимые ветром растения получили название «перекачи-поле». Ветром разносятся и мельчайшие семена

заразики, орхидеи и других растений.

Распространение семян животных происходит у растений, образующих сочные плоды, которые поедаются животными, а семена их не перевариваются и извергаются вдали от материнского растения.

Сухие плоды череды, дурнишника снабжены зацепками, шипами, крючками. Этими выростами они цепляются к животным и разносятся на большие расстояния. У омелы, липкого шалфея и др. семена или плоды липкие. Они прилипают к животным и, подсыхнув, отваливаются на новом месте.

Распространение водой характерно для плодов растений, обитающих на берегах водоемов.





Типы плодов растений

Типы плодов		Название плодов	У каких растений встречаются
по консистенции околоплодника	по числу семян		
Сухие нераскрывающиеся	Односемянные	Семянка	Подсолнечник, одуванчик
		Зерновка	Пшеница, рожь, ячмень
		Орех	Орешник, грецкий орех
Сухие раскрывающиеся	Многосемянные	Стручок	Капуста, редька, сурепка и др.
		Боб	Горох, фасоль, соя и др.
		Коробочка	Мак, дурман, хлопчатник
Сочные	Односемянные	Костянка	Вишня, слива, черемуха, терн
Сочные	Многосемянные	Ягода	Томаты, смородина, виноград

Такие плоды имеют выросты в виде лодочки или в виде мешочков, заполненных воздухом (осоки, кувшинки, тростники и др.).

РАСТЕНИЕ — ЦЕЛОСТНЫЙ ОРГАНИЗМ

Размножение — основная биологическая функция всякого живого организма.

В одних случаях у растений размножением завершается жизненный путь, например у однолетних и тех многолетних растений, у которых плодоношение бывает один раз в жизни. После плодоношения материнский организм отмирает (бамбук, некоторые виды пальмы и др.). В других случаях размножение совершается многократно (многолетние травы, деревья и кустарники).

Каждое растение начинает размножаться в определенную

пору своей жизни. И независимо от того, семенным или вегетативным способом происходит размножение, растения воспроизводят себе подобных.

Движение растений связано с ростом, т. е. изменением формы и массы, растительного организма. В результате неравномерного роста освещенной и затененной стороны верхушки молодых стеблей и листовые пластинки изгибаются в сторону источника света. Под действием тепла, ненастной погоды, наступления дня или ночи цветки (соцветия) некоторых растений могут поникать, закрываться или раскрываться (одуванчик, мать-и-мачеха, душистый табак, кувшинка и др.). У кислицы листья складываются, а у мимозы при прикосновении листья опускаются. Некоторые вьющиеся растения (вьюнок, хмель и др.) обвиваются вокруг опоры.

Растение растет — значит, организм находится в движении, так как при этом идет деление



клеток (в живых клетках цитоплазма находится в движении). Разрастаясь, корневая система увеличивает площадь минерального питания, а рост надземной части увеличивает площадь воздушного питания. Взаимосвязь подземной и надземной частей обеспечивает жизнь растению как целостному организму.

Развитие цветкового растения, т. е. качественные изменения, которые происходят в растении на протяжении его жизни, начинается с деления зиготы. Из нее формируется зародыш с зачаточными вегетативными органами, расположенный в семени. После прорастания семени из зародыша развивается растение, на котором образуются цветки, происходят цветение, опыление и оплодотворение, развитие плода и семени, их созревание и рассеивание. Все эти этапы роста и развития осуществляются в определенных условиях. Для жизни растения нужны вода, минеральные вещества, воздух, свет, тепло. Свет обеспечивает жизнедеятельность растений. Этому способствует и тепло, хотя различные растения к нему относятся по-разному. И все же понижение температуры до -1°C ведет к замедлению почти всех жизненных процессов, происходящих в живом организме, — дыхания, роста, размножения и др. Без воды жизнь растений также невозможна. Она входит в состав цитоплазмы и клеточного сока каждой клетки. Все жизненные процессы в растении происходят с участием воды. Воздух нужен растению для дыхания и образования органических веществ. Для нормальной жизнедеятельности растительного организма необходимы и минеральные вещества. Растения приспособлены к жизни в разных условиях. Одни живут при избыточной влажности (растения болот, водоемов), другие — при низкой влажности (растения засушливых мест, пустынь), тре-

ты — в увлажненных местах (растения полей, садов, огородов).

Подобные приспособления выработались у растений и по отношению к теплу и свету. Так, например, растения севера приспособлены к суровым условиям полярного лета, где обилие света соседствует с резкими температурными колебаниями. Напротив, растения, растущие под пологом тропического леса, получают много тепла, влаги, но испытывают недостаток света. В таком лесу сумрачно, лишь вершины деревьев покрыты пышной листвой.

Сезонные явления в жизни растений связаны со сменой времен года. Неравномерное распределение тепла от полюса к экватору, короткое лето и длинная зима в приполярных странах, почти полное отсутствие различия между летом и зимой в низких широтах отражаются на жизни растений.

Кроме тепла, на сезонных явлениях сказывается и изменение количества влаги в почве и воздухе. Уменьшение количества влаги в степных и пустынных районах вызывает и летом замирание жизнедеятельности многих растений (листопад в засушливый период года).

На ход сезонных явлений влияет также и свет. Продолжительность дня резко сказывается на процессе развития растений, в одних случаях задерживая развитие (растения короткого дня, например, в Московской области), в других — ускоряя его (растения долгого дня там же). Растительные организмы испытывают на себе постоянное воздействие изменяющейся среды, что и способствует выработке самых разнообразных приспособлений к условиям жизни. (Факторы среды см. «Экология».)

В теплицах (оранжереях) человек может создавать определенные условия и изменять ритм жизни растений.



ПОНЯТИЕ О КЛАССИФИКАЦИИ

Чтобы разобраться в разнообразии растений, ученые-ботаники изучили особенности их строения и по общности признаков классифицировали. Научной классификацией растений занимается особый раздел ботаники — *систематика*.

Вид — основная структурная и классификационная единица в системе живых организмов; совокупность популяций особей, способных к скрещиванию с образованием плодovитого потомства, обладающих рядом общих морфологических признаков, населяющих определенный ареал, обособленных от особей других видов нескрещиваемостью.

В зависимости от условий жизни растения одного вида могут различаться величиной вегетативных органов, цветков и плодов, но при этом сохраняется сходство всех существенных признаков.

Род — крупная систематическая группа, объединяющая родственные виды.

Семейство — систематическая группа, объединяющая родственные роды.

Класс — систематическая группа, объединяющая близкие семейства.

Отдел — систематическая группа, объединяющая близкие классы. Например, отдел Цветковые, или Покрытосеменные, растения объединяют все виды, имеющие цветки.

Научные названия всех живых организмов, в том числе и растений, принято давать на латинском языке. Название вида состоит из двух слов: первое — название рода, второе — видовой эпитет. Например, паслен черный — *Solanum nigrum* L. В разных странах это растение могут называть по-разному, но научное название *Solanum nigrum* L. понятно всем

ученым. Поэтому в научных работах по ботанике, определителях и справочниках наряду с русскими названиями растений даются на латинском языке.

ОСНОВНЫЕ ГРУППЫ РАСТЕНИЙ

ВОДОРΟΣЛИ

Водоросли — группа растений, насчитывающая около 30 тыс. видов, для которых характерны наличие хлорофилла и способность к фотосинтезу. Разная окраска водорослей объясняется тем, что, кроме хлорофилла, в клетках могут быть и другие пигменты. Водоросли в основном живут в водной среде, но встречаются виды, живущие вне воды, на сырых участках почвы, пнях и других местах с высокой влажностью.

Водоросли бывают *одноклеточными* (хлорелла, хламидомонада и др.) и *многоклеточными*, достигающими больших размеров (ламинария, макроцистис и др.). Тело их, слоевище (таллом) не разделено на корни, стебли и листья, что отличает их от водных цветковых растений. Строение, жизнь и систематику водорослей изучает специальная наука — *альгология* (от лат. «альге» — водоросли).

Зеленые водоросли — одноклеточные (хламидомонада, хлорелла и др.) и многоклеточные (спиригира, улотрикс и др.) — объединены общим признаком — наличием в клетках зеленого пигмента, не маскируемого пигментами других окрасок.

Вегетативное размножение, например, хламидомонады происходит простым делением. Перед делением она перестает двигаться и теряет жгутики. Под оболочкой такой клетки возникают 4, а иногда 8 подвижных маленьких клеток со жгутиками — зооспор, которые после ослизнения оболочки исходной клетки выходят в воду



и становятся самостоятельными организмами. Зооспорами размножается и многоклеточная водоросль улотрикс.

Кроме того, зеленые водоросли могут образовывать *гаметы* (половые клетки), которые сливаются (происходит оплодотворение), образуя зиготу. Обычно после периода покоя зигота делится, в результате чего возникают, как правило, 4 споры, дающие начало новым организмам.

Бурые водоросли прикреплены ко дну, поэтому обитают в прибрежных зонах. Талломы их многоклеточные и достигают у некоторых видов внушительных размеров — нескольких десятков метров. Бурые водоросли прошли длинный путь эволюции от примитивных нитчатых, почти микроскопических до огромных форм. Таковы, например, ламинария сахарная и ламинария пальчатая, широко распространенные в северных морях нашей страны. В прибрежной полосе Черного моря часто встречается бурая водоросль цистозейра.

Красные, или багряные, многоклеточные водоросли, как и бурые, почти все обитают в морях и прикрепляются к субстрату. Таллом их пластинчатый и нитчатый, разветвленный, размером от нескольких сантиметров до нескольких десятков сантиметров. В их клетках, кроме хлорофилла, содержатся красные и синие красящие вещества. В морях нашей страны широко распространены филофора, порфира и др.

Значение водорослей в природе и в жизни человека огромно, так как они создают биомассы больше, чем наземные растения. За счет органического вещества, создаваемого водорослями, живет животный мир рек, озер, морей и океанов. В процессе фотосинтеза водоросли освобождают громадное количество кислорода, который не только растворяется в воде, но и выделяется в атмосферу.

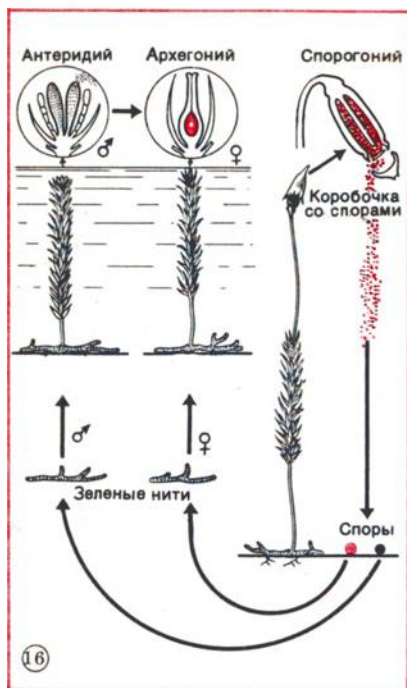
Морские водоросли используют в сельском хозяйстве как органическое удобрение, а также как сырье для получения йода, брома (бурые водоросли), агар-агара (красные водоросли). Некоторые виды морских водорослей употребляют в пищу. Есть виды зеленых и сине-зеленых водорослей, которые в определенное время года так разрастаются, что могут привести к «цветению воды», а это отрицательно отражается на жизни рыб и других обитателей водоема.

МХИ

Мхи, папоротники, плауны и прочие, а также голосеменные и покрытосеменные — это высшие растения. В отличие от низших растений, высшие расчленены на листья, стебли и корни, лишь у мхов корней нет. У большинства мхов развиваются *ризоиды* — бесцветные выросты, похожие на корневые волоски.

Биологией мхов занимается специальный раздел ботаники бриология (от греч. «брион» — мох).

Листостебельные мхи — самый большой класс отдела моховидных, включающий около 14 500 видов. Представители этого класса встречаются повсеместно, образуя дерновинки, куртинки, подушки. Они могут выносить большие морозы и сильную жару, но их развитие, особенно процесс оплодотворения, происходит в водной среде. Типичные представители листостебельных мхов — многолетние растения зеленый мох *кукушкин лен* и мох *сфагнум* (торфяной, или белый, мох). У кукушкина льна есть стебель, листья и ризоиды. У сфагнума ризоидов нет. Кукушкин лен — двудомное растение (16). На верхушках мужских растений имеются красноватые или желтоватые листочки, между которыми находятся мужские половые органы — *антеридии* (от греч. «анте-



рос» — цветущий), представляющие собой мешочек на короткой ножке, в котором развиваются подвижные мужские гаметы — сперматозоиды. У женских растений все листья зеленые. Между ними на верхушках расположены архегонии (от греч. «архе» — начало, «гоне» — рождение, происхождение), представляющие собой колбообразные образования с длинной узкой шейкой и вздутым брюшком. В брюшке развивается неподвижная женская гамета — яйцеклетка. В период обильных дождей сперматозоиды подплывают к архегониям, входят в них через шейки и сливаются с яйцеклетками. После оплодотворения образуется *зигота* (от греч. «зиготос» — соединенный вместе), т. е. оплодотворенная яйцеклетка. Из зиготы на следующий год развивается коробочка на длинной безлистной ножке, *спорогоний*. В коробочке спорогония образуются споры. Споры высы-

паются и, попав в благоприятные условия, прорастают. Проросшая спора образует зеленую разветвленную нить (протонеум) предросток, на которой образуются почки, из них вырастают мужские или женские экземпляры кукушкина льна. В жизненном цикле мхов происходит чередование полового и бесполого поколений. Половое — это облиственное растение с половыми органами, а бесполое представлено безлистным бурым стебельком, на верхушке которого имеется коробочка, в которой развиваются споры.

У сфагнума, как и у кукушкина льна, происходит чередование полового и бесполого поколений. Но это однодомное растение, на котором между листьями на боковых веточках развиваются антеридии, а на верхушках архегонии. После оплодотворения из зиготы образуется почти шарообразная коробочка, где развиваются споры. Дерновинки сфагнума впитывают большое количество воды, поэтому поверхность почвы, зарастая этим мхом, переувлажняется и заболачивается. Сфагнум растет медленно, за год вырастает до 3 см. Нижние участки дерниннок темнеют и уплотняются, превращаясь в *торф* — полезное ископаемое, образованное скоплением остатков растений, подвергшихся неполному разложению при переувлажнении. Торф используют как топливо и как удобрение, а также как сырье в других отраслях промышленности. По запасам и добыче торфа наша страна занимает первое место в мире.

ПАПОРОТНИКИ, ХВОЩИ, ПЛАУНЫ

Растения многолетние, в основном травянистые, но в тропических районах встречаются и древовидные формы папоротников. Все они имеют корни, листья, стебли. В стеблях имеются специа-



лизированные проводящие ткани. Размножаются спорами. Имеют правильное чередование двух поколений — бесполого и полового (17).

Бесполое (споровое) поколение — *спорофит* — это многолетнее листостебельное растение, образующее споры в специальных органах — *спorangиях*, расположенных у папоротника на листьях, а у хвоща и плауна в своеобразных колосках на верхушках побегов. Споры, попав в благоприятные условия, прорастают, образуя маленькое растеньице — *заросток*, т. е. половое поколение (*гаметофит*). На заростке образуются мужские и женские половые органы — антеридии и архегонии, в которых развиваются соответственно сперматозоиды и яйцеклетки. При их слиянии происходит оплодотворение. Из образовавшихся зигот развивается зародыш нового растения.

Современные папоротники, хвощи и плауны — это потомки растений, широко распространенных в каменноугольный период палеозойской эры (около 300 млн. лет назад). Ископаемые папоротники хвощи и плауны — это очень крупные древовидные растения, они образовали запасы каменного угля.

Папоротники распространены по всему земному шару и встречаются в самых разных местообитаниях. Их насчитывают около 10 тыс. видов. Большое видовое разнообразие наблюдается во влажных тропических лесах. Папоротники бывают совсем маленькие, всего лишь в несколько миллиметров, и крупные, представленные древовидными формами высотой до 20 м и больше (в тропических лесах). Корни у папоротников придаточные. Это значит, что первичный корень не получает дальнейшего развития и вместо него развиваются корни из стебля, а иногда из оснований листьев. Часто на корнях образу-



ются выводковые почки, при помощи которых происходит вегетативное размножение растений. Стебли папоротников довольно разнообразны как внешне, так и по внутреннему строению. Многие папоротники образуют корневища. От корневища вверх растут листья, отличающиеся большим разнообразием. У большинства видов они нарастают верхушкой. Обычно листья папоротников совмещают функции фотосинтеза и спороношения. Спорангии, в которых развиваются споры, находятся на нижней стороне листа. Но у некоторых видов, например страусника, онклеи и др., листья дифференцированы на фотосинтезирующие (стерильные) и несущие спорангии. Одно растение может образовывать от нескольких десятков миллионов до миллиардов спор, но далеко не все они попадают в благоприятные условия, прорастают и дают начало заросткам. В нашей стране рас-



пространены орляк, адиантум, пузырник, кочедыжник и др. Это наземные многолетние травянистые растения, растущие во влажных тенистых лесах, на лесных опушках, на болотистых лугах, в трещинах скал и других местах.

Хвощи — многолетние травянистые растения. Корневище ветвистое, ползучее. Отдельная часть корневища не погибает, из нее может вырасти самостоятельное растение. У некоторых видов развиваются особые весенние побеги, образующие спороносные колоски. Эти побеги растут за счет органических веществ, запасенных в корневищах, поэтому не ассимилируют и после образования спор отмирают. Споры прорастают в однополые заростки (мужские или женские). Из зиготы вырастает предросток, а из него — взрослое растение. Летние побеги, в отличие от весенних, ассимилирующие, ветвистые. Листья малозаметные, сростаются в зубчатые влагалища, которые расположены в нижней части междоузлий. На территории нашей страны встречаются хвощи полевой, луговой, топяной, болотный, лесной и др. Хвощ полевой — злостный сорняк, но его используют как лекарственное растение.

Плауны — многолетние вечнозеленые растения. Стебель ползучий, ветвистый, образует вертикальные побеги, густо покрытые листьями, похожими на заостренные чешуйки; на верхушках стеблей развиваются спороносные колоски. Половое поколение представлено маленькими заростками, развивающимися в почве. Плауны очень декоративны. Нуждаются в охране, занесены в Красную книгу.

ГОЛОСЕМЕННЫЕ

Голосеменные насчитывают около 660 видов, представленных в основном древесными формами,

реже кустарниками. Травянистых форм нет. У них имеются семязачатки, но нет плодолистиков, чем отличаются от цветковых (покрытосеменных). Название «голосеменные» получили потому, что семена у этих растений образуются не в завязи (пестиков у голосеменных нет), а из семяпочек, лежащих открыто на чешуйках шишки. Голосеменные не образуют плодов. Типичные представители голосеменных растений — это хвойные (сосна обыкновенная, лиственница и ель обыкновенная — самые распространенные виды нашей страны). Сосны — светолюбивые растения, достигают в высоту 50 м. Обычно ровные стволы выносят крону к свету. Растут на песках, скалах, болотах, имеют сильно разветвленную корневую систему, уходящую на большую глубину. Листья — хвоинки сосны — длинные, развивающиеся по два на очень коротких побегах. Они держатся на дереве 2—3 года. Хвоя ели короткая, четырехгранная. Она не опадает от 5 до 8 лет. Среди хвойных есть и листопадные. Например, у лиственницы хвоинки опадают поздно осенью, как у лиственных деревьев. Сосна и ель — однодомные растения. На 15-м году жизни (если растут на открытых местах) и к 30 годам (если растут в лесу) у них образуются два типа шишек — так называемые мужские и женские. Шишки представляют собой видоизмененные побеги. В мае — июне пыльца разносится ветром, попадает на женские шишки — происходит опыление. От опыления до оплодотворения у сосны проходит 12 месяцев. Из зиготы развивается зародыш. Зародыш состоит из корешка, стебелька, нескольких (5—12) семядолей и почечки. Для хвойных растений характерна полная независимость процесса оплодотворения от наличия воды. Это достигается благодаря образованию пыльцевой трубки, по которой спер-



мии (мужские гаметы) передвигаются к яйцеклетке. Созревание семян происходит на второй год после опыления (18). Следующей зимой шишки раскрываются, и семена, имея пленчатые крылатки, могут уноситься ветром на большие расстояния от материнского растения. Попад в благоприятные условия, они прорастают.

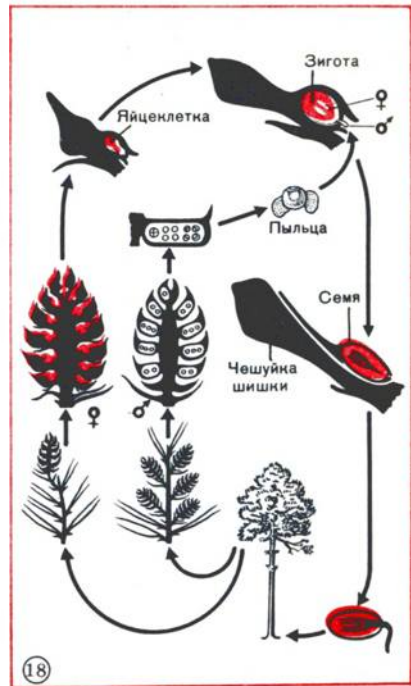
Ель обыкновенная, в отличие от сосны, теневынослива. Нижние ветки ее не отмирают и сохраняются, поэтому в еловых лесах темно и сыро. У ели корневая система намного меньше, чем у сосны, и расположена в верхнем слое почвы, поэтому дерево неустойчиво и часто сильные ветры валят его наземь. Размножение у ели происходит так же, как у сосны.

Основную массу древесины заготавливают в хвойных лесах. Это не только строительный материал, но и сырье для многих производств (бумага, искусственный шелк, спирт, пластмассы и другие материалы изготавливаются из древесины). Кедровое масло, скипидар, канифоль, витамины тоже получают из семян, древесины, хвои многих представителей голосеменных растений.

Хвойные леса — хранители вод, выделяют в воздух много кислорода, фитонцидов. В нашей стране организована плановая эксплуатация и охрана лесных масисивов.

ПОКРЫТОСЕМЕННЫЕ

Покрытосеменные (цветковые) растения — наиболее распространенная группа растений, насчитывающая около 250 тыс. видов, произрастающих по всему земному шару. Все виды цветковых относятся к двум классам: двудольных и однодольных. Среди них встречаются деревья, кустарники и травы, однолетние, двулетние и многолетние растения. Покрытосеменные наиболее при-



способлены к жизни в разных регионах нашей планеты. Они различаются внешним и внутренним строением, продолжительностью жизни и др. Среди покрытосеменных много культурных растений, необходимых человеку (овощные, хлебные, масличные, плодово-ягодные, декоративные, лекарственные и другие растения). Многие растения служат сырьем для промышленности (лен, хлопчатник, сахарная свекла и многие другие). Широко используются и дикорастущие растения как корма в животноводстве, в других отраслях народного хозяйства.

Отличительная особенность покрытосеменных — наличие у них плода, развивающегося из завязи цветка. Поэтому покрытосеменные занимают господствующее положение в растительном мире.

Процессы цветения, опыления, оплодотворения, образования плодов и семян представляют собой



сложные и многообразные явления, которые в ходе длительной эволюции совершенствовались и продолжают совершенствоваться.

КЛАСС ДВУДОЛЬНЫЕ

Класс Двудольные объединяет свыше 175 тыс. видов, около 350 семейств. (Общая характеристика класса дана в таблице на этой странице.)

Семейство Крестоцветные (или Капустные) насчитывает около 3 тыс. видов. Представлено главным образом травами, встречаются полукустарники и кустарники. Среди трав много культурных растений: капуста, репа, брюква, редька, редис (овощные); рапс, горчица (масличные); левкой, лакфиоль (декоративные), а также и сорных (сурепка, ярутка, пастьуха сумка и др.) ⁽¹⁹⁾. Для

Основные признаки растений классов однодольных и двудольных

Однодольные	Двудольные
Корневая система	
Мочковатая, главный корень рано отмирает	Стержневая, хорошо развит главный корень. У некоторых травянистых форм корневая система мочковатая
Стебель	
Травянистый, не способен к вторичному утолщению. Проводящие пучки разбросаны по всему стеблю. Нет камбия. Нет ясно дифференцированной коры и сердцевины	Травянистый, деревянистый, способен к вторичному утолщению, ветвится. Проводящие пучки расположены в центре стебля или имеют вид кольца. Имеется камбий. Кора и сердцевина обычно хорошо дифференцированы
Листья	
Простые, цельнокрайные, жилкование параллельное или дуговое. Расположение листьев двухрядное. Листья обычно без черешков. Часто имеют влагалищное основание	Разной формы, края рассеченные или зубчатые, жилкование сетчатое, перистое, пальчатое. Расположение листьев очередное, супротивное. Черешок ясно выражен, редко имеет влагалищное основание
Цветок	
Трехчленный, иногда четырех- или двучленный	Четырех-, пятичленный и лишь у некоторых (кирказоновых) растений трехчленный
Семена	
Зародыш имеет одну видоизмененную семядолю (щиток), прилегающую к эндосперму	Зародыш состоит из двух семядолей. Иногда зародыш имеет одну семядолю (чистяк, хохлатка и др.). Редко зародыш с 3—4 семядолями



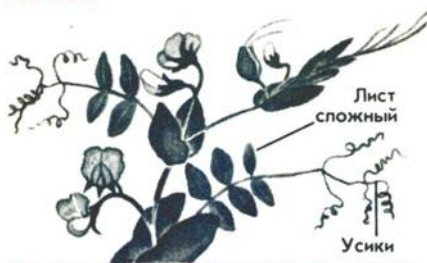
растений этого семейства характерно очередное листорасположение, цветки правильные: 4 свободных чашелистика и столько же лепестков. Чашелистики и лепестки расположены крест-накрест, отсюда название — крестоцветные. Тычинок 6, из них 2 наружные, более короткие, пестик из 2 плодолистиков. Плод — стручок, стручочек или односемянный орешек. К семейству крестоцветных относится хозяйственно важный вид капуста — двулетние растения, представленные несколькими разновидностями (кольраби, брюссельская, листовная и др.). Наибольшее распространение в нашей стране получила капуста кочанная, ее возделывают во всех зонах. Дикая капуста встречается на атлантическом побережье Европы. К роду капуста относятся также брюква и репа.

Семейство Розоцветные (Розаные) имеет 3 тыс. видов и представлено деревьями, кустарниками и травами. Среди розоцветных много плодовых (яблоня, груша, вишня, абрикос и др.), ягодных (малина, земляника, ежевика и др.), декоративных (роза, гравилат гибридный, спирея, боярышник и др.), лекарственные (шиповник, черемуха и др.) растений.

Цветки правильные, собраны в различные соцветия. Части цветка располагаются кругами. Чашечка из 5 чашелистиков, венчик раздельнолепестный из 5 лепестков, тычинок много. Число пестиков от одного (вишня, слива) до нескольких десятков (шиповник, малина). Плоды разнообразные: яблоко (у яблони), костянка (у вишни), многокостянки (у малины) и др. Листья бывают простые и сложные, располагаются поочередно и имеют прилистники. Семейство розоцветных разделяется на роды, среди которых большое значение имеет род яблоня. Шиповник и роза относятся к роду роза. Этот род представлен многими видами.



Семейство Бобовые объединяет около 12 тыс. видов деревьев, кустарников и трав, очень многолиан. Листья очередные с прилистниками, перисто- или пальчатосложные, реже простые. Цветки



20

обоеполые, собраны в соцветия (головка клевера, кисть люпина) или одиночные. Чашечка зубчатая, иногда двугубая. Венчик пятилепестный «мотыльковый» (верхний лепесток — парус, боко-

вые — весла, два нижних срослись в лодочку). 10 тычинок, из которых 9 срастаются тычиночными нитями, а верхняя (десятая) остается свободной. Пестик один. Плод — боб. Для бобовых характерен симбиоз — взаимовыгодное сожительство двух разных организмов. На корнях бобовых образуются клубеньки, в клетках которых живут клубеньковые бактерии. Они усваивают азот из воздуха, поэтому бобовые богаты белком. Среди бобовых много продовольственных растений (фасоль, горох, соя, арахис и др.), кормовых (люцерна, клевер, эспарцет), декоративных (люпин, душистый горошек, глициния, золотой дождь, белая акация и др.) 20.

Семейство Пасленовые насчитывает около 1700 видов преимущественно дикорастущих травянистых растений. В культуре встречаются овощные растения (томаты, баклажаны, овощной перец и картофель), декоративные (петуния, душистый табак и др.). Среди дикорастущих много ядовитых лекарственных растений (белладонна, белена, дурман и др.). Растения семейства пасленовых имеют цветки с 5 сросшимися чашелистиками, 5 сросшимися лепестками и 5 тычинками, приросшими к лепесткам, и пестик со многими семяпочками в завязи. Плоды многосемянные сочные — ягоды (у томата, картофеля, паслена) и сухие — коробочки (у белены, дурмана, петунии).

Семейство Сложноцветные (или Астровые) — самое крупное, включающее до 20 тыс. видов. В основном это травянистые растения, реже кустарники и деревья. В культуре широко распространено масличное растение — подсолнечник. К этому семейству относится много видов декоративных растений (астры, хризантемы, георгины, маргаритки и др.). Среди дикорастущих — обилие сор-



ных растений (осот, мелколепестник, василек и др.) и лекарственных (ромашка, одуванчик, тысячелистник, цикорий и др.). Цветки обычно очень мелкие, собранные в плотное соцветие — корзинку, внешне похожее на один цветок. Группа цветков в корзинке окружена оберткой из видоизмененных листьев. Цветки сложноцветных пятичленного типа, обоеполые, но бывают женскими и бесполоыми. Чашечка обычно видоизменена и представлена или зубчатой окрайкой, или бугорками, но чаще она превращена в хохолок, играющий роль парашюта при распространении плодов ветром. Венчик сложноцветных спайнолепестный, различной формы: трубчатый, язычковый, двугубый, ложноязычковый, воронковидный. Плоды — семянки (подсолнечник, астры); у других растений (одуванчика, осота) — семянка с летучкой-хохолком.

КЛАСС ОДНОДОЛЬНЫЕ

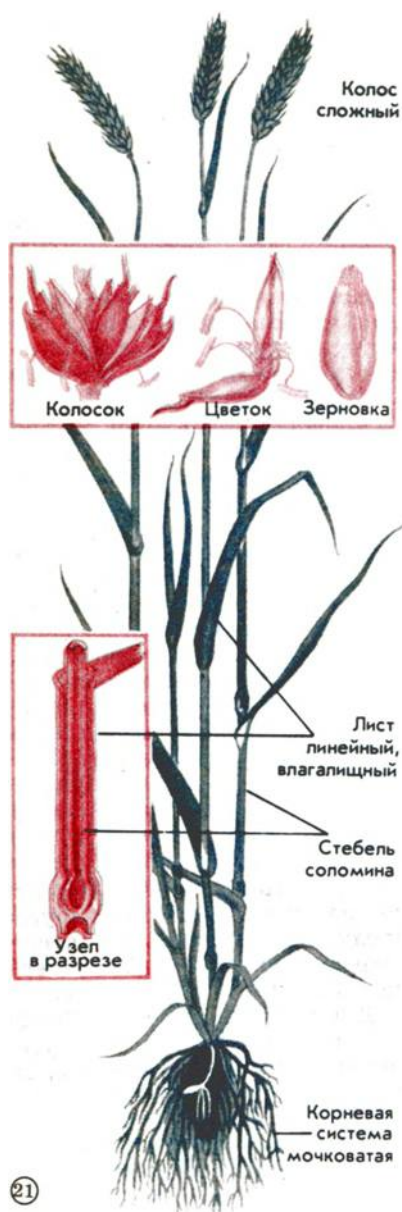
Класс Однодольные составляет примерно 25% всех покрытосеменных (около 58 тыс. видов), объединенных в 67 семейств. Основные жизненные формы — травы и (редко) древовидные формы. (Общая характеристика класса дана в таблице на с. 36).

Семейство Лилейные — многолетние травы с корневищами, луковичками, клубнелуковичками, реже древовидные растения (драцены, алоэ, юкка). Около 4 тыс. видов, объединенных в 250 родов, произрастающих по всему земному шару. Листья очередные, с параллельным или дуговым жилкованием. Цветки правильные, обоеполые, с простым венчиковидным или чашечковидным околоцветником, состоят обычно из 6 сростшихся или свободных листочков (3 наружных и 3 внутренних). Тычинок 6 (3 в наружном и 3 во внутреннем круге). Завязь верх-

няя. Плод — коробочка (у тюльпана) или ягода (у ландыша). Цветки бывают одиночные (у тюльпана) или собранные в шаровидные соцветия (у лука) и кисть (у лилий). Большинство лилейных опыляются насекомыми, некоторые — ветром. К лилейным относятся ценные продовольственные растения (лук, чеснок, спаржа) и многие декоративные растения с красивыми и душистыми цветками (разные виды лилий, гиацинты). Среди лилейных встречаются и лекарственные растения (ландыш, купена и др.).

Семейство Злаки (или Мятликовые) насчитывает около 10 тыс. видов (600 родов). Травы, реже древовидные формы (бамбуки). Стебель простой, иногда ветвистый, представлен соломиной (полый внутри), несколько вздутый в узлах. На стебле находятся очередные двурядно расположенные листья. Листья линейные, с длинным влагалищем и пленчатым выростом — язычком. Жилкование параллельное. У злаков сильно развито подземное ветвление. По этому признаку различают три типа злаков: корневищные злаки — в узлах кушения побеги развиваются горизонтально под землей, образуя корневища (пырей ползучий, костер безостый); рыхлокустовые злаки, у которых боковые побеги отходят под острым углом к главному вертикальному побегу, образуя рыхлый куст (тимopheевка луговая, лисохвост луговой); плотнокустовые злаки, у которых боковые надземные побеги растут вертикально, почти параллельно материнскому побегу, образуя плотный куст, дерновину (щучка, белоус) (21).

Цветки злаков собраны в простые соцветия — колоски, которые образуют сложные соцветия — сложный колос (пшеница), султан (тимopheевка), метелку (просо), початок (кукуруза). У основания каждого колоска большинства растений прикреплены



2 колосковые чешуи, прикрывающие колосок. В колоске 2—5 цветков. Околоцветник из 2 цветочных чешуй, 2 пленок. В двуполом цветке содержатся 3 тычинки и пестик с 2 перистыми рыльцами.

В отдельных случаях количество колосковых и цветочных чешуй бывает 1—6, тычинок 2—6, редко — 40. Плод у злаков — зерновка (семенная кожура срастается с околоплодником). Семейство представлено исключительно важными для человека культурными растениями, объединенными в роды пшеница, рожь, рис, ячмень и др. К злаковым относятся и много кормовых трав (тимopheевка, лисохвост), а также сорных (пырей, овсюг и др.).

БАКТЕРИИ

Бактерии — обычно одноклеточные организмы столь малых размеров, что увидеть их можно только под большим увеличением микроскопов. Клетки бактерий имеют разную форму. В зависимости от этого они носят разные названия. Например, одноклеточные шаровидные формы называют *кокками*, прямые палочковидные — *бациллами*, имеющие форму запятой — *вибрионами*, спирально изогнутые — *спириллами*. Среди бактерий есть подвижные и неподвижные формы. Подвижные передвигаются при помощи жгутиков. Их может быть один, несколько и много. Бактерии покрыты плотной клеточной оболочкой, благодаря которой форма клеток остается постоянной и не изменяется при движении. Типичных ядер у бактерий нет. Обычно бактерии бесцветны, только немногие окрашены в пурпурный или зеленый цвет.

Размножаются бактерии путем деления одной клетки на две. Быстрота размножения зависит от внешних условий. Если они благоприятны, то деление клеток некоторых бактерий происходит через 20—30 мин 22. При неблагоприятных условиях у многих бактерий живое содержимое клетки отходит от оболочки, уплотняется и покрывается новой оболочкой,

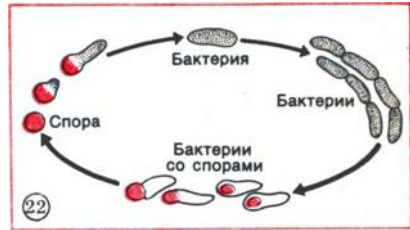


так возникают споры. Споры выдерживают длительное высушивание, нагревание свыше 100°C и охлаждение почти до абсолютного нуля. В обычном же состоянии бактерии неустойчивы к отрицательным внешним воздействиям и могут быстро погибнуть при высушивании, при нагревании до $65\text{—}80^{\circ}\text{C}$. Погибают они и под действием солнечного света и дезинфицирующих веществ.

Распространены бактерии повсеместно: в почве, в воздухе, в воде, в живых и мертвых организмах и т. д. В 1 г почвы их содержится до 3 млрд. Много бактерий в воздухе улиц больших городов, в водах рек, протекающих через большие населенные пункты, особенно в верхних слоях воды прибрежных частей водоемов. На теле человека, его одежде могут быть разнообразные бактерии. Много их бывает и в ротовой полости, на открытых участках кожи и других частях тела.

Питание бактерий происходит по-разному. Те, которые питаются органическими веществами умерших животных и растений, получили название *сапрофитов*. Это бактерии почвенные и поселяющиеся на растительных и животных остатках (бактерии гниения, брожения и др.).

Бактерии гниения называют природными санитарами. Они играют большую роль в повышении плодородия почвы. При неправильном хранении пищевых продуктов гнилостные бактерии могут быть причиной их порчи. Чтобы избежать этого, продукты в одних случаях сушат, в других — замораживают, в третьих — консервируют. Почвенные бактерии, разлагая перегной, образуют простые вещества, необходимые для жизни растений. Молочнокислые бактерии превращают сахар в кислоту, отчего скисает молоко, сквашивается капуста, образуется силос. Уксуснокислые



бактерии превращают вино в уксус. Все это происходит благодаря деятельности бактерии брожения.

Некоторые почвенные бактерии и клубеньковые бактерии, живущие в клубеньках корней бобовых растений, усваивают азот из воздуха.

Паразитами называют бактерии, которые поселяются на (или в) живых организмах и питаются их веществами. Среди них много болезнетворных, вызывающих заболевания тифом, холерой, дифтеритом и др. Зная биологию бактерий, человек научился полезные виды использовать в промышленности и сельском хозяйстве и предупреждать распространение вредных. Уничтожение бактерий и их спор проводится путем кипячения (в стерилизаторе-кипятильнике при 120°C в течение 20 мин). Пастеризация — способ консервирования молока и других продуктов путем однократного нагревания их до $60\text{—}70^{\circ}\text{C}$ в течение 15—30 мин.

Для предупреждения туберкулеза, холеры, столбняка и других болезней проводят прививки, делающие человека невосприимчивым к определенному виду заболеваний. (Более подробно об этом см. Раздел «Человек».)

Значительный вклад в развитие микробиологии сделал русский ученый Илья Ильич Мечников (1845—1916). Он выяснил роль антагонизма микробов, создал теорию иммунитета. За разработку фагоцитарной теории И. И. Мечников был удостоен Нобелевской премии в 1908 г.



ГРИБЫ

Грибы — обособленная группа ядерных организмов (насчитывается около 100 тыс. видов), не имеющих хлорофилла и питающихся готовыми органическими веществами.

Таллом гриба состоит из тонких нитей — гиф. Совокупность гиф называют мицелием, или *грибницей*. У большинства грибов гифы разделены поперечными перегородками на отдельные клетки, но у некоторых (у мукоора) перегородок нет. Гибница у них представлена одной гигантской разветвленной многоядерной клеткой. По способу питания грибы делят на паразиты, сапрофиты и симбионты.

Грибы-паразиты обитают на живых организмах. Со смертью хозяина погибает и паразит. Сферотека, головня, фитофтора, спорынья и др. паразитируют в основном на растениях, реже на животных. Встречаются такие виды, которые могут жить и на мертвых организмах. Например, трутовик вначале поселяется на живом растении, а после его смерти питается отмершими тканями.

Грибы-сапрофиты питаются органическими веществами отмерших организмов (мукоор, белый гриб, шампиньоны и др.), но иногда проявляется способность у некоторых видов питаться за счет живого субстрата. Шляпочные грибы (подберезовики, подосиновики и др.) называют еще *грибами-симбионтами*, так как

у них наблюдается взаимовыгодное сожительство (*симбиоз*) мицелия гриба с корнями растения — *микориза* (грибокорень). Гибница снабжает растение-хозяина соединениями азота, фосфора и другими минеральными веществами, получая взамен углеводы, образующиеся в процессе фотосинтеза высших растений.

Большинство грибов размножается при помощи спор. У одних грибов они образуются внутри особыхместилищ, называемых *спорангиями* (у мукоора), у других происходит отщипуровывание от выростов гибницы (например, у пеницилла, аспергилла и др.). У шляпочных грибов споры образуются в плодовых телах (23). Грибы размножаются и вегетативно — частями гибницы. Плодовые тела (ножка и шляпка) многих шляпочных грибов съедобны. Наиболее ценны плодовые тела белых грибов, груздей, подберезовиков, лисичек и др. Ядовиты и опасны для жизни человека бледная поганка, ложный опенок, мухомор, сатанинский гриб и др. Употреблять в пищу их нельзя.

Дрожжи — это одноклеточные грибы; мицелия они не образуют. Дрожжи способны вызывать спиртовое брожение (пивные, винные дрожжи), выделяя при этом углекислый газ. Этот процесс жизнедеятельности дрожжей широко используется в хлебопечном деле, пивоварении, виноделии и других отраслях промышленности и сельского хозяйства (кормовые дрожжи). Размножаются дрожжи почкованием.

Значение грибов в круговороте веществ огромно. С одной стороны, они разлагают растительные остатки, чем приносят большую пользу, с другой — используются человеком как пищевые продукты или сырье для промышленности, для приготовления лекарств (пенициллин из гриба пеницилла)





и т. д. Отдельные виды грибов очень вредны. Одни разрушают древесину (домовой гриб), другие портят пищевые продукты, третьи вызывают тяжелые заболевания человека и животных (эпидермофития стоп, стригущий лишай и др.).

ЛИШАЙНИКИ

Лишайники — группа особых организмов, насчитывающая около 26 тыс. видов. Лишайники — симбиоз гриба и водоросли. Гриб снабжает водоросль водой с растворенными в ней минеральными веществами, а водоросли в процессе фотосинтеза образуют органические вещества, используемые как самими водорослями, так и грибом.

Водоросль, входящая в симбиотический организм лишайника, отделенная от гриба, может существовать самостоятельно. Гриб отдельно от водоросли существовать не может. Тело лишайников — слоевище (таллом) — образовано гифами гриба, между которыми располагаются водоросли. По внешнему виду слоевища различают накипные, или корковые, листоватые, кустистые лишайники. Окраска у одних бывает сероватая, у других — зеленовато-серая, светло или темно-бурая и других расцветок.

Размножение лишайников как единого организма происходит разными способами: частями таллома и клетками водоросли, оплетенными гифами гриба; разветвленными выростами на верхней стороне таллома, которые также состоят из нескольких клеток водоросли, оплетенных гифами гриба. Клетки водорослей, заключенные в таллом лишайника, могут размножаться там только вегетативно. Для лишайников характерен медленный рост. Накипные лишайники ежегодно нарастают в диаметре всего на не-

сколько миллиметров, листоватые и кустистые — на 1—30 мм. Живут лишайники до 50, а некоторые — до 100 лет.

Лишайники поселяются первыми в таких местах, где другие растения расти не могут, и после их отмирания остаются органические вещества, на которых могут поселяться другие растения. Лишайник ягель в тундрах — основной корм для оленей. Некоторые виды лишайников используют в медицине и в парфюмерной промышленности.

РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА

ЗОНАЛЬНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

В природе разные растения — покрытосеменные, голосеменные, папоротники, плауны, хвощи, мхи, водоросли — растут не одиночно, не изолированно, а совместно, образуя естественные, исторически сложившиеся скопления, группировки, называемые растительными сообществами.

Растительное сообщество, или *фитоценоз* (от греч. «фитон» — растение и «койнос» — общий), — закономерное сочетание растений, произрастающих совместно на однородном участке земной поверхности. Каждое растительное сообщество характеризуется определенной структурой и определенными взаимоотношениями растений как между собой, так и с внешней средой. Структура фитоценоза и взаимовлияние входящих в него видов обусловлены, с одной стороны, биологическими свойствами этих видов, с другой — свойствами местообитания.

Таким образом, растительное сообщество — это относительно устойчивая природная система, взаимодействующий комплекс



растительных организмов, приспособленных к совместному существованию на конкретной территории, в определенных экологических условиях. Растительные сообщества служат объектом для изучения науки геоботаники.

Характерные свойства растительного сообщества определяются по его признакам, таким, как видовой состав, набор жизненных форм, количественные соотношения между видами, горизонтальное и вертикальное распределение, характер и объем биомассы, взаимосвязи между растениями, особенности местообитания, ритмика развития и т. д.

Видовой состав обуславливает специфичность и внешний облик (физиономичность фитоценоза). В состав сообщества входят растения, различающиеся своими биологическими и экологическими особенностями. Кроме зеленых (автотрофных) растений, составляющих обычно основную массу фитоценоза, в нем всегда присутствует множество гетеротрофных организмов (бактерий, грибов).

Сочетание разных жизненных форм растений (деревьев, кустарников, трав и т. д.) обеспечивает наиболее полное использование сообществом питательных веществ и энергии в конкретном местообитании.

По числу видов фитоценозы подразделяют на флористически богатые или бедные, флористически сложные или простые. Наибольшее видовое разнообразие отмечено в сообществах влажных тропических лесов (только древесных растений до 2000—2500 видов). Примером флористически бедных сообществ могут служить темные еловые леса, заросли тростника и другие относительно простые фитоценозы.

В растительном сообществе различают количественно преобладающие виды (*доминанты*) и растения, сильнее других влияющие на среду (*эдификаторы*), а также

сопутствующие им виды. Как правило, доминанты и эдификаторы имеют самое большое число экземпляров и наибольшую биомассу, определяя тем самым внешний облик сообщества и особенности его внутренней среды (*фитосреду*).

По преобладанию тех или иных видов и жизненных форм все растительные сообщества объединяются в большие группы — типы растительности: лесная, луговая, болотная, пустыни и т. д.

Приспособление растений к совместному существованию в сообществе выражается в горизонтальном и вертикальном расчленении фитоценоза на структурно-функциональные элементы, принимающие разное участие в преобразовании и накоплении веществ и энергии.

По вертикали растительное сообщество расчленяется на ярусы. Особенно отчетливо ярусное строение проявляется в лесных фитоценозах (24). Здесь верхний ярус (полог) образуют кроны самых высоких деревьев; второй ярус — более низкие деревья или подрост; в третьем ярусе находятся кустарники (подлесок); четвертый ярус составляют травы и кустарнички; в пятом, напочвенном, располагаются мхи, лишайники, грибы.

Ярусами расположены и подземные органы растений — корни, клубни, луковицы, корневища и т. д. При этом наблюдается как бы обратная, «зеркальная» ярусность: глубже всего проникают корни высоких деревьев, выше находятся корни кустарников, еще ближе к поверхности — корни травянистых растений, проростков, микориза и т. д. Верхний слой представляет собой особый ярус — лесную подстилку.

В горизонтальном направлении фитоценозы также расчленяются на отдельные элементы — деревья, кустарники, группы или «пятна» лишайников, мхов, тра-



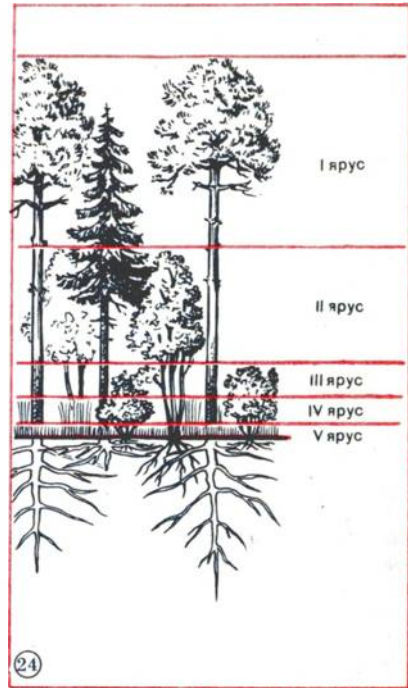
вянистых растений и т. д. Такие структурные элементы сообщества называют *синузиями*. Они обычно совпадают с определенными элементами микрорельефа (бугорками, кочками, западинами) и отражают распределение тех или иных факторов среды внутри фитоценоза (например, пятна светлюбивых растений в «окнах» густого леса или группы сухолюбивых растений на кочках среди болота).

Ритмика развития растительного сообщества выражается в его сезонной изменчивости, обусловленной различиями биологических свойств слагающих его видов. Это явление, называемое ярусностью во времени, имеет большое значение для максимального использования веществ и энергии в фитоценозе и определяется климатическими особенностями местообитания.

Смена одного фитоценоза другим в результате влияния природных и антропогенных факторов называется *сукцессиями*. Современное многообразие растительного покрова Земли представляет собой результат разных сукцессионных процессов и бесчисленных их смен.

На каждой достаточно обширной территории встречается множество разных растительных сообществ, относящихся к разным типам растительности. Совокупность всех фитоценозов какой-либо области или географического района называют *растительным покровом* или *растительностью* этой территории. Совокупность всех видов растений, составляющих эти фитоценозы, называют *флорой* этой территории. Таким образом, можно говорить о флоре и о растительности, например, Московской области, Мещеры, России, Европы или всего земного шара.

В соответствии с преобладанием в растительном покрове сообществ какого-либо типа расти-



тельности каждую территорию относят к определенной растительной зоне. В зависимости от климатических условий различают зоны тундр, хвойных лесов, широколиственных лесов, степей, пустынь, тропиков и т. д. Выделяются и переходные, промежуточные зоны (лесотундра, лесостепь, полупустыня, субтропики и др.), а также подзоны и вертикальные пояса в горах.

Зональная растительность имеет свои характерные черты, которыми растительные сообщества этой зоны отличаются от фитоценозов других зон.

Тундра — зона, в которой преобладают сообщества низкорослых кустарников, кустарничков и трав, а главным образом — мхов и лишайников. Разнообразные приспособления тундровых растений позволяют им переносить сильные морозы. Однако при коротком и холодном лете растения тундры растут очень медлен-



но, корни неглубоко проникают в почву, скованную мерзлотой, вертикальная протяженность сообществ очень мала. Поэтому легко разрушаемая растительность тундр требует особо бережного отношения.

Леса объединяют сообщества с преобладанием древесных растений. Северную часть лесной зоны образуют хвойные леса (тайга), где доминируют ель, сосна, пихта, лиственница. К югу тайга постепенно переходит в смешанные, а затем в лиственные леса. Здесь широко развиты сообщества лиственных древесных пород (березы, дуба, липы, клена, ясени, осины и др.). Лесные фитоценозы имеют большую биомассу, сложную структуру, обладают сильным воздействием на среду. Хорошо известна водоохранная роль лесных сообществ. Леса — важнейший источник древесины и другого сырья для народного хозяйства, а также ценных продуктов питания (грибов, ягод и т. д.). В то же время лес — это среда обитания множества зверей, птиц и насекомых. Охрана лесов имеет огромное значение в жизни человека.

Степи — обширные безлесные пространства, покрытые многолетними травами, растущими на черноземных почвах. Степи принято делить на южные (ковыльные) и северные (разнотравные). В степных сообществах доминируют дерновинные злаки, луковичные растения, эфемеры. Характерная особенность степных сообществ — приспособление к летнему засухливому периоду: развитие растений в основном происходит весной. В настоящее время степные сообщества сохранились лишь в заповедниках, остальная территория вовлечена в сельскохозяйственное производство.

Пустыни — имеют растительность с очень бедным разреженным растительным покровом, состоящим из полыней, солянок,

саксаула и других засухоустойчивых растений. Различают глинистые, солончаковые, каменистые и песчаные пустыни. Для растений пустынь характерны приспособления, позволяющие им экономно расходовать влагу (колючки, одревесневшие стебли, глубоко проникающие корни). В пустынях много эфемеров, развивающихся только в течение короткого периода ранней весны. Орошение пустынь позволяет выращивать там многие ценные культуры (хлопчатник, виноград, пшеницу).

Луга — встречаются в любой зоне. Луговые сообщества состоят из многолетних корневищных злаков, бобовых, многочисленных видов разнотравья, приспособленных к умеренному увлажнению. Различают луга пойменные (по долинам рек), суходольные (материковые) и высокогорные (альпийские). Луга используют для сенокоса и выпаса скота.

Болота — также незональны, они развиваются при избыточном застойном увлажнении. Различают болота верховные, в которых произрастают преимущественно сфагновые мхи, и низинные, в которых доминируют осоки. Болотные растения имеют специфические особенности, позволяющие им жить на бедных, холодных и переувлажненных почвах. Для болот характерно образование торфа из отмерших растений.

Водные сообщества пресных внутренних водоемов и морских шельфов включают растения, имеющие многочисленные приспособления к жизни в воде. На разных глубинах развиваются разные сообщества, например прибрежные заросли тростника, затем кувшинки, рдесты, роголистник, еще глубже — сообщества водорослей и т. д.

Искусственные сообщества, или агрофитоценозы, — неустойчивые растительные сообщества, чаще всего маловидовые, создаваемые человеком, главным образом



сельскохозяйственные (поля, сады и др.). Они могут существовать только при постоянной заботе о них, в противном случае их постепенно заменят естественные сообщества.

Всякое растительное сообщество — неотъемлемая часть ландшафта, важное звено в общей системе биосферы. Использование растений в жизни человека закономерно и необходимо, но это природопользование должно быть рациональным. Охранять растительные сообщества означает поддерживать в них естественные процессы, помогать восстановлению нарушенного равновесия, устранять нежелательные факторы и последствия влияния человека.

БОТАНИЧЕСКИЕ САДЫ

Ботанический сад — это сосредоточение коллекций живых растений — представителей местной, отечественной и иностранной флоры не только для их изучения, но и для создания новых, более продуктивных растительных форм. Важнейшее звено в работе ботанических садов — акклиматизация растений, содействие приспособлению их к новым условиям существования, к новым биоценозам. Ботанические сады обогащают местную флору новыми представителями растительного мира. Это не только научно-исследовательские, но и просветительные учреждения, пропагандирующие передовые идеи и достижения ботаники.

Первые ботанические сады появились в Италии в XIV в., а затем в Германии, Франции (XVI — XVII вв.) и других странах Европы и использовались как аптекарские огороды для разведения лекарственных растений. Они сыграли большую роль в интродукции многих растений, привезенных из путешествий в другие страны. Непосредственно ботани-

ческими садами были введены в культуру многие сельскохозяйственные и декоративные растения из тропических и субтропических районов. Старейшим научным ботаническим учреждением России признан ботанический сад МГУ (старая территория). Он был заложен по указу Петра I в 1706 г. как аптекарский огород.

В 1714 г. в Петербурге также был заложен аптекарский огород, на базе которого был образован ботанический сад. Ныне этот известный всему миру сад входит в состав Ботанического института Российской Академии наук.

Существуют и специализированные ботанические сады. Например, в 1952 г. на площади 45 га создана живая коллекция лекарственных растений. Института лекарственных и ароматических растений (Москва) — ведущего учреждения в области лекарственного растениеводства и разработки новых лечебных препаратов из растительного сырья. Коллекция насчитывает почти 2,5 тыс. видов растений и постоянно пополняется.

В коллекциях Главного ботанического сада Академии наук (Москва), созданного в 1945 г. (361 га), насчитывается около 10 тыс. видов растений. Здесь проводятся исследования по различным проблемам ботаники, а также решаются вопросы охраны и обогащения растительного мира.

ПРОВЕРЬТЕ СВОИ ЗНАНИЯ

1. Краткие определения каких наук помещены ниже:

- а) совокупность наук о живой природе;
- б) раздел биологии, посвященный жизни растений;
- в) раздел биологии, посвященный жизни животных;
- г) раздел биологии, посвященный строению и функциям организма человека;
- д) наука, изучающая взаимосвязи



живых организмов и окружающей среды.

2. Какое из перечисленных растений используют для питания и как сырье для промышленности:

а) астра, б) горох, в) сосна, г) картофель, д) земляника, е) яблоня?

3. Из перечисленных вегетативных частей растения выберите основные (I) и возникшие из основных (II) в процессе эволюции:

а) корень, б) лист, в) побег, г) луковича, д) клубни, е) колоски.

4. Какая часть клетки содержит клеточный сок, а также хранит запасные вещества и депонирует разнообразные продукты обмена:

а) цитоплазма, б) ядро, в) вакуоль, г) пластиды?

5. По функциям тканей определите их названия: 1) деление клеток и образование из них всех других тканей, 2) проведение воды с растворенными минеральными солями и органических веществ, 3) осуществление фотосинтеза, 4) отложение питательных веществ, 5) придают прочность организму, 6) защищают от различных повреждений:

а — образовательная, б — покровная, в — ассимиляционная, г — механическая, д — запасная, е — проводящая.

6. Вставьте пропущенные слова, определяющие функцию корня: 1) ... растение в почве, 2) ... воду и питательные вещества из почвы, 3) ... вещества в наземные органы, 4) ... некоторые органические вещества, 5) ... питательные вещества:

а) синтезирует и образует; б) закрепляет и удерживает; в) поглощает и всасывает; г) транспортирует и передвигает; д) запасает и откладывает.

7. Почему при прорастании большинства семян первым обычно развиваются зародышевый корешок?

8. У каких растений корни не образуют корневых волосков?

9. Вставьте пропущенные слова:

а) ... прикрывает группу делющихся клеток точки роста корня;

б) ... вырастает из клеток эпидермиса (ризодермы) и представляет с ним единое целое.

10. Какое растение имеет более глубоко проникающую в почву корневую систему: выросшее в тропическом лесу или в пустыне?

11. Учащиеся поливали деревья в школьном саду:

а) под штамб, б) по периферии проекции кроны. Кто поливал правильно и почему?

12. Если взять побег с очередным расположением и соединить вершины листьев, то получится пространственная спираль. Если же посмотреть на спираль сверху вниз, то можно увидеть, что радиусы, проведенные к кончикам листьев, образуют между собой равные углы. Объясните биологическое значение такого расположения листьев на побеге.

13. Какая связь существует между расположением листьев на побеге, величиной листовой пластинки и длиной черешка листьев?

14. У водных растений чилима, стрелолиста, водяного лютика подводные и надводные листья различны по форме. Объясните, какое биологическое значение имеет разнолиственность (гетерофилия) у названных растений.

15. Жилкование листьев бывает разнообразным, но выполняет оно одинаковые функции. Назовите главные функции жилок листа.

16. Назовите важнейшие функции стебля:

а) осуществляет восходящий и нисходящий ток; б) обеспечивает положение в пространстве и выносит листья к свету; в) осуществляет отложение органических веществ в своих тканях.



17. Почему вынутые из воды рдесты, валлиснерия и другие водные растения теряют форму?

18. Краткие определения каких частей стебля дерева помещены ниже:

а) основная часть стебля, образующаяся за счет деятельности камбия; б) образовательная ткань, за счет деления и дифференциации клеток которой снаружи образуется вторичная кора (луб), а внутри — древесина; в) центральная часть стебля; г) ряд клеток, проходящих в радиальном направлении от сердцевины до первичной коры?

19. Какие из перечисленных ниже процессов характерны для фотосинтеза (I), а какие — для дыхания (II):

а) образование органических веществ, б) распад органических веществ, в) поглощение углекислого газа, г) выделение углекислого газа, д) накопление энергии, е) освобождение энергии как на свету, так и в темноте?

20. Осенью листья с деревьев и кустарников опадают поочередно. Какие листья опадают позднее — с основания ветки или с вершины и почему?

21. Найдите описание теневыносливых (I) и светолюбивых (II) листьев растений:

а) листовые пластинки небольшие с хорошо развитой столбчатой тканью, густой сетью жилок, плотной кожицей; б) столбчатая ткань слабо развита, имеются крупные хлоропласты как приспособление для лучшего улавливания солнечного света.

22. Известно, что из каждых 1000 л воды, получаемых растением, оно усваивает лишь около 2 л. Как растение расходует остальные 998 л воды?

23. Характеристика каких видоизмененных побегов дана ниже:

а) на побеге располагаются почки, листовые рубцы, образу-

ющие глазок, имеются также кора, камбиальный слой и сердцевина; б) характеризуется наличием видоизмененных листьев (чешуй), прикрепленных к донцу, верхушечной и пазушных почек; в) на побеге можно найти листовой рубец, почки и зачаточный (влагалищный) лист?

24. Какие из этих признаков типичны для голосеменных (I) и покрытосеменных (II) растений:

а) опыление только ветром; б) опыление с помощью ветра, насекомых и самоопыления; в) цветок; г) мешочки с пылью; д) шишечки с семяпочкой; е) семя окружено околоплодником; ж) семя без околоплодника; з) семяпочки голые; и) семяпочки в завязи пестика; к) листья преимущественно игольчатые; л) листья разнообразной формы; м) стебли надземные и подземные; н) стебли надземные?

25. Сахарная свекла извлекает из почвы фосфор, азот и калий. При недостатке одного из указанных элементов рост и развитие сахарной свеклы: а) замедляются, б) остаются без изменений, в) растение погибает.

26. Назовите общие признаки растений одного семейства: свеклы, редьки, капусты.

27. В природе огромное количество бактерий, среди которых большую роль играют бактерии почвенные (а), гниения (б), молочнокислые (в) и болезнетворные (г). Какие из них относятся к сапрофитам (I) и какие к паразитам (II)?

28. Чем отличаются водоросли от водных цветковых растений?

29. Дайте название способам размножения водорослей:

а) у одноклеточных — делением клеток, у многоклеточных — частями растений; б) путем образования специальных клеток-спор, каждая из которых способна развиваться в новое растение; в) путем слияния двух половых клеток-гамет.



30. Как называется главная часть большинства шляпочных грибов, на которой образуются плодовые тела?

31. Какие грибы состоят из одной клетки с одним ядром?

32. Дайте названия способам размножения грибов:

а) частями грибницы; б) у дрожжей; в) у большинства грибов.

33. Расположите по порядку этапы развития мха от споры до созревания новых спор:

а) мейоз, б) спора (женское растение), в) сперматозоиды, г) споры, д) зигота, е) спора (мужское растение), ж) коробочка, з) яйцеклетка.

34. Большинство папоротников растения сухопутные, но для оплодотворения им необходима вода; в каких условиях может произойти оплодотворение?

35. В чем сходство и отличие в циклах развития мхов и папоротников?

ЖИВОТНЫЕ



52 ВВЕДЕНИЕ

53 ОДНОКЛЕТОЧНЫЕ (ПРОСТЕЙШИЕ)

55 ТИП КИШЕЧНОПОЛОСТНЫЕ

57 ТИП ПЛОСКИЕ ЧЕРВИ

Класс Ресничные черви

Класс Сосальщики

Класс Ленточные черви

59 ТИП КРУГЛЫЕ ЧЕРВИ

60 ТИП КОЛЬЧАТЫЕ ЧЕРВИ

Класс Малощетинковые

Класс Многощетинковые

61 ТИП МОЛЛЮСКИ

Класс Брюхоногие

Класс Двустворчатые

63 ТИП ЧЛЕНИСТОНОГИЕ

Класс Ракообразные

Класс Паукообразные

Класс Насекомые

70 ТИП ХОРДОВЫЕ

Класс Ланцетники

Класс Костные рыбы

Класс Земноводные

Класс Пресмыкающиеся

Класс Птицы

Класс Млекопитающие, или Звери

Проверьте свои знания



Зоология (от греч. «зоон» — животное, «логос» — учение) — наука о животном мире. Она изучает строение, поведение, размножение, развитие животных, их происхождение, а также значение в природе и жизни человека.

В настоящее время известно более 1,5 млн. видов животных. Среди них есть крохотные организмы, видимые только под микроскопом, и великаны, например киты длиной до 30 м. Одни из них приспособлены к жизни на суше, другие — в воде, третьи — в воздухе.

Значение животных в природе и хозяйстве очень разнообразно. Они участвуют в опылении многих растений, распространении семян, почвообразовании; в разрушении трупов, остатков отмерших растений; в очистке водоемов (улавливая и поедая остатки разлагающихся организмов).

Большое практическое значение имеют животные для человека. Одних он употребляет в пищу, от других получает сырье для промышленности, около 40 видов человек приручил и одомашнил, некоторых использует для исследовательских и учебных целей.

Чрезвычайно многообразна и отрицательная роль животных в жизни человека. Существенный вред наносят они сельскохозяйственным растениям, запасам продовольствия, изделиям из кожи, шерсти и дерева. Немало животных вызывают различные заболевания (малярию, дизентерию, аскаридоз и др.) или являются переносчиками возбудителей опасных болезней.

Между растениями и животными существует много общих черт. Они имеют клеточное строение и сходный химический состав. Для животных и растений характерны обмен веществ, наследственность, изменчивость, раздражимость и др. Черты сходства животных и растений свидетельствуют о их родстве и происхождении от общих предков. Наряду с этим между растениями и животными есть существенные различия. Клетки тела животных лишены твердых целлюлозных оболочек и пластид. Животные питаются готовыми органическими веществами, создающимися в других организмах, в то время как зеленые растения с помощью фотосинтеза способны создавать органические вещества из неорганических.

подавляющее большинство животных способно передвигаться. В зависимости от степени сходства и родства между животными их распределяют по группам. Основная группа — это *вид*. Животные одного вида обитают на определенной территории, могут скрещиваться и давать плодотворное потомство, сходное по строению и образу жизни с родителями. Близкие виды животных объединяют в *род*, а близкие роды — в *семейство*. Сходные семейства объединяют в *отряд*, а отряды — в *класс*. Наиболее крупная группа — *тип*, который включает в себя несколько родственных классов. Животных объединяют в группы не произвольно, а в соответствии со строгой научной системой, основанной на всестороннем их изучении и установлении степени их родства.



ОДНОКЛЕТОЧНЫЕ (ПРОСТЕЙШИЕ)

К одноклеточным относят мельчайших существ, тело которых состоит из одной клетки. Эта клетка представляет собой самостоятельный организм со всеми характерными для него функциями (обмен веществ, раздражимость, движение, размножение). Тело одноклеточных может иметь постоянную (инфузории, жгутиковые) или непостоянную (амебы) форму. Основные компоненты тела простейших — ядро и цитоплазма. В цитоплазме простейших наряду с общеклеточными органоидами (митохондрии, рибосомы, аппарат Гольджи и др.) имеются специальные органоиды (пищеварительная и сократительная вакуоли), которые выполняют функции пищеварения, осморегуляции, выделения.

Простейшие обитают в пресных водоемах, морях и почве. Некоторые из них паразитируют на других организмах. Подавляющее большинство простейших обладает способностью к *инцистированию*, т. е. образованию при наступлении неблагоприятных условий (понижение температуры, высыхание водоема) стадии покоя — *цисты*, покрытой плотной защитной оболочкой. Образование цисты способствует не только выживанию в неблагоприятных условиях, но и распространению простейших. При благоприятных условиях животное покидает обо-

лочку цисты, начинает питаться и размножаться.

Одноклеточных насчитывают свыше 30 тыс. видов, относящихся к нескольким типам.

Один из представителей этой группы — *амеба обыкновенная* (25) — живет в пресных водоемах. Форма ее тела непостоянная. Амеба передвигается с помощью *ложноножек*. Они служат и для захвата пищи — бактерий, одноклеточных водорослей, некоторых простейших. Амеба окружает пищу ложноножками. Добыча оказывается в цитоплазме, где вокруг нее образуется пищеварительная вакуоль. В ней под влиянием пищеварительного сока, поступающего из цитоплазмы, происходит пищеварение, в результате которого образуются питательные вещества. Они проникают в цитоплазму, а непереваренные остатки пищи выбрасываются наружу.

Амеба дышит всей поверхностью тела: растворенный в воде кислород путем диффузии прямо проникает в ее организм, а образующийся в клетке при дыхании углекислый газ выделяется наружу.

Концентрация растворенных веществ в теле амебы больше, чем в воде, поэтому вода непрерывно накапливается, избыток ее выводится с помощью сократительной вакуоли. Эта вакуоль участвует и в удалении из организма продуктов обмена веществ.

Несмотря на простоту строения, амеба обнаруживает все основные свойства, присущие жи-





вотному организму. При резких толчках, при прибавлении к воде некоторых веществ, например поваренной соли, амeba втягивает все свои ложноножки и принимает шарообразную форму, следовательно, амeba обладает раздражимостью. Амeбы питаются, обволакивая бактерии, водоросли своими ложноножками. Погруженная в цитоплазму добыча переваривается под действием выделяемого пищеварительного сока.

Размножается амeba делением. Ядро делится надвое, обе половинки его расходятся, между ними на теле амeбы образуется перетяжка, а затем из одной материнской клетки возникают две самостоятельные, дочерние клетки 25.

В морях и океанах можно встретить похожих на амeбу фораминифер, в отличие от нее имеющих раковину. Раковины некоторых состоят из ряда камер с отверстиями в стенках, через которые высовываются тонкие, длинные ложноножки. Большинство фораминифер живет на дне, тяжелая раковина не позволяет им всплывать на поверхность. Часть фораминифер относится к планктону, поскольку их раковины имеют шипы, увеличивающие общую поверхность, что облегчает парение в воде.

Среди простейших встречаются виды, органоидами передвижения которых служат жгутики (их обычно бывает 1—2, иногда много), например эвглена зеленая. Она имеет веретеновидную форму, наружный слой цитоплазмы уплотнен и образует оболочку, способствующую сохранению этой формы. От переднего конца тела отходит длинный тонкий жгутик. Вращая им, эвглена передвигается, как бы ввинчиваясь в воду. В цитоплазме эвглены располагаются *ядро* и несколько окрашенных овальных телец — *хроматифоров*, содержащих *хлорофилл*. Поэтому на свету эвглена

питается как зеленое растение (автотрофно). Находить освещенные места эвглена помогает *светочувствительный глазок*. При длительном содержании эвглен в темноте хлорофилл исчезает, и они переходят к питанию готовыми органическими веществами, всасывая их из воды всей поверхностью тела. Дыхание, размножение делением надвое, образование цисты сходны с таковыми у амeбы.

Среди жгутиковых встречаются колонияльные виды, например вольвокс. Форма его шаровидная, тело состоит из студенистого вещества, в которое погружены отдельные клетки — члены колонии. Они мелкие, грушевидные, имеющие по два жгутика. Эти клетки соединены между собой цитоплазматическими мостиками. Благодаря согласованному движению всех жгутиков вольвокс передвигается. В колонии вольвокса есть немного клеток, способных к размножению; из них образуются дочерние колонии.

Среди одноклеточных известны животные, имеющие более сложное строение по сравнению с обиходной амeбой.

Инфузория-туфелька 25 живет в пресных водоемах. Органоидами передвижения ей служат реснички. Тело ее имеет постоянную форму в связи с тем, что покрыто прочной оболочкой. У инфузории два ядра: большое, которое регулирует все жизненные процессы, и маленькое, играющее основную роль в размножении. Питается бактериями, водорослями и некоторыми простейшими. С помощью колебаний ресничек пища попадает в ротовое отверстие, затем — в глотку, на дне которой образуются пищеварительные вакуоли, где происходит переваривание пищи и всасывание питательных веществ. Непереваренные остатки удаляются через особый органоид — порошицу. Функции выделения осуществляются сократи-



тельными вакуолями. Размножается инфузория-туфелька, как и амеба, бесполом способом. Наряду с этим для нее характерен и половой процесс, который состоит в том, что две особи объединяются, между ними осуществляется обмен ядерным материалом, после чего они расходятся.

Некоторые простейшие (например, дизентерийная амеба, малярийный плазмодий) являются паразитами, вызывающими опасные заболевания животных и человека (дизентерия, малярия). Возбудитель малярии — *малярийный плазмодий* — поселяется в крови и передается от больных людей к здоровым при укусе малярийными комарами.

ТИП КИШЕЧНОПОЛОСТНЫЕ

Это низшие многоклеточные животные, тело которых состоит из двух слоев клеток и имеет *лучевую симметрию*. Для кишечнополостных характерно наличие *стрекательных клеток*. Известно около 9 тыс. видов. У пресноводного полипа гидры тело длиной до 1 см имеет вид мешочка, стенки которого состоят из двух слоев клеток: наружного — *эктодермы* и внутреннего — *энтодермы* (26). Внутри тела имеется *кишечная полость* — на одном конце тела располагается *рот*, окруженный *щупальцами*. Ими гидра захватывает пищу и направляет ее в рот. Другим концом — *подшвой* — гидра прикрепляется к подводным предметам. Основную массу эктодермы составляют *кожно-мускульные клетки*. В основании каждой такой клетки есть сократимое мускульное волокно. При сокращении всех волокон тело гидры сжимается в комочек. Сокращение клеток на одной стороне вызывает изгибание тела гидры в эту же сторону.

На теле, особенно на щупальцах, расположены *стрекательные клетки*, имеющие капсулу со стрекательной нитью. Наружу из клетки выступает чувствительный волосок, при соприкосновении с которым в тело добычи вонзается стрекательная нить. Стекающий по ней яд вызывает гибель мелких животных, которых щупальцами гидра подтягивает ко рту и заглатывает. Стрекательные клетки выполняют и защитную функцию.

У основания кожно-мускульных клеток лежат *нервные клетки* звездчатой формы с длинными отростками, которые, соприкасаясь между собой, образуют *нервное сплетение*. Прикосновение, изменение температуры и другие воздействия вызывают их возбуждение, оно передается по их отросткам к кожно-мускульным клеткам, что приводит к сокращению тела гидры. Ответ на действие раздражителей при помощи





нервной системы называют *рефлексом*.

Основная функция энтодермы — переваривание пищи. Часть ее клеток выделяет пищеварительный сок, под влиянием которого в кишечной полости происходит частичное переваривание пищи. Другие клетки энтодермы имеют 1—3 жгутика и способны образовывать ложноножки, которыми захватываются мелкие частицы пищи. В пищеварительных вакуолях этих клеток также осуществляется их переваривание. Непереваренные остатки пищи выбрасываются через рот. Энтодермальные клетки выполняют и выделительную функцию. Дышит гидра всей поверхностью тела.

Гидре свойственно как бесполое, так и половое размножение. Бесполое размножение гидры называют *почкованием*. При благоприятных условиях у гидры образуются выпячивания стенки тела, или почки, на концах которых появляются щупальца, а между ними — рот. Маленькие гидры отделяются и живут самостоятельно. При половом размножении на теле гидр образуются бугорки, в которых у одних особей развиваются мелкие, подвижные, похожие на жгутиковых простейших клетки — *сперматозоиды*, а у других — крупные, похожие на амёб яйцевые клетки. Созревшие сперматозоиды подплывают к гидре с яйцевой клеткой и проникают внутрь — ядра половых клеток сливаются. Происходит *оплодотворение*. Оплодотворенная яйцевая клетка покрывается оболочкой и превращается в *яйцо*. Гидра погибает, а яйцо падает на дно водоема и зимует там. Весной из яиц развиваются маленькие гидры.

У гидры высоко развита *регенерация*, т. е. способность восстанавливать утраченные или поврежденные части тела.

Среди представителей типа

кишечнополостных, живущих в морях, встречаются сидячие формы — *полипы* и свободноплавающие — *медузы*.

Колониальные коралловые полипы могут быть разнообразны по форме (шаровидные, древовидные и др.). Кишечные полости особей, образующих колонии, сообщаются между собой, и пища, пойманная одним полипом, усваивается всей колонией. Колониальные (мадрепоровые) полипы образуют на мелководье густые поселения — коралловые рифы и коралловые острова — атоллы, которые нередко являются опасным препятствием для судоходства.

Рифообразующие кораллы очень чувствительны к изменению условий жизни. На их жизнь сильно влияние оказывают климатические факторы, деятельность человека. Они гибнут от урагана, тропических дождей, их уничтожают некоторые рыбы, морские звезды. В настоящее время коралловым рифам наносят значительный ущерб различные загрязнители, которые сбрасывают в воду (нефть, остатки ядерного топлива, моющие средства и др.). Поэтому в ряде стран принимаются меры по охране коралловых рифов: создаются заповедники, ведется борьба с браконьерством и загрязнением.

Медузы — плавающие хищники. Добычу убивают ядом стрекательных клеток. Их полупрозрачное тело имеет форму колокола или зонтика, диаметром от 0,3 до 2 м. Пищеварительная полость состоит из центральной части и отходящих от нее каналов.

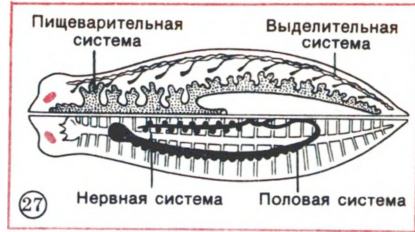
Нервная система имеет более сложное строение, чем у гидры. Кроме общего нервного скопления по краю зонтика, имеется скопление нервных клеток, образующих совместно с отростками нервное кольцо.

У медуз есть светочувствительные глазки и органы равновесия. Передвигаются медузы



реактивным способом за счет сокращения колокола, выталкивания из-под него воды.

Некоторые медузы (крестовик, корнерот) опасны для человека. Другие имеют промысловое значение, например ропилема, которая в Китае и Японии употребляется в пищу.



ТИП ПЛОСКИЕ ЧЕРВИ

Плоские черви живут в морях, пресных водоемах, во влажных местах почвы. Многие плоские черви — паразиты животных и человека. В отличие от кишечнорастворимых, тело плоских червей между эктодермой и энтодермой имеет третий слой клеток — *мезодерму*. Симметрия тела двусторонняя. В типе насчитывают свыше 12 тыс. видов.

КЛАСС РЕСНИЧНЫЕ ЧЕРВИ

Ресничные черви живут в морях, пресных водоемах и влажной почве. Питаются они преимущественно мелкими животными. Их тело покрыто ресничками, с помощью которых они передвигаются. Один из представителей класса — *белая планария* (27). В отличие от гидры, тело планарии можно разделить вдоль на две зеркальные половины. Такую симметрию тела называют *двусторонней*. Она образовалась в связи с развитием у животных активных способов передвижения. На переднем конце тела видны два боковых выроста (органы осязания). Рядом с ними расположены два *глаза*, с помощью которых планария различает свет. Планария — хищница. Глотка ее — это ловчий аппарат, который через рот, расположенный на брюшной стороне, высовывается наружу, проникает внутрь добычи и высасывает ее содержимое. Переваривание пищи происходит в раз-

ветвленном кишечнике. Непереваренные остатки выбрасываются через рот. Дышит планария всей поверхностью тела. *Органы выделения* состоят из системы *разветвленных канальцев*, расположенных по бокам тела. Жидкие вредные продукты обмена веществ выводятся наружу через *выделительные поры*. Нервные клетки собраны в два нервных ствола, которые соединяются тонкими перемычками. На переднем конце тела они образуют утолщение — нервный узел, от которого к органам чувств (глазам и органам осязания) и к заднему концу тела отходят нервные отростки.

Органы размножения — два овальных *яичника* и многочисленные *семенники*, которые развиваются в теле одной особи и образуют половые клетки — яйцевые и сперматозоиды. Животных, в организме которых имеются сразу и женские и мужские органы размножения, называют *гермафродитами*. Планарии — гермафродиты, но оплодотворение у них перекрестное, что способствует повышению жизнеспособности потомства.

КЛАСС СОСАЛЬЩИКИ

Это паразитические плоские черви. Например, печеночный сосальщик живет в печени рогатого скота (28), имеет ротовую и брюшную присоски. С помощью их червь удерживается внутри печени хозяина. Питается сосальщик кровью, засасывая ее через ротовую присоску.



Печеночный сосальщик — гермафродит. Оплодотворенные яйца выводятся через кишечник хозяина наружу. Из попавших в воду яиц выходят микроскопические личинки, снабженные ресничками. Они внедряются в тело моллюска малого прудовика, в котором растут, размножаются, появляются хвостатые личинки. Эти личинки покидают моллюска, активно плавают в воде, а затем прикрепляются к растениям, отбрасывают хвост и покрываются оболочкой — образуется циста. С травой циста попадает в кишечник коровы, где из нее разви-

вается взрослый червь. Человек может заразиться печеночным сосальщиком, если выпьет воду, взятую из грязного водоема.

КЛАСС ЛЕНТОЧНЫЕ ЧЕРВИ

Эта группа животных ведет паразитический образ жизни. В половозрелом состоянии они встречаются в кишечнике позвоночных, личинки их живут в полости тела и внутри различных органов беспозвоночных и позвоночных.

Типичный представитель класса — бычий цепень, живет в кишечнике человека, а его личинки — в организме крупного рогатого скота. Тело лентовидное, длиной до 10 м, имеет головку, шейку и членики. На головке располагаются четыре присоски, которыми паразит прикрепляется к стенкам тонкой кишки хозяина. По мере роста цепня в области шейки образуются новые членики, а более старые членики отодвигаются назад. Число члеников может достигать 1000. Выделительная и нервная системы имеют характерное для плоских червей строение. Но, в отличие от ресничных червей, ленточные не имеют пищеварительной системы, так как питаются уже переваренной хозяином пищей, всасывая ее всей поверхностью тела.

Ленточные черви — почти все гермафродиты, характеризуются большой плодовитостью и развитием со сменой хозяев. Каждый членик бычьего цепня имеет один яичник и множество семенников.





Яйца созревают в самых старых, задних члениках, которые отрываются и выходят с калом наружу.

Дальнейшее развитие яиц бычьего цепня произойдет в том случае, если вместе с травой они будут проглочены крупным рогатым скотом. В желудке коровы из яиц выходят личинки, которые, пробуравливая стенки кишечника, попадают в кровь. Током крови они заносятся в мышцы и превращаются в *финну*, имеющую форму пузырька, внутри которого находятся головка и шейка паразита. Дальнейшее развитие финны происходит при условии, если она попадает в организм человека, который съест плохо проваренное или непрожаренное финнозное мясо (29).

ТИП КРУГЛЫЕ ЧЕРВИ

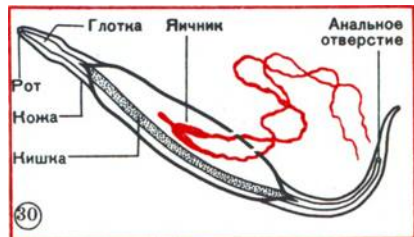
Круглые черви распространены в морях, пресных водах, почве. Многие из них ведут паразитический образ жизни. Известно около 12 000 видов. Их тело вытянутое, веретеновидное, круглое в поперечном сечении. В теле круглых червей есть полость, где располагаются все внутренние органы. Представитель типа — аскарида человеческая (30) — живет в тонких кишках человека. Наличие только продольных мышц дает возможность аскариде изгибать свое упругое тело, не позволяя вытягивать или укорачивать его. На переднем конце тела располагается рот, на заднем — анальное отверстие. Рот окружен тремя губами, которыми аскарида захватывает полупереваренную пищу, ее переваривание происходит в кишке. Непереваренные остатки пищи удаляются через анальное отверстие.

Нервная система имеет тот же план строения, что и у плоских червей.

Аскариды (30) — раздельнополые животные. У самки имеются два яичника, а у самца — один семенник. Яйца выделяются в кишечник человека и с калом выводятся наружу. Через некоторое время при высокой температуре и доступе кислорода в них образуется личинка. Такие «яйца» могут оказаться в кишечнике человека, если он съест немытые овощи и фрукты. Из яиц выходит личинка, она внедряется в стенки кишечника, попадает в кровь и вместе с ее током проникает в легкие. С мокротой личинки отхаркиваются в глотку, а затем опять заглатываются. В кишечнике из личинки образуется взрослый червь, вызывая заболевание аскаридоз.

К круглым червям относятся *острицы* — паразитические черви длиной 5—10 мм, живущие в толстом отделе кишечника человека, чаще всего у детей. Самки остриц выползают из заднепроходного отверстия и откладывают яйца на кожу. Это вызывает зуд. При чесании зудящих мест яйца попадают под ногти, и через немытые руки происходит самозаражение человека.

В нашей стране проводится большая работа по борьбе с паразитическими червями. Ее успехи стали возможными благодаря исследованиям ученых-гельминтологов. Большой вклад в развитие мировой гельминтологии (науки о паразитических червях) внес знаменитый ученый Константин Иванович Скрябин.





ТИП КОЛЬЧАТЫЕ ЧЕРВИ

Тело кольчатых червей состоит из большого числа члеников, у многих червей по бокам каждого членика имеются щетинки, играющие важную роль при передвижении. Внутренние органы расположены в полости тела. Есть кровеносная система. В передней части тела находятся скопления нервных клеток — подглоточный и надглоточный нервные узлы. Кольчатые черви обитают в пресных водах, морях и в почве. Известно около 9 тыс. видов.

КЛАСС МАЛОЩЕТИНКОВЫЕ

Представитель класса — *дождевой червь* (31) живет в норках во влажной перегнойной почве. На поверхность червь выползает в сырую погоду, в сумерках и ночью. У дождевого червя можно отличить брюшную сторону тела. В передней трети тела находится утолщение — *поясок*. На брюшной и боковых сторонах тела червя развиты упругие и короткие щетинки. Они способствуют его передвижению по земле и в норке.

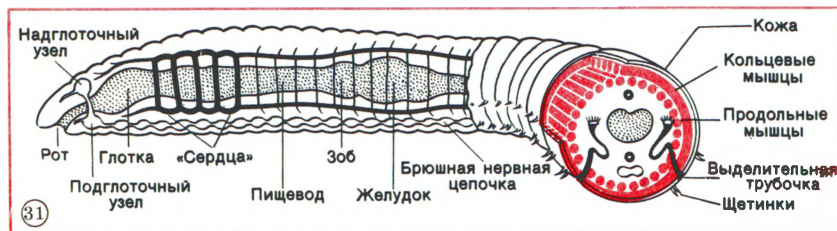
Кожа червя состоит из покровной ткани, клетки которой плотно прилегают друг к другу и выполняют защитную функцию. В коже содержатся железистые клетки, выделяющие слизь. Непосредственно под кожей находятся кольцевые мышцы, а глубже — про-

дольные. При сокращении кольцевых мышц тело червя вытягивается в длину. Сокращение продольных мышц вызывает укорочение его тела. Чередование сокращений обоих слоев мышц способствует продвижению червя в почве. Кожа и слой мышц, тесно соприкасаясь друг с другом, образуют *кожно-мускульный мешок* дождевого червя, окружающий заполненную жидкостью полость тела, в которой расположены внутренние органы. Полость тела поделена на камеры поперечными перегородками по числу члеников. Клетки, из которых состоят перегородки и которые выстилают внутреннюю поверхность полости многоклеточных животных начиная с червей.

Питаются дождевые черви гниющими остатками растений. Через рот и глотку пища вместе с заглоченной землей попадает в пищевод, а затем в зоб и в мускулистый желудок. В нем она перетирается и поступает в среднюю кишку, где переваривается под действием пищеварительных соков. Питательные вещества всасываются в кровь и разносятся ею по всему телу. Непереваренные остатки с землей выбрасываются наружу через анальное отверстие.

Дождевой червь дышит через влажную кожу, в которой находится густая сеть кровеносных капилляров. Покрывающая тело слизь защищает кожу от высыхания.

Кровеносная система у дождевых червей замкнутая и состоит





из спинного и брюшного кровеносных сосудов, соединяющихся между собой кольцевыми сосудами. Эти сосуды есть в каждом членике. Несколько более крупных кольцевых сосудов расположены вокруг пищевода. Их стенки пульсируют, выполняя роль «сердца», и приводят кровь в движение. От главных и кольцевых сосудов отделяются боковые ветви, которые ветвятся, образуя густую сеть тончайших сосудов — *капилляров*. В них кровь течет очень медленно, благодаря чему успевает произойти обмен веществ и газообмен. Кровь нигде не смешивается с жидкостью полости тела, такую кровеносную систему называют *замкнутой*.

Органы выделения представлены извитыми трубочками. Они начинаются в полости тела воронкой, от нее отходит выводной проток, который, пронизывая перегородку, находящуюся между члениками, входит в соседний членик и открывается порой на его боковой стенке. Через эти трубочки жидкие вредные вещества удаляются из организма.

Нервная система состоит из окологлоточного нервного кольца и брюшной нервной цепочки. Нервное кольцо складывается из парных надглоточных и подглоточных нервных узлов. В каждом членике имеется нервный узел с отходящими от него нервами. Специализированные органы чувств у дождевого червя отсутствуют. Имеются только разного рода чувствительные клетки, которые воспринимают внешние раздражения (свет, запах и др.).

Дождевые черви — гермафродиты. Однако осеменение у них перекрестное, в этом процессе участвуют две особи. При откладке яиц на пояске червя образуется обильная слизь, в которую и попадают яйца. Слизь быстро затвердевает и темнеет. Образуется кокон, который сбрасывается с червя через головной конец тела.

Внутри кокона из оплодотворенных яиц развиваются молодые черви.

Для дождевых червей характерна способность к регенерации.

Дождевые черви, затаскивая в норы гниющие растения и опавшие листья, обогащают почву перегноем. Прокладывая в почве ходы, они рыхлят ее и способствуют ее аэрации. Поэтому дождевых червей следует охранять.

КЛАСС МНОГОЩЕТИНКОВЫЕ

К этому классу относят разнообразных червей, например *нереиду*, живущих в морях. Их тело состоит из большого числа члеников. Передние членики образуют головной отдел, на котором располагаются рот и *органы чувств* (органы осязания — щупальца, органы зрения — глаза и др.). По бокам тела на каждом членике имеются лопасти, на которых пучками сидят многочисленные щетинки. С помощью лопастей и щетинок *нереиды* плавают или передвигаются по дну моря. Питаются они водорослями и мелкими животными. Дышат эти черви, как и дождевые черви, всей поверхностью тела. У некоторых многощетинковых червей на лопастях имеются органы дыхания — *жабры*.

Нереидами и другими кольчатыми червями питаются многие морские рыбы.

ТИП МОЛЛЮСКИ

Моллюски живут в море, пресных водоемах и на суше. Тело их мягкое, нерасчлененное, у большинства оно подразделяется на голову, туловище и ногу. Как правило, тело покрыто раковиной, под которой находится кожная складка — *мантия*. Кровеносная система моллюсков незамкнутая. Известно около 130 тыс. видов.



КЛАСС БРЮХОНОГИЕ

Обыкновенный прудовик ③2 — представитель класса — обитает в прудах, озерах, тихих заводях. Его тело разделяется на голову, туловище и ногу, которая занимает всю брюшную поверхность тела (отсюда и название класса). Тело моллюска покрыто мантией и заключено в спирально закрученную раковину. Благодаря волнообразному сокращению мышц ноги происходит передвижение этого моллюска. На нижней стороне головы помещается рот, а на ее боковых сторонах расположены два чувствительных щупальца (органы осязания), у их основания находятся глаза.

Питается прудовик растительной пищей. В его глотке имеется мускулистый язык, усаженный с нижней стороны многочисленными зубчиками: ими, словно теркой, прудовик соскабливает мягкие ткани растений. Через глотку и пищевод пища поступает в желудок, в нем начинается переваривание. Дальнейшее переваривание пищи происходит в печени, а заканчивается в кишечнике. Остатки непереваренной пищи выбрасываются наружу через анальное отверстие. Дышит прудовик атмосферным воздухом и поэтому время от времени поднимается на поверхность воды. Воздух через дыхательное отверстие попадает в особый карман мантии — легкое. Его стенки оплетены сетью кровеносных сосудов. Здесь происходит обогащение крови кислородом и выделение углекислого

газа. Сердце прудовика состоит из двух камер — предсердия и желудочка. Их стенки поочередно сокращаются, проталкивая кровь в сосуды. Крупные сосуды переходят в капилляры, из которых кровь поступает в пространство между органами. Такую кровеносную систему называют незамкнутой. Из полости тела кровь собирается в сосуд, подходящий к легкому, где она обогащается кислородом, попадает в предсердие, а из него в желудочек.

Орган выделения — почка. Протекающая через нее кровь освобождается от ядовитых продуктов обмена. Из почки эти вещества выводятся наружу через отверстие, находящееся рядом с анальным.

Нервная система представлена пятью парами нервных узлов, расположенных в разных частях тела. Наибольшее скопление узлов составляет окологлоточное кольцо. Узлы соединены между собой нервными стволами. От узлов ко всем органам отходят нервы. Прудовики — гермафродиты, но оплодотворение у них перекрестное. Из отложенных на поверхность водных растений яиц развиваются молодые особи.

Ряд представителей класса брюхоногих приносит вред сельскому хозяйству. Например, слизни повреждают плоды и листья многих огородных культур. Иногда вред приносит виноградная улитка, объедая виноградные лозы. Малый прудовик является промежуточным хозяином печеночного сосальщика.





КЛАСС ДВУСТВОРЧАТЫЕ

Представитель класса — *беззубка* 33. Все моллюски этого класса имеют двустворчатую раковину (отсюда их название). Створки раковины соединены находящейся на спинной стороне моллюска особой эластичной связкой. К створкам раковины прикрепляются мышцы-замыкатели, их сокращение способствует сближению створок, закрытию раковины. При расслаблении этих мышц эластичная связка оттягивает одну створку от другой и раковина раскрывается.

Тело беззубки, состоящее из туловища и ноги, покрыто мантией, которая свешивается с боков в виде двух складок. Между складками и телом имеется полость, в которой находятся жабры и нога. Головы у беззубки нет. На заднем конце тела обе складки мантии прижимаются друг к другу, образуя два сифона: нижний (вводной) и верхний (выводной). Через нижний сифон вода поступает в мантийную полость и омывает жабры, чем обеспечивается дыхание. С водой приносятся различные простейшие, одноклеточные водоросли, остатки отмерших растений. Отфильтрованные пищевые частицы через рот попадают в желудок и кишечник, где подвергаются действию ферментов. У беззубки хорошо развита печень, протоки которой впадают в желудок.

Беззубка — раздельнополое животное. Оплодотворение происходит в мантийной полости самки, куда через нижний сифон вместе с водой попадают сперматозоиды. Из яйца развивается личинка, она имеет двустворчатую раковину с зазубренными шипами на краях. Дальнейшее развитие личинки происходит на жабрах или коже рыбы. На теле рыбы образуется опухоль, внутри которой оказывается личинка. Она питается и растет за счет



рыбы, превращаясь в молодого моллюска, который прорывает опухоль и падает на дно. Паразитический образ жизни личинки способствует расселению мало-подвижной беззубки.

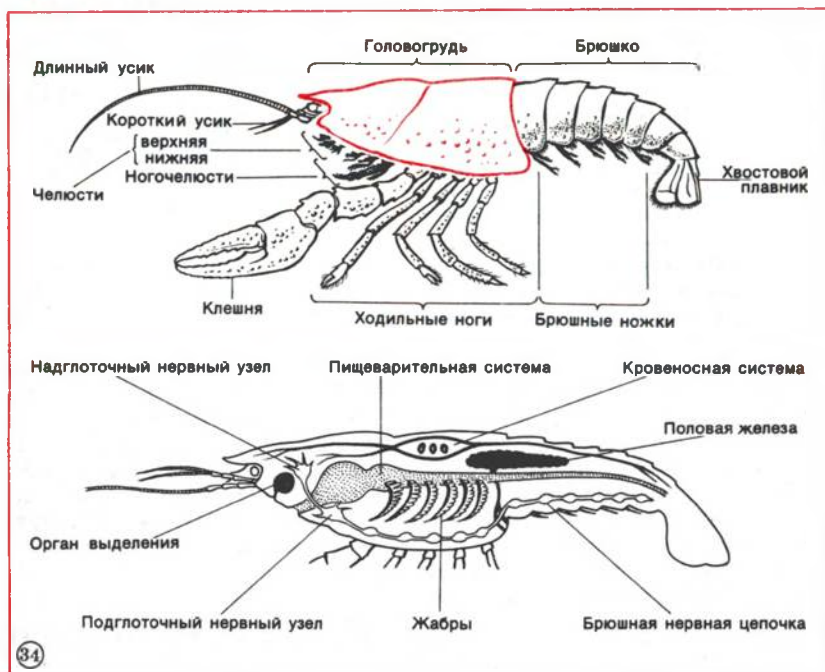
Двустворчатые моллюски используются человеком: одних (мидии, устрицы) употребляют в пищу, других разводят для получения жемчуга и перламутра (жемчужница, перловица).

ТИП ЧЛЕНИСТОНОГИЕ

К этому типу принадлежат очень разнообразные животные, они обитают во всех средах: в воде, воздухе и на суше. Немало среди них паразитов. Всего известно 1,5 млн. видов. Тело членистоногих покрыто плотным хитиновым покровом, выполняющим роль наружного скелета. Конечности членистые, подвижно соединены с туловищем. В связи с тем, что покров нарастающим, рост членистоногих сопровождается *линькой*. Кровеносная система незамкнутая. Наземные членистоногие дышат при помощи *трахей*, а водные — жабрами.

КЛАСС РАКООБРАЗНЫЕ

Ракообразные, в основном водные животные, населяют моря и пресные водоемы. Тело их разделено на головогрудь и брюшко. Они имеют две пары усиков, сложные, или фасеточные, глаза. Дышат жабрами. Общее число известных видов 20 тыс.



Речной рак 34 живет в пресных проточных водах. Ведет ночной образ жизни. Головогрудь рака образована из сросшихся члеников головы и груди. Передняя часть головогруды вытянута, заострена и заканчивается острым шипом. У его основания два сложных глаза расположены на стебельках, благодаря чему рак может поворачивать их в разные стороны. Сложные глаза состоят из множества мелких глазков (до 3 тыс.). Головогрудь рака несет две пары усиков. Длинные усики служат *органами осязания*, а короткие — *органами обоняния и осязания*. Ниже усиков находятся *ротовые органы* — это видоизмененные конечности. Первая пара образует верхние, а вторая и третья — нижние *челюсти*, остальные 3 пары — *ногочелюсти*. На головогруды 5 пар членистых *ходильных ног*, на трех передних парах имеются клешни. Среди них наиболее крупная первая

пара ног, имеющих сильно развитые клешни. Они являются органами нападения, защиты и захвата пищи. Остальные ноги — ходильные: они более короткие, чем первая пара ног. Членистое брюшко несет брюшные ножки, на которых самки вынашивают икру. Раки всеядны. Измельченная ротовыми органами пища через глотку и пищевод попадает в желудок, состоящий из двух отделов — жевательного и цедильного. При помощи хитиновых зубцов, расположенных на внутренних стенках жевательного отдела желудка, пища перетирается. В специальном отделе желудка она процеживается и поступает в кишку, а затем в пищеварительную железу, где происходит ее переваривание и всасывание питательных веществ.

Органы дыхания рака — жабры, расположенные по бокам головогруды. В протекающую по жаберным сосудам кровь прони-



кает кислород, а из крови выделяется углекислый газ.

Кровеносная система рака незамкнутая и состоит из мешковидного сердца, лежащего на спинной стороне тела, и отходящих от него сосудов.

Нервная система рака состоит из крупного надглоточного и подглоточного нервных узлов, которые образуют окологлоточное кольцо, и брюшной нервной цепочки. Органы выделения рака — пара зеленых желез, расположенных в головной части тела. Выводные каналы их открываются наружу у основания усиков. Через зеленые железы из организма рака удаляются растворенные в крови вредные продукты обмена веществ. Раки раздельнополы. Зимой самка откладывает яйца, причем каждое яйцо приклеивает к своим брюшным ножкам. В начале лета из яиц выходят рачки, которых самка еще долго носит на своих ножках.

Значение ракообразных в природе и жизни человека многообразно. Крабы, раки, креветки используются в пищу. Дафнии, циклопы и другие мелкие рачки — хороший корм для молодежи рыб. Поедая трупы животных, раки играют определенную роль в очистке водоемов.

Есть среди ракообразных и паразитические формы, вызывающие болезни и гибель рыб. Циклопы являются промежуточными хозяевами многих ленточных червей.

КЛАСС ПАУКООБРАЗНЫЕ

К паукообразным относят наземных членистоногих, дышащих при помощи трахей и легких. Насчитывают свыше 36 тыс. видов. Тело паукообразных чаще всего состоит из головогруди и брюшка. Однако у скорпионов оно более расчлененное, а у клещей слитное. Усиков нет. На голово-

груди расположены четыре пары простых глаз, ротовые органы и конечности (ходильные ноги).

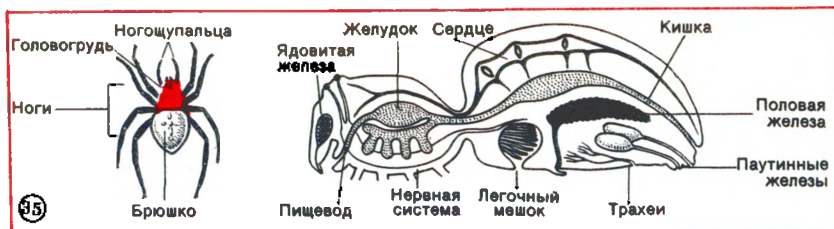
Первая пара ротовых органов — верхние челюсти, снабженные острыми, загнутыми вниз коготками. У конца коготков открываются выводные протоки ядовитых желез. Челюсти служат пауку для умерщвления добычи и для защиты.

Вторая пара ротовых органов — ногощупальца, которыми паук ощупывает и поворачивает жертву во время еды.

Четыре пары членистых ходильных ног покрыты чувствительными волосками. Брюшко паукообразных крупнее головогруди. У пауков на заднем его конце располагаются паутинные бородавки, в которые открываются *паутинные железы*. Выделенное ими вещество твердеет на воздухе, образуя паутинные нити. Одни железы выделяют паутину прочную и неклеючую, идущую на постройку остова ловчей сети. Другие железы выделяют мелкие клейкие нити, с помощью которых паук строит ловчую сеть. Третьи железы выделяют мягкую шелковистую паутину, используемую самкой для плетения кокона.

Попавшую в ловчую сеть жертву паук опутывает клейкой паутиной. Он вонзает в добычу коготки верхних челюстей и впрыскивает в нее ядовитую жидкость, растворяющую мягкие ткани и действующую как пищеварительный сок. Через некоторое время паук всасывает частично переваренную пищу. Так у пауков происходит частичное пищеварение вне организма.

Органы дыхания паука представлены легочными мешками, сообщающимися с окружающей средой. Кроме них у паука в брюшке есть трахеи — два пучка дыхательных трубочек, открывающихся наружу общим *дыхательным отверстием*.



Кровеносная система паука в основном такая же, как у рака.

Пауки — раздельнополые животные 35. Самки крупнее самцов. Очень самка плетет кокон из паутины и откладывает в него яйца. В нем яйца зимуют, а весной из них выводятся паучки.

Пауки влияют на численность насекомых: ими питаются многие мелкие млекопитающие, птицы, ящерицы, некоторые насекомые. Ядовитые пауки тарантул и каракурт опасны для человека и домашних животных.

К паукообразным относят и клещей. У большинства их тело лишено четкого деления на членики и отделы. Клещей очень много. Одни из них живут в почве, другие — в растениях, животных и человеке.

Красный паутинный клещ поселяется на листьях хлопчатника и других ценных растений. Он снижает урожай хлопка и вызывает гибель пораженных растений. Мучной клещ поселяется в муке и зерне. Выедая в зерне зародыш будущего растения, он вызывает гибель семян. Основными мерами борьбы с мучным клещом являются содержание в чистоте и проветривание помещений, где хранятся зерно и мука.

Чесоточный клещ вызывает чесотку у людей. Самки этого вида клещей внедряются в более нежные участки кожи человека и прогрызают в ней ходы. Здесь они откладывают яйца. Из них выходят молодые клещи, которые вновь прогрызают ходы в коже. Содержание рук в чистоте преду-

жеждает это опасное заболевание.

Таежные клещи — очень опасные паразиты человека и животных. При сосании крови они могут заразить человека тяжелым заболеванием нервной системы — энцефалитом. В природных условиях возбудитель энцефалита находится в теле диких животных. Роль клещей в передаче энцефалита от диких животных человеку была открыта в конце 30-х годов и изучена благодаря самоотверженной работе советских ученых во главе с паразитологом Евгением Никаноровичем Павловским и вирусологом Львом Александровичем Зильбером. Для исключения возможности заражения энцефалитом делают предупредительные прививки.

КЛАСС НАСЕКОМЫЕ

К этому классу относят наиболее высокоорганизованных членистоногих. Их известно более 1 млн. видов. Большинство насекомых обитает на суше, немало их живет в пресных водоемах. Многие из насекомых летают. Все они дышат трахеями.

В теле насекомого различают голову с ротовыми органами и усиками, грудь, несущую три пары ног и крылья, и брюшко. Развитие насекомых происходит со сменой двух или трех стадий. Один из представителей насекомых — майский жук 36. Покров его хитинизирован и является наружным скелетом, выполняя за-



щитную роль. Рост и связанная с ним линька происходят у майского жука только на стадии личинки. Ротовые органы жука — это верхняя губа, за ней — две пары челюстей (верхние и нижние), а подо ртом — нижняя губа. На нижней челюсти и на нижней губе имеется по паре щупиков — органы осязания и вкуса. По бокам головы жука находится пара фасеточных глаз, а впереди них пара усиков с расширенными пластинками на концах — органами обоняния.

Грудь жука состоит из трех члеников, несущих по паре ног. На среднем и заднем члениках расположены две пары крыльев. Первая пара крыльев у жука очень жесткая, их называют надкрыльями. Они сверху защищают вторую пару — перепончатые крылья.

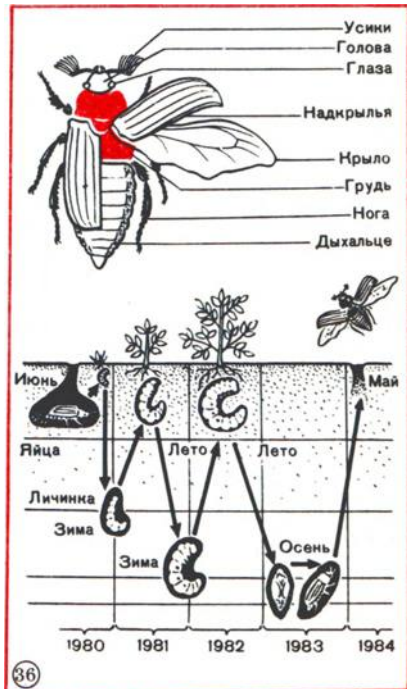
Брюшко майского жука неподвижно соединено с грудью. По краю спинной стороны его на каждом членике видны маленькие отверстия — *дыхальца*, через которые в тело насекомого поступает воздух. От них внутрь тела отходят хитиновые трубочки — трахеи. Они многократно разветвляются, оплетают все внутренние органы.

Пищеварительная система майского жука состоит из ряда органов. Ротовые органы грызущего типа. Заостренными концами верхних челюстей жук отгрызает небольшие кусочки листа, а зазубренными краями нижних челюстей измельчает их. Проглоченная пища попадает в пищевод, а затем в мускулистый желудок, где она перетирается хитиновыми зубцами. Перетертая пища поступает в среднюю кишку, в ней происходит ее окончательное переваривание и всасывание питательных веществ. Непереваренные остатки пищи выбрасываются наружу через анальное отверстие.

Кровеносная система незамкнутая. Сердце расположено на

спинной стороне брюшка и имеет вид трубки с несколькими парами отверстий. Кровь движется от заднего конца трубки к переднему, вытекает в полость тела, омывает органы головы, а затем постепенно перетекает к задней части тела. Под действием мышц сердце периодически расширяется, и тогда кровь через кровеносный сосуд направляется к голове.

Органы выделения — *мальпигиевы сосуды* — имеют вид трубочек, лежащих в полости тела вдоль кишечника. Один конец их слепо замкнут, а другой открывается в кишечник на границе средней и задней кишок. Из крови вредные вещества проникают в трубочки, по ним попадают в задний отдел кишечника и выводятся наружу. Кроме трубочек, выделительную функцию выполняет особое образование — *жировое тело*. В его клетках, помимо жира, накапливаются ненужные в





данный момент организму вещества.

Нервная система состоит из окологлоточного кольца и брюшной нервной цепочки. Наибольшее развитие получил надглоточный нервный узел, называемый головным. От него отходят нервы к голове. Хорошо развиты три грудных узла брюшной нервной цепочки, от которых отходят нервы к конечностям и крыльям.

Насекомые размножаются половым способом. Их развитие происходит с *полным* или *неполным превращением*. У одной части насекомых (жуки, бабочки, мухи) из оплодотворенных яиц появляются личинки, резко отличающиеся по строению и образу жизни от взрослых форм. Они после ряда линек и изменений превращаются в неподвижную куколку, из которой через некоторое время выходит взрослое насекомое. Другие насекомые (саранча, кузнечики, клопы) ³⁷ развиваются с неполным превращением, их личинки в основном похожи на взрослое насекомое, различаются лишь размерами и недоразвитием половых желез. Распределение видов по отрядам проводят с учетом таких признаков: характер

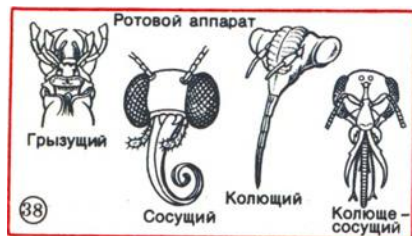
развития, особенности строения крыльев, строение ротового аппарата ³⁸.

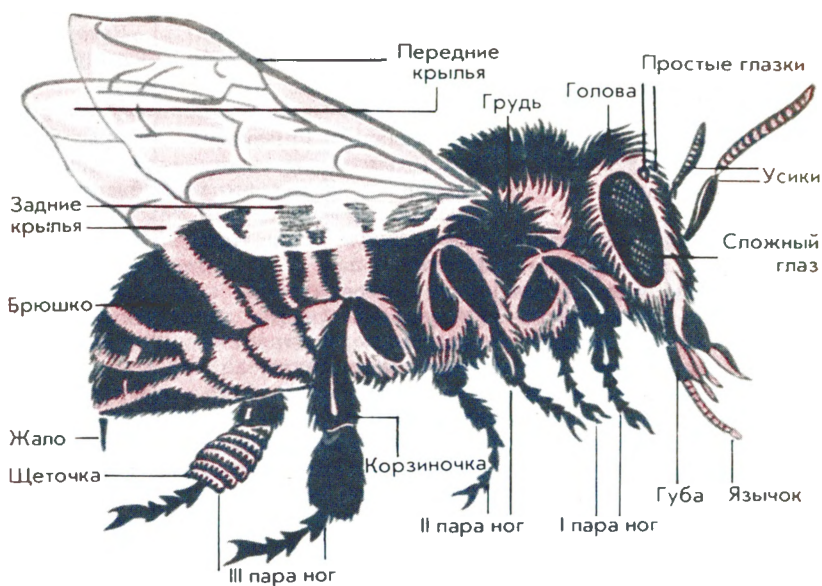
Под влиянием деятельности человека численность ряда видов насекомых настолько сократилась, что они стали редкими, некоторые оказались на грани вымирания. Поэтому все эти насекомые нуждаются в охране. В Красную книгу нашей страны уже занесено 202 вида насекомых. Включение вида в эту книгу — сигнал о грозящей ему опасности, о необходимости применения срочных мер по его защите.

Среди представителей перепончатокрылых следует выделить пчел ³⁹. Они имеют большое значение в опылении плодовых и ягодных растений. В нашей стране пчеловодство развивается как отрасль сельского хозяйства. Мед используется в питании и медицине, воск — в промышленности, маточное молочко — в парфюмерии.

Строение членистоногих сходно со строением кольчатых червей. У тех и других двустороннесимметричное членистое тело; нервная система состоит из окологлоточного нервного кольца и брюшной нервной цепочки; кровеносная система представлена главным кровеносным сосудом, расположенным на спинной стороне тела. Есть сходство и в строении других систем органов.

Сходство в строении кольчатых червей и членистоногих доказывает родство между ними, происхождение членистоногих от древних кольчатых червей.





Рабочая пчела



Матка



Трутень



Развитие пчелы в сотах



Основные признаки некоторых отрядов насекомых

Отряд	Характер развития	Особенности строения крыльев	Ротовые органы	Некоторые представители
Прямокрылые	С неполным превращением	Надкрылья кожистые, задние крылья более мягкие	Грызущие	Саранча, кузнечик, сверчок
Жесткокрылые, или Жуки	С полным превращением. У личинки 3 пары конечностей, иногда они недоразвиты	Первая пара — жесткие надкрылья, вторая пара — перепончатые	Грызущие	Майский жук, колорадский жук, жуки-могильщики
Чешуекрылые	С полным превращением. Личинка-гусеница имеет 3 пары грудных конечностей и от 2 до 5 пар ложных ножек	Крылья, покрытые чешуйками	У большинства сосущие	Капустная белянка, боярышница, тутовый шелкопряд
Перепончатокрылые	С полным превращением. Большинство личинок не имеет конечностей	Две пары перепончатых прозрачных крыльев, задние меньше передних	Грызущие или лакающие	Пчелы, шмели, осы, муравьи
Двукрылые	Превращение полное, личинки безногие	Одна пара перепончатых крыльев, задние превращены в жужельца	Колюще-сосущие	Мухи, комары, слепни, оводы

ТИП ХОРДОВЫЕ

К этому типу принадлежат двусторонне-симметричные животные, обитающие в морях, пресных водоемах и на суше. Для них характерны следующие признаки: у низших хордовых имеется *хорда* — гибкий и упругий тяж; у высших она есть только у зародышей, а у взрослых хорда замещена позвонками. Нервная систе-

ма имеет форму трубки и располагается над хордой, на спинной стороне животного. Под хордой расположена кишка, которая начинается ртом, а заканчивается анальным отверстием. Передний конец ее — глотка, пронизанная жаберными щелями, которые сохраняются на всю жизнь у низших животных этого типа, а у высших — только у зародышей.

Известно 43 тыс. видов.



КЛАСС ЛАНЦЕТНИКИ

Ланцетник — морское животное длиной 4—8 см, ланцетовидное розоватое тело которого сжато с боков и заострено с обоих концов (40). На спинной стороне имеется складка кожи, образующая спинной плавник, переходящий в хвостовой. Вдоль нижнего края хвоста располагается подхвостовой плавник.

У ланцетника в течение всей его жизни имеется хорда. Она выполняет роль внутреннего скелета. Над хордой располагается нервная трубка с отходящими от нее нервами. Органы чувств развиты слабо. Свет воспринимается светочувствительными клетками, находящимися внутри нервной трубки. На теле ланцетника есть осязательные клетки.

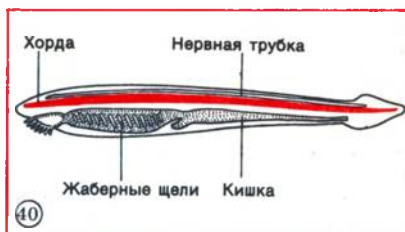
Под хордой расположена кишка. Движение щупалец, предротовой воронки, окружающей ротовое отверстие, создает ток воды. Вместе с водой одноклеточные растения и животные, мелкие рачки попадают в глотку, а из нее — в кишку.

Дыхание осуществляется одновременно с питанием. Стенки глотки пронизывают около 100 пар жаберных щелей, вокруг которых в тканях глотки находятся капилляры кровеносной системы. Из воды, омывающей жаберные перегородки, кислород поступает в кровь и разносится по всему телу.

Кровеносная система замкнутая, состоит из двух кровеносных сосудов (брюшного и спинного), от которых отходят многочисленные мелкие сосуды. Движение крови происходит благодаря пульсации стенок более крупного брюшного сосуда.

КЛАСС КОСТНЫЕ РЫБЫ

Рыбы — водные позвоночные животные, передвижение которых осуществляется с помощью плав-

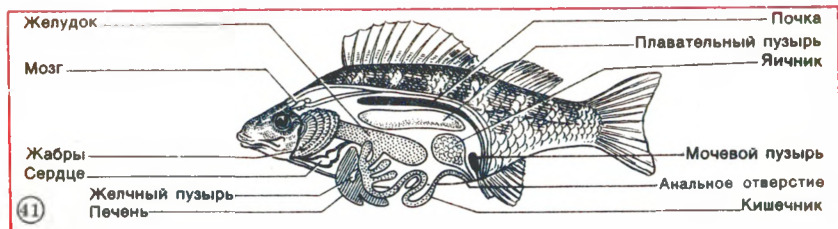


ников. Рот вооружен подвижными челюстями. Дышат с помощью жабр кислородом, растворенным в воде. Кровеносная система замкнутая. Сердце двухкамерное, состоящее из предсердия и желудочка. Известно около 20 тыс. видов.

Тело рыбы имеет обтекаемую форму. Голова постепенно переходит в туловище, а туловище — в хвост. Тело покрыто чешуей. В коже имеются железы, которые выделяют слизь, уменьшающую трение при движении. Парные грудные и брюшные плавники обеспечивают сохранение равновесия, повороты, резкую остановку или медленные движения рыбы вперед. К непарным плавникам относятся спинные, хвостовой и анальный. Хвостовой плавник выполняет роль руля, он нужен для поступательного движения. Спинной и анальный плавники придают рыбе устойчивость.

Скелет. Опорой тела рыб является костный *позвоночник*, который тянется от головы до хвостового плавника. Каждый из позвонков состоит из тела и верхней дуги, заканчивающейся длинным верхним отростком. Совокупность верхних дуг образует *позвоночный канал*, в котором находится спинной мозг. В туловищном отделе к позвонкам сбоку прикрепляются *ребра*. Спереди с позвоночником сочленен скелет головы — *череп*. Скелет служит опорой для мышц и защитой для внутренних органов.

Под кожей рыб расположены прикрепленные к костям *мышцы*. Их сокращение и расслабление



вызывает изгибание тела, движение челюстей, жаберных крышек и плавников (41).

В туловищном отделе рыбы, под позвоночником, находится полость тела, в которой располагаются внутренние органы. Многие рыбы захватывают и удерживают добычу острыми зубами, сидящими на челюстях. Из ротовой полости пища проходит через глотку и пищевод в желудок. Под воздействием желудочного сока пища начинает перевариваться. Частично измененная пища переходит в тонкую кишку, где она переваривается под действием пищеварительного сока поджелудочной железы и желчи, поступающей из печени. Питательные вещества через стенки кишечника всасываются в кровь, а непереваренные остатки через анальное отверстие выбрасываются наружу.

Дыхательная система. Рыба дышит кислородом, растворенным в воде. Вода через жаберные щели омывает жаберные лепестки и выходит наружу из-под жаберной крышки. При газообмене кровь, текущая по капиллярам жаберных лепестков, поглощает из воды кислород и выделяет углекислый газ.

Кровеносная система. Сосуды, по которым кровь выходит из сердца, называют *артериями*, а приносящие кровь к сердцу называют *венами*. Из предсердия кровь выталкивается в желудочек, а из него — в крупную артерию — *брюшную аорту*. Обратному току крови препятствуют *сердечные клапаны*. Брюшная аорта направ-

ляется к жабрам, от аорты отходят более мелкие сосуды, несущие насыщенную углекислым газом кровь к жабрам. В жабрах кровь освобождается от углекислого газа и насыщается кислородом. Она собирается в *спинную аорту*, которая разветвляется в различных органах на капилляры. Через их стенки в тканях происходит газообмен. Кровь собирается в вены и по ним попадает в предсердие. Кровь непрерывно циркулирует по одному замкнутому кругу кровообращения.

Плавательный пузырь имеется у многих рыб, он расположен в полости тела вдоль позвоночника и наполнен смесью газов. В стенках пузыря находятся капилляры. Протекающая по ним кровь либо поглощает газы из пузыря, либо выделяет их в него. Изменение объема газов в нем изменяет плотность рыбы, в результате чего рыба опускается в глубину либо поднимается в верхние слои водоема.

Выделительная система. Между позвоночником и плавательным пузырем располагаются лентовидные почки. Образующаяся в них моча по мочеточникам собирается в мочевой пузырь, который открывается наружу отверстием.

Центральная нервная система рыб имеет вид трубки. Передняя часть ее видоизменена в *головной мозг*, защищенный костями черепной коробки. В головном мозге позвоночных животных различают *передний мозг*, *промежуточный мозг*, *средний мозг*, *мозжечок*, *продолговатый мозг*. У рыб мозг



Характеристика основных отрядов рыб

Класс	Характерные признаки	Отряд	Характерные признаки	Представители
Хрящевые	Тело покрыто твердой чешуей, имеющей зубцы на верхней стороне. Есть 5 пар жаберных щелей. Хвостовой плавник — неравнолопастной. Скелет хрящевой. Хорда сохраняется в течение всей жизни. Плавательного пузыря нет	Акулы	Тело обычно веретенообразное. Жаберные щели открываются по бокам передней части туловища. Много зубов с острыми вершинами	Акулы сельдевая и китовая, катран
		Скаты	Тело уплощено в спинно-брюшном направлении, сильно развиты грудные плавники. Жаберные отверстия на брюшной стороне. Зубы тупые	Скаты шиповатый, хвостокол, электрический
Костные	Есть костная жаберная крышка, прикрывающая жабры. Скелет большинства костный, есть плавательный пузырь; оплодотворение наружное, икра мелкая	Осетровые	Скелет из хрящей и костей. Хорда сохраняется на всю жизнь. Есть плавательный пузырь	Осетр, белуга, стерлядь
		Сельдеобразные	Череп слабо окостенел, плавательный пузырь сохраняет связь с пищеводом.	Океаническая сельдь, иваси
		Карпообразные	Чешуя костная. Плавательный пузырь сообщается с кишечником	Сазан, плотва



Класс	Характерные признаки	Отряд	Характерные признаки	Представители
		Кистеперые	Череп хрящевой, имеется хорда, скелет парных плавников схож с конечностями наземных позвоночных, плавательный пузырь мал	Латимерия

невелик. Наиболее развиты средний мозг и мозжечок, управляющие соответственно равновесием рыбы и координацией ее движения.

Ориентацию рыб в воде обеспечивают органы чувств: зрение, слух, обоняние, осязание, вкус, а также орган особого чувства — *боковая линия*. Это погруженный в кожу канал, в котором располагаются нервные окончания, воспринимающие изменения давления и направление тока воды. С внешней средой канал сообщается через отверстия в чешуях, покрывающих канал сверху.

Размножение. Большинство рыб раздельнополые. У самки в полости тела находится яичник, в котором развиваются яйцевые клетки (икринки). У самцов — пара длинных семенников, где развиваются сперматозоиды. У большинства рыб оплодотворение внешнее. Процесс выбрасывания икры и семенной жидкости в воду называют *нерестом*. Вышедшие из икры личинки сначала питаются за счет запасов желтка, а затем — одноклеточными водорослями и простейшими. Претерпев ряд изменений, личинки превращаются в мальков, тело которых уже покрыто чешуей. Мальки растут сравнительно быстро, достигая размера взрослых рыб.

У рыб разных видов число выметанных икринок различно, от нескольких десятков до нескольких тысяч и даже миллионов. Меньше икринок откладывают те рыбы, для которых характерна забота о потомстве.

Хозяйственное значение рыб и охрана рыбных богатств. Ежегодно в мире добывают около 70 млн. т рыбы. Мясо рыб используют в пищу. Кроме того, из рыб получают жир, витамины. Из отходов рыбной промышленности изготавливают кормовую муку для откорма скота.

С целью рационального использования и приумножения рыбных богатств в нашей стране применяется целый ряд мер, способствующих охране и воспроизводству рыб. Законом установлены определенные способы и сроки лова. Увеличению численности рыб способствует рыборазведение — выращивание мальков в искусственных бассейнах с последующим расселением в природные водоемы. Некоторых рыб (каarp, толстолобик) выращивают от мальков до взрослых форм в небольших естественных или искусственных водоемах — прудах. Прудовое рыбоводство, одна из перспективных отраслей хозяйства, имеет большое значение в увеличении рыбных богатств.



КЛАСС ЗЕМНОВОДНЫЕ

Земноводные — полуводные, полуназемные хордовые животные. Конечности их состоят из трех отделов (передняя конечность — *плечо, предплечье, кисть*; задняя конечность — *бедро, голень, стопа*), кисть и стопа заканчиваются *пальцами*. Дышат легкими и влажной кожей. Два круга кровообращения, сердце трехкамерное. Размножаются и развиваются в воде. Личинка снабжена жабрами. Известно около 3500 видов. К этому классу относят отряды хвостатых, бесхвостых и др.

ОТРЯД БЕСХВОСТЫЕ

Тело короткое и широкое, шея не выражена, у взрослых форм нет хвоста, задние конечности длиннее передних, оплодотворение наружное. Личинка — головастик. Общее число видов 1300. Среди них известны лягушки, жабы и др.

Внешнее строение лягушки прудовой. Тело короткое и широкое. Шея не выражена. Над ртом расположены ноздри, несколько сзади — глаза, имеющие веки. Позади глаз расположены органы слуха, состоящие из среднего (закрытого барабанной перепонкой) и внутреннего уха. Туловище опирается на две пары конечностей. Наиболее развиты задние. С их помощью лягушка передвигается прыжками на суше и хорошо плавает. Между пальцами задних конечностей имеется *плавательная перепонка*.

Скелет. Мозговая коробка маленькая, что свидетельствует о слабом развитии головного мозга. Позвоночник короткий. Скелеты конечностей состоят из отделов, которые подвижно сочленяются между собой суставами. Передняя конечность прикрепляется к плечевому поясу, состоящему из

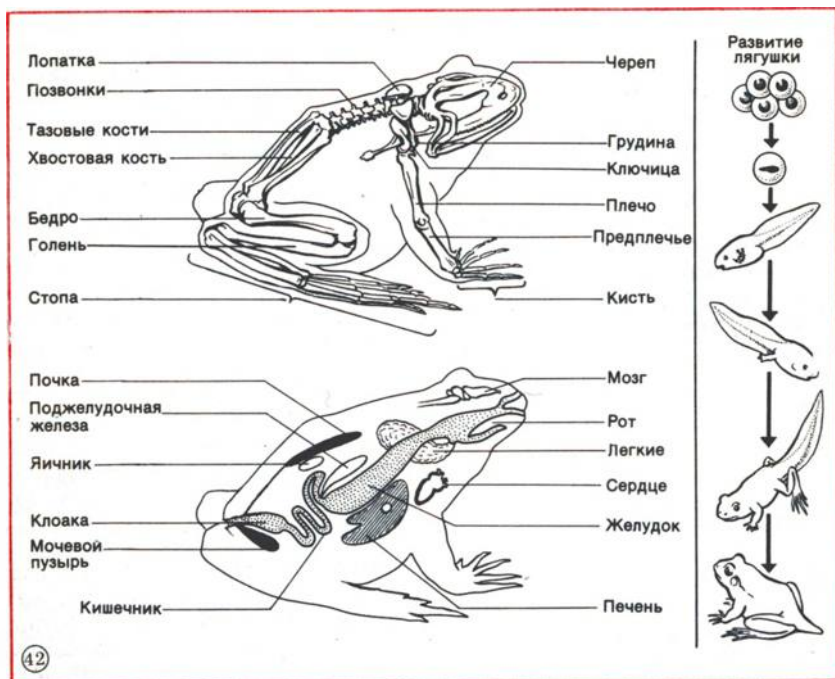
грудных, двух вороньих костей, ключиц и двух лопаток. Задняя конечность связана с позвоночником с помощью тазового пояса, образованного сросшимися тазовыми костями (42).

Пищеварительная система лягушки и рыб во многом сходна, но у земноводных задняя кишка открывается не наружу, а в особое ее расширение — клоаку, с которой сообщаются мочеточники и выводные протоки органов размножения.

Добычу лягушка ловит с помощью липкого языка, который прикрепляется во рту передним концом. Захваченную пищу лягушка обычно заглатывает целиком.

Органы дыхания — легкие и влажная кожа. Через ноздри воздух попадает в ротовую полость и оттуда в легкие. Выдох происходит в результате сокращения брюшной мускулатуры. Покрытая слизью кожа с хорошо развитой системой капилляров способствует кожному дыханию.

Кровообращение. Развитие легких привело к усложнению кровеносной системы — появлению второго (малого) круга кровообращения. В связи с этим усложнилось строение сердца. Оно состоит из трех камер: желудочка и двух предсердий. Правое предсердие содержит только насыщенную углекислым газом венозную кровь, а левое — только артериальную, в желудочке кровь смешивается. Артериальной, насыщенной кислородом кровью снабжается головной мозг лягушки, а все тело получает смешанную кровь. По большому кругу кровообращения кровь из желудочка направляется по артериям во все органы и ткани, а из них по венам оттекает в правое предсердие. По малому кругу кровообращения кровь из желудочка поступает в легкие и кожу, а из легких возвращается в левое предсердие.



Органы выделения — почки, мочеточники, мочевой пузырь. В почках образуется моча, которая по мочеточникам поступает в клоаку, а из нее в мочевой пузырь. По мере его наполнения моча через клоаку удаляется.

Центральная нервная система земноводных состоит из тех же отделов, что и у рыб, но передний мозг развит сильнее, в нем можно различить *большие полушария*. Мозжечок земноводных развит слабее, чем у рыб, поскольку движения земноводных проще и однообразнее.

Размножение. Органы размножения лягушки очень сходны с таковыми у рыб. Самка откладывает в воду икру. Самец выпускает на нее жидкость, содержащую сперматозоиды. Оболочка оплодотворенной икринки в воде набухает, становится плотной. Она защищает яйцо от механических повреждений, хищников.

В оплодотворенной икринке развивается зародыш, который вскоре превращается в личинку лягушки — *головастика*. Питается он вначале остатком желтка, а когда у него появится рот, начинает питаться самостоятельно. По строению головастик похож на рыбу: отсутствуют конечности, есть хвостовой плавник, боковая линия, дышит с помощью наружных жабр, имеет один круг кровообращения, двухкамерное сердце.

По мере развития хорда замещается позвонками, редуцируются жабры. Образующаяся складка кожи затягивает жаберные щели, и головастик переходит к легочному дыханию. Изменяется строение кровеносной системы, она приобретает черты, характерные для земноводных. Появляются парные конечности. Хвост укорачивается и исчезает. Головастик превращается в лягушонка.



ОТРЯД ХВОСТАТЫЕ

Тело удлинненное, переходящее в хвост. Передние и задние конечности примерно одинаковой длины. У многих оплодотворение внутреннее. Общее число видов 280. Представители: обыкновенный тритон, саламандра и др.

Происхождение. Земноводные произошли от древних кистеперых рыб. Найденные останки древних земноводных (чешуя, череп) свидетельствуют о сходстве с этими рыбами — обитателями пресных водоемов. Вымершие кистеперые имели мясистые плавники, похожие на плавники современных кистеперых. С помощью их они могли переползать из одного водоема в другой. Органами дыхания древних кистеперых рыб были жабры и легкие.

КЛАСС ПРЕСМЫКАЮЩИЕСЯ

Класс пресмыкающиеся объединяет около 6 тыс. видов. Тело этих животных разделено на голову, туловище и хвост. Дыхание исключительно легочное, кожа сухая и почти лишена желез. Кровеносная система пресмыкающихся имеет два круга кровообращения, трехкамерное сердце (два предсердия и один желудочек с неполной перегородкой, которая препятствует полному смешению артериальной и венозной крови). Тело покрыто *роговыми чешуйками*, или *щитками*. Они защищают тело от высыхания, но мешают росту, поэтому почти всем пресмыкающимся присуща линька.

Большинство пресмыкающихся — наземные животные. Некоторые виды обитают в воде. Водные пресмыкающиеся, как и наземные, дышат атмосферным воздухом, а для размножения выходят на берег, где и откладывают яйца (черепахи, крокодилы).

Ящерица прыткая — представитель отряда чешуйчатых. Внешне она напоминает хвостатых земноводных, но имеет более стройное тело. Впереди на голове расположена пара ноздрей. Позади них — глаза, защищенные подвижными непрозрачными веками. У ящерицы имеется *третье веко* — полупрозрачная *мигательная перепонка*, при помощи которой поверхность глаза постоянно увлажняется. Позади глаз в небольшом углублении находится барабанная перепонка, соединенная со средним и внутренним ухом. Время от времени ящерица высовывает изо рта длинный, тонкий, раздвоенный на конце язык — орган осязания и вкуса. Тело ящерицы, покрытое чешуей, опирается на две пары ног. Плечевые и бедренные кости располагаются параллельно поверхности земли, вследствие чего тело провисает и волочится по земле. К грудным позвонкам прикрепляются ребра. С брюшной стороны они соединены с грудной и образуют грудную клетку, которая защищает сердце и легкие от повреждения.

Пищеварительная, выделительная и нервная системы ящерицы в основном сходны по строению с соответствующими системами земноводных.

Органы дыхания — легкие. Их стенки имеют ячеистое строение, что в значительной мере увеличивает их поверхность. Дыхание происходит благодаря изменению объема грудной клетки, в результате дыхательных мышц. Кожного дыхания у ящерицы нет.

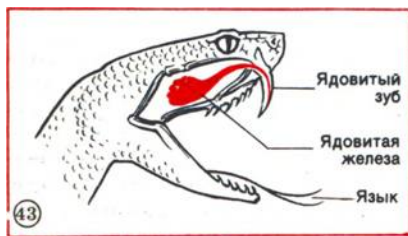
Размножение. Оплодотворение у наземных пресмыкающихся (в отличие от рыб и некоторых земноводных) внутреннее: самец вводит сперматозоиды в клоаку самки; они проникают в яйцевые клетки. В организме самки развиваются яйца, которые она откладывает на суше (закапывает в ямку). Снаружи яйцо ящерицы по-



крыто плотной оболочкой. В яйце находится запас питательных веществ, за счет которых происходит развитие зародыша. Из яиц выходят не личинки, как у рыб и земноводных, а молодые ящерицы.

К отряду чешуйчатых, кроме ящериц, относятся змеи. У них веки сросшиеся, прозрачные и прикрывают глаза наподобие часового стекла. Отсюда немигающий взгляд змей. Они передвигаются, извивая свое безногое тело. Предки змей имели конечности. Об этом свидетельствуют сохранившиеся у них остатки тазового пояса. Грудина отсутствует и ребра с брюшной стороны заканчиваются свободно. Такое строение помогает передвижению змей. Среди них есть неядовитые и ядовитые виды. Нижние челюсти змей соединены с черепом особыми эластичными связками, способными растягиваться. Это дает возможность заглатывать крупную добычу целиком. Неядовитые змеи (удавы, питоны) душат добычу, обвиваясь вокруг нее своим телом и сжимая ее. Другие (ужы, полозы) глотают ее живой. У ядовитых змей — ядовитые железы. Ядовитые зубы располагаются на верхней челюсти по одному с каждой стороны и имеют либо канал, либо бороздку, по которым яд поступает в ранку (43). Змеиный яд может парализовать у жертвы либо нервную (например, яд кобры), либо сердечно-сосудистую систему (яд гадюки, гюрзы). В малых дозах этот яд — лечебное средство.

К пресмыкающимся относят также черепах и крокодилов.



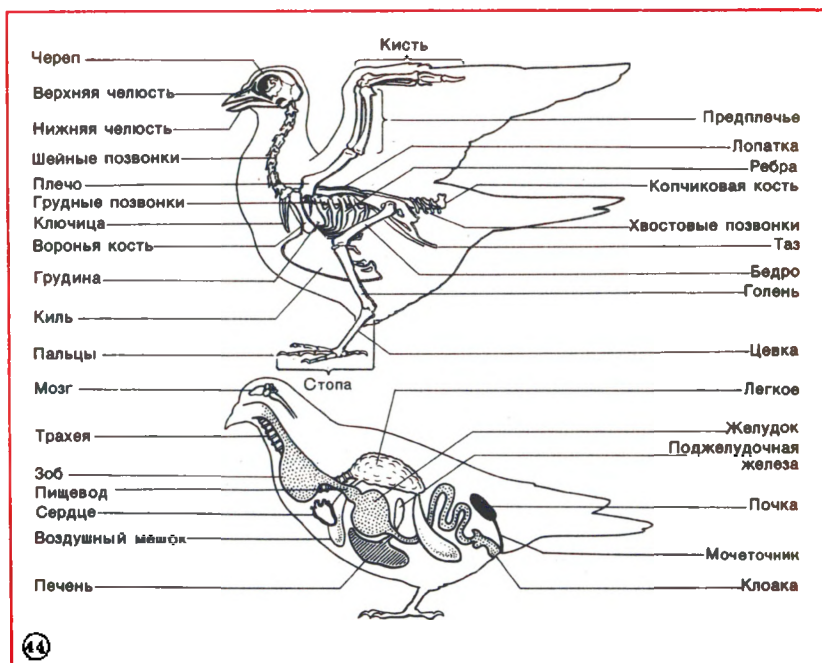
Древние пресмыкающиеся. Наиболее многочисленная группа, среди них — динозавры, или чудовищные ящеры. К ним относились небольшие животные длиной тела до 1 м и гиганты — до 30 м (так, длина тела бронтозавра достигала 18 м, диплодока — 27 м), которые были растительноядными. Среди динозавров были и хищные. Они имели небольшие передние конечности, служившие им для схватывания добычи. При передвижении они прыгали на задних ногах, опираясь на хвост.

У зверозубых ящеров впервые появилось разделение зубов на резцы, клыки и коренные. Ноги находились под туловищем, а не по бокам, как у остальных пресмыкающихся. Среди этих ящеров многие вели хищный образ жизни.

Происхождение пресмыкающихся. Сравнивая строение земноводных и пресмыкающихся, легко обнаружить значительное сходство между этими классами. Скелеты древних пресмыкающихся, найденные при раскопках, имели короткий шейный отдел (как у земноводных), у них не было грудной клетки. Все это свидетельствует о том, что первые пресмыкающиеся произошли от древних земноводных. Этот процесс начался около 250 млн. лет назад. Массовое вымирание пресмыкающихся произошло 70—90 млн. лет назад. Причинами вымирания явились похолодание климата на Земле и соперничество с более совершенными позвоночными животными — птицами и млекопитающими.

КЛАСС ПТИЦЫ

Птицы — высокоорганизованные позвоночные. Тело их покрыто перьями. Передние конечности видоизменены в крылья. Температура тела постоянная. Обмен веществ интенсивный. Поведение сложное. Широко распространены



на Земле. Общее число видов более 8 500.

Внешнее строение. Почти все птицы отлично приспособлены к полету; передние конечности видоизменены в крылья, туловище обтекаемой формы. Шея подвижная. Челюсти птиц одеты роговым покровом, образуют клюв. Форма его и размеры различны и зависят от характера пищи. В клюве различают верхнюю часть — надклювье и нижнюю — подклювье. По бокам головы располагаются глаза, а сзади и ниже их — наружные слуховые отверстия. У основания надклювья находятся ноздри.

Перьевой покров большинства птиц составляют *контурные* и *пуховые перья*. Контурные перья имеют прочный стержень, нижняя часть его (очин) погружена в кожу. Опахала этого пера состоят из бородок I порядка, на них имеются бородки II порядка, сцепленные между собой крю-

чочками. Среди контурных перьев различают *рулевые*, участвующие в управлении полетом и в торможении при посадке, и *маховые*, образующие поверхность крыла. Под контурными перьями располагаются пуховые, стержень их тонкий, бородок II порядка нет. Пуховые перья вместе с контурными способствуют сохранению постоянной температуры тела.

Кожа у птиц сухая. У основания рулевых перьев почти всех птиц располагается копчиковая железа, выделяющая маслянистую жидкость. Птица смазывает ею перья, что предохраняет перо от намокания и делает его эластичным.

Скелет птицы, например голубя, имеет ряд особенностей, связанных с полетом (44). Кости скелета тонкие и прочные. Полости трубчатых костей заполнены воздухом, что облегчает общую массу птицы. Поясничные и крестцовые позвонки прочно соеди-



няясь, служат надежной опорой туловищу. К грудным позвонкам прикрепляются ребра. С брюшной стороны они соединяются с грудной и образуют грудную клетку. На груди имеется большой выступ — *киль*. К нему прикрепляются хорошо развитые мышцы, приводящие в движение крылья.

Череп птицы состоит из тонких костей, прочно соединенных между собой. В нем различают крупную округлую мозговую коробку с большими глазницами и вытянутые кости челюстей, лишенные зубов.

Пищеварительная система. Пища через рот и глотку поступает в пищевод. У основания шеи пищевод расширяется и образует зоб, особенно хорошо развитый у зерноядных птиц. В зобе пища размягчается. Желудок птицы состоит из двух отделов: переднего — железистого и заднего — мускульного. В железистом отделе пища подвергается действию пищеварительного сока, в мускульном — перетирается. Роль жерновов, перетирающих пищу, выполняют камешки, проглоченные птицей.

Дыхание. Легкие птиц отличаются от мешкообразных легких земноводных и от ячеистых легких пресмыкающихся. Легкие птицы имеют губчатое строение. Входящие в них бронхи многократно ветвятся. Ряд разветвлений бронхов оканчивается в полости легких, а некоторые, выходя из них, расширяются, образуя воздушные мешки, которые расположены между мышцами, внутренними органами и в трубчатых костях.

Дыхание в покое осуществляется посредством расширения и сужения грудной клетки, что достигается приближением грудины к позвоночнику и удалением от него. В полете такое дыхание невозможно. В это время оно осуществляется так. При каждом взмахе крыльев воздушные меш-

ки растягиваются, благодаря чему в них через легкие поступает воздух. При опускании крыльев мешки сжимаются, и воздух через легкие выходит наружу. Таким образом, при полете порция воздуха дважды проходит через легкие, дважды поглощается кислород — при засасывании и выталкивании воздуха. В самих воздушных мешках окисления крови не происходит. Объем всех мешков во много раз превышает объем легких, при этом выталкиваемая порция воздуха еще содержит большое количество кислорода.

Органы кровообращения. Сердце у птицы, в отличие от пресмыкающихся, четырехкамерное: оно состоит из двух предсердий и двух желудочков. Левая половина сердца содержит артериальную кровь, правая — венозную. Движение крови происходит, как у земноводных и пресмыкающихся, по двум кругам кровообращения. Но артериальная кровь не смешивается с венозной. Температура тела постоянная (40—45°C).

Органы выделения — парные почки. От них отходят мочеточники, по которым моча поступает в клоаку. Мочевой пузырь отсутствует.

Головной мозг птиц по сравнению с таковым рыб, земноводных и пресмыкающихся развит сильнее, особенно мозжечок, обеспечивающий координацию движений, и большие полушария — более сложное поведение птиц. Среди органов чувств наиболее развиты органы зрения и слуха. Глаза у птиц, как и у пресмыкающихся, снабжены тремя веками: верхним, нижним и прозрачной мигательной перепонкой. Орган слуха состоит из трех отделов: внутреннего, среднего и наружного слухового отверстия.

Размножение и развитие птиц. Птицы раздельнополы. У самца два семенника, у самки — один яичник. От органов размножения в клоаку тянутся выводные труб-



ки (два семяпровода или яйцевод). Яйца созревают постепенно и откладываются по одному через определенные промежутки времени. В отличие от пресмыкающихся, все птицы, кроме сорных кур, насиживают яйца.

Строение яйца птицы. Внутреннюю часть яйца составляет желток с находящимся на его поверхности *зародышевым диском*. Желток одет очень тонкой оболочкой и поддерживается в жидком белке двумя плотными белковыми канатиками. Подвешенный желток подвижен и располагается так, что зародышевый диск всегда находится наверху — ближе к теплему телу насиживающей птицы. Подскорлуповая оболочка, одевающая белок, на тупом конце яйца расслаивается и образует небольшую воздушную камеру. Яйцо покрыто известковой оболочкой, пронизанной порами, через которые осуществляется газообмен зародыша с внешней средой. Снаружи на скорлупе имеется тонкая пленка, защищающая яйцо от проникновения в него микробов.

Развитие. На ранних стадиях развития зародыш не похож на взрослую птицу: голова его очень большая, клюв намечен крошечным бугорком, рот расположен поперек переднего края головы. На шее хорошо выражено несколько пар жаберных щелей. Хвост длинный, передние конечности по форме не отличаются от задних. Все эти особенности проявляются у зародышей пресмыкающихся, что свидетельствует о родстве этих позвоночных. На более поздних стадиях зародыш все более приобретает птичьи черты. Развившийся птенец пробивает скорлупу с помощью особого выроста на клюве — яйцевого зуба. В зависимости от уровня развития различают птенцов выводковых и птенцовых. Первые после вылупления вполне развиты, могут самостоятельно пере-

двигаться, а вторые — недоразвитые, слепые, беспомощные, голые и слегка покрыты пухом. Их кормят родители до тех пор, пока они не станут самостоятельными.

Сходство птиц и пресмыкающихся. В сравнении с пресмыкающимися птицы имеют более сложную организацию. Высокоразвитая нервная система птиц обуславливает их сложное поведение (перелеты, гнездование, забота о потомстве). Более развитые органы дыхания и кровообращения обеспечивают снабжение организма артериальной кровью, а на этой основе и развитие теплокровности.

Вместе с тем имеются черты сходства птиц с пресмыкающимися. Кожа у них сухая и лишена желез. Чешуя, покрывающая тело пресмыкающихся, и перья птиц состоят из рогового вещества и развиваются из одинаковых зачатков. На пальцах и цевке имеются роговые щитки. Чешуя и перья — роговые образования, сходные по происхождению. Сходны в своем строении и зародыши этих животных, что также свидетельствует об их родстве и о происхождении птиц от древних пресмыкающихся. Еще одно подтверждение этого — найденные остатки жившего около 170 млн. лет назад *археоптерикса*, совмещавшего в себе признаки и птиц, и пресмыкающихся.

Кочевки и перелеты птиц. Среди птиц различают оседлых, кочующих и перелетных. Оседлые (воробьи, дятлы, синицы) находят себе пищу и живут в одной местности в течение всего года. Кочующие (галки, снегири, овсянки) перемещаются зимой в поисках пищи в соседние области. Перелетные птицы (дрозды, ласточки, кукушки) совершают дальние миграции. Перелеты птиц связаны с надвигающейся бескормицей, а сигналами к ее наступлению служат происходящие в природе изменения (укорочение све-



Отряды	Характерные признаки отрядов	Места гнездования	Тип развития птенцов	Представители
Куриные	Ноги средней длины, сильные; крылья короткие, широкие; летают тяжело. Клюв короткий, сильный, надклювье слегка загнутое	Леса, степи, пустыни	Выводковый	Тетерев, фазаны, индейка, куропатки
Гусеобразные	Ноги с плавательной перепонкой, несколько отставлены назад. Клюв уплощен, с поперечными роговыми зубчиками, образующими щедильный аппарат. Оперение плотное	Побережья водоемов	Выводковый	Гуси, утки, лебеди
Дятлы	Ноги у большинства четырехпалые, короткие, сильные, приспособленные к лазанию по деревьям. Крылья тупые, летают тяжело	Леса	Птенцовый	Дятлы, тукан
Дневные хищные птицы	Ноги умеренной длины, у большинства с острыми когтями. Клюв крючковидный, изогнутый	Различные ландшафты	Птенцовый	Ястребы, соколы, гриф
Совы	Ноги короткие или умеренно длинные, наружный палец может быть обращен и вперед и назад. Надклювье загнутое, с острыми краями. Глаза большие, обращены вперед. Оперение густое, рыхлое	Леса, пустыни, тундра, горы	Птенцовый	Филин, ушастая сова, домовый сыч, сипуха
Воробьиные	На ногах первый палец обращен назад. Строение крыльев и клюва разнообразно	Различные ландшафты	Птенцовый	Воробьи, дрозды, ласточки, синицы, жаворонок



тового дня, понижение температуры и др.), а также изменения физиологического состояния птиц.

Роль птиц в природе и их практическое значение для человека. Значение птиц в природе и жизни человека очень велико. Подавляющее большинство их питается насекомыми. При большом количестве потребляемой пищи птицы истребляют бесчисленное множество насекомых-вредителей. Немалую пользу приносят хищные птицы, которые кормятся ослабленными животными и являются санитарами в природе. Многие птицы, питаясь плодами и семенами, способствуют их распространению. На некоторых птиц существует промысловая и спортивная охота (промышляют главным образом куриных птиц). Своей красотой и пением птицы доставляют человеку эстетическое наслаждение. Птиц нужно охранять, привлекать в лесопарки, сады, поля и огороды, развешивая искусственные гнездовья весной и подкармливая их зимой.

Значительную роль в жизни человека играют сельскохозяйственные птицы.

Птицеводство — выгодная отрасль животноводства, дающая много высококачественной продукции. Мясо домашних птиц вкусно и питательно, куриные яйца — один из незаменимых продуктов питания. В настоящее время разведение домашних птиц поставлено на промышленную основу. Труд по уходу за птицами и приготовлению им пищи механизирован. Птенцы выводятся в инкубаторах, в которых автоматически поддерживаются оптимальные температура и влажность.

КЛАСС МЛЕКОПИТАЮЩИЕ, ИЛИ ЗВЕРИ

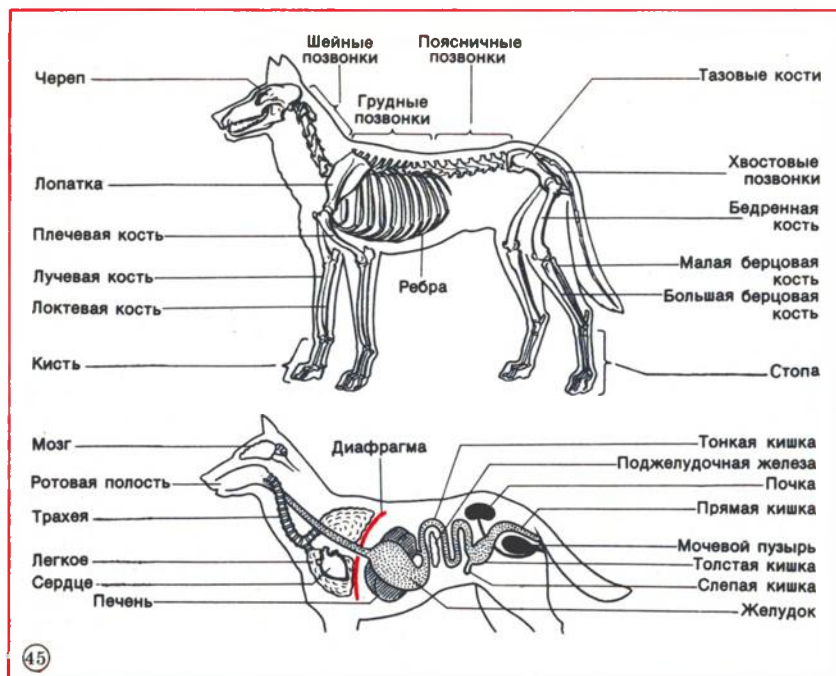
Млекопитающие — теплокровные позвоночные животные. Сердце их четырехкамерное. Развита

волосая покров. Для большинства характерно живорождение и выкармливание детенышей молоком, которое вырабатывается в *молочных железах* самки. Хорошо развита центральная нервная система. Млекопитающие населяют сушу, моря и пресные воды. Известно более 4 тыс. видов.

Большинство млекопитающих — четвероногие животные, туловище которых высоко поднято над землей. Конечности их располагаются под туловищем. Эти особенности млекопитающих способствуют более совершенному их передвижению по суше. У млекопитающих хорошо выражена шея. *Волосая покров* на теле неоднороден. Различают подшерсток (защищает тело от охлаждения) и ость. *Волосы* (подобно перьям птиц, чешуям пресмыкающихся) состоят из рогового вещества. Роговыми образованиями являются ногти, когти, копыта. Кожа млекопитающих эластичная, содержит сальные, потовые, молочные и другие железы. Выделения сальных желез смазывают кожу и волосы, делая их эластичными и несмачиваемыми. *Потовые железы* выделяют пот, испарение которого с поверхности тела предохраняет организм от перегрева. *Молочные железы* имеются только у самок и функционируют в период кормления детенышей.

В связи с приспособлением к передвижению в разной среде наблюдаются изменения в строении конечностей млекопитающих. Например, у китов и дельфинов передние конечности изменены в ласты, а у летучих мышей — в крылья.

Рот млекопитающих окружен губами. Расположенные во рту зубы служат не только для удержания добычи, но и для измельчения пищи, они дифференцированы на резцы, клыки и коренные. Зубы имеют корни, которыми они укреплены в лунках челю-



стей. Над ртом находится нос с парой ноздрей. Глаза имеют хорошо развитые веки. Мигательная перепонка (третье веко) у млекопитающих недоразвита. Из всех животных только у млекопитающих есть *ушная раковина*.

Скелет у млекопитающих состоит из тех же отделов, что и у пресмыкающихся. В шейном отделе млекопитающих обычно 7 позвонков (45). Грудные позвонки (обычно их 12—15) вместе с ребрами и грудиной образуют прочную грудную клетку. Массивные позвонки поясничного отдела подвижно сочленены между собой. Число поясничных позвонков может быть от 2 до 9. Крестцовый отдел (3—4 позвонка) срастается с костями таза, число позвонков хвостового отдела значительно варьирует (от 3 до 49). Пояс передних конечностей млекопитающих состоит из двух лопаток и двух ключиц. Пояс задних конечностей — таз — образован

тремя парами обычно сросшихся тазовых костей. Строение конечностей млекопитающих и пресмыкающихся сходно. У млекопитающих хорошо развиты мышцы спины, ног и поясов конечностей.

Пищеварительная система.

Почти все млекопитающие откусывают пищу зубами и пережевывают ее. При этом пищевая масса обильно смачивается слюной, выделяемой в ротовую полость слюнными железами. Здесь наряду с измельчением начинается переваривание пищи. Желудок у большинства млекопитающих однокамерный. В его стенках находятся железы, выделяющие желудочный сок. Кишечник подразделяется на тонкую, толстую и прямую кишки. В нем, как и у пресмыкающихся, пищевая масса подвергается действию пищеварительных соков, выделяемых кишечными железами, печенью и поджелудочной железой, и происходит всасывание питательных веществ.



Остатки непереваренной пищи удаляются из прямой кишки через анальное отверстие.

У всех млекопитающих грудная полость отделена от брюшной мускулистой перегородкой — *диафрагмой* 45.

Дыхание. Млекопитающим свойственно легочное дыхание. Роль кожи в дыхании незначительна. Вдох и выдох совершается за счет диафрагмы и межреберных мышц, принимающих участие в расширении и сужении грудной клетки.

Кровеносная система. Сердце млекопитающих состоит из двух предсердий и двух желудочков. Артериальная кровь не смешивается с венозной. Кровь движется по двум кругам кровообращения, обеспечивая снабжение тканей тела кислородом и питательными веществами, а также освобождение клеток тканей от конечных продуктов обмена веществ.

Органы выделения млекопитающих — почки и кожа. Образующаяся моча по двум мочеточникам поступает в мочевой пузырь, а оттуда по мочеиспускательному каналу периодически выводится наружу. Пот, выделяющийся потовыми железами кожи, также выводит избыток солей и мочевины из организма.

Обмен веществ. Совершенное строение пищеварительной, кровеносной и дыхательной систем обеспечивает у зверей высокий уровень обмена веществ. Температура тела у млекопитающих (как и у птиц) постоянная (37—38°C).

Нервная система млекопитающих имеет более сложное строение по сравнению с нервной системой пресмыкающихся. Особенно сильно развит головной мозг, а в нем большие полушария переднего мозга, благодаря коре. Ее поверхность значительно увеличивается за счет образования борозд. Передний мозг играет ведущую роль в организации поведения зверей. Хорошо развит

и мозжечок, координирующий движение, влияющий на равновесие и мышечный тонус млекопитающих.

Органы чувств млекопитающих характеризуются высоким развитием, особенно обоняние. Сложное строение имеет орган слуха, состоящий из трех отделов: внутреннего, среднего и наружного уха, улавливающего звуковые колебания и направляющего их на барабанную перепонку. Зрение развито слабее, чем у птиц, за исключением обезьян и зверей открытых пространств.

Органы осязания находятся в коже. Эту роль выполняют и *вибриссы* — длинные жесткие волосы, расположенные на подбородке, губах, бровях и щеках.

Размножение и развитие млекопитающих. В связи с живорождением органы размножения характеризуются некоторыми особенностями. Оплодотворение у млекопитающих внутреннее. Созревшие яйцевые клетки поступают в парные яйцеводы, где происходит их оплодотворение. Оба яйцевода открываются в особый орган женской половой системы — *матку*. Это мускулистый мешок, стенки которого способны сильно растягиваться. Оплодотворенная яйцевая клетка прикрепляется к стенке матки, где происходит развитие плода. В матке оболочка зародыша плотно соприкасается с ее стенкой — здесь образуется *детское место*, или *плацента*. Зародыш соединен с плацентой *пуповиной*, внутри которой проходят его кровеносные сосуды. В плаценте через стенки сосудов из крови матери в кровь зародыша поступают питательные вещества и кислород, удаляются углекислый газ и другие вредные для зародыша продукты жизнедеятельности.

У млекопитающих хорошо развит инстинкт заботы о потомстве. Самки выкармливают детенышей молоком, согревают их своим



Кожный покров					
Органы дыхания					
Кровеносная система					
Головной мозг					
	Рыбы	Земноводные	Пресмыкающиеся	Птицы	Млекопитающие

(46)

телом, защищают от врагов, учат искать пищу.

Происхождение млекопитающих. Сходство современных млекопитающих с пресмыкающимися, особенно на ранних стадиях зародышевого развития (46), указывает на близкое родство этих групп позвоночных и дает возможность предположить, что млекопитающие произошли от древних зверозубых ящеров. В Австралии и на прилегающих к ней островах и сейчас живут млекопитающие, которые по своему строению и особенностям размножения занимают промежуточное положение между пресмыкающимися и млекопитающими. К ним относятся представители отряда *яйцекладущих*, или *первозверей*, — *утконос* и *ехидна*.

При размножении они откладывают яйца, покрытые прочной оболочкой, защищающей содержимое яйца от высыхания. Самка утконоса откладывает в норку

1—2 яйца, которые затем насиживает. Ехидна вынашивает единственное яйцо в особой сумке, представляющей складку кожи на брюшной стороне тела. Вышедших из яиц детенышей яйцекладущие вскармливают молоком.

К отряду *сумчатых* относятся *кенгуру*, *сумчатый волк*, *сумчатый медведь* *коала*, *сумчатые муравьеды*. В отличие от первозверей, у сумчатых развитие зародыша происходит в организме матери, в матке. Но плацента отсутствует, и поэтому детеныш задерживается в организме матери недолго (например, у кенгуру), а рождается слабо развитым. Дальнейшее развитие его происходит в особой складке кожи на животе матери — сумке. Первозвери и сумчатые — древняя группа млекопитающих, широко распространенная в прошлом. Сейчас сумчатые встречаются в Австралии, некоторые виды сумчатых обитают в Северной и Южной Америке.



ЗНАЧЕНИЕ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В ПРИРОДЕ, ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА. ОХРАНА ЗВЕРЕЙ

Большую роль играют в природе мышевидные грызуны, некоторые насекомоядные; создавая разветвленную систему ходов в почве, они обогащают ее воздухом, влагой, органическими и неорганическими веществами. Некоторые млекопитающие способствуют распространению плодов и семян, влияют на возобновление растительности. Многие хищные звери регулируют численность других животных в природе; некоторые из них, поедая трупы, выполняют санитарную роль.

Разнообразна роль млекопитающих в жизни человека. Многие из них служат объектами промысла, доставляя человеку мясо,

жир, пушнину, техническое сырье. Сельскохозяйственных животных разводят для получения продуктов питания, сырья для промышленности. Наряду с этим среди млекопитающих есть животные, наносящие вред хозяйственной деятельности человека (например, мышевидные грызуны).

В целях рационального использования и воспроизводства млекопитающих в нашей стране проводится система мероприятий согласно Закону об охране и использовании животного мира. Этим законом установлены определенные сроки и нормы охоты на промысловых зверей, мероприятия по акклиматизации, созданию заповедников и заказников для охраны редких видов и видов, находящихся на грани исчезновения.

Характерные признаки некоторых отрядов млекопитающих

Отряд	Характерные признаки	Представители
Насекомоядные	Размеры тела средние и мелкие. Зубы однотипные, остробугорчатые. Передний конец головы у большинства вытянут в хоботок. Кора мозга без извилин и борозд	Крот, еж, выхухоль, землеройки
Рукокрылые	Передние конечности видоизменены в крылья. Кости тонкие и легкие; грудина имеет киль. Большинство видов питается насекомыми	Ушан, рыжая вечерница
Грызуны	Размеры тела большинства средние или мелкие. Сильно развиты резцы без корней; клыков нет; коренные с плоскими жевательными поверхностями. Питаются преимущественно растительной пищей. Быстро размножаются, большая плодовитость	Белка, бобр, суслик, бурундук, мыши, крысы
Зайцеобразные	Размеры тела небольшие. Резцов две пары. Вторая пара слабо развита и расположена позади первой	Заяц, кролик, пищуха



Отряд	Характерные признаки	Представители
Хищные	Хорошо развиты клыки и хищные зубы — предкоренные. Передний мозг хорошо развит, имеет борозды и извилины. Питаются преимущественно животной пищей. Некоторые всеядны	Волк, лисица, лев, куница, тигр, медведь
Ластоногие	Большую часть жизни проводят в воде. Размножаются и линяют на суше. Конечности укорочены и видоизменены в ласты. Зубная система похожа в основном на таковую хищных, но менее резко дифференцирована. Питаются рыбой, моллюсками, ракообразными и др.	Морж, тюлень, котик, сивуч
Китообразные	Живут в воде, размеры тела крупные или гигантские. Передние конечности видоизменены в плавники, задних нет. Кожа голая	Дельфин, кит
Парнокопытные	Размеры средние или крупные. Ноги длинные, оканчиваются четырьмя пальцами, из которых второй и третий хорошо развиты. На пальцах — копыта. Нет ключиц. Большинство питается растениями.	Лось, кабан, зубр, олень, корова
Непарнокопытные	Размеры тела крупные. Число пальцев нечетное, сильно развит третий. На пальцах копыта. Ключиц нет	Лошадь, осел, зебра
Приматы	Размеры тела различные. Мозговая часть черепа большая, глазницы направлены вперед. На пальцах ногти. Большой палец может противопоставляться остальным	Марьяшка, шимпанзе, горилла

ЗООЛОГИЧЕСКИЕ САДЫ И ПАРКИ

Зоологические сады, парки — это научно-просветительные учреждения, предназначенные для содержания и изучения животных в неволе. В современных зоопарках ряда стран стремятся

максимально приблизить условия жизни диких животных к естественным, природным, характерным для каждого вида. В мире насчитывается примерно 800 зоологических садов и парков. Они стали центрами сохранения и восстановления редких и исчезающих видов животных. Из 286 видов и подвидов млекопитающих,



включенных в Красную книгу МСОП, в зоопарках содержится от 160 до 180 видов. В последние годы во многих зоопарках большое внимание уделяется изучению биологии диких животных, их размножению, развитию, поведению. Для многих животных было установлено время размножения, сроки вынашивания потомства, особенности развития молодняка. Эти сведения послужили основой для звероводства.

На нашей территории существует около 30 зоопарков, которые не только решают задачу коллекционирования видов мировой и отечественной фауны для всестороннего исследования их биологии, но и занимаются пропагандой этих знаний среди населения.

Один из старейших зоопарков России, Московский зоопарк, был создан по инициативе профессора МГУ А. П. Богданова и открыт для посещения в 1864 году. Этот зоопарк — настоящий живой музей, в нем содержится примерно 620 видов и подвигов позвоночных животных, общее число которых составляет 3000 экземпляров. Именно в этом зоопарке 50 лет назад удалось решить сложнейшую задачу — добиться размножения соболя в неволе, чтобы можно было начать промышленное разведение этого ценнейшего пушного вида.

Санкт-Петербургский зоопарк был создан в 1865 году. Его живая коллекция насчитывает 420 видов позвоночных животных, общим числом около 1200 экземпляров. В этом зоопарке изучают особенности размножения индийского слона, условия содержания, размножения и развития жирафа, муравьеда, шимпанзе и других животных. В этом зоопарке накоплен большой опыт по искусственному выращиванию человекообразных обезьян и крупных кошек. Достигнуты успехи в содержании и других диких животных. Кол-

лекции других зоопарков России (липецкий, пермский, ростовский, новосибирский и т. д.) значительно меньше, в них нередко содержат местные виды, особенно редкие и исчезающие. Ведутся исследования биологии этих видов, причин сокращения их численности с целью восстановления и возвращения в природу некоторых из них.

ПРОВЕРЬТЕ СВОИ ЗНАНИЯ

1. Какие из этих организмов принадлежат к одноклеточным животным:

а) обыкновенная амеба, б) хламидомонада, в) хлорелла, г) инфузория-туфелька?

2. Найдите признаки, характерные только для простейших:

а) микроскопические размеры, б) тело состоит из одной клетки, в) раздражимость, г) активное передвижение.

3. Какие органоиды характерны для обыкновенной амебы:

а) хлоропласты, б) красный глазок, в) пищеварительная вакуоль, г) ложноножки?

4. Кишечнополостные обитают:

а) в водной среде, б) на суше, в) в почве, г) в живых организмах.

5. Переваривание пищи в организме гидры происходит:

а) в стрекательных клетках, б) в кишечной полости, в) в клетках со жгутиками, г) промежуточных клетках.

6. Непереваренные остатки пищи удаляются из организма гидры:

а) через рот, б) через пору, в) порошицу, г) через всю поверхность тела.

7. Кишечнополостные дышат: а) жабрами, б) легкими, в) кишечной полостью, г) всей поверхностью тела.

8. Что такое регенерация:

а) отделение новой особи,



б) восстановление утраченных частей тела, в) восстановление утраченных и поврежденных частей тела, г) образование новой особи?

9. В чем сходство медузы и гидры:

а) добычу убивает ядом стрекательных клеток, б) тело имеет вид колокола, в) пищеварение происходит в кишечной полости, г) передвигается реактивным способом, д) лучевая симметрия?

10. Какое размножение у кишечнополостных:

а) бесполое, б) половое, в) половой процесс, г) вегетативное?

11. Плоские черви живут:

а) на суше, б) во влажной почве, в) в водной среде, г) в организмах животных или человека.

12. К какому классу плоских червей относят белую планарию:

а) ленточные черви, б) сосальщики, в) ресничные черви?

13. Источником заражения человека бычьим цепнем служит:

а) яйцо, б) личинка, в) финна, г) взрослый червь.

14. Личинки печеночного сосальщика живут:

а) в воде, б) в теле малого прудовика, в) на растениях, г) в теле человека.

15. Чтобы не заразиться печеночным сосальщиком, нужно:

а) не употреблять плохо прожаренное или недоваренное мясо, б) мыть руки перед едой, в) мыть овощи и фрукты перед едой, г) не пить воду, взятую из загрязненного водоема.

16. Перенос питательных веществ от кишки к клеткам других органов тела аскариды осуществляется с помощью:

а) разветвленного кишечника, б) движения крови, в) полостной жидкости, г) рыхлой соединительной ткани — паренхимы.

17. Аскарида нуждается в кис-

лороде на стадии:

а) яйца, б) личинки, в) взрослого червя, г) никогда не нуждается.

18. Детская острица живет:

а) в печени, б) в кишечнике, в) в толстом отделе кишечника, г) в легких.

19. Человек детской острицей заражается:

а) при питье сырой воды, взятой из загрязненного водоема, б) при употреблении недостаточно проваренного или прожаренного мяса; в) через немытые овощи и фрукты, г) через немытые руки, самозаражение.

20. К какому классу относятся дождевые черви:

а) ленточные черви, б) ресничные черви, в) многощетинковые, г) малощетинковые?

21. Дождевые черви имеют:

а) диффузную нервную систему; б) нервные стволы, соединенные нервными перемычками; в) окологлоточное нервное кольцо и брюшную нервную цепочку; г) нервную трубку.

22. Жидкие вредные вещества удаляются из организма кольчатых червей через:

а) всю поверхность тела; б) разветвленные канальцы; в) заднепроходное отверстие; г) извитые трубочки, имеющие на одном конце воронку, а на другом — пору, находящуюся на боковой стенке тела.

23. Обыкновенный прудовик питается:

а) растениями, б) трупами животных, в) мелкими животными, г) различными минеральными веществами.

24. На рыбах развиваются моллюски:

а) обыкновенный прудовик, б) виноградная улитка, в) слизень, г) беззубка.

25. Тело беззубки состоит из:

а) головы, туловища, ноги; б) туловища и ноги; в) головы, туловища, хвоста; г) туловища и хвоста.



26. В мантийную полость беззубки вода поступает через:

- а) верхний сифон, б) рот,
- в) нижний сифон.

27. В теле речного рака различают:

- а) голову, грудь, брюшко; б) головогрудь, брюшко; в) головогрудь, брюшко, конечности; г) головогрудь, брюшко, хвост.

28. Потомство речного рака развивается:

- а) внутри организма самки, б) на водных растениях, в) на теле рыбы, г) на брюшных ножках самки.

29. Паук-крестовик использует паутину:

- а) для защиты, б) для образования кокона, в) как ловчую сеть, г) для привлечения самки.

30. Выделительные функции у насекомых выполняют:

- а) мальпигиевы сосуды, б) зеленые железы, в) почки, г) жировое тело.

31. Назовите стадии развития насекомых с неполным превращением.

32. Какие из этих насекомых развиваются с полным превращением:

- а) капустная белянка, б) перелетная саранча, в) майский жук, г) комнатная муха?

33. Капустная белянка относится к отряду:

- а) перепончатокрылых, б) чешуекрылых, в) прямокрылых, г) двукрылых.

34. На основании каких признаков класс насекомых делится на отряды?

35. Где живет ланцетник?

36. Кровеносная система ланцетника:

- а) замкнутая, б) незамкнутая, в) включает сердце и сосуды: спинной, брюшной, капилляры; г) не содержит сердца, а только брюшной, спинной сосуды и капилляры.

37. Хорда сохраняется в течение всей жизни у кистеперых (а),

костно-хрящевых (б), костистых (в), хрящевых (г) рыб.

38. Плавательного пузыря нет у костно-хрящевых (а), хрящевых (б), костистых (в), кистеперых (г) рыб.

39. В связи с жизнью на суше кровеносная система лягушки включает:

- а) спинной, брюшной сосуды и капилляры, б) двухкамерное сердце, в) трехкамерное сердце, два круга кровообращения, г) трехкамерное сердце, круг кровообращения один.

40. Органы дыхания лягушки:

- а) кожа, б) жабы, в) легкие, г) легкие и кожа.

41. Какие отделы головного мозга наиболее развиты у лягушки?

42. К хвостатым земноводным относятся:

- а) осетр, стерлядь, латимерия; б) жаба, квакша, чесночница; в) тритоны гребенчатый и альпийский; г) пятнистая саламандра.

43. Тело пресмыкающихся покрыто:

- а) костной чешуей, б) роговой чешуей, в) костными щитками, г) роговой чешуей, или щитками.

44. Прыткая ящерица дышит:

- а) жабрами, б) кожей, в) легкими, г) легкими и кожей.

45. К отряду чешуйчатых относятся:

- а) ящерицы прыткая, зеленая; б) тритоны, саламандра; в) уж, удав, кобра, г) черепахи, крокодилы.

46. Какие из приведенных ниже признаков характерны для змей:

- а) веки сросшиеся, прозрачные, прикрывают глаз подобно часовому стеклу; не имеют конечностей;

- б) нижняя челюсть соединена с черепом эластичными связками;

- в) глаза защищены непрозрачными веками; тело опирается на две пары ног;



г) к грудным позвонкам прикрепляются ребра, они с брюшной стороны соединяются с грудиной.

47. Какие перья способствуют полету птицы?

48. Какие мышцы обеспечивают движение крыльев птицы?

49. Для черепа и позвоночника млекопитающих характерно наличие:

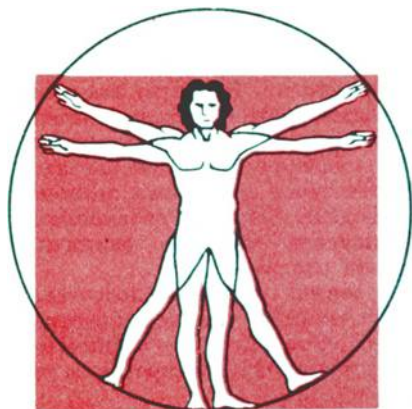
а) небольшой мозговой коробки черепа, короткого позвоночника;

б) крупной мозговой части черепа с большими глазницами; в) прочно соединенных поясничного и крестцового отделов, вытянутых костей челюсти; г) крупной мозговой части черепа, состоящего из 7 позвонков шейного отдела, сращенного с костями таза поясничного и крестцового отделов.

50. К органам выделения млекопитающих относятся:

а) потовые железы, б) заднепроходное отверстие, в) почки, г) легкие.

ЧЕЛОВЕК



- | | | | |
|-----|--|-----|--|
| 94 | ВВЕДЕНИЕ | 118 | ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ
Состав пищи. Нормы питания |
| 94 | ОБЩИЙ ОБЗОР ОРГАНИЗМА
ЧЕЛОВЕКА | 121 | ВЫДЕЛЕНИЕ |
| 98 | ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНАЯ
СИСТЕМА
Скелет и его функции
Мышцы и их функции | 122 | КОЖА |
| 103 | КРОВЬ
Внутренняя среда организма
Иммунитет | 124 | НЕРВНАЯ СИСТЕМА
Рефлекс и рефлекторная дуга
Центральная нервная система
Вегетативная нервная система |
| 107 | КРОВООБРАЩЕНИЕ
Строение и функции органов
кровообращения
Движение крови по сосудам | 131 | ОРГАНЫ ЧУВСТВ
Анализаторы |
| 111 | ДЫХАНИЕ
Строение и функции органов
дыхания
Дыхательные движения
и регуляция дыхания | 134 | ВЫСШАЯ НЕРВНАЯ
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ |
| 114 | ПИЩЕВАРЕНИЕ
Строение и функции органов
пищеварения
Учение И. П. Павлова
о пищеварении | 137 | ЖЕЛЕЗЫ ВНУТРЕННЕЙ
СЕКРЕЦИИ |
| | | 139 | РАЗМНОЖЕНИЕ И РАЗВИТИЕ
ЧЕЛОВЕКА
Проверьте свои знания |



Анатомия, физиология и гигиена человека составляют основу современной медицины, педагогики, психологии. Развитие этих наук помогает медицине разрабатывать эффективные методы лечения нарушений деятельности жизненно важных органов человеческого организма и вести эффективную борьбу с инфекционными заболеваниями. Знание строения и функций человеческого организма позволяет каждому человеку сознательно соблюдать научно обоснованные правила личной и общественной гигиены, избегать различных заболеваний и быть здоровым, физически развитым.

Анатомия человека — наука о строении, форме человеческого организма, его органов и образующих их тканей с учетом возрастных, половых и индивидуальных особенностей. Она выявляет взаимосвязь между формой, структурой органов и их функциями и строением тела человека в целом ⁴⁷.

Физиология человека — наука о процессах жизнедеятельности (функциях) и механизмах их регулирования в клетках, тканях, органах, системах органов и целостном организме человека.

Гигиена человека — наука о влиянии разнообразных факторов окружающей среды и производственной деятельности на здоровье человека, его работоспособность, продолжительность жизни.

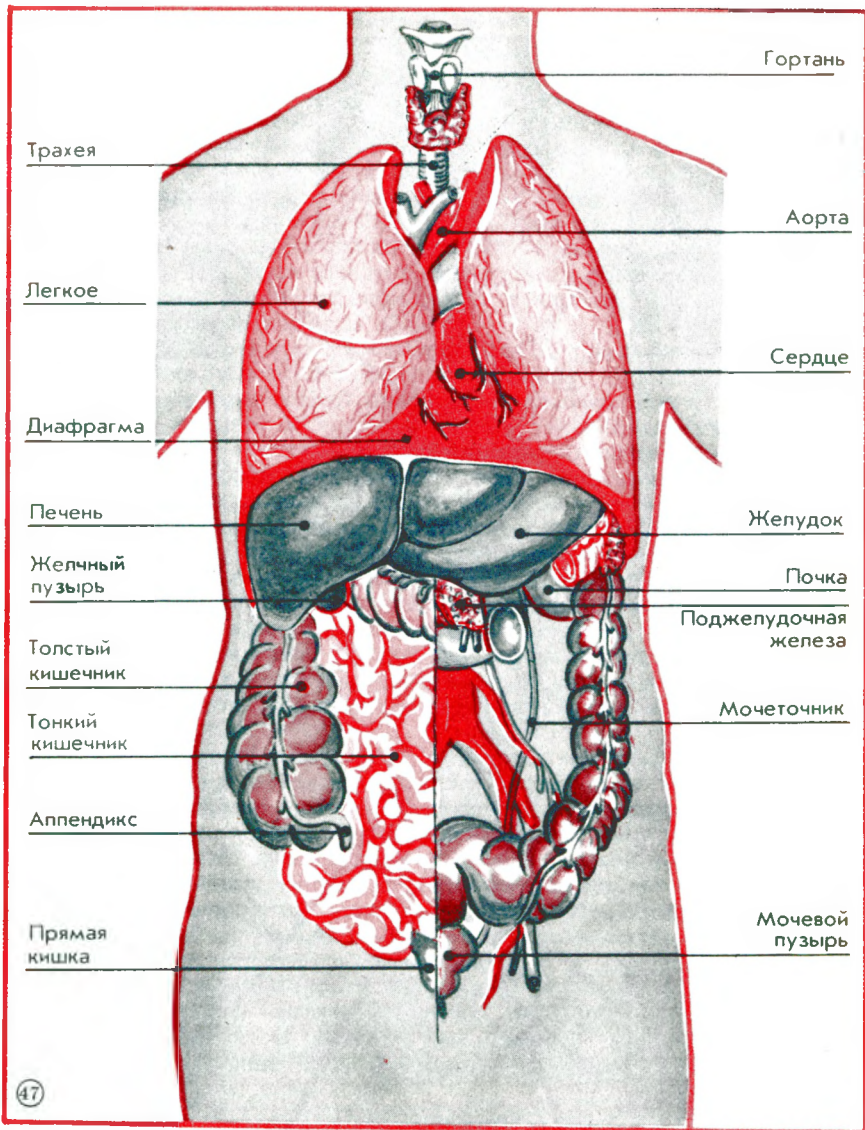
ОБЩИЙ ОБЗОР ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

Организм — самостоятельное живое существо, состоящее из органических (белки, жиры, углеводы и нуклеиновые кислоты) и неорганических (вода, минеральные соли) веществ. Его характерными свойствами являются обмен веществ и энергии с окружающей средой, рост и размножение. Он реагирует на изменения внешней среды и представляет собой саморегулирующуюся систему.

Целостность организма обеспечивается структурным соединением всех его частей (клеток, тканей, органов, жидкостей и др.), взаимосвязью всех частей организма при помощи жидкостей, циркулирующих в его сосудах, полостях и пространствах (*гуморальная связь*, от греч. «гумор» — жидкость); нервной системы, которая регулирует все процессы организма (*нервная связь*).

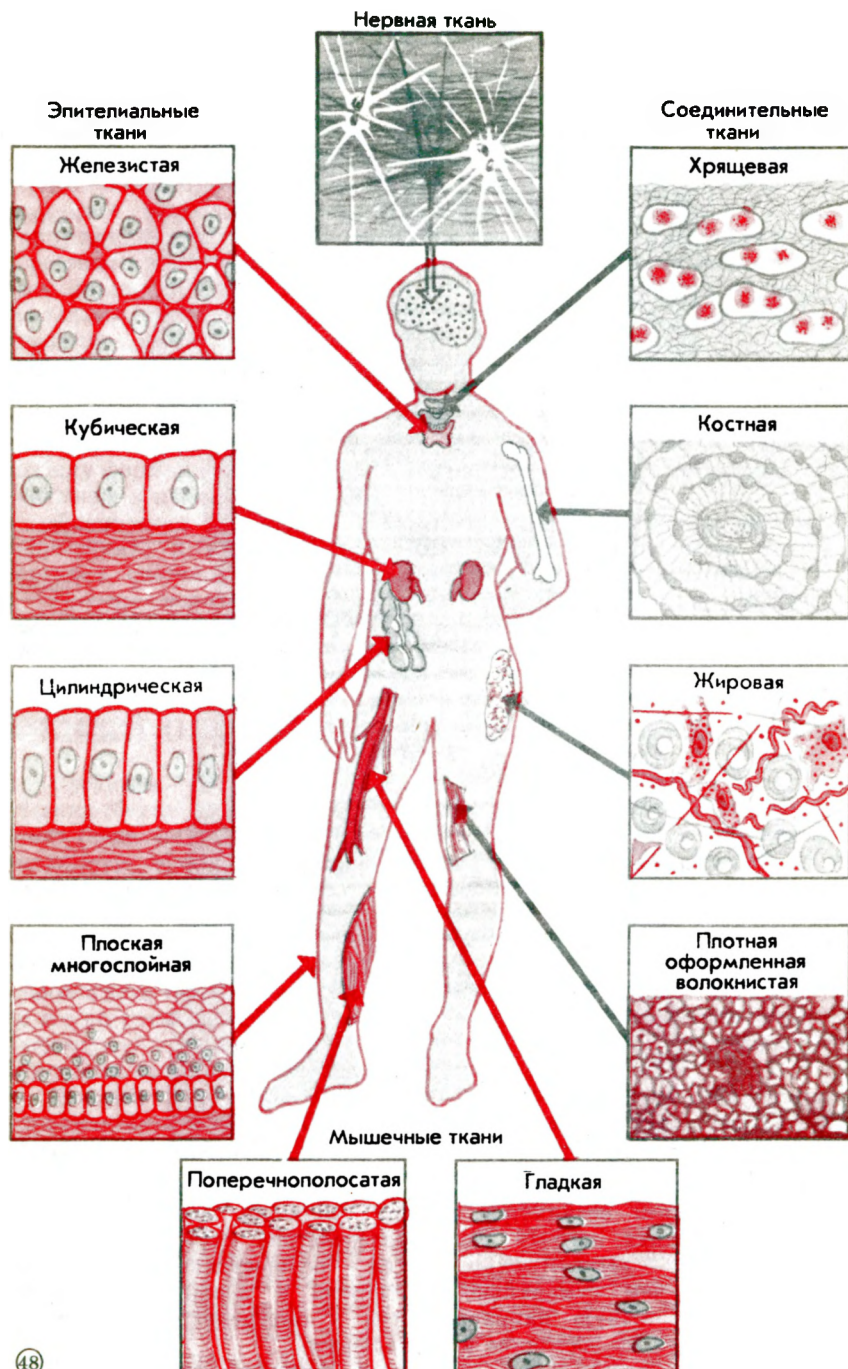
Понятие целостности организма человека включает в себя единство *психического* и *соматического* (от греч. «сома» — тело), так как нет психики, отделенной от тела. Она является функцией телесного органа — головного мозга, представляющего наиболее высокоразвитую и особым образом организованную материю, способную мыслить.

Гуморальная регуляция функций организма — древнейшая форма химического взаимодействия клеток организма, осуществляемая продуктами обмена веществ, которые разносятся кровью по всему телу и оказывают влияние на деятельность других клеток, тканей, органов. Некоторые клетки более чувствительны к одним химическим раздражителям, другие — к другим. Химические вещества распространяются с током крови относительно медленно и обычно быстро разрушаются или выводятся из организма.



Нервная регуляция функций в организме — исторически более молодая, позднее возникшая в ходе эволюции живых существ, более оперативная, потому что взаимодействие клеток через нервную систему — *рефлекторным путем* — осуществляется в сотни раз быстрее, чем гуморально-химическое, а нервные импульсы всегда имеют точную направленность к определенным клеткам, тонко регулируя их состояние и деятельность.

Нервная и гуморальная регуляции функций организма взаимно связаны. На функциональное состояние нервной системы оказывают влияние активные химические вещества, циркулирующие





щие в крови, например *гормоны* (от греч. «гормао» — побуждать). Но образование гормонов железами внутренней секреции и выделение их в кровь осуществляется под контролирующим влиянием нервной системы. В связи с этим следует говорить об едином механизме *нервно-гуморальной регуляции* функций организма.

Важнейшее свойство организма — *саморегуляция* физиологических функций, которая автоматически поддерживает относительное постоянство внутренней среды организма, т. е. *гомеостаз* (от греч. «гомоис» — тот же самый и «стасис» — состояние), что является необходимым условием его существования. Саморегуляция возможна потому, что имеются обратные связи между регулируемым процессом и регулирующей системой, когда информация о конечном результате поступает в центральную нервную систему.

Ткани состоят из клеток, однородных по происхождению, строению и функции, и межклеточного вещества (48).

Все разнообразие тканей организма человека, как и животных, может быть сведено к четырем типам: *эпителиальные* (от греч. «эпи» — на и лат. «тела» — ткань), или пограничные ткани; *соединительные*, или ткани внутренней среды организма; *мышечные*, сократимые ткани; и *ткани нервной системы*.

Органы. Системы органов. Различные ткани соединяются между собой и образуют органы. Орган занимает постоянное положение и имеет определенные строение, форму и функции 47. Одна из тканей, входящих в состав органа, определяет его главную функцию, другие — соединительная ткань, содержащая сосуды и нервы, помогают в осуществлении этой функции. Благодаря гуморальным и рефлекторным влияниям органы находятся в тесном взаимодействии. В форме и размерах органов наблюдаются индивидуальные, половые и возрастные различия.

Органы, объединенные общей функцией и происхождением, составляют *систему органов*. Органы, посредством которых организм перерабатывает пищевые вещества, составляют пищеварительную систему, органы, обеспечивающие доставку в кровь кислорода, необходимого для тканевого дыхания, окислительно-восстановительных процессов, составляют систему органов дыхания и т. д.

Системы разнородных органов, которые объединяются для выполнения общей функции, называют *аппаратом*. Например, опорно-двигательный аппарат включает костную и мышечную системы.

Временную комбинацию центральных и периферических образований организма — систем и органов, объединяющихся в данный момент для достижения результатов приспособительной деятельности — для выполнения общей функции — называют *функциональной системой*.



ОПОРНО- ДВИГАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

СКЕЛЕТ И ЕГО ФУНКЦИИ

Скелет ⁽⁴⁹⁾ составляет структурную основу тела, определяет его размеры и форму, выполняет опорную и защитную функции и совместно с мышцами образует полости, в которых располагаются жизненно важные органы. Например, головной мозг защищен черепом, спинной — позвоночником, легкие и сердце — грудной клеткой и т. д.

Движение организма осуществляется благодаря тому, что кости выполняют функции длинных и коротких рычагов, соединенных подвижными сочленениями — суставами, приводимыми в движение мышцами, управляемыми нервной системой. Движение служит одной из главных приспособительных реакций организма к окружающей среде.

Кроме того, костная ткань — депо соединений кальция, фосфора и других элементов — участвует в минеральном обмене, а мышечная ткань — в обмене углеводов, жиров и белков. Внутри костей содержится *красный костный мозг*, где образуются форменные элементы крови.

Скелет туловища. *Позвоночник* образован 33—34 *позвонками*, расположенными друг над другом. Между телами позвонков находятся прослойки из хрящевой ткани, что придает позвоночнику гибкость и упругость.

Различают 5 отделов позвоночника: шейный, состоящий из 7 позвонков, грудной — из 12, поясничный — из 5, крестцовый — из 5 и копчиковый (хвостовой) — из 4—5 сросшихся позвонков. Каждый позвонок состоит из тела, дуги и отростков. Между

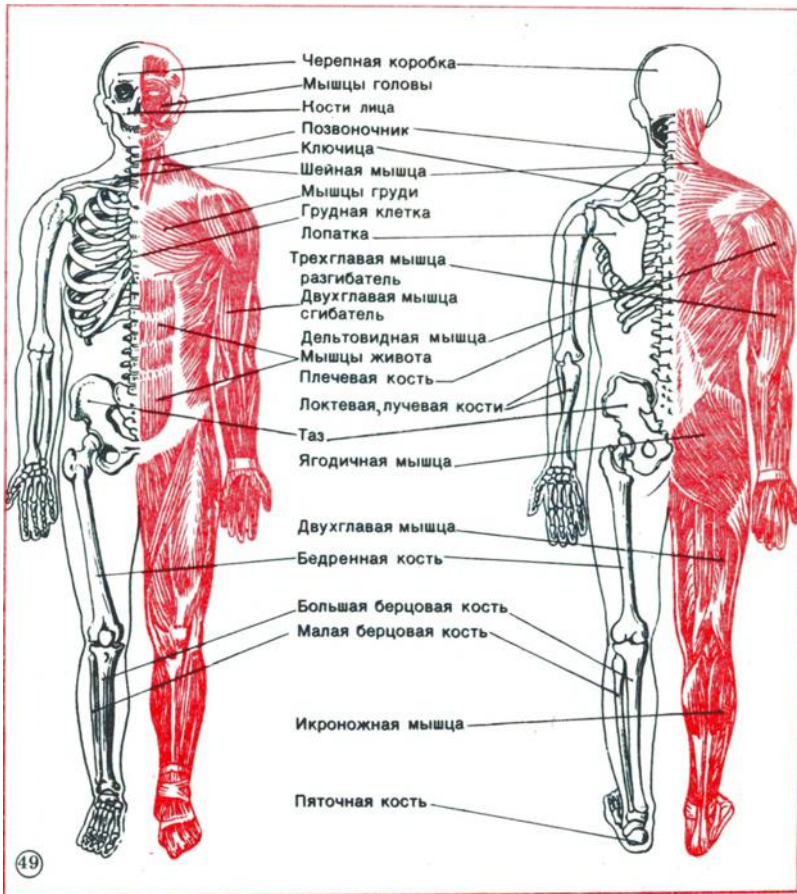
телом и дугой находится отверстие. Позвоночные отверстия в совокупности образуют *позвоночный канал*, защищающий находящийся в нем спинной мозг. Чем ближе к крестцу, тем массивнее позвонки, что связано с прямохождением. Характерные для взрослого человека четыре изгиба позвоночника отсутствуют у новорожденного и, формируясь, постепенно образуются окончательно в юношеском возрасте. Изгибы позвоночника связаны с вертикальным положением тела и обеспечивают пружинные движения позвоночника при ходьбе и прыжках.

Грудная клетка образована 12 парами *ребер*, сочлененных с телами грудных позвонков и их поперечными отростками. Ребра могут приподниматься и опускаться. 7 пар верхних, истинных ребер спереди соединяются с плоской костью — *грудиной*, следующие 3 пары ребер соединяются друг с другом хрящами. 2 нижние пары ребер свободно лежат в мягких тканях. Грудные позвонки, грудина и ребра вместе с расположенными между ними дыхательными мышцами и диафрагмой образуют грудную полость.

Пояс верхних конечностей состоит из двух треугольных лопаток, лежащих на задней поверхности грудной клетки, и сочлененных с ними ключиц, соединенных с грудиной.

Скелет верхней конечности образован костями: *плечевой*, соединенной с лопаткой, *предплечья* (лучевая и локтевая) и *кисти*. Скелет кисти образован мелкими костями запястья, длинными костями пясти и костями пальцев.

Пояс нижних конечностей состоит из двух массивных плоских тазовых костей, прочно сзади сращенных с *крестцом*, а спереди почти жестко соединенных между собой в лонном сочленении. Они имеют круглые впадины



куда входят головки бедренных костей.

Скелет нижней конечности состоит из костей: *бедренной, голени* (большой и малой берцовых) и *стопы*. Коленный сустав — место соединения бедра и голени — защищен спереди небольшим плоским надколенником. **Скелет стопы** образован короткими костями предплюсны, длинными костями плюсны и костями пальцев ног.

Кости конечностей соединены подвижно *суставами*. Суставная впадина одной кости и входящая в нее головка другой покрыты слоем гладкого хряща, который совместно с суставной жидкостью

обеспечивает скольжение головок во впадинах. Суставная жидкость образуется в *суставной сумке*. Укрепляющей частью сустава являются связки, связывающие кости между собой.

Скелет головы образован мозговым и лицевым отделами черепа. *Мозговой отдел черепа* составляют 2 парные кости (височная и теменная) и 4 непарные (лобная, решетчатая, клиновидная и затылочная). Все они неподвижно соединены между собой швами. Затылочная кость сочленяется с первым шейным позвонком. В ней имеется круглое затылочное отверстие, соединяющее полость черепа с позвоночным каналом.



Лицевой отдел черепа состоит из 6 парных и 3 непарных костей. Из них нижняя челюсть — единственная подвижная кость черепа — сочленяется двумя головками суставного отростка с нижнечелюстными ямками височной кости. Верхняя и нижняя челюсти содержат по 16 ячеек, в которых помещаются корни *зубов*.

Особенности скелета человека, связанные с прямохождением и трудовой деятельностью, — 4 плавных изгиба позвоночника, широкая грудная клетка, массивность костей нижних конечностей, широкие кости таза, сводчатая стопа, преобладание мозгового отдела черепа над лицевым.

Состав, строение и рост костей. Костная ткань состоит из органических и неорганических веществ, главным образом солей кальция и фосфорнокислой извести (51%). Эластичность кости зависит от наличия органических веществ, а твердость ее — от минеральных солей. Сочетание этих веществ в кости придает ей прочность и упругость. У детей кости содержат много органических веществ и отличаются большой гибкостью. В старости, наоборот, они содержат больше неорганических веществ и становятся более хрупкими.

Прочность и легкость длинных костей (плечевой, бедренной, предплечья и голени) обусловлены их трубчатым строением. В полости трубчатых костей содержится соединительная ткань, богатая жиром, желтый костный мозг. Концы трубчатых костей имеют утолщенные головки без полости. Они образованы губчатым веществом, состоящим из множества перекрещивающихся костных пластинок. Короткие и плоские кости (позвонки, лопатки и др.) также образованы губчатым веществом. В пространстве между костными пластинками находится соединительная ткань — красный костный мозг, где образуются

эритроциты, лейкоциты и тромбоциты.

Кость покрыта *надкостницей* — тонкой оболочкой из плотной соединительной ткани, богатой нервами и кровеносными сосудами, обеспечивающими питание кости и ее рост в толщину. *Головки длинных костей* покрыты *хрящевой тканью*.

Большинство костей проходят три стадии развития: соединительнотканную, хрящевую и костную. До рождения ребенка соединительная ткань заменяется хрящевой, которая постепенно замещается костной тканью. У детей и юношей в длину кости растут за счет хрящей, расположенных между концами костей и их телом.

Рост костей в толщину происходит за счет клеток внутренней поверхности надкостницы. Одновременно с нарастанием снаружи костное вещество разрушается изнутри кости. У детей нарастание костей преобладает над их разрушением. А у взрослых эти процессы взаимно уравновешиваются.

Первая помощь при растяжениях связок, вывихах суставов и переломах костей. При растяжении к поврежденному месту необходимо приложить холод (например, смоченный холодной водой кусок материи), плотно забинтовать сустав и доставить пострадавшего в медицинский пункт.

При **вывихе** — смещении головки кости из суставной впадины — первая помощь заключается в обеспечении полной неподвижности пострадавшей конечности. Больному накладывают фиксирующую повязку, неподвижно закрепляющую конечность и срочно доставляют в лечебное учреждение.

Переломы костей бывают открытые и закрытые. При открытом переломе обломки костей, повредив мягкие ткани и кожу,



выступают из раны. В этих случаях необходимо остановить кровотечение, смазать края раны 5%-ным раствором йода и наложить стерильную повязку. После этого следует, как и при закрытых переломах (без повреждения кожи), привести сломанную конечность в неподвижное состояние с помощью специальной шины. Под шину подкладывают что-либо мягкое, плотно прибинтовывают, начиная от пальцев кверху, чтобы конечность не отекала. Шина должна захватывать не менее двух суставов: выше и ниже места перелома кости. Если нет шины, поврежденную руку можно прибинтовать к туловищу, а ногу — к здоровой ноге. При переломах ребер на грудную клетку накладывают на выдохе тугую повязку из широкого бинта или лейкопластыря. При переломах позвоночника, если не удается срочно вызвать скорую помощь или в ее ожидании, больного осторожно укладывают животом вниз на лист фанеры или широкую доску, покрытую одеялом, пальто и т. п., подложив под голову и плечи матерчатый валик, строго следя за тем, чтобы не произошло смещение позвонков. При переломе костей таза пострадавшего следует положить на спину на фанерный щит, доски, согнуть ноги в коленях и тазобедренных суставах, бедра несколько развести в стороны. При всех случаях перелома костей больного необходимо быстро доставить в лечебное учреждение.

МЫШЦЫ И ИХ ФУНКЦИИ

Основные группы мышц 49. Общее число скелетных мышц около 400, у взрослого человека они составляют более 40% массы его тела. Все мышцы головы, туловища и конечностей состоят из *поперечнополосатой* мышечной ткани. Сокращение поперечнопо-

лосатых мышц подчинено нашей воле, в отличие от *гладких мышц* внутренних органов, которые составляют непроизвольную мускулатуру.

Мышцы лица и головы делятся на две группы: мимические (от греч. «мимос» — меняющий облик) и жевательные мышцы. Мимические мышцы одним концом начинаются на костях черепа, а вторым вплетаются в кожу лица, вызывая ее смещение и разнообразные выражения лица (мику).

Четыре пары жевательных сильных мышц вызывают движения нижней челюсти вверх, вперед и в стороны, что имеет важное значение не только для осуществления акта жевания, но и для членораздельной речи.

Мышцы шеи изменяют положение головы, опускают нижнюю челюсть, способствуют дыханию (поднимая ребра), глотанию и речи (фиксируя подъязычную кость).

Мышцы туловища подразделяют на мышцы груди, спины и живота. К мышцам груди относят наружные и внутренние межреберные мышцы и диафрагму, или грудобрюшную преграду, с помощью которых осуществляется дыхание. Большая и малая грудные мышцы, передняя зубчатая и подключичная мышцы приводят в движение плечевой пояс и руки. *Мышцы живота* вызывают сгибание позвоночника вперед, в сторону и поворот его вокруг продольной оси, образуют брюшной пресс, сокращение которого способствует глубокому выдоху, выведению кала, мочи, а также родовому акту. Поверхностные *мышцы спины* (трапециевидная и широчайшая) обеспечивают укрепление и движение плечевого пояса и рук. Глубокие мышцы спины фиксируют позвоночник, вызывают его разгибание, сгибание, наклоны в сторону и вращение, разгибание и вращение голо-



вы, участвуют в дыхательных движениях.

Мышцы конечностей играют главную роль в передвижении тела в пространстве и выполнении различных видов физической работы. Движения в плечевом суставе осуществляются *мышцами пояса верхних конечностей*, среди которых важнейшая (дельтовидная) мышца сгибает руку в плечевом суставе и отводит ее до горизонтального положения. В области плеча спереди расположена группа мышц-сгибателей, сзади — разгибателей локтевого сустава. Многочисленные *мышцы предплечья* также спереди поставлены сгибателями, а сзади — разгибателями кисти и пальцев. *Мышцы кисти* противопоставляют и приводят большой палец, сгибают пальцы.

Мышцы верхней конечности осуществляют разнообразные и многочисленные движения руки.

Так как нижние конечности человека выдерживают всю тяжесть тела и целиком принимают на себя функцию его передвижения, то их мышцы значительно массивнее и, следовательно, сильнее, чем мышцы рук, но вместе с тем обладают более ограниченным размахом движений. Замечательным приспособлением к прямохождению являются продольный и поперечный пружинящие своды стопы, присущие только человеку. *Мышцы таза* включают сгибатели и разгибатели тазобедренного сустава, вращающие и отводящие мышцы бедра.

Работа мышц. Движения в суставах, например сгибание и разгибание конечностей, совершаются благодаря поочередному сокращению и расслаблению групп мышц-антагонистов — *сгибателей и разгибателей*, которые действуют согласованно, так как иннервирующие их нервные центры последовательно переходят из состояния возбуждения в состояние торможения.

Работа мышц связана с расходом энергии. Энергию для мышечного сокращения дает аденозинтрифосфорная кислота (АТФ). Однако запасы АТФ в мышце небольшие и исчерпываются за доли секунды. Для синтеза АТФ используется энергия, освобождаемая при окислении глюкозы (см. раздел «Общая биология»). Кровь, протекающая через мышцы, снабжает их необходимыми питательными веществами, кислородом и уносит углекислый газ, воду и другие продукты распада органических веществ, образовавшиеся в процессе их работы.

Таким образом, эффективность и продолжительность работы мышц зависит от кровоснабжения мышц и, следовательно, от работы сердечно-сосудистой системы.

Утомление — временное понижение работоспособности, наступающее в результате работы и исчезающее после отдыха. Когда кровоснабжение не соответствует возросшим потребностям интенсивно работающей мышцы, в крови накапливаются продукты распада органических веществ. Они угнетающе действуют как на саму мышцу, так и на нервные центры, иннервирующие мышцу. Вследствие этого снижается работоспособность, развивается утомление. Опыт показывает, что чем больше нагрузка и быстрее ритм сокращений мышц, тем скорее развивается утомление. И. М. Сеченов показал, что работоспособность самая высокая, а утомление развивается медленнее всего при средних ритме и нагрузке. Он также установил, что восстановление работоспособности утомленных мышц руки ускоряется, если в период отдыха производить работу другой рукой. В отличие от покоя, такой отдых он назвал *активным отдыхом*. В его основе лежит распространение процессов возбуждения из центра работающей



руки на заторможенный центр утомленной руки и его растормаживание. Для борьбы с утомлением необходимо чередовать разнообразную деятельность.

Значение физических упражнений для правильного формирования скелета и мышц. Физические упражнения способствуют правильному формированию мышц и скелета. В процессе работы усиливается кровоснабжение мышц и взаимосвязанных с ними костей, сухожилий и суставов, повышается в них обмен веществ и увеличивается приток к ним питательных веществ, витаминов, гормонов, кислорода. Чем сильнее развиты мышцы тела, тем прочнее становится скелет, тем крепче кости и тем более они устойчивы к нагрузкам и травмам.

Физические упражнения, проводимые с учетом возрастных и индивидуальных особенностей детей и подростков, способствуют устранению плоскостопия и нарушений осанки, которые могут быть вызваны заболеваниями скелета (*рахит*), малой подвижностью организма, слабым развитием мышц, неправильным сидением за столом, ношением тяжестей в одной руке и т. д.

Соответствующие физические упражнения, например балансирование с мячом на голове, плавание, укрепляют мышцы позвоночника и способствуют выработке у детей и подростков хорошей осанки.

Разносторонняя мышечная деятельность повышает работоспособность организма, при этом уменьшаются его энергетические затраты на выполнение работы.

Физические упражнения способствуют формированию здорового, сильного, выносливого человека с правильным телосложением и гармонично развитой мускулатурой, активного и полезного члена общества.

КРОВЬ

ВНУТРЕННЯЯ СРЕДА ОРГАНИЗМА

Клетки организма нуждаются в постоянном притоке питательных веществ и кислорода и в непрерывном удалении продуктов их жизнедеятельности. У высших животных и человека внутренняя жидкая среда организма образована кровью, тканевой жидкостью и лимфой. Она сохраняет относительно постоянное свое состав — физических и химических свойств (гомеостаз), что обеспечивает устойчивость всех функций организма. Сохранение гомеостаза является результатом нервно-гуморальной саморегуляции.

Тканевая жидкость омывает клетки, мембраны которых избирательно поглощают из нее питательные вещества и кислород и выделяют в нее углекислый газ и другие продукты жизнедеятельности. Между тканевой жидкостью и жидкой частью крови — *плазмой* через стенки мельчайших кровеносных сосудов — капилляров постоянно осуществляется обмен веществ путем диффузии. Кровь отдает в тканевую жидкость вещества, необходимые клеткам, и поглощает выделяемые ими вещества.

Лимфа образуется из тканевой жидкости, поступающей в *лимфатические капилляры*, которые берут начало между клетками тканей и переходят в лимфатические сосуды, впадающие в крупные вены груди. Лимфатическую систему рассматривают как дренажную систему между тканями и кровью.

Состав и функции крови. *Кровь*, непрерывно циркулирующая в замкнутой системе кровеносных сосудов, выполняет в организме важнейшие функции: транспортную, дыхательную, регуляторную и защитную. Она



Форменные элементы крови

Форменные элементы	Наличие ядра	Число в 1 мм ³ крови	Функция
Эритроциты	Нет	4,5—5 млн.	Перенос кислорода
Лейкоциты	Есть	5—8 тыс.	Защитная
Тромбоциты	Нет	200—400 тыс.	Свертывание крови

обеспечивает относительное постоянство внутренней среды организма.

Кровь — это жидкая соединительная ткань, состоящая из жидкого межклеточного вещества сложного состава — плазмы и взвешенных в ней клеток — форменных элементов крови: *эритроцитов* (красных кровяных клеток), *лейкоцитов* (белых кровяных клеток) и *тромбоцитов* (кровяных пластинок) (50). 1 мм³ крови содержит 4,5—5 млн. эритроцитов, 5—8 тыс. лейкоцитов, 200—400 тыс. тромбоцитов.

В организме человека содержится 4,5—6 л крови, или 1/13 массы его тела. Плазма составляет 55% объема крови, а форменные элементы — 45%. Красный цвет крови придают эритроциты, содержащие красный дыхательный пигмент — *гемоглобин*, присоединяющий кис-

лород в легких и отдающий его в тканях. Кровь, насыщенную кислородом, называют *артериальной*, а обедненную кислородом — *венозной*.

В плазме крови содержится 91% воды, 7% белков, 0,7% жиров, 0,1% сахара — глюкозы, 0,9% минеральных солей, остальная часть плотного остатка плазмы — гормоны, витамины, аминокислоты, продукты обмена веществ.

В кровь поступают питательные вещества из кишечника, кислород из легких, продукты обмена веществ из тканей. Однако плазма крови сохраняет относительное постоянство состава и физико-химических свойств. Гомеостаз поддерживается деятельностью органов дыхания, выделения и др., влиянием нервной системы и гормонов. В почках кровь освобождается от избытка минеральных



Красные кровяные тельца



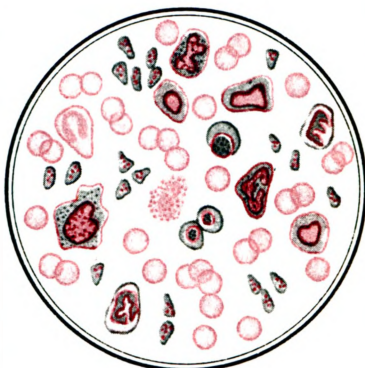
Тромбоциты



Виды лейкоцитов



Лейкоциты, захватывающие вредных микробов



Кровь под микроскопом



солей, воды и продуктов обмена веществ, в легких — от углекислого газа.

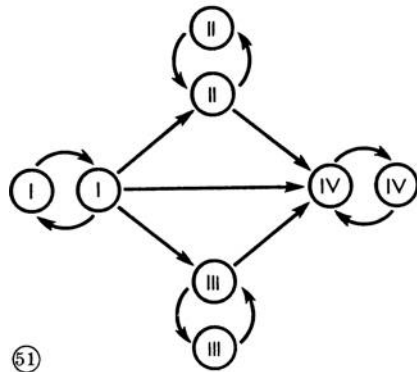
Если концентрация в крови какого-либо из веществ изменяется, то нервно-гормональные механизмы, регулируя деятельность ряда систем, уменьшают или увеличивают его выделение из организма.

Переливание крови. При крупных кровопотерях и некоторых заболеваниях производят переливание крови от человека, который отдает часть (около 250 см³) своей крови — *донора*, человеку, который ее получает, — *реципиенту*. В этом случае учитывают совместимость групп крови. Плазма крови реципиента может склеивать эритроциты донора. В эритроцитах имеются вещества белковой природы — *агглютиногены* (склеиваемые), а в плазме крови — *агглютинины* (склеивающие). Агглютинин α склеивает эритроциты с агглютиногеном А, агглютинин β — эритроциты с агглютиногеном В. Наличие этих веществ послужило основой разделения крови всех людей на 4 группы (51). Группа крови передается по наследству и не меняется в течение всей жизни.

Свертывание крови. При ранении кровеносного сосуда вытекающая из него кровь свертывается в течение 3—4 мин, образуя красный сгусток, который закрывает место ранения и препятствует дальнейшей потере крови. Главная реакция, ведущая к появлению сгустка крови, — образование нерастворимых нитей белка *фибрина* из растворенного в плазме белка *фибриногена*.

Фибриноген и другие вещества, участвующие в свертывании крови (их более 15), являются постоянными компонентами крови. Важную роль в процессе свертывания крови играют соли кальция. Однако процесс свертывания у здоровых людей происходит после ранения сосудов и выхода крови

Совместимость групп крови при ее переливании



(51)

из них. Это объясняется тем, что процесс свертывания крови запускается веществами, которые образуются и выделяются при разрушении стенки сосуда и тромбоцитов.

Отсутствие любого из факторов свертывания крови может снижать или вообще лишает кровь способности свертываться. Это является причиной тяжелых заболеваний, например *гемофилии*, когда могут произойти большие кровопотери от незначительных повреждений.

Сокращение содержания эритроцитов и гемоглобина (белковое вещество эритроцитов, содержащее железо и обладающее свойством вступать в соединение с кислородом и углекислым газом) в крови приводит к нарушению доставки кислорода к тканям, развитию кислородной недостаточности, заболеванию — *малокровию*. У больных отмечаются слабость, быстрая утомляемость, головокружение, раздражительность, одышка и сердцебиение, головные боли, мелькание «мушек» перед глазами, бледность кожи и слизистых оболочек. Полноценное питание, удовлетворение потребностей организма в железе, витаминах, свежий воздух помогают восстановить нормальное содержание эритроцитов и гемоглобина в крови.



Учение И. И. Мечникова об иммунитете. Великий русский биолог И. И. Мечников (1845—1916) установил, что лейкоциты играют решающую роль в защите организма от заразных, *инфекционных болезней*, уничтожая путем поглощения и переваривания — *фагоцитоза* их возбудителей — болезнетворных микробов. Переваривая или разрушая их, лейкоциты гибнут, образуя гной.

Открытия и идеи И. И. Мечникова лежат в основе современного учения об *иммунитете* (от лат. «иммунис» — освобожденный) — невосприимчивости организма к действию проникших в него инфекционных и других чужеродных высокомолекулярных органических агентов — антигенов. Эти открытия позволили достигнуть больших успехов в борьбе с инфекционными заболеваниями, которые на протяжении веков были подлинным бичом человечества. Велика роль в предупреждении заразных болезней предохранительных и лечебных прививок — *иммунизации* с помощью *вакцин* и сывороток, создающих в организме искусственный активный или пассивный иммунитет.

Виды иммунитета. Различают врожденный (видовой) и приобретенный (индивидуальный) иммунитет.

Врожденный иммунитет является наследственным признаком данного вида животных. Например, кролики и собаки невосприимчивы к полиомиелиту (детскому параличу), а человек — к возбудителю чумы рогатого скота и др.

Приобретенный иммунитет делится на естественный и искусственный, а каждый из них разделяют на активный и пассивный.

Естественный активный иммунитет вырабатывается у человека в процессе перенесения инфекционного заболевания. Так, люди,

перенесшие в детстве корь или коклюш, уже не заболевают ими повторно, так как у них образовались в крови защитные вещества — *антитела* (особые белки, обезвреживающие антигены — чужеродные клетки, белки и яды).

Естественный пассивный иммунитет обусловлен переходом защитных антител из крови матери, в организме которой они образуются, через плаценту в кровь плода. Пассивным путем и через материнское молоко дети получают иммунитет по отношению к кори, скарлатине, дифтерии и др. Через 1—2 года, когда антитела, полученные от матери, разрушаются и частично удаляются из организма ребенка, восприимчивость его к указанным инфекциям резко возрастает.

Искусственный активный иммунитет возникает после прививки здоровым людям и животным убитых или ослабленных болезнетворных микробов, вирусов, ослабленных микробных ядов — токсинов. Введение в организм этих препаратов — *вакцин* вызывает заболевание в легкой форме и активизирует защитные силы организма, вызывая в нем образование соответствующих антител. В нашей стране применяется плановая вакцинация детей против кори, коклюша, дифтерии, полиомиелита, туберкулеза, столбняка, благодаря чему достигнуто значительное снижение числа заболеваний этими тяжелыми болезнями.

Искусственный пассивный иммунитет создается путем введения человеку сыворотки (плазма крови без белка фибрина), содержащей антитела и *антитоксины* (вещества, обезвреживающие продукты жизнедеятельности микробов, вредные для человека), против микробов и их ядов — *токсинов*. Сыворотки получают главным образом от лошадей, которых иммунизируют соответствующим токсином. Пассивно



приобретенный иммунитет сохраняется обычно не больше месяца, но зато проявляется почти сразу же после введения лечебной сыворотки. Своевременно введенная лечебная сыворотка, содержащая уже готовые антитела, часто обеспечивает успешную борьбу с тяжелой инфекцией (например, дифтерией), которая развивается так быстро, что организм не успевает выработать достаточное количество антител и больной может умереть. Иммунитет фагоцитозом и выработкой антител защищает организм от инфекционных заболеваний, освобождает его от погибших, переродившихся и ставших чужеродными клеток, вызывает отторжение пересаженных чужеродных органов и тканей.

После некоторых инфекционных заболеваний не вырабатывается иммунитет (например, ангина, которой можно болеть много раз).

КРОВООБРАЩЕНИЕ

СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ ОРГАНОВ КРОВООБРАЩЕНИЯ

Кровообращение — это непрерывное движение крови по замкнутой сердечно-сосудистой системе, обеспечивающее жизненно важные функции организма.

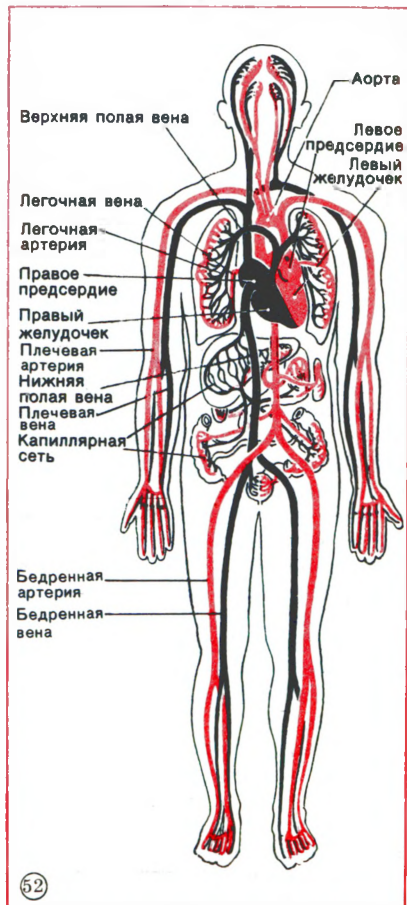
Кровь доставляет к клеткам организма кислород, питательные вещества, воду, соли, витамины, гормоны и удаляет из тканей угольную кислоту, конечные продукты обмена веществ, а также осуществляет обмен газов в легких и тканях тела, поддерживает постоянство температуры тела, обеспечивает гуморальную регуляцию и взаимосвязь органов и систем органов в организме.

Система органов кровообращения (52) состоит из *сердца и кро-*

веносных сосудов (артерий, вен, капилляров), пронизывающих все органы и ткани тела.

По *артериям* кровь течет от сердца к тканям. Они древовидно ветвятся на все более мелкие сосуды — *артериолы*, которые, в свою очередь, распадаются на систему тончайших сосудов — *капилляров*.

Капилляры (от лат. «капиллюс» — волос) — микроскопические сосуды, которые находятся в тканях и соединяют артериолы с венами. Стенка капилляров состоит из одного слоя плоских клеток и настолько тонка (ее толщина не превышает 0,005 мм,





или 5 мкм), что через нее легко проникают различные вещества из крови в ткани и из тканей в кровь.

По *венам* кровь возвращается к сердцу. Мелкие и средние вены снабжены клапанами, препятствующими обратному току крови в этих сосудах.

У человека и млекопитающих кровь проходит по замкнутой сердечно-сосудистой системе: большому и малому кругам кровообращения.

Большой круг кровообращения начинается в левом желудочке и кончается в правом предсердии. При сокращении сердечной мышцы артериальная кровь из левого желудочка поступает в *аорту* и направляется ко всем органам и тканям, где отдает питательные вещества и кислород и насыщается углекислым газом и другими продуктами жизнедеятельности клеток. По капиллярам эта кровь собирается в вены и через крупные сосуды — *нижнюю и верхнюю полые вены* — вливается в правое предсердие.

Малый круг кровообращения начинается в правом желудочке сердца и кончается в левом предсердии. Венозная кровь, поступившая в правое предсердие, направляется в правый желудочек, а из него в *легочную артерию*. Далее она проходит по капиллярам легких, где освобождается от углекислого газа, насыщается кислородом и превращается в артериальную кровь, которая по четырем легочным венам поступает в левое предсердие.

Сердце по строению (53) представляет собой полый мышечный орган, разделенный у человека, как и у млекопитающих животных, продольной и поперечной перегородками на четыре камеры: два *предсердия* и два *желудочка*. Сердце находится в левой половине грудной полости на уровне второго — пятого ребер и свободно лежит в околосердеч-

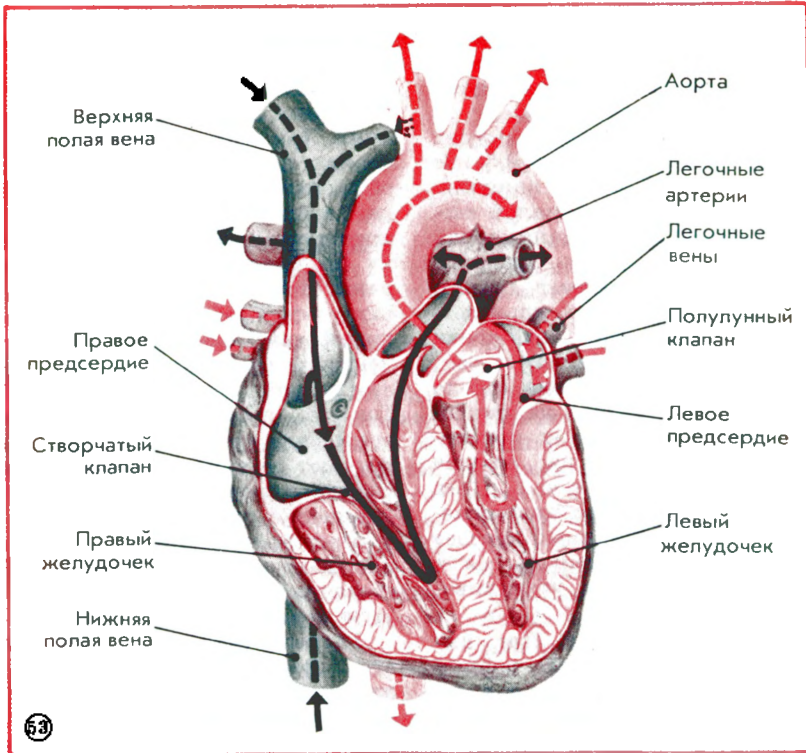
ной сумке из соединительной ткани, где постоянно присутствует жидкость, увлажняющая поверхность сердца и обеспечивающая его свободное сокращение.

Основную часть стенки сердца составляет мышечный слой, покрытый внутренней и наружной оболочками из соединительной ткани и плоского эпителия. Чем больше сила сокращения, тем мощнее развит мышечный слой сердца; так, наибольшая толщина стенок в левом желудочке (10—15 мм), стенки правого желудочка тоньше (5—8 мм), еще тоньше стенки предсердий (2—3 мм).

По структуре *сердечная мышца* сходна с поперечнополосатыми мышцами, но отличается от них способностью автоматически ритмично сокращаться благодаря импульсам, возникающим в самом сердце независимо от внешних воздействий (автоматия сердца).

Сердечные клапаны, расположенные у входного и выходного отверстий каждого желудочка, обеспечивают односторонний поток крови из предсердий в желудочки, а из них в *аорту* и в легочную артерию. *Створчатые клапаны* представляют собой складки внутренней оболочки сердца в виде створок, которые сухожильными нитями прикреплены к стенкам сердца. Клапан между правым предсердием и правым желудочком имеет три створки, а между левым предсердием и левым желудочком — две. Между левым желудочком и аортой и правым желудочком и легочной артерией имеются полулунные клапаны в виде трех кармашков, открывающихся по направлению тока крови.

Работа сердца. Сердце сокращается ритмично около 70—75 раз в минуту в состоянии покоя организма, или 1 раз в 0,8 с. Более половины этого времени оно отдыхает — расслабляется. Непрерывная деятельность сердца складывается из циклов, каждый из



которых состоит из *сокращения (систола)* и *расслабления (диастола)*. Сердечная мышца величиной с кулак и весом около 300 г, непрерывно работая в течение десятилетий, сокращается около 100 тыс. раз в сутки и перекачивает при этом более 10 тыс. л крови. Такая высокая работоспособность обусловлена усиленным кровоснабжением сердца и высоким уровнем происходящих в нем процессов обмена веществ.

Нервная и гуморальная регуляция деятельности сердца согласует его работу с потребностями организма в каждый данный момент независимо от нашей воли.

Сердце, как и все внутренние органы, иннервируется *вегетативной нервной системой*. Нервы симпатического отдела увеличивают частоту и силу сокращений

сердечной мышцы (например, при физической работе). В условиях покоя (во время сна) сердечные сокращения становятся слабее под влиянием парасимпатических (блуждающих) нервов.

Деятельность сердца находится также и под влиянием гуморальной регуляции. Так, *адреналин*, вырабатываемый *надпочечниками*, оказывает на сердце такое же действие, как и симпатические нервы, а повышение содержания в крови калия тормозит работу сердца так же, как и парасимпатические (блуждающие) нервы.

ДВИЖЕНИЕ КРОВИ ПО СОСУДАМ

Пульс (пульсация артерий) — это ритмическое колебание артериальной стенки, возникающее



при каждом сокращении сердца. По пульсу легко определить количество сокращений сердца в 1 мин. Скорость распространения пульсовой волны около 10 м/с.

Скорость тока крови в сосудах составляет в аорте около 0,5 м/с и всего лишь 0,5 мм/с в капиллярах. Благодаря столь малой скорости течения крови в капиллярах кровь успевает отдать кислород и питательные вещества тканям и принять продукты их жизнедеятельности. Замедление тока крови в капиллярах объясняется тем, что их количество огромно (около 40 млрд.) и, несмотря на микроскопические размеры, их суммарный просвет в 800 раз больше просвета аорты. В венах, с их укрупнением по мере приближения к сердцу, суммарный просвет кровяного русла уменьшается и скорость тока крови увеличивается.

Кровяное давление. При выбрасывании очередной порции крови из сердца в аорту и в легочную артерию в них создается высокое давление. Кровяное давление повышается, когда сердце, сокращаясь чаще и сильнее, выбрасывает в аорту больше крови, а также при сужении артериол. Если артерии расширяются, кровяное давление падает. На величину кровяного давления влияет также количество циркулирующей крови и ее вязкость. По мере удаления от сердца давление крови уменьшается и становится наименьшим в венах.

Разность между высоким давлением крови в аорте и легочной артерии и низким и даже отрицательным давлением в полых и легочных венах обеспечивает непрерывный ток крови по всему кругу кровообращения.

У здоровых молодых людей в состоянии покоя максимальное кровяное давление в плечевой артерии составляет в норме около 120 мм рт. ст., а минимальное — 70—80 мм рт. ст. Стойкое повыше-

ние кровяного давления в состоянии покоя организма называется *гипертонией*, а его понижение — *гипотонией*.

Первая помощь при кровотечениях. При артериальных кровотечениях поврежденный сосуд необходимо быстро прижать пальцем выше места ранения, наложить резиновый жгут или закрутку (не более чем на 2 ч) выше раны. После остановки кровотечения рану обрабатывают дезинфицирующим средством (5%-ной йодной настойкой), перевязывают стерильной давящей повязкой. Так же поступают и при повреждении крупной вены, но прижимают ее ниже места ранения. Раненого срочно доставляют в медицинский пункт.

При капиллярных и небольших венозных кровотечениях достаточно наложить на рану давящую повязку.

Гигиена сердечной деятельности. Развитию, тренировке и укреплению сердечно-сосудистой системы, улучшению кровоснабжения всех органов и тканей организма, повышению сопротивляемости различным заболеваниям служат регулярные физические упражнения и труд, соответствующий возрасту и индивидуальным возможностям организма.

Необходимо помнить, что чрезмерные физические и психические напряжения могут вызвать нарушение нормальной работы сердца, его заболевания.

Особенно вредное влияние на сердечно-сосудистую систему оказывают курение и употребление спиртных напитков. Алкоголь и никотин отравляют сердечную мышцу и нервную систему, вызывают резкие нарушения регуляции сосудистого тонуса и деятельности сердца. Они ведут к развитию тяжелых заболеваний сердечно-сосудистой системы. У курящих и употребляющих алкоголь молодых людей чаще, чем у дру-



гих, возникают спазмы сосудов сердца, вызывающие тяжелые сердечные приступы, иногда и смерть.

ДЫХАНИЕ

СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

Дыхание — это совокупность процессов, обеспечивающих поступление в организм кислорода, использование его в биологическом окислении органических веществ и удаление из организма углекислого газа, образовавшегося в процессе окисления. В результате биологического окисления в клетках освобождается и запасается энергия, идущая на обеспечение жизнедеятельности организма.

Органы дыхания — носовая полость, глотка, гортань, трахея, бронхи и легкие — обеспечивают циркуляцию воздуха и газообмен (54).

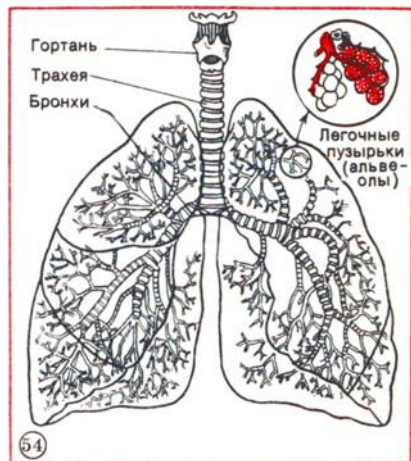
Носовая полость делится костно-хрящевой перегородкой на две половины. Ее внутреннюю поверхность образуют три извилистых носовых хода. По ним воздух, поступающий через ноздри, проходит в носоглотку. Многочисленные железы, расположенные в слизистой оболочке, выделяют слизь, которая увлажняет вдыхаемый воздух. Обильное кровоснабжение слизистой оболочки согревает воздух. На влажной поверхности слизистой оболочки задерживаются находящиеся во вдыхаемом воздухе пылинки и микробы, которые обезвреживаются слизью и лейкоцитами.

Слизистая оболочка дыхательных путей выстлана *мерцательным эпителием*, клетки которого имеют на внешней поверхности тончайшие выросты — реснички, способные сокращаться. Сокраще-

ние ресничек совершается ритмически и направлено в сторону выхода из носовой полости. При этом слизь и прилипшие к ней пылинки и микробы выносятся наружу из носовой полости. Через носоглотку воздух проходит в гортань.

Гортань служит для проведения воздуха из глотки в трахею и совместно с ротовой полостью является органом звукообразования и членораздельной речи. Гортань — это полый орган, стенки которого образованы парными и непарными хрящами, соединяющимися связками, суставами и мышцами. Между передним и задним хрящами натянуты *голосовые связки*, образующие голосовую щель. Одни из мышц гортани при сокращении суживают щель, а другие — расширяют. Звук голоса возникает в результате колебания голосовых связок при выдыхании воздуха. Оттенки голоса, его тембр зависят от длины голосовых связок, а звуки речи — от системы резонаторов, которую составляют полости рта, глотки, носа и носоглотки, при изменении положения языка, губ и нижней челюсти.

Трахея, или *дыхательное горло*, является продолжением гортани и представляет собой трубку





длиной 9—11 см и диаметром 15—18 мм. Стенки ее состоят из хрящевых полуколец, соединенных связками. Задняя стенка перепончатая, содержит гладкие мышечные волокна, прилегает к пищеводу. Трахея делится на два главных *bronха*, которые входят в правое и левое легкие и в них разветвляются.

В *легких* бронхи ветвятся, образуя «бронхиальное дерево», на конечных бронхиальных веточках которого находятся мельчайшие легочные пузырьки — *альвеолы* диаметром 0,15—0,25 мм и глубиной 0,06—0,3 мм, заполненные воздухом. Стенки альвеол выстланы однослойным плоским эпителием, покрытым тонкой пленкой вещества, препятствующего их спадению. Альвеолы оплетены густой сетью капилляров. Через их стенки совершается газообмен. Легкие покрыты оболочкой — *легочной плеврой*, которая переходит в *пристеночную плевру*, выстилающую внутреннюю стенку грудной полости. *Плевральная щель* между ними заполнена *плевральной жидкостью*, облегчающей скольжение плевры при дыхательных движениях.

Газообмен в легких и тканях. Газообмен в легких происходит путем диффузии. Кислород через тонкие стенки альвеол и капилляров поступает из воздуха в кровь, а углекислота — из крови в воздух (55). В крови кислород проникает в эритроциты и соединяется с гемоглобином. Кровь, насыщенная кислородом, становится артериальной и по легочным

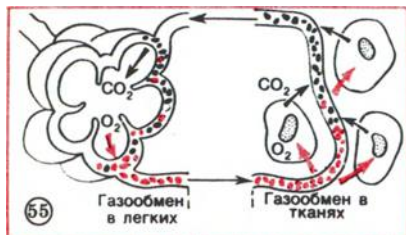
венам поступает в левое предсердие.

Обмен газов в тканях осуществляется в капиллярах. Через их тонкие стенки кислород поступает из крови в тканевую жидкость и затем в клетки, а углекислота из тканей переходит в кровь. Концентрация кислорода в крови больше, чем в клетках, поэтому он легко диффундирует в них. Концентрация углекислого газа в тканях, где он образуется, выше, чем в крови. Поэтому он переходит в кровь, где связывается химическими соединениями плазмы и отчасти с гемоглобином, транспортируется кровью в легкие и выделяется в атмосферу.

Жизненная емкость легких состоит из дыхательного объема, резервного объема вдоха и резервного объема выдоха. *Дыхательным объемом* называется количество воздуха, поступающего в легкие при одном вдохе. В покое он равен примерно 500 см³ и соответствует объему выдыхаемого воздуха при одном выдохе. Если после спокойного вдоха сделать усиленный дополнительный вдох, то в легкие может поступить еще 1500 см³ воздуха, который составляет *резервный объем вдоха*. После спокойного выдоха можно при максимальном напряжении выдохнуть еще 1500 см³ воздуха. Это количество называют *резервным объемом выдоха*.

Таким образом, наибольшее количество воздуха, которое человек может выдохнуть после самого глубокого вдоха, равно около 3500 см³ и составляет *жизненную емкость легких*. Она больше у спортсменов, чем у нетренированных людей, и зависит от степени развития грудной клетки, от пола и возраста. Под влиянием курения жизненная емкость легких снижается.

Даже после максимального выдоха в легких всегда еще остается 1000—1500 см³ воздуха, называемого *остаточным объемом*.





ДЫХАТЕЛЬНЫЕ ДВИЖЕНИЯ И РЕГУЛЯЦИЯ ДЫХАНИЯ

Дыхательные движения, т. е. попеременное увеличение и уменьшение объема грудной клетки, обусловленные ритмическими сокращениями дыхательных мышц, осуществляют вдох и выдох — поступление и удаление из легких воздуха, вентиляция легких.

При *вдохе* межреберные мышцы приподнимают ребра, а диафрагма, сокращаясь, становится менее выпуклой, в результате объем грудной клетки увеличивается, легкие расширяются, давление воздуха в них становится ниже атмосферного и воздух устремляется в легкие — происходит *спокойный вдох*. При *глубоком вдохе*, кроме наружных межреберных мышц и диафрагмы, одновременно сокращаются мышцы груди и плечевого пояса.

При *выдохе* межреберные мышцы и диафрагма расслабляются, ребра опускаются, выпуклость диафрагмы увеличивается, в результате объем грудной клетки уменьшается, легкие сжимаются, давление в них становится выше атмосферного и воздух устремляется из легких — происходит *спокойный выдох*.

Глубокий выдох обусловлен сокращением внутренних межреберных и брюшных мышц.

Нервная и гуморальная регуляция дыхания. Согласованность, координация, ритмичность сокращений и расслаблений дыхательных мышц обусловлены поступающими к ним по нервам импульсами от дыхательного центра продолговатого мозга. Иван Михайлович Сеченов (1829—1905) установил в 1882 г., что примерно через каждые 4 с в дыхательном центре автоматически возникают возбуждения, обеспечивающие чередование вдоха

и выдоха. Дыхательный центр не только регулирует ритмичное чередование вдоха и выдоха, но и способен изменять глубину и частоту дыхательных движений, приспособлявая легочную вентиляцию к потребностям организма, обеспечивая оптимальное содержание газов в крови.

Нервные механизмы саморегуляции дыхания проявляются в том, что вдох рефлекторно вызывает выдох, а выдох — вдох. Это происходит потому, что во время вдоха, при растяжении легочной ткани, в нервных *рецепторах*, находящихся в ней, возникает возбуждение, которое передается продолговатому мозгу и вызывает активацию центра выдоха и торможение центра вдоха, образующие дыхательный центр. Сокращение дыхательных мышц прекращается, они расслабляются, и происходит выдох. При выдохе поток импульсов от рецепторов прекращается, центр выдоха перестает активизироваться, центр вдоха растормаживается, активизируется и наступает вдох.

Гуморальная регуляция дыхания состоит в том, что повышение концентрации углекислого газа в крови возбуждает дыхательный центр — частота и глубина дыхания увеличиваются. Уменьшение содержания углекислого газа в крови понижает возбудимость дыхательного центра — частота и глубина дыхания уменьшаются.

Искусственное дыхание позволяет возобновить деятельность дыхательного центра и спасти человека от смерти. Для этого необходимо обеспечить проходимость дыхательных путей, очистить рот и глотку от инородных тел. Пострадавшего нужно уложить на спину на твердую горизонтальную поверхность, освободить от давящих частей одежды. Голова его должна быть запрокинута, а нижняя челюсть выдвинута вперед. После этого следует



начать вдвухвать воздух изот рта в рот или в нос (через платок). Вдувание производят с интервалом в 4—5 с, т. е. 12—16 раз в 1 мин. Продолжительность «выдоха» должна быть больше «вдоха» почти в два раза.

Одновременно с искусственным дыханием проводят массаж сердца в случае его остановки. Для этого массирующий кладет ладонь на нижнюю треть грудины, другую ладонь располагает сверху под прямым углом, производит толчкообразные надавливания на грудину, смещая ее по направлению к позвоночнику на 3—5 см. Темп массажа сердца — 60 нажатий в 1 мин у взрослых; 70—80 — у детей до 12 лет.

Гигиена дыхания. Для сохранения здоровья необходимо поддерживать нормальный состав воздуха в жилых, учебных, общественных и рабочих помещениях, постоянно их проветривать. Зеленые растения, выращиваемые в помещениях, освобождают воздух от избытка углекислого газа и обогащают его кислородом.

Вредное действие курения на органы дыхания проявляется в уменьшении жизненной емкости легких, в хроническом раздражении слизистых оболочек дыхательных путей, вызывающем хронический бронхит курильщика. Курение наносит здоровью большой вред, систематически отравляя организм никотином и другими ядовитыми веществами. Некоторые из них вызывают появление раковых опухолей.

ПИЩЕВАРЕНИЕ

Пищеварением называют процесс механической обработки пищи в пищеварительном канале и химическое расщепление ферментами питательных веществ на более простые составные части, хорошо усваиваемые организмом.

СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ ОРГАНОВ ПИЩЕВАРЕНИЯ

В пищеварительной системе различают *пищеварительный канал* и сообщающиеся с ним выводными протоками *пищеварительные железы*: слюнные, желудочные, кишечные, поджелудочные и печень. Пищеварительный канал у человека имеет длину около 8—10 м и подразделяется на следующие отделы: ротовую полость, глотку, пищевод, желудок, тонкий и толстый кишечник, прямую кишку.

Пищеварение в полости рта. В ротовой полости пища пережевывается и измельчается зубами, расположенными в ячейках верхней и нижней челюстей. Общее количество зубов у взрослых — 32. В каждой половине верхней и нижней челюстей находятся 2 резца, 1 клык, 2 малых коренных и 3 больших коренных зуба. Каждый *зуб* состоит из зубной коронки, выступающей над десной, шейки, окруженной десной, и корня, сидящего в ячейке челюсти. Через отверстие на верхушке корня в зуб входят сосуды и нервы, которые разветвляются в полости зуба, заполненной мякотью — рыхлой соединительной тканью. Твердое вещество зуба представляет собой видоизмененную костную ткань. Особенно тверда эмаль, покрывающая коронку снаружи и защищающая зуб от разрушения. При появлении в эмали трещины в мякоть зуба могут проникнуть микробы.

В ротовой полости осуществляется также и начальная химическая обработка углеводов ферментами слюны, которые активны при слабощелочной реакции. Пища действует как раздражитель на нервные рецепторы слизистой оболочки рта, возбуждение которых передается по чувствительным нервам в пищевой центр головного



мозга и вызывает рефлекторные ответные реакции органов пищеварения — усиленное выделение пищеварительных соков: слюны, соков желудочного, кишечного и поджелудочной железы, желчи.

Тщательное пережевывание пищи значительно увеличивает ее контактную площадь с ферментами и облегчает дальнейшее переваривание и усвоение питательных веществ.

Пищевой комок, пропитанный слюной, попадает в желудок в результате рефлекторного акта *глотания*, при котором надгортанник опускается и закрывает гортань, мягкое нёбо поднимается, закрывая носоглотку; сокращаются мышцы, проталкивающие пищу в глотку и пищевод, стенки которого волнообразно сокращаются и продвигают пищу в желудок.

Пищеварение в желудке. *Желудок* — мешкообразное расширение пищеварительного канала емкостью около 2—3 л. В его слизистой оболочке расположено около 14 млн. желез, выделяющих желудочный сок.

За сутки у человека отделяется от 1,5 до 2,5 л желудочного сока, содержащего 0,5% соляной кислоты и ферменты, которые расщепляют белки, вызывают их набухание и денатурацию и способствуют створаживанию молока.

Фермент, расщепляющий жиры, проявляет свою активность в щелочной среде тонкого кишечника, куда он поступает в составе полужидкой пищевой кашицы, которую желудок сокращениями своей гладкой мускулатуры выталкивает отдельными порциями в двенадцатиперстную кишку.

Пищеварение в кишечнике. *Двенадцатиперстная кишка* длиной 25—30 см (примерно в 12 пальцев — перстов) — начальный отдел тонкой кишки — огибает поджелудочную железу, протоки которой вместе с желчным протоком печени открываются в ее нисходящей части.

Печень является самой крупной железой нашего тела, расположенной в правой части брюшной полости, жизненно важным органом, разнообразными функциями которого позволяют назвать его «главной химической лабораторией» организма. В печени обезвреживаются низкомолекулярные ядовитые вещества, поступившие в кровь, непрерывно вырабатывается желчь, которая накапливается в желчном пузыре, и поступает в двенадцатиперстную кишку, когда в ней протекает процесс пищеварения. В сутки у человека образуется около 1 л желчи. Она активизирует ферменты поджелудочного и кишечного соков, дробит жиры на мельчайшие капли, увеличивая их поверхность взаимодействия с ферментами. Желчь повышает растворимость жирных кислот, что облегчает их всасывание, стимулирует *перистальтику* кишок и задерживает гнилостные процессы в кишечнике.

Поджелудочная железа выделяет в двенадцатиперстную кишку пищеварительный сок, который содержит ферменты, расщепляющие все питательные вещества пищи.

Под влиянием одних ферментов завершается начавшееся в желудке расщепление белков до аминокислот, под действием других происходит расщепление нуклеиновых кислот, углеводов и жиров.

Тонкая кишка длиной 5—6 м образует в брюшной полости много петель. В слизистой оболочке тонкой кишки имеется много желез, выделяющих кишечный сок. Слизистая оболочка образует выросты — *ворсинки* — от 2000 до 3000 на 1 см². Стенки ворсинок состоят из однослойного эпителия, а внутри находятся кровеносные сосуды и капилляры, лимфатический сосуд, нервы и гладкие мышечные клетки, которые обеспечивают их двигательную активность.



Аминокислоты, глюкоза, витамины, минеральные соли в виде водных растворов всасываются в кровь капилляров ворсинок. Жирные кислоты и глицерин переходят в эпителиальные клетки ворсинок, где из них образуются характерные для человеческого организма молекулы жиров, которые поступают в лимфу и, пройдя барьер лимфатических узлов, попадают в кровь.

Значительная длина, складчатость тонкого кишечника и наличие ворсинок, увеличивают площадь всасывающей поверхности этого отдела пищеварительной системы.

Толстая кишка длиной около 1,5—2 м начинается *слепой кишкой*, имеющей червеобразный отросток — *аппендикс*, продолжается *ободочной кишкой* и заканчивается *прямой кишкой*. В толстом кишечнике всасывается вода и формируются каловые массы, которые через прямую кишку удаляются наружу.

Вся кровь от пищеварительного канала собирается в воротную вену, проходит через печень, где обезвреживаются ядовитые соединения, образовавшиеся при неполном распаде белков и в результате деятельности микробов. Эту барьерную функцию печени подробно изучил И. П. Павлов (1849—1936).

Гигиена питания. Правильный режим питания основывается на знании физиологии пищеварения. Необходимо придерживаться умеренности в еде, есть понемногу, 3—4 раза в сутки, неторопливо, в одно и то же время. Пища должна быть достаточно питательной, разнообразной, содержать сырые овощи и фрукты, привлекательной на вид, запах и вкус, обстановка во время еды — приятной и спокойной.

Пищевые отравления вызываются употреблением в пищу несвежих, недостаточно обработанных высокой температурой продуктов.

Большинство микробов, попавших с пищей в пищеварительный канал, гибнут от бактерицидного действия слюны и желудочного сока. Однако есть устойчивые болезнетворные микроорганизмы, которые попадают в кишечник, размножаются, выделяют ядовитые вещества и вызывают такие тяжелые инфекционные заболевания, как брюшной тиф, холера, дизентерия.

Глистными заболеваниями заражаются при употреблении в пищу плохо прожаренных или непрожаренных продуктов, на которые попали яйца глистов.

Для предупреждения кишечных заболеваний важно соблюдать правила личной гигиены: мыть руки перед едой, есть только мытые фрукты и овощи, держать пищу закрытой, чтобы на нее не садились мухи, не пить сырую воду.

Алкоголь и курение оказывают вредное воздействие на все органы пищеварения. Они раздражают слизистые оболочки, вызывают спазмы кровеносных сосудов желудка, что способствует развитию в нем язвы и рака. У алкоголиков часто перерождаются клетки печени и поджелудочной железы, что заканчивается смертью.

УЧЕНИЕ И. П. ПАВЛОВА О ПИЩЕВАРЕНИИ

Изучение деятельности слюнных желез. Слюна выделяется в полость рта через протоки трех пар крупных слюнных желез и из множества мелких желез, находящихся на поверхности языка и в слизистой оболочке неба и щек. Для изучения функции слюнных желез Иван Петрович Павлов предложил применять у собак операцию выведения на поверхность кожи щеки выводного протока одной из слюнных желез. После того как собака поп-



равилась после операции, собирают слюну, исследуют ее состав и измеряют ее количество.

Так И. П. Павлов установил, что выделение слюны происходит рефлекторно, в результате раздражения пищей нервных (сенсорных) *рецепторов* слизистой оболочки полости рта. Возбуждение передается в центр слюноотделения, расположенный в продолговатом мозге, откуда оно направляется по центробежным нервам к слюнным железам, которые усиленно выделяют слюну. Это безусловно-рефлекторное отделение слюны.

И. П. Павлов обнаружил, что слюна может выделяться и тогда, когда собака только видит пищу или ощущает ее запах. Эти открытия И. П. Павловым рефлексы были им названы *условными рефлексами*, так как они вызваны условиями, которые предшествуют (предупреждают, сигнализируют) возникновению безусловного слюноотделительного рефлекса.

Изучение пищеварения в желудке, регуляции выделения желудочного сока и его состава в различные стадии процессов пищеварения стало возможно благодаря методам исследования, разработанным И. П. Павловым. Он усовершенствовал метод наложения фистулы желудка у собак. В образованное отверстие желудка вставляют канюлю (фистулу) из нержавеющей металла, которую выводят наружу и укрепляют на поверхности брюшной стенки. Через фистульную трубку можно брать для исследования содержимое желудка. Однако чистый желудочный сок таким методом получить не удается.

Для изучения роли нервной системы в регуляции деятельности желудка И. П. Павловым был разработан еще один специальный метод, давший возможность получать чистый желудочный сок. И. П. Павлов объединил нало-

жение фистулы на желудок с перерезкой пищевода. При еде заглатываемая пища вываливается наружу через отверстие пищевода, не попадая в желудок. При таком мнимом кормлении в результате раздражения пищей нервных рецепторов слизистой оболочки полости рта в желудке рефлекторно выделяется желудочный сок.

Выделение желудочного сока может быть вызвано и условно-рефлекторно — видом пищи или любым раздражителем, сочетающимся с едой. Желудочный сок, выделяемый условно-рефлекторно до начала еды, И. П. Павлов назвал *«аппетитным»* соком. Эта первая сложнорефлекторная фаза желудочной секреции длится около 2 ч, а пища переваривается в желудке в течение 4—8 ч. Следовательно, сложнорефлекторная фаза не может объяснить все закономерности отделения желудочного сока. Для того чтобы выяснить эти вопросы, необходимо было изучить влияние пищи на секрецию желудочных желез. Эту задачу блестяще решил И. П. Павлов, разработав операцию малого желудка. При этой операции выкраивают лоскут из дна желудка, не отделяя его полностью от желудка и сохраняя все подходящие к нему кровеносные сосуды и нервы. Слизистую оболочку перерезают и сшивают так, чтобы восстановить целостность большого желудка и образовать маленький желудочек в виде мешочка, полость которого изолирована от большого желудка, а открытый конец выведен на брюшную стенку. Таким образом создаются два желудка: большой, в котором переваривание пищи идет обычным путем, и малый, изолированный желудочек, в который пища не попадает.

С поступлением пищи в желудок начинается вторая — *желудочная, или нервно-гуморальная, фаза* желудочной секреции. Пи-



ща, поступившая в желудок, механически раздражает нервные рецепторы его слизистой оболочки. Их возбуждение вызывает усиленное рефлекторное выделение желудочного сока. Кроме того, во время пищеварения в кровь поступают химические вещества — продукты расщепления пищи, физиологически активные вещества (гистамин, гормон гастрин и др.), которые приносятся кровью к железам пищеварительной системы и усиливают секреторную деятельность.

В настоящее время разработаны безболезненные методы исследования пищеварения, которые широко применяются на людях. Так, метод *зондирования* — введения резиновой трубки-зонда в полость желудка и двенадцатиперстной кишки — позволяет получить желудочный и кишечный соки; *рентгенографический метод* — изображение органов пищеварения; *эндоскопия* — введение оптических приборов — дает возможность осматривать полость пищеварительного канала; с помощью радиопилюль — миниатюрных радиопередатчиков, проглатываемых больным, изучаются изменения химического состава пищи, температуры и давления в различных отделах желудка и кишечника.

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ

СОСТАВ ПИЩИ. НОРМЫ ПИТАНИЯ

Питательные вещества. В пищевых продуктах содержатся питательные вещества — белки, жиры и углеводы (см. «Химический состав клетки»). Они не могут быть усвоены человеком в натуральном виде, так как их крупные молекулы не в состоянии пройти через стенки пищеварительного

канала, а главное, потому, что для организма они являются чужеродными органическими соединениями и при поступлении во внутреннюю среду могут вызвать иммунную реакцию со смертельным исходом. Пища в пищеварительном канале расщепляется на более простые составные части, усваиваемые организмом.

Большое значение для организма имеют не только белки, жиры и углеводы, но и поступающие с пищей вода, минеральные соли и витамины, которые усваиваются в неизменном виде.

Вода выступает в организме в роли растворителя различных веществ; большинство химических превращений, лежащих в основе жизнедеятельности организма, связано с участием воды. Отсюда понятно, что жизнь без воды невозможна. Организм взрослого человека на 65% состоит из воды. Человек без пищи может прожить 40—50 дней, а без воды погибает в течение нескольких дней. Суточная потребность организма человека в воде составляет около 40 г на 1 кг массы его тела.

Минеральные соли входят в состав всех живых тканей, участвуют в жизненно важных процессах обмена веществ, в поддержании относительного постоянства внутренней среды организма, в образовании гемоглобина, желудочного сока, в росте и развитии костей, мышц, нервных элементов, в деятельности сердца, желез внутренней секреции и т. д. С наличием минеральных веществ связано явление возбудимости — одно из важнейших свойств живого, процессы свертывания крови и т. д.

Белки — основной пластический материал, из которого построены клетки и ткани организма. Они бесконечно разнообразны, что обусловлено различными комбинациями образующих их 20 аминокислот. Белки пищи расщепляются в пищеварительном тракте



до аминокислот. В каждой клетке происходит образование свойственных ей белков из аминокислот, поступивших в кровь из тонкого кишечника во время процесса пищеварения. Об этом процессе белков говорят и в разделе «Общая биология». Белки могут использоваться организмом и как источники энергии.

Жиры, свойственные организму человека, образуются в эпителиальных клетках *ворсинок* тонкого кишечника из жирных кислот и глицерина — продуктов расщепления жиров пищи в кишечнике. Жир поступает в лимфу и с ней вместе в кровь, которая транспортирует его в ткани, где он используется в качестве пластического и энергетического материала, жиры также откладываются в виде запасов под кожей в жировой клетчатке, в сальнике, покрывающем органы брюшной полости, и в некоторых других органах. Жировая ткань защищает организм от механических повреждений, служит теплоизолятором.

Углеводы поступают в организм с растительной и, в меньшей степени, с животной пищей, а также синтезируются в нем из продуктов расщепления аминокислот и жиров.

Виноградный сахар (глюкоза) — продукт расщепления сложных углеводов (крахмала) в пищеварительном канале, он всасывается в кровь, притекающую в печень, где часть глюкозы отлагается в запас, превращаясь в животный крахмал — *гликоген*. Углеводы служат в организме основным источником энергии. Углеводы и их соединения входят в состав цитоплазмы и ядра клетки и имеют большое значение для нормальной деятельности нервной системы.

Превращение органических веществ в организме. Продукты расщепления питательных веществ, поступившие в результате всасывания из кишечника в кровь,

приносятся в клетки, где из них образуются сложные органические соединения. Для осуществления процессов жизнедеятельности организма используется энергия, освободившаяся при превращениях и распаде веществ клетки. Процессы окисления клеточных веществ, связанные с превращениями энергии, протекают в основном в *митохондриях*. Основным аккумулятором и переносчиком энергии является аденозинтрифосфорная кислота (АТФ).

Происходит и превращение одних органических соединений в другие. Так, углеводы могут превращаться в жиры, а белки и жиры — в углеводы. Но недостаток белков невосполним, так как белки синтезируются только из аминокислот. Углеводы — основной источник энергии в организме. При уменьшении концентрации глюкозы в крови резко снижается физическая и умственная работоспособность.

Конечные продукты распада и окисления углеводов и жиров — вода и углекислый газ. При распаде и окислении белков, помимо углекислого газа и воды, образуются еще и такие ядовитые продукты, как аммиак. Аммиак приносится кровью в печень, где превращается в менее ядовитую мочевины, которая удаляется из организма главным образом через почки и частично с потом. Углекислота удаляется через легкие, а избыток воды — через почки, легкие и кожу.

Витамины были открыты русским врачом Н. И. Луниным (1853—1937). Это низкомолекулярные соединения (их около 20) различной химической природы. Они как незаменимые компоненты входят в состав активных центров многих ферментов и участвуют в реакциях биокатализа, в регуляции многих биохимических и физиологических процессов. Витамины способствуют укреплению здоровья, увеличива-



ют сопротивляемость организма к простудным и инфекционным заболеваниям, повышают работоспособность. При недостатке того или иного витамина — *гиповитаминозе* или при отсутствии витамина — *авитаминозе* наступают глубокие нарушения в процессах обмена веществ, ведущие к тяжелым заболеваниям, вплоть до гибели организма.

Организм человека не способен синтезировать некоторые витамины и должен ежедневно получать их с пищей. Большое значение имеют жирорастворимые витамины: А — для развития организма и нормального зрения, D — для формирования скелета, при его недостатке дети заболевают *рахитом*, К — для нормального свертывания крови. Эти витамины содержатся в мясе, рыбе, печени, масле, молоке, яйцах, моркови, капусте и т. д. Не менее важную

физиологическую роль играют водорастворимые витамины: С — усиливая иммунные процессы, сопротивляемость организма к инфекциям, В₁ — для нормальной деятельности нервной системы, В₂ — для тканевого дыхания, В₆ — для нормальной функции нервной системы, кожи, органов кроветворения, РР — для нормальной нервно-психической деятельности, фолиевая кислота и витамин В₁₂ — для кроветворения. Много этих витаминов в фруктах и овощах.

Нормы питания. В организме человека непрерывно протекают водный, солевой, белковый, жировой и углеводный обмен.

Энергетические запасы непрерывно уменьшаются в процессе жизнедеятельности организма и пополняются за счет пищи. Соотношение количества энергии, поступающей с пищей, и энергии,

**Примерные нормы суточной потребности людей
в питательных веществах**

Питательные вещества	Количество питательных веществ для каждой группы			
	люди профессий, не связанных с физическим трудом	люди профессий, связанных с физическим трудом		
		механизированным	немеханизированным или частично механизированным	тяжелым немеханизированным
Белки (в г)	109	122	146	163
в том числе животного происхождения	67	72	82	94
Жиры (в г)	106	116	134	153
в том числе животного происхождения	91	95	108	121
Углеводы (в г)	433	491	558	631
Общая энергетическая ценность пищевого рациона (в кДж)	13 474	15 086	17 270	19 942



расходуемой организмом, называется *энергетическим балансом*. Количество потребляемой пищи должно соответствовать энергетическим затратам человека. Зная, сколько энергии тратят в сутки люди той или иной профессии, можно установить для них нормы питания. Исследования показали, что затраты энергии тем больше, чем в большей степени деятельность человека связана с физическим трудом. На этом основании профессии подразделены на четыре группы: 1) не связанные с физическим трудом, 2) связанные с небольшим трудом, 3) трудом средней тяжести и 4) тяжелым физическим трудом.

Для составления нормы питания необходимо знать, какой запас энергии содержится в питательных веществах, т. е. какова их энергетическая ценность. Установлено, что 1 г белка или углеводов дает 17,2 кДж, а 1 г жира — 39,1 кДж.

ВЫДЕЛЕНИЕ

Образовавшиеся в процессе обмена веществ конечные продукты распада, являющиеся ядовитыми для организма, удаляются из него через почки, потовые железы, легкие, кишечник.

Строение и функции почек. Почки играют главную роль в процессе выделения, выводя из организма 75% различных веществ: мочевину, мочевую кислоту, избыток воды, солей и чужеродные вещества, попавшие в кровь (лекарства и др.). В результате работы почек кровь очищается и сохраняет свой постоянный состав и физико-химические свойства. *Почки* — небольшие парные органы, имеющие форму бобов (56), расположены в поясничной области на задней стенке брюшной полости, по бокам от позвоночника. От вогнутой стороны каждой почки отходит тонкая



трубочка длиной около 30 см — *мочеточник*. По ней моча, непрерывно образующаяся в почках, стекает в *мочевой пузырь*. Мочевой пузырь представляет собой вместительную емкость около 500 мл для накопления мочи. Он лежит в полости малого таза. При сокращении его мышц моча выводится наружу через *мочеиспускательный канал*.

В почке различают два слоя: наружный — *корковый* и внутренний — *мозговой*, образованный *пирамидами*. Внутри пирамид проходят тонкие трубочки, заканчивающиеся отверстиями в *сосочках*, которые вдаются в небольшую полость — *почечную лоханку*, из которой выходит мочеточник.

Под микроскопом в корковом слое видны *капсулы*, имеющие форму рюмочек. Каждая капсула образована двумя слоями эпителиальных клеток. Между ними находится узкая полость, переходящая в извитой *почечный каналец*. Стенки его образованы из одного слоя эпителиальных клеток. Сделав несколько изгибов и образовав петлю, каналец впадает в одну из трубочек, проходящих внутри пирамид.

Почки очень богаты кровеносными сосудами. Мелкие веточки



почечной артерии (приносящие сосуды) входят в капсулу и образуют клубочек артериальных капилляров. Из каждого клубочка выходят артериальные сосуды меньшего (по сравнению с приносящими сосудами) диаметра (выносящие сосуды). Каждый из них ветвится и образует капиллярную сеть вокруг канальцев. Из капилляров этой сети формируются вены — почечные вены, впадающие в нижнюю полую вену.

Таким образом, кровеносные сосуды, ветвящиеся в почках, образуют капилляры дважды: сначала клубочки, лежащие в капсулах, а затем — сети, оплетающие петли почечных канальцев.

Образование мочи. Через почки, составляющие $1/200$ массы нашего тела, за 1 мин протекает 1200 мл крови, т. е. около $1/4$ общего ее количества, поступающего из сердца в кровеносную систему за это время. Вся кровь организма человека (около 5 л) проходит через почки за каждые 4—5 мин, а за сутки более 300 раз. Таким интенсивным кровоснабжением почек, превышающим во много раз кровоснабжение других органов, обеспечиваются условия для очищения крови от непрерывно поступающих в нее из клеток веществ, подлежащих удалению из организма с мочой.

За счет значительной разности давления в клубочке (около 70 мм рт. ст.) и в полости капсулы (около 30 мм рт. ст.) происходит фильтрация жидкой части крови со всеми растворенными веществами, за исключением больших молекул белка и форменных элементов крови, которые не могут пройти через стенки капилляров и мембрану капсулы. Анализ этого фильтрата — *первичной мочи* — показал, что по содержанию веществ и по их концентрации она является безбелковой плазмой крови и содержит минеральные соли, глюкозу, гормоны, витамины, аминокислоты и другие соеди-

нения, необходимые организму, наряду с продуктами распада, подлежащими удалению.

В почках после фильтрации эпителиальными клетками канальцев осуществляется процесс обратного всасывания, при котором в кровь возвращаются необходимые организму вещества, т. е. очищенная, «идеальная» плазма. Излишки веществ (например, глюкозы, если ее содержание в крови превышает 150 мг%) и ненужные организму продукты обмена удаляются наружу в небольшом объеме *вторичной* (конечной) мочи.

Почки очень чувствительны к чрезмерно острой пище и особенно к алкоголю, вызывающему тяжелые расстройства их функции, что приводит к отравлению организма ядовитыми продуктами обмена веществ, которое может закончиться смертью.

КОЖА

Строение и функции кожи.

Кожа — наружный покров тела, площадь которого у взрослого человека составляет 1,5—2 м². Кожа представляет собой огромную рецепторную поверхность, которая обеспечивает осязательную, температурную и болевую чувствительность, препятствует проникновению микробов и ядовитых веществ в организм, предохраняет от механических повреждений лежащие под ней ткани и органы, выполняет функцию терморегуляции, выделяет вредные для организма продукты обмена веществ. В коже различают два слоя — тонкий поверхностный — эпидермис и собственно кожу — внутренний, более толстый слой (57).

Эпидермис состоит из многослойного эпителия, наружные клетки которого ороговевают и слущиваются. Клетки эпителия содержат пигмент, определяющий цвет кожи. Под влиянием солнеч-

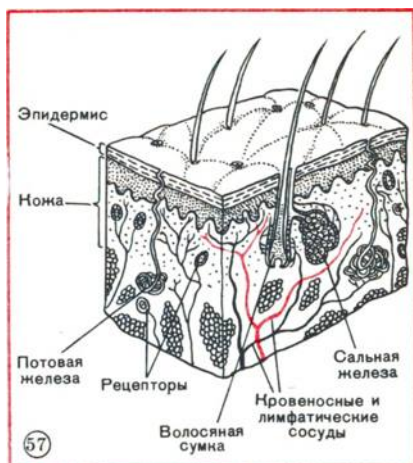


ных лучей пигментация увеличивается, и загорелая кожа защищает организм от чрезмерных световых воздействий.

Собственно кожа, залегающая под эпидермисом, образована волокнистой соединительной тканью с множеством эластичных волокон. В ней находятся кровеносные и лимфатические сосуды, нервные рецепторы, сальные и потовые железы, волосяные сумки. Протоки сальных желез открываются в волосяные сумки, выделяя кожное сало, служащее смазкой волос и кожи и препятствующее развитию микробов. Потовые железы выделяют пот, который при испарении охлаждает организм. В состав пота входят мочевина, соли и другие вещества.

Волосы и ногти относят к производным кожи. Корни волос — волосяные луковицы, откуда они непрерывно растут, — лежат в волосяных сумках, расположенных в собственно коже. Волосы содержат пигмент, обуславливающий их окраску. К волосяным сумкам прикрепляются мышцы, поднимающие волосы. Сокращение гладких мышц кожи ведет к появлению на ней при охлаждении мелких бугорочков («гусиная кожа»). Это увеличивает теплообразование. Подкожная жировая клетчатка предохраняет организм от охлаждения, смягчает ушибы и служит местом отложения жира. Чувствительность кожи к прикосновениям, боли, холоду и теплу обусловлена наличием множества специализированных рецепторов. Это помогает организму воспринимать окружающую среду и лучше реагировать на изменения ее условий.

Терморегуляция. Температура тела человека благодаря терморегуляции относительно постоянна, несмотря на колебания температуры внешней среды. Жировая смазка поверхности кожи и подкожная жировая клетчатка препятствуют избыточному поступле-



нию тепла или холода извне и излишней потере тепла.

Интенсивность теплоотдачи изменяется при перераспределении крови в многочисленных кровеносных сосудах кожи. На холоде кровеносные сосуды рефлекторно суживаются и большее количество крови поступает в сосуды внутренних органов, что способствует сохранению в них тепла. При повышении температуры окружающей среды кровеносные сосуды кожи рефлекторно расширяются, через них протекает больше крови и теплоотдача увеличивается.

Тепловой удар — это нарушение функций организма при его перегревании, в результате прекращения теплоотдачи из-за большой влажности воздуха и высокой температуры. При тепловом ударе наблюдаются головная боль, головокружение, шум в ушах, мелькание в глазах, учащение пульса и дыхания, расширение зрачков, нарушение движений, тошнота и рвота, потеря сознания, судороги, повышение температуры тела.

Солнечный удар наступает вследствие длительного пребывания человека под прямыми лучами солнца с непокрытой головой. При этом расширяются сосуды мозга, развивается отек мозга, повышается внутричерепное дав-



ление, резко растет температура тела человека.

При тепловом или солнечном ударе необходимо вызвать скорую медицинскую помощь, а до ее прибытия больного нужно перенести в прохладное место, приподнять его голову и растегнуть одежду, положить холод на голову и область сердца и давать ему пить прохладную воду.

Обмороживание проявляется в потере чувствительности в пострадавшем участке кожи, в его побелении. В этом случае надо сразу растереть побелевший участок, чтобы восстановить в нем кровообращение. При сильном обмороживании, как и при сильном ожоге кожи, необходимо прикрыть пострадавший участок кожи и сразу обратиться в лечебное учреждение.

Закаливание. Гигиена кожи и одежды. *Закаливание* — это тренировка и совершенствование терморегулирующих механизмов, усиление способности организма быстро приспосабливаться к колебаниям температуры и другим изменяющимся климатическим факторам, что создает устойчивость его к простудным заболеваниям, укрепляет здоровье и повышает работоспособность.

Проведение закаливающих процедур должно быть постепенным (переходить от меньших доз к большим), последовательным (от воздушных — к солнечным ваннам, а затем к водным процедурам), систематическим и непрерывным (ежедневным), индивидуальным для каждого (с учетом состояния здоровья и резервных сил организма), активным и сознательным.

Каждому человеку необходимо постоянно следить за чистотой своей кожи. Нужно ежедневно умываться, мыть руки несколько раз в день, особенно перед едой, не реже одного раза в неделю мыться теплой водой в бане, под душем или в ванне.

Одежда должна быть удобной и возможно более проницаемой для воздуха и водных паров. Не реже раза в неделю нужно после мытья надевать чистое белье.

НЕРВНАЯ СИСТЕМА

РЕФЛЕКС

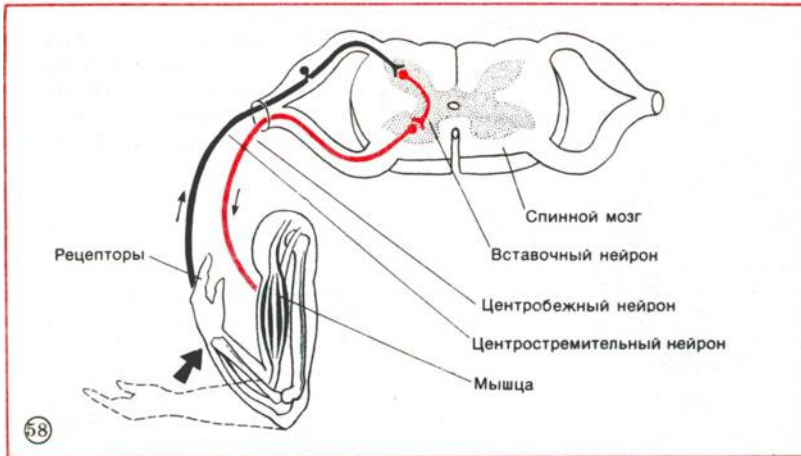
И РЕФЛЕКТОРНАЯ ДУГА

Живой организм, получая раздражения из окружающего мира, отвечает на них соответствующими реакциями. Связь между участком, на который попадает раздражение, и реагирующим органом осуществляется нервной системой, которая связывает все части организма в единое целое.

Рецепторы — это нервные окончания, воспринимающие информацию об изменениях, происходящих во внешней и внутренней среде. Любое раздражение (механическое, световое, звуковое, химическое, электрическое, температурное), воспринимаемое рецептором, преобразуется (трансформируется) в процесс возбуждения. Возбуждение передается по чувствительным — *центростремительным* нервным волокнам в центральную нервную систему, где происходит срочный процесс переработки нервных импульсов (58). Отсюда импульсы направляются по волокнам *центробежных* нейронов (двигательных) к исполнительным органам, реализующим ответную реакцию — соответствующий приспособительный акт.

Так совершается *рефлекс* (от лат. «рефлексус» — отражение) — закономерная реакция организма на изменения внешней или внутренней среды, осуществляемая при посредстве центральной нервной системы в ответ на раздражение рецепторов.

Рефлекторные реакции многообразны: это сужение зрачка при ярком свете, выделение слюны



при попадании пищи в ротовую полость и др.

Путь, по которому проходят нервные импульсы (возбуждение) от рецепторов к исполнительному органу при осуществлении всякого рефлекса, называется *рефлекторной дугой*. В ее состав входят воспринимающие раздражение рецепторы, чувствительные — центростремительные нервы (нейроны), несущие возбуждение к центральной нервной системе, *вставочные* нейроны, передающие возбуждение на исполнительные нейроны, центробежные двигательные нервы (нейроны), проводящие нервные импульсы (возбуждение) от центральной нервной системы на периферию, исполнительный орган, деятельность которого изменяется в результате рефлекса.

Для осуществления любого рефлекса необходима целостность всех звеньев рефлекторной дуги. Нарушение хотя бы одного из них ведет к исчезновению рефлекса.

Между центральной нервной системой и рабочими органами существуют *прямые* и *обратные* связи, лежащие в основе процессов *саморегуляции функций* в организме, например дыхания, кровообращения и т. д. В осуществле-

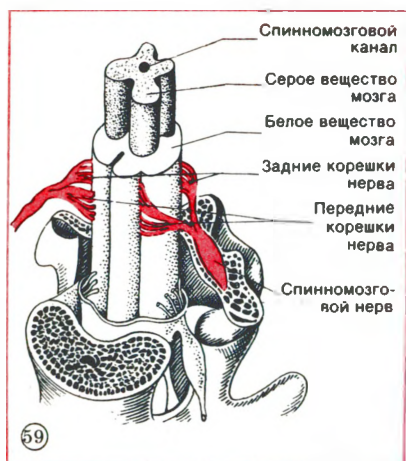
нии любого рефлекторного акта участвуют процесс *возбуждения*, вызывающий или усиливающий определенную деятельность, и процесс *торможения*, выключающий те нервные центры, которые могли бы мешать осуществлению этой деятельности организма. Взаимодействие процессов возбуждения и торможения лежит в основе нервной деятельности, регуляции и координации функций в организме.

Явление центрального торможения было открыто в 1862 г. великим отечественным ученым И. М. Сеченовым.

Нервная регуляция является более совершенной, чем гуморально-химическая, во-первых, потому, что взаимодействие клеток через нервную систему осуществляется значительно быстрее, чем через кровь, во-вторых, потому, что нервные импульсы по нейронным отросткам направлены лишь к определенным клеткам.

ЦЕНТРАЛЬНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Центральная нервная система — это головной и спинной мозг, а периферическая — отходящие от них нервы и нервные



узлы, расположенные за пределами черепа и позвоночника.

Спинной мозг расположен в позвоночном канале. Он имеет вид трубки длиной около 45 см и диаметром 1 см, отходящей от головного мозга, с полостью и центральным каналом, заполненным спинномозговой жидкостью. На поперечном разрезе ⁵⁹ видно, что спинной мозг состоит из белого (снаружи) и серого (внутри) вещества. Серое вещество состоит из тел нервных клеток и имеет на поперечном срезе форму бабочки, от расправленных «крыльев» которой отходят два передних и два задних рога. В передних рогах находятся центробежные нейроны, от которых отходят двигательные нервы. Задние рога включают нервные клетки (промежуточные нейроны), к которым подходят отростки чувствительных нейронов лежащих в утолщениях задних корешков. Соединяясь между собой, передние и задние корешки образуют 31 пару смешанных (двигательных и чувствительных) спинномозговых нервов. Каждая пара нервов иннервирует определенную группу мышц и соответствующий участок кожи.

Белое вещество образовано отростками нервных клеток (нер-

вными волокнами), объединенными в проводящие пути. Среди них выделяют волокна, соединяющие участки спинного мозга на различных уровнях, двигательные нисходящие волокна, идущие из головного мозга в спинной мозг к клеткам, дающим начало передним двигательным корешкам, и чувствительные восходящие волокна, которые являются либо продолжением волокон задних корешков, либо отростками клеток спинного мозга и восходят к головному мозгу.

Спинной мозг выполняет две важные функции: рефлекторную и проводящую. В сером веществе спинного мозга замыкаются рефлекторные пути многих двигательных реакций, например *коленного рефлекса*. Он проявляется в том, что при постукивании по сухожилию четырехглавой мышцы бедра у нижней границы надколенника происходит рефлекторное разгибание ноги в коленном суставе. Это объясняется тем, что при ударе по связке мышца натягивается, в ее нервных рецепторах возникает возбуждение, которое по центrostремительным нейронам передается в серое вещество спинного мозга, переходит на центробежные нейроны и через их длинные отростки на мышцы-разгибатели. В коленном рефлексе участвуют два вида нейронов — центrostремительные и центробежные. В большинстве рефлексов спинного мозга участвуют и вставочные нейроны. В спинной мозг вступают чувствительные нервы от рецепторов кожи, двигательного аппарата, кровеносных сосудов, пищеварительного тракта, выделительных и половых органов. Центrostремительные нейроны через вставочные связываются с центробежными — двигательными, которые иннервируют все скелетные мышцы (за исключением мышц лица). В спинном мозге расположены и центры иннервации внутренних органов.



Центростремительные нервные импульсы по *проводящим путям* спинного мозга передают в головной мозг информацию об изменениях во внешней и внутренней среде организма. По нисходящим путям импульсы от головного мозга передаются к двигательным нейронам, которые вызывают или регулируют деятельность исполнительных органов.

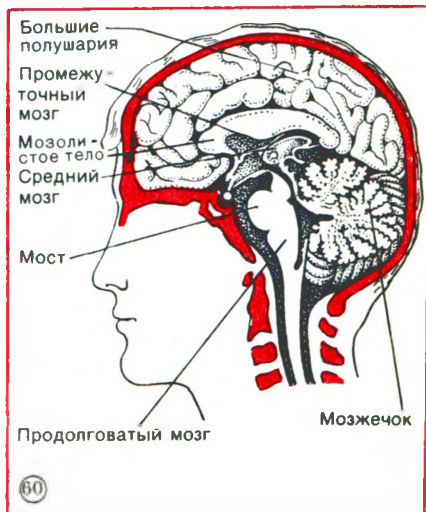
Деятельность спинного мозга у млекопитающих и человека подчинена координирующим и активирующим влияниям вышележащих отделов центральной нервной системы. Поэтому рефлексы, присущие самому спинному мозгу, можно изучить в «чистом виде» только после отделения спинного мозга от головного, например у спинальной лягушки. Первым следствием перерезки или травмы спинного мозга является спинальный шок (удар, потрясение), который длится у лягушки 3—5 мин, у собаки — 7—10 суток. При травме или ранении, вызвавших нарушение связи спинного и головного мозга, спинальный шок у человека длится 3—5 месяцев. В это время все спинномозговые рефлексы исчезают. Когда шок проходит, то простые спинномозговые рефлексы восстанавливаются, но пострадавший остается парализованным, превращается в инвалида.

Головной мозг состоит из заднего, среднего и переднего мозга (60).

От головного мозга отходят 12 пар черепно-мозговых нервов, из которых зрительные, слуховые и обонятельные являются чувствительными нервами, проводящими возбуждение от рецепторов соответствующих органов чувств в головной мозг. Остальные, за исключением чисто двигательных нервов, иннервирующих мышцы глаз, являются смешанными нервами.

Продолговатый мозг выполняет рефлекторную и проводнико-

вую функции. Из продолговатого мозга и моста выходят 8 пар черепно-мозговых нервов (с 5 по 12 пару). По чувствительным нервам продолговатый мозг получает импульсы от рецепторов кожи головы, слизистых оболочек рта, носа, глаз, гортани, трахеи, а также от рецепторов сердечно-сосудистой и пищеварительной систем, от органа слуха и вестибулярного аппарата. В продолговатом мозге находится дыхательный центр, обеспечивающий акт вдоха и выдоха. Центры продолговатого мозга, иннервирующие дыхательные мышцы, мышцы голосовых связок, языка и губ, играют важную роль в формировании речи. Через продолговатый мозг осуществляются рефлексы мигания век, слезоотделения, чихания, кашля, глотания, отделения пищеварительных соков, регуляция работы сердца и просвета кровеносных сосудов. Продолговатый мозг принимает участие и в регуляции тонуса скелетных мышц. Через него осуществляется замыкание разнообразных нервных путей, соединяющих центры переднего мозга, мозжечка и промежуточного мозга со спинным. На работу продолговатого мозга





вливают импульсы, поступающие от коры больших полушарий, мозжечка и подкорковых ядер.

Мозжечок расположен позади продолговатого мозга и имеет два полушария и среднюю часть. Он состоит из серого вещества — коры, расположенного снаружи, и белого вещества — внутри. Многочисленными нервными путями мозжечок связан со всеми отделами центральной нервной системы. При нарушении функций мозжечка наблюдаются падение тонуса мышц, неустойчивые движения, дрожание головы и конечностей, нарушение координации, плавности движений, расстройства функций желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой системы и др.

Средний мозг играет важную роль в регуляции мышечного тонуса, в осуществлении установочных рефлексов, благодаря которым возможны стояние и ходьба, в проявлении ориентировочного рефлекса.

Промежуточный мозг состоит из *зрительных бугров (таламус)* и *подбугровой области (гипоталамус)*. Зрительные бугры регулируют ритм корковой активности и участвуют в образовании условных рефлексов, эмоций и т. д. Подбугровая область связана со всеми отделами центральной нервной системы и с железами внутренней секреции. Она является регулятором обмена веществ и температуры тела, постоянства внутренней среды организма и функций пищеварительной, сердечно-сосудистой, мочеполовой систем, а также желез внутренней секреции.

Сетчатое образование, или ретикулярная формация, — это скопление нейронов, образующее с их отростками густую сеть и расположенное в глубоких структурах продолговатого, среднего и промежуточного мозга (ствола мозга). Все центростремительные нервные волокна дают

в стволе мозга ответвления в сетчатое образование.

Ретикулярная формация оказывает активизирующее воздействие на кору головного мозга, поддерживая состояние бодрствования и концентрируя внимание. Разрушение ретикулярной формации вызывает глубокое угнетение центральной нервной системы, потерю сознания (кома). Кора больших полушарий регулирует активность сетчатого образования.

Большие полушария головного мозга появились на сравнительно поздних ступенях эволюционного развития животного мира (см. раздел «Зоология»).

У взрослого человека большие полушария составляют 80% массы головного мозга. Кора толщиной от 1,5 до 3 мм покрывает поверхность мозга площадью от 1450 до 1700 см²; в ней насчитывается от 12 до 18 млрд. нейронов, расположенных в шести слоях лежащих друг над другом нервных клеток разных категорий. Больше 2/3 поверхности коры скрыто в глубоких *бороздах* между выпуклыми *извилинами*. Белое вещество, расположенное под корой, состоит из нервных волокон, соединяющих различные участки коры с другими отделами головного мозга и со спинным мозгом. В белом веществе правого и левого полушарий, соединенных между собой нервными волокнами (мозолистым телом), находятся скопления серого вещества — подкорковые ядра, через которые происходит передача возбуждений в кору и из нее. Три главные борозды — центральная, боковая и теменнозатылочная — делят каждое полушарие на четыре доли: лобную, теменную, затылочную и височную. По особенностям клеточного состава и строения кору больших полушарий разделяют на ряд участков, называемых корковыми полями. Функции отдельных участков коры не



одинаковы. Каждому рецепторному аппарату на периферии соответствует в коре область, которую И. П. Павлов назвал корковым ядром анализатора.

Зрительная зона расположена в затылочной доле коры. В нее поступают импульсы от сетчатки глаза, она осуществляет различение зрительных раздражений. При повреждении затылочной доли коры человек не различает окружающих предметов, теряет способность ориентироваться с помощью зрения. Глухота возникает при разрушении височной области, где расположена слуховая зона. На внутренней поверхности височной доли каждого полушария расположены вкусовая и обонятельная зоны. Ядерная зона двигательного анализатора расположена в переднецентральной и заднецентральной областях коры. Возбуждение нейронов этой зоны обеспечивает произвольные движения. Зона кожного анализатора занимает заднецентральную область. Наибольшую площадь занимает корковое представительство рецепторов кисти и большого пальца руки, голосового аппарата и лица, наименьшую — представительство туловища, бедра и голени.

Кора больших полушарий выполняет функцию высшего анализатора сигналов от всех рецепторов тела и синтеза ответных реакций в биологически целесообразный акт. Она является высшим органом координации рефлекторной деятельности и органом приобретения временных связей — *условных рефлексов*. Кора выполняет ассоциативную функцию и является материальной основой психической деятельности человека — памяти, мышления, эмоций, речи и регуляции поведения.

Проводящие пути головного мозга связывают его части между собой, а также со спинным мозгом (восходящие и нисходящие нер-

вные пути), так что вся центральная нервная система функционирует как единое целое.

ВЕГЕТАТИВНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Роль вегетативной нервной системы заключается в регуляции обмена веществ, возбудимости периферических органов, а также самой центральной нервной системы. Вегетативная нервная система регулирует и изменяет физиологическое состояние тканей и внутренних органов, приспособляя их к деятельности организма в меняющихся условиях окружающей среды.

Центры вегетативной нервной системы расположены в среднем, продолговатом и спинном мозге, а периферическая часть состоит из нервных узлов и нервных волокон, иннервирующих рабочий орган. Характерной особенностью вегетативных нервов является их двухнейронное строение. От тела первого нейрона, расположенного в центральной нервной системе, отходит длинный отросток (аксон), образующий предузловое волокно. Оно переключается на второй нейрон, находящийся в периферическом нервном узле, от которого отходит послеузловое волокно к иннервируемому органам. Особенности послеузловых вегетативных нервов является то, что большинство их образовано безмякотными, т. е. лишенными изолирующей жировидной оболочки, очень тонкими волокнами, которые проводят возбуждение во много раз медленнее, чем другие периферические нервы. Кроме того, деятельность вегетативной нервной системы не зависит от воли человека.

Симпатическая часть вегетативной нервной системы связана со спинным мозгом, где находятся тела первых нейронов, большинство отростков которых заканчи-



ваются в нервных узлах двух симпатических цепочек, расположенных по обе стороны спереди позвоночника. В симпатических нервных узлах находятся тела вторых нейронов, отростки которых непосредственно иннервируют рабочие органы.

Парасимпатическая часть вегетативной нервной системы образована несколькими нервами, отхо-

дящими от продолговатого мозга и от нижнего отдела спинного мозга. Парасимпатические узлы, где находятся тела вторых нейронов, расположены в органах, на деятельность которых они влияют.

Большинство органов иннервируется как симпатической, так и парасимпатической нервной системой.

Действие вегетативной нервной системы

Орган	Влияние симпатического отдела	Влияние парасимпатического отдела
Сердце	Учащает ритм и увеличивает силу сокращений	Урежает ритм и уменьшает силу сокращений
Сосуды сердца	Расширяет	Сужает
Артерии	Сужает, повышает кровяное давление	Расширяет, понижает давление
Пищеварительный тракт	Уменьшает перистальтику и секрецию органов пищеварения	Усиливает перистальтику и секрецию органов пищеварения
Селезенка	Сокращает и изгоняет из нее кровь	Не влияет
Печень	Расслабляет желчные протоки и желчный пузырь, сужает сфинктер, что способствует накоплению желчи	Сокращает желчные протоки и расслабляет сфинктер, что способствует выходу желчи из желчного пузыря
Почки	Сужает сосуды и уменьшает мочевыделение	Не влияет
Мочевой пузырь	Расслабляет пузырь и сокращает сфинктер	Сокращает пузырь и расслабляет сфинктер
Потовые железы	Усиливает секрецию	Не влияет
Мышечные волокна радужной оболочки глаза	Расширяет зрачок	Сужает зрачок
Мышцы, поднимающие волосы	Сокращает (волосы поднимаются)	Расслабляет (волосы прилегают к коже)
Бронхи	Расширяет бронхи, облегчает дыхание	Сужает бронхи, усиливает секрецию бронхиальных желез
Потребление кислорода организмом	Увеличивает	Уменьшает
Количество сахара в крови	Увеличивает	Уменьшает



Симпатическая нервная система усиливает обмен веществ, повышает возбудимость большинства тканей, мобилизует силы организма на активную деятельность. Парасимпатическая нервная система способствует восстановлению израсходованных запасов энергии, регулирует жизнедеятельность организма во время сна.

ОРГАНЫ ЧУВСТВ

АНАЛИЗАТОРЫ

Органы чувств обеспечивают восприятие различных раздражений, действующих на организм, служат ему для взаимосвязи и приспособления к постоянно меняющимся условиям окружающего мира, для его познания. На основе показания органов чувств строятся разнообразные ощущения, они являются источниками наших представлений об окружающем мире.

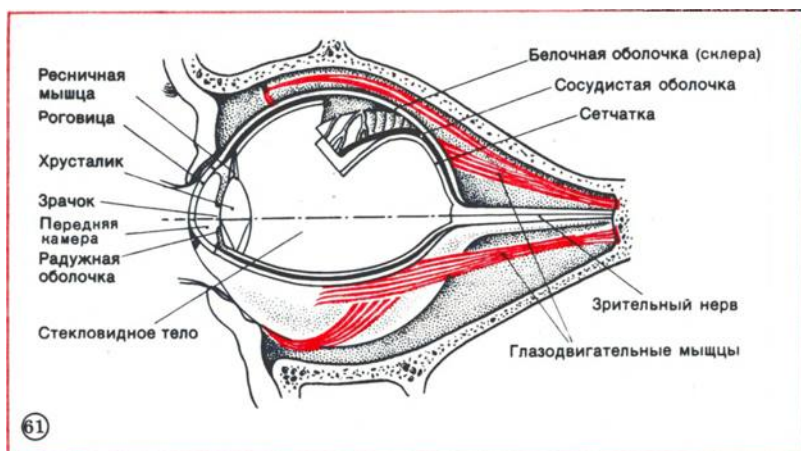
Основными элементами, определяющими специфику органов зрения, слуха, обоняния, вкуса, кожной чувствительности, равновесия, являются специализированные рецепторы, преобразующие энергию определенных раздражителей в процесс возбуждения, который передается по соответствующим нервам в центральную нервную систему. В соответствующих каждому органу чувств зонах коры больших полушарий происходит окончательное различение, анализ раздражений, воспринимаемых особенно чувствительными к ним рецепторами.

Нервные аппараты, воспринимающие и анализирующие раздражения, поступающие из внешней и внутренней среды организма, И. П. Павлов назвал *анализаторами*. *Рецепторы* являются периферическим звеном анализатора. Центrostремительные нейроны и проводящие пути от ре-

цептора до коры больших полушарий составляют *проводниковый отдел анализатора*. Участки коры больших полушарий мозга, воспринимающие и анализирующие информацию от соответствующих рецепторов, составляют *центральную часть анализатора*. Все части анализатора действуют как единое целое. Нарушение деятельности одной из них вызывает нарушение функции всего анализатора. Так, можно потерять зрение из-за нарушения функций рецепторов глаза, повреждения зрительного нерва или при поражении зрительной зоны коры больших полушарий.

ОРГАН ЗРЕНИЯ

Глаз ⁶¹ расположен в глазнице черепа. Из глазного яблока выходит зрительный нерв, соединяющий его с головным мозгом. Глазное яблоко состоит из внутреннего ядра и окружающих его трех оболочек — наружной, средней и внутренней. Наружная оболочка — *склера*, или белочная оболочка, представляет собой жесткую непрозрачную соединительнотканную капсулу, переходящую спереди в прозрачную *роговицу*, через которую в глаз проникает свет. Под ней находится сосудистая оболочка, которая переходит спереди в *ресничное тело*, где расположена ресничная мышца, регулирующая кривизну *хрусталика*, и в радужную оболочку, в центре которой имеется отверстие — *зрачок*, способное суживаться и расширяться под влиянием мышц, заложенных в толще радужки. Сосудистая оболочка богата кровеносными сосудами и содержит черный пигментный слой, поглощающий свет. Во внутренней оболочке глаза — *сетчатке* находятся светочувствительные рецепторы — *палочки* и *колбочки*. В них энергия света превращается в процесс

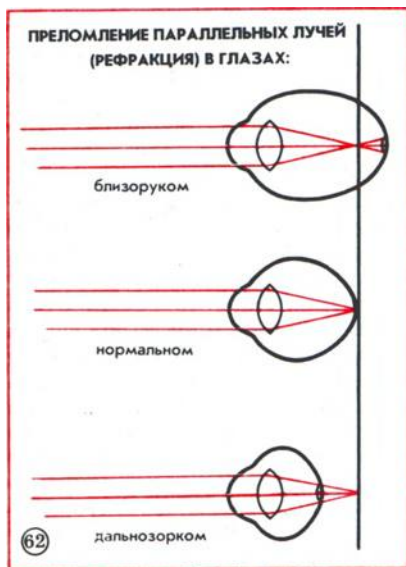


возбуждения, который передается по зрительному нерву в затылочную долю коры больших полушарий. Колбочки сосредоточены в центре сетчатки, напротив зрачка — в *желтом пятне* и обеспечивают дневное зрение, воспринимающая цвета, форму и детали предметов. На периферии сетчатки имеются только палочки, которые раздражаются слабым сумеречным светом, но не чувствительны к цвету.

Место, где зрительный нерв выходит из сетчатки, не содержит рецепторов и называется *слепым пятном*.

Внутреннее ядро глазного яблока образует (вместе с роговицей) оптическую систему глаза и состоит из хрусталика, *стекловидного тела* и водянистой влаги передней и задней камер глаза. Прозрачный и эластичный хрусталик, расположенный позади зрачка, имеет форму двояковыпуклой линзы. Он вместе с роговицей и внутриглазными жидкостями преломляет входящие в глаз лучи света и фокусирует их на сетчатке. При сокращении ресничной мышцы хрусталик меняет свою кривизну, принимая форму для дальнего или для ближнего зрения. Преломившиеся лучи света от рассматриваемого предмета, попадая на сетчатку, образуют на ней уменьшенное обратное изображение предмета.

Однако мы видим предметы в прямом виде благодаря повседневной тренировке зрительного анализатора, что достигается образованием условных рефлексов, показаниями других анализаторов, их взаимодействиями, постоянной проверкой зрительных ощущений, повседневной практикой.





Вспомогательный аппарат глаза состоит из защитных приспособлений, слезного и двигательного аппарата. К защитным образованиям относятся брови, ресницы и веки, покрытые с внутренней стороны слизистой оболочкой, которая переходит на глазное яблоко. Слезы, выделяемые слезной железой, омывают глазное яблоко, постоянно увлажняют роговицу и стекают по слезному каналу в носовую полость. Двигательный аппарат каждого глаза состоит из шести мышц, сокращения которых позволяют изменять направление взгляда.

У людей с нормальным зрением на сетчатке возникает четкое изображение предметов, так как оно сфокусировано на центр сетчатки.

Нарушения зрения часто являются следствием ненормальной длины глазного яблока ⑥2. *Близорукость* развивается при увеличении продольной оси глаза. Параллельные лучи, идущие от далеких предметов, собираются (фокусируются) впереди сетчатки, на которую попадают расходящиеся лучи, и в результате получается расплывчатое изображение. При близорукости назначают очки с рассеивающими двояковогнутыми стеклами, уменьшающими преломление лучей настолько, что изображение предметов возникает на сетчатке.

При укорочении оси глазного яблока наблюдается *дальнозоркость*. Изображение фокусируется позади сетчатки. Для исправления требуются двояковыпуклые стекла. Старческая дальнозоркость развивается обычно после 40 лет, когда хрусталик теряет эластичность, твердеет и утрачивает способность менять кривизну, что мешает четко видеть на близком расстоянии. Глаз утрачивает способность к ясному видению разнородных предметов.

Соблюдение простых правил гигиены зрения позволяет преду-

предить перенапряжение и избежать нарушений зрения.

Необходимо, чтобы рабочее место было хорошо освещено, но не слишком ярким светом, который должен падать слева. Источники искусственного света должны быть прикрыты абажурами. При чтении, письме, работе с мелкими предметами расстояние от объектов до глаз должно составлять 30—35 см. Вредно читать лежа или в движущемся транспорте. Чтобы избежать инфекционных заболеваний глаз, нужно беречь их от пыли, не тереть их руками, вытирать только чистым платком или полотенцем.

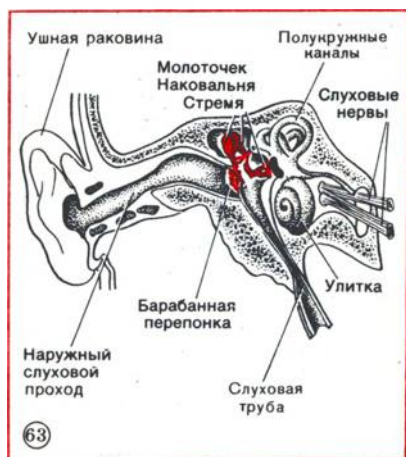
ОРГАНЫ СЛУХА И РАВНОВЕСИЯ

Орган слуха. Звуковые колебания воздуха, действуя на орган слуха, сигнализируют человеку о том, что происходит в окружающей среде. Для человека слух приобретает особое значение, так как при потере слуха в раннем детстве ребенок утрачивает способность воспроизводить слова, говорить. С помощью слуха воспроизводится устная речь, обеспечивающая общение между людьми в их трудовой и общественной деятельности.

В органе слуха различают наружное, среднее и внутреннее ухо ⑥3.

Наружное ухо состоит из ушной раковины и наружного слухового прохода. Оно обеспечивает улавливание и проведение звуковых колебаний к барабанной перепонке, колебания которой передаются на цепь слуховых косточек.

Среднее ухо расположено внутри височной кости и состоит из барабанной полости, где находятся слуховые косточки — молоточек, наковальня и стремя, и слуховой трубы, соединяющей среднее ухо с носоглоткой. Молоточек соединен с барабанной перепонкой, а стремя — с перепонкой овального окна, за которым начи-



нается внутреннее ухо. *Внутреннее ухо* состоит из улитки, системы трех полукружных каналов, образующих *костный лабиринт*, в котором расположен *перепончатый лабиринт*, заполненный жидкостью. В спирально завитой улитке помещаются слуховые рецепторы — волосковые клетки. Звуковые волны проходят через наружный слуховой проход, вызывают колебания барабанной перепонки, которые передаются через слуховые косточки в овальное окно внутреннего уха и вызывают колебания заполняющей его жидкости. Эти колебания преобразуются слуховыми рецепторами в нервные импульсы, которые передаются по слуховому нерву в слуховую зону коры больших полушарий, расположенную в височной области, где происходит восприятие звука и анализ его силы, характера, высоты.

Одним из основных правил гигиены слуха является содержание в чистоте ушных раковин и наружных слуховых проходов, где легко скапливаются грязь и ушная сера. Ни в коем случае нельзя очищать слуховой проход твердыми предметами. Большой вред приносят слуху чрезмерно сильные звуки и длительно действующий шум.

Вестибулярный аппарат. Система трех полукружных каналов, овальный и круглый мешочки образуют *вестибулярный аппарат*. Возбуждения, возникающие в рецепторах этого органа равновесия, поступают в нервные центры, осуществляющие перераспределение тонуса и сокращения мышц, в результате чего поддерживается равновесие и положение тела в пространстве.

Благодаря постоянному взаимодействию между зрительным и слуховым анализаторами, а также органами равновесия, мышечного и кожного чувства, обоняния и вкуса в коре головного мозга непрерывно осуществляются анализ и синтез поступающей информации, что дает организму возможность ориентироваться в изменяющихся условиях среды, приспосабливаться к ним.

Алкоголь оказывает токсическое действие на все органы чувств, нарушает функции всех анализаторов.

ВЫСШАЯ НЕРВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

В основе учения о высшей нервной деятельности лежат идеи о рефлекторных механизмах психических процессов, впервые сформулированные в 1863 г. великим русским физиологом Иваном Михайловичем Сеченовым.

И. П. Павлов, экспериментально подтвердив, творчески развив и расширив теоретические положения И. М. Сеченова о рефлекторном принципе деятельности головного мозга, создал новый раздел в науке — *физиологию высшей нервной деятельности животных и человека*.

Высшая нервная деятельность обеспечивает индивидуальное поведенческое приспособление человека и высших животных к изменяющимся условиям окружающей



и внутренней среды, носит *рефлекторный характер*, осуществляется безусловными и условными рефлексами **64**.

Безусловным рефлексом является, например, отделение слюны при непосредственном действии пищи на слизистую оболочку рта: пища действует на чувствительные нервные окончания ротовой полости и вызывает в них *возбуждение*, которое по центростремительным нервам передается в продолговатый мозг, затем по центробежным нервам устремляется к слюнной железе и приводит ее в действие. Этот рефлекс, как и все безусловные рефлексы, имеет определенную рефлекторную дугу, готовую к моменту рождения. Безусловные рефлексы, как и этот рефлекс, постоянно, закономерно возникают при действии соответствующих раздражителей на определенные рецепторные поля. Они являются *врожденными, наследственными, видовыми*, всегда возникают при постоянных условиях (обязательно, безусловно) и сохраняются в течение всей жизни организма. В бесконечно сложной и изменчивой окружающей среде приспособляемость при помощи безусловных рефлексов недостаточная, и организм может погибнуть, если он заранее не

подготовится к новым изменениям среды. Так, у животного несравненно больше шансов спасти свою жизнь, если оно обнаружит признаки приближения хищника заблаговременно. Следовательно, все, что сигнализирует, предупреждает о приближении хищника, — шум, запах, вид и т. д., приобретает для животного жизненно важное значение и вызывает у него целесообразные реакции, в соответствии со сложившимися условиями окружающей среды. Аналогично этому вид, запах знакомой пищи, все, что сигнализирует, предупреждает голодного человека о возможности скорого приема пищи, вызывает у него слюноотделительный рефлекс, предварительное выделение пищеварительных соков, что позволяет быстро и полноценно переработать пищу при поступлении ее в пищеварительную систему.

Эти рефлексы, позволяющие приспособиться к будущему, пока еще не наступившему событию, И. П. Павлов назвал *условными рефлексами*, потому что они образуются при определенных условиях: необходимо неоднократное совпадение во времени действия двух раздражителей — будущего сигнального, или условного, и безусловного, т. е. вызывающего бе-



зусловный рефлекс. Условный раздражитель должен несколько предшествовать безусловному раздражителю, так как сигнализирует о нем.

Условный рефлекс И. П. Павлов называл также *временной связью*, потому что этот рефлекс проявляется только во время, пока действуют условия, при которых он образовался; *приобретенным, индивидуальным*, поскольку формируется в индивидуальной жизни организма.

Условные рефлексы могут быть образованы любым раздражителем на основе любого безусловного рефлекса. Условные рефлексы составляют основу навыков, привычек, обучения и воспитания, развития речи и мышления у ребенка, трудовой, общественной и творческой деятельности.

Наряду с возбуждением в коре больших полушарий возникает и *торможение*, т. е. подавление, прекращение деятельного состояния, задержка одних реакций, что обуславливает возможность осуществления других.

У человека и у животных общие механизмы образования и динамики условных рефлексов, обеспечивающих индивидуальное приспособление организма к изменяющимся условиям внешней среды. Однако человек резко отличается по своему поведению от животных благодаря особым механизмам нервной деятельности. Такие особенности высшей нервной деятельности человека, как речь, сознание, отвлеченное мышление, развились в связи с трудом, благодаря которому люди смогли сознательно воздействовать на природу. Внешняя среда для человека имеет качественно иное содержание, чем для животных, так как это социальная среда, общество людей, наделенных сознанием, живущих по законам общественного развития.

Важнейшая из порожденных трудом функций человека —

речь. Это средство общения между людьми в процессе труда, социальной, духовной, личной жизни. Возникновение и развитие речевой деятельности, слова, языка привело к дальнейшему развитию высшей нервной деятельности, к обогащению ее опытом предыдущих поколений, новыми, присущими только человеку особенностями. Такой специфической особенностью высшей нервной деятельности человека является наличие у него, в отличие от животных, двух систем сигнальных раздражителей: одна система раздражителей, как и у животных, состоит из непосредственных воздействий факторов внешней и внутренней среды организма; другая состоит из слов, обозначающих воздействия этих факторов. И. П. Павлов назвал их соответственно *первой* и *второй сигнальными системами* действительности.

Слово стало для человека сигналом первичных, действующих через органы чувств раздражителей — сигналом сигналов. В словах обобщаются конкретные для данного предмета и общие свойства предметов, происходит отвлечение от конкретных предметов и, следовательно, создаются возможности для отвлеченного, абстрактного мышления. Это значительно расширяет возможности приспособления к окружающей среде.

Учение И. П. Павлова о высшей нервной деятельности человека и дальнейшее его развитие его последователями — Л. О. Орбели, П. К. Анохиным, Э. А. Асратяном, П. С. Купаловым, Л. Г. Ворониным и другими лежит в основе медицины, педагогики, психологии, методики преподавания.

Гигиена физического и умственного труда. Деятельность организма зависит от состояния центральной нервной системы. Ее переутомление ведет к расстройству жизненно важных функций организма, снижает восприятие, память и работоспособность.



При однообразном физическом труде работает только одна группа мышц и в возбуждении находится только один участок центральной нервной системы, что приводит к его утомлению. Чтобы избежать переутомления, полезно во время перерывов проводить производственную гимнастику, в которой участвуют другие мышцы. Это, в свою очередь, ведет к возбуждению новых участков коры головного мозга, которое распространяется на заторможенные нервные центры утомленных мышц и их растормаживает, что ускоряет восстановление их работоспособности.

Умственный труд также вызывает утомление центральной нервной системы. Лучшим отдыхом при этом является гимнастика или другая физическая деятельность человека, т. е. «активный отдых».

Большое значение в образовании условных рефлексов имеет режим дня. При его соблюдении у человека образуется много важных условных рефлексов, стимулирующих лучшее функционирование различных систем органов и предотвращающих их переутомление.

Сон дает наиболее полный отдых центральной нервной системе. Чередование сна и бодрствования — необходимое условие существования человека. Грудные дети спят 20—22 ч, школьники — 9—11 ч, взрослые люди — 7—8 ч. При недосыпании человек теряет работоспособность. Чтобы во время сна организм получал наиболее полный отдых, необходимо лечь спать в одно и то же время, устранить яркий свет, шум, проветрить комнату и т. д. 7—8-часовой сон состоит из 4—5 циклов, закономерно сменяющих друг друга, каждый из которых включает фазу медленного и фазу быстрого сна. Во время *медленного сна*, который развивается сразу после засыпа-

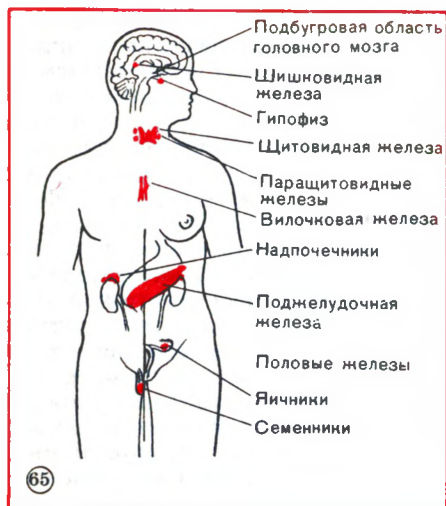
ния, наблюдается урежение пульса, дыхания, расслабление мышц, понижение обмена веществ и температуры тела. Во время *быстрого сна*, который наступает через 1—1,5 ч медленного сна и длится 10—15 мин, активизируется деятельность внутренних органов, учащается дыхание, усиливается работа сердца, повышается обмен веществ, на фоне общего расслабления мышц возникают сокращения отдельных мышечных групп, под закрытыми веками происходят быстрые движения глаз, спящие видят яркие сновидения. Характер сновидений определяется событиями и переживаниями прошедшего дня, связывается со следами прошлых событий. Достаточный сон жизненно необходим для поддержания и укрепления здоровья, для восстановления работоспособности.

ЖЕЛЕЗЫ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ

Регуляция физиологических функций организма осуществляется при помощи двух систем — нервной и гуморальной. В организме они действуют согласованно. Нервная регуляция осуществляется быстро, гуморальная гораздо медленнее.

Гормоны — это высокоактивные вещества, образующиеся в организме. Ничтожные их количества оказывают мощное воздействие на деятельность определенных органов и их систем. Каждый из гормонов оказывает определенное воздействие на жизненные процессы, происходящие в организме, и играет важную роль в регуляции обмена веществ.

Железы внешней и внутренней секреции (65). Железы внешней секреции выделяют образующиеся в них вещества через выводные протоки или в полость органов



тела, или во внешнюю среду (слюнные, желудочные, потовые, салые железы).

Железы внутренней секреции не имеют выводных протоков. Поэтому вырабатываемые в них гормоны поступают непосредственно в кровь. К железам внутренней секреции относятся надпочечники, гипофиз, щитовидная, поджелудочная железы, половые железы и др. Поджелудочная и половые железы выполняют одновременно как внешнесекреторную, так и внутрисекреторную функции.

Поджелудочная железа вырабатывает поджелудочный сок, который по выводным протокам попадает в двенадцатиперстную кишку и принимает участие в процессах расщепления питательных веществ. Это внешнесекреторная функция. Внутрисекреторную функцию выполняют особые клетки, расположенные островками (скоплениями), не связанными с выводными протоками. Они выделяют гормоны в кровь. Один из них — *инсулин* — превращает избыток глюкозы в крови в животный крахмал гликоген и понижает уровень сахара в крови.

Другой гормон — *глюкагон* —

действует на углеводный обмен противоположно инсулину. При его помощи происходит процесс превращения гликогена в глюкозу.

Нарушение образования инсулина в поджелудочной железе вызывает болезнь — *сахарный диабет*.

Надпочечники — парные железы, расположенные над верхней частью почек. Они вырабатывают несколько гормонов. В наружном (корковом) слое образуются гормоны, регулирующие процессы обмена веществ. Одни из них способствуют превращению белков в углеводы и повышают устойчивость организма к неблагоприятным воздействиям, другие — регулируют солевой обмен в организме.

Во внутреннем (мозговом) слое надпочечников образуется *адреналин*. Этот гормон усиливает и учащает сердечные сокращения, повышает кровяное давление, расширяет зрачки, регулирует углеводный обмен (усиливает превращение гликогена в глюкозу).

Щитовидная железа лежит поверх щитовидного хряща гортани. Она выделяет в кровь гормоны, в состав которых входит йод. Эти гормоны усиливают обмен веществ в организме и повышают возбудимость нервной системы.

Недостаточная функция щитовидной железы в детском возрасте задерживает рост, умственное и половое развитие (развивается болезнь *кретинизм*). В другие периоды это приводит к снижению обмена веществ, при этом нервная деятельность замедляется, развиваются отеки, проявляются признаки тяжелого заболевания, называемого *микседемой*. **Базедовая болезнь** вызывается избыточной деятельностью щитовидной железы, которая при этом увеличивается в объеме и выступает на шее в виде зоба.

Гипофиз — нижний мозговой придаток выделяет в кровь гормоны, регулирующие рост организ-



ма и функции надпочечников, щитовидной и половых желез. Избыточное количество одного из них — *гормона роста* — в молодом возрасте способствует быстрому росту (великаны до 2 м и более). При недостаточном количестве гормона ребенок растет медленно и, взрослея, становится карликом.

Половые железы образуют половые гормоны. В мужских половых железах — *семенниках* — развиваются мужские половые клетки — *сперматозоиды* и вырабатываются мужские половые гормоны. В женских половых железах — *яичниках* — содержатся — *яйцеклетки*. Под действием гормонов, выделяемых в кровь семенниками, происходит развитие вторичных половых признаков, характерных для мужского организма (волосатый покров на лице — борода, усы, развитый скелет и мускулатура, низкий голос). Гормоны, образующиеся в яичниках, влияют на формирование вторичных половых признаков, характерных для женского организма (отсутствие волосатого покрова на лице, более тонкие, чем у мужчин, кости, отложение жира под кожей, развитые молочные железы, высокий голос).

Токсическое действие на железы внутренней секреции, в частности на половые железы, на генетический аппарат и развивающийся плод оказывают алкоголь и курение. У детей алкоголиков часто наблюдаются пороки развития, умственная отсталость, тяжелые заболевания.

РАЗМНОЖЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ЧЕЛОВЕКА

Человек, как и все живые организмы, способен к самовоспроизведению, т. е. к сохранению и продолжению своего вида. Слия-

ние женской и мужской половых клеток — *оплодотворение* дает начало новому организму, который наследует признаки родителей, но и отличается от них новыми комбинациями хромосом, обеспечивающими индивидуальные особенности. В ядре каждой яйцеклетки и каждого сперматозоида хромосом — материальных носителей наследственных признаков родителей — вдвое меньше (23), чем в ядрах других клеток (46). При оплодотворении, которое происходит в маточной трубе, куда проникли яйцеклетка после *овуляции* и около 200 млн. сперматозоидов после полового акта, только один из сперматозоидов проникает в яйцеклетку и сливается с ней. В оплодотворенном яйце ядро имеет 46 хромосом, содержащих информацию о наследственных признаках обоих родителей. Жизнеспособность яйцеклетки сохраняется около 24 ч, а способность к оплодотворению сперматозоида сохраняется от 2 до 4 суток.

Оплодотворенное яйцо делится и превращается в многоклеточный *зародыш*, который, продвигаясь по маточной трубе, через 4—5 суток попадает в полость матки и погружается в ее набухшую слизистую оболочку, уже подготовленную гормонами яичника. Из части клеток зародыша формируются оболочки: наружная (будущая *плацента*, или *детское место*), имеющая капилляры и ворсинки, через которые происходит питание и дыхание зародыша, и внутренняя — тонкая, образующая пузырь, в жидкости которого плавает зародыш.

Зародыш в матке быстро развивается. К 3 месяцам внутриутробного развития формируются почти все органы, к 4,5 месяцам прослушиваются сокращения сердца плода, частота которых в 2 раза выше, чем у матери.

Нормальная беременность продолжается 270—280 суток (9 месяцев) и заканчивается рождени-



ем ребенка массой около 3—3,5 кг и длиной около 50 см.

Начало *родов* связано с выделением гормона гипофиза, вызывающего сильные сокращения мышц матки, затем сокращаются мышцы брюшного пресса, ребенок проталкивается в малый таз и появляется на свет. Врач или акушерка, помогающие женщине при родах, перевязывают и перерезают пуповину, соединяющую плаценту и ребенка. У ребенка плацентарное кровообращение замедляется легочным, возникает легочное дыхание, о чем свидетельствует его первый крик и вдох. Через 20 мин плацента отделяется от матки и вместе с оболочками плода выходит наружу.

Беременность, признаки которой — прекращение менструаций, набухание грудных желез, тошнота, сонливость и др., устанавливается врачом, который следит за ходом беременности. Беременная женщина не должна переутомляться, сильно волноваться, интенсивно заниматься спортом, носить обувь на высоких каблуках, употреблять в пищу острые приправы, копчености. У нее должно быть полноценное, но не чрезмерное питание. Во вторую половину беременности ей нужно соблюдать бессолевую диету. Нельзя принимать никаких лекарств без назначения врача; необходимо двигаться и гулять на свежем воздухе, заниматься нетяжелым физическим трудом.

Ни при каких обстоятельствах беременная женщина не должна употреблять табак и алкоголь. Курящие беременные женщины чаще рожают недоношенных детей. Употребление беременной женщиной алкоголя во много раз увеличивает вероятность рождения детей с различными уродствами. Отравляя зародыш еще в материнской утробе, алкоголь задерживает и нарушает его развитие. У родителей, злоупотребляющих

алкогольными напитками, дети могут отставать в умственном и физическом развитии, чаще заболевают, особенно нервно-психическими заболеваниями, труднее переносят болезни, многие из них погибают в раннем возрасте. Алкоголизм родителей — одна из главных причин слабоумия детей. Состояние опьянения хотя бы одного из родителей во время зачатия может привести к тем же пагубным последствиям.

Периоды послеутробного развития. Формирование человеческого организма заканчивается к 22—25 годам. Выделяют следующие периоды послеутробного развития ребенка: период новорожденности (первые 4 недели после рождения), грудной период (от 1 до 12 месяцев), ясельный период (с 1 года до 3 лет), дошкольный период (с 3 до 6 лет) и школьный период (с 6 до 17—18 лет).

Наиболее интенсивны рост и развитие в первый год жизни и в период полового созревания, в возрасте от 12 до 15 лет для девочек и от 13 до 16—17 лет для мальчиков. В период полового созревания — в подростковый период у мальчиков созревают сперматозоиды и вырабатываются мужские половые гормоны, у девочек — женские половые гормоны. Под влиянием половых гормонов развиваются вторичные половые признаки. У девушек появляются менструации, промежутки между которыми становятся регулярными, составляя обычно около 28 дней. В подростковый период в организме происходят изменения, подготавливающие половую, физическую и психическую зрелость. Физический и умственный труд, занятия спортом, общественная работа, полноценное питание, соблюдение правил гигиены способствуют гармоничному развитию подростков, воспитанию здоровых, сильных, смелых и духовно богатых людей.



Одна из особенностей роста и развития детей нашего времени — акселерация. Она проявляется в ускорении физического и психического развития детей.

ПРОВЕРЬТЕ СВОИ ЗНАНИЯ

1. Какие из названных костей имеют только красный костный мозг:

- а) длинные, б) трубчатые, в) короткие, г) плоские?

2. К грудице прикрепляются (I): 7(а), 10(б), 12(в) пар ребер; свободными остаются (II): 1(а), 2(б), 3(в), 4(г) пар ребер.

3. Какая часть кости является кроветворным органом:

- а) надкостница, б) хрящ, в) костная ткань, г) красный костный мозг, д) желтый костный мозг?

4. В каких органах находятся гладкие мышцы:

- а) в желудке, б) кишечнике, в) артериях, г) в органах опорно-двигательного аппарата?

5. Какие вещества и процессы являются источником энергии при работе мышц:

- а) аденозинтрифосфорная кислота (АТФ), б) глюкоза, в) кислород, г) углекислый газ, д) вода?

6. Какие мышцы работают произвольно:

- а) гладкие мышцы, б) поперечнополосатые мышцы, в) сердечная мышца?

7. Какую часть массы тела человека составляет кровь:

- а) 1/4, б) 1/7, в) 1/13, г) 1/20?

8. Какой процент от объема крови составляет плазма:

- а) 45, б) 55, в) 65, г) 75?

9. Какие форменные элементы крови участвуют в ее свертывании:

- а) эритроциты, б) лейкоциты, в) тромбоциты?

10. Кому принадлежит заслуга в создании учения об иммунитете:

- а) М. В. Ломоносову, б) И. М. Сеченову, в) И. П. Павлову, г) И. И. Мечникову?

11. По наличию каких веществ в крови делят кровь на группы:

- а) фибрин, б) фибриноген, в) агглютинины, г) агглютиногены?

12. Где начинается (I) и где заканчивается (II) большой круг кровообращения:

- а) правое предсердие, б) левое предсердие, в) левый желудочек, г) правый желудочек?

13. Где начинается (I) и где заканчивается (II) малый круг кровообращения:

- а) правое предсердие, б) правый желудочек, в) левое предсердие, г) левый желудочек?

14. Где происходит газообмен в малом круге кровообращения:

- а) клетки тела, б) клетки кожи, в) легкие?

15. Какая кровь движется по легочной вене:

- а) венозная, б) артериальная?

16. Где расположен дыхательный центр:

- а) легкие, б) мозжечок, в) продолговатый мозг, г) кора больших полушарий?

17. Под влиянием чего могут осуществляться дыхательные движения:

- а) сознание, б) концентрация углекислоты в крови, в) автоматия дыхательного центра, г) вегетативная нервная система?

18. Какие мышцы участвуют в дыхательных движениях:

- а) диафрагма, б) межреберные, в) спинные, г) брюшные?

19. Какие вещества расщепляют ферменты желудочного сока:

- а) белки, б) жиры, в) углеводы?

20. В какой среде наиболее активен фермент, расщепляющий жиры:

- а) нейтральной, б) кислой, в) щелочной?

21. Какие органические вещества синтезируются в эпителии кишечника и всасываются в лимфу:

- а) глюкоза, б) аминокислоты, в) глицерин, г) жиры, д) жирные кислоты?



22. Какие витамины нерастворимы в воде:

- а) А, б) В₁, в) В₂, г) С, д) D?

23. При недостатке какого витамина нарушается минеральный состав костей:

- а) А, б) В₆, в) С, г) D?

24. Недостаток какого витамина приводит к малокровию:

- а) А, б) В₁, в) РР, г) В₁₂, д) С, е) D?

25. Сопrotивляемость организма к простудным заболеваниям повышает витамин:

- а) А, б) В₂, в) С, г) D, д) К.

26. В какой части почки находятся капсулы:

- а) лоханка, б) кора, в) мозговой слой, г) пирамиды?

27. Где происходит в почках фильтрация крови:

- а) пирамидки, б) лоханка, в) капсулы, г) мозговой слой?

28. Что выходит в капсулу из клубочков капилляров:

- а) вода, б) белок, в) глюкоза, г) мочеви́на, д) соли, в) клетки крови?

29. В кровяное русло при образовании вторичной мочи возвращается:

- а) вода, б) соли, в) мочеви́на, г) глюкоза.

30. Какие органы и системы органов выполняют выделительную функцию:

- а) почки, б) легкие, в) кожа, г) печень, д) желудок, в) кишечник?

31. В каком слое кожи находятся скопления потовых и сальных желез, волосные сумки:

- а) эпидермис, б) собственно кожа, в) подкожная жировая клетчатка?

32. Терморегуляция кожи выражается в:

- а) испарении пота, б) расширении сосудов, в) сужении сосудов, г) появлении «гусиной кожи».

33. Серое вещество мозга состоит из:

- а) нервных клеток, б) отростков, в) нервных волокон.

34. Сколько пар черепно-мозго-

вых нервов отходят от головного мозга:

- а) 10, б) 12, в) 20?

35. Какие органы иннервирует вегетативная нервная система:

- а) мышцы рук, б) мышцы ног, в) сердце, г) желудок, д) сосуды?

36. Воздействие каких нервов вызывает учащение сердцебиения (I), сужение сосудов сердца (II):

- а) спинномозговые, б) черепно-мозговые, в) симпатические, г) парасимпатические.

37. Где находится зрительная зона коры больших полушарий головного мозга:

- а) теменная доля, б) височная доля, в) затылочная доля, г) лобная доля? «1

38. В какой оболочке глаза находятся светочувствительные рецепторы — палочки и колбочки:

- а) белочная, б) сосудистая, в) радужная, г) сетчатка?

39. Полость внутреннего уха заполнена:

- а) воздухом, б) жидкостью, в) вакуумом.

40. Во внутреннем ухе есть:

- а) ушные косточки, б) улитка, в) полукружные каналы?

41. Какие особенности характеризуют условные рефлексы:

- а) врожденные, б) наследственные, в) видовые, г) постоянные, д) приобретенные, е) индивидуальные, ж) временные?

42. Какой химический элемент является действующим началом в гормоне щитовидной железы:

- а) бром, б) калий, в) иод, г) железо?

43. Какие болезни развиваются при недостатке гормона щитовидной железы:

- а) микседема, б) базедова болезнь, в) гигантизм, г) кретинизм?

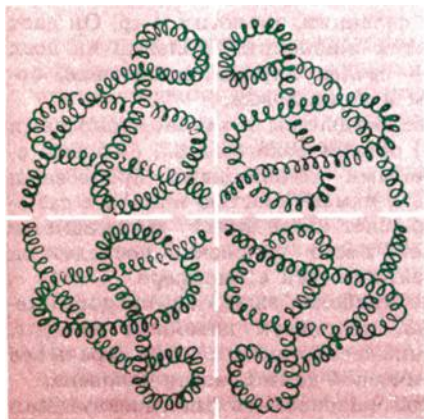
44. Какие клетки вырабатывают семенники:

- а) сперматозоиды, б) яйцеклетки?

45. Какое число хромосом в ядрах половых клеток и других клетках человека:

- а) 20, б) 23, в) 25, г) 40, д) 46?

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ



144 ВВЕДЕНИЕ

145 ЭВОЛЮЦИОННОЕ УЧЕНИЕ

Эволюционные представления
до Дарвина
Дарвинизм
Развитие органического мира
Происхождение человека

163 КЛЕТКА.

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ОРГАНИЗМА

Химическая организация
клетки
Строение и функции клетки
Обмен веществ и превращение
энергии в клетке
Размножение и индивидуальное
развитие организма

183 ОСНОВЫ ГЕНЕТИКИ И СЕЛЕКЦИИ

Основные закономерности
наследственности
Закономерности изменчивости
Значение генетики для
медицины и здравоохранения
Генетика и теория эволюции
Селекция растений,
животных и микроорганизмов

198 ВЗАИМООТНОШЕНИЕ ОРГАНИЗМА И СРЕДЫ

Основы экологии
Возникновение и начальное
развитие жизни на Земле
Биосфера и человек
Проверьте свои знания



Раздел общей биологии носит синтезирующий характер. В нем сконцентрированы основы обобщающих биологических наук: эволюционного учения, цитологии, генетики, селекции, экологии и др. Он дает сведения об основных закономерностях жизненных явлений на всех уровнях организации форм жизни — молекулярном, клеточном, организменном, популяционно-видовом и надвидовом.

Общая биология знакомит с происхождением и закономерностями исторического развития (эволюцией) органического мира, с особенностями строения организмов, основными жизненными процессами (обменом веществ, наследственностью, изменчивостью и др.) и с саморегуляцией живых форм. Она раскрывает связь между организмами и окружающей средой, показывает место человека, последствия и перспективы его хозяйственной деятельности в биосфере.

В этом разделе нашли отражение наиболее выдающиеся достижения современной биологии, которая, используя новейшие методы, особенно бурно развивалась в последние десятилетия и стала играть все возрастающую роль в жизни и практической деятельности человека.

Особенно бурно в последние годы развивалась взаимосвязанная с химией и физикой молекулярная биология. Установив строение, свойства и особенности химических реакций основных органических веществ клетки, биология на молекулярном уровне исследовала основные биологические процессы, происходящие в клетке (например, обмен веществ, превращение энергии, рост, развитие, дифференцирование тканей). Это открыло широкие возможности управления данными процессами.

Огромных успехов добилась генетика — наука о наследственности и изменчивости живых организмов, изучающая теперь эти свойства на молекулярном уровне. Современная генетика стала теоретической основой в практике человека по выведению новых сортов растений, пород животных и штаммов микроорганизмов, а также в области диагностики и лечения наследственных болезней человека.

Дальнейшее развитие получили экология и учения об эволюции органического мира, о биосфере. Эти науки раскрыли сложные связи в биосфере и показали значение деятельности человека в преобразовании биогеоценозов, изменении и возникновении новых приспособлений у разных биологических видов.

Перед человечеством возникла проблема охраны и рационального использования природы, защиты биосферы и прежде всего человека от возрастающего загрязнения среды.

Знание общebiологических закономерностей необходимо для понимания сущности научных основ и сложных процессов, характерных для разных отраслей практической деятельности человека.



ЭВОЛЮЦИОННОЕ УЧЕНИЕ

ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДО ДАРВИНА

Ученых разных времен и народов всегда волновали проблемы происхождения человека, возникновения жизни на Земле, многообразия живых существ и их удивительная приспособленность к окружающей среде. Первые материалистические идеи о единстве живой и неживой природы проявились на Древнем Востоке. Их разделяли философы-материалисты Древней Греции и Рима. Многие мыслители того времени высказывали диалектические суждения о превращении одних организмов в другие, развитии высших форм из низших и т. д. С начала нашей эры до середины XVIII в. в биологии господствовали идеалистические взгляды о «божественном» происхождении человека и живых существ, об их «изначальной» целесообразности, метафизические суждения о неизменяемости организмов. Все иные высказывания церковь безжалостно преследовала. Биология в те времена носила в основном описательный характер. Она накопила огромный фактический материал о разнообразных растениях и животных, не имевших общепринятых названий. Попытки отдельных ученых систематизировать этот материал не имели успеха.

Первую относительно удачную искусственную систему органического мира разработал шведский натуралист Карл Линней (1707—1778). За основу своей системы он принял *вид*, который определял как совокупность сходных по строению особей, дающих плодородное потомство. Вид он считал элементарной единицей

живой природы (см. «Дарвинизм», современное определение вида). Близкие виды объединялись им в роды, роды — в отряды, отряды — в классы. Для обозначения вида он использовал два латинских слова: первое (существительное) — название рода, второе (прилагательное) — видовой эпитет. Этот принцип *двойной номенклатуры* сохранился в систематике и до настоящего времени. Линней систематизировал огромный материал, накопленный предшественниками, и описал более 8000 видов. Его работы послужили серьезной основой для дальнейшего изучения и классификации живых организмов.

Недостатки системы Линнея состояли в том, что при классификации он учитывал лишь 1—2 признака (у растений — число тычинок, у животных — строение дыхательной и кровеносной систем), не отражающих подлинного родства, поэтому далекие роды оказались в одном классе, а близкие — в разных. Виды в природе Линней считал неизменными, созданными творцом. Он разделял метафизические представления о природе.

Французский ученый Жан Батист Ламарк (1744—1829) выдвинул теорию об изменемости видов. Он утверждал, что разнообразие животных и растений есть результат исторического развития органического мира — *эволюции* (от лат. «эволютио» — развитие), которую понимал как ступенчатое развитие, усложнение организации живых организмов от низших форм к высшим и называл «градацией». Он предложил своеобразную систему органического мира, расположив в ней родственные группы в восходящем порядке — от простых к более сложным, в виде «лестницы». Но Ламарк ошибочно полагал, что изменения среды всегда вызывают у организмов полезные изменения, а причиной прогресса



живой природы считал внутреннее стремление организмов к совершенствованию своей организации. Причиной приспособления растений к внешней среде он считал врожденную способность изменяться целесообразно изменившимися условиям, а животных — «упражнением или неупражнением» органов и наследуемости приобретенных признаков.

В начале XIX в. были сделаны большие успехи в сравнительной анатомии и палеонтологии. Большой вклад в их развитие внес французский ученый Ж. Кювье (1769—1832), который установил, что все органы животного представляют собой части одной целостной системы, а строение каждого органа закономерно соотносится со строением всех других (принцип корреляции). Руководствуясь этим принципом, Ж. Кювье по костям вымерших животных успешно восстанавливал их облик.

Палеонтологические данные неопровержимо свидетельствовали о смене форм животных на Земле. Эти факты противоречили библейской легенде о сотворении жизни, и, чтобы примирить научные и религиозные представления, Ж. Кювье выдвинул теорию катастроф. Согласно ей, причиной вымирания были периодически происходившие крупные геологические катастрофы, уничтожавшие на больших территориях животных и растительность. Потом эти территории заселялись видами из соседних областей. Теория катастроф получила широкое распространение. Последователи Ж. Кювье утверждали, что катастрофы охватывали весь земной шар. После каждой катастрофы следовал новый акт творения. Таких катастроф и, следовательно, актов творения они насчитывали 27.

В России первые представления об эволюции органического мира высказал М. В. Ломоно-

сов (1711—1765), утверждавший, что изменения неживой природы ведут к изменениям животных и растений. А. Н. Радищев (1749—1802) полагал, что природа развивается от простых существ к сложным, а человека он считал «единоутробным сродственником всему на Земле живущему». К. Ф. Рулье (1814—1858) разделял взгляды Ламарка на эволюцию органического мира, он считал, что изменения внешней среды могут вызывать у организмов как полезные изменения, так и вредные. Он первый для доказательства эволюции провел сравнительное описание вымерших и ныне живущих организмов, взрослых животных и их зародышей.

Ответы на многие вопросы, волновавшие ученых XIX в., дала глубоко продуманная и фундаментально обоснованная теория видообразования, разработанная Ч. Дарвином.

ДАРВИНИЗМ

Возникновению эволюционной теории Чарльза Дарвина (1809—1882) способствовали многие предпосылки — социально-экономические (интенсивное развитие промышленности, быстрый рост городов, значительный подъем сельского хозяйства, активизация селекционной работы по выведению новых сортов растений и пород животных в Англии в начале XIX в.) и научные (успехи систематики животных и растений, биogeографии, палеонтологии, сравнительной анатомии, эмбриологии и др.), позволившие установить сходство и различия живых организмов. Достижения ряда естественных наук (астрономии, разработавшей теории происхождения Солнечной системы; геологии, открывшей последовательное образование осадочных пород, химии, устано-



вившей сходство в составе живой и неживой природы, и др.) представили огромный фактический материал для доказательства эволюционного процесса, происходящего на Земле. Наблюдения Дарвина и богатейший материал, собранный им во время кругосветного плавания на корабле «Бигл», привели его к убеждению об изменяемости видов. Проанализировав огромный природный материал и данные селекционной практики, Дарвин в основном труде «Происхождение видов» (1859) обосновал эволюционную теорию, в которой с научных позиций вскрыл основные закономерности развития органического мира. Он доказал, что огромное многообразие населяющих Землю, приспособленных к условиям обитания видов образовалось благодаря постоянно возникающим в природе разнонаправленным наследственным изменениям и естественному отбору. Способность организмов к интенсивному размножению и одновременное выживание немногих особей привели Дарвина к мысли о наличии между ними борьбы за существование, следствием которой является выживание организмов, наиболее приспособленных к конкретным условиям среды, и вымирание неприспособленных. Постепенное усложнение и повышение организации живых существ он считал результатом наследственной изменчивости и естественного отбора.

Значение теории Дарвина состоит в том, что в изучение природы он ввел естественноисторический метод: установил основные движущие силы эволюции органического мира (наследственная изменчивость и естественный отбор), раскрыл задачи биологии (находить в природе и объяснять причинно-следственные связи). На основе дарвинизма произошла перестройка всех отраслей биологии.

ВИД, ЕГО КРИТЕРИИ И СТРУКТУРА

Ч. Дарвин считал вид определенным звеном в эволюции живой природы, хорошо обособленным от других видов благодаря механизмам, выработанным у него в процессе эволюции. В настоящее время знания о виде расширены и стали более конкретными.

Вид — это совокупность особей, обладающих наследственным сходством морфологических, физиологических и биологических особенностей, свободно скрещивающихся и дающих плодовитое потомство, приспособленных к определенным условиям жизни, занимающих в природе определенный ареал.

Критерии вида. В природе виды различаются совокупностью признаков, называемых критериями вида. Сущность каждого из них заключается в следующем. *Морфологический критерий* определяет сходство внешнего и внутреннего строения особей одного вида; *генетический критерий* — одинаковый, типичный для вида набор хромосом и возможность особей скрещиваться и давать плодовитое потомство; *физиологический критерий* — сходство всех жизненных процессов; *биохимический критерий* — способность образовывать специфические белки и другие органические вещества; *экологический критерий* — приспособленность к определенным условиям среды; *географический критерий* — распространение в природе в определенном ареале. Ни один из критериев в отдельности не может служить для определения вида. Охарактеризовать вид можно, только учитывая совокупность всех критериев.

Структура вида. В природе виды хорошо изолированы друг от друга. Однако особи каждого вида внутри ареала распространены неравномерно. В его пределах



места, благоприятные для обитания отдельных особей, чередуются с участками, непригодными для их жизни. Поэтому внутри ареала вид распадается на более мелкие единицы — популяции.

Популяцией называют естественную совокупность свободно скрещивающихся особей одного вида, занимающих определенную обособленную часть ареала. Популяция состоит из особей разного возраста и пола. Она характеризуется наибольшим числом связей между ними. Особи одной популяции имеют больше сходства, чем особи разных популяций одного вида, в ней более вероятны встречи самцов и самок. Численность особей в ней резко колеблется в связи с численностью других видов (66), стихийными бедствиями и другими причинами. Известны годы массового размножения вредных насекомых, болезнетворных бактерий и др. Территория, занимаемая популяцией,

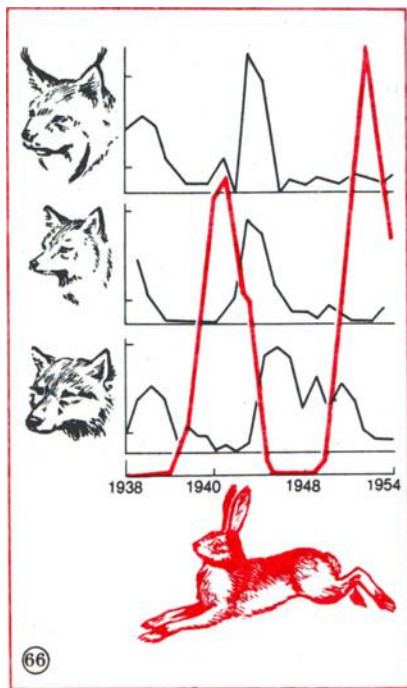
может составлять от 0,1 до 10 га и более. Границы популяций часто совпадают с границами биогеоценозов (озеро, лес, болото) (см. «Экология»). Смешиванию популяций мешает географическая изоляция (горы, реки, пустыни) и биологическая изоляция (различие в строении полового аппарата, сроках и повадках спаривания у животных, несовместимость пыльцы и рыльца, разные сроки цветения растений и др.). Популяция является основной единицей эволюции, так как в ней совершаются все первичные эволюционные процессы (см. «Образование видов»). Сорты культурных растений, породы домашних животных и штаммы микроорганизмов — это искусственные, созданные человеком популяции (см. «Селекция»).

Несколько близких популяций образуют более крупную внутривидовую группу — *подвид*, имеющую определенные морфологические признаки, конкретную область обитания в пределах ареала вида и способную свободно скрещиваться с другими подвидами своего вида.

На подвиды распадаются виды, имеющие широкие ареалы. Так, обыкновенная белка на территории бывшего СССР представлена 22 подвидами, различающимися окраской меха.

Влияние человека на сохранение вида. Деятельность человека привела к исчезновению многих десятков видов животных и растений. Под угрозой исчезновения находятся еще сотни видов: из животных — снежный барс, выхухоль, тигр, белый и черный журавли; из растений — наперстянка, красавка, кувшинка и др.

В последние годы во многих государствах мира ведется целенаправленная работа по сохранению природы. Объединяет ее Международный союз охраны природы (МСОП). Он издает Красную книгу, в которой учитыва-





ются (берутся под охрану) исчезающие и редкие виды. В России взяты под охрану из животных соболь, куница, бобр, сайгак, белая цапля, фламинго, лебеди и многие другие; из растений в Красную книгу внесены большинство первоцветов, многие лекарственные растения. Большая работа по сохранению и воспроизводству особей редких видов животных и растений ведется в заповедниках, заказниках, ботанических садах, зоопарках природы; вырубка леса, отстрел животных и ловля рыбы проводятся с учетом возможностей их воспроизводства; ведется борьба с загрязнением окружающей среды отходами промышленности, ядохимикатами и другими вредными веществами. Приняты законы об охране атмосферного воздуха, охране и использовании животного мира. Эти и другие меры способствуют сохранению видов животных и растений в интересах ныне живущих людей и будущих поколений.

НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ

Наследственность и изменчивость являются определяющими факторами эволюции органического мира.

Наследственность — это свойство живых организмов сохранять и передавать потомству особенности своего строения, функций и развития. Благодаря наследственности из поколения в поколение сохраняются признаки вида, сорта, породы, штамма. Связь между поколениями осуществляется при размножении (см. предшествующие разделы). Из органоидов клетки ведущая роль в наследственности принадлежит хромосомам, способным к самоудвоению и формированию с помощью генов всего комплекса

характерных для вида признаков (см. «Клетка»). В клетках живых организмов содержатся десятки тысяч генов. Всю их совокупность, характерную для особи вида, называют *генотипом*.

Изменчивость неразрывно связана с наследственностью. Она выражается в способности организмов изменяться. Благодаря изменчивости отдельных особей популяция оказывается разнородной. Дарвин различал два основных типа изменчивости.

Наследственная изменчивость (см. «Основы генетики и селекции» о модификациях) возникает в процессе индивидуального развития организмов под влиянием конкретных условий среды, вызывающих у всех особей одного вида сходные изменения, поэтому Дарвин эту изменчивость назвал *определенной*. Однако степень таких изменений у отдельных индивидуумов может быть различной. Например, у травяных лягушек низкие температуры вызывают темную окраску, но интенсивность ее у разных особей различна. Дарвин считал модификации не существенными для эволюции, так как они, как правило, не наследуются.

Наследственная изменчивость (см. «Основы генетики и селекции» о мутациях) связана с изменением генотипа особи, поэтому возникшие изменения наследуются. В природе мутации появляются у единичных особей под влиянием различных внешних и внутренних факторов. Характер мутаций предсказать трудно, поэтому Дарвин эту изменчивость назвал *неопределенной*. Мутации бывают незначительными и существенными. Они затрагивают разные признаки и свойства. Например, у дрозофилы под влиянием рентгеновских лучей изменяются крылья, щетинки, окраска глаз и тела, плодовитость и т. д. Мутации могут быть полезными, вредными и безразличными.



К наследственной изменчивости относится *комбинативная изменчивость*. Она возникает при свободных скрещиваниях в популяциях или при искусственной гибридизации. В результате рождаются особи с новыми сочетаниями признаков и свойств, отсутствовавшими у родителей (см. «Основы генетики и селекции») о дигибридном скрещивании, новообразованиях при скрещиваниях, перекресте хромосом).

Соотносительная изменчивость также наследственна: она выражается в том, что изменение одного органа вызывает зависимые изменения других (см. «Основы генетики и селекции», «множественное действие гена»). Например, у гороха с пурпурными цветками всегда с таким же оттенком черешки и жилки листьев. У болотных птиц длинные конечности и шея всегда сопровождаются длинными клювом и языком. Наследственную изменчивость Дарвин считал особенно важной для эволюции, так как она служит материалом для естественного и искусственного отбора.

ИСКУССТВЕННЫЙ И ЕСТЕСТВЕННЫЙ ОТБОР

Искусственный отбор. Проанализировав огромный материал по культурным формам животных и растений, Дарвин пришел к выводу, что их многообразие происходит от единичных родоначальных форм. Он доказал, что породы и сорта различаются признаками, отражающими разные интересы человека: все они — результат разнонаправленной естественной изменчивости и искусственного отбора, проводимого человеком. Например, все породы кур произошли от дикой банкивской курицы, ныне живущей в Индии. В соответствии с интересами человека селекция кур велась

в нескольких направлениях, в результате чего были созданы группы пород, имеющие разные признаки и продуктивность: яйценоские, мясные, общепользовательные, декоративные и бойцовые (67).

Дарвин различал две формы искусственного отбора.

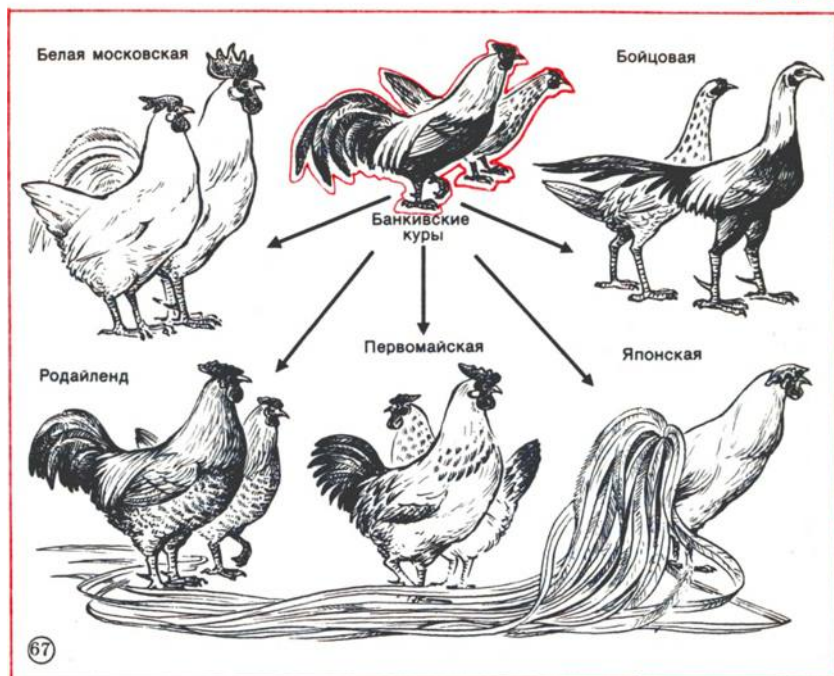
Бессознательный отбор применялся на первых этапах одомашнивания растений и животных. На протяжении тысячелетий человек вел его стихийно, отбирая, сохраняя и накапливая из поколения в поколение интересовавшие его признаки, часто не представляя конечных результатов. Так были созданы многие сорта растений и породы животных, значительно отличавшиеся от своих диких предков.

Методический отбор человек стал вести с конца XVIII в., создавая новые породы животных и сорта растений по заранее намеченному плану. Сознательно подбирая для скрещивания исходные пары, он получал разнообразный материал для отбора и из поколения в поколение отбирал особи с наиболее удачным, нужным ему сочетанием признаков.

Так Дарвин, вопреки господствовавшему в науке мнению о неизменяемости видов, доказал, что, ведя целенаправленный отбор, можно изменять виды. Учение об искусственном отборе стало теоретической основой селекции.

На его основе разработаны методы селекции растений, животных и микроорганизмов, позволяющие создавать множество ценных сортов различных сельскохозяйственных культур, пород животных и штаммов микроорганизмов. Эта работа продолжается и совершенствуется в настоящее время (см. «Селекция»). Изучение искусственного отбора привело Дарвина к мысли о наличии аналогичного процесса в природе.

Борьба за существование. Дарвин установил способность боль-



шинства видов к бурному размножению, которое, не будь ограниченный, позволило бы особям одного вида в относительно короткий срок заселить весь земной шар. Однако в природе этого не наблюдается, потому что подавляющее большинство зародышей и молодых особей погибает в борьбе за существование. Под этим термином он подразумевал сложные связи между разными организмами и условиями среды в биогеоценозах. Дарвин разделял разные формы борьбы за существование.

Внутривидовая борьба за существование отражает конкуренцию между особями одного вида. Она имеет сложный, наиболее острый характер, так как особям одного вида и в особенности одной популяции для жизни и оставления потомства требуются одинаковые условия. Поэтому между самцами популяции происходит соперничество: из-за самки, между хищниками — состязание за добычу. Чрез-

мерное увеличение численности популяции обостряет борьбу за пищу, поэтому некоторые рыбы питаются молодью своего вида, а синицы иногда затаптывают в подстилку птенцов. У многих животных в процессе эволюции выработались приспособления, помогающие им избежать конкуренции с другими особями своего вида. Например, самцы бобров, медведей метят границы своего участка. Наряду с этим в целях сохранения своего вида у многих животных в процессе эволюции выработались приспособления жить стадами (олени, обезьяны и др.), совместно заботиться о молодняке своей популяции (пчелы, пингвины, зайцы и др.).

Межвидовая борьба за существование — это состязание за выживание между особями разных видов. Она имеет сложный характер и проявляется в следующем: а) особи двух видов, живущие в одинаковых экологических



условиях, конкурируют за условия существования (в посевах культурных растений сорняки отнимают у них влагу и питательные вещества); б) особи одного вида физически уничтожают особей другого вида (хищники пожирают свою жертву); в) один вид без ущерба и пользы для себя способствует процветанию другого вида (многие животные на своей шерсти распространяют плоды и семена растений); г) два вида взаимно поддерживают друг друга (насекомые и птицы опыляют цветки, злаки и бобовые растения способствуют произрастанию друг друга в травосмесях).

Борьба с неблагоприятными условиями среды особенно наглядно проявляется в районах с избыточной влажностью, сухостью, жарой, холодом или другими неблагоприятными факторами. В процессе эволюции у организмов выработался ряд приспособлений, позволяющих выжить и оставить потомство более приспособленным к суровым условиям. Например, на обдуваемых ветром островах растения стелятся по земле.

Эти биологические закономерности человек использует в своей практической деятельности. Он устанавливает оптимальные площади питания и густоту стояния в посевах культурных растений, создает севообороты с учетом биологических особенностей и специфики возделывания разных культур, удаляет хищных рыб из водоемов при искусственном рыборазведении, вывозит ульи с пчелами на посевы насекомоопыляемых растений, использует антибиотики для борьбы с инфекционными болезнями, организует биологическую борьбу с вредителями сельскохозяйственных культур и т. д.

Естественный отбор. Сопоставив способность всех организмов к неограниченному размножению и разнонаправленной наследст-

венной изменчивости, Дарвин пришел к выводу, что выживают и оставляют потомство особи, имеющие наиболее полезные для того или иного вида свойства, т. е. происходит естественный отбор. *Естественным отбором* называют процесс избирательного воспроизведения организмов, происходящий в природе, в результате которого в популяции возрастает доля особей с полезными для вида признаками и свойствами в конкретных условиях среды. Материалом для естественного отбора служат индивидуальные наследственные изменения (мутации и комбинации), возникающие в популяциях. Они могут быть полезными, вредными и безразличными для вида. Полезным для вида будет всякое изменение, повышающее возможность выживания и оставления более многочисленного потомства.

Творческая роль естественного отбора заключается в том, что в процессе эволюции он сохраняет и накапливает из разнонаправленных мутаций наиболее соответствующие условиям среды и полезные для вида. Естественный отбор является главной движущей силой эволюции органического мира. Различают две формы естественного отбора.

Движущий отбор описал Дарвин, показав, что в изменившихся условиях среды большую возможность выжить и оставить потомство имеют особи, генотипы которых обеспечивают формирование новых, наиболее отвечающих этим условиям признаков. Движущий отбор приводит к образованию новых популяций, а затем видов. Например, в Плимутской бухте (Англия) вследствие постоянного засорения воды органическими остатками на смену прежней популяции краба возникла новая, способная существовать в таких условиях.

Стабилизирующий отбор фиксирует, закрепляет полезные при-



знаки и формы в относительно постоянных условиях среды. Мутации, отклоняющиеся от установившейся оптимальной нормы, как правило, оказываются менее жизнеспособными и уничтожаются отбором. Эту форму отбора описал видный ученый Иван Иванович Шмальгаузен (1884—1963). Реальность стабилизирующего отбора подтверждается существованием относительно стабильных в определенных условиях возделывания сортов растений и пород животных, а также длительным существованием древних форм (кистеперые рыбы, пресмыкающиеся и др.). Его действие можно наблюдать, например, в замкнутом водоеме (пруд, озеро). В нем при относительно постоянных условиях размножаются особи, признаки которых наиболее соответствуют установившемуся биологическому равновесию. Возникающие отклонения от установившейся нормы отмирают отбором.

Относительная приспособленность. Дарвин считал, что все приспособления организмов к окружающей среде возникли в результате естественного отбора, поскольку выживают и оставляют потомство особи, наиболее приспособленные к конкретной среде, но в другой среде эти приспособления оказываются несовершенными. В процессе эволюции у организмов выработалось множество разнообразных относительных приспособлений к окружающей среде.

Покровительственная окраска делает организмы менее заметными на фоне окружающей местности. Многие животные, обитающие в траве (богомолы, кузнечики и др.), окрашены в зеленый цвет, а на снежных равнинах Крайнего Севера — в белый (белые медведи, белые куропатки и др.).

Маскировка — приспособление, при котором форма тела и окраска животного сливаются

с окружающими предметами. Например, в тропических лесах многие змеи неразличимы среди лиан; лохматый морской конек похож на водоросль; насекомых, живущих на коре деревьев, издали можно принять за лишайники (жуки, пауки, бабочки).

Предостерегающая (угрожающая) окраска — яркие пятна или полосы — делает ядовитых и жалящих животных (змей, ос, шмели) очень заметными на фоне окружающих предметов.

Мимикрия — сходство в окраске, форме тела безопасных животных с ядовитыми и опасными. Отдельные виды мух, не имеющие жала, похожи на жалящих шмелей и ос, неядовитые змеи — на ядовитых. Это результат гомологичных (одинаковых) мутаций у разных видов, которые помогают выжить незащищенным животным.

У растений также известно много различных приспособлений, позволяющих произрастать во влажных или засушливых местах; обеспечивающих опыление цветков определенными видами насекомых или птиц; способствующих распространению плодов ветром, птицами и другими животными; препятствующих самоопылению (длинный пестик и короткие тычинки, разное время созревания тычинок и пестиков) и т. д.

У всех растений и животных в результате естественного отбора сформировались приспособления к жизни в определенной среде, но характер таких приспособлений различен. Например, дельфин плавает при помощи хвостового плавника, а пингвин — видоизмененных крыльев.

Большая плодовитость — это приспособление организмов, подвергающихся значительному уничтожению (тля, черви-паразиты, мелкие рыбы, сорные растения и др.), к сохранению вида. Однако все эти приспособления имеют



относительный характер и помогают организму выжить только в тех условиях, в которых они возникли. При изменении условий приспособление перестает быть полезным. Например, зеленые богомолы не видны на зеленой траве, но на побуревшей они хорошо заметны, и их уничтожают птицы. Игольчатый покров ежа защищает его от уничтожения многими хищниками, но не спасает от филина, который разрывает жертву на части и заглатывает куски вместе с иглами.

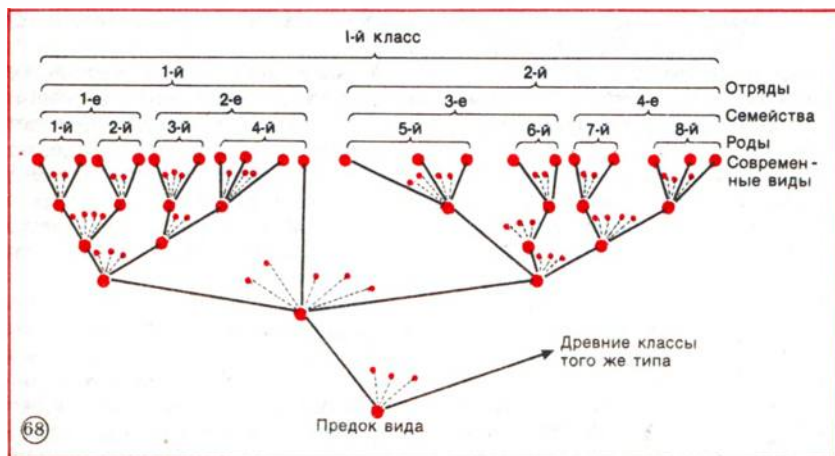
ОБРАЗОВАНИЕ НОВЫХ ВИДОВ, МИКРОЭВОЛЮЦИЯ, МАКРОЭВОЛЮЦИЯ

Образование видов — важный этап эволюции. Оно начинается в популяциях, насыщенных постоянно возникающими мутациями, которые при свободном скрещивании образуют новые генотипы и фенотипы (см. «Основы генетики и селекции»), а изменение условий существования ведет к расхождению признаков среди особей данной популяции, к *дивергенции* (68). Исходная популяция образует группу форм, имеющих различную степень отклонений признака. Отдельные орга-

низмы с измененными признаками способны осваивать новые места обитания, увеличивать свою численность. При движущем отборе наибольшие возможности выжить и оставить плодотворное потомство имеют особи с крайними, контрастными отклонениями. Промежуточные формы больше конкурируют и быстрее вымирают. Так в исходной популяции возникают новые группировки, из которых вначале образуются новые популяции, а затем, при последующей дивергенции, новые подвиды и виды. Принцип дивергенции объясняет происхождение многообразия жизненных форм. Аналогичным образом Дарвин объяснил и образование родов, семейств, отрядов и более крупных систематических групп.

Различают два способа видообразования: географическое и экологическое.

Экологическое видообразование связано с заселением новых мест обитания (экологических ниш) в пределах ареала своего вида. При этом небольшие группы одной популяции могут попадать в необычные для них экологические условия в пределах ареала своего вида. Новые условия будут способствовать выявлению и закреплению новых мутаций и изме-



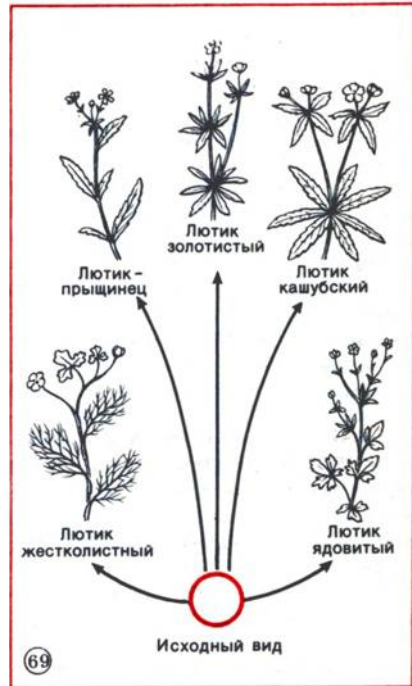


нению направления естественного отбора, что приведет к изменению генофонда, к еще большему обособлению популяций, а затем к образованию новых популяций, подвидов и видов, приспособленных к новым конкретным условиям. Примером этого могут служить пять видов лютиков, сформировавшихся в разных местообитаниях (69) (лютик жестколистный — водное растение; лютик-прищинец растет на влажных почвах; лютик золотистый — по лугам, садам, у дорог; лютик кашубский — в лесах и парках; лютик ядовитый — в очень сырых местах).

Элементарные эволюционные факторы. Эволюционный процесс, протекающий внутри вида, ведущий к его изменению, называют *микроэволюцией*. Он начинается в популяции, состоящей из особей с неодинаковыми *генотипами*. Совокупность всех генотипов популяции называют *генофондом*. При воздействии различных *элементарных — первоначальных — факторов эволюции генофонд популяции* изменяется. Такими факторами могут быть следующие:

1) возникновение новых наследственных изменений — мутаций и комбинаций, ведущих к появлению новых генотипов в популяции;

2) колебания численности популяций, называемые *популяционными волнами*. Они могут возникать в связи с сезонными изменениями (однолетние растения, насекомые), с обеспеченностью пищей (массовое размножение грызунов), со стихийными бедствиями (засухи, наводнения, пожары). Популяционные волны меняют концентрацию отдельных генов. Во время спада численности популяции некоторые гены могут исчезнуть, а при новом нарастании численности популяции количество других генов в ней повышается;



3) географическая или биологическая изоляция популяций, которая создает преграды к свободному скрещиванию, приводит к различиям в геномном составе разных популяций и к их обособлению.

Все эти изменения в генофонде носят случайный характер, они разнонаправленные. Единственным отбирающим и направляющим фактором эволюции является естественный отбор. В результате такого отбора в изменившихся условиях происходит увеличение числа особей, генотип которых больше соответствует конкретным условиям среды и сокращает число особей с генотипом, менее соответствующим этой среде. Многообразие видов есть результат дивергенции признаков и направляющей творческой роли естественного отбора.

Естественный отбор обычно приводит к постепенному усложнению и повышению организации



живых форм, относительной приспособленности их к условиям существования и многообразию видов.

Виды участвуют в эволюционных процессах при образовании более крупных систематических групп. Этот процесс называют *макроэволюцией*, или надвидовой эволюцией. В макроэволюции происходят те же процессы, что и при видообразовании, — дивергенция признаков, борьба за существование и естественный отбор.

Современная классификация растений и животных (в отличие от линеевой системы) учитывает признаки родства ныне живущих и вымерших видов. Она отражает ход эволюции, разрушает легенды о постоянстве видов и объясняет развитие жизни.

РАЗВИТИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО МИРА

ДОКАЗАТЕЛЬСТВА ЭВОЛЮЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО МИРА

Биологические науки накопили огромный материал, доказывающий единство происхождения и историческое развитие органического мира. *Цитология* — наука о клетке — установила, что все живые существа состоят из клеток, имеющих сходный химический состав, органоиды, циклы клеточных делений и передачи генетической информации. *Сравнительная анатомия* — наука о сравнительном строении живых организмов — показывает общность строения и происхождения живых организмов. Так, позвоночные имеют двустороннюю симметрию, общий план строения скелета (70), черепа, передних и задних конечностей, головного мозга и всех основных систем (нервной, пищеварительной, кровеносной и др.). Единство происхождения подтверждает строение гомоло-

гичных органов, рудиментов, атавизмов и переходных форм. *Гомологичные органы* сходны по строению и происхождению независимо от выполняемой функции (кости конечностей земноводных, пресмыкающихся, птиц и млекопитающих). *Рудименты* (от лат. «рудиментум» — остаток) — недоразвитые органы, утратившие в ходе эволюции свое значение и находящиеся в стадии исчезновения (колючки кактусов, чешуйки на корневище папоротников — рудиментарные листья; у лошади — грифельные косточки; у горных гусей — перепонки на лапах и др.). *Атавизмы* (от лат. «атавизм» — предок) — возврат к признакам предков (у человека наличие хвоста, волосатость). *Переходные формы* — занимающие промежуточное положение между крупными систематическими группами (низшие млекопитающие утконос и ехидна, подобно пресмыкающимся, откладывают яйца, имеют клоаку).

Доказательством эволюции органического мира служат *аналогичные органы*. Они различаются по строению и происхождению, но выполняют одинаковую функцию. Например, у некоторых комматных растений функцию опоры выполняют присоски плюща (видоизмененные воздушные корни) и усики циссуса (видоизмененные листья). Аналогичные органы возникают у далеких в систематическом отношении организмов в результате *конвергенции* — схождения признаков вследствие приспособленности этих организмов к сходному образу жизни. *Эмбриология* — наука, изучающая зародышевое развитие организмов, — доказывает, что процесс образования половых клеток (гаметогенез) сходен у всех многоклеточных организмов: все они начинают развитие из одной клетки — зиготы. У всех позвоночных зародыши схожи между собой на ранних стадиях развития (71). Они имеют



жаберные щели и одинаковые отделы тела (головной, туловищный, хвостовой). По мере развития у зародышей проявляются различия. Вначале они приобретают черты, характеризующие их класс, затем отряд, род и на поздних стадиях — вид. Все это говорит об общности их происхождения и последовательности расхождения у них признаков.

Связь между индивидуальным и историческим развитием организмов Ф. Мюллер (1864) и Э. Геккель (1866) выразили в *биогенетическом законе*, который гласит: каждая особь в индивидуальном развитии (онтогенезе) повторяет историческое развитие своего вида (филогенез). Позднее Алексей Николаевич Северцов (1866—1936) уточнил и дополнил положения биогенетического закона. Он доказал, что в процессе онтогенеза происходит выпадение отдельных этапов исторического развития, повторения зародышевых стадий предков, а не взрослых форм, возникновение изменений, мутаций, каких не было у предков. Полезные мутации передаются по наследству и включаются в филогенез (например, сокращение числа позвонков у бесхвостых земноводных), вред-



ные — ведут к гибели зародыша. Таким образом, онтогенез не только повторяет филогенез, но и является источником новых направлений филогенеза.

Палеонтология — наука, занимающаяся изучением ископаемых остатков вымерших организмов, по которым ученые восстанавливают внешний вид и строение организма и судят об организмах прошлого, — доказала общность строения вымерших и ныне живущих организмов.

Историю Земли палеонтологи делят на длительные промежутки — *эры*, а эры — на *периоды*.





Названия эр и периодов, их продолжительность и изображения характерных для них животных и растений приведены в геохронологической таблице (см. форзац). В ней продолжительность эр и периодов указана в соответствии с геохронологической шкалой, принятой Международным геологическим конгрессом. Таблица отражает расположение земных пластов: наиболее древние — внизу, более поздние — вверх. Продолжительность эр и периодов определяют по содержанию продуктов распада, радиоактивных элементов в пробе породы. Установлено, что за каждые 100 млн. лет из 1 кг урана независимо от внешних условий остается 985 г, а образуется 13 г свинца и 2 г гелия. Определив количество свинца и гелия в пробе той или иной породы, можно высчитать геологический возраст породы. В геохронологической таблице на форзаце наземные формы растений окрашены в зеленый цвет, наземные формы животных — в бурый, а водные формы растений и животных дополнительно выделены голубоватым тоном.

НАПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИИ

Во все эры и периоды развитие органического мира происходило в соответствии с геологическими и климатическими условиями Земли. С их изменением в процессе эволюции соответственно менялся мир животных и растений. Главным направлением органической эволюции был *биологический прогресс*, связанный с повышением организации от примитивных форм к более сложным, увеличением численности особей одного вида, расширением его ареала. Биологический прогресс иногда основывается на *морфофизиологическом регрессе* (упрощение организации). Например, у пара-

зитических червей и других форм упрощение организации привело к увеличению числа особей и расширению ареала. Наряду с прогрессом в природе происходит *биологический регресс*, связанный с уменьшением ареала, числа особей и видов. В итоге биологический регресс ведет к вымиранию видов. В настоящее время наблюдается биологический регресс плаунов, хвощей и других организмов. Человек, истребляя некоторые виды (бобр, морской котик и др.), способствует сокращению их ареала.

Вопрос о путях и направлениях органической эволюции разработал А. Н. Северцов. Он выделил три основных пути биологической эволюции.

Ароморфоз (от греч. «аро» — поднимать) — эволюционные морфофизиологические изменения, повышающие общий уровень организации и жизнедеятельности организмов, не связанные с приспособленностью к узким условиям существования. Ароморфоз всегда вел к биологическому прогрессу (возникновение полового процесса, фотосинтеза, многоклеточности и др.). Ароморфозы, как правило, возникали в связи с крупными геологическими и климатическими изменениями, приводившими к резкому изменению среды обитания. В новых условиях возникшие у организмов ароморфозы давали им возможность выжить за пределами сферы обитания их предков (выход животных и растений на сушу, теплокровность у птиц и млекопитающих и др.). Ароморфозы приводили к образованию новых крупных систематических групп — типов, классов.

Идиоадаптация (от греч. «идиом» — разный) — это мелкие эволюционные морфофизиологические изменения, обеспечивающие приспособление организмов к определенным условиям среды обитания. Они давали преимуще-



ства организмам лишь в конкретной среде обитания (скаты и камбалы перешли к донному образу жизни — у них сплюснутое тело, появилась покровительственная окраска и другие средства защиты от врагов). Идиоадаптации способствовали появлению более мелких, чем типы и классы, систематических групп — семейств, родов, видов.

Дегенерация — это эволюционные морфофизиологические изменения, ведущие к упрощению организма, к его морфофизиологическому регрессу (упрощение строения червей-паразитов, повилики и др.). У таких организмов в новой среде обитания возникали разные приспособления: присоски, крючки, высокая плодовитость.

Ароморфозы возникали сравнительно редко и всегда вели к появлению новых, более высокоорганизованных форм. Проникая в иную сферу, эти формы приобретали приспособительные изменения — идиоадаптации, которые обеспечивали полное обживание разнообразных условий обитания без повышения общего уровня организации. Иногда эволюция продолжалась путем дегенерации.

ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА

Сходство и различие человека и животных. На научную основу проблему происхождения человека впервые поставил Ч. Дарвин. В труде «Происхождение человека» (1871) он доказывал, что человек имеет животное происхождение и общего предка с ныне живущими человекообразными обезьянами. Это подтверждают общность строения скелета, конечностей, всех основных систем, внутриутробное развитие зародыша, наличие млечных желез, диафрагмы, общие болезни и около 90 рудиментов и атавизмов

(складка в углу глаз, редкие нежные волосы по всему телу, многососковость, копчиковая кость, наружный хвост и др.).

Как биологический вид человек относится к типу хордовых, подтипу позвоночных, классу млекопитающих, отряду приматов, роду *Homo*, виду *Homo sapiens* — человек разумный.

Наряду со сходством человек имеет ряд особенностей, отличающих его от животных. Прямхождение, строение черепа, большой объем головного мозга, членораздельная речь, абстрактное мышление, способность изготавливать и использовать орудия труда — все это следствие разных направлений эволюции и в особенности трудовой деятельности. Человек живет в обществе, подчиняется социальным законам. Основу его жизни составляет труд в коллективе. Он развивает науки и искусство. У него возникла вторая сигнальная система. Эти качества развились под воздействием социальных факторов. Значение их в становлении человечества (антропогенезе) раскрыл Ф. Энгельс в работе «Роль труда в процессе превращения обезьяны в человека». Он доказал, что основным направляющим фактором в эволюции человека был труд: «С появлением труда биологические закономерности развития человека сменяются социальными. Человек, воздействуя на природу в процессе труда, преобразал ее. Одновременно он менялся сам, менялось его положение в природе».

Этапы эволюции человека. Первоначальным этапом на пути превращения обезьяноподобных существ в человека было прямхождение. Оно возникло в связи с изменением климата, изреженностью лесов и переходом этих существ к наземному образу жизни. Освободившиеся от функции опоры и передвижения руки превратились в орган, использующий



орудия труда. Эти преимущества у отдельных существ закреплялись естественным отбором. В дальнейшем эти существа стали сознательно изготавливать орудия труда, и, претерпев значительные изменения, рука стала одновременно органом и продуктом труда.

Развитие трудовой деятельности способствовало сближению членов общества. В процессе совместного труда они обменивались жестами и звуками. Изменилось строение и функции гортани. На определенной ступени развития появилась членораздельная речь.

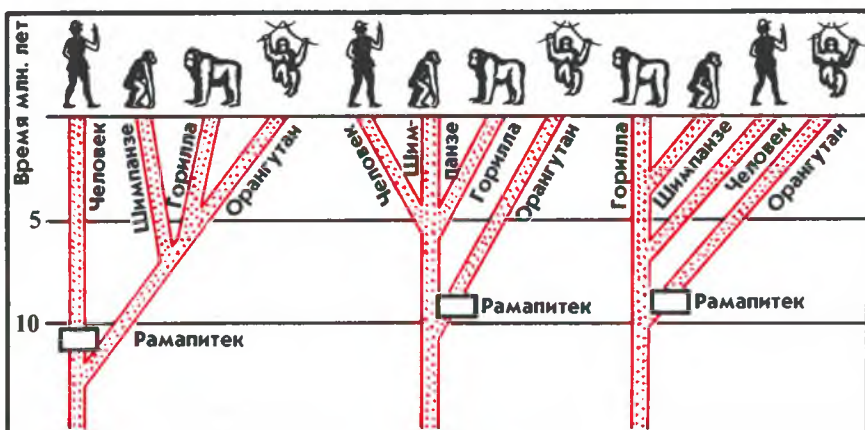
Усложнившиеся орудия труда и трудовые процессы, использование огня, мясной пищи, появление членораздельной речи содействовали дальнейшему развитию коры головного мозга и мышления.

Все эти качества позволили древним людям совершенствовать орудия труда, обживать новые, более суровые места, строить жилища, изготавливать одежду, утварь, пользоваться огнем, раз-

водить животных, выращивать растения. Труд стал более разнообразным, произошло разделение труда, люди вступили в новые социальные отношения. Возникли торговля, наука, искусство, политика, религия; племена образовывали нации и государства. Мозг человека стал способным воспринимать опыт материальной и духовной культуры предыдущих поколений, возникла «социальная программа». По мере развития человечества она расширялась и усложнялась. Особенно этот процесс шел в век научно-технической революции.

Из поколения в поколение в процессе обучения и воспитания передавался исторический опыт человечества (его «социальная программа»). Жизнь человека все меньше регулировалась естественным отбором. У человека сформировалась социальная, надбиологическая сфера.

До недавнего времени палеонтологи считали предком человека ископаемую человекообразную обезьяну — рамапитека. Они по-



КЛАССИЧЕСКАЯ
ТОЧКА ЗРЕНИЯ
(до 70-х годов XX века)

КОНЦЕПЦИЯ,
ОСНОВАННАЯ
НА РЕЗУЛЬТАТАХ
СРАВНИТЕЛЬНОГО
АНАЛИЗА БЕЛКОВ
И ХРОМОСОМ
(70-е годы)

КОНЦЕПЦИЯ,
УЧИТЫВАЮЩАЯ
РЕЗУЛЬТАТЫ
ИССЛЕДОВАНИЙ
МИТОХОНДРИАЛЬНОЙ
ДНК
(80-е годы)



лагали, что ветви, ведущие к человеку и современным человекообразным обезьянам, разошлись около 13 млн. лет назад. В 70-х годах после изучения белков и хромосом пришли к выводу, что сначала отделилась ветвь orangутана, а затем (5—7 млн. лет назад) разошлись ветви человека, шимпанзе и гориллы. В 80-х годах

сравнительное изучение метакондриальной ДНК привело к новому пересмотру филогенетических связей. Не исключено, что ветви шимпанзе и гориллы появились позднее ветви человека (12).

Таким образом, хотя человек и современные обезьяны имеют общих предков, но они — разные ветви родословного древа.

Характеристика ископаемых предков человека

Предки человека (ископаемые формы)	Где и когда жили	Прогрессивные черты во внешнем облике	Прогрессивные черты в образе жизни	Орудия труда
Исходные формы австралопитеки (от лат «аустралис» — южный и греч. «питекос» — обезьяна)	Южная и Восточная Африка, Южная Азия, 5—3 млн. лет назад	Рост 120—140 см, объем черепа 500—600 см ³	Ходили на двух ногах, жили среди скал в открытых местах, употребляли мясную пищу	В качестве орудий пользовались камнями, палками, костями животных
Человек умелый	Восточная Африка, 3 млн. лет назад	Рост 135—150 см, объем черепа 650—680 см ³	Ходили на двух ногах, жили группами, употребляли мясную пищу	Изготавливали орудия из природных объектов
Древнейшие люди — питекантропы (обезьяночеловек)	Африка, Средиземноморье, о. Ява, около 1 млн. лет назад	Рост 150 см, объем мозга 900—1000 см ³ , лоб низкий, с надбровным валиком; челюсти без подбородочного выступа	Жили первобытными стадами в пещерах, пользовались огнем	Изготавливали примитивные каменные орудия, пользовались палками
Древнейшие люди — синантропы (китайский человек)	Китай и др., 400 тыс. лет назад	Рост 150—160 см, объем мозга 850—1220 см ³ , лоб низкий, с надбровным валиком, нижняя челюсть без подбородочного выступа	Жили стадами, строили примитивные укрытия, пользовались огнем, одевались в шкуры	Изготавливали орудия из камня и костей



Предки человека (ископаемые формы)	Где и когда жили	Прогрессивные черты во внешнем облике	Прогрессивные черты в образе жизни	Орудия труда
Древние люди — неандертальцы	Европа, Африка, Средняя Азия, около 150 тыс. лет назад	Рост 155—165 см, объем мозга 1400 см ³ , извилин мало, лоб низкий, с надбровным валиком; подбородочный выступ развит слабо	Жили группами в 100 человек в пещерах, пользовались огнем для приготовления пищи, одевались в шкуры. В обращении употребляли жесты и примитивную речь. Появилось разделение труда	Изготавливали разнообразные орудия труда из камня и дерева
Первые современные люди — кроманьонцы	Повсеместно, 30—40 тыс. лет назад	Рост до 180 см, объем мозга 1600 см ³ , лоб высокий, без валика, нижняя челюсть с подбородочным выступом	Жили родовым обществом, строили жилища, украшали их рисунками. Изготавливали одежду из шкур, при общении пользовались речью, приручали животных, окультуривали растения. Перешли от биологической эволюции к социальной	Изготавливали разнообразные орудия труда из камня и дерева

Расы человека. На ранних этапах эволюции путь развития человечества был единый. Позднее древние предки современных людей небольшими группами расселялись в разных частях земного шара, где условия внешней среды были неоднородны. Так возникли основные расы: европеоидная, негроидная и монголоидная. Каждая из них имеет свои морфологические особенности, цвет кожи,

разрез глаз, форму носа, губ, волос и др. Но все это внешние, второстепенные признаки. Особенности, составляющие человеческую сущность, такие, как сознание, трудовая деятельность, речь, способность познавать и подчинять природу, едины у всех рас. Дети негров, воспитанные вместе с детьми европейцев, не уступали им по уму и одаренности. Известно, что центры цивилизации



3—2 тыс. лет до нашей эры были в Азии и Африке, а Европа в это время пребывала в состоянии варварства. Следовательно, уровень культуры зависит не от биологических особенностей рас, а от общественно-экономических условий, в которых живут народы. Утверждения реакционных ученых о превосходстве одних рас и неполноценности других беспочвенны и лженаучны. Они созданы для оправдания захватнических войн, грабежа колоний и расовой дискриминации.

КЛЕТКА. ИНДИВИДУАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ОРГАНИЗМОВ

Клеточная теория была создана в 1838 г. Т. Шванном (1810—1882) и в дальнейшем была дополнена, многократно проверена, сохранив свое значение до настоящего времени. Современная клеточная теория включает следующие положения, составляющие ее сущность: клетка — основная единица строения и развития всех живых организмов, наименьшая единица живого; клетки всех организмов сходны (гомологичны) по своему строению, химическому составу, основным проявлениям жизнедеятельности и обмену веществ. Размножение клеток происходит путем их деления. У многоклеточных организмов клетки специализированы по выполняемой ими функции и образуют ткани. Из тканей состоят органы, которые тесно связаны между собой и подчинены нервным и гуморальным системам регуляции. Клеточная теория подтвердила единство происхождения всех живых существ.

Изучением состава, строения и функций клетки занимается наука *цитология* (от греч. «ци-

тос» — клетка). Одним из основных приборов для изучения строения клетки является световой микроскоп, дающий увеличение изображения примерно в 3000 раз. Для изучения тончайших структур используют электронный микроскоп, способный увеличивать изображение объекта исследования в сотни тысяч раз. В нем вместо света использован поток электронов, которые концентрируются на исследуемом объекте и дают его изображение на экране. Для разделения структур клетки на отдельные фракции используют ультрацентрифуги, развивающие скорость до нескольких десятков тысяч оборотов в минуту. Наличие и роль химических веществ в клетке изучают с помощью современных биохимических методов.

ХИМИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ КЛЕТКИ

В составе живой клетки встречаются те же химические элементы, которые входят в состав неживой природы. Из 107 элементов периодической системы Д. И. Менделеева в клетках обнаружено 60. Их делят на три группы: 1) основные элементы — кислород, углерод, водород и азот (98% состава клетки); 2) элементы, составляющие десятые и сотые доли процента, — калий, фосфор, сера, магний, железо, хлор, кальций, натрий (в сумме 1,9%); 3) все остальные элементы, присутствующие в еще более малых количествах, — микроэлементы.

Молекулярный состав клетки сложный и разнородный. Отдельные соединения — вода и минеральные вещества — встречаются также в неживой природе; другие — органические соединения (углеводы, жиры, белки, нуклеиновые кислоты и др.) — характерны для живых организмов.



Вода составляет около 80% массы клетки; в молодых быстрорастущих клетках — до 95%, в старых около 60%.

Роль воды в клетке велика. Она является средой и растворителем, участвует в большинстве химических реакций, перемещении веществ, терморегуляции, образовании клеточных структур, определяет объем и упругость клетки. Большинство веществ поступает в организм и выводится из него в водном растворе. Биологическая роль воды определяется специфичностью строения: полярностью ее молекул и способностью образовывать водородные связи, за счет которых возникают комплексы из нескольких молекул воды. Если энергия притяжения между молекулами воды меньше, чем между молекулами воды и вещества, оно растворяется в воде. Такие вещества называют *гидрофильными* (от греч. «гидро» — вода, «филес» — люблю). Это многие минеральные соли, белки, углеводы и др. Если энергия притяжения между молекулами воды больше, чем энергия притяжения между молекулами воды и вещества, такие вещества нерастворимы (или слабо растворимы), их называют *гидрофобными* (от греч. «фобос» — страх). Это жиры, липиды и др.

Минеральные соли в водных растворах клетки диссоциируют на катионы и анионы, обеспечивая устойчивое количество необходимых химических элементов и осмотическое давление. Из катионов наиболее важны K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} . Концентрация отдельных катионов в клетке и во внеклеточной среде неодинакова. В живой клетке концентрация K^+ высокая, Na^+ — низкая, а в плазме крови, наоборот, высокая концентрация Na^+ и низкая K^+ . Это обусловлено избирательной проницаемостью мембран. Разность

в концентрации ионов в клетке и среде обеспечивает поступление воды из окружающей среды в клетку и всасывание воды корнями растений. Недостаток отдельных элементов — Fe, P, Mg, Co, Zn — блокирует образование нуклеиновых кислот, гемоглобина, белков и других важных веществ и ведет к серьезным заболеваниям. Анионы определяют постоянство pH клеточной среды (нейтральной и слабощелочной). Из анионов наиболее важны NO_3^{2-} , $H_2PO_4^-$, Cl^- , HCO_3^- .

ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА

Органические вещества в комплексе образуют около 20—30% состава клетки.

Углеводы — органические соединения, состоящие из углерода, водорода и кислорода. Их делят на простые — *моносахариды* (от греч. «монос» — один) и сложные — *полисахариды* (от греч. «поли» — много).

Моносахариды (их общая формула $C_nH_{2n}O_n$) — бесцветные вещества с приятным сладким вкусом, хорошо растворимы в воде. Они различаются числом атомов углерода. Из моносахаридов наиболее распространены гексозы (с 6 атомами C): глюкоза, фруктоза (содержащиеся во фруктах, меде, крови) и галактоза (содержащаяся в молоке). Из пентоз (с 5 атомами C) наиболее распространены рибоза и дезоксирибоза, входящие в состав нуклеиновых кислот и АТФ.

Полисахариды — это полимеры, т. е. соединения, у которых многократно повторяется один и тот же мономер. Мономерами полисахаридов являются моносахариды. Дисахариды, состоящие из двух моносахаридов, растворимы в воде, многие обладают сладким вкусом. Сахароза состоит из глюкозы и фруктозы; молочный сахар — из глюкозы и галактозы. С увеличением числа



мономеров растворимость полисахаридов падает. Из высокомолекулярных полисахаридов наиболее распространены у животных гликоген, у растений — крахмал и клетчатка (целлюлоза). Последняя состоит из нескольких сотен молекул глюкозы.

Углеводы — основной источник энергии для всех форм клеточной активности (движение, биосинтез, секреция и т. д.). Расщепляясь до простейших продуктов CO_2 и H_2O , 1 г углевода освобождает 17,6 кДж энергии. Углеводы выполняют строительную функцию у растений (оболочки их клеток состоят из целлюлозы) и играют роль запасных веществ (у растений — крахмал, у животных — гликоген).

Липиды — это нерастворимые в воде жиры и жироподобные вещества, состоящие из глицерина и высокомолекулярных жирных кислот. Животные жиры содержатся в молоке, мясе, подкожной клетчатке. При комнатной температуре это, как правило, твердые вещества. У растений жиры находятся в семенах, плодах и других органах.

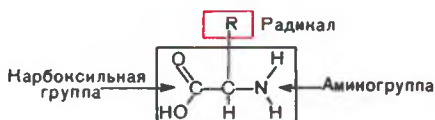
С жирами сходны жироподобные вещества. Их много в желтке яиц, клетках мозга и других тканях.

Роль липидов определяется их структурной функцией. Они входят в состав клеточных мембран, которые вследствие своей гидрофобности препятствуют смешению содержимого клетки с окружающей средой. Липиды выполняют энергетическую функцию. При расщеплении 1 г жира выде-

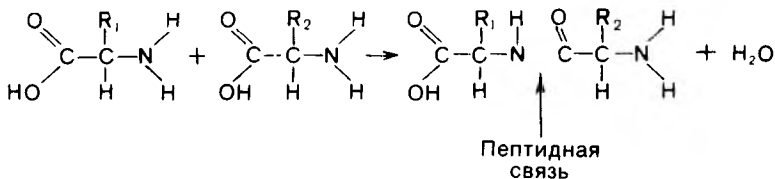
ляется 38,9 кДж энергии. Они плохо проводят тепло, накапливаясь в подкожной клетчатке (и других органах и тканях), выполняют защитную функцию и роль запасных веществ.

Белки наиболее специфичны и важны для организма. Они относятся к неперiodическим полимерам. В отличие от других полимеров, их молекулы состоят из сходных, но нетождественных мономеров — 20 разных аминокислот.

Каждая аминокислота имеет свое название, особое строение и свойства. Их общую формулу можно представить в следующем виде:



Молекула аминокислоты состоит из специфической части (радикала R) и части, одинаковой для всех аминокислот, включающей аминогруппу ($-\text{NH}_2$) с основными свойствами и карбоксильную группу ($-\text{COOH}$) с кислотными свойствами. Наличие в одной молекуле кислотной и основной групп обуславливает их высокую реактивность. Через эти группы происходят соединения аминокислот при образовании полимера — белка. При этом из аминогруппы одной аминокислоты и карбоксила другой выделяется молекула воды, а освободившиеся электроны образуют пептидную связь. Поэтому белки называют *полипептидами*.





Молекула белка представляет собой цепь из нескольких десятков или сотен аминокислот.

Молекулы белков имеют огромные размеры, поэтому их называют *макромолекулами*. Белки, как и аминокислоты, обладают высокой реактивностью и способны реагировать с кислотами и щелочами. Их различают по составу, числу и последовательности расположения аминокислот (число таких сочетаний из 20 аминокислот исключительно велико). Этим объясняется многообразие белков.

В строении молекул белков различают четыре уровня организации (73).

Первичная структура — полипептидная цепь из аминокислот, связанных в определенной последовательности ковалентными (прочными) пептидными связями.

Вторичная структура — полипептидная цепь, закрученная в виде спирали. В ней между пеп-

тидными связями соседних витков (и другими атомами) возникают малопрочные водородные связи. В комплексе они обеспечивают довольно прочную структуру.

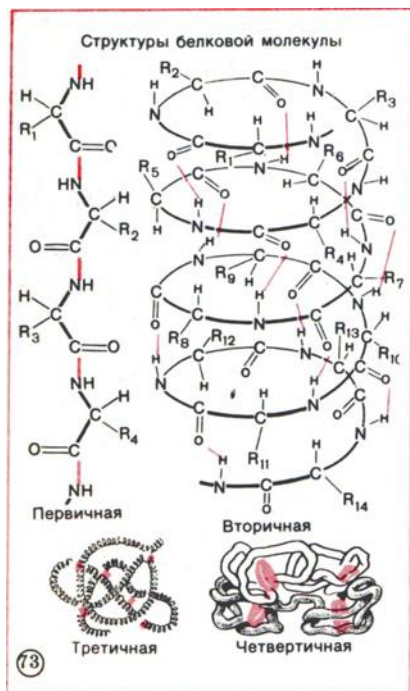
Третичная структура представляет собой причудливую, но для каждого белка специфическую конфигурацию — глобулу. Она удерживается малопрочными гидрофобными связями или силами сцепления между неполярными радикалами, которые встречаются у многих аминокислот. Благодаря их многочисленности они обеспечивают достаточную устойчивость белковой макромолекулы и ее подвижность. Третичная структура белков поддерживается также ковалентными S — S-связями, возникающими между удаленными друг от друга радикалами серосодержащей аминокислоты — цистеина.

Четвертичная структура типична не для всех белков. Она возникает при соединении нескольких макромолекул, образующих агрегаты. Например, гемоглобин крови человека представляет агрегат из четырех макромолекул белка.

Такая сложность структуры белковых молекул связана с разнообразием функций, свойственных этим биополимерам.

Нарушение природной структуры белка называют *денатурацией*. Она может возникать под воздействием высокой температуры, химических веществ, лучистой энергии и других факторов. При слабом воздействии распадается только четвертичная структура, при более сильном — третичная, а затем — вторичная, и белок остается в виде полипептидной цепи. Этот процесс частично обратим, и денатурированный белок способен восстанавливать свою первоначальную структуру.

Роль белка в жизни клетки огромна. Современная биология показала, что в своей основе сходство и различие организмов





определяется в конечном счете набором белков. Чем ближе организмы друг к другу в систематическом положении, тем более сходны их белки. Белки — это строительный материал организма. Они участвуют в построении оболочки, органоидов и мембран клетки и отдельных тканей (волос, сосудов и др.).

Многие белки выполняют в клетке роль катализаторов — ферментов, ускоряющих клеточные реакции в десятки, сотни миллионов раз. Известно около тысячи ферментов. Каждая реакция катализируется своим особым ферментом. При этом действует не вся молекула, а определенный ее участок — активный центр. Он подходит к субстрату как ключ к замку. Действуют ферменты при определенной температуре и pH среды.

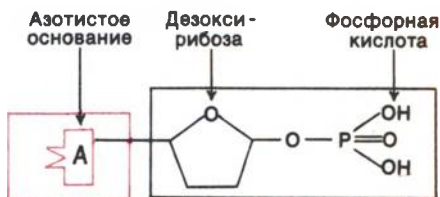
Белкам присуща двигательная функция (движение жгутиковых, инфузорий, сокращение мышц и т. д.). Белки (гемоглобин крови) выполняют транспортную функцию, доставляя кислород ко всем органам и тканям тела.

Специфические белки — антитела — выполняют защитную функцию, обезвреживая чужеродные вещества. Важно отметить энергетическую функцию белков. Распадаясь до аминокислот, а затем до еще более простых веществ, 1 г белка освобождает 17,6 кДж энергии.

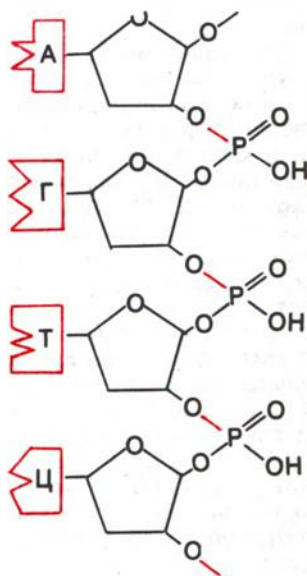
Нуклеиновые кислоты (от лат. «нуклеус» — ядро) впервые обнаружены в ядре. Они бывают двух типов — *дезоксирибонуклеиновые кислоты* (ДНК) и *рибонуклеиновые кислоты* (РНК). Биологическая роль их велика, они определяют синтез белков и передачу наследственной информации.

Молекула ДНК имеет сложное строение. Она состоит из двух спирально закрученных цепей. Ширина двойной спирали 2 нм (10^{-9} м), длина несколько десятков и даже сотен микрометров

(в сотни или тысячи раз больше самой крупной белковой молекулы). ДНК — полимер, мономерами которого являются *нуклеотиды* — соединения, состоящие из молекулы фосфорной кислоты, углевода дезоксирибозы и азотистого основания. Их общая формула имеет следующий вид:



Фосфорная кислота и углевод одинаковы и у всех нуклеотидов, а азотистые основания бывают четырех типов: аденин, гуанин, цитозин и тимин. Они и определяют название соответствующих нуклеотидов: адениловый (А), гуаниловый (Г), тимидиловый (Т) и цитидиловый (Ц). Каждая цепь ДНК представляет полинуклеотид, состоящий из нескольких десятков тысяч нуклеотидов.



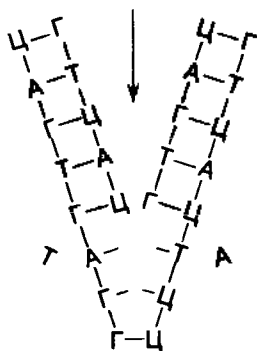


В ней соседние нуклеотиды соединены прочной ковалентной связью между фосфорной кислотой и дезоксирибозой. При огромных размерах молекул ДНК последовательность сочетаний в них четырех нуклеотидов может быть большой. Этим объясняется многообразие генов.

При образовании двойной спирали ДНК азотистые основания одной цепи располагаются в строго определенном порядке против азотистых оснований другой. При этом против А всегда оказывается Т, а против Г — только Ц. Это объясняется тем, что А и Т, а также Г и Ц строго соответствуют друг другу, как две половинки разбитого стекла, и являются дополнительными, или *комплементарными* (от греч. «комплемент» — дополнение), друг другу. Если известна последовательность расположения нуклеотидов в одной цепи ДНК, то по принципу комплементарности можно установить нуклеотиды другой цепи. Соединяются комплементарные нуклеотиды водородными связями.

Между А и Т всегда возникают две связи, между Г и Ц — три.

Удвоение молекулы ДНК — ее уникальная особенность, обеспечивающая передачу наследственной информации от материнской клетки дочерним. Процесс удвоения ДНК называют *редупликацией* ДНК. Он осуществляется следующим образом. В интерфазу незадолго перед делением клетки молекула ДНК раскручивается и ее двойная цепочка под действием фермента с одного конца расщепляется на две самостоятельные цепи. На каждой половине из свободных нуклеотидов клетки, по принципу комплементарности, выстраивается вторая цепь. В результате вместо одной молекулы ДНК возникают две совершенно одинаковые молекулы.

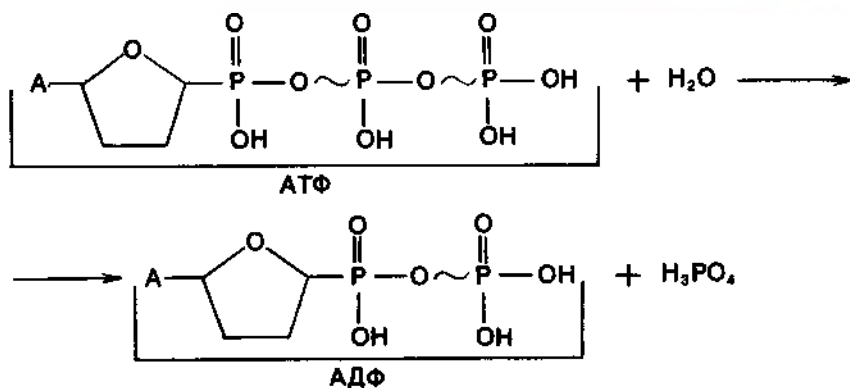


РНК — полимер, по структуре сходный с одной цепочкой ДНК, но значительно меньших размеров. Мономерами РНК являются нуклеотиды, состоящие из фосфорной кислоты, углевода (рибозы) и азотистого основания. Три азотистых основания РНК — аденин, гуанин и цитозин — соответствуют таковым ДНК, а четвертое — иное. Вместо тимина в РНК присутствует урацил. Образование полимера РНК происходит через ковалентные связи между рибозой и фосфорной кислотой соседних нуклеотидов.

Известны три вида РНК: *информационная* РНК (иРНК) передает информацию о структуре белка с молекулы ДНК; *транспортная* РНК (тРНК) транспортирует аминокислоты к месту синтеза белка; *рибосомная* РНК (рРНК) содержится в рибосомах, участвует в поддержании структуры рибосомы.

АТФ — **аденозинтрифосфорная кислота** — важное органическое соединение. По структуре это нуклеотид. В его состав входят азотистое основание аденин, углевод рибоза и три молекулы фосфорной кислоты.

АТФ — неустойчивая структура, под влиянием фермента разрывается связь между Р и О, отщепляется молекула фосфорной кислоты, и АТФ переходит в АДФ (*аденозиндифосфорную кислоту*).



Эта реакция сопровождается выделением 40 кДж энергии, поэтому фосфорнокислородную связь называют макроэргической связью и обозначают знаком \sim . В АТФ имеются две такие связи. Если отщепляются две молекулы фосфорной кислоты, то АТФ переходит в АДФ (*аденозиндифосфорную кислоту*).

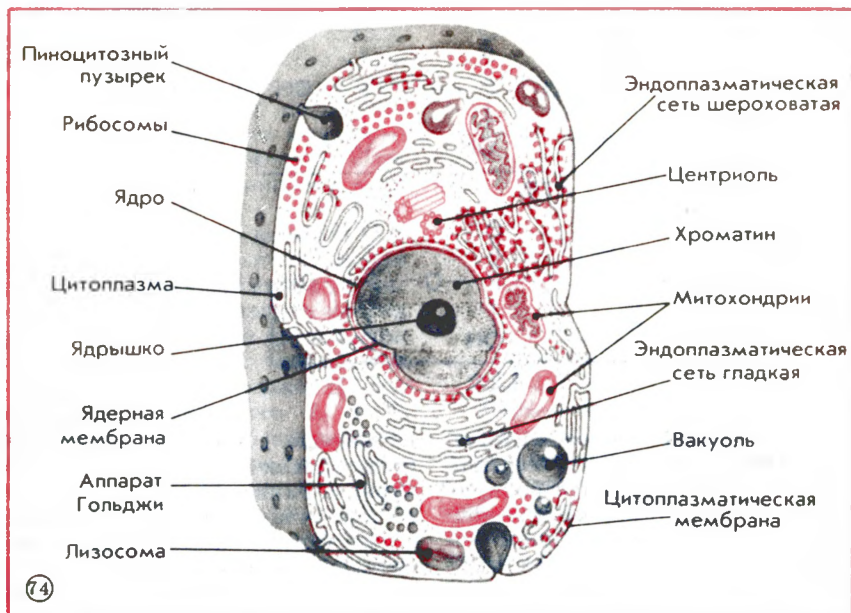
АТФ играет центральную роль в превращении энергии в клетке. Она — единый универсальный источник энергии для всех клеточных реакций.

СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ КЛЕТКИ

Клетка любого организма состоит из трех неразрывно связанных между собой частей: 1) структур, образующих ее поверхность, 2) цитоплазмы, 3) ядра, представляя целостную живую систему (74). Поверхность клетки состоит из наружного слоя и расположенной под ним плазматической мембраны. У растений наружный слой — это плотная толстая клеточная стенка, состоящая из полисахаридов (клетчатки и др.) и выполняющая роль каркаса, защитного и опорного образования. Наружный слой клеток животных — *гликокаликс* — очень тонкий (толщина его обыч-

но меньше 1 мкм). В состав его входят различные белки и полисахариды. Гликокаликс, так же как и клеточная стенка растений, осуществляет непосредственную связь клетки с внешней средой.

Плазматическая мембрана состоит из молекул белков и липидов. Молекулы липидов расположены в два ряда и образуют сплошной слой. Молекулы белков не образуют сплошного слоя и располагаются в слое липидов, погружаясь в него на разную глубину в зависимости от функционального состояния клетки. Плазматическая мембрана пронизана многочисленными каналами, через которые осуществляется обмен ионами и молекулами между клеткой и средой. Толщина мембраны 7,5—10 нм. У растений поверх нее образуется оболочка из клетчатки. Основные функции наружной мембраны — ограничивать внутреннюю среду клетки, защищать ее от повреждений, регулировать поступление ионов и молекул, выводить продукты обмена и синтезируемые вещества (секреты), соединять клетки и ткани (за счет выростов и складок). У одноклеточных организмов и лейкоцитов наружная мембрана обеспечивает проникновение в клетку крупных частиц путем фагоцитоза. Аналогичным образом происходит поглощение клет-



кой каплей жидкости — пиноцитоз.

Цитоплазма — внутренняя полужидкая среда клетки, ограниченная от внешней среды плазматической мембраной. В цитоплазме располагаются ядро, все органоиды, включения (жиры, полисахариды, белки), вакуоли, а также мельчайшие трубочки и нити, образующие скелет клетки. В цитоплазме протекают основные процессы обмена веществ, она объединяет в одно целое ядро и все органоиды, обеспечивает их взаимодействие.

Эндоплазматическая сеть (ЭПС) — это состоящая из мембран сложная система каналов и полостей, пронизывающая всю цитоплазму. ЭПС бывает двух типов — гранулированная (шероховатая) и гладкая. На мембранах гранулированной сети располагается множество мельчайших тельц — рибосом; на мембранах гладкой сети их нет. Основная функция ЭПС — участие в синтезе, накопление и транспортировка

основных органических веществ, вырабатываемых клеткой. Белок синтезируется гранулированной, а углеводы и жиры — гладкой ЭПС.

Рибосомы — мелкие тельца диаметром 15—20 нм, состоящие из двух частей. В каждой клетке рибосом сотни тысяч. Большинство рибосом располагается на мембранах гранулированной ЭПС, а часть — в цитоплазме. В их состав входят белки и РНК. Основная функция рибосом — синтез белка. Он осуществляется в функциональном центре рибосомы (в месте соприкосновения двух ее частей), размер которого равен 2 триплетам.

Митохондрии — это мелкие тельца размером 0,2—0,7 мкм. Их число в клетке варьирует и может достигать нескольких тысяч. Они часто меняют форму, размеры и местоположение в цитоплазме, перемещаясь в наиболее активную ее часть. Внешний покров митохондрии состоит из двух мембран. Наружная мембрана гладкая,



внутренняя — образует многочисленные выросты кристы, на которых располагаются дыхательные ферменты. Во внутренней полости митохондрий размещаются рибосомы, ДНК и РНК. Новые митохондрии образуются при делении старых. Основная функция митохондрий — синтез АТФ. В них синтезируется небольшое количество белков, ДНК и РНК.

Пластиды свойственны только клеткам растений. Различают три вида пластид — хлоропласты, хромопласты и лейкопласты. Они способны к взаимному переходу друг в друга. Размножаются пластиды путем деления.

Хлоропласты (75) имеют зеленый цвет, овальную форму. Размер их 4—6 мкм. С поверхности каждый хлоропласт ограничен двумя трехслойными мембранами — наружной и внутренней. Внутри хлоропласта располагаются несколько десятков особых, связанных между собой цилиндрических структур — гран, а также рибосомы, ДНК, РНК. Каждая грана состоит из нескольких десятков наложенных друг на друга плоских мешочков из мембран. На поперечном разрезе грана имеет округлую форму, диаметр ее около 1 мкм. В гранах сосредоточен весь хлорофилл, в них происходит процесс фотосинтеза. Образующиеся при этом углеводы вначале скапливаются в хлоропласте, затем поступают в цитоплазму, а из нее — в другие части растения.

Хромопласты определяют красную, оранжевую и желтую окраску цветков, плодов и осенних листьев. Они либо шарообразные, либо имеют форму многогранных кристаллов, расположенных в цитоплазме клетки.

Лейкопласты бесцветны. Они содержатся в неокрашенных частях растений (стеблях, клубнях, корнях), имеют округлую или палочковидную форму (размером 5—6 мкм). В них откладываются запасные вещества.

Клеточный центр обнаружен в клетках животных. Он состоит из двух маленьких цилиндров — центриолей (диаметром около 1 мкм), расположенных перпендикулярно друг другу. Стенки их состоят из коротких трубочек, полость заполнена полужидким веществом. Основная их роль — образование веретена деления и равномерное распределение хромосом по дочерним клеткам.

Аппарат Гольджи получил название по имени итальянского ученого, впервые открывшего его в нервных клетках. Он может иметь разную форму и состоит из ограниченных мембранами полоостей, отходящих от них трубочек и расположенных на их концах пузырьков. Основная функция — накопление и выведение органических веществ, синтезируемых в эндоплазматической сети, образование лизосом.

Лизосомы — округлые тельца диаметром около 1 мкм. С поверхности лизосома ограничена мембраной, внутри ее находится комплекс ферментов, способных расщеплять углеводы, жиры, белки и нуклеиновые кислоты. В клетке имеется несколько десятков лизосом. Новые лизосомы образуются в аппарате Гольджи. Их основная функция — переваривание пищевых частиц и удаление отмерших органоидов.

Органоиды движения — жгутики и реснички — представляют собой выросты клетки и имеют однотипное строение у животных и растений (общность их происхождения). Движение многоклеточных животных обеспечива-





ется сокращениями мышц. Основной структурной единицей мышечной клетки являются миофибриллы — тонкие нити длиной более 1 см, диаметром около 1 мкм, расположенные пучками вдоль мышечного волокна.

Клеточные включения — углеводы, жиры и белки — это постоянные компоненты клетки. Они периодически синтезируются, накапливаются в цитоплазме в качестве запасных веществ и используются в процессе жизнедеятельности организма.

Углеводы накапливаются в форме зерен крахмала (у растений) и гликогена (у животных). Их много в клетках печени, клубнях картофеля и других органах. Жиры накапливаются в виде капель в семенах растений, подкожной клетчатке, соединительной ткани животных и т. д. Белки откладываются в виде зерен в яйцеклетках животных, семенах растений и других органах.

Ядро — важная структура клетки. От цитоплазмы его отделяет ядерная оболочка, состоящая из двух мембран, между которыми располагается узкая полость, заполненная полужидким веществом. Через поры ядерной оболочки осуществляется обмен веществ между ядром и цитоплазмой. Полость ядра заполнена ядерным соком. В нем находятся ядрышко (одно или несколько), хромосомы, ДНК, РНК, белки, липиды и углеводы. Ядрышко — округлое тельце размером от 1 до 10 мкм и более, в нем синтезируется рРНК. Хромосомы видны только в делящихся клетках. В интерфазном (неделящемся) ядре они присутствуют в виде тонких длинных нитей хроматина (соединения ДНК с белком). В них заключена наследственная информация. Число и форма хромосом у каждого вида животных и растений строго определенные. Соматические клетки, из которых состоят все органы и ткани, содер-

жат диплоидный (двойной) набор хромосом ($2n$); половые клетки (гаметы) — гаплоидный (одинарный) набор хромосом (n). Диплоидный набор хромосом в ядре соматической клетки создается из парных (одинаковых) *гомологических хромосом*. Хромосомы разных пар (*негомологичные*) отличаются друг от друга различным набором генов, формой, местом расположения центромеры и вторичных перетяжек.

Прокариоты — это организмы с мелкими, примитивно устроенными клетками, не имеющими четко выраженного ядра. Таковы бактерии. Вирусы — неклеточные существа — представляют собой особую группу. Они состоят из молекулы ДНК или РНК, покрытой белковой оболочкой. Они так малы, что их можно разглядеть только в электронный микроскоп. У них отсутствуют цитоплазма, митохондрии и рибосомы, поэтому они неспособны синтезировать белок и необходимые для их жизнедеятельности вещества. Попадая в живую клетку и используя чужие органические вещества и энергию, они нормально развиваются.

Эукариоты — организмы с более крупными типичными клетками, содержащими все основные органоиды: ядро, эндоплазматическую сеть, митохондрии, рибосомы, аппарат Гольджи, лизосомы и др. К эукариотам относятся все растительные и животные организмы. Их клетки имеют сходный тип строения, что убедительно доказывает единство происхождения.

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ПРЕВРАЩЕНИЯ ЭНЕРГИИ В КЛЕТКЕ

В клетке непрерывно протекают многообразные сложные биохимические реакции, основные из



которых составляют реакции расщепления (*диссимиляции*) и реакции синтеза (*ассимиляции*).

Реакции ассимиляции и диссимиляции тесно связаны между собой и внешней средой. Из внешней среды организм получает питательные вещества. Энергия и простые вещества, образующиеся при их расщеплении, используются для синтеза необходимых органических веществ; во внешнюю среду выделяются не использованные клеткой вещества. Совокупность химических превращений, свойственных клетке (процессы диссимиляции и ассимиляции), связанных между собой и внешней средой, называют *обменом веществ и превращением энергии*. Обмен веществ и превращение энергии в клетке — основа всех проявлений ее жизнедеятельности.

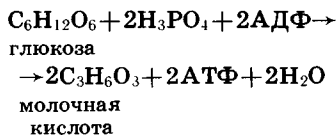
Подавляющее большинство процессов в живых организмах протекает при участии ферментов. Каждый из них специфичен для одной конкретной реакции. Источником энергии для всех реакций является АТФ.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН

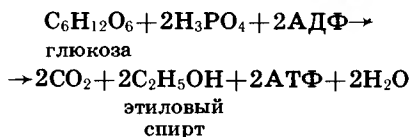
Энергетический обмен — это совокупность реакций, сопровождающихся освобождением энергии, используемой клеткой для своего энергообеспечения. Он осуществляется в три этапа.

На *подготовительном этапе* крупные молекулы органических веществ под воздействием соответствующих ферментов расщепляются на более простые: углеводы — на моносахариды; жиры — на глицерин и жирные кислоты; белки — на аминокислоты; нуклеиновые кислоты — на нуклеотиды. Этот распад сопровождается незначительным освобождением энергии, которая в основном рассеивается в виде тепла.

На *бескислородном (анаэробном) этапе* (неполное расщепление) вещества, образовавшиеся на первом этапе, подвергаются дальнейшему многоступенчатому ферментативному распаду на внутриклеточных мембранах. Например, *гликолиз* представляет собой ряд из 13 ферментативных реакций, происходящих в животных клетках, в результате которых молекула глюкозы в присутствии H_3PO_4 и АДФ расщепляется до молочной кислоты, АТФ и H_2O :

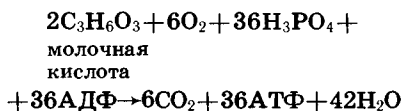


Распад глюкозы при спиртовом брожении представляет сложный ряд ферментативных реакций, суммарное уравнение которого выглядит так:



Реакция гликолиза и спиртового брожения сопровождается освобождением 200 кДж энергии. На образование 2 макроэргических связей при превращении АДФ в АТФ затрачивается 80 кДж, или 40% освобождающейся энергии. Она сберегается клеткой в виде АТФ, а 120 кДж, или 60% энергии, в основном рассеивается.

На *кислородном (аэробном) этапе* (полное расщепление) на мембранах митохондрий продукты, образовавшиеся на бескислородном этапе, в процессе ряда ферментативных реакций с участием H_3PO_4 окисляются до CO_2 и H_2O . Общая формула кислородного расщепления:

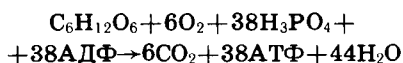




На этом этапе на ряде промежуточных звеньев суммарно освобождается 2600 кДж энергии.

На образование 36 макроэнергических связей при превращении АДФ в АТФ затрачивается 1440 кДж, или 54% освобождающейся энергии, которая переходит в потенциальную энергию АТФ. Следовательно, при кислородном расщеплении образуется в 18 раз больше энергии, чем при бескислородном, а клеткой в форме АТФ ее сберегается в 18 раз больше.

Суммарное уравнение полного расщепления глюкозы на двух этапах можно записать так:



Образовавшаяся при этом АТФ по каналам эндоплазматической сети направляется в другие участки клетки, где возникает в ней потребность. Таким образом, из образовавшейся энергии при расщеплении глюкозы для клетки суммарно сохраняется $80 \text{ кДж} + 1440 \text{ кДж} = 1520 \text{ кДж}$, или 55% энергии, которая переходит в потенциальную энергию и в дальнейшем используется клеткой. Поэтому реакции расщепления называют энергетическим обменом.

СИНТЕЗ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Реакции синтеза органических веществ идут в клетке одновременно с процессами расщепления. Сложные органические соединения (белки, жиры, углеводы, нуклеиновые кислоты) синтезируются из простых веществ, образовавшихся в результате процессов диссимиляции. Синтезируемые органические вещества используются для построения различных органоидов клетки, ферментов, секретов и запасных веществ, взаимно израсходованных. Все эти процессы идут с поглощением

энергии. Синтез веществ, идущий в клетке, называют *биосинтезом* или *пластическим обменом*.

По способу получения органических соединений все клетки делятся на автотрофные и гетеротрофные.

Фотосинтез (см. рис. 6) — это уникальный процесс образования органических соединений из неорганических веществ, для осуществления которого используется энергия света.

Большой вклад в изучение процесса фотосинтеза и определение роли в нем хлорофилла растений внес выдающийся русский ученый Климент Аркадьевич Тимирязев (1843—1920). *Фотосинтез* — это сложный многоступенчатый процесс. В нем различают световую и темновую фазы.

Световая фаза начинается с освещения хлоропласта видимым светом. Под действием квантов света некоторые из подвижных электронов молекул хлорофилла переходят на более высокий энергетический уровень и приходят в возбужденное состояние. Часть таких «возбужденных» электронов возвращается на прежний уровень, а выделяющаяся при этом энергия рассеивается в виде тепла. Другая их часть при участии переносчиков присоединяется к ионам водорода, постоянно образующимся в клетках при диссоциации молекул воды ($\text{H}_2\text{O} = \text{H}^+ + \text{OH}^-$). Ионы водорода, присоединив электрон, превращаются в атомы водорода ($\text{H}^+ + \bar{e} = \text{H}$). Они захватываются молекулами веществ-переносчиков и участвуют в синтезе углеводов.

Ионы OH^- , оставшиеся без протонов ионов водорода, отдают свои электроны другим ионам и превращаются в радикалы $\text{OH}(\text{OH}^- = \bar{e} + \text{OH})$. Взаимодействуя между собой, они образуют воду и молекулярный кислород ($4\text{OH} = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$), который выделяется в атмосферу.

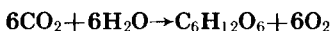


Кроме того, в световую фазу некоторые из «возбужденных» электронов хлорофилла и электронов, отделившихся от ионов OH^- , участвуют в образовании макроэргической фосфатной связи при синтезе АТФ из АДФ и неорганического фосфата (Ф) ($\text{АДФ} + \text{Ф} \rightarrow \text{АТФ}$).

Таким образом, в световую фазу фотосинтеза за счет энергии света осуществляются три существенных процесса: 1) синтез АТФ, необходимой для обеспечения энергией всех жизненных функций растения; 2) образование молекулярного кислорода, который выделяется в атмосферу; 3) образование атомарного водорода, участвующего в образовании углеводов в следующую фазу фотосинтеза.

Темновая фаза фотосинтеза состоит из ряда последовательных ферментативных реакций, в результате которых из CO_2 и H_2O образуется глюкоза, служащая исходным материалом для биосинтеза других органических веществ растения. Этот процесс идет с использованием энергии АТФ при участии атомов водорода, образовавшихся в световую фазу.

Суммарное уравнение фотосинтеза следующее:



Мембранная структура хлоропласта осуществляет при этом разграничение реакционноспособных веществ.

Продуктивность фотосинтеза — 1 г органического вещества на 1 м² листьев в 1 ч. Ежегодно в результате фотосинтеза образуется около 400 млрд. т органического вещества. Годовая потребность одного человека в кислороде обеспечивается функционированием 10—12 деревьев среднего возраста в течение вегетации.

Продуктивность фотосинтеза возрастает с повышением до определенного уровня содержания CO_2 и температуры, а также за счет

улучшения освещения и влажности окружающего воздуха. Эти закономерности широко используют при выращивании растений как в защищенном, так и в открытом грунте для получения более высоких урожаев всех сельскохозяйственных культур.

Хемосинтез был открыт в 1888 г. русским биологом С. Н. Виноградским, доказавшим способность некоторых бактерий ассимилировать угольную кислоту, используя химическую энергию. Существует несколько групп хемосинтезирующих бактерий, из которых наибольшее значение имеют нитрифицирующие, серобактерии и железобактерии. Например, нитрифицирующие бактерии получают энергию для синтеза органических веществ, окисляя аммиак до азотистой, а затем до азотной кислоты, серобактерии — окисляя сероводород до сульфатов, а железобактерии — превращая соли двухвалентного железа в соли трехвалентного железа. Освобождаемая энергия аккумулируется в клетках хемосинтезирующих бактерий в форме АТФ. Процесс хемосинтеза, при котором из CO_2 образуется органическое вещество, протекает аналогично темновой фазе фотосинтеза.

Благодаря жизнедеятельности бактерий-хемосинтетиков в природе накапливаются большие залежи селитры и болотной руды.

Биосинтез белков идет в каждой живой клетке. Наиболее активен он в молодых растущих клетках, где синтезируются белки, идущие на построение их органоидов, а также в секреторных клетках, где синтезируются белки-ферменты и белки-гормоны.

Основная роль в определении структуры белков принадлежит ДНК. Отрезок ДНК, содержащий информацию о структуре одного белка, называют *геном*. Одна молекула ДНК содержит несколько сотен генов. В молекуле ДНК

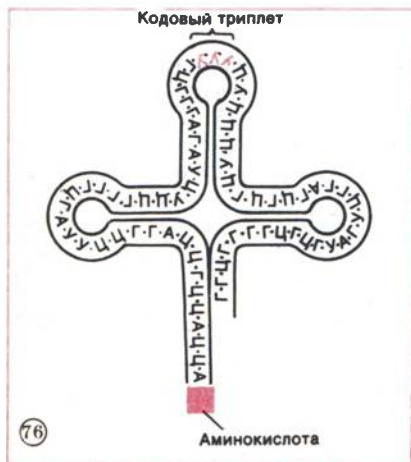


записан код о последовательности аминокислот в белке в виде определенно сочетающихся нуклеотидов. Сущность кода ДНК состоит в том, что каждой аминокислоте соответствует участок цепи ДНК из трех рядом стоящих нуклеотидов — триплет. Например, А — Ц — А соответствует аминокислоте цистеину, А — А — Ц — лейцину, Т — Т — Т — лизину и т. д. Разных аминокислот 20, число возможных сочетаний из 4 нуклеотидов по 3 равно 64. Следовательно, триплетов с избытком хватит для кодирования всех аминокислот.

Биосинтез белка — сложный многоступенчатый процесс, представляющий цепь синтетических реакций, протекающих по принципу матричного синтеза.

Суть реакций матричного синтеза состоит в том, что новые молекулы белка синтезируются в точном соответствии с планом, заложенным в структуре существующих молекул ДНК. В этих реакциях обеспечивается точная специфическая последовательность мономеров в синтезируемых полимерах.

В биосинтезе белка определяют следующие этапы, идущие в разных частях клетки.



Синтез иРНК (происходит в ядре). Информация, содержащаяся в гене ДНК, переписывается на иРНК. Этот процесс называют *транскрипцией* (от лат. «транскрипсис» — переписывание). При этом против каждого нуклеотида одной из цепей ДНК встает комплементарный ему нуклеотид иРНК. Молекулы иРНК индивидуальны, каждая из них несет информацию одного гена.



Молекула ДНК

Молекула и-РНК

Соединение аминокислот с молекулами тРНК (происходит в цитоплазме). Молекулы тРНК состоят из 70—80 нуклеотидов. В цепочке тРНК имеется ряд нуклеотидных звеньев, комплементарных друг другу. При сближении они слипаются, образуя структуру, напоминающую лист клевера. К «черешку» листа присоединяется определенная аминокислота, а на «верхушке» листа расположен кодовый триплет нуклеотидов, соответствующий определенной аминокислоте. Для каждой из 20 аминокислот существует своя тРНК (76).

«Сборка белка» (происходит в рибосомах). К рибосомам направляются из ядра иРНК. При этом на одной молекуле иРНК одновременно располагается несколько рибосом.

Из цитоплазмы тРНК с «наведенными» на них аминокислотами подходят к рибосомам и своим кодовым концом дотрагиваются до триплета нуклеотидов иРНК,



проходящего в данный момент через функциональный центр рибосомы. В это время противоположный конец тРНК с аминокислотой попадает в место «сборки» белка, и если кодовый триплет тРНК окажется комплементарным триплету иРНК, находящемуся в данный момент в функциональном центре рибосомы, аминокислота отделяется от тРНК и попадает в состав белка, а рибосома делает «шаг» на один триплет по иРНК вправо (триплеты иРНК, соответствующие каждой из 20 аминокислот, указаны в таблице на с. 160). Отдав аминокислоту, тРНК покидает рибосому, ей на смену приходит другая, с иной аминокислотой, составляющей следующее звено в строящейся белковой молекуле (77). Так звено за звеном собирается полипептидная цепь белка, а информация о структуре белка, записанная в иРНК в виде последовательности нуклеотидов, воспро-

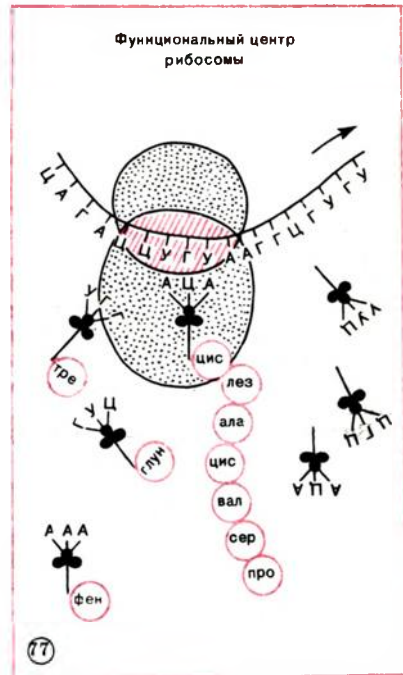


Таблица генетического кода

Аминокислота	Кодирующие триплеты — кодоны							
Аланин	ГЦУ	ГЦЦ	ГЦА	ГЦГ	АГА	АГГ		
Аргинин	ЦГУ	ЦГЦ	ЦГА	ЦГГ				
Аспарагин	ААУ	ААЦ	ГUA	ГУГ				
Аспарагиновая кислота	ГАУ	ГАЦ						
Валин	ГУУ	ГУЦ	ГUA	ГУГ	УUA	УУГ		
Гистидин	ЦАУ	ЦАЦ	ЦUA	ЦУГ				
Глицин	ГУГ	ГГЦ					ГГА	ГГГ
Глутамин	АУУ	АУЦ					ЦAA	ЦАГ
Глутаминовая кислота							ГAA	ГАГ
Изолейцин			АУA	ААГ				
Лейцин			ЦУУ				ЦУЦ	ЦУA
Лизин	ЦЦУ	ЦЦЦ	AAA		ААГ			
Метионин			АУГ					
Пролин			ЦЦA		ЦЦГ	АГУ	АГЦ	
Серин			УЦУ	УЦЦ	УЦA			УЦГ
Тирозин	УAU	УАЦ	АЦA	АЦГ				
Треонин	АЦУ	АЦЦ			УГГ			
Триптофан	УУУ	УУЦ			УГУ			
Фенилаланин			УГУ	УГЦ				
Цистеин								
Знаки препинания			УГА УАГ УAA					



изводится на полипептидной цепи белка в виде последовательности аминокислот. Этот процесс называют *трансляцией* (от лат. «трансляция» — перенос). Так как в ряде случаев иРНК является копией нескольких генов, но они должны быть отделены друг от друга. Поэтому в генетическом коде существуют три специальных триплета, каждый из которых обозначает прекращение синтеза одной белковой цепи. Таким образом эти триплеты выполняют функцию знаков препинания. Они находятся в конце каждого гена. Когда синтез молекулы белка закончен, рибосома сходит с иРНК. Образовавшийся белок поступает в эндоплазматическую сеть и по ее каналам в другие части клетки, а рибосома поступает на другую иРНК и участвует в синтезе другого белка. Все реакции белкового синтеза катализируются специальными ферментами, а энергию доставляет АТФ.

АТФ является единственным и универсальным источником энергии для всех клеточных реакций.

РАЗМНОЖЕНИЕ И ИНДИВИДУАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ОРГАНИЗМОВ

ДЕЛЕНИЕ КЛЕТОК. МИТОЗ

Деление клеток — биологический процесс, лежащий в основе размножения и индивидуального развития всех живых организмов. *Митоз* (от греч. «митос» — нить), или непрямоe деление, наиболее широко распространен в природе. Митоз состоит из четырех последовательных фаз (78). Благодаря митозу обеспечивается равномерное распределение генетической информации родительской клетки между дочерними клетками.

Период жизни клетки между двумя митозами называют *интерфазой*. Она в десятки раз продол-

жительнее митоза. В ней совершается ряд очень важных процессов, предшествующих делению клетки: синтезируются молекулы АТФ и белков, удваивается каждая хромосома, образуя две сестринские хроматиды, скрепленные общей центромерой, увеличивается число основных органоидов цитоплазмы.

В *профазе* спирализируются и вследствие этого утолщаются хромосомы, состоящие из двух сестринских хроматид, удерживаемых вместе центромерой. К концу профазы ядерная мембрана и ядрышки исчезают и хромосомы рассредоточиваются по всей клетке. В цитоплазме к концу профазы центриоли отходят к полюсам и образуют веретено деления.

В *метафазе* происходит дальнейшая спирализация хромосом. В эту фазу они наиболее хорошо видны. Их центромеры располагаются по экватору. К ним прикрепляются нити веретена деления.

В *анафазе* центромеры делятся, сестринские хроматиды отделяются друг от друга и за счет сокращения нитей веретена отходят к противоположным полюсам клетки.

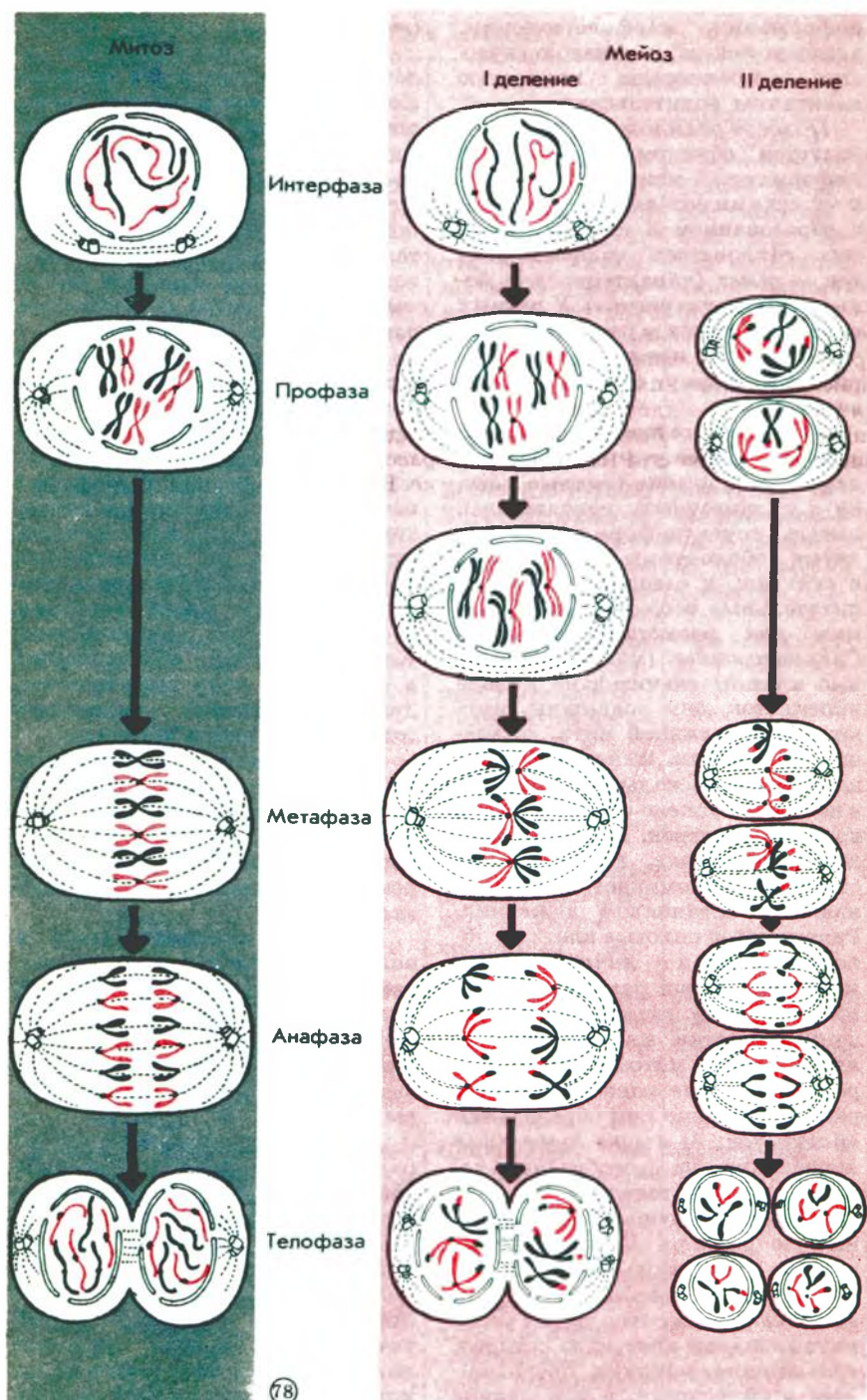
В *телофазе* цитоплазма делится, хромосомы раскручиваются, вновь образуются ядрышки и ядерные мембраны. В животных клетках цитоплазма перешнуровывается, в растительных — в центре материнской клетки образуется перегородка.

Так из одной исходной клетки (материнской) образуются две новые — дочерние.

РАЗМНОЖЕНИЕ. РАЗВИТИЕ ГАМЕТ

Размножение. В природе встречаются два типа размножения организмов — бесполое и половое.

Бесполое размножение характеризуется тем, что дочерние клетки по содержанию наследственной





информации, морфологическим, анатомическим и физиологическим особенностям полностью идентичны родительским.

Половое размножение характеризуется обменом генетической информации между женскими и мужскими особями. Оно связано с образованием и слиянием особых гаплоидных половых клеток — *гамет* (характерно для большинства эукариотов). У разных видов животных и растений половые клетки имеют различные размеры, форму, строение и развитие.

Развитие половых клеток и оплодотворение у животных. *Яйцеклетки* (женские половые клетки) у животных неподвижны, имеют округлую форму, покрыты двумя оболочками — *желточной* и *белковой* и содержат запасные питательные вещества, необходимые для развития зародыша. *Сперматозоиды* (мужские половые клетки) значительно мельче яйцеклеток, они подвижны, имеют форму длинной нити, состоящей из головки, шейки и хвостика. Головка несколько расширена, в ней расположено ядро, передний конец ее заострен. В шейке находится центриоль, а хвостик по строению напоминает жгутик и является органоидом движения. Развиваются половые клетки в половых железах — *яичниках* и *семенниках*. В них различают 3 зоны: 1) *в зоне размножения* первичные клетки многократно делятся путем митоза; 2) *в зоне роста* исходные клетки усиленно растут, особенно при образовании яйцеклеток; 3) *в зоне созревания* происходит два своеобразных деления, в результате которых в семенниках образуются четыре равные по размеру *гаплоидные* (n) клетки, каждая из которых превращается в сперматозоид, а в яичниках образуются также четыре гаплоидные клетки, из которых только одна, крупная, превращается в яйцеклетку, а три мелкие

(направительные тельца) гибнут.

Мейоз (у животных) — это деление в зоне созревания половых клеток, сопровождающееся уменьшением числа хромосом вдвое. Он состоит из двух последовательно идущих делений, имеющих те же фазы, что и митоз. Однако, как показано в таблице, продолжительность отдельных фаз и происходящие в них процессы значительно отличаются от процессов, происходящих при митозе.

Эти отличия в основном состоят в следующем. В мейозе профазы I более продолжительна. В ней происходит конъюгация гомологичных хромосом и обмен генетической информацией. В анафазе I центромеры, скрепляющие хроматиды, не делятся, а к полюсам отходит одна из гомологичных хромосом. Интерфаза перед вторым делением очень короткая, в ней ДНК не синтезируется. Клетки (гаметы), образующиеся в результате двух мейотических делений, содержат гаплоидный (одинарный) набор хромосом.

Оплодотворение представляет собой процесс слияния яйцеклетки и сперматозоида, при котором восстанавливается диплоидный набор хромосом. Оплодотворенную яйцеклетку называют *зиготой*.

Развитие половых клеток и оплодотворение у цветковых растений. Семенные растения, в отличие от мхов, папоротников, хвощей и плаунов, размножаются семенами. У них также образуются в результате мейоза споры — гаметы. В развитии голо- и покрытосеменных растений наряду со значительным сходством обнаруживаются и существенные различия. Разберем развитие половых клеток и оплодотворение на примере высших цветковых растений. Они обладают типичными цветками, где происходит развитие половых клеток. *Мужские половые клетки* созревают в пыльнике. В нем содержится множе-



Сравнение митоза и мейоза (см. 78)

Фаза	Митоз	Мейоз	
		I деление	II деление
Интерфаза	Набор хромосом $2n$. Идет интенсивный синтез белков, АТФ и других органических веществ. Удваиваются хромосомы, каждая оказывается состоящей из двух сестринских хроматид, скрепленных общей центромерой	Набор хромосом $2n$. Наблюдаются те же процессы, что и в митозе, но более продолжительна, особенно при образовании яйцеклеток	Набор хромосом гаплоидный (n). Синтез органических веществ отсутствует
Профаза	Непродолжительна, происходит спирализация хромосом, исчезают ядерная оболочка, ядрышко, образуется веретено деления	Более длительна. В начале фазы те же процессы, что и в митозе. Кроме того, происходит <i>конъюгация хромосом</i> , при которой гомологичные хромосомы сближаются по всей длине и скручиваются. При этом может происходить обмен генетической информацией (<i>перекрест хромосом</i>). Затем хромосомы расходятся	Короткая, те же процессы, что и в митозе, но при n хромосом
Метафаза	Происходит дальнейшая спирализация хромосом, их центромеры располагаются по экватору	Происходят процессы, аналогичные тем, что и в митозе	Происходит то же, что и в митозе, но при n хромосом
Анафаза	Центромеры, скрепляющие сестринские хроматиды, делятся; каждая из них становится новой хромосомой и отходит к противоположным полюсам	Центромеры не делятся. К противоположным полюсам отходит одна из гомологичных хромосом, состоящая из двух хроматид, скрепленных общей центромерой	Происходит то же, что и в митозе, но при n хромосом



Фаза	Митоз	Мейоз	
		I деление	II деление
Телофаза	Делится цитоплазма, образуются 2 дочерние клетки, каждая с диплоидным набором хромосом. Исчезает веретено деления, формируются ядрышки	Длится недолго. Гомологичные хромосомы попадают в разные клетки с гаплоидным набором. Цитоплазма делится не всегда	Делится цитоплазма. После двух мейотических делений образуют 4 клетки с гаплоидным набором хромосом

ство диплоидных клеток, каждая из которых делится путем мейоза и образует 4 гаплоидных пыльцевых зерна. Каждое пыльцевое зерно делится митозом и образует 2 клетки — *вегетативную* и *генеративную*. Генеративная клетка еще раз делится путем митоза и образует 2 спермия. Таким образом, созревшее пыльцевое зерно содержит 3 клетки — 1 вегетативную и 2 спермия.

Женские половые клетки развиваются в семяпочке. Одна из ее клеток делится путем мейоза и образует 4 гаплоидные клетки. Из них одна еще трижды делится путем митоза и образует 8 гаплоидных ядер *зародышевого мешка*, в котором 4 ядра располагаются на одном конце, а 4 — на другом. Затем от каждого конца в центр зародышевого мешка мигрирует по одному ядру; сливаясь, они образуют *диплоидное ядро зародышевого мешка*. Одна из 3 гаплоидных клеток, расположенных у *пыльцевхода*, является яйцеклеткой.

При оплодотворении пыльцевое зерно, попав на рыльце пестика, прорастает за счет своей вегетативной клетки, образуя *пыльцевую трубку*. В ней находятся 2 спермия. Проникая в зародышевый мешок через *пыльцевход*, один спермий оплодотворяет яйцеклетку, а второй — диплоидное

ядро зародышевого мешка. Этот процесс получил название *двойного оплодотворения*. Его открыл русский ботаник Сергей Гаврилович Навашин в 1898 г. В дальнейшем из оплодотворенной яйцеклетки развивается зародыш, а из триплоидного ядра — питательная ткань — *эндосперм*.

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ЖИВОТНЫХ

Индивидуальное развитие — онтогенез — у животных делится на два периода — эмбриональный и постэмбриональный.

Эмбриональный период состоит из нескольких этапов, имеющих свои названия (79).

1. *Дробление*. Его характер зависит от запаса питательных веществ в яйцеклетке. Оплодотворенная яйцеклетка (зигота) делится на 2, 4, 8 и т. д. клеток, называемых *бластомерами*. Интерфазы деления короткие, и бластомеры не растут. Завершается дробление образованием полой шарообразной *бластулы*. В ней по периферии в один слой располагаются клетки, а внутри находится полость.

2. *Образование зародышевых листков* у разных животных протекает не одинаково. Например, у ланцетника один из участков

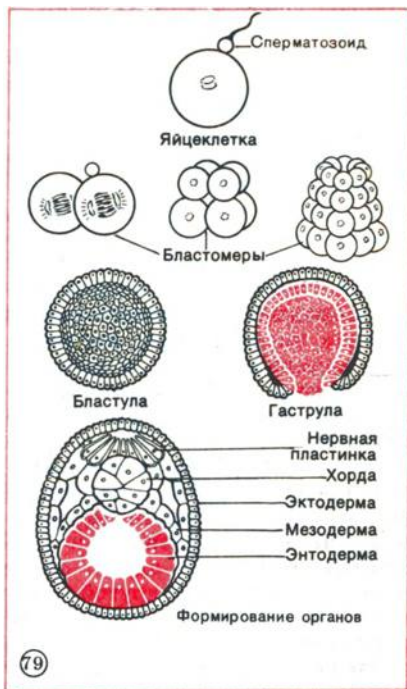


бластулы прогибается внутрь и соприкасается с противоположной стороной, образуя двухслойную структуру — *гаструлу*. Наружный слой гастры называют *эктодермой*, внутренний — *энтодермой*. В дальнейшем между ними возникает третий слой — *мезодерма*. Эти три слоя называют *зародышевыми листками*.

3. **Формирование органов.** Из эктодермы формируются кожа, хорда, нервная трубка, из которой позднее образуются спинной и головной мозг и органы чувств; из энтодермы — пищеварительный канал, печень, легкие; из мезодермы — скелет, мышцы, кровеносная и выделительная системы.

ДНК всех клеток зародыша, развившихся из одной зиготы, несет одинаковую генетическую информацию о его развитии. Дифференциация клеток, образование органов и тканей происходят за счет функционирования на разных клетках и тканях неодинаковых генов. Стимулируют деятельность генов специфические для каждого из них вещества — *индукторы*. В начале развития зародыша эти вещества выделяются разнородными участками цитоплазмы яйцеклетки, а при образовании органов и тканей индукторы выделяются определенными частями зародыша. Например, опытным путем доказано, что развитие нервной трубки совершается под воздействием мезодермы. Аналогичное влияние установлено на развитие других органов.

Постэмбриональное развитие бывает двух типов: *прямое*, при котором родившиеся потомки во всем сходны со взрослыми организмами (у птиц, млекопитающих, человека и др.); *непрямое*, при котором новый организм появляется на свет в виде личинки, претерпевающей в своем развитии ряд превращений — метаморфозов (у амфибий, насекомых и др.). Непрямое развитие



(с метаморфозом) имеет определенное биологическое значение. Личинки и взрослые организмы приспособлены к жизни в разных условиях среды, таким путем они избегают конкуренции за пищу и места обитания, что способствует сохранению и процветанию вида.

ОСНОВЫ ГЕНЕТИКИ И СЕЛЕКЦИИ

ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ

ЗАКОНЫ МЕНДЕЛЯ

Генетика — наука, изучающая закономерности двух основных свойств живых организмов — наследственности и изменчивости (см. «Дарвинизм»). Она служит



научной основой для разработки теории и методов селекции — науки о создании новых и об улучшении уже существующих сортов растений, пород животных, штаммов микроорганизмов.

Основоположником генетики является чешский ученый Грегор Мендель (1822—1884), проводивший в г. Брно опыты по скрещиванию различных форм гороха. Наблюдая за полученными гибридами, он установил ряд законов наследования, положивших начало генетике, и разработал метод гибридологического анализа, ставший основным ее методом.

Метод гибридологического анализа предусматривает: скрещивание особей с контрастными (альтернативными) признаками (например, цветки у одной особи гороха красные, у другой — белые и т. д.); анализ проявления у гибридов только исследуемых признаков, без учета остальных; выращивание и анализ потомства каждой особи отдельно от других; ведение количественного учета гибридов, различающихся по исследуемому признаку.

При гибридологическом анализе пользуются следующими общепринятыми символами. Родительские организмы, взятые для скрещивания, обозначают буквой *P* (от лат. «парента» — родители); женский пол — знаком ♀ («зеркало Венеры»), при записи схемы скрещивания его ставят первым; мужской — знаком ♂ («щит и копье Марса»), его пишут вторым; скрещивание обозначают знаком умножения «×»; гибридное потомство обозначают латинской буквой *F* (от лат. «филие» — дети) с цифрой, соответствующей порядковому номеру поколения: F_1 , F_2 и т. д.

В опытах Мендель использовал различные типы скрещиваний.

Моногибридное скрещивание. Оно наиболее простое, так как

родители отличаются друг от друга по одному признаку (например, по окраске цветков гороха — красной и белой) (80).

При анализе гибридов F_1 Мендель установил, что все особи имеют одинаковую окраску цветков. При этом проявляется только признак одного родителя (красные цветки), признак другого (белые цветки) отсутствует. Признак, проявляющийся в F_1 , он назвал **доминантным** (преобладающим), признак отсутствовавший — **рецессивным** (отступающим).

Эта закономерность получила название правила **доминирования** или (**единообразия**) **гибридов первого поколения**, или **первого закона Менделя**.

Проводя самоопыление гибридов F_1 , Мендель установил, что в F_2 проявляются особи как с доминантным признаком (красные цветки), так и с рецессивным (белые цветки), в отношении 3:1.

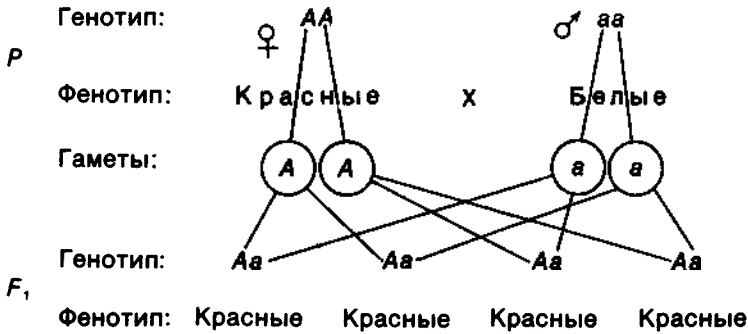
Это явление получило название **закона расщепления гибридов второго поколения**, или **второго закона Менделя**.

Для объяснения наблюдаемых закономерностей Мендель выдвинул **гипотезу чистоты гамет**, предположив следующее.

Любой признак формируется под влиянием материального фактора (позднее названного геном). Фактор, определяющий доминантный признак, он обозначил заглавной буквой *A*, а рецессивный — *a*. Каждая особь содержит два фактора, определяющих развитие признака, из которых один она получает от матери, другой — от отца.

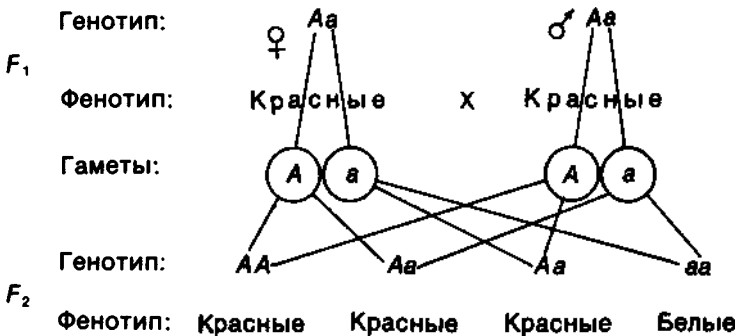
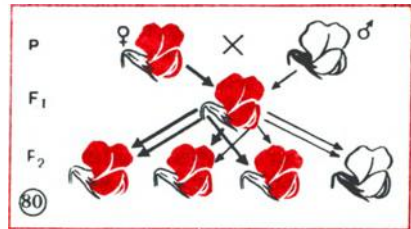
При образовании гамет у животных и спор у растений происходит редукция факторов и в каждую гамету или спору попадает только один.

Согласно этой гипотезе, ход моногибридного скрещивания записывают так:



Из данной схемы видно, что при любых сочетаниях гамет все гибриды имеют одинаковые генотип и фенотип.

При образовании гамет у гибридов F_1 половина их будет нести фактор A , вторая половина — a . При самоопылении и равновероятном сочетании гамет при оплодотворении в F_2 ожидается следующее:



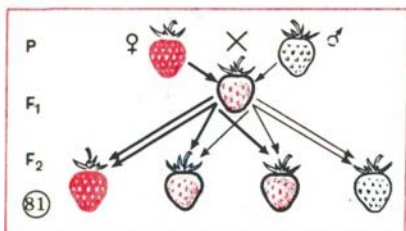
В F_2 расщепление по генотипу будет: 1AA; 2Aa; 1aa, а по фенотипу: 3 красн.: 1 бел., т. е. таким, каким оно было в опыте, что говорит о достоверности гипотезы.

С открытием мейоза гипотеза чистоты гамет получила цитологическое подтверждение. Например, высшие растения имеют диплоидный набор хромосом; после мейоза в каждую гамету попадает только одна из гомологичных хромосом, а следовательно, только один из аллельных генов. Аллельными генами называют

парные гены, расположенные в идентичных участках гомологичных хромосом. Дальнейший процесс наследования можно проследить на схеме.

В гипотезу чистоты гамет Мендель ввел генетические понятия.

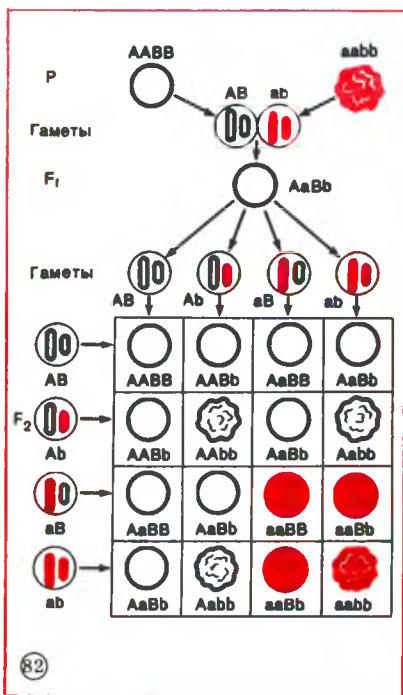
Гомозиготы — особи, дающие при самоопылении по данной паре признаков однородное нерасщепляющееся потомство. Они в гомологичных хромосомах содержат одинаковые аллельные гены (AA или aa) и образуют по ним один сорт гамет.



Гетерозиготы — особи, дающие расщепление по данной паре признаков. Они содержат в гомологичных хромосомах разные аллельные гены (Aa) и образуют по ним два сорта гамет: с геном A и геном a .

Промежуточный характер наследования. Иногда у гибридов F_1 не наблюдается полного доминирования, их признаки носят промежуточный характер 81. Такой характер наследования называют *промежуточным* или *неполным доминированием*.

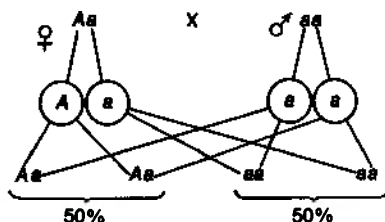
При неполном доминировании в F_2 расщепление по фенотипу



и генотипу выражается одинаковым отношением 1:2:1.

Анализирующее скрещивание.

При полном доминировании среди особей с доминантными признаками невозможно отличать гомозиготы от гетерозигот, а в этом часто возникает необходимость (например, чтобы определить, чистопородна или гибридна данная особь). С этой целью проводят *анализирующее скрещивание*, при котором исследуемая особь с доминантными признаками скрещивается с рецессивной гомозиготой. Если потомство от такого скрещивания окажется однородным, значит, особь гомозиготна (ее генотип AA). Если же в потомстве будет 50% особей с доминантными признаками, а 50% — с рецессивными, значит, особь гетерозиготна.



Дигибридное скрещивание.

Чтобы определить, как будут наследоваться два (или более) признака одного родителя, Мендель проводил *дигибридное скрещивание*, в котором гомозиготные родители отличались друг от друга по двум признакам: окраске семян (желтая и зеленая) и форме семян (гладкая и морщинистая) 82. Появление особей с желтыми гладкими семенами свидетельствует о доминировании этих признаков и применении правила единообразия у гибридов F_1 . После их самоопыления в F_2 появились особи 4 фенотипов: 2 — сходные с родительскими (желтые гладкие и зеленые морщинистые), а 2 — новые, сочетающие признаки матери и отца (желтые морщи-



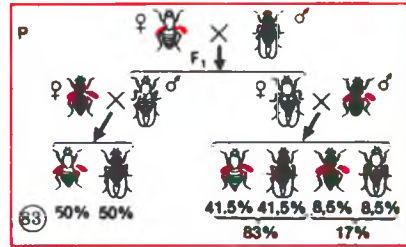
нистые и зеленые гладкие). Из этого видно, что при дигибридном скрещивании наблюдается независимое наследование признаков. Количественный анализ (подсчет особей) этих гибридов показывает, что дигибридное расщепление представляет собой два моногибридных расщепления, идущих независимо друг от друга. Оно выражается отношением 9:3:3:1, или $(3:1)^2$. Такой характер наследования получил название *закона независимого наследования* (распределения) признаков, или *третьего закона Менделя*. Согласно этому закону, расщепление по каждому признаку идет независимо от другого признака.

Независимое наследование признаков при дигибридном скрещивании обусловлено независимым поведением хромосом в мейозе при образовании гамет гибридами F_1 ($AaBb$). Оно выражается в том, что в анафазе первого деления мейоза с одинаковой вероятностью к одному полюсу могут отойти либо обе материнские хромосомы, а к другому — обе отцовские, либо вместе с материнской хромосомой с геном A отойдет отцовская с геном b , а вместе с отцовской хромосомой с геном a — материнская с геном B . Следовательно, гибриды из F_1 ($AaBb$) с одинаковой вероятностью могут образовывать 4 типа гамет: AB , ab , Ab и aB .

Независимое наследование характерно только для тех признаков, гены которых находятся в разных хромосомах. Оно имеет огромное значение для эволюции, так как является источником комбинативной изменчивости и многообразия живых организмов.

СЦЕПЛЕННОЕ НАСЛЕДОВАНИЕ

Закон сцепления. Каждый организм имеет небольшое число хромосом, но десятки тысяч генов, по которым одна особь данного вида отличается от других. (На-



пример, дрозофила имеет 4 пары хромосом и около 10 тыс. генов.) Следовательно, в каждой хромосоме сосредоточено несколько тысяч генов. Как будут наследоваться признаки, гены которых находятся в одной хромосоме? Ответ на этот вопрос дал американский генетик Томас Морган, проводивший в 1911 г. опыты на плодовых мухах дрозофилах, различающихся по двум признакам: самка имела серое тело и короткие крылья, самец — черное тело и длинные крылья (83). В F_1 все мухи оказались с серым телом и длинными крыльями. Следовательно, эти признаки доминировали. В анализирующем скрещивании гетерозиготного самца из F_1 с самкой с рецессивными признаками (черное тело, короткие крылья) среди потомков оказалось не 4 фенотипических класса, как следовало бы ожидать при дигибридном скрещивании, а два (таких, как исходные родители), в отношении 1:1 (как при моногибридном скрещивании). Это говорило о том, что исследуемые гены расположены в одной хромосоме и наследуются вместе, сцепленно, как одна альтернативная пара, не обнаруживая независимого наследования. Такой характер наследования получил название *закона сцепления*. Суть его состоит в том, что гены, находящиеся в одной хромосоме, образуют *группу сцепления* и наследуются вместе по схеме моногибридного скрещивания. У каждого вида групп сцепления столько, сколько у него хромосом в гаплоидном наборе.



Нарушение сцепления. Дальнейшие опыты Т. Моргана показали, что сцепление не всегда бывает абсолютным. В этом он убедился, продолжая описанный выше опыт и взяв для анализирующего скрещивания самку из F_1 , а самца с рецессивными признаками. При этом в их поколении наблюдалось не 2 фенотипа, как в предыдущем опыте, а 4, как при дигибридном скрещивании, но в ином соотношении, чем при независимом наследовании. Подавляющее большинство особей имели признаки какого-либо из родителей, и только незначительный процент сочетал их признаки. Следовательно, гены при образовании гамет не могли комбинироваться независимо. Но появление особей, сочетающих признаки родителей, говорило о том, что при образовании гамет у гетерозиготной самки произошел обмен генетической информацией между гомологичными хромосомами. Он проходил в профазу первого деления мейоза при конъюгации хромосом. Вследствие перекреста некоторые гены, ранее находившиеся в одной хромосоме, оказывались в разных гомологичных хромосомах и попадали в разные гаметы. Такой обмен приводит к перегруппировке сцепленных генов и является одним из источников комбинативной изменчивости.

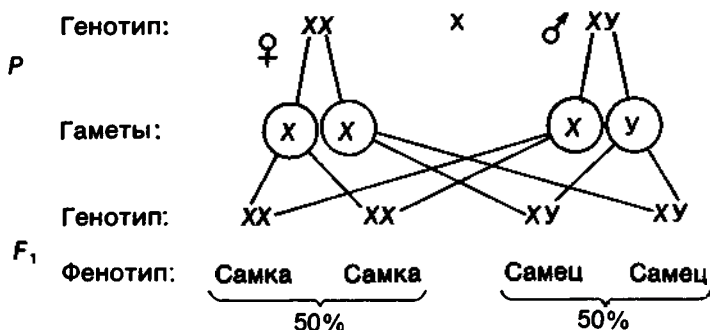
Новообразования при скрещиваниях. В приведенных выше закономерностях наследования подразумевалось, что один ген определял проявление одного признака. Однако позднее было установлено, что развитие признака обусловлено, как правило, *взаимодействием генов*. Это объясняет возникновение при скрещивании новых признаков, отсутствовавших у родителей. Такие новообразования расширяют комбинативную изменчивость, повышают вероятность проявления благоприятных сочетаний ценных признаков.

Часто можно наблюдать, когда один ген одновременно влияет на формирование нескольких признаков. Это явление получило название *множественного действия гена*.

Изучение взаимодействия и множественного действия генов показало, что формирование признака определяется многими генами (в конечном счете всем генотипом), а каждый ген может влиять на развитие многих признаков, или, точнее, всего организма. Следовательно, генотип — это не механическая сумма генов, а исторически сложившаяся сложная система взаимодействующих генов.

Генетика пола. Пол характеризуется комплексом признаков, определяемых генами, расположенными в хромосомах. У видов с раздельнополоыми особями хромосомный комплекс самцов и самок не одинаков, цитологически они различаются по одной паре хромосом, ее называли *половыми хромосомами*. Одинаковые хромосомы этой пары называли *X (икс)-хромосомами*; непарную, отсутствующую у другого пола — *Y (игрек)-хромосомой*; остальные, по которым нет различий, — *аутосомами (A)*. Например, у человека 23 пары хромосом; из них 22 пары аутосом и 1 пара половых хромосом. Хромосомный комплекс женщины — $44A + XX$, мужчины — $44A + XY$. У дрозофилы хромосомный комплекс самки — $6A + XX$, самца — $6A + XY$. Пол с одинаковыми половыми хромосомами (XX), образующий один тип гамет (с X -хромосомой), называют *гомогаметным*; другой пол, с разными хромосомами (XY), образующий два типа гамет (с X -хромосомой и с Y -хромосомой), — *гетерогаметным*. У человека, млекопитающих и других организмов гетерогаметный пол мужской; у птиц, бабочек — женский.

Пол наследуется так:



X-хромосомы, помимо генов, определяющих женский пол, содержат гены, не имеющие отношения к полу. Признаки, определяемые половыми хромосомами, называют *признаками, сцепленными с полом*.

У человека такими признаками являются дальтонизм (цветная слепота) и гемофилия (несвертываемость крови). Эти аномалии рецессивны, и у женщин такие признаки не проявляются, если даже эти гены несет одна из X-хромосом, но такая женщина оказывается носителем и передает их с X-хромосомой своим сыновьям, у которых аномалии проявятся.

Хромосомная теория наследственности возникла в начале XX в. при сопоставлении закономерностей наследования и поведения хромосом. Она утверждает, что основными носителями наследственности являются гены, находящиеся в хромосомах.

Каждая хромосома содержит десятки тысяч генов. Согласно этой теории, перекомбинация признаков (комбинативная изменчивость) происходит в результате независимого расхождения хромосом в мейозе и обмена между участками гомологичных хромосом (перекресте). Мутации возникают за счет изменения генов и хромосом.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЧИВОСТИ

Модификационная изменчивость. Фенотип каждой особи формируется под влиянием ее генотипа и условий среды, в которых протекает развитие. При одинаковом генотипе в разных условиях среды признаки могут быть разными. Такую изменчивость называют *модификационной*. Ее пределы, степень изменчивости признака в зависимости от условий среды называют *нормой реакции*. Разные признаки одного организма имеют неодинаковую норму реакции. Например, у пшеницы в зависимости от сроков посева, площади питания, удобрений и т. д. наиболее изменчивы и имеют широкую норму реакции кустистость, высота растений, урожайность и др.; менее изменчивы и имеют узкую норму реакции плотность колоса, масса 1000 зерен. Почти не зависят от условий среды окраска колоса и зерна, наличие или отсутствие остей и др. Следовательно, норма реакции определяется генотипом. Наследуется не признак, а способность формировать определенный фенотип в конкретных условиях среды. Наличие нормы реакции позволяет организмам приспосабливаться к меняющимся условиям среды и оставлять потомство. Человек использует знания о нормах реакции для получе-



ния более высокой продуктивности растений и животных, создавая оптимальные условия их выращивания и содержания.

Признаки организма делят на *качественные* (семена гороха желтые или зеленые) и *количественные*, различающиеся степенью выраженности признака (высота растений, урожайность, число колосков в колосе и др.). Эти признаки наиболее изменчивы; их характеризуют, используя комплекс статистических показателей.

Вариационный ряд — показатель изменчивости признака — строится так: у 100 растений пшеницы подсчитывают число колосков в колосе и получают варианты — 20, 19, 22, 18, 21 и т. д. Их располагают в порядке нарастания признака и получают вариационный ряд изменчивости числа колосков в колосе пшеницы.

Наиболее типичный показатель признака — *среднее арифметическое вариационного ряда*. В приведенном примере для его определения следует подсчитать число колосьев с 17 колосками, с 18 и т. д. и составить таблицу.

Число колосков в колосе (v)	17	18	19	20	21	22	23
Число колосьев, имеющих соответствующее число колосков (p)	5	12	18	27	20	14	4

Эти данные отражают степень изменчивости признака.

Общая сумма колосьев (n) = 100.

Среднее арифметическое вычисляют по формуле $\mu = \frac{\sum(vp)}{n}$, где μ — средняя величина, v — варианта, p — чистота встречаемости вариант, n — общее число вариант вариационного ряда, Σ — знак суммирования.

В рассматриваемом примере оно равно:

$$17 \times 5 + 18 \times 12 + 19 \times 18 + 20 \times$$

$$100$$

$$\times 27 + 21 \times 20 + 22 \times 14 + 23 \times 4 =$$

$$= \frac{2003}{100} = 20,03 \text{ колоска}$$

Степень изменяемости выражается *вариационной кривой*. Для этого строят график (89), в нем на оси абсцисс (по горизонтали) откладывают варианты в нарастающем порядке (v), на оси ординат — частоту встречаемости каждой варианты (p); точки их пересечения соединяют сплошной линией. Получают кривую, выражающую изменчивость числа колосков в колосе. Такая кривая называется вариационной кривой.

Мутационная изменчивость. *Мутациями* называют скачкообразные стойкие наследственные изменения. Они возникают внезапно, затрагивают разные признаки, свойства и функции организма и могут быть для него полезными, вредными или безразличными.

Мутации, возникающие в природе без вмешательства человека, называют естественными или

спонтанными. Мутации, вызываемые специальным воздействием искусственных источников, называют искусственными или *индуцированными*. По характеру изменений в гено типе мутации делят на генные, хромосомные и цитоплазматические.

Генные, или *точечные*, мутации встречаются наиболее часто. Они связаны с заменой, выпадением или добавлением нуклеотидов в молекуле ДНК. Это ведет к изменению кода ДНК, что, в свою



очередь, влияет на состав аминокислот в полипептидной цепи белка и его свойства. Часто такие изменения блокируют синтез фермента или другого вещества, что в конечном счете ведет к изменению признака и даже гибели организма.

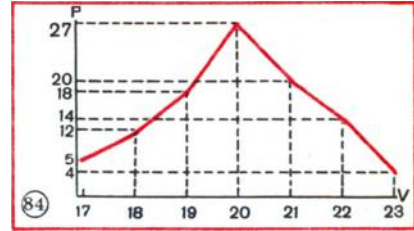
Хромосомные мутации связаны с изменением структуры или числа хромосом. Их можно обнаружить при помощи микроскопа.

Структурные хромосомные мутации возникают при утрате, удвоении, перевертывании на 180° или перемещении отдельных участков хромосом. Большинство структурных мутаций вредны для организма и ведут к снижению его жизнеспособности.

Мутации, связанные с изменением числа хромосом, бывают двух видов.

Кратное увеличение числа хромосом — *полиплоидия* — возникает при разрушении веретена деления во время митоза или мейоза, что приводит к образованию гамет с набором $2n$ хромосом и особей с $4n$, $6n$ и более хромосомами. Полиплоидия почти не встречается у животных, но широко распространена у растений. Полиплоиды обычно отличаются от диплоидов более мощным ростом, большими размерами клеток, листьев, цветков, плодов, семян и др. Большинство культурных растений — полиплоиды. Например, в роде пшеница малопродуктивный полудиккий вид одностернянка (полба) имеет 14 хромосом ($2n$), из-за низкой продуктивности в настоящее время не возделывается. Твердая пшеница, как правило, яровая, имеет 28 ($4n$), а мягкая, наиболее продуктивная — 42 хромосомы ($6n$).

Гетероплоидия — мутации, связанные с избытком или недостатком одной хромосомы из пары гомологичных хромосом. Такие мутации возникают при нарушении мейоза, когда после конъюгации пара хромосом не расходится



и в одну гамету попадают обе гомологичные хромосомы, а в другую — ни одной. Гетероплоидия вредна для организма.

Например, у человека появление лишней хромосомы в двадцать первой паре вызывает синдром Дауна (слабоумие).

Мутации, возникающие в половых клетках, передаются по наследству, их называют *генеративными мутациями*. Изменения в соматических клетках вызывают *соматические мутации*, распространяющиеся на ту часть тела, которая развилась из изменившейся клетки. Для видов, размножающихся половым путем, они не имеют существенного значения, но для вегетативно размножаемых растений они важны. Например, И. В. Мичурин получил сорт яблони Антоновка шестистотграммовая при вегетативном размножении соматической почковой мутации, возникшей у яблони сорта Антоновка. Мутации используют в селекции.

Цитоплазматические мутации связаны с изменением органоидов цитоплазмы, содержащих ДНК. Например, появление пестролистности у растений связано с изменением ДНК хлоропластов. Мутации дыхательной недостаточности у дрожжей связаны с изменением ДНК митохондрий. Цитоплазматические мутации наследуются по материнской линии, так как зигота при оплодотворении всю цитоплазму получает от матери.

Новые мутации образуют резерв наследственной изменчивости. За счет резерва наследствен-



ной изменчивости образуются новые популяции.

Выдающийся генетик Николай Иванович Вавилов (1887—1943), изучая мутации у родственных видов, установил закон *гомологических рядов в наследственной изменчивости*. Он гласит: виды и роды генетически близкие характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости. Причины гомологичных одинаковых мутаций — общность происхождения генотипов. Этот закон позволяет предсказать наличие определенного признака у разных родов одного семейства, если его другие роды имеют данный признак. Например, Н. И. Вавилов предсказал наличие безалкалоидного (неядовитого) люпина, учитывая существование безалкалоидных форм в родах горох, фасоль и других продовольственных и фуражных растениях из семейства бобовых.

Способность к мутированию — одно из основных свойств гена. Но каждый ген мутирует сравнительно редко. Это имеет определенное биологическое значение, так как обеспечивает относительное постоянство видов и их приспособленность к окружающей среде. Но так как каждая особь имеет несколько десятков тысяч генов, в естественных условиях у отдельных видов (например, у дрозофилы) гамет, несущих разнообразные мутации, бывает около 5%.

Причины мутаций до конца не выяснены. Установлена их зависимость от физиологического состояния клетки, режима питания, температуры и других естественных факторов. В экспериментах доказано, что при воздействии ряда химических веществ (иприта, этиленамина, колхицина и др.), радиоактивных изотопов, ионизирующих излучений, ультрафиолетовых и рентгеновских лучей и др. количество мутаций увеличивается в сотни раз и возрастает прямо пропорционально их

дозе. Факторы, вызывающие мутации у организмов, называют *мутагенами*. Очевидно, что в природе именно они (а также ряд других) вызывали мутации, служившие источником для естественного и искусственного отборов.

В последние годы, используя разные физические и химические мутагены, экспериментально получают искусственные мутации. Большинство таких мутантных форм бесперспективны. Но среди огромного числа искусственных мутантов удастся отобрать единичные ценные формы, не встречающиеся в природе. Их используют как исходный материал для дальнейшей селекционной работы при создании новых штаммов микроорганизмов и сортов культурных растений (см. «Селекция»).

Загрязнение природной среды вредными отходами производства, продуктами неполного сгорания, ядохимикатами и другими мутагенами, повышение фона ионизирующей радиации, вызываемое испытанием атомного оружия, бесконтрольным использованием химических и радиоактивных веществ в энергетике, промышленности, медицине, сельском хозяйстве — все это ведет к значительному увеличению числа разных мутаций у всех живых организмов, а высокая концентрация мутагенов может приводить к их гибели. Такие мутации опасны для человека, так как насыщают генофонд человечества вредными генами, вызывающими наследственные дефекты.

ЗНАЧЕНИЕ ГЕНЕТИКИ ДЛЯ МЕДИЦИНЫ И ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

По данным мировой статистики, ежегодно среди новорожденных 4—5% детей имеют значительные наследственные дефекты.



Всемирной организацией здравоохранения зарегистрировано свыше 1000 серьезных наследственных аномалий человека, связанных с уродствами и нарушением многих жизненно важных процессов. Широко распространены нарушения обмена веществ: аминокислот (фенилкетонурия), пуринов и пиримидинов — предшественников нуклеиновых кислот (подагра), углеводов (сахарный диабет), жиров (болезнь Гоше) и др. Известны серьезные дефекты нервной системы и психики (слабоумие, эпилепсия, шизофрения), крови (гемофилия, злокачественные анемии). Встречаются различные физические уродства (глухота, слепота, немота и др.), нарушения половой сферы, ведущие к бесплодию, рождению мертвых детей, и многое другое. С наследственностью связана также предрасположенность к серьезным заболеваниям (рак, туберкулез, полиомиелит и др.).

В связи с повышением фона ионизирующей радиации и загрязнением окружающей среды мутациями число вредных мутаций у человека возрастает. Всемирная организация здравоохранения ежегодно регистрирует 3—4 новые наследственные аномалии. Многие рецессивные мутации, уже существующие среди людей в гетерозиготном состоянии, пока не проявились. Накапливаясь из поколения в поколение, они могут усиливать страдания человечества.

Аналогичное вредное влияние на формирующиеся гаметы и развивающийся зародыш оказывают курение, употребление алкоголя и непроверенных лекарственных средств родителями, особенно матерью в период беременности и кормления ребенка. Поэтому задача современного человечества состоит в том, чтобы не только сохранить жизнь и здоровье ныне живущих людей, но и оградить будущие поколения от вредных

мутаций. Поэтому наше и другие прогрессивные государства, научные и общественные деятели всего мира борются за запрещение атомного оружия, предотвращение загрязнения окружающей среды.

Выяснение генетической природы отдельных наследственных заболеваний — важная задача настоящего и будущего медицины. До недавнего времени наследственные болезни считались неизлечимыми. Сейчас ряд заболеваний успешно лечат.

ГЕНЕТИКА И ТЕОРИЯ ЭВОЛЮЦИИ

Видный генетик Сергей Сергеевич Четвериков (1882—1959) внес существенный вклад в доказательство связи генетики с эволюцией. Он показал, что первые элементарные эволюционные процессы начинаются в популяциях. Природные популяции при относительной фенотипической однородности по генетической структуре разнообразны и насыщены множеством скрытых мутаций, образующих резерв наследственной изменчивости.

Генетической структурой популяции называют соотношение в ней разных генотипов и аллельных генов. Ее изучали английский математик Харди и немецкий врач Вайнберг. Они установили, что при идеальных условиях — крупной популяции, отсутствии мутаций, миграций и отбора — соотношение генотипов и аллельных генов во всех поколениях постоянно.

Например, в популяции дрозофилы число особей с серым телом (AA) в 4 раза больше, чем с черным (aa). Следовательно, в этой популяции 0,8 женских и мужских гамет несет ген A и 0,2 — ген a . Соотношение генотипов в F_1 будет следующим:



♀ \ ♂	0,8 A	0,2 a
0,8 A	0,64 AA	0,16 Aa
0,2 a	0,16 Aa	0,04 aa

или 0,64AA:0,32Aa:0,04aa. В F_1 гаметы с геном A будут возникать с частотой 0,80 (0,64 от AA + 0,16 от Aa), а с геном a — 0,20 (0,04 aa + 0,16 от Aa), т. е. в тех же частотах, что и у исходных форм. Следовательно, соотношение генотипов в F_2 (и последующих поколениях) будет таким же — 0,64AA:0,32Aa:0,04aa.

Резерв наследственной изменчивости в популяции образуется за счет мутаций. Доминантные мутации возникают редко, сразу проявляются и подвергаются отбору. Рецессивные мутации у гетерозиготных организмов фенотипически не проявляются, но при скрещиваниях насыщают генофонд популяции и образуют новые генотипы. Генофонд популяций пополняется также за счет генного потока — миграции особей из других популяций, приносящих новые гены. Они, так же как мутации, при скрещиваниях первое время у гетерозиготных организмов не проявляются. Резерв наследственной изменчивости образуется еще и за счет комбинативной изменчивости, при которой в одном генотипе объединяются и обезвреживаются разномнаправленные мутации.

Накапливаясь в популяции, скрытые мутации частично переходят в гомозиготное состояние (aa) и тогда проявляются фенотипически. В постоянных условиях стабилизирующий отбор устраняет их как несоответствующие условиям среды. В меняющихся условиях, при действии движущего отбора, резерв наследственной изменчивости позволяет популяции приспосабливаться к новым условиям среды. Чем больше гено-

типов в популяции, тем шире ее норма реакции, тем вероятнее ее выживание в меняющихся условиях и возможность полнее использовать новые места обитания.

СЕЛЕКЦИЯ РАСТЕНИЙ, ЖИВОТНЫХ И МИКРООРГАНИЗМОВ

Селекция (от лат. «селиктио» — отбор) — наука о выведении новых и совершенствовании существующих сортов культурных растений, пород домашних животных и штаммов микроорганизмов, соответствующих потребностям человека и уровню производительных сил общества.

Селекция имеет огромное значение в решении задач по увеличению урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животных.

Сорт, порода и штамм — это популяции, искусственно созданные человеком, имеющие определенные наследственные особенности: комплекс морфологических и физиологических признаков, продуктивность и норму реакции. Их ценность определяется количеством и качеством продукции, приспособленностью к условиям среды, механизированному возделыванию и др. Эти качества наиболее полно проявляются при определенных агротехнике, содержании, кормлении, культивировании и почвенно-климатических условиях. Поэтому сорта и породы, созданные в одном районе, далеко не всегда пригодны для возделывания и разведения в других.

Создатель современной генетической основы селекции Н. И. Вавилов, определяя содержание и задачи селекции, указывал, что для успеха селекционной работы необходимо знать и использовать разнообразный исходный материал объекта селекции, его наследственную изменчивость, законо-



мерности наследования интересующих признаков, роль среды в их формировании и формы отбора для их выявления и закрепления. Теоретической основой селекции является генетика, разрабатывающая проблемы наследственной изменчивости, системы скрещивания и отбора. Основные методы селекции — *гибридизация* и *отбор*.

Этапы селекционной работы. В качестве исходного материала в селекции используют естественные мутации, возникающие в природных популяциях, особенно в центрах происхождения культурных растений и животных (см. табл.), а также среди сортов и пород, искусственные мутации, созданные при воздействии физических и химических мутагенов, комбинативную изменчивость, образующуюся при скрещиваниях.

В качестве исходных могут быть также культурные сорта, созданные в других районах.

Географические области приручения животных совпадают с центрами происхождения культурных растений.

Скрещивание (гибридизация) — следующий этап селекции. Оно бывает двух видов: близкородственное скрещивание — *инбридинг*, позволяющее

перевести рецессивные гены в гомозиготное состояние; *неродственное скрещивание*, помогающее объединить в одном организме ценные признаки разных форм. Неродственное скрещивание может быть *внутривидовым* — скрещивание особей разных сортов или пород одного вида и *отдаленным* — скрещивание особей разных видов и родов.

Отбор является завершающим этапом селекции. Различают две формы отбора. *Массовый отбор* — выделение группы особей, сходных по фенотипу, но дающих расщепление при размножении. Поэтому отбор повторяют в ряде поколений. *Индивидуальный отбор* — выделение ценных единичных форм и раздельное выращивание потомства каждой особи. Такой отбор приводит к созданию сорта или породы, представляющих одну или несколько чистых линий. *Чистой линией* в растениеводстве называют потомство одной самоопыляемой особи.

Результаты отбора более эффективны, если они осуществляются на фоне среды, максимально способствующей проявлению нормы реакции генотипа отбираемых особей. Так, при создании морозостойчивых форм сеянцы необходимо выращивать в открытом грунте района, для которого пред-

Центры происхождения культурных растений
(выборочно по Н. И. Вавилову)

Центры	Растения
1. Южноазиатский	Рис, сахарный тростник, цитрусовые
2. Восточноазиатский	Просо, гречиха, корнеплоды, груши, яблоны, сливы, цитрусовые
3. Юго-западноазиатский	Пшеница, бобовые, плодовые, виноград, тыквенные
4. Средиземноморский	Овощные, кормовые
5. Эфиопский	Зерновые, кофе, сорго
6. Центральноамериканский	Кукуруза, подсолнечник, тыква, какао
7. Южноамериканский	Картофель, табак, арахис



назначается сорт. Это обеспечивает формирование у них свойства зимостойкости.

Выведение новых и улучшение существующих сортов, пород и штаммов — важное государственное дело. В нашей стране в разных почвенно-климатических зонах создана рациональная сеть селекционных научно-исследовательских институтов, станций, племенных хозяйств, сортоиспытательных участков, занимающихся выполнением этой задачи. За последние десятилетия созданы сотни высокопродуктивных сортов зерновых, масличных, плодовых, овощных и других сельскохозяйственных растений. В настоящее время в стране ведется активная селекционная работа.

Селекция растений. Биологические особенности растений позволяют в селекционной работе с ними использовать инбридинг, полиплоидию, искусственный мутагенез, отдаленную гибридизацию и др.

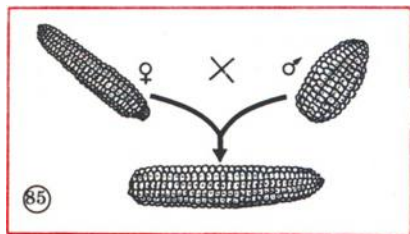
Принудительное самоопыление (инбридинг) как специфический прием используют в работе с перекрестноопыляемыми растениями. Его ведут в течение 6—7 лет. При этом рецессивные гены переходят в гомозиготное состояние. Гомозиготность по нежелательным генам ведет к депрессии, а по ценным — позволяет вывести чистые линии, дающие при скрещивании мощные высокопродуктивные межлинейные гибриды (85). Явление гибридной мощи называют *гетерозисом*. Причины его окончательно не выяснены. Полагают, что он связан с высокой гетерозиготно-

стью и случайным удачным сочетанием у гибридов генов, определяющих хозяйственно ценные признаки. При семенном размножении в последующих поколениях гетерозис исчезает, при вегетативном — сохраняется. Наибольший эффект дает скрещивание межлинейных гибридов при получении двойных межлинейных гибридов, повышающих урожай на 25—30%. Гетерозис широко используют для получения высоких урожаев кукурузы, огурцов, томатов, лука и других культур.

Полиплоидию издавна использовали при создании сортов пшеницы, овса, картофеля, хлопчатника, плодовых декоративных культур и др. В последние годы разработаны методы искусственного получения полиплоидов при воздействии на растущие ткани растений разными мутагенами (в основном колхицином), разрушающими веретено деления клетки. Так, из диплоидных ($2n$) образуются тетраплоидные ($4n$) формы. Большинство их неперспективны, но отдельные формы служат ценным материалом для гибридизации и отбора. Таким методом получены ценные полиплоиды сахарной свеклы, ржи, гречихи и других культур.

При воздействии радиационных и других химических мутагенов на пыльцу, почки, прорастающие семена и другие делящиеся ткани растений получены искусственные мутанты пшеницы, томатов, хлопчатника, кукурузы.

Отдаленная гибридизация позволяет в одном организме совместить признаки разных видов и родов. Получать такие формы из-за нескрещиваемости родителей и бесплодия гибридов очень сложно. Для преодоления этих преград селекционеры-генетики И. В. Мичурин и Г. Д. Карпеченко разработали эффективные методы преодоления нескрещиваемости исходных форм.





На основе отдаленной гибридизации при скрещивании пырея с пшеницей советский генетик Н. В. Цицин создал ценные сорта пшеницы. Аналогично были получены новые сорта картофеля, табака и других культур.

В разработку теории и практики селекции большой вклад внес выдающийся русский ученый-селекционер И. В. Мичурин. Наибольший эффект в его работах получило скрещивание географически отдаленных форм. Так, скрещивая французский сорт груши Бере рояль с дикой уссурийской и выращивая сеянцы в условиях Мичуринска, он создал сорт Бере зимняя 86, сочетающий высокие качества плодов с зимостойкостью. Для улучшения вкусовых качеств плодов в первые годы плодоношения сеянцев он прививал в их крону черенки родителя с высококачественными плодами. Этот прием он назвал *методом ментора* (воспитателя). Используя его, Мичурин получил сорта яблук Бельфлер китайка, Ранет бергамотный и др. И. В. Мичурин скрещивал и систематически отдаленные формы, например яблоню с грушей, вишню с черемухой и др. Он вывел около 300 новых сортов плодовых растений и разработал методы, которые успешно используют в селекции других культур.

В разных районах страны созданы ценные сорта всех ведущих сельскохозяйственных культур. Например, П. П. Лукьяненко, скрещивая далекие эколого-географические популяции, создал высокоурожайный сорт пшеницы Безостая-1. С его участием созданы еще более ценные сорта Аврора и Кавказ. При направленном изменении яровой пшеницы в озимую В. Н. Ремесло вывел высокоурожайные зимостойкие сорта озимой пшеницы Мироновская-808 и др.

Ценные сорта подсолнечника — Передовик, Маяк, с маслич-



ностью семян выше 50%, получил В. С. Пустовойт. Их возделывание дает ежегодно стране дополнительно тысячи тонн продовольственного масла. Получено много ценных сортов овощных, плодовых, прядильных и других культур.

В селекции животных при подборе исходных пар учитывают их родословную, продуктивность в ряде поколений, а также *экстерьер* — телосложение и соотношение частей тела, связанные с ценными хозяйственными признаками. По потомству предварительно определяют наследственность самцов по тем признакам, которые у них не проявляются (молочность, яйценоскость и др.). Близкородственное скрещивание используют для закрепления рецессивных хозяйственно ценных признаков, учитывая возможность появления депрессии. Неродственное скрещивание используют для получения высоких привесов на основе гетерозиса, а также для объединения в одном организме ценных признаков разных пород, видов и родов.

Специфику селекционной работы с животными можно проследить на примере создания М. Ф. Ивановым высокопродуктивной породы свиней — белой украинской. Исходными он взял географически отдаленные породы: мать — устойчивую к местным условиям украинскую, а отца — высокопродуктивную белую английскую. Первое поколение унаследовало признаки матери. Для насыщения гибридов



ценными генами отцовской породы Иванов провел близкородственное скрещивание наиболее ценных маток из F_1 с хряком английской породы. Проводя отбор, он скрестил маток и хряка из этого поколения и получил несколько линий. Скрещивая их между собой и ведя целенаправленный отбор, он создал новую породу свиней, устойчивую к местным условиям, отличающуюся от исходных пород большой массой, быстрым ростом, высоким качеством мяса.

Для получения особо выносливых форм в селекции животных используют дикие и полудикие виды. Например, в Казахстане Н. С. Бутурин, скрещивая местных тонкорунных овец с диким бараном-архаром, получил выносливую породу овец, дающую ценное руно, — *архаромеринос*. В Средней Азии получены гибриды яка с крупным рогатым скотом, отличающиеся высокой выносливостью, более ценными, чем у яка, свойствами молока и мяса.

В звероводстве ведется селекция с целью создания новых форм норок, песцов, черно-бурых лисиц и других животных с ценным мехом, пригодных для клеточного содержания.

Большая селекционная работа осуществляется в заповедниках в целях сохранения и восстановления численности особей исчезающих видов: зубров, соболей, бобров и других животных.

Селекция микроорганизмов — молодая, развивающаяся отрасль селекции. Основное ее направление — получение высокопродуктивных микроорганизмов при воздействии на исходные формы лучами Рентгена, ультрафиолетовыми лучами и химическими мутагенами. Чередование обработки мутагенами с отбором дает через несколько этапов новый штамм, по продуктивности в десятки раз превосходящий ис-

ходный. Например, генетик С. И. Алеханян, используя данный метод, через 10 лет получил штамм пеницилла, активность которого в 50 раз превышала исходные формы. В результате этого стоимость пенициллина снизилась в 150 раз. Сейчас все антибиотики, применяемые в медицине и животноводстве, вырабатывают из мутантных штаммов.

Аналогичным методом получают штаммы продуцентов аминокислот, витаминов и других органических веществ, которые широко используются в медицине и пищевой промышленности. В настоящее время эти вещества стали все больше использоваться в различных отраслях животноводства в качестве витаминных и аминокислотных добавок в корма с целью повышения продуктивности животных и качества их продукции.

Селекция позволяет получать новые штаммы микроорганизмов, используемые в хлебопечении, виноделии, сыроварении и других отраслях пищевой промышленности.

ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ОРГАНИЗМА И СРЕДЫ

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ

Экология (от греч. «ойкос» — жилище и «логос» — наука) изучает весь комплекс взаимоотношений живых организмов с окружающей природной средой. Экология имеет большое значение для рационального природопользования, лесоразведения, звероводства, научного ведения сельского хозяйства, создания безотходных технологий на промышленных предприятиях, загрязняющих природную среду, и для других нужд народного хозяйства.



ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Природная среда включает в себя все элементы живой и неживой природы, в которой существуют организмы, популяции и природные сообщества. Отдельные факторы среды, оказывающие на их свойства и состояние прямое или косвенное влияние, называют *экологическими факторами*.

В природе каждый вид в процессе эволюции приспосабливается к определенным изменениям экологических факторов и сам воздействует на окружающую среду. Влияние этих факторов на популяцию проявляется в изменении ее численности, занимаемой территории и протекании в ней процессов микроэволюции. Влияние экологических факторов на сообщество проявляется в изменении его видового состава и в смене сообществ. Среди экологических факторов различают три группы: 1) *абиотические факторы* (факторы неживой природы) (температура, свет, влажность и др.); 2) *биотические факторы* — взаимоотношения между особями в популяции и между популяциями в природном сообществе; 3) *антропогенные факторы* — деятельность человека, приводящая к изменению среды обитания живых организмов. Каждый из экологических факторов незаменим. Так, недостаток тепла нельзя заменить обилием света, а минеральные элементы, необходимые для питания растений, — водой.

Интенсивность фактора, наиболее благоприятную для жизнедеятельности того или иного организма, называют оптимальной или *оптимумом*. Границы, за которыми существование организма невозможно, называют нижним и верхним *пределами выносливости*. Если значение какого-либо фактора выходит за пределы выносливости, то такой фактор называют ограничивающим. Например, распространение многих ви-

дов на север ограничивает недостаток тепла и т. д.

Абиотические факторы. Для жизни наземных организмов наибольшее значение имеют свет, температура и влажность.

Свет служит основным источником энергии для всех жизненных процессов, происходящих на Земле. Биологическое действие света обусловлено его спектральным составом, интенсивностью, суточной и сезонной периодичностью.

В спектре солнечного излучения различают *ультрафиолетовые, видимые и инфракрасные лучи*. Ультрафиолетовые лучи с длиной волны 0,29 мкм губительны для всего живого, они задерживаются озоновым слоем атмосферы. Более длинные ультрафиолетовые лучи (0,3—0,4 мкм) обладают высокой химической активностью и в небольших дозах полезны. В частности, они способствуют образованию в организме витамина D. Видимые лучи с длиной волны 0,40—0,75 мкм особенно важны для организмов. Они обеспечивают синтез органического вещества растением и, следовательно, пищу для всех остальных организмов.

Инфракрасные лучи с длиной волны более 0,75 мкм являются источником тепловой энергии.

Температура — важный фактор, влияющий на рост, развитие, размножение, дыхание, синтез органических веществ и другие жизненно важные для организмов процессы. Для большинства наземных организмов температурный оптимум колеблется в пределах 15—30°C. В активном состоянии они не переносят отрицательных температур. Верхний температурный предел для большинства 40—45°C. У организмов с непостоянной температурой тела повышение температуры окружающей среды в пределах оптимума вызывает ускорение обмена веществ, роста, развития и других



физиологических процессов. Такие организмы имеют приспособления от перегрева (наличие устьиц у растений, испарение через кожные покровы у животных). Наиболее совершенную терморегуляцию и постоянную температуру тела имеют птицы и млекопитающие, у которых в процессе эволюции сформировалось четырехкамерное сердце. Это позволило им быть относительно независимыми от температурных условий среды и разместиться почти по всему земному шару.

Вода играет исключительную роль в поддержании жизни на Земле. Для водных организмов она является основной природной средой. Для большинства наземных организмов недостаток воды является ограничивающим фактором. У обитателей засушливых степей и пустынь в процессе эволюции сформировались различные приспособления к экономному расходованию и добыче влаги. У растений это наличие воскового налета и густое опушение на листьях (агавы, алоэ, сенполия и др.), уменьшение листовых пластинок и превращение листьев в колючки (саксаул, кактусы и др.), развитие глубоко проникающей, хорошо развитой корневой системы (верблюжья колючка, карагач). Некоторые растения (тюльпаны, гусиный лук и др.) успевают вырасти, отцвести и образовать семена в течение короткого времени весной, когда в почве еще достаточно влаги, а с наступлением засухи у них отмирает вся наземная часть и т. д. У одних животных засушливых степей и пустынь развилась способность к быстрому длительному бегу в поисках водопоя (кулан, сайгак и др.), у других образуется обильная жировая ткань, служащая резервом воды (верблюд, некоторые грызуны), и т. д. В органическом мире, особенно в умеренных и северных широтах, в процессе эволюции

сформировались четко выраженные сезонные изменения (сезонные циклы развития).

Весной при повышении температуры и освещения наблюдается активная жизнедеятельность организмов: растут и зацветают растения, прилетают и выводят птенцов птицы, пробуждаются перезимовавшие насекомые. Летом у большинства растений созревают плоды и семена, у животных подрастает потомство. Осенью начинается подготовка организмов к неблагоприятным зимним условиям: растения откладывают запасные питательные вещества и сбрасывают листья, птицы собираются в стаи и отлетают в теплые края, у млекопитающих наступает линька. Зимой при пониженной температуре у растений и холоднокровных животных начинается период покоя. У них значительно снижается интенсивность всех процессов обмена, а у некоторых организмов глубокое охлаждение вызывает временно обратимую остановку жизни, которую называют *анабиозом*. У теплокровных животных также наступают существенные изменения. У млекопитающих летняя шерсть сменяется на более длинную и густую с обильным подпушkom, а медведи, барсуки, летучие мыши и другие животные впадают в спячку.

Главная роль в регуляции таких сезонных ритмов у животных организмов принадлежит изменениям в продолжительности дня и ночи, которые тесно связаны с годовым изменением температуры. Весной вслед за удлинением дня повышается температура, а осенью с укорочением дня она снижается. Следовательно, длина дня служит сигнальным фактором, определяющим направление всех биологических процессов. Реакцию живых организмов на продолжительность светового периода суток называют *фотопериодизмом*.



Фотопериодизм — общее важное приспособление организмов. Это подтверждается многочисленными опытами и практикой сельского хозяйства. Так, известно, что у большинства птиц весенние удлиняющиеся дни вызывают активную деятельность половых желез. Поэтому использование дополнительного искусственного освещения птичников в короткие осенние и зимние дни позволяет значительно повысить яйценоскость домашней птицы. Длинный весенний день способствует образованию цветков у большинства дикорастущих и некоторых культурных растений (злаковые, лен и др.). В средней полосе России такие растения называются растениями длинного дня. Наоборот, растения южного происхождения (георгины, хризантемы) для цветения нуждаются в коротком дне. Поэтому они зацветают у нас лишь в конце лета и осенью. Такие растения называют короткодневными.

На этой закономерности основано круглогодичное выращивание овощных и декоративных культур в теплицах с использованием дополнительного освещения.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

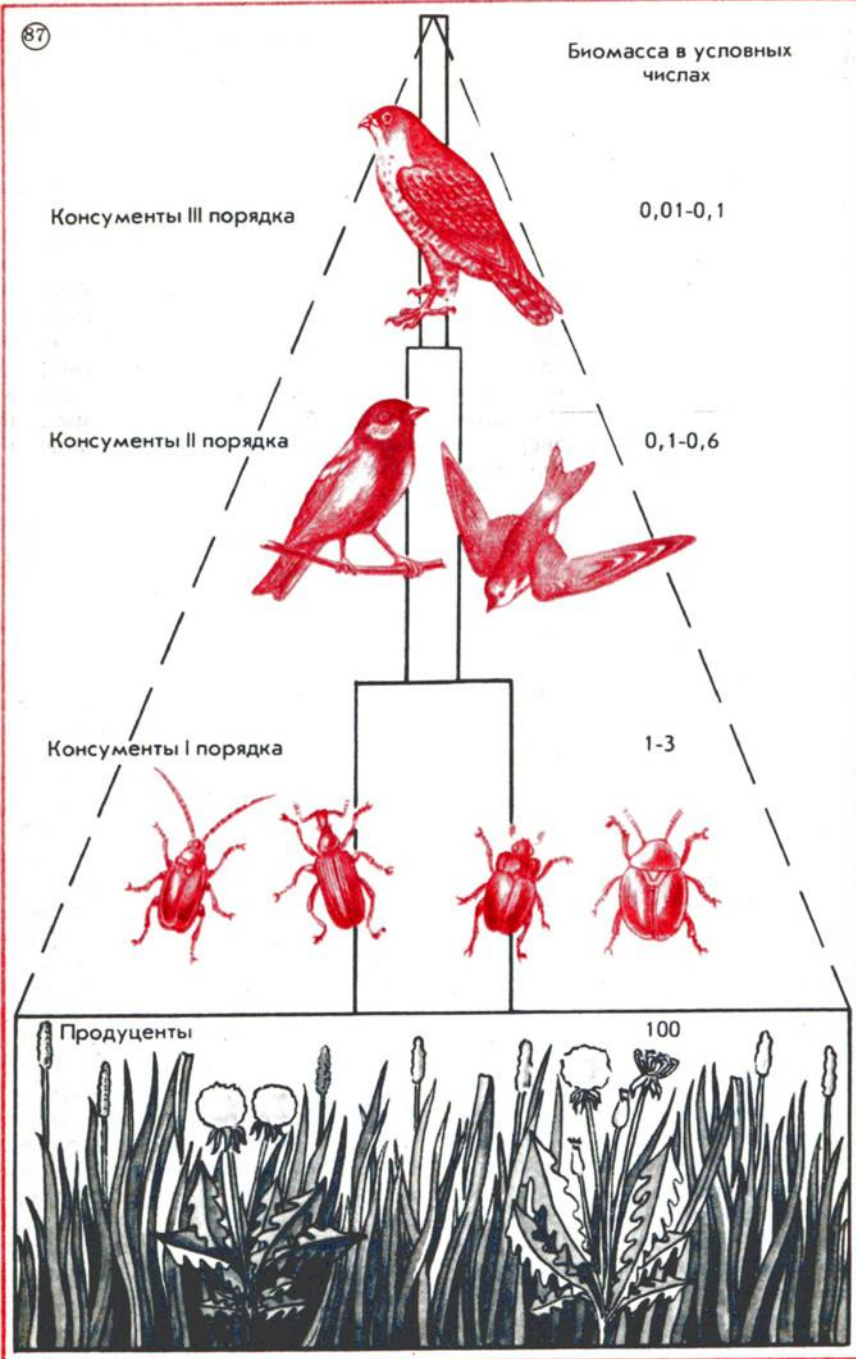
В природе виды животных и растений распределяются не случайно, они всегда образуют определенные, сравнительно постоянные комплексы — сообщества. Функциональную систему, включающую в себя сообщества живых существ и их среду обитания, называют *экологической системой*. Связи между компонентами ее возникают прежде всего на основе пищевых связей и способов получения энергии. По способу получения и использования питательных веществ все организмы делятся на автотрофы и гетеротрофы. В природе возникает непрерывный круговорот биогенных веществ, необходимых для жизни.

Химические вещества извлекаются автотрофами из окружающей среды и вновь в нее возвращаются в основном через гетеротрофов. Этот процесс принимает очень сложные формы. Каждый вид использует лишь часть содержащейся в органическом веществе энергии, доводя его распад до определенной стадии. Таким образом, в процессе эволюции в экологических системах сложились *цепи питания*. Цепи питания состоят из нескольких звеньев, так как в них включаются растительноядные животные, хищники, паразиты и микроорганизмы-редуценты. Количество растительного вещества, служащего основой цепи питания, в несколько раз больше, чем общая масса растительноядных животных, а масса каждого звена пищевой цепи пропорционально уменьшается. Эту важную закономерность называют *правилом экологической пирамиды* (87). Цепи питания в каждом природном участке с более или менее однородными условиями существования составлены своими комплексами видов, образующими самоподдерживающуюся систему, в которой осуществляется круговорот веществ. Такие комплексы взаимосвязанных популяций разных видов, обитающих на определенной территории с относительно однородными условиями, называют *биоценозами*. Биоценоз включает всю совокупность живых существ — растений, животных, микроорганизмов, приспособленных к совместному обитанию на определенной территории. Примерами биоценозов могут служить ельник-кисличник, биоценоз ковыльной степи и т. д. Органические компоненты в биоценозах неразрывно связаны с неорганическими — почвой, влагой, атмосферой, образуя устойчивую экологическую систему — *биогеоценоз*.

Основу любого биогеоценоза составляют зеленые растения (автотрофы), использующие для синте-



87





за органического вещества неорганические соединения окружающей среды. Их называют *продуцентами*. В биогеоценозе всегда присутствуют растительные и плотоядные животные, потребители живого органического вещества (гетеротрофы) — *консументы* и, наконец, разрушители (в основном микроорганизмы), превращающие остатки органического вещества и трупы животных и растений в неорганические соединения, — *редуценты*. На примере листопадного леса и пруда легко можно разобрать все связи биогеоценоза, которые идут в направлении: продуценты → консументы → редуценты. Каждая из этих трех групп представлена многочисленными видами (88). Иными словами, в биогеоценозе существует замкнутый круговорот веществ. Источником энергии этого круговорота служит световая энергия солнца, которая в биогеоценозе преобразуется в химическую, механическую и тепловую (89).

Каждый биогеоценоз характеризуют следующие показатели. *Видовое разнообразие* — число видов животных и растений, образующих данный биогеоценоз. *Плотность популяции* — численность особей данной популяции на единице площади или единице объема (у планктона). *Биомасса* — общее количество органического вещества всей совокупности особей (в пересчете на сухое вещество) с заключенной в нем энергией на единицу площади или объема. В биогеоценозах различают *первичную продуктивность* — суммарную продукцию фотосинтеза и *вторичную биологическую продуктивность* — общую продукцию, накопленную консументами.

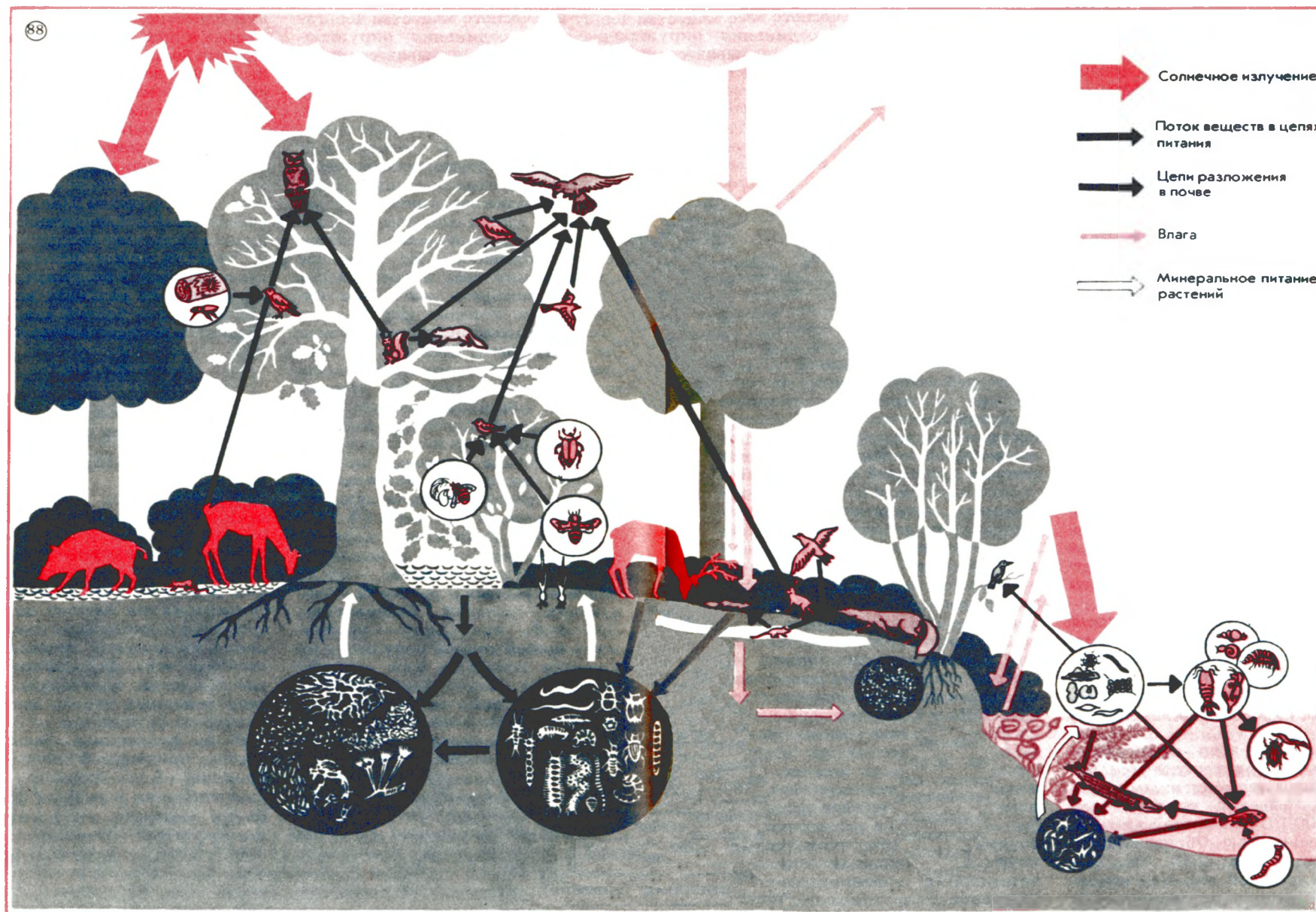
Различные типы биогеоценозов тесно связаны с географической зональностью. Каждую природную зону характеризуют преобладающие типы коренных биогеоценозов. Длительность существова-

ния биогеоценозов различна. Чем полнее в них круговорот веществ, тем они более устойчивы. В природе довольно часто происходит смена биогеоценозов. Некоторые устойчивые биогеоценозы способны восстанавливаться. Этот процесс осуществляется через ряд этапов. Например, смена биогеоценозов при восстановлении елового леса длится около 100 лет. При этом каждый последующий биогеоценоз долговечнее предыдущего.

Человек может изменять естественную смену биогеоценозов, задерживать ее развитие на хозяйственно более ценной стадии или создавать искусственные биоценозы.

ВОЗНИКНОВЕНИЕ И НАЧАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

Классическое определение жизни принадлежит Ф. Энгельсу и приведено им в книге «Анти-Дюринг» более 100 лет назад: «Жизнь есть способ существования белковых тел, и этот способ существования состоит по своему существу в постоянном самообновлении химических составных частей этих тел». Дальнейшее развитие биологии подтвердило связь этих основных сторон жизнедеятельности организмов со структурой и функциями белков. За период, прошедший после опубликования «Анти-Дюринга», крупные открытия в разных областях науки показали, что организм — это открытая система, существующая благодаря непрерывному обмену веществ и энергии с окружающей средой; живые тела способны к саморегуляции процессов жизнедеятельности, в результате чего организм сохраняет свои свойства в постоянно меняющихся условиях среды; самовоспроизведение клеток и организмов происходит за счет уникальной спо-





способности молекул ДНК к самовоспроизведению; синтез белка, хранение и передача наследственной информации происходят при участии нуклеиновых кислот.

Гипотеза А. И. Опарина о происхождении жизни на Земле. Проблема происхождения жизни на Земле — одна из самых сложных в биологии. В разные времена выдвигались разные теории о происхождении жизни, отвергнутые последующим развитием науки.

Одна из современных гипотез о происхождении жизни, пользующаяся наибольшей популярностью, разработана в основном академиком А. И. Опариным. Суть ее состоит в следующем.

Начальный этап существования Земли характеризовался интенсивными термоядерными процессами, высокой температурой (более 1000°C) и высокой химической активностью. Образовавшиеся при этом газы (NH_3 , CH_4 , CO_2 и др.) и водяной пар под огромным давлением извергались на поверхность и создавали первичную атмосферу Земли. Когда температура стала ниже 100°C , на Землю при конденсации паров хлынули теплые потоки воды с растворенными в ней вещества-

ми и образовали моря и океаны. В первобытном океане за счет энергии электрических разрядов непрерывавшихся гроз, ультрафиолетовых излучений и вулканической деятельности из растворенных в горячей воде неорганических веществ абиогенным путем возникли органические соединения (сахара, аминокислоты и азотистые основания и др.). Взаимодействуя друг с другом, органические вещества образовывали биополимеры — простые белки, нуклеиновые кислоты и др.

Эти предположения подтвердили соответствующие опыты по синтезу органических соединений из неорганических веществ (H_2O , CO_2 , NH_3 и CH_4) при нагревании до $70\text{—}80^{\circ}\text{C}$, при высоком давлении, электрических разрядах и ультрафиолетовом облучении. В аналогичных опытах, имитирующих условия первобытной Земли, был произведен в разных лабораториях мира абиогенный синтез почти всех основных мономеров важнейших биополимеров — аминокислот, пуринов, пиримидинов, жирных кислот и сахаров. Астрономические исследования показали, что на других планетах и звездах, в космической газопылевой материи есть углеводороды.



Химическая эволюция в дальнейшем шла по пути образования многомолекулярных комплексов — *коацерватов* (скоплений), основанных на свойстве растворов высокомолекулярных соединений в определенных условиях (например, в присутствии электролитов) расслаиваться на два несмешивающихся раствора разной концентрации. При механическом воздействии коацерваты дробились на отдельные капли. Коацерватные капли были способны захватывать из окружающей среды — *питательного бульона* — различные вещества и увеличиваться в размерах. Эти вещества вступали во взаимодействие, а крупные капли распадались на мелкие капельки, которые, в свою очередь, могли расти и т. д. По мнению академика А. И. Опарина, среди коацерватных капель шел своего рода «отбор» наиболее устойчивых к окружающей среде.

Следующий, наиболее ответственный этап возникновения жизни — превращение коацерватов в первые живые существа. Как происходил этот процесс, точно сказать трудно. Возможно, что в определенных коацерватных каплях случайно оказались вместе независимо возникшие простейшие белки, нуклеиновые кислоты, полисахариды и липиды. Благодаря высокой концентрации этих веществ и близкому расположению их молекул в коацерватных каплях могли осуществляться интенсивные процессы взаимодействия веществ. Как бы ни шли эти процессы, момент возникновения жизни, бесспорно, связан с преобразованием информации ДНК в структуру белка при условии самовоспроизведения всей комплексной системы ДНК — белок.

Жизнь возникла как новый качественный скачок в развитии мировой материи.

Первые организмы были значительно проще современных низ-

координированных живых существ. Возможно, что они, подобно вирусам, представляли нуклеопротеиды. Под воздействием ультрафиолетовых лучей и других мутагенов могли возникнуть мутации, среди которых были более совершенные формы, сохранившиеся в процессе естественного отбора. Первые организмы были гетеротрофы и питались органическими веществами из окружающего раствора — питательного бульона. По мере дальнейшего разноможения между ними возникла борьба за пищу, в результате которой выживали более совершенные формы, имевшие наружную мембрану, слой цитоплазмы вокруг ДНК и другие ценные признаки.

БИОСФЕРА И ЧЕЛОВЕК

Биосфера (от греч. «биос» — жизнь, «сфера» — шар) как носитель жизни возникла с появлением живых существ в результате эволюционного развития планеты. Под биосферой подразумевается часть оболочки Земли, населенная живыми организмами. Учение о биосфере создано академиком **Владимиром Ивановичем Вернадским** (1863—1945). В. И. Вернадский — основоположник учения о биосфере и метода определения возраста Земли по периоду радиополураспада радиоактивных элементов. Он впервые раскрыл огромную роль растений, животных и микроорганизмов в перемещении химических элементов земной коры.

Биосфера имеет определенные границы. Верхняя граница биосферы находится на высоте 15—20 км от поверхности Земли. Она проходит в *стратосфере*. Основная масса живых организмов находится в нижней воздушной оболочке — *тропосфере*. Наиболее населена самая нижняя часть тропосферы (50—70 м).



Нижняя граница жизни проходит по *литосфере* на глубине 2—3 км. Жизнь сосредоточена в основном в верхней части литосферы — в почве и на ее поверхности. Водная оболочка планеты (*гидросфера*) занимает до 71% поверхности Земли.

Если сравнить величину всех геосфер, то можно сказать, что наибольшая по массе — литосфера, наименьшая — атмосфера. Биомасса живых существ по сравнению с величиной геосфер невелика (0,01%). В разных частях биосферы плотность жизни не одинакова. Наибольшее количество организмов находится у поверхности литосферы и гидросферы. Содержание биомассы изменяется по зонам. Максимальную плотность имеют тропические леса, незначительную — льды Арктики и высокогорные области.

Биомасса. Организмы, составляющие биомассу, обладают громадной способностью размножения и распространения по планете. Размножение обуславливает *плотность жизни*. Она зависит от размеров организмов и необходимой для жизни площади. Плотность жизни создает борьбу организмов за площадь, пищу, воздух, воду.

Биомасса суши. На суше Земли от полюсов к экватору биомасса постепенно увеличивается. Наибольшее сгущение и многообразие растений имеет место во влажных тропических лесах. Число и разнообразие видов животных зависит от растительной массы и тоже увеличивается к экватору. Цепи питания, переплетаясь, образуют сложную сеть передачи химических элементов и энергии. Между организмами идет жесточайшая борьба за обладание пространством, пищей, светом, кислородом.

Биомасса почвы. Как среда жизни почва имеет ряд специфических особенностей: большую плотность, малую амплитуду ко-

лебаний температуры; она непрозрачна, бедна кислородом, содержит воду, в которой растворены минеральные вещества.

Обитатели почвы представляют своеобразный биоценотический комплекс. В почве много бактерий (до 500 т/га), разлагающих органическое вещество грибов; в поверхностных слоях живут зеленые и сине-зеленые водоросли, обогащающие почву кислородом в процессе фотосинтеза. Толща почвы пронизана корнями высших растений, богата простейшими — амебами, жгутиконосцами, инфузориями. В почве, кроме того, живут муравьи, клещи, кроны, сурки, суслики и другие животные. Все обитатели почвы производят большую почвообразовательную работу, участвуют в создании плодородия почвы. Многие почвенные организмы принимают участие в общем круговороте веществ.

Биомасса Мирового океана. Гидросфера Земли, или Мировой океан, занимает более $\frac{2}{3}$ поверхности планеты. Вода обладает особыми свойствами, важными для жизни организмов. Ее высокая теплоемкость делает относительно равномерной температуру океанов и морей, смягчая крайние изменения температуры зимой и летом. Физические свойства и химический состав вод океана весьма постоянны и создают среду, благоприятную для жизни. На долю растений океана приходится около $\frac{1}{3}$ фотосинтеза на всей планете.

Взвешенные в воде одноклеточные водоросли и мельчайшие животные образуют *планктон*. Планктон имеет преимущественное значение в питании животного мира океана.

В океане, кроме планктона и свободноплавающих животных, много организмов, прикрепленных ко дну и ползающих по нему. Обитателей дна называют *бентосом*.



В Мировом океане живой биомассы в 1000 раз меньше, чем на суше. Во всех частях Мирового океана имеются микроорганизмы, разлагающие органические вещества до минеральных.

Круговорот веществ и превращение энергии в биосфере. Растительные и животные организмы, находясь во взаимосвязи с неорганической средой, включаются в непрерывный круговорот веществ и энергии.

Углерод входит в состав таких горных пород, как известняк и мрамор. Большая часть углерода находится в атмосфере в виде углекислого газа. При фотосинтезе углекислый газ воздуха поглощается зелеными растениями. Углерод включается в круговорот благодаря деятельности бактерий, разрушающих мертвые остатки растений и животных ⁹⁰.

При разложении растений и животных азот выделяется в виде аммиака. Нитрифицирующие бактерии превращают аммиак в соли азотистой и азотной кислот, которые усваиваются растениями. Некоторые азотфиксирующие бактерии способны усваивать атмосферный азот.

Большие запасы фосфора содержат горные породы. При разрушении эти породы отдают фосфор наземным экологическим системам, однако часть фосфатов вовлекается в круговорот воды и уносится в море. Вместе с остатками умерших организмов фосфаты погружаются на дно. Часть их используется, а остальное теряется в глубинных отложениях. Таким образом, наблюдается несоответствие между потреблением фосфора и его возвращением в круговорот.

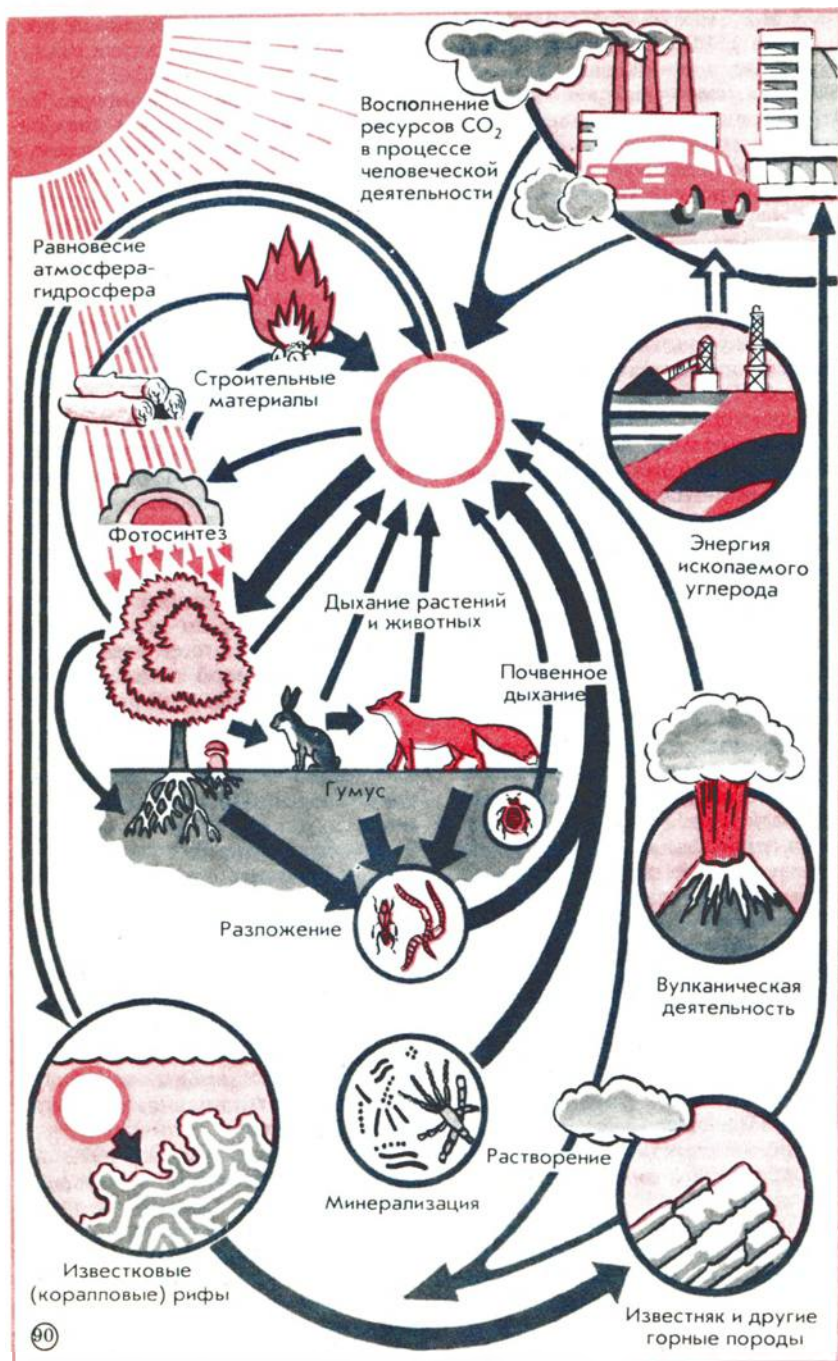
В результате круговорота веществ в биосфере происходит непрерывная биогенная миграция элементов. Необходимые для жизни растений и животных химические элементы переходят из среды в организм. При разложении орга-

низмов эти элементы снова возвращаются в среду, откуда поступают в организм.

Роль человека в биосфере. Человек — часть биомассы биосферы — долгое время находился в непосредственной зависимости от окружающей природы. С развитием мозга человек сам стал мощным фактором в дальнейшей эволюции на Земле. Овладение человеком разными формами энергии — механической, электрической и атомной — способствовало значительному изменению земной коры и биогенной миграции атомов. Наряду с пользой вмешательство человека в природу нередко наносит ей вред. Деятельность людей часто приводит к нарушению природных закономерностей. Нарушение и изменение биосферы вызывают серьезное беспокойство. Доля массы человечества в биосфере невелика, но деятельность его грандиозна, в настоящее время она стала силой, изменяющей процессы в биосфере. В результате этого биосфера, как утверждал В. И. Вернадский, должна закономерно перейти в ноосферу (от греч. «ноос» — разум, «сфера» — шар).

Ноосфера, по В. И. Вернадскому, — биосфера, преобразованная трудом человека и измененная научной мыслью. Каждый человек должен проникнуться экологическим мышлением, осознать огромную ценность жизни и возможные катастрофические последствия преобразования биосферы. Человек — часть природы и обязан перейти к равноправному сотрудничеству с ней.

В связи с этим в 1971 г. ЮНЕСКО (Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры) была принята Международная биологическая программа (МБП) «Человек и биосфера», изучающая изменение биосферы и ее ресурсов под воздействием человека.





ПРОВЕРЬТЕ СВОИ ЗНАНИЯ

1. Краткие определения каких понятий помещены ниже:

а) историческое развитие мира живых организмов как в целом, так и отдельных таксономических групп: царств, типов (отделов), отрядов (порядков), семейств, родов и видов;

б) появление у отдельных организмов данного вида признаков, которые существовали у отдаленных предков, но были утрачены в процессе эволюции.

2. Объясните происхождение хобота у слона с позиций Карла Линнея (а), Жана Батиста Ламарка (б), Чарлза Дарвина (в).

3. Какие из приведенных пар аналогичны:

а) усики винограда и усы земляники; б) усики винограда и усики гороха; в) усики винограда и колючки барбариса; г) хвосты и колючки кактуса?

4. У какого вида птиц больше шансов выжить в процессе:

а) откладывает 9 яиц, из них вылупляются 8 птенцов, лишь 2 из которых достигают половозрелости и дают потомство; б) откладывает 2 яйца, вылупляются 2 птенца, дают потомство 2; в) откладывает 5 яиц, вылупляются 5 птенцов, дают потомство 3; г) откладывает 7 яиц, вылупляются 5 птенцов, дают потомство 4.

5. В промышленных районах бабочки с темной окраской встречаются чаще, чем со светлой, потому что:

а) в промышленных районах темные бабочки откладывают больше яиц, чем светлые; б) темные бабочки более устойчивы к загрязнению; в) вследствие загрязнения некоторые бабочки становятся темнее других; г) в загрязненных районах темные бабочки менее заметны и реже подвергаются нападению хищников; д) птицам светлые бабочки «нравятся» больше темных.

6. Новый вид может возникнуть в результате:

а) удвоения генетического материала (у цветковых растений); б) постепенного накопления изменений, сохраняемых отбором в данных локальных условиях; в) мутации, препятствующей размножению в паре с большинством других особей данного вида; г) всех перечисленных выше условий; д) только условий а и б.

7. Дрозд белобровик и певчий дрозд, обитающие в одном лесу, составляют:

а) одну популяцию одного вида, б) две популяции двух видов, в) две популяции одного вида, г) одну популяцию разных видов.

8. Ареалы близкородственных видов часто пересекаются. В каких частях ареалов особи двух видов будут более сходны:

а) там, где они существуют, ведь условия их жизни одинаковы; б) виды должны различаться в местах совместного существования, чтобы особи одного вида скрещивались только друг с другом; в) различия везде будут одинаковы; г) виды будут похожи друг на друга по всем признакам, кроме вторичнополовых, в местах, где они сосуществуют? Опознавательные признаки, наоборот, в этих условиях должны различаться.

9. Выпишите буквы, под которыми даны названия процессов и структур в той последовательности, в какой они возникли в процессе эволюции:

а) дыхание, б) фотосинтез, в) полимеры, г) органические мономеры, д) брожение.

10. Самопроизвольное зарождение жизни на Земле в наше время представляется маловероятным, потому что:

а) не хватает ультрафиолетового излучения для того, чтобы обеспечить процесс необходимой энергией; б) в настоящее время слишком мало действующих вулканов; в) если бы и образовались



какие-нибудь химические вещества, из которых могла бы возникнуть жизнь, то они были бы немедленно поглощены существующими организмами.

11. Дочерние клетки, образующиеся в результате мейоза, содержат:

а) диплоидный набор хромосом, б) гаплоидный набор хромосом, в) хромосомный набор, идентичный набору материнской клетки.

12. Первое деление мейоза отличается от второго тем, что:

а) происходит уменьшение числа хромосом; б) в анафазе к полюсам клетки расходятся двойные хромосомы, а не хроматиды; в) в анафазе к полюсам клетки расходятся хроматиды, а не двойные хромосомы; г) число хромосом не изменяется.

13. Для растительной (I), животной (II) и бактериальной (III) клеток характерны:

а) толстая и прочная клеточная стенка; б) отсутствие клеточной стенки; в) ДНК в особой ядерной зоне, ядра нет; г) ДНК находится в ядре клетки; д) наличие рибосом, иногда также фотосинтезирующих мембранных структур; е) наличие митохондрий, рибосом, эндоплазматической сети, комплекса Гольджи, лизосом, ядра, клеточного центра; ж) наличие митохондрий, рибосом, эндоплазматической сети, комплекса Гольджи, вакуолей, лизосом, ядра, пластид.

14. Для ДНК (I) и РНК (II) характерны:

а) наличие одноцепочной молекулы; б) наличие двухцепочной молекулы; в) наличие в составе молекулы азотистых оснований аденина, урацила, гуанина, цитозина; г) наличие в составе молекулы азотистых оснований аденина, тимина, гуанина, цитозина; д) наличие в составе молекулы нуклеиновой кислоты рибозы; е) наличие в составе молекулы нуклеиновой кислоты дезоксирибозы; ж) при-

сутствие в ядре, хлоропластах, митохондриях, центриолях, рибосомах, цитоплазме; з) присутствие в ядре, митохондриях, хлоропластах; и) участие в хранении, воспроизведении и передаче наследственной информации; к) участие в передаче наследственной информации.

15. Для иРНК (информационной), тРНК (транспортной), рРНК (рибосомной) характерны:

а) участие в непосредственной сборке полипептидной цепи; б) участие в переносе наследственной информации из ядра в цитоплазму и выполнение роли матрицы при синтезе полипептидной цепи; в) присоединение аминокислот и транспортировка их к месту синтеза белка; г) участие в синтезе углеводов; д) наличие в составе рибосом; е) участие в транспортировке молекул углеводов; ж) пребывание преимущественно в свободном состоянии в цитоплазме клетки; з) присутствие в ядре и цитоплазме клетки.

16. Индивидуальные различия организмов обусловлены:

а) ДНК, б) РНК, в) белками, г) жирами, д) углеводами, е) нуклеиновыми кислотами и белками.

17. Последовательность нуклеотидов иРНК комплементарна последовательности нуклеотидов в:

а) двух цепочках молекулы ДНК, б) одной цепочке молекулы ДНК, в) одной молекуле тРНК, г) всех молекул тРНК.

18. Триплету ДНК состава ГЦТ соответствует антикодон тРНК состава:

а) ГЦТ, б) ЦГА, в) УГЦ, г) ЦУ.

19. Процессы биосинтеза белков протекают во всех клетках организма за исключением:

а) клеток слизистой оболочки кишечника, б) клеток печени, в) лейкоцитов, г) зрелых эритроцитов.

20. Что такое аллель:

а) пара генов, определяющих развитие взаимоисключающих



признаков; б) пара генов, расположенных в негомологичных хромосомах; в) пара генов, расположенных в одной хромосоме, наследующихся вместе; г) пара генов, отвечающих за развитие любых признаков организмов; д) пара генов, расположенных в гомологичных хромосомах и контролирующих альтернативные признаки.

21. Какое из следующих утверждений верно:

а) ценные признаки, имеющиеся у родителей, проявляются в потомстве независимо от условий внешней среды; б) ценные признаки, имеющиеся у родителей, проявляются в потомстве преимущественно в благоприятной среде; в) индивидуальные признаки, приобретенные при жизни, передаются по наследству; г) любые признаки организма (независимо от наследственных свойств) можно получить, изменяя внешнюю среду?

22. Когда определяется пол человека:

а) при образовании гамет в мейозе, б) при расхождении хромосом в мейозе, в) при образовании зиготы (при слиянии гамет), г) при рождении ребенка.

23. Сцепленное наследование — это явление, при котором:

а) гены, располагающиеся в негомологичных хромосомах, независимо комбинируются в потомстве; б) гены располагаются в гомологичных хромосомах и при мейозе распределяются в разные гаметы; в) гены располагаются в одной хромосоме и наследуются вместе; г) все перечисленное выше верно для явления сцепленного наследования.

24. Полиплоидная клетка возникает вследствие:

а) модификации, б) генной мутации, в) хромосомной мутации, г) нерасхождения хромосом.

25. Темноволосая женщина с кудрявыми волосами, гетерозиготная по первому признаку, всту-

пила в брак с мужчиной, имеющим темные гладкие волосы, гетерозиготным по первой аллели. Темные волосы и кудрявые волосы — доминантные признаки. У детей наиболее вероятны генотипы:

а) AA BB, б) AaBB, в) AABb, г) AaBb, д) aaBB, е) aaBb, ж) aabb.

26. Гетерозис — это:

а) перерождение гибридов во втором поколении; б) некротное увеличение числа хромосом; в) неродственное скрещивание; г) изменение, выражающееся в ускорении роста, увеличении размеров, повышении жизнестойкости и плодовитости гибридов первого поколения.

27. Выберите правильную формулировку закона гомологических рядов Н. И. Вавилова:

а) все виды и роды характеризуются единообразием потомства; б) генетически близкие виды и роды характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости; в) все родственные организмы имеют инбридное потомство; г) организмы, связанные единством происхождения, характеризуются общими корреляциями и модификациями.

28. Существуют ли генетические различия между особями разных популяций одного вида:

а) нет, так как у всех особей одного вида одинаковый кариотип; б) существуют, но только в пределах вида; в) нет, так как все особи одного вида могут скрещиваться между собой.

29. Определенные, сравнительно постоянные комплексы — природные сообщества, состоящие из популяций разных видов, обитающих на определенной территории с более или менее однородными условиями существования, — это:

а) волны жизни, б) биоценозы, в) филогенетические ряды, г) биотипы.

30. Количество особей данного вида на единицу площади или на единицу объема — это:



а) видовое разнообразие, б) волны жизни, в) экологическая пирамида, г) плотность популяции.

31. В перечне экосистем укажите естественные биоценозы:

а) лес, б) парк, в) поле кормовых трав, г) сад, д) болото.

32. Основная причина устойчивости природных биогеоценозов — это:

а) высокая биологическая продуктивность растений, б) наличие массы органических веществ, в) большое видовое разнообразие, г) интенсивная работа микроорганизмов.

33. Рельеф, климат, почва, воздух — это факторы:

а) антропогенные, б) биотические, в) абиотические.

34. Ограничивающим фактором в биоценозе служит:

а) вода, б) свет, в) пища, г) почва, д) воздух.

35. Главным регулятором сезонных явлений в жизни растений и животных в процессе эволюции стал один из следующих абиотических факторов:

а) количество осадков; б) скорость ветра; в) температура воздуха, воды, почвы; г) продолжительность дня и ночи.

36. Наибольшей продуктивностью отличается экосистема:

а) тундры (болота), б) елового леса, в) луга, г) дубравы.

ОТВЕТЫ

I. Растения, бактерии, грибы лишайники

1) а — биология, б — ботаника, в — зоология, г — анатомия и физиология человека, д — экология. 2) г. 3) I — а, в; II — б, г, д, е. 4) в. 5) 1 — а, 2 — е, 3 — в, 4 — д, 5 — г, 6 — б. 6) 1 — б, 2 — в, 3 — г, 4 — а, 5 — д. 7) Зародышевый корешок ближе всего расположен к отверстию в кожуре семени, через которое проникают вода и воздух. 8) Корневые волоски не образуются при наличии микоризы (грибокорня) и у водных цветковых растений. 9) а — корневой чехлик, б — корневой волосок. 10) Растение пустыни. 11) б — именно здесь расположены молодые корни с корневыми волосками. 12) Возможность максимально улавливать солнечный свет. 13) Их соотношение должно обеспечивать наиболее интенсивное усвоение солнечной энергии. 14) Увеличение поверхности листа и улучшение кислородного обмена, а также уменьшение сопротивления листа при движении воды. 15) Проводящая, снабжение водой и минеральными солями; выведение из листьев продуктов ассимиляции; механическая, соединение листа со стеблем. 16) а — проводящая, б — механическая, в — запасная. 17) Поскольку в водной среде растения не нуждаются в опоре, а гибкость предохраняет их от изломов под напором течения воды, механическая ткань развита слабо. 18) а — древесина, б — камбий, в — сердцевина, г — сердцевинный луч. 19) I — а, в, д; II — б, г, е. 20) Быстрее опадают более старые листья с основания ветки. 21) 1 — б, 2 — а. 22) На испарение. 23) а — клубень, б — луковица, в — кор-

невище. 24) I — а, г, д, ж, з, к, н; II — б, в, е, и, л, м. 25) а. 26) Строение цветков, соцветий и плодов. 27) I — а, б, в; II — г. 28) Тело водорослей (слоевидные) не разделено на корни, стебли, листья. 29) а — вегетативный, б — бесполой, в — половой. 30) Грибница, или мицелий. 31) Дрожжи. 32) а — вегетативный, б — почкованием, в — спорами. 33) е — в

б — з — д — ж — а — г.

34) Оплодотворение у папоротника происходит при наличии капельножидкой влаги, благодаря которой сперматозоиды подплывают к яйцеклеткам. 35) Те и другие размножаются спорами, но папоротники отличаются более сложным циклом развития с чередованием бесполого и полового поколений.

II. Животные

1) а, г. 2) а, б. 3) в, г. 4) а. 5) б, в. 6) а. 7) г. 8) в. 9) а, в, д. 10) а, б, г. 11) в, г. 12) в. 13) в. 14) а, б. 15) г. 16) в. 17) а. 18) в. 19) г. 20) г. 21) в. 22) г. 23) а. 24) г. 25) б. 26) в. 27) б. 28) г. 29) б, в. 30) а, г. 31) Яйцо, личинка, взрослое насекомое. 32) а, в, г. 33) б. 34) Тип развития, особенности ротовых органов и строения крыльев. 35) На песчаном дне моря. 36) а, г. 37) а, б, г. 38) а, б. 39) в. 40) г. 41) Передний и промежуточный мозг. 42) в, г. 47) Маховые и рулевые. 48) Мышцы большая грудная и подключичные. 49) г. 50) а, в.

III. Человек

1) в, г. 2) I — а, II — б. 3) г. 4) а, б, в. 5) а, б. 6) а, в. 7) в. 8) б. 9) в. 10) г. 11) в, г. 12) I — в, II — а. 13) I — б,

II — г. 14) в. 15) б. 16) в. 17) в. 18) а, б, г. 19) а. 20) в. 21) г. 22) а. д. 23) г. 24) г. 25) в. 26) б. 27) в. 28) в, д. 29) а, г. 30) а, б, в. 31) б. 32) а, б, в, г. 33) а. 34) б. 35) в, г, д. 36) I — в, II — г. 37) в. 38) г. 39) б. 40) б, в. 41) д, е, ж. 42) в. 43) а, г. 44) а. 45) б.

IV. Общая биология.

1) а — эволюция, б — ата-визм. 2) а — создан творцом; б — упражнение органа и наследова-

ние приобретенных признаков; в — наследственная изменчивость и естественный отбор. 3) б. 4) г. 5) г. 6) г. 7) б. 8) б. 9) г, в, д, б, а. 10) в. 11) б. 12) а. 13) I — а, г, ж; II — б, г, е; III — а, в, д. 14) I — б, г, е, з, и; II — а, в, д, ж, к. 15) иРНК — б, з; тРНК — в, ж; рРНК — а, д. 16) в, е. 17) б. 18) г. 19) г (отсутствует ядро). 20) д. 21) б. 22) в. 23) в. 24) г. 25) в, г, е. 26) г. 27) б. 28) б. 29) б. 30) г. 31) а, д. 32) в. 33) в. 34) в. 35) г. 36) г.

ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ

Алиханян С. И. 198
 Анохин П. К. 136
 Асратян Э. А. 136
 Вутурин Н. С. 198
 Вавилов Н. И. 192, 194
 Вернадский В. И. 207
 Воронин Л. Г. 136
 Геккель Э. 157
 Дарвин Ч. 147, 159
 Зильбер Л. А. 66
 Иванов М. Ф. 197
 Карпеченко Г. Д. 196
 Купалов П. С. 136
 Кювье Ж. 146
 Ламарк Ж. Б. 145
 Линней К. 145
 Ломоносов М. В. 146
 Лукьяненко П. П. 197
 Лунин Н. И. 119
 Менделеев Д. И. 163
 Мендель Г. 184
 Мечников И. И. 41, 106

Мичурин И. В. 196, 197
 Морган Т. 187
 Мюллер Ф. 157
 Навашин С. Г. 182
 Опарин А. И. 206
 Орбели Л. О. 136
 Павлов И. П. 116, 117, 129, 131, 134
 Павловский Е. Н. 66
 Пустовойт В. С. 197
 Радищев А. Н. 146
 Ремесло В. Н. 197
 Рулье К. Ф. 146
 Северцов А. Н. 157, 158
 Сеченов И. М. 102, 134
 Скрябин К. И. 59
 Тимирязев К. А. 174
 Цицин Н. В. 197
 Четвериков С. С. 193
 Шванн Т. 163
 Шмальгаузен И. И. 153

Балаян В. М. Аптека для растений. — М.: Просвещение, 1985.

Книга адресована учащимся 9—10 классов, она содержит интересные сведения о грибах и вирусах, бактериях и других микроорганизмах, вызывающих болезни зеленых растений, а также знакомит с методами и средствами защиты растений от болезней.

Бальдыш Г. М. Посев и всходы. — М.: Знание, 1983.

Книга посвящена Н. И. Вавилову, выдающемуся ботанику, генетику, селекционеру, географу.

Беме Р. Л., Кузнецов А. А. Птицы разных материков. — М.: Просвещение, 1986.

Книга содержит сведения о мировом распространении птиц на Земле, об орнитологической фауне каждого материка, интересных моментах биологии разнообразных видов птиц, их хозяйственном значении, использовании и охране. Научно-популярный текст иллюстрирован цветными рисунками и картами.

Биологический энциклопедический словарь. — М.: Советская энциклопедия, 1989.

Универсальное справочное издание, предназначено для широкого круга читателей, интересующихся живой природой.

Вобров Р. Все о национальных парках. — М.: Молодая гвардия, 1987.

Книга освещает проблемы, стоящие перед обществом в деле охраны природной среды, при создании национальных парков и работах по их обустройству.

Вогданова Т. Л. Общая биология в терминах и понятиях. — М.: Высшая школа, 1988.

В книге дано краткое изложение основных понятий и терминов по общей биологии, поэтому она

может служить как справочное пособие по многим вопросам биологии.

Велек И. Что должен знать и уметь юный защитник природы. — М.: Прогресс, 1983.

Книга предлагает интересные сведения по природоведению, поможет научиться проводить самостоятельные наблюдения в природе и принимать участие в ее охране.

Верзилин Н. М. По следам Робинзона. — М.: Просвещение, 1993.

Эта книга — своеобразное «приглашение в природу». Читатель как бы совершает экскурсию в удивительный мир растений, обогащаясь многими полезными сведениями, необходимыми в жизни человека. Книга учит внимательному и бережному отношению к природе.

Георгиевский А. Б., Попов Е. В. «Белые пятна» эволюции. — М.: Просвещение, 1987. Жизнь... Разнообразны ее формы и проявления — от вируса и бактерий до существ, обладающих разумом и волей.

Будучи сам живым существом, человек постоянно обращается к живой природе, пытается понять тайну собственного происхождения, стремясь ответить на вопросы: как возникла жизнь, как развивалась, что она собой представляет?

Авторы поставили перед собой нелегкую задачу — рассказать юному читателю о не до конца понятных эволюционных явлениях. Юный читатель, внимательно прочитавший книгу, испытывает желание углубить знания в области эволюционной теории.

Голованова Э. Н. Птицы возле дома. — Л.: Гидрометеоиздат, 1990. В книге показана связь разных видов пернатых с человеком и с окружающей природой,

с возделываемыми растениями и с живущими возле людей домашними животными.

Городинская В. Живое — живому. — М.: Знание, 1988.

Автор книги в занимательной форме повествует о зарождении и развитии биогеоценологии как науки. На конкретных примерах показаны сложные взаимоотношения организмов.

Горохов В. А., Вишиевская С. С. По национальным паркам мира. — М.: Просвещение, 1993. В книге рассказано о самых распространенных в современном мире охраняемых территориях — национальных парках по личным наблюдениям и впечатлениям от увиденного авторами во время их путешествий.

Дарвин Чарлз. Происхождение видов путем естественного отбора. Комментарии А. В. Яблокова, Б. М. Медникова. — М.: Просвещение, 1987.

Классический труд Чарлза Дарвина, великого натуралиста и исследователя природы, написан интересно и увлекательно, красочно оформлен многочисленными и разнообразными рисунками, схемами, картами, фотографиями. Комментарии крупных ученых-эволюционистов показывают актуальность материалов Дарвина сегодня.

Книга поможет формированию научного мировоззрения, лучшему усвоению биологических знаний, пониманию жизни природы.

Детская энциклопедия. Растения и животные: Т. 4. — М.: Педагогика, 1973.

Дан содержательный и интересный материал о жизни растений и животных. Книга может быть использована как справочник и для внеклассного чтения.

Детская энциклопедия. Человек: Т. 7. — М.: Педагогика, 1975.

Справочный материал может быть хорошо использован учащи-

мися в подготовке к занятиям по биологии.

Жизнь растений: Т. I — IV. — М.: Просвещение, 1974—1983.

Даны современные сведения о жизни растений. Книги богато иллюстрированы и снабжены указателями, что облегчает поиск сведений по интересующим вопросам.

Ивченко С. И. Занимательно о фитогеографии. — М.: Молодая гвардия, 1985.

Автор в увлекательной форме раскрывает научную картину распределения растений на земном шаре. В книге описано шесть флористических царств нашей планеты: голарктис, палеотропис, неотропис, кап, австралис и антарктис.

Жизнь животных: Т. I — VII. — 2-е изд. — М.: Просвещение, 1983—1989.

Описан животный мир нашей планеты. Книжки могут быть использованы для внеклассного чтения старшеклассниками, интересующимися жизнью животных.

Зверев И. Д. (сост.) Книга для чтения по анатомии, физиологии и гигиене человека. — 4-е изд., перераб. — М.: Просвещение, 1989.

Раскрывается строение и функционирование человеческого организма, освещаются вопросы личной и общественной гигиены. Даются практические советы.

Зигуненко С. Н., Малов В. И., Н. И. Вавилов. — М.: Просвещение, 1987

Имя выдающегося ученого академика Н. И. Вавилова, 100-летие которого отмечалось в 1987 году, широко известно во всем мире. Его научная деятельность сыграла выдающуюся роль в развитии советской науки — ботаники, генетики, селекции, агрономии, географии. Работы ученого в области генетики и селекции, собранная им уникальная коллекция растений всего мира помогают и се-

годия выводить новые сорта, повышать урожайность растений.

Книга расскажет учащимся о сложном пути ученого к научным открытиям, расширит знания по курсу общей биологии.

Ивахненко М. Ф., КорABELЬНИКОВ В. А. Живое прошлое Земли.— М.: Просвещение, 1987.

Красочно иллюстрированная книга отражает картину эволюции органического мира, способствует формированию материалистического мировоззрения, атеистическому воспитанию учащихся.

Ученые-палеонтологи интересно рассказывают о жизни прошедших геологических эпох, о загадочной, удивительной природе тех времен, о появлении человека на Земле. Особое внимание уделяется вопросам охраны природы.

Отбор палеонтологических объектов проведен в соответствии с новой школьной программой. Оформлена книга уникальными цветными фотографиями и рисунками древних животных.

Книга для чтения по ботанике / Сост. Д. И. Трайтак.— 3-е изд.— М.: Просвещение, 1993.

Интересно рассказано о строении и жизни растений, о их многообразии и использовании человеком, о значении растительных сообществ. Пропагандируется исследовательское и бережное отношение к природе.

Книга для чтения по зоологии / Сост. С. А. Молис.— М.: Просвещение, 1986.

В пособии содержится дополнительный к учебнику материал, уделено внимание вопросам охраны животного мира.

Книга для чтения по охране природы / Сост. А. Н. Захлебный.— М.: Просвещение, 1986.

Книга позволяет расширить знания по биологии, географии, обществоведению. Она поможет выра-

ботать ответственное отношение к окружающей среде, практически участвовать в охране родной природы.

Колесов Д. В., Маш Р. Д. Основы санитарии и гигиены: Факультативный курс для уч-ся 9—10 кл. ср. шк.— М.: Просвещение, 1989.

В книге учащиеся найдут ответы на многие вопросы из области санитарии и гигиены. Книга снабжена заданиями, вопросами для размышления и интересными опытами.

Макевин С. Г., Вакулин А. А. Охрана природы.— 2-е изд.— М.: Агропромиздат, 1991. В книге рассмотрены вопросы охраны недр, вод, воздуха, почвы, растительного и животного мира.

Молис С. С., Молис С. А. Активные формы и методы обучения биологии (раздел «Животные»).— М.: Просвещение, 1988. Разнообразные познавательные и занимательные задания и вопросы объединены по основным темам и проблемам биологии. В сопровождении многочисленных иллюстраций этот материал поможет лучшему повторению и усвоению изученного, углубит и закрепит знания по биологии.

Ньюмен А. Легкие нашей планеты: Пер. с англ.— М.: Мир, 1989.

Книга о влажных тропических лесах, их роли в биоценозе Земли и угрозе, которая нависла над «легкими планеты».

Петров В. В. Лес и его жизнь.— М.: Просвещение, 1986. Книга расширяет знания учащихся о лесных сообществах (биоценозах), о природе родной страны, о биосфере. Особое внимание уделено сохранности и приумножению лесных богатств. Школьники смогут узнать малоизвестные сведения о самом лесу, об отдельных растениях, населяющих лес (деревьях, кустарниках, травах). Значительное внимание уде-

лено вопросам охраны леса и лесных растений. Книга хорошо иллюстрирована красочными рисунками и фотографиями.

Попов Е. Б. За семью замками наследственности. — М.: Агропромиздат, 1991.

Книга посвящена сложным вопросам изучения наследственности высших форм организмов. Автор проводит анализ открытий, сделанных генетикой, эмбриологией и другими науками, и высказывает мысли о направленном воздействии на наследственность высших форм организмов.

Розанов Б. Г. Живой покров Земли. — М.: Педагогика, 1989.

Книга адресована старшеклассникам и рассказывает о научных проблемах рационального использования почв, их роли в жизни человека и планеты.

Сергеев Б. Ф. Высшая форма организованной материи. — М.: Просвещение, 1987.

Книга освещает вопросы физиологии человеческого мозга и гигиены умственного труда. Школьники, интересующиеся проблемами высшей нервной деятельности человека, найдут здесь интересный материал об анатомии мозга, строении и функциях нейронов и нервной ткани, о второй сигнальной системе, о типах высшей нервной деятельности. Рассматривается пагубное влияние алкоголя на мыслительную деятельность человека.

Издание иллюстрировано рисунками, схемами, цветными таблицами.

Скормяков С. М. «Зеленая» родословная. — 2-е изд. — М.: Агропромиздат, 1989.

Автор в увлекательной форме описывает происхождение, распространение и биологические особенности культурных растений.

Смирнов А. Мир растений. — М.: Молодая гвардия, 1981.

В увлекательной форме описыва-

ются растения не только нашей страны, но и других районов планеты.

Сосновский И. П. О редких животных мира. — М.: Просвещение, 1987.

В книге рассказано о некоторых диких животных мировой фауны, ставших в наше время редкими. Они находятся под угрозой исчезновения в природе и нуждаются в действенных мерах по их спасению. Автор знакомит читателей также с видами, встречающимися на ограниченных территориях, которым пока не грозит вымирание.

Все рассказы написаны живо, образно и с учетом новейших научных исследований. Очень интересны цветные иллюстрации, выполненные известным художником-анималистом В. В. Трофимовым.

1-е издание вышло в 1982 г.

Таршис М. Г. Стихийное зло эволюции. — М.: Агропромиздат, 1988.

О том, как в процессе эволюции зародились и в дальнейшем развивались болезнетворные формы паразитов, а также о болезнях, которые вызывают микроорганизмы, повествует эта книга.

Энциклопедический словарь юного биолога / Сост. М. Е. Аспиз. — М.: Педагогика, 1986.

Словарь посвящен одной из важнейших в современном мире наук — биологии. В нем содержится около 300 статей, в которых рассказано о происхождении жизни и закономерностях ее развития, строении и функциях живых существ — от целого организма до клеток и молекул. Большое внимание уделено использованию достижений биологической науки в народном хозяйстве, вопросам охраны природы. Помещены интересные статьи о выдающихся отечественных и зарубежных ученых-биологах, даются практические советы учащимся.

Энциклопедический

словарь юного натуралиста / Сост. А. Г. Рогожкин. — М.: Педагогика, 1981.

Словарь предназначен всем школьникам, прежде всего — юным натуралистам и опытникам сельского хозяйства, членам обществ охраны природы, ученическим производственных бригад, школьных лесничеств. Книга содержит богатый справочный материал о юннатском движении, разных

формах работы юных натуралистов, об охране природы, различных видов животных и растений, об основных проблемах и успехах биологической и сельскохозяйственной наук, об уходе и наблюдении за животными и растениями. Рассказывается о выдающихся деятелях биологической науки и юннатского движения. Много иллюстраций — схем, фотографий, рисунков, карт, чертежей.

СОДЕРЖАНИЕ

Растения. Бактерии. Грибы. Лишайники. <i>Д. И. Трайтак</i>	5
Животные. <i>В. А. Карьенов, Е. Т. Бровкина</i>	51
Человек. <i>С. И. Балусев</i>	93
Общая биология. <i>Н. И. Клинковская, В. В. Пасечник</i>	143
Ответы	215
Именной указатель	217
Рекомендуемая литература	218

Учебное издание

ИБ № 15300

Трайтак Дмитрий Илларионович
Карьенов
Владимир Александрович
Бровкина Евгения Тихоновна
Бадусев Сергей Иванович
Клиниковская Нина Ивановна
Пасечник Владимир Васильевич

Сдано в набор 09.06.93. Лицензия
ЛР № 010001 от 10.10.91. Подписано
к печати 14.02.94. Формат 60×90^{1/16}.
Вум. офсетная № 2. Гарнитура школь-
ная. Печать офсетная. Усл. печ. л.
14+0,25 ф. Усл. кр.-отт. 28,81.
Уч.-изд. л. 16,09+0,30 ф. Тираж
60 000 экз. Заказ № 3886.





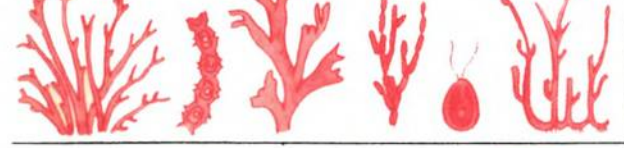


БИОЛОГИЯ

Справочные материалы

Зав. редакцией *В. И. Сивоглазов*
Редактор *Т. В. Григорьева*
Оформление художников
В. А. Гомона, П. А. Жиличкина
Художественный редактор
Т. В. Бусарова
Технический редактор
Е. Н. Зелянина
Корректоры *О. В. Ивашкина,*
Л. Г. Новожилова

Ордена Трудового Красного Знамени
издательство «Просвещение» Коми-
тета Российской Федерации по печати.
127521, Москва, 3-й проезд Марьиной
рощи, 41.

Смоленский полиграфический комби-
нат Комитета Российской Федерации
по печати. 214020, Смоленск, ул.
Смолянинова, 1.

Растения	Эры П Е Р		
	ДЛИТЕЛЬНОСТЬ (ВОЗРАСТ ОТ НАЧАЛА) В МЛН. ЛЕТ		
	КАЙНОЗОЙ 67	АНТРОПОГЕН 1.5	3
		НЕОГЕН 23.5	27
		ПАЛЕОГЕН 42	67
	МЕЗОЗОЙ 163	МЕЛ 70	137
		ЮРА 58	195
		ТРИАС 45	230
   	ПАЛЕОЗОЙ 340	ПЕРМЬ 55	285
		КАРБОН 65-75	350-361
		ДЕВОН 60	420
		СИЛУР 30	480
		ОРДОВИК 60	510
		КЕМБРИЙ 70	570
	ПРОТЕРОЗОЙ 2700		2500
	АРХЕЙ 3500		3500

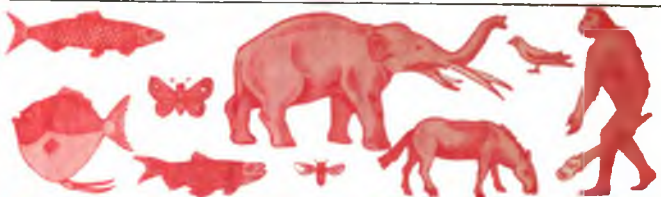
О Д Ы

Основные представители

Животные

Появился человек.

Господство покрытосеменных растений. Расцвет млекопитающих, птиц, насекомых. Появились перапитеки, дроипитеки. Вымерли крупные пресмыкающиеся, головоногие моллюски.



Распространение покрытосеменных. Сокращение папоротников и голосеменных. Появление высших млекопитающих, птиц. Преобладание костистых рыб.



Господство голосеменных растений, пресмыкающихся, головоногих моллюсков. Появился археоптерикс.

Начало расцвета пресмыкающихся. Появление первых млекопитающих; настоящих костистых рыб.

Расцвет голосеменных. Развитие пресмыкающихся. Вымерли трилобиты.



Расцвет папоротниковидных. Появление семенных папоротников. Расцвет земноводных. Появились пресмыкающиеся, насекомые. Вымерли трилобиты.

Распространение на суше высших споровых. Расцвет щитковых. Появились кистеперые рыбы, стегоцефалы.



Выход растений на сушу. Расцвет трилобитов. Появились щитковые.



Процветают все типы водорослей и морских беспозвоночных. Наиболее распространены трилобиты.



Развитие водорослей и беспозвоночных. Появились первые хордовые.



Следы жизни незначительны. Господство бактерий.

