

Пособие для старшеклассников и поступающих в вузы



Евгений Краснодембский
Общая биология. Пособие для
старшеклассников и поступающих в вузы

«Текст предоставлен правообладателем»

http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=181594

Общая биология: Пособие для старшеклассников и поступающих в вузы: Питер; Спб.; 2008

ISBN 978-5-91180-605-7

Аннотация

Биология, находясь на стыке естественных и гуманитарных наук, занимает особое место. Пособие, написанное преподавателем Санкт-Петербургского государственного университета, позволит в кратчайший срок подготовиться к вступительным экзаменам. Краткость и доступность изложения программных вопросов, наглядность рисунков и таблиц обеспечат легкое запоминание сложных тем и помогут почувствовать уверенность в своих знаниях.

Для старшеклассников и абитуриентов.

Содержание

Введение	4
Глава 1. Сущность жизни	6
§ 1. Определение жизни и фундаментальные свойства живого	6
§ 2. Уровни организации живого	9
Глава 2. Многообразие организмов и основы биологической классификации	11
§ 1. Принципы классификации живых организмов	11
§ 2. Современные представления о макросистеме живых организмов	13
Глава 3. О химическом составе клеток живых существ	16
§ 1. Химические элементы и неорганические вещества клетки	16
§ 2. Белки в составе клетки, их строение и функции	17
§ 3. Нуклеиновые кислоты, их строение, свойства и функции	18
§ 4. Углеводы, жиры и АТФ, их строение и значение	21
Глава 4. Клетка – структурная и функциональная единица живого	23
§ 1. Клеточная теория и ее общебиологическое значение. Про-и эукариотная клетки	23
§ 2. Основные компоненты эукариотной клетки	27
§ 3. Организация клеточного ядра. Хромосомы	36
Глава 5. Обмен веществ	39
§ 1. Метаболизм как единство ассимиляции и диссимиляции	39
Конец ознакомительного фрагмента.	41

Е. Г. Краснодембский

Общая биология

Введение

Биология (от греч. *bios* – жизнь + *logos* – слово, учение) – наука, которая изучает жизнь как явление, занимающее особое место в мироздании. Вместе с другими науками, исследующими природу (физикой, химией, астрономией, геологией и т. д.), она относится к числу естественных наук. Обычно выделяют в самостоятельную группу еще и гуманитарные науки (изучающие закономерности существования и развития человека, человеческого общества); к ним относятся социология, психология, антропология, этнография и др.

Феномен человека (как биосоциального существа) интересует и естественные, и гуманитарные науки. Но биология выполняет особенную роль, будучи связующим звеном между ними. Такое заключение основано на современных представлениях о развитии природы, которое привело к появлению жизни. В процессе же эволюции живых организмов возник человек, обладающий качественно новыми свойствами – разумом, речью, способностью к творческой деятельности, общественным образом жизни и т. д.

Существование и развитие неживой природы подчинено физико-химическим законам. С появлением живых организмов начинают осуществляться *биологические процессы*, имеющие принципиально иной характер и подчиняющиеся иным закономерностям – *биологическим*. Однако важно отметить, что сохраняются наряду с этим и физико-химические процессы, которые лежат в основе возникающих (качественно иных и своеобразных) биологических явлений.

Специфические качества и социальные свойства человека не исключают его природной принадлежности. В человеческом организме осуществляются (как у всех живых существ) и физико-химические, и биологические процессы. Однако полноценно индивид может развиваться лишь в обществе, в общении с другими людьми. Только так осваивается речь и приобретаются знания, умения, навыки. Коренное отличие здесь заключается в том, что существование и развитие человечества базируется на его способности к познанию, к накоплению знаний из поколения в поколение, к производительной деятельности.

Поистине грандиозные достижения науки, в том числе и биологии, в XX в. существенно расширили и углубили наши представления как о единстве природы и человека, так и о их сложных взаимоотношениях. Например, данные экологии показали, что живые организмы, в том числе и человек, не только зависимы от природы, но и сами выступают в роли мощного фактора, воздействующего и на нее, и даже на космос. Это касается, в частности, атмосферы Земли, формирования обширных геологических пластов, образования островных систем и т. п. Человечество в настоящее время оказывает самое сильное воздействие на живую и неживую природу планеты.

Биология сегодня представляет собой комплекс наук, изучающих разнообразные живые существа, их строение и функционирование, распространение, происхождение и развитие, а также природные сообщества организмов, их связи друг с другом, с неживой природой и человеком.

Помимо общепознавательного значения биология играет огромную роль для человека, издавна служа теоретической основой медицины, ветеринарии, агрономии, животноводства. Теперь появились и отрасли производства, которые основаны на *биотехнологии*, т. е. исполь-

зуют живые организмы в производственном процессе. Можно упомянуть пищевую, фармацевтическую, химическую промышленность и др.

Большое значение имеют различные биологические науки и в связи с проблемой взаимоотношений человека и природы. Только на научной основе возможно решать такие задачи, как рациональное использование природных ресурсов, щадящее отношение к окружающему нас миру, грамотная организация природоохранной деятельности.

«Общая биология» – это предмет, представляющий собой важнейший этап биологического образования учеников средней школы. Он опирается на те знания, навыки и умения, которые были уже приобретены при изучении ботаники, зоологии, биологии человека.

Начиная с 6–го класса вы знакомились с разными группами живых организмов: вирусами, бактериями, грибами, растениями, животными. Вы узнали об их строении и функционировании, разнообразии форм, распространении и т. п. В 8–м классе предметом занятий по биологии стали человек и его специфика как биосоциального существа.

Общая биология, в отличие от других специализированных дисциплин, рассматривает, о чем говорит и само название, *общие* (для всех живых организмов) своеобразные свойства и качества всего *живого*, общие закономерности организации, жизнедеятельности, развития, присущие всем формам *жизни*.

Глава 1. Сущность жизни

§ 1. Определение жизни и фундаментальные свойства живого

Одной из задач, стоящих перед любой наукой, служит необходимость создания *определений, т. е. кратких формулировок*, дающих, однако, *полное* представление о сущности объекта или явления. В биологии имеются десятки вариантов определений жизни, но ни одно из них не удовлетворяет сразу двум названным выше требованиям. Либо определение занимает 2–3 страницы книги, либо из него оказываются «выпавшими» какие-то важные характеристики живого.

Жизнь в ее конкретных проявлениях на Земле представлена многообразными формами организмов. Согласно современным биологическим знаниям, можно выделить совокупность свойств, которые следует признать общими для *всех живых существ* и которые отличают их от тел неживой природы. Таким образом, к понятию *жизнь* мы придем путем постижения специфических свойств живых организмов.

Специфика химического состава. Различие между живым и неживым отчетливо проявляется уже на уровне их химического состава. Очень часто можно встретить словосочетание «органическая природа» как синоним «живой природы». И это совершенно справедливо. *Все органические вещества* создаются в живых организмах в процессе их жизнедеятельности. Как говорят специалисты, они *биогенные* (т. е. созданы живыми существами). Более того, именно органические вещества и определяют возможность существования самих живых организмов. Так, например, нуклеиновые кислоты содержат наследственную (генетическую) информацию; белки определяют строение, обеспечивают движение, регуляцию всех жизненных процессов; сахара (углеводы) выполняют энергетические функции и т. д. На Земле не известно ни одного живого существа, которое не представляло бы собой совокупность белков и нуклеиновых кислот.

Органические вещества имеют более сложные молекулы, чем неорганические, и характеризуются бесконечным разнообразием, что в значительной мере, как мы увидим далее, определяет многообразие живых организмов.

Структурная организация живых существ. Еще в младших классах, на уроках ботаники и зоологии, вам рассказывали, что учеными Т. Шванном и М. Шлейденем (1839 г.) была сформулирована клеточная теория строения всех растений и животных. Клетка с тех пор признается *структурно-функциональной единицей* любых живых существ. Это означает, что их тела построены из клеток (есть и одноклеточные) и осуществление жизнедеятельности организма определяется процессами, протекающими внутри самих клеток. Вспомните также, что клетки всех растений и животных сходны по своему строению (имеют *мембрану, цитоплазму, ядро, органоиды*).

Но уже на этом уровне проявляется *структурная сложность* организации живого. В клетке существует множество разнообразных компонентов (органоеидов). Такая неоднородность ее внутреннего состава обеспечивает возможность осуществлять одновременно сотни и тысячи химических реакций в столь маленьком пространстве.

То же самое характерно и для многоклеточных организмов. Из множества клеток образуются различные ткани, органы, системы органов (выполняющие разные функции), которые вместе составляют сложную и неоднородную целостную систему – живой организм.

Обмен веществ у живых организмов. Всем живым организмам присущ обмен веществами и энергией с окружающей средой.

Ф. Энгельс еще в конце XIX в. выделил это свойство живого, глубоко оценив его значение. Предлагаая свое определение жизни, он писал:

Жизнь – это способ существования белковых тел, существенным моментом которого является постоянный обмен веществ с окружающей их внешней природой, причем с прекращением этого обмена веществ прекращается и жизнь, что приводит к разложению белка.

Далее Ф. Энгельс уточнял:

И у неорганических тел может происходить обмен веществ... Но разница заключается в том, что в случае неорганических тел обмен веществ разрушает их, в случае же органических тел он является необходимым условием их существования.

В этом процессе живой организм получает вещества, необходимые ему как материал для роста, восстановления разрушенных («отработавших») компонентов и как источник энергии для обеспечения жизнедеятельности. Образующиеся же вредные или ненужные организму вещества (углекислый газ, мочеви́на, вода и др.) выводятся во внешнюю среду.

Самовоспроизведение (размножение) организмов. **Размножение** – *воспроизведение себе подобных* – важнейшее условие продолжения жизни. Отдельный организм смертен, срок его жизни ограничен, а размножение обеспечивает непрерывность существования видов, с избытком компенсируя естественное отмирание особей.

Наследственность и изменчивость.

Наследственность – способность организмов передавать из поколения в поколение всю совокупность признаков, обеспечивающих приспособленность организмов к среде их обитания.

Она обеспечивает сходство, подобие организмов разных поколений. Неслучайно синонимом размножения служит слово *самовоспроизведение*. Особи одного поколения порождают особей нового поколения, подобных себе. Сегодня хорошо известен механизм наследственности. Наследственная информация (т. е. информация о признаках, свойствах и качествах организмов) зашифрована в нуклеиновых кислотах и передается из поколения в поколение в процессе размножения организмов.

Очевидно, что при «жесткой» наследственности (т. е. абсолютном повторении родительских признаков) на фоне меняющихся условий внешней среды выживание организмов было бы невозможно. Не могли бы организмы осваивать и новые места обитания. Наконец, исключен был бы и эволюционный процесс – образование новых видов. Однако живым организмам присуща и **изменчивость**, *под которой понимают их способность приобретать новые признаки и утрачивать прежние*. Результатом оказывается разнообразие особей, принадлежащих к одному и тому же виду. Изменчивость может осуществляться как у отдельных особей во время их индивидуального развития, так и у группы организмов в ряду поколений при размножении.

Индивидуальное (онтогенез) и историческое (эволюционное; филогенез) развитие организмов. Любой организм в течение своей жизни (с момента его зарождения и до естественной смерти) претерпевает закономерные изменения, которые называются *индивидуальным развитием*. Происходит увеличение размеров и массы тела – рост, образование новых структур (иногда сопровождающееся разрушением ранее существующих – например, утрата хвоста головастиком и формирование парных конечностей), размножение и, наконец, завершение существования.

Эволюция организмов представляет собой необратимый процесс исторического развития живого, в ходе которого наблюдается последовательная смена видов как результат исчезновения ранее существующих и возникновения новых. По своему характеру эволюция прогрессивна, поскольку организация (строение, функционирование) живых существ прошла через ряд ступеней – доклеточные формы жизни, одноклеточные организмы, все усложняющиеся многоклеточные и так вплоть до человека. Последовательное усложнение организации ведет к повышению жизнеспособности организмов, их приспособительных возможностей.

Раздражимость и движение. Неотъемлемое свойство живых существ – **раздражимость** (*способность воспринимать внешние или внутренние раздражители (воздействия) и адекватно на них реагировать*). Она проявляется в изменениях обмена веществ (например, при сокращении светового дня и понижении окружающей температуры осенью у растений и животных), в виде двигательных реакций (см. ниже), а высокоорганизованным животным (включая и человека) присущи изменения в поведении.

Характерная реакция на раздражение почти у всех живых существ – **движение**, т. е. *пространственное перемещение* всего организма или отдельных частей их тела. Это свойственно как одноклеточным (бактериям, амебам, инфузориям, водорослям), так и многоклеточным (практически всем животным) организмам. Подвижностью обладают и некоторые клетки многоклеточных (например, фагоциты крови животных и человека). Многоклеточные растения сравнительно с животными характеризуются малой подвижностью, однако и у них можно назвать особые формы проявления двигательных реакций. Активные движения у них встречаются двух типов: *ростовые* и *сократительные*. К первым, более медленным, относятся, например, вытягивания в сторону света стеблей растущих на окне домашних растений (вследствие одностороннего их освещения). Сократительные движения наблюдаются у насекомоядных растений (например, быстрое складывание листочков у росянки при ловле садящихся на нее насекомых).

Явление раздражимости лежит в основе реакций организмов, за счет чего поддерживается их **гомеостаз**.

Гомеостаз – это способность организма противостоять изменениям и сохранять относительное постоянство внутренней среды (поддержание определенной температуры тела, кровяного давления, солевого состава, кислотности и т. д.).

Благодаря раздражимости организмы обладают способностью к **адаптации**.

Под **адаптацией** понимается процесс приспособления организма к определенным условиям внешней среды.

Завершая раздел, посвященный определению фундаментальных свойств живых организмов, можно сделать следующее заключение.

Отличие живых организмов от объектов неживой природы состоит не в наличии каких-то «неуловимых», сверхъестественных свойств (все законы физики и химии верны и для живого), а в высокой структурной и функциональной сложности живых систем. Эта особенность включает все рассмотренные выше свойства живых организмов и делает состояние жизни качественно новым свойством материи.

§ 2. Уровни организации живого

К 1960–м гг. в биологии сложилось представление об *уровнях организации живого как конкретном выражении усложняющейся упорядоченности органического мира*. Жизнь на Земле представлена организмами своеобразного строения, принадлежащими к определенным систематическим группам (вид), а также сообществам разной сложности (биогеоценоз, биосфера). В свою очередь, организмы характеризуются органной, тканевой, клеточной и молекулярной организацией. Каждый организм, с одной стороны, состоит из специализированных подчиненных ему систем организации (органов, тканей и т. д.), с другой – сам является относительно изолированной единицей в составе надорганизменных биологических систем (видов, биогеоценозов и биосферы в целом). Уровни организации живой материи представлены на рис. 1.

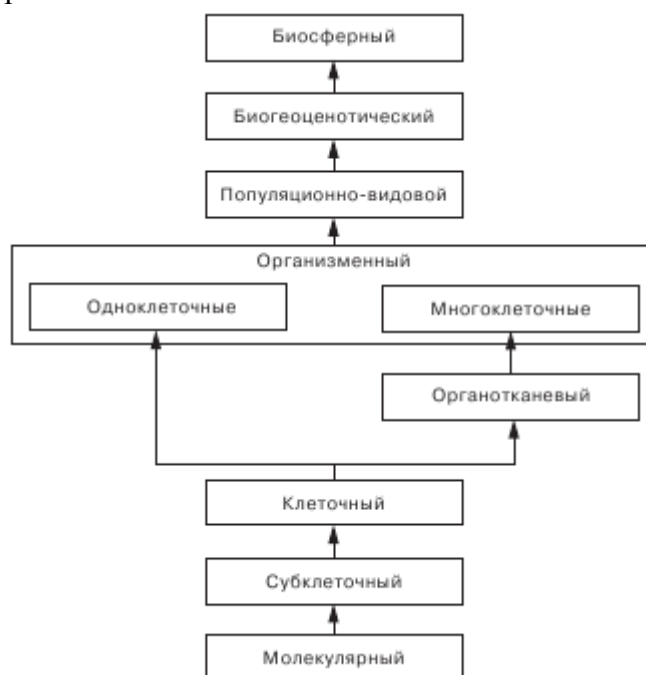


Рис. 1. Уровни организации живого

На всех из них проявляются такие свойства жизни, как *дискретность* и *целостность*. Организм состоит из различных компонентов – органов, но одновременно благодаря их взаимодействию он целостен. Вид также представляет собой целостную систему, хотя его образуют отдельные единицы – особи, однако их взаимодействие и поддерживает целостность вида.

Существование жизни на всех уровнях обеспечивается структурой низшего ранга. Например, характер клеточного уровня организации определяется субклеточным и молекулярным уровнями; организменный – органным; тканевым, клеточным; видовой – организменным и т. д.

Следует особо отметить большое сходство единиц организации на низших уровнях и все возрастающее различие на высших уровнях (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика уровней организации живого

Уровень	Краткая характеристика
<i>Молекулярный</i>	Обнаруживается однообразие единиц организации. Наследственная информация у всех организмов заложена в молекулах ДНК (дезоксирибонуклеиновой кислоты), состоящей всего из 4 видов нуклеотидов. Основные органические компоненты живого, белки, состоят из 20 аминокислот. Энергетические процессы, протекающие в организмах, связаны с универсальным «энергоносителем» — АТФ (аденозинтрифосфатом)
<i>Субклеточный</i>	Сравнительно невелико (несколько десятков) основных клеточных компонентов в про- и эукариотных клетках
<i>Клеточный</i>	Все множество живых существ подразделяется на две группы — прокариотные и эукариотные организмы. В основу такого деления положен критерий принципиальной схемы строения клеток двух типов (см. главу 4). Конечно, нельзя отрицать разнообразие клеток у разных организмов. Однако эти различия не выходят за пределы названных двух типов клеточной организации

Уровень	Краткая характеристика
<i>Органо-тканевый</i>	Совокупность клеток, идентичных по строению и функциям, составляет ткань. Большое сходство между всеми организмами сохраняется и на этом уровне: у многоклеточных животных выделяют всего четыре основные ткани (эпителиальные, соединительные, нервная, мышечная), у растений их шесть (покровные, основные, механические, проводящие, выделительные, образовательные)
<i>Организменный</i>	Характеризуется большим разнообразием форм
<i>Видовой</i>	Сегодня наукой описано более 2 млн видов живых организмов

Глава 2. Многообразие организмов и основы биологической классификации

§ 1. Принципы классификации живых организмов

Живой мир нашей планеты бесконечно разнообразен и включает огромное число видов организмов, что видно из табл. 2.

Таблица 2

Число видов основных групп живых существ

Царства	Число видов, известных науке
<i>Животные</i>	Около 1 500 000
<i>Растения</i>	Около 500 000
<i>Грибы</i>	Более 100 000
<i>Бактерии</i>	Около 6000
<i>Вирусы</i>	Около 1000

В действительности, как считают специалисты, на Земле сегодня обитает вдвое больше видов, чем известно науке. Ежегодно в научных публикациях описываются сотни и тысячи новых видов.

Человек всегда был окружен множеством разных живых существ. Более того, он был и остается существенно зависимым от организмов, дающих ему пищу, необходимое сырье и материалы, лечебные средства. Но многие виды опасны и вредны для человека – это хищники, ядовитые организмы, паразиты – возбудители заболеваний домашних животных и людей, вредители сельскохозяйственных культур. Поэтому с ранних этапов существования человеку требовалось познавать живые организмы, их специфические свойства, признаки, образ существования. А главное, прежде всего научиться различать виды и уметь ориентироваться в их многообразии.

В процессе познания многочисленных предметов (объектов, явлений), *сравнивая* их свойства и признаки, люди производят *классификацию*. Затем сходные (подобные, похожие) объекты объединяются в группы. Разграничение групп базируется на *различиях* между изучаемыми предметами. Таким образом строится система, охватывающая все изученные объекты (например, минералы, химические элементы или организмы) и устанавливающая отношения между ними.

Систематика как самостоятельная биологическая дисциплина занимается проблемами *классификации* организмов и построением *системы* живой природы.

Попытки классифицировать организмы предпринимались еще в античные времена. Долгое время в науке существовала система, разработанная Аристотелем (IV в. до н. э.). Он подразделял все известные организмы на два царства – *растения* и *животные*, используя в качестве отличительных признаков *неподвижность* и *нечувствительность* первых по сравнению со вторыми. Кроме того, Аристотель разделял всех животных на две группы: «животные с кровью» и «животные без крови», что в целом соответствует современному делению на позвоночных и беспозвоночных. Далее он выделял ряд более мелких группировок, руководствуясь разными отличительными признаками.

Конечно, с позиций современной науки система Аристотеля кажется несовершенной, но необходимо учитывать уровень фактических знаний того времени. В его работе описыва-

ется всего лишь 454 вида животных, да и возможности методов исследований были весьма ограниченными.

На протяжении почти двух тысячелетий накапливался описательный материал в ботанике и зоологии, который обеспечил развитие систематики в XVII–XVIII вв., что нашло свое завершение в оригинальной системе организмов К. Линнея (1707–1778), получившей широкое признание. Опираясь на опыт предшественников и новые факты, обнаруженные им самим, Линней заложил основы современной систематики. Его книга, изданная под названием «Система природы», была опубликована в 1735 г.

За основную единицу классификации Линней принял вид; он ввел в научный обиход такие понятия, как «род», «семейство», «отряд» и «класс»; сохранил разделение организмов на царства растений и животных. Предложил введение *бинарной номенклатуры* (которая используется в биологии до сих пор), т. е. присвоение каждому виду латинского названия, состоящего из двух слов. Первое – существительное – название рода, объединяющего группу близких видов. Второе слово – обычно прилагательное – название собственно вида. Например, виды «лютик едкий» и «лютик ползучий»; «карась золотой» и «карась серебряный».

Позднее, в начале XIX в., Ж. Кювье ввел в систему понятие «тип» как высшую единицу классификации животных (в ботанике – «отдел»).

Особое значение для формирования современной систематики имело появление эволюционного учения Ч. Дарвина (1859 г.). Научные системы живых организмов, созданные в додарвиновский период, были *искусственными*. Они объединяли организмы в группы по сходным внешним признакам достаточно формально, не придавая значения их родственным связям. Идеи Ч. Дарвина снабдили науку методом построения *естественной системы* живого мира. Это означает, что та должна базироваться на каких-то *сущностных*, основополагающих свойствах классифицируемых объектов – организмов.

Попробуем в качестве аналогии построить «естественную систему» таких объектов, как книги, на примере личной библиотеки. При желании мы можем расставить книги на полках шкафов, группируя их либо по формату, либо по цвету корешков. Но в этих случаях будет создана «искусственная система», так как «объекты» (книги) классифицируются по второстепенным, «несушностным», свойствам. «Естественной» же «системой» будет библиотека, где книги сгруппированы в соответствии с их содержанием. В этом шкафу у нас научная литература: на одной полке книги по физике, на другой – по химии и т. д. В другом шкафу – художественная: проза, поэзия, фольклор. Таким образом, мы осуществили классификацию имеющихся книг по главному свойству, сущностному качеству – их содержанию. Имея теперь «естественную систему», мы легко ориентируемся во множестве разнообразных «объектов», ее образующих. А приобретя новую книгу, легко найдем ей место в конкретном шкафу и на соответствующей полке, т. е. в «системе».

§ 2. Современные представления о макросистеме живых организмов

Фундаментальной основой современной систематики служат идеи о единстве происхождения живых организмов и эволюции органического мира, приведшей к существующему многообразию этих организмов. Руководствуясь такими идеями, современная наука строит естественную систему на основе *филогенетического* родства (т. е. общности происхождения, близости и дальности родственных отношений между разными видами) классифицируемых организмов. Степень же родства сравниваемых видов устанавливается на основе их морфологического, анатомического, биохимического, генетического и т. д. сходства и различия.

Для построения системы организмов *применяется иерархичность* (соподчинение) *таксономических* (систематических) *единиц*: виды группируются в роды, роды – в семейства, семейства – в отряды, отряды – в классы, классы – в типы. Различные типы объединяются в царства. Таксономическая единица более высокого ранга объединяет организмы по наиболее крупным и значительным, существенным и основополагающим признакам. Чем ниже ранг, тем более частный, подчиненный характер имеют признаки, по которым осуществляется группировка видов в пределах данного таксона.

Рассмотрим, например, место в системе живых организмов человека как самостоятельного биологического вида (табл. 3).

Таблица 3

Место человека в системе животного царства

Царство	Животные
<i>Тип</i>	Хордовые
<i>Подтип</i>	Позвоночные
<i>Класс</i>	Млекопитающие
<i>Отряд</i>	Приматы
<i>Семейство</i>	Человекообразные
<i>Род</i>	Человек (<i>Ното</i>)
<i>Вид</i>	Человек разумный (<i>Ното sapiens</i>)

Для вас, обладающих знаниями по зоологии и биологии в объеме школьного курса, не составит труда перечислить признаки человека, которые дают основание относить его к таксонам, обозначенным выше.

В течение всего XX в. систематика интенсивно развивалась, и этот процесс продолжается и сейчас. Благодаря достижениям в разных областях биологии и других естественных наук накоплен огромный фактический материал, заставляющий подвергнуть серьезному пересмотру существующие системы живых организмов.

Напомним, что еще Аристотель разделил все множество живых существ на два царства – *растения* и *животные*. Подобное представление сохранялось почти до середины XX в., когда началась фундаментальная перестройка всей системы высших таксонов. Еще в 1934 г. Е. Шаттон (французский микробиолог) предложил выделить бактерии в особое над-царство – *прокариоты*.

Но только в 1970–е гг. с помощью электронной микроскопии и молекулярной биологии удалось установить фундаментальные различия между прокариотными и эукариотными организмами, заключающиеся прежде всего в клеточной организации представителей этих надцарств. К несколько ранним годам относится и выделение нового (третьего) царства эукариот – *грибов*, предложенное в 1969 г. Р. Г. Уиттейкером (американским экологом) и сразу же принятое в научном мире. Грибы ранее включались в царство растений, хотя отличаются от последних и типом обмена веществ, и особенностями клеточной организации, и многими другими признаками.

В настоящее время остро обсуждается вопрос о выделении еще одного царства эукариотных организмов (*царства протистов*), которые отличаются от всех остальных эукариот тем, что представлены преимущественно одноклеточными формами, а многоклеточные (точнее говоря – колониальные) среди них не имеют настоящих тканей. Таким образом, к этому царству должны быть отнесены простейшие, многие водоросли и некоторые грибы, включаемые ранее в три разных царства – животных, растений и грибов соответственно.

Около двух десятков лет тому назад в макросистеме организмов среди прокариот стали отмечать новое царство – *архебактерии*. Представители данной группы привлекли к себе пристальное внимание биологов. Будучи бесспорно прокариотными организмами (т. е. не имеющими оформленного ядра в клетке), они по организации генетического аппарата, ряду биохимических свойств, особенностям обмена веществ обнаруживают определенную близость к эукариотам. Обобщая все изложенное выше, можно представить современную макросистему живого в виде табл. 4.

Таблица 4

Макросистема организмов

Надцарство – прокариоты (доядерные организмы)	Надцарство – эукариоты (ядерные организмы)
1-е царство – <i>архебактерии</i>	1-е царство – <i>протисты</i>
	2-е царство – <i>растения</i>
2-е царство – <i>зубактерии</i>	3-е царство – <i>грибы</i>
	4-е царство – <i>животные</i>

Принимая настоящую макросистему, надо иметь в виду ее несовершенство. Например, в ней не нашлось места такой группе живых организмов, как вирусы. Центральное положение общепризнанной клеточной теории гласит: клетка – структурная и функциональная единица всего живого. Вирусы – бесспорно живые, но неклеточные организмы. Одни биологи считают, что это доклеточные формы жизни. Другие же, не менее авторитетные, специалисты рассматривают их как организмы, произошедшие от предковых форм, имеющих клеточное строение. Однако в процессе перехода к внутриклеточному паразитизму случилось их упрощение, как и утрата клеточной организации. Действительно, среди многоклеточных паразитов разных царств имеется множество случаев значительного упрощения их организации, редукции (вплоть до полного исчезновения) различных органов и систем. Скажем, цветковые растения-паразиты (повилика, омела) утрачивают корни, листья, способность к фотосинтезу. У паразитических рачков мешковидное тело, не разделенное на голову, грудь и брюшко; нет конечностей, глаз, пищеварительной, кровеносной и дыхательной систем. Паразитические черви (цепни) утрачивают пищеварительную систему и другие органы. Возможно, и с предками современных вирусов произошли подобные упрощения при переходе к паразитизму. Напомним, что науке не известны вирусы, живущие свободно, вне хозяина.

Сегодня мы не в состоянии однозначно ответить на вопрос о происхождении вирусов и, соответственно, найти им надлежащее место в единой макросистеме организмов.

За пределами последней остается и такая группа, как лишайники, которые вы изучали в 6–м классе. Как известно, данные организмы представляют собой неразрывное двуединство – симбиоз гриба и клеток водорослей (либо цианобактерий). Форма тела лишайника своеобразная, отличающаяся от свободноживущих грибов, хотя оно и образовано переплетением грибных гиф. Одни исследователи классифицируют лишайники в единой системе с грибами, другие рассматривают их как самостоятельную группу в царстве растений.

Очевидно, что по мере развития биологии, всех ее дисциплин и разделов систематика подвергнется уточнению, а естественная система живых организмов будет совершенствоваться.

Глава 3. О химическом составе клеток живых существ

§ 1. Химические элементы и неорганические вещества клетки

Различие между живой и неживой природой отчетливо проявляется в их химическом составе. Так, земная кора на 90 % состоит из кислорода, кремния, алюминия и натрия (O, Si, Al, Na), а в живых организмах около 95 % составляют углерод, водород, кислород и азот (C, H, O, N). Кроме того, к этой группе **макроэлементов** относятся еще восемь химических элементов: Na – натрий, Cl – хлор, S – сера, Fe – железо, Mg – магний, P – фосфор, Ca – кальций, K – калий, содержание которых исчисляется десятными и сотыми долями процента. В гораздо меньших количествах встречаются столь же необходимые для жизни **микроэлементы**: Cu – медь, Mn – марганец, Zn – цинк, Mo – молибден, Co – кобальт, F – фтор, J – йод и др.

Только 27 элементов (из 105, которые известны сегодня) выполняют определенные функции в организмах. И как мы уже отмечали, всего лишь четыре – C, H, O, N – служат основой живых организмов. Именно из них главным образом состоят органические вещества (белки, нуклеиновые кислоты, углеводы, жиры и т. д.).

Первое место среди макроэлементов принадлежит углероду. Он характеризуется способностью образовывать почти все типы химических связей. Углерод в большей степени, чем прочие элементы, способен к формированию крупных молекул. Его атомы могут соединяться между собой, образуя кольца и цепи. В результате возникают сложные молекулы больших размеров, характеризующиеся огромным разнообразием (на сегодня описано более 10 млн органических веществ). Кроме того, атомы углерода в одном и том же химическом соединении проявляют и окислительные, и восстановительные свойства.

Углерод выступает основой всех органических соединений. Высокое же содержание кислорода и водорода связано с наличием у них ярко выраженных окислительных и восстановительных свойств. Благодаря только трем элементам – C, H, O – существует все множество углеводов (сахаров), обобщенная формула которых выглядит как $C_nH_{2n}O_n$ (где n – число атомов). К этим трем элементам в составе белков добавляются еще атомы Mg , а в составе нуклеиновых кислот – N и P.

Существенная роль в живых организмах принадлежит и всем остальным элементам, названным выше. Так, атомы Mg входят в состав хлорофилла, а Fe – гемоглобина. Йод содержится в составе молекулы тироксина (гормона щитовидной железы), а Zn – молекулы инсулина (гормона поджелудочной железы). Наличие ионов Na и K необходимо для проведения нервного импульса, для осуществления транспорта через клеточную мембрану. Соли Ca в большом количестве есть в костях, раковинах моллюсков, что обеспечивает высокую прочность этих образований.

Необходимо отметить, что наибольшая часть (до 85 %) химического состава живых организмов – это вода. Поскольку она универсальный растворитель для многих неорганических и органических веществ, то и оказывается идеальной средой для осуществления различных химических реакций. Вода участвует в различных биохимических реакциях (например, при фотосинтезе). С ней выводятся из организма избытки солей, продукты жизнедеятельности. Свойственные воде высокая теплоемкость и относительно высокая теплопроводность имеют существенное значение для терморегуляции организмов (при испарении пота, например, происходит охлаждение кожи).

§ 2. Белки в составе клетки, их строение и функции

Как уже отмечалось выше, основные структурные и функциональные особенности живого определяются наличием различных органических веществ. Рассмотрим наиболее значимые группы таких соединений.

Белки. Эти вещества справедливо считаются первоосновой жизненных процессов. В организме они выполняют разнообразные функции:

- ♦ *строительную* (участвуют в формировании всех клеточных мембран, органоидов клетки, внеклеточных структур);

- ♦ *каталитическую* (белки-ферменты ускоряют протекание биохимических реакций, обладая узкой специфичностью и способностью осуществлять до нескольких миллионов операций в минуту);

- ♦ *двигательную* (специфические белки обеспечивают все формы движения, встречающиеся у живых организмов, – амебоидное, ресничное, мышечное и т. д.);

- ♦ *транспортную* (например, гемоглобин осуществляет транспорт газов, белки мембран – транспорт веществ внутрь или наружу клетки);

- ♦ *регуляторную* (белки-гормоны регулируют физиологические процессы в организме);

- ♦ *рецепторную* (восприятие различных сигналов специальными белками в мембранах клеток; к примеру – родопсин в клетках сетчатки глаза);

- ♦ *защитную* (выработка антител при проникновении в организм болезнетворных бактерий, выделение плесневыми грибами антибиотиков против бактерий; яды растений, предохраняющие их от объедания животными);

- ♦ *энергетическую* (обычно используются как источник энергии, когда все остальные ресурсы – углеводы, жиры – уже истощены).

Белки представляют собой *макромолекулы*, или *биополимеры*, состоящие из многих более простых молекул – *мономеров* ($0-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0$, где 0 – мономер), в качестве которых выступают аминокислоты как структурные блоки. В составе большинства исследованных белков всех живых организмов было выявлено 20 аминокислот, участвующих в их построении.

При синтезе белковой молекулы разные аминокислоты присоединяются последовательно друг к другу, образуя цепочку, или *полипептид* (впоследствии она может сворачиваться в *спираль* или *глобулу*). Разнообразие белков определяется тем, какие аминокислоты, в каком количестве и в каком порядке входят в полипептидную цепь. Две молекулы, одинаковые по числу и составу аминокислот, но отличающиеся по порядку их расположения, представляют два разных белка. Не только виды, но и особи одного вида отличаются по целому ряду белков (с чем, например, связан феномен несовместимости при пересадке тканей и органов от одного животного другому).

Огромное разнообразие белков обеспечивает и множество функций, ими выполняемых, и многообразие организмов.

§ 3. Нуклеиновые кислоты, их строение, свойства и функции

Подобно белкам, нуклеиновые кислоты – биополимеры, а их функция заключается в хранении, реализации и передаче генетической (наследственной) информации в живых организмах.

Существует два типа нуклеиновых кислот – **дезоксирибонуклеиновые (ДНК)** и **рибонуклеиновые (РНК)**. Мономерами в нуклеиновых кислотах служат *нуклеотиды*. Каждый из них содержит азотистое основание, пятиуглеродный сахар (дезоксирибоза – в ДНК, рибоза – в РНК) и остаток фосфорной кислоты.

В ДНК входят четыре вида нуклеотидов, отличающихся по азотистому основанию в их составе, – аденин (А), гуанин (Г), цитозин (Ц) и тимин (Т). В молекуле РНК также имеется 4 вида нуклеотидов с одним из азотистых оснований – аденином, гуанином, цитозином и урацилом (У). Таким образом, ДНК и РНК различаются как по содержанию сахара в нуклеотидах, так и по одному из азотистых оснований (табл. 5).

Таблица 5

Компоненты нуклеотидов ДНК и РНК

Нуклеиновая кислота	Пятиуглеродный сахар	Азотистые основания	Остаток фосфорной кислоты
ДНК	Дезоксирибоза	Аденин, гуанин, цитозин, тимин	Остаток фосфорной кислоты

Нуклеиновая кислота	Пятиуглеродный сахар	Азотистые основания	Остаток фосфорной кислоты
РНК	Рибоза	Аденин, гуанин, цитозин, урацил	Остаток фосфорной кислоты

Молекулы ДНК и РНК существенно различаются по своему строению и выполняемым функциям.

Молекула ДНК может включать огромное количество нуклеотидов – от нескольких тысяч до сотен миллионов (поистине гигантские молекулы ДНК удается «увидеть» с помощью электронного микроскопа). В структурном отношении она представляет собой двойную спираль из *полинуклеотидных цепей* (рис. 2), соединенных с помощью водородных связей между азотистыми основаниями нуклеотидов. Благодаря этому полинуклеотидные цепи прочно удерживаются одна возле другой.

При исследовании различных ДНК (у разных видов организмов) было установлено, что аденин одной цепи может связываться лишь с тимином, а гуанин – только с цитозином другой. Следовательно, порядок расположения нуклеотидов в одной цепи строго соответствует порядку их расположения в другой. Этот феномен получил название *комплементарности* (т. е. дополнения), а противоположные полинуклеотидные цепи называются *комплементарными*. Именно этим обусловлено уникальное среди всех неорганических и органических веществ свойство ДНК – *способность к самовоспроизведению* или *удвоению* (рис. 3). При этом сначала комплементарные цепи молекул ДНК расходятся (под воздействием специального фермента происходит разрушение связей между комплементарными нуклеотидами двух цепей). Затем на каждой цепи начинается синтез новой («недостающей»)

комплементарной ей цепи за счет свободных нуклеотидов, всегда имеющих в большом количестве в клетке. В результате вместо одной («материнской») молекулы ДНК образуются две («дочерние») новые, идентичные по структуре и составу друг другу, а также исходной молекуле ДНК. Этот процесс всегда предшествует клеточному делению и обеспечивает передачу наследственной информации от материнской клетки дочерним и всем последующим поколениям.

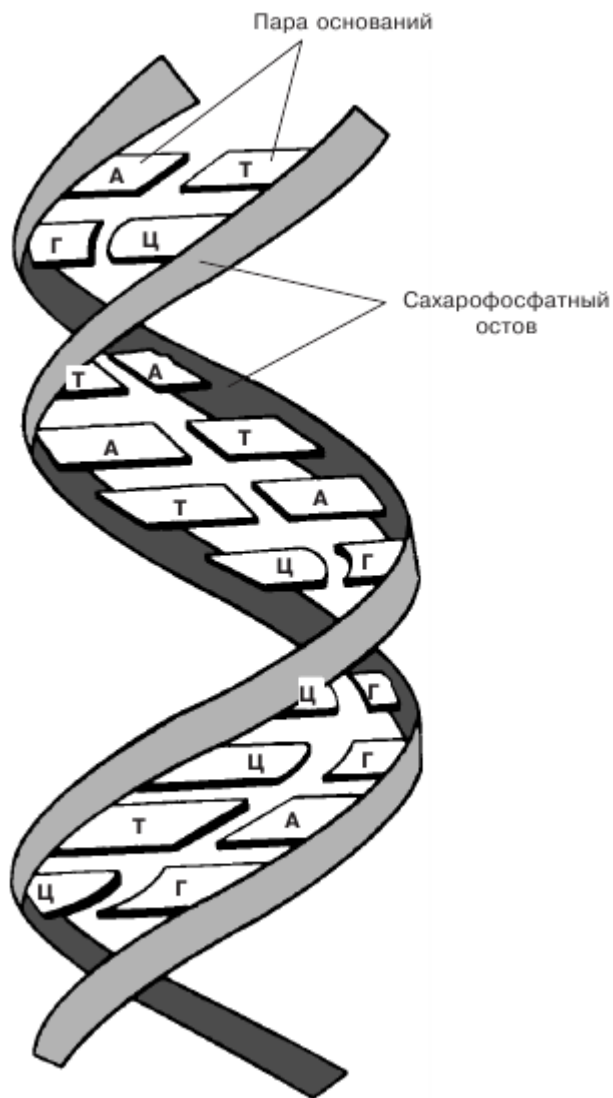


Рис. 2. Двойная спираль ДНК. Две цепи обвиты одна вокруг другой. Каждая цепь (изображенная в виде ленты) состоит из чередующихся остатков сахара и фосфатных групп. Водородные связи между азотистыми основаниями (А, Т, Г и U) удерживают две цепи вместе [1]

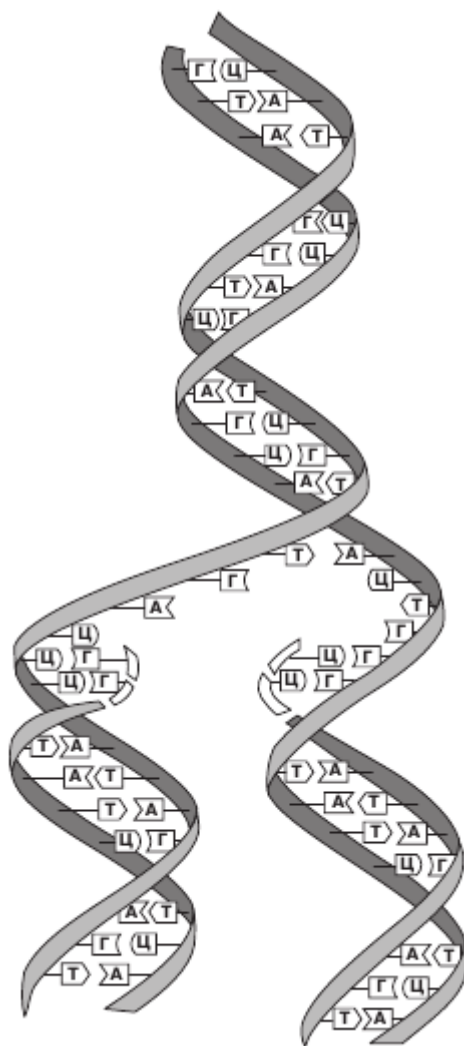


Рис. 3. Репликация ДНК. Двойная спираль «расстегивается» по слабым водородным связям, соединяющим комплементарные основания двух цепей. Каждая из старых цепей служит матрицей для образования новой: нуклеотиды с комплементарными основаниями выстраиваются против старой цепи и соединяются друг с другом [1]

Роль ДНК в наследственности будет рассмотрена в последующих главах.

Молекулы РНК, как правило, одноцепочечные (в отличие от ДНК) и содержат значительно меньшее число нуклеотидов. Выделяют три вида РНК (табл. 6), различающиеся по величине молекул и выполняемым функциям, – информационную (иРНК), рибосомальную (рРНК) и транспортную (тРНК).

Таблица 6

Три вида РНК

РНК	Число нуклеотидов в молекуле
<i>Информационные</i>	До 30 000
<i>Рибосомальные</i>	До 6000
<i>Транспортные</i>	Около 100

Функции всех видов РНК также будут рассмотрены в других главах.

§ 4. Углеводы, жиры и АТФ, их строение и значение

Углеводы. Углеводы, или сахараиды, подразделяются на моносахариды, дисахариды и полисахариды.

Моносахариды (простые сахара) состоят из одной молекулы, содержащей от 3 до 6 атомов углерода. *Дисахариды* – соединения, образованные из двух моносахаридов. *Полисахариды* являются высокомолекулярными веществами, состоящими из большого числа (от нескольких десятков до нескольких десятков тысяч) моносахаридов.

Разнообразные углеводы в больших количествах содержатся в организмах. Рассмотрим их основные функции. Одна из важнейших – *энергетическая*: именно углеводы служат основным источником энергии для организма. Среди моносахаридов это фруктоза, широко встречающаяся в растениях (прежде всего в плодах), и особенно *глюкоза* (при расщеплении одного ее грамма выделяется 17,6 кДж энергии). Глюкоза содержится в плодах и других частях растений, в крови, лимфе, тканях животных.

Из дисахаридов необходимо выделить *сахарозу* (тростниковый или свекловичный сахар), состоящую из глюкозы и фруктозы, и *лактозу* (молочный сахар), образованную соединением глюкозы и галактозы. Сахароза содержится в растениях (в основном в плодах), а лактоза – в молоке. Они играют важнейшую роль в питании животных и человека.

Большое значение в энергетических процессах имеют такие полисахариды, как *крахмал* и *гликоген*, мономером которых выступает глюкоза. Они представляют собой резервные вещества растений и животных соответственно. При наличии в организме большого количества глюкозы она используется для синтеза этих веществ, которые накапливаются в клетках тканей и органов. Так, крахмал в больших количествах содержится в плодах, семенах, клубнях картофеля; гликоген – в печени, мышцах. По мере необходимости данные вещества расщепляются, поставляя глюкозу в различные органы и ткани организма.

Столь же важна и *структурная* функция углеводов. Например, такие моносахариды, как дезоксирибоза и рибоза, участвуют в формировании нуклеотидов. Различные углеводы входят в состав клеточных стенок (целлюлоза у растений, хитин у грибов).

Липиды (жиры) – органические вещества, нерастворимые в воде (гидрофобные), но хорошо растворяющиеся в органических растворителях (хлороформе, бензине и др.). Их молекула состоит из глицерина и жирных кислот. Разнообразие последних и обуславливает многообразие липидов. В мембранах клеток широко встречаются *фосфолипиды* (содержащие, кроме жирных, остаток фосфорной кислоты) и *гликолипиды* (соединения липидов и сахаридов).

Функции липидов – *структурная, энергетическая и защитная*.

Структурной основой клеточной мембраны выступает бимолекулярный (образованный из двух слоев молекул) слой липидов, в который встроены молекулы разнообразных белков (см. главу 4).

При расщеплении 1 г жиров выделяется 38,9 кДж энергии, что примерно вдвое больше, чем при расщеплении 1 г углеводов или белков. Жиры могут накапливаться в клетках разных тканей и органов (печени, подкожной клетчатке у животных, семенах у растений), в больших количествах образуя значительный запас «топлива» в организме.

Обладая плохой теплопроводностью, жиры играют важную роль в *защите* от переохлаждения (например, слои подкожного жира у китов и ластоногих).

АТФ (аденозинтрифосфат). Он служит в клетках универсальным энергоносителем. Энергия, выделяющаяся при расщеплении органических веществ (жиры, углеводы, белки и т. д.), не может использоваться непосредственно для выполнения какой-либо работы, а запасается первоначально в форме АТФ.

Аденозинтрифосфат состоит из азотистого основания аденина, рибозы и трех молекул (а точнее, остатков) фосфорной кислоты (рис. 4).

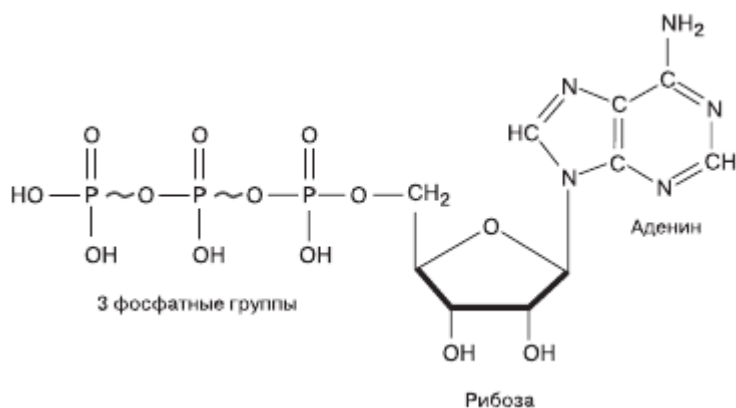
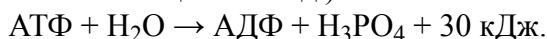


Рис. 4. Состав молекулы АТФ [1]

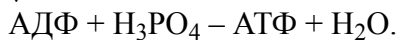
При отщеплении одного остатка фосфорной кислоты образуется АДФ (*аденозиндифосфат*) и высвобождается около 30 кДж энергии, которая расходуется на выполнение какой-либо работы в клетке (например, сокращение мышечной клетки, процессы синтеза органических веществ и т. д.):



Так как запас АТФ в клетке ограничен, он постоянно восстанавливается за счет энергии, выделяющейся при расщеплении других органических веществ; восстановление АТФ происходит путем присоединения молекулы фосфорной кислоты к АДФ:

Энергия

↓



Таким образом, в биологическом преобразовании энергии можно выделить два основных этапа:

1. синтез АТФ – запасание энергии в клетке;
2. высвобождение запасенной энергии (в процессе расщепления АТФ) для совершения работы в клетке.

Глава 4. Клетка – структурная и функциональная единица живого

§ 1. Клеточная теория и ее общебиологическое значение. Про-и эукариотная клетки

Клеточная теория, одно из наиболее важных обобщений в биологии, была сформулирована в 1839 г. немецкими учеными – зоологом Теодором Шванном и ботаником Маттиасом Шлейденом.

Появлению клеточной теории предшествовал довольно долгий период накопления данных о строении живых существ. История изучения клеток напрямую связана с изобретением микроскопа и совершенствованием оптической техники. Одним из тех, кто придумал этот инструмент, был великий Галилео Галилей (1610 г.). Первые же микроскопы появились на рубеже XVI–XVII вв.

Английский ученый Роберт Гук в своей книге «Микрография» (1667 г.) впервые описал клеточную структуру растительных тканей. Рассматривая под микроскопом тонкие срезы пробки, сердцевины бузины и т. п., Р. Гук отметил ячеистое строение тканей растений и назвал эти ячейки *клетками* (рис. 5).

Важнейшие открытия были сделаны в XVII в. и голландским ученым-самоучкой Антоном ван Левенгуком. Он описал одноклеточные организмы (инфузории) и клетки животных (эритроциты, сперматозоиды).

Работы Р. Гука и А. Левенгука послужили толчком для систематических микроскопических исследований различных живых организмов. Уже в XIX в. были выявлены различные внутриклеточные компоненты: ядро (Р. Броун, 1831 г.), протоплазма (Я. Пуркинье, 1837 г.), хромосомы (В. Флемминг, 1880 г.), митохондрии (К. Бенуа, 1894 г.) аппарат Гольджи (К. Гольджи, 1898 г.).

Новый этап в изучении тонкого строения клеток начался с момента изобретения электронного микроскопа (1938 г.). Данный инструмент позволяет исследовать строение мельчайших внутриклеточных компонентов в сочетании с биохимическими и молекулярно-биологическими методами определять их функции.

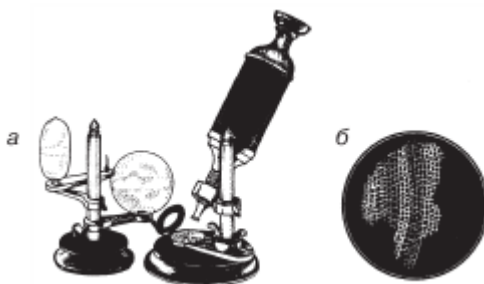


Рис. 5. а – микроскоп Роберта Гука: при помощи которого он изучал микроскопическое строение пробки; б– и сделанный им рисунок [2]

Основное значение теории Т. Шванна и М. Шлейдена заключается в том, что они показали принципиальное сходство клеток растений и животных. Это положение явилось важнейшим доказательством единства живой природы. Столь же значимо и представление о самостоятельной жизнедеятельности каждой отдельной клетки. Современная наука подтверждает основные положения теории Т. Шванна и М. Шлейдена. Действительно, все

известные живые организмы состоят из клеток (о вирусах мы уже говорили в главе 2), т. е. клетка выступает *структурной единицей живого*. На *клеточном* уровне мы обнаруживаем проявление таких фундаментальных свойств живого, как способность к самовоспроизведению, обмен веществ, наследственность и изменчивость, раздражимость и движение, индивидуальное развитие. Следовательно, клетка это и *функциональная единица живого*.

В работах Р. Вирхова (1855–1858 гг.) был сформулирован тезис «всякая клетка от клетки», т. е. речь идет об образовании новых клеток путем деления исходной (материнской). Сегодня это признано как биологический закон (нет иных путей образования клеток и увеличения их числа).

Обобщая все изложенное выше, сформулируем основные положения клеточной теории:

- ◆ клетка служит структурной и функциональной единицей живого;
- ◆ клетки разных организмов сходны по своей организации;
- ◆ размножение клеток происходит путем деления исходной материнской клетки.

Про- и эукариотная клетки. Существуют два уровня клеточной организации: прокариотная клетка (у прокариот – бактерий и архебактерий) и эукариотная клетка (у эукариот – протистов, растений, грибов и животных). Главное различие между ними заключается в отсутствии оформленного ядра у прокариотной клетки и наличии его в эукариотной. Кроме того, существуют различия и в составе других внутриклеточных компонентов (табл. 7).

Таблица 7

Различия в строении про- и эукариотных клеток

Компоненты клетки	Прокариотная клетка	Эукариотная клетка
Плазмалемма	Имеется	Имеется
Клеточная стенка	Имеется	Имеется у растений и грибов, отсутствует у животных
Цитоплазма	Имеется	Имеется
Ядро	Отсутствует (имеется его гомолог – нуклеоид)	Имеется
Эндоплазматическая сеть	Отсутствует	Имеется
Аппарат Гольджи	Отсутствует	Имеется
Митохондрии	Отсутствуют	Имеются
Пластиды	Отсутствуют	Имеются (у фотосинтезирующих протистов и растений)
Лизосомы	Отсутствуют	Имеются
Рибосомы	Имеются	Имеются
Вакуоли	Отсутствуют	Имеются
Жгутики	Имеются (иного строения и химического состава, чем у эукариот)	Имеются (иного строения и химического состава, чем у прокариот)
Деление	Простое	Митоз, мейоз

Прокариотная клетка. Вероятно, прокариотная клетка (рис. 6) возникла около 3,5 млрд лет назад. Устроена она намного проще, чем эукариотная, которая от нее впослед-

ствии и произошла. Размеры прокариотных клеток невелики – от 0,1 до 5–7 мкм (1 мкм = 0,001 мм). Снаружи она ограничена *плазмалеммой* (плазматической мембраной), отделяющей ее содержимое (цитоплазму) от окружающей среды. (О строении и функциях различных компонентов клетки см главу 4, § 1.) Снаружи плазмалеммы располагается *клеточная стенка*, играющая защитную функцию. В центральной зоне цитоплазмы (жидком содержимом клетки) находится *нуклеоид* – кольцевая молекула ДНК, имеющая вид «клубка ниток» и прикрепленная в одной точке к плазмалемме. По всей цитоплазме рассеяны маленькие округлые тельца – *рибосомы*.

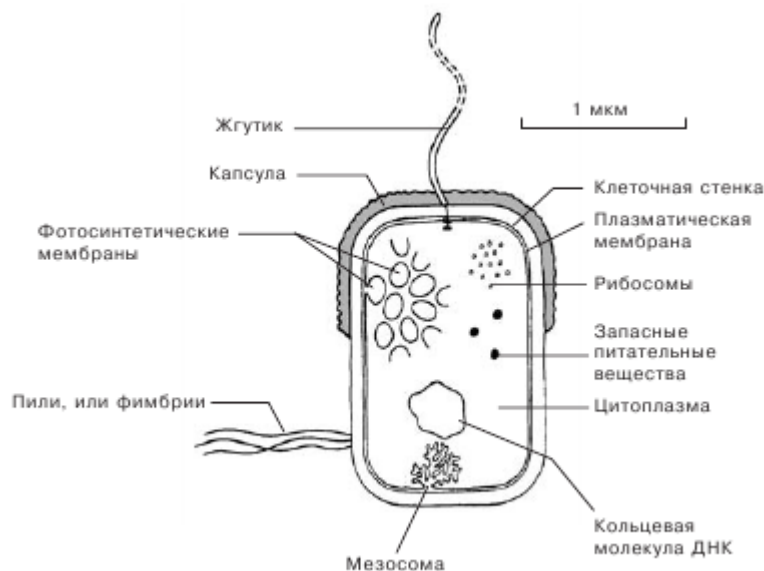


Рис. 6. Обобщенная схема строения клетки палочковидной бактерии. Справа указаны структуры, встречающиеся в каждой клетке, слева – встречающиеся не во всех клетках [3]

В прокариотных клетках есть также *мезосомы*, глубокие впячивания наружной мембраны в цитоплазму. По своей функции они аналогичны митохондриям эукариотной клетки.

У фотосинтезирующих прокариот (например, цианобактерий) имеются тилакоиды, крупные впячивания плазмалеммы, несущие фотосинтезирующие пигменты. Они соответствуют по своей функции хлоропластам эукариот.

Существенно отличаются прокариотные клетки от эукариотных и способом клеточного деления (рис. 7) (см. главу 6).

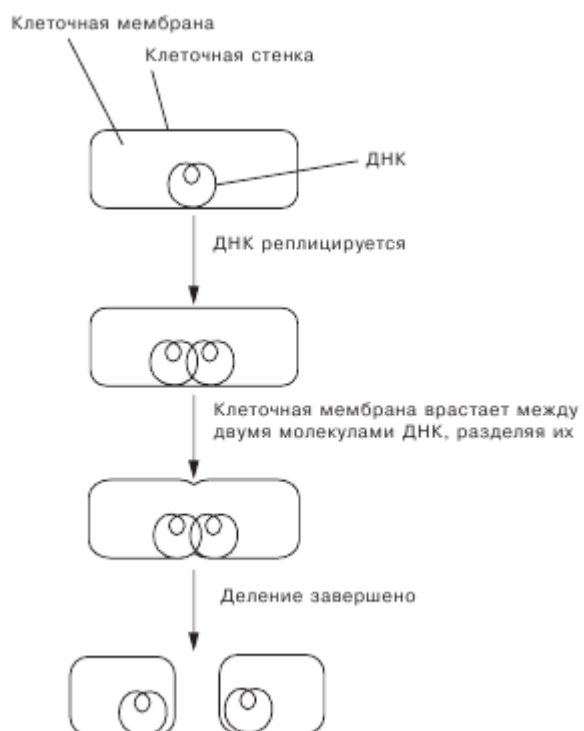


Рис. 7. Деление бактериальной клетки. ДНК удваивается и расходится по двум дочерним клеткам [1]

§ 2. Основные компоненты эукариотной клетки

Эукариотные клетки (рис. 8 и 9) организованы значительно сложнее прокариотных. Весьма разнообразны они и по своим размерам (от нескольких микрометров до нескольких сантиметров), и по форме, и по структурным особенностям (рис. 10).

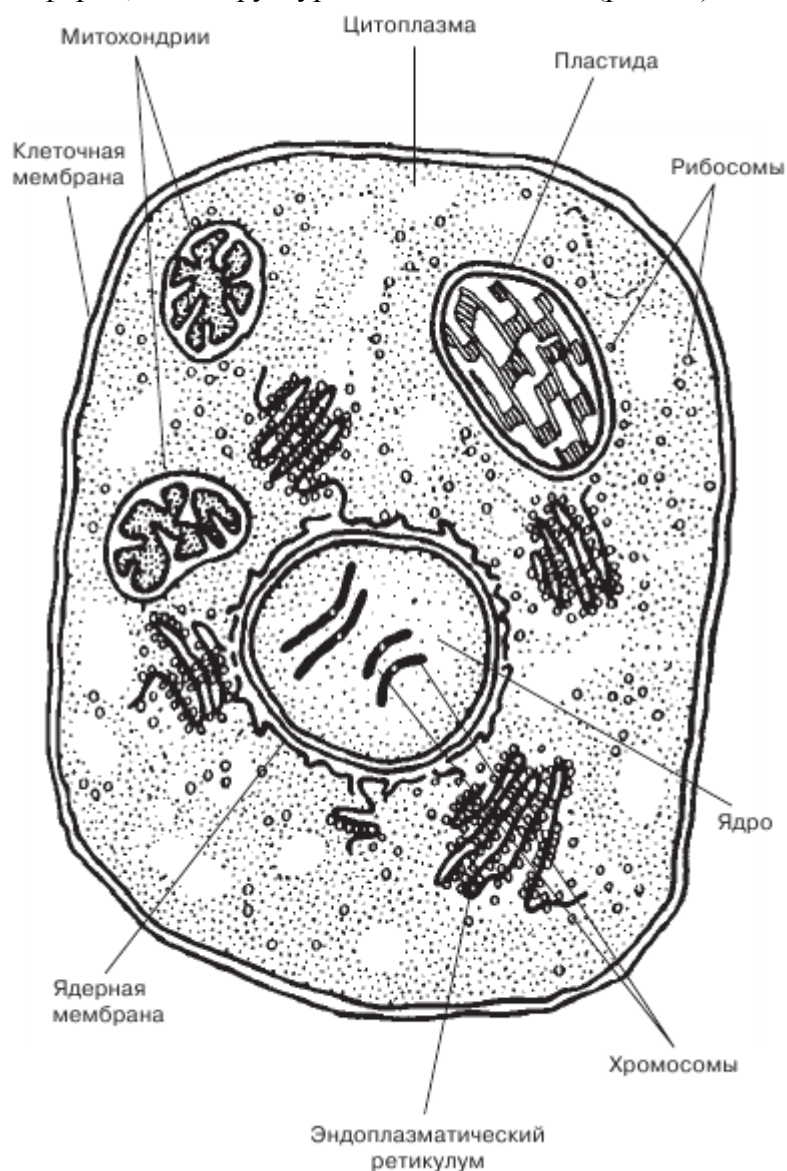


Рис. 8. Строение клетки эукариот. Обобщенная схема [4]

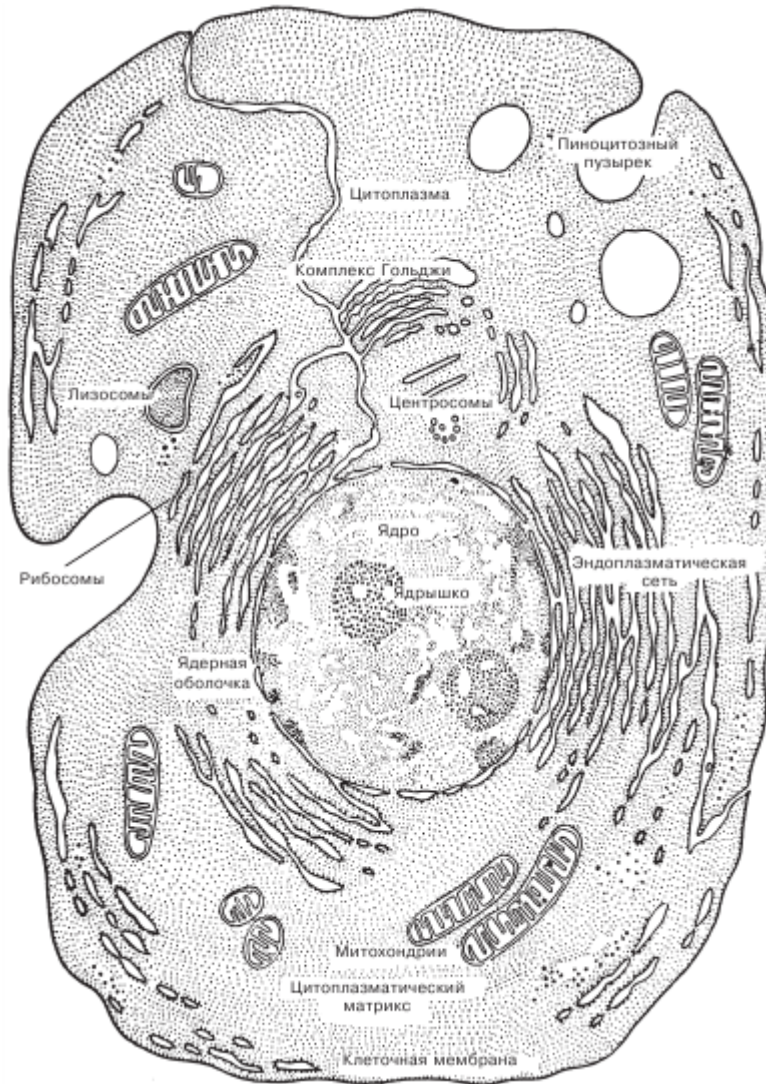


Рис. 9. Строение клетки по данным электронной микроскопии [5]



Рис. 10. Разные эукариотные клетки: 1 – эпителиальная; 2 – крови (е – эритроцит, / – лейкоцит); 3 – хряща; 4 – кости; 5 – гладкая мышечная; 6 – соединительной ткани; 7 – нервные клетки; 8 – поперечно-полосатое мышечное волокно [2]

Однако общая организация и наличие основополагающих компонентов у всех эукариотных клеток одинаковы (рис. 11).



Рис. 11. Эукариотная клетка (схема)

Плазмалемма (наружная клеточная мембрана). Основу плазмалеммы, как и других мембран в клетках (например, митохондрий, пластид и т. д.), составляет слой липидов, имеющий два ряда молекул (рис. 12). Поскольку молекулы липидов полярны (один полюс у них гидрофилен, т. е. притягивается водой, а другой гидрофобен, т. е. отталкивается от воды), то и располагаются они в определенном порядке. Гидрофильные концы молекул одного слоя направлены в сторону водной среды – в цитоплазму клетки, а другого слоя – наружу от клетки – в сторону межклеточного вещества (у многоклеточных) или водной среды (у одноклеточных).

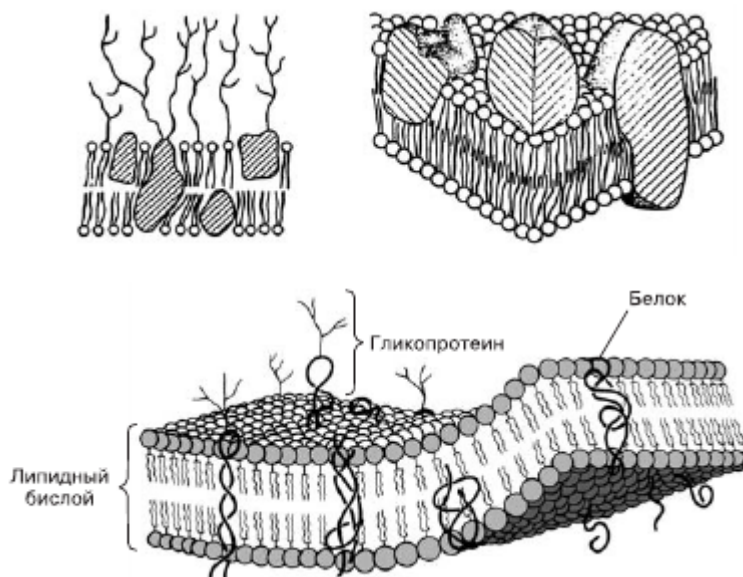


Рис. 12. Строение клеточной мембраны согласно жидкостно-мозаичной модели. Белки гликопротеины погружены в двойной слой липидных молекул, обращенных своими гидрофильными концами (кружочки) наружу, а гидрофобными (волнистые линии) – в глубь мембраны [6]

Молекулы белков мозаично встроены в бимолекулярный слой липидов. С внешней стороны животной клетки к липидам и молекулам белков плазмалеммы присоединяются молекулы полисахаридов, образуя гликолипиды и гликопротеины.

Эта совокупность формирует слой *гликокаликса*. С ним связана *рецепторная функция* плазмалеммы (см. ниже); также в нем могут накапливаться различные вещества, используемые клеткой. Кроме того, гликокаликс усиливает механическую устойчивость плазмалеммы.

В клетках растений и грибов есть еще клеточная стенка, играющая опорную и защитную роль. У растений она состоит из целлюлозы, а у грибов – из хитина.

Наружная клеточная мембрана выполняет ряд функций, среди которых:

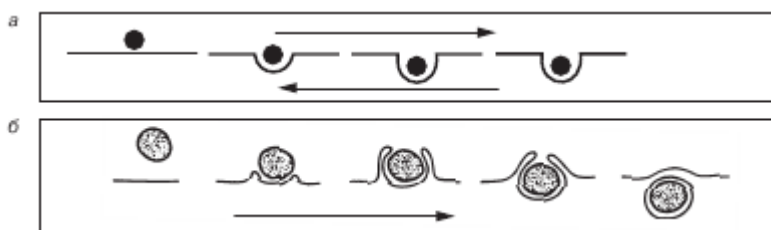
- ◆ *механическая* (опорная, формообразующая);
- ◆ *барьерно-транспортная* (избирательная проницаемость в отношении разных веществ: поступление в клетку необходимых и выведение ненужных и вредных);
- ◆ *рецепторная* (определение различных химических веществ, оказавшихся в непосредственной близости от клетки; восприятие сигналов в виде гормонов; узнавание «чужого» белка клетками иммунной системы и т. д.).

Обмен веществ между клеткой и окружающей средой осуществляется разными способами – пассивными и активными.

Молекулы воды и различных ионов пассивно (за счет диффузии, осмоса), без затраты клеткой энергии, поступают через особые поры – это *пассивный транспорт*. Макромолекулы, такие как белки, полисахариды, даже целые клетки, поступают путем *фагоцитоза* и *пиноцитоза* с затратой энергии – *активный транспорт*.

Путем фагоцитоза поглощаются целые клетки или крупные частицы (например, вспомните питание у амёб или фагоцитоз защитными клетками крови бактерий). При пиноцитозе происходит поглощение мелких частиц или капелек жидкого вещества. Общим для обоих процессов является то, что поглощаемые вещества окружаются впячивающейся наружной мембраной с образованием вакуоли, которая затем перемещается в глубь цитоплазмы клетки.

Экзоцитоз представляет собой процесс (будучи также активным транспортом), противоположный по направлению фагоцитозу и пиноцитозу (рис. 13). С его помощью могут выводиться непереваренные остатки пищи у простейших либо образованные в секреторной клетке биологически активные вещества.



Цитоплазма. Цитоплазма – это содержимое клетки, ограниченное плазмалеммой, за исключением ядра. В ее составе выделяют *основное вещество (гиалоплазму)*, *органойды* и *включения*.

Гиалоплазма – вязкая жидкость, способная находиться в состоянии либо *золя* (жидком), либо *геля* (студнеобразном).

При необходимости цитоплазма способна обратимо переходить из одного состояния в другое. Например, при амёбоидном движении (вспомните раздел «Простейшие» из курса зоологии) в ходе образования ложноножки происходят быстрые переходы цитоплазмы из геля в золь и наоборот. Это обусловлено наличием в цитоплазме большого количества нитевидных молекул из белка *актина*. Когда они, соединяясь друг с другом, образуют трехмерную сеть, цитоплазма находится в состоянии геля, а когда сеть распадается – в состоянии золя.

В гиалоплазме содержатся различные вещества – ферменты, белки, углеводы, жиры и другие, органические и минеральные. Здесь осуществляются различные химические процессы – расщепление веществ, их синтез и модификации (изменения).

Органоиды. Это постоянные компоненты клетки с определенным строением и функциями, находящиеся в ее цитоплазме. В дальнейшем речь будет идти об *органоидах общего назначения*, присущих любым типам клеток всех эукариот. С ними связано обеспечение жизнедеятельности последних. *Органоиды специального назначения* встречаются только в клетках определенного (узкоспециализированного) типа – например, миофибриллы в мышечных клетках.

Органоиды общего назначения имеют одинаковое строение независимо от того, каким клеткам и каких организмов они принадлежат. Но среди них выделяют группы с мембранным (*эндоплазматическая сеть, аппарат Гольджи, митохондрии, пластиды, лизосомы, вакуоли*), а также немембранным (*рибосомы, клеточный центр*) строением.

Эндоплазматическая сеть (ЭПС). ЭПС состоит из мембран и представляет собой сложно разветвленную систему канальцев и цистерн, пронизывающую всю цитоплазму клетки (рис. 14). Различают два вида ЭПС – *шероховатую* и *гладкую*. К мембранам шероховатой (со стороны цитоплазмы) прикрепляются рибосомы, а на гладкой их нет.



Рис. 14. Эндоплазматическая сеть [1, 7]

Эндоплазматическая сеть выполняет в эукариотной клетке ряд важнейших функций:

- ◆ *разграничивающую* (разделение внутреннего объема клетки на различные реакционные пространства);
- ◆ *участие в синтезе органических веществ* (на мембранах шероховатой ЭПС располагаются рибосомы, а на гладкой – ферментные комплексы, обеспечивающие синтез липидов, углеводов и т. д.);
- ◆ *участие в формировании элементов аппарата Гольджи, лизосом;*
- ◆ *транспорт веществ.*

Аппарат Гольджи. Аппарат Гольджи (АГ) представляет собой систему *цистерн* (плоских вакуолей) и *пузырьков* (везикул), расположенную в непосредственной близости от ядра клетки, которые образуются за счет ЭПС в результате отделения небольших ее фрагментов (рис. 15). При слиянии этих фрагментов и возникают новые цистерны аппарата Гольджи, при этом из ЭПС транспортируются различные вещества, которые участвуют в сборке сложных

органических соединений (белки + углеводы, белки + липиды и т. д.), выводимых с помощью АГ за пределы клетки. Эти биологически активные вещества либо выводятся из клетки (с помощью секреторных вакуолей путем экзоцитоза), либо входят в состав лизосом (см. ниже), образующихся за счет АГ.

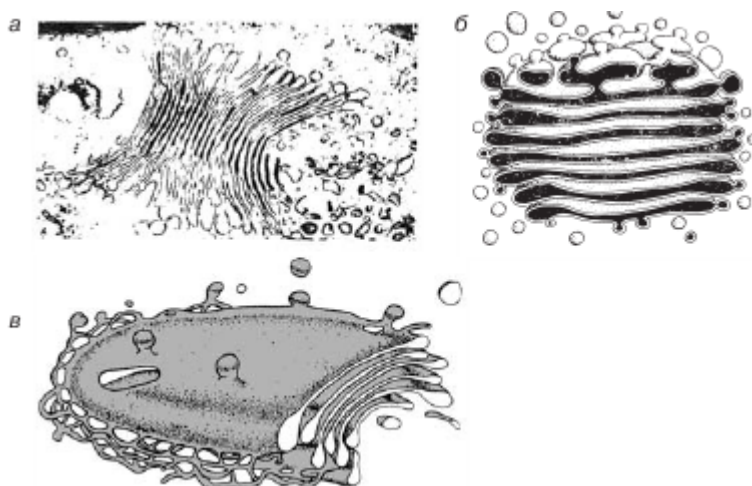


Рис. 15. Аппарат Гольджи: а – в клетке простейшего *Euglena*; б, в – схематическое трехмерное изображение аппарата Гольджи 11)

Аппарат Гольджи выполняет следующие функции:

- ♦ синтез биологически активных веществ, вырабатываемых клеткой;
- ♦ секрецию (выведение из клетки) различных веществ (гормонов, ферментов, веществ, из которых строится клеточная стенка, и т. п.);
- ♦ участие в образовании лизосом.

Митохондрии. Митохондрии есть у всех типов эукариотных клеток (рис. 16). Они имеют вид либо округлых телец, либо палочек, реже – нитей. Их размеры колеблются от 1 до 7 мкм. Число митохондрий в клетке составляет от нескольких сотен до десятков тысяч (у крупных простейших).

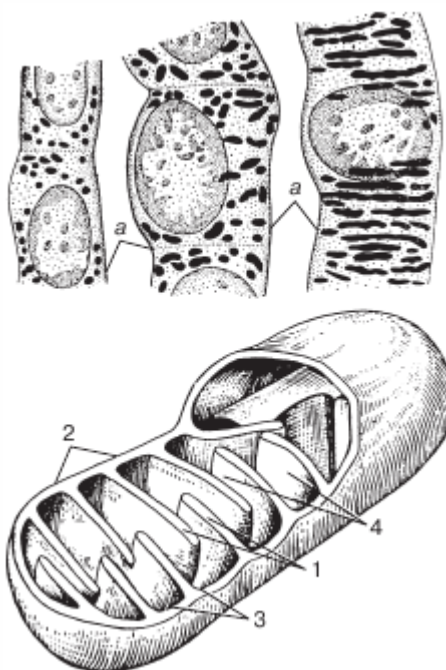


Рис. 16. Митохондрии. Вверху – митохондрии (а) в мочевых канальцах, видимые в световом микроскопе. Внизу – трехмерная модель организации митохондрии: 1 – кристы; 2 – внешняя мембрана; 3 – внутренняя мембрана; 4 – матрикс [7]

Митохондрия образована двумя мембранами – *внешней* и *внутренней*, между которыми расположено *межмембранное пространство*. Внутренняя мембрана образует множество впячиваний – крист, представляющих собой либо пластины, либо трубочки. Такая ее организация обеспечивает огромную площадь внутренней мембраны. На ней располагаются ферменты, обеспечивающие преобразование энергии, заключенной в органических веществах (углеводах, липидах), в энергию АТФ, необходимую для жизнедеятельности клетки. Следовательно, функция митохондрий – участие в *энергетических* клеточных процессах. Именно поэтому большое количество митохондрий присуще, например, мышечным клеткам, выполняющим большую работу.

Пластиды. В растительных клетках обнаруживаются особые органоиды – пластиды, имеющие чаще веретеновидную или округлую форму, иногда более сложную. Различают три вида пластид – хлоропласты (рис. 17), хромопласты и лейкопласты.

Хлоропласты отличаются зеленым цветом, который обусловлен пигментом – *хлорофиллом*, обеспечивающим процесс *фотосинтеза*, т. е. синтеза органических веществ из воды (H_2O) и углекислого газа (CO_2) с использованием энергии солнечного света. Хлоропласты содержатся преимущественно в клетках листьев (у высших растений). Они сформированы двумя параллельно расположенными друг другу мембранами, окружающими содержимое хлоропластов – *строму*. Внутренняя мембрана образует многочисленные уплощенные мешочки – *тилакоиды*, которые сложены в стопки (наподобие стопки монет) – *граны* – и лежат в строме. Именно в тилакоидах и содержится хлорофилл.

Хромопласты определяют желтый, оранжевый и красный цвет многих цветков и плодов, в клетках которых присутствуют в большом количестве. Основными пигментами в их составе являются *каротины*. Функциональное назначение хромопластов состоит в цветовом привлечении животных, обеспечивающих опыление цветков и распространение семян.

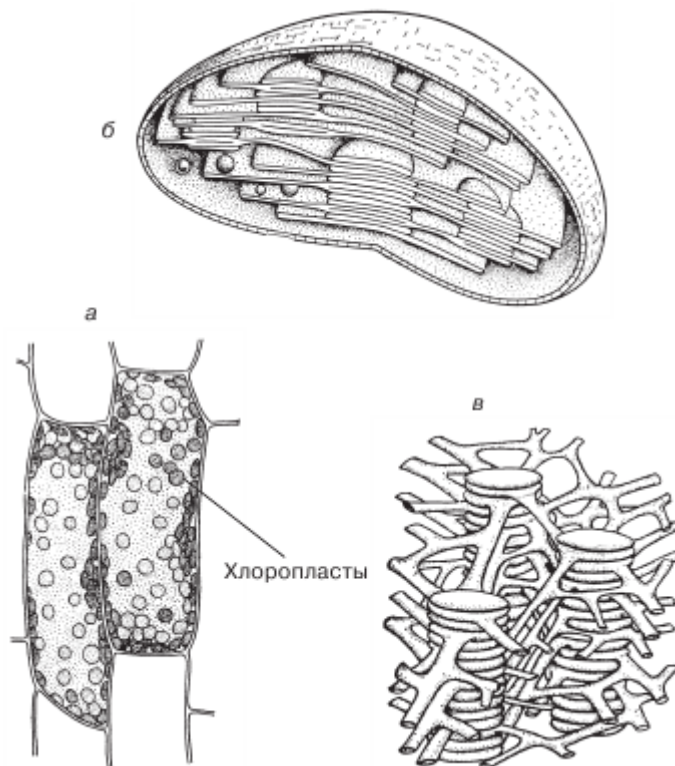


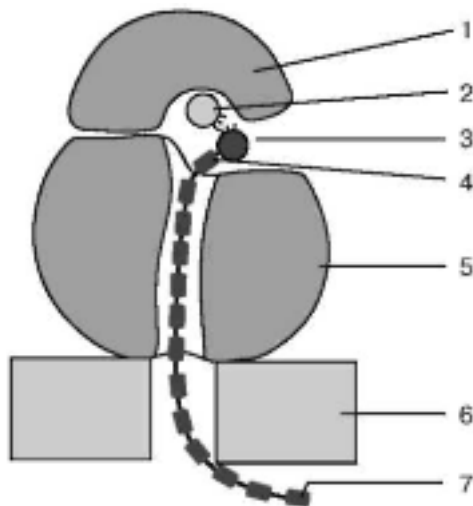
Рис. 17. Пластиды: а – хлоропласты в клетках листа элодеи, видимые в световом микроскопе; б – схема внутреннего строения хлоропласта с гранами, представляющими собой стопки плоских мешочков, расположенных перпендикулярно поверхности хлоропласта; в – более подробная схема, на которой видны анастомозирующие трубочки, соединяющие отдельные камеры фан [7]

Лейкопласты – это бесцветные пластиды, содержащиеся в клетках подземных частей растений (например, в клубнях картофеля), семян и сердцевины стеблей. В лейкопластах, главным образом, происходит образование из глюкозы крахмала и накопление его в запасных органах растений.

Пластиды одного вида могут превращаться в другой. Например, при осеннем изменении цвета листьев хлоропласты превращаются в хромопласты.

Лизосомы. Эти органоиды имеют вид пузырьков, окруженных мембраной, диаметром до 2 мкм. Они содержат несколько десятков ферментов, расщепляющих белки, нуклеиновые кислоты, полисахариды и липиды. Функция лизосом – участие в процессах внутриклеточного расщепления сложных органических соединений (например, пищевых веществ или веществ «отработавших» клеточных компонентов). Лизосомы сливаются с фагоцитарными (или пиноцитарными) вакуолями, образуя пищеварительную вакуоль.

Образование лизосом происходит за счет отпочковывания от цистерн аппарата Гольджи.



Рибосомы. Рибосомы (рис. 18) присутствуют в клетках как эукариот, так и прокариот, поскольку выполняют важную функцию в *биосинтезе белков* (см. главу 5). В каждой клетке имеются десятки, сотни тысяч (до нескольких миллионов) этих мелких округлых органоидов.

Рис. 18. Схема строения рибосомы, сидящей на мембране эндоплазматической сети: 1 – малая субъединица; 2 – тРНК; 3 – аминоацил-тРНК; 4 – аминокислота; 5 – большая субъединица; 6 – мембрана эндоплазматической сети; 7 – синтезируемая полипептидная цепь [8]

Рибосома состоит из двух неравных субъединиц (частей). Они образуются отдельно и объединяются, «охватывая» информационную РНК, в процессе синтеза белковой молекулы. В состав рибосом входят различные белки и рибосомальные РНК.

Клеточные включения. Так называются непостоянные компоненты в клетке, присутствующие в основном веществе цитоплазмы в виде зерен, гранул или капелек. Включения могут быть окружены мембраной или же не окружаются ею.

В функциональном отношении выделяют три вида включений: *запасные питательные вещества* (крахмал, гликоген, жиры, белки), *секреторные включения* (вещества, характерные для железистых клеток, продуцируемые ими, – гормоны желез внутренней секреции

и т. п.) и включения *специального назначения* (в узкоспециализированных клетках, например гемоглобин в эритроцитах).

§ 3. Организация клеточного ядра. Хромосомы

Клеточное ядро (см. рис. 8и9) имеет важнейшее значение в жизнедеятельности клетки, поскольку служит хранилищем наследственной информации, содержащейся в хромосомах (см. ниже).

Ядро ограничено ядерной оболочкой, отделяющей его содержимое (*кариоплазму*) от цитоплазмы. Оболочка состоит из двух мембран, разделенных промежутком. Обе они пронизаны многочисленными порами, благодаря которым возможен обмен веществами между ядром и цитоплазмой. В ядре клетки у большинства эукариот находится от 1 до 7 *ядрышек*. С ними связаны процессы синтеза РНК и тРНК.

Основные компоненты ядра – *хромосомы*, образованные из молекулы ДНК и различных белков. В световом микроскопе они хорошо различимы лишь в период клеточного деления (*митоза, мейоза*). В неделящейся клетке хромосомы имеют вид длинных тонких нитей, распределенных по всему объему ядра.

Во время деления клеток хромосомные нити образуют плотные спирали, вследствие чего становятся видимыми (с помощью обычного микроскопа) в форме палочек, «шпилек». Весь объем генетической информации распределен между хромосомами ядра. В процессе их изучения были выявлены следующие закономерности:

♦ в ядрах соматических клеток (т. е. клеток тела, неполовых) у всех особей одного вида содержится одинаковое количество хромосом, составляющих *набор хромосом* (рис. 19);

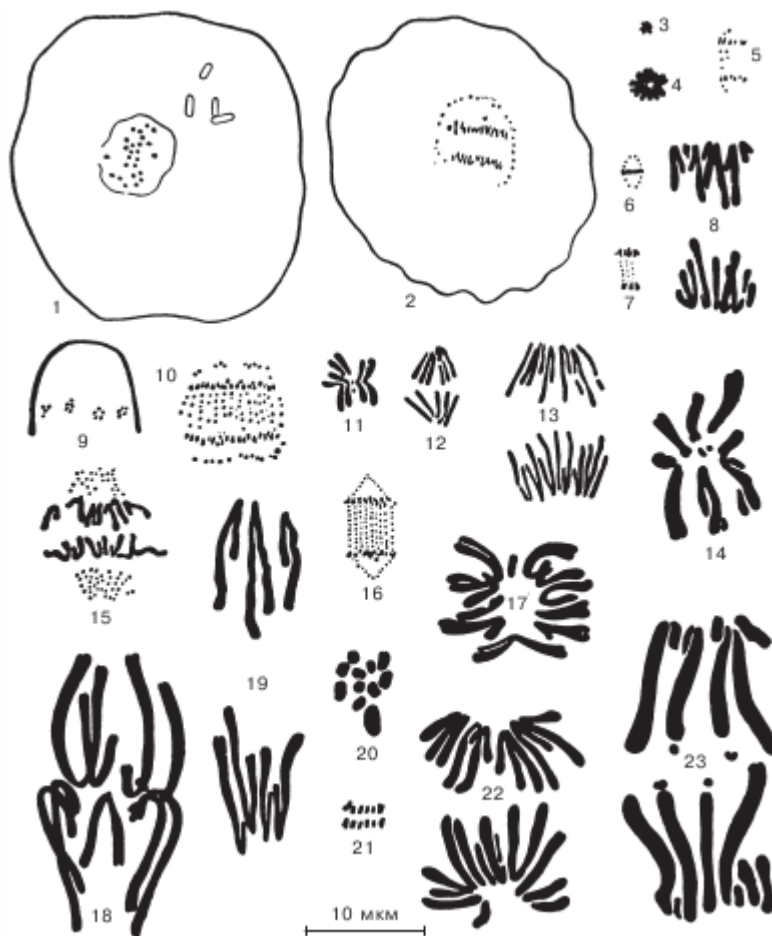


Рис. 19. Хромосомы разных видов растений и животных, изображенные в одном масштабе: 1,2 – амеба; 3,4 – диатомовые водоросли; 5–8, 18,19 – зеленые водоросли; 9 – мухо-

мор; 10 – липа; 11–12 – дрозофила; 13 – семга; 14 – скерда (семейство сложноцветных); 15 – растение из семейства ароидных; 16 – бабочка-хохлатка; 17 – насекомое из семейства саранчовых; 20 – клоп-водомерка; 21 – цветочный клоп; 22 – земноводное амбистома; 23 – алоэ (семейство лилейных) [7]

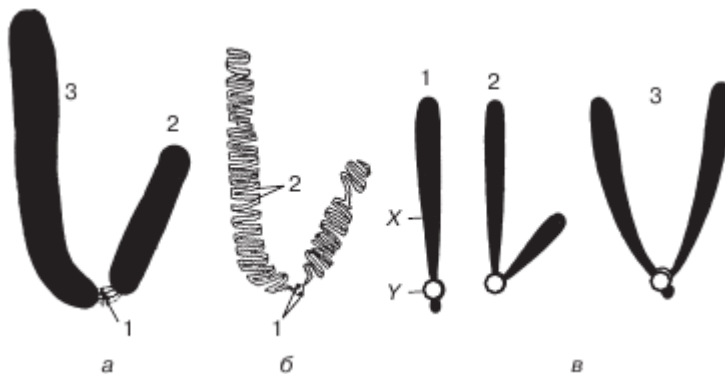
♦ для каждого вида характерен свой хромосомный набор по их количеству (например, у человека 46 хромосом, у мушки дрозофилы – 8, у аскариды – 4, у речного рака – 196, у лошади – 66, у кукурузы – 104);

♦ хромосомы в ядрах соматических клеток могут быть сгруппированы парами, получившими название *гомологичных хромосом* на основании их сходства (по строению и функциям);

♦ в ядрах половых клеток (гамет) из каждой пары гомологичных хромосом содержится только одна, т. е. общий набор хромосом вдвое меньше, чем в соматических клетках;

♦ одинарный набор хромосом в половых клетках называется *гаплоидным* и обозначается буквой *n*, а в соматических – *диплоидным* ($2n$).

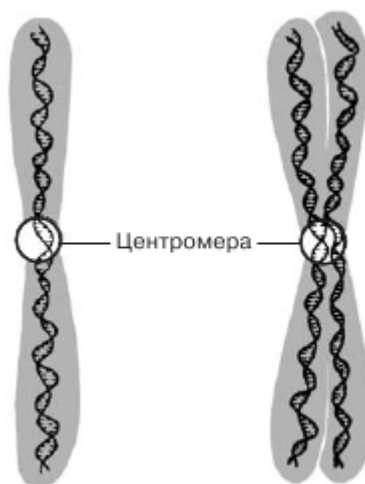
Из изложенного ясно, что каждая пара гомологичных хромосом образована объединением отцовских и материнских хромосом при оплодотворении, т. е. слиянии половых клеток (гамет). И наоборот, при образовании половых клеток из каждой пары гомологичных хромосом в гамету попадает только одна.



Хромосомы *разных* гомологичных пар отличаются по размерам и форме (рис. 20 и 21).

Рис. 20. Строение и типы хромосом: а – внешний вид 1 – центромера; 2 – короткое плечо; 3 – длинное плечо); внутренняя структура той же хромосомы (1 – центромера; – молекулы ДНК); в – типы хромосом (1 – одноплечая; разноплечая; 3 – равноплечая: X – плечо, V – центромера)

Рис. 21. Хромосома состоит из ДНК и белков. Молекула ДНК реплицируется. Две идентичные двойные спирали ДНК остаются соединенными в области центромеры. Эти копии превращаются в отдельные хромосомы позднее, во время деления клетки [7]



В теле хромосом выделяют *первичную перетяжку* (называемую *центромерой*), к которой прикрепляются нити *веретена деления*. Она делит хромосому на два *плеча*. Хромосомы могут быть равноплечими, разноплечими и одноплечими.

Глава 5. Обмен веществ

§ 1. Метаболизм как единство ассимиляции и диссимиляции

Все клетки и живые организмы – это открытые системы, т. е. они пребывают в состоянии постоянного обмена энергий и веществ с окружающей средой. Имеются открытые системы и в неживой природе, но их существование качественно отличается от живых организмов. Рассмотрим такой пример: горящий кусок самородной серы находится в состоянии обмена с окружающей средой. При его горении поглощается O_2 , а выделяются SO_2 и энергия (в виде тепла). Однако при этом кусок серы как физическое тело разрушается, утрачивает свою первичную структуру.

Для живых же организмов обмен с окружающей средой оказывается условием сохранения, поддержания их структурной организации путем самообновления всех веществ и компонентов, из которых они состоят.

Обмен веществ (метаболизм) – совокупность протекающих в живых организмах процессов (потребления, превращения, накопления и выделения веществ и энергии), обеспечивающих их жизнедеятельность, развитие, рост, воспроизведение. В процессе обмена веществ происходит расщепление и синтез молекул, входящих в состав клеток; обновление клеточных структур и межклеточного вещества.

В основе метаболизма лежат взаимосвязанные процессы *ассимиляции* (анаболизм) и *диссимиляции* (катаболизм). При ассимиляции (пластический обмен) происходит синтез сложных веществ из простых. Именно благодаря этому создаются все органические вещества в клетке, необходимые для построения ее структурных компонентов, ферментных систем и т. д. *Ассимиляция всегда осуществляется с затратой энергии.*

В ходе диссимиляции (энергетический обмен) сложные органические вещества расщепляются до более простых или до неорганических. При этом выделяется энергия, которая расходуется клеткой на выполнение различных процессов, обеспечивающих ее жизнедеятельность (синтез и транспорт веществ, механическую работу и т. д.).

Все живые организмы могут быть разделены на две группы: *автотрофы* и *гетеротрофы*, которые отличаются источниками энергии и необходимых веществ для обеспечения своей жизнедеятельности.

Автотрофы – организмы, синтезирующие из неорганических веществ органические соединения с использованием энергии солнечного света (как *фототрофы* – растения, цианобактерии) или энергии, получаемой при окислении минеральных (неорганических) веществ (таких, как *хемотрофы* – серобактерии, железобактерии и др.). Следовательно, они способны самостоятельно создавать требуемые для своей жизнедеятельности вещества.

Гетеротрофы (все животные, грибы, многие бактерии, растения-паразиты) – организмы, нуждающиеся для поддержания своего существования в готовых органических веществах, которые (поступая в виде пищи) служат источником энергии и необходимым «строительным материалом». Характерная черта гетеротрофов – их способность использовать мелкие органические молекулы (мономеры), образующиеся при переваривании пищи, для синтеза собственных сложных органических соединений. Например, при расщеплении

белков пищи на аминокислоты последние поступают затем в клетки тела, и там из них «собираются» (синтезируются) белки, специфичные для данного организма.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.