

БИОЛОГИЯ

Под редакцией академика РАО Н. В. ЧЕБЫШЕВА

УЧЕБНИК

Допущено

*Всероссийским учебно-научно-методическим центром
по непрерывному медицинскому и фармацевтическому образованию
Министерства здравоохранения Российской Федерации
в качестве учебника для студентов медицинских колледжей*

9-е издание, стереотипное



Москва

Издательский центр «Академия»

2014

УДК 57(075.32)
ББК 28.0я723
Б63

Рецензенты:

зав. кафедрой биологии и общей генетики РУДН, д-р биол. наук,
профессор *А. В. Иткес*;
преподаватель биологии Московского медицинского училища № 13
С. В. Ериова

Биология : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / [Н. В. Чебышев, Г. Г. Гринева, Г. С. Гузикова и др.] ; под ред. академика Н. В. Чебышева. — 9-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2014. — 448 с.
ISBN 978-5-4468-0843-4

Учебник создан в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки «Здравоохранение».

Рассмотрены основные направления современной биологии: цитология, генетика, онтогенез, эволюционное учение и основы медицинской паразитологии. При подготовке учебника использованы современные данные о достижениях в различных областях биологических наук.

Для студентов учреждений среднего профессионального образования, обучающихся по медицинским специальностям. Может быть использован абитуриентами при подготовке в высшие медицинские учебные заведения.

УДК 57(075.32)
ББК 28.0я723

*Оригинал-макет данного издания является собственностью
Издательского центра «Академия», и его воспроизведение любым способом
без согласия правообладателя запрещается*

© Коллектив авторов, 2005

© Коллектив авторов, 2012, с изменениями

© Образовательно-издательский центр «Академия», 2012

© Оформление. Издательский центр «Академия», 2012

ISBN 978-5-4468-0843-4

ПРЕДИСЛОВИЕ

Биология прочно занимает одно из ведущих мест в современном естествознании. XXI век называют веком биологии.

Достижения в различных областях биологии за последние 50 лет позволяют понять, как работает клетка, какие биохимические процессы происходят на клеточном уровне, как передается наследственная информация, что дает возможность существования жизни на Земле.

Благодаря использованию физических, химических и математических методов исследования биология вышла на новый качественный уровень — молекулярный. Достижения в молекулярной биологии способствовали развитию генетики, геномной инженерии. Молекулярно-генетический анализ ДНК применяется для идентификации личности, определения родства и других медицинских целей. Методы геномной инженерии используют для получения генетически модифицированных продуктов питания, лечения некоторых заболеваний человека.

В современном мире медицинский работник должен знать и понимать общие механизмы функционирования живых систем, в том числе и биологию человека. Необходимо знать, как шла эволюция жизни на Земле, какие факторы способствовали появлению человека

В повседневной жизни люди могут подвергаться воздействию различных инфекционных и инвазивных агентов. В результате воздействия на организм различных паразитов развиваются тяжелые заболевания. Знание строения, циклов развития, а также способов профилактики позволит избежать этих заболеваний.

Авторы учебника стремились в доступной форме изложить основные современные данные о строении и функциях клетки, способах ее деления, индивидуальном развитии организмов, наследственности и изменчивости, основах паразитологии и эволюционном учении.

Медицинские сестры, фельдшеры должны использовать знания биологии для профилактики заболеваний, лечения больных, пропаганды здорового образа жизни.

РАЗДЕЛ I

БИОЛОГИЯ — НАУКА О ЖИЗНИ

Глава 1

КЛАССИФИКАЦИЯ РАЗДЕЛОВ БИОЛОГИИ

Биология — наука о жизни (от греч. *биос* — жизнь, *логос* — наука) — изучает закономерности жизни и развития живых существ. Термин «биология» был предложен немецким ботаником Г.Тревиранусом в 1802 г. и французским естествоиспытателем Ж.Ламарком в 1809 г.

Биология относится к естественным наукам, так же как химия, физика, астрономия, геология. Современная биология представляет совокупность наук о живой природе. Каждая из биологических наук имеет свои объекты изучения, проблемы и использует различные методы исследования. Биология изучает все формы живых организмов, начиная от вирусов и заканчивая человеком, их строение, функции, развитие, происхождение, связь друг с другом и окружающей средой. Система биологических наук сложна, что связано с многообразием форм жизни на Земле.

Разделы биологии можно классифицировать по-разному. Общие закономерности живой природы, раскрывающие сущность жизни, ее формы и развитие, изучает общая биология. В зависимости от объекта исследования выделяют специальные науки: зоологию — о животных; ботанику — о растениях. В пределах каждой из них имеются более узкие дисциплины. Например, в зоологии выделяют протозоологию — науку, изучающую одноклеточных животных; гельминтологию — науку о паразитических червях и заболеваниях, вызываемых ими; арахнологию — науку о паукообразных; энтомологию — науку о насекомых и др. К ботаническим наукам относят микологию — науку о грибах; альгологию — науку о водорослях и др. Классификацией живых существ занимается систематика.

В биологии можно выделить дисциплины, изучающие морфологию, т.е. строение организмов, и физиологию, т.е. процессы, протекающие в живых организмах, и обмен веществ между организмом и средой. К морфологическим наукам относят, например, цитологию, исследующую строение клетки; гистологию — науку о тканях; анатомию — о форме и строении отдельных органов, систем и организма в целом. Различают анатомию человека,

животных, растений. Изучением сходства и различий в строении животных занимается сравнительная анатомия.

Физиологические науки рассматривают процессы жизнедеятельности (функции) животных и растительных организмов, их отдельных систем, органов, тканей и клеток. Физиологию человека и животных подразделяют на несколько дисциплин, тесно связанных между собой. Выделяют общую физиологию, которая исследует общие закономерности реакции организма и его структур на воздействие факторов внешней среды, и частную специальную, которая изучает механизмы реагирования отдельных классов животных (например, птиц или млекопитающих) или отдельных органов (например, печени или легких) на внешние воздействия. Специальная дисциплина — патологическая физиология — занимается исследованием закономерностей развития и течения патологических процессов в организме. Физиология растений исследует общие закономерности физиолого-биохимических процессов, их сущность и взаимосвязь жизни растения с окружающими условиями.

Наука о наследственности и изменчивости живых организмов названа генетикой. В зависимости от объекта исследования выделяют генетику растений, животных, микроорганизмов и человека.

Изучением закономерностей индивидуального развития занимается эмбриология.

Основная задача экологии — исследование взаимодействия между организмами и окружающей средой, позволяющей им выживать, развиваться и размножаться.

Антропология — наука о происхождении человека и его рас. Эта наука не только биологическая, но и социальная, так как понимание биологической эволюции человека невозможно без изучения закономерностей развития человеческого общества.

Для современной биологии характерны высокая специализация дисциплин, входящих в нее, и комплексное взаимодействие с другими науками, например химией, физикой, математикой, и появление новых сложных дисциплин.

Появление новых химических и физических методов исследования в биологии привело к возникновению таких наук, как биохимия, биофизика, молекулярная биология.

Биохимия изучает химический состав живых организмов, превращение веществ в процессе их жизнедеятельности; биофизика (биологическая физика) — физические свойства и процессы в отдельных органах, тканях, клетках и организма в целом. Молекулярная биология исследует основные свойства и проявления жизни на молекулярном уровне. Молекулярная биология возникла в начале 1950-х гг. XX в. как результат накопления знаний о структуре и функциях белков и нуклеиновых кислот. Использование комплексных методов исследования позволило изучить структуры и функции генетического аппарата клеток, механизм реали-

зации генетической информации и т.д. Возникли новые дисциплины, такие как молекулярная генетика, молекулярная вирусология и др.

Важное место в биологии занимают как теоретические, так и практические направления исследований. Первые позволяют делать открытия, которые обеспечивают успешное развитие прикладных дисциплин, могут быть использованы человеком в практической деятельности. Учитывая научные достижения и высокие темпы развития биологических наук, можно считать, что с середины XX в. начался век биологии.

Биологические науки представляют теоретическую основу медицины, агрономии, животноводства и других отраслей народного хозяйства. Например, знание законов генетики и селекции позволяет выводить новые высокопродуктивные породы животных и более урожайные сорта растений. Открытия, сделанные в генной инженерии, могут быть использованы в биотехнологии (для получения биологически активных веществ, антибиотиков, ферментов, гормональных препаратов и др.), при клонировании.

Во всех теоретических и практических медицинских науках используются биологические обобщения. Например, открытие структуры вирусов, возбудителей инфекционных заболеваний (оспы, кори, гриппа и др.) и способов их передачи позволило ученым создать вакцины, которые предотвращают распространение этих заболеваний или снижают риск гибели людей от этих тяжелых инфекций.

В основе патологических процессов лежат биологические закономерности. Для лучшего понимания их сущности необходимо знание биологии.

Причиной многих болезней человека могут быть живые организмы. Знания морфологии, жизненных циклов паразитов, способов передачи возбудителей необходимы для успешной борьбы и предупреждения паразитарных заболеваний.

Акушерство тесно связано с эмбриологией. Некоторые болезни человека являются наследственными. Для их диагностики и лечения необходимы знания генетики. Многие врожденные аномалии возникают вследствие воздействия неблагоприятных условий среды. Знания биологии развития организмов позволяют предупредить их появление.

Большое значение для медицины имеет экология. Быстро изменяющиеся условия окружающей среды приводят к нарушению экологического равновесия между человеком и средой его обитания, что может иметь негативные последствия для него и потомков. Во избежание этого необходимо совершенствовать все формы производственной деятельности человека таким образом, чтобы это способствовало улучшению состояния окружающей среды и его здоровья.

ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ЖИВОГО

Одна из основных задач общей биологии — познание сущности жизни. Определить, что такое жизнь и чем живое отличается от неживого, очень сложно. Существует несколько определений жизни. Одно из них принадлежит Ф. Энгельсу (1878), обобщившему достижения естествознания второй половины XIX в.: «Жизнь есть способ существования белковых тел, и этот способ существования состоит по своему существу в постоянном самообновлении химических составных частей этих тел». Открытия, сделанные в области молекулярной биологии в XX в., позволили академику М. В. Волькенштейну (1965) дать более точное определение живым организмам. Согласно этому определению живые организмы представляют собой открытые, саморегулирующиеся, самовоспроизводящиеся системы, построенные из биополимеров — белков и нуклеиновых кислот. Жизнь существует в форме открытых систем. Через живые открытые системы проходят потоки энергии, информации, вещества, которые они способны воспринимать, хранить и перерабатывать. Живые организмы отличаются от неживых признаками, совокупность которых определяет их жизненные проявления.

Все живое характеризуется следующими свойствами: химическим составом, дискретностью и целостностью, структурной организацией, обменом веществ, самовоспроизведением, наследственностью, изменчивостью, ростом и развитием, раздражимостью и движением.

Химический состав. Живые существа состоят из тех же химических элементов, что и неживые, но в организмах есть молекулы веществ, характерных только для живого (нуклеиновых кислот, белков, липидов, углеводов). Химические вещества, входящие в состав живых организмов, имеют более сложное строение, чем неживая природа. В живых организмах 98 % химического состава приходится на четыре элемента: углерод, кислород, азот, водород. В неживой природе кроме кислорода основное значение имеют кремний, железо, магний и др. Химическая организация тесно связана с упорядоченностью структуры и функции любого организма.

Дискретность и целостность. Жизнь на земле проявляется в виде дискретных форм. Любая биологическая система (клетка, организм, вид и т.д.) состоит из отдельных частей, т.е. дискретна. Взаимодействие этих частей образует целостную систему. Например, в составе организма входят отдельные органы, связанные структурно и функционально в единое целое; любой вид организмов включает отдельные особи. Дискретность строения — основа

структурной упорядоченности, создающая возможность самообновления и замены некоторых частей системы без нарушения выполняемых ими функций. Например, «изношенные» органеллы клетки (митохондрии и др.) разрушаются и заменяются новыми; нарушения выполняемых ими функций (клеточное дыхание, синтез АТФ (аденозинтрифосфорной кислоты) и др.) не происходит.

Структурная организация. Живые системы способны приводить в порядок хаотичное движение молекул, образуя определенные структуры. Для живого характерна упорядоченность в пространстве и времени. Это комплекс сложных саморегулирующихся процессов обмена веществ, протекающих в строго определенной последовательности, направленной на поддержание постоянства внутренней среды — гомеостаза. Сложность структурной организации живого прослеживается на всех уровнях. Открытые биологические системы неразрывно связаны с внешней средой, влияющей на процессы, протекающие в них. Например, в сложных сообществах организмов, называемых биоценозами, существуют многообразные взаимодействия и взаимозависимости между особями одного и разных видов, а также с окружающей их внешней средой.

Обмен веществ и энергии. Живые организмы — это открытые системы, совершающие постоянный обмен веществом и энергией с окружающей средой. Основу этого обмена составляют взаимосвязанные процессы ассимиляции и диссимиляции, которые происходят на клеточном уровне. Ассимиляция (уподобление) наблюдается в том случае, когда живой организм поглощает из внешней среды необходимые вещества и превращает их в вещества, специфичные для него. Этот процесс требует затраты энергии. При диссимиляции (процессе распада сложных веществ на простые) выделяется энергия, необходимая для реакций биосинтеза, и конечные продукты распада. Обмен веществ обеспечивает постоянство химического состава всех частей организма. При изменении условий среды происходит саморегуляция жизненных процессов по принципу обратной связи, направленная на восстановление постоянства внутренней среды — гомеостаза. Например, продукты жизнедеятельности могут оказывать сильное и строго специфическое тормозящее воздействие на те ферменты, которые составили начальное звено в длинной цепи реакций.

Обменные процессы могут происходить и в неживой природе. Например, образование ржавчины на поверхности железного предмета — следствие обмена со средой. В результате этих процессов изменяются свойства неживых тел.

Самовоспроизведение. Время существования любой биологической системы ограничено. Для поддержания жизни необходим процесс самовоспроизведения, связанный с образованием новых структур, несущих генетическую информацию, которая находится в молекулах ДНК. На молекулярном уровне самовоспроизведе-

ние осуществляется на основе матричного синтеза, т.е. новые молекулы синтезируются в соответствии с программой, заложенной в структуре ранее существовавших молекул. Живые существа, имея ограниченный срок жизни, размножаясь, оставляют после себя потомство. Размножение организмов всех видов, обитающих на Земле, поддерживает существование биосферы.

Наследственность. Молекула ДНК хранит и передает наследственную информацию благодаря матричному принципу репликации, обеспечивая материальную преемственность между поколениями. Наследственность — это способность организмов передавать из поколения в поколение при размножении свои признаки, свойства и особенности развития.

Изменчивость. Это приобретение организмом новых признаков и свойств. При передаче наследственной информации иногда возникают различные отклонения, которые приводят к изменению признаков и свойств у потомков. Изменчивость обуславливает создание разнообразного материала для отбора наиболее приспособленных организмов к данным условиям среды. Если эти изменения благоприятствуют жизни, они закрепляются отбором. Так появляются новые виды. Наследственная изменчивость способствует эволюции видов.

Рост и развитие. Живая форма материи характеризуется индивидуальным и историческим развитием. Организмы наследуют определенную генетическую информацию о возможности развития тех или иных признаков. Реализация информации происходит в процессе индивидуального развития — онтогенеза. На определенном этапе онтогенеза осуществляется рост организма (увеличение массы), связанный с репродукцией молекул, клеток и других биологических структур и их дифференцировка (появление различий в структуре и функциях). Рост сопровождается развитием, в результате которого возникает новое качественное состояние объекта, образуются новые структуры, способные выполнять определенные функции. Например, у растений развиваются новые ветви, которые отличаются по структуре от других. В неживой природе, например, рост кристалла происходит за счет добавления подобных структур.

Историческое развитие — филогенез — сопровождается образованием новых видов. Таким образом возникло все многообразие живых организмов на Земле.

Раздражимость и движение. Способность живых организмов избирательно реагировать на внешние воздействия специфическими реакциями называют раздражимостью. Животные более активно реагируют на воздействие внешней среды. Они могут убежать или приближаться к раздражителю. Растения реагируют медленнее: например, листья и цветы поворачиваются к свету. Реакция высокоорганизованных животных и человека на раздражение

происходит посредством нервной системы и называется рефлексом. Раздражимость — универсальное свойство всех живых существ.

Организмы отвечают на воздействие движением. Форма его проявления зависит от структуры живого существа. Организмы, не имеющие нервной системы и ведущие прикрепленный образ жизни, в ответ на воздействие раздражителя совершают движения, называемые тропизмами. В зависимости от раздражителя тропизмы могут быть различными. Например, фототропизм — это реакция на свет у растений. Одноклеточные животные и некоторые клетки многоклеточного организма, например лейкоциты, совершают движения, называемые таксисами. Реакцию на воздействие химических веществ называют хемотаксисом.

Неживые объекты реагируют на окружающую среду пассивно. Например, если камень толкнуть, он пассивно сдвинется с места.

Саморегуляция. Проявление всех основных свойств, характеризующих жизнь, связано с саморегуляцией, т.е. способностью живых биологических систем автоматически поддерживать на определенном постоянном уровне физиологические и другие биологические показатели. При саморегуляции управляющие факторы не воздействуют извне на регулируемую систему, а непосредственно формируются в ней.

Механизмы саморегуляции разнообразны и зависят от уровня организации живой материи. Саморегуляция всех процессов жизнедеятельности в организмах осуществляется по принципу обратной связи. Недостаток каких-либо веществ активизирует внутренние ресурсы организма, а их избыток откладывается в запас. Например, повышение концентрации глюкозы в крови приводит к усилению выработки гормона поджелудочной железы — инсулина, уменьшающего содержание сахара в ней. В свою очередь снижение уровня глюкозы в крови замедляет выделение гормона в кровяное русло. Избыток глюкозы под влиянием инсулина превращается в гликоген и откладывается в запас.

Контрольные вопросы

1. Из каких подразделов состоит биология?
2. Какие специальные науки можно выделить в биологии? Дайте их краткую характеристику.
3. Какое значение имеет биология?
4. Приведите определение понятия «жизнь» с биологической точки зрения.
5. Охарактеризуйте основные свойства живых объектов.
6. Какие основные черты характерны всем живым организмам?
7. Чем отличаются живые организмы от неживых тел?

РАЗДЕЛ II

УЧЕНИЕ О КЛЕТКЕ

Глава 3

БИОЛОГИЯ КЛЕТКИ

3.1. Уровни организации живой материи

В живой природе в зависимости от сложности структуры выделяют несколько уровней организации биологических систем: молекулярно-генетический, клеточный, онтогенетический, популяционно-видовой, биогеоценотический и биосферный.

Молекулярно-генетический уровень. Любая живая система, как бы сложно она не была организована, состоит из биологических макромолекул: белков, нуклеиновых кислот и других органических веществ. На молекулярно-генетическом уровне изучают физико-химические процессы, происходящие в организме (синтез и распад белков, нуклеиновых кислот, липидов, обмен веществ и энергии, копирование генетической информации). Отмечается однообразие дискретных единиц. Четыре азотистых основания входят в состав нуклеиновых кислот. Двадцать аминокислот образуют молекулы белка. Элементарная единица — ген — это участок молекулы ДНК, содержащий определенную генетическую информацию.

Элементарное явление — это редупликация (самовоспроизведение) молекул ДНК, которая осуществляется по принципу матричного синтеза. Происходит копирование генетической информации, заключенной в генах, что обеспечивает преемственность и сохранность свойств организмов в последующих поколениях. При редупликации могут возникать различные нарушения, изменяющие генетическую информацию (генные мутации), составляющие основу изменчивости.

Клеточный уровень. Клетка — основная структурная, функциональная и генетическая единица организации всех живых организмов. Элементарное явление — реакции клеточного метаболизма. На клеточном уровне изучают строение клеток и клеточных компонентов. Метаболизм, происходящий на уровне клетки, необходим для осуществления жизни на других уровнях.

Онтогенетический уровень. Элементарной единицей жизни на этом уровне является особь (организм). На онтогенетическом уровне изучают процессы, происходящие в организме, начиная с момента его зарождения и до прекращения жизни: особенности стро-

ения, физиологии, механизмы адаптации, поведение и т.д. Изменения, происходящие в течение всего периода индивидуального развития особи, составляют элементарное явление на данном уровне. Характерно многообразие форм, связанное с пространственными комбинациями, которые обуславливают новые качественные особенности организма.

Процессы нормального онтогенеза могут быть нарушены необычными воздействиями. Любые физико-химические факторы внешней среды, к которым у организмов нет приспособления, выработанного в процессе эволюции, могут отрицательно влиять на воспроизводство. Например, некоторые химические вещества обладают тератогенным (вызывающим различные уродства) действием.

Популяционно-видовой уровень. Элементарная единица — популяция — это совокупность особей одного вида, населяющих определенную территорию, способных скрещиваться между собой и частично или полностью изолированных от других популяций того же вида. В этой системе происходят элементарные эволюционные преобразования, такие как естественный отбор, мутации.

На популяционно-видовом уровне изучают факторы, влияющие на численность популяций, их половой состав, проблемы сохранения исчезающих видов и др.

Биогеоценотический и биосферный уровни. Элементарная структура — биогеоценоз — это исторически сложившиеся устойчивые сообщества растений, животных и микроорганизмов, находящихся в постоянном взаимодействии с компонентами атмосферы, гидросферы и литосферы, т.е. целостная саморегулирующаяся и самоподдерживающаяся система.

Биосфера представляет совокупность всех биогеоценозов, образующих единый комплекс, охватывающий все явления жизни на планете. Элементарное явление на биосферном уровне связано с круговоротом веществ и энергии, происходящим при участии живых организмов.

Все уровни организации живого тесно соединены между собой, что свидетельствует о целостности живой природы. Без биологических процессов, осуществляемых на этих уровнях, невозможны эволюция и существование жизни на Земле.

На определенном этапе эволюционного развития появился человек. В его жизни главную роль играют социальные взаимоотношения. Но человек и все человечество — это составная часть биосферы, его здоровье зависит от умения приспосабливаться к меняющимся условиям среды. Если эта способность проявляется недостаточно, то могут возникнуть заболевания, затрагивающие различные уровни организации жизни (клеточный, онтогенетический).

3.2. Формы существования живой материи

3.2.1. Неклеточные формы

Все живые организмы, обитающие на Земле, разделены на две группы. К первой относят вирусы и фаги, не имеющие клеточного строения; ко второй — все остальные организмы, для которых разнообразные клетки являются основной структурной единицей.

Вирусы. Неклеточные формы жизни представлены вирусами. Последние были открыты в 1892 г. русским ученым Д. И. Ивановским. Он выделил их из растений табака, пораженных мозаичной болезнью. Термин «вирус» предложил ввести в 1899 г. нидерландский ботаник и микробиолог М. Бейеринк. Вирусы — это внутриклеточные паразиты на генетическом уровне, которые распространены повсеместно в природе. Они способны вызывать заболевания растений, животных и человека. К числу вирусных заболеваний человека можно отнести грипп, оспу, краснуху, гепатит, корь, СПИД, таежный энцефалит и др.

Вирусы имеют размеры от 20 до 300 нм; наблюдать их можно только с помощью электронного микроскопа. Они могут быть простыми и сложными. Простые вирусы состоят из расположенного в центре носителя генетической информации (ДНК или РНК) и белковой оболочки, называемой капсидом. Последний состоит из отдельных субъединиц. Каждый вирус характеризуется своим упорядоченным расположением субъединиц. Капсид предохраняет нуклеиновую кислоту от повреждений и содержит рецепторы, обеспечивающие прикрепление вирусных частиц к клетке.

Белки капсида обуславливают ферментативные и антигенные свойства вирусов. Примерами простых вирусов могут служить вирусы мозаичной болезни табака (рис. 3.1), полиомиелита и др. Сложные вирусы имеют наружную оболочку, называемую суперкапсидом. Она построена из плазматической мембраны клетки-хозяина. К сложным вирусам относят вирусы гриппа, СПИДа, герпеса и др. (рис. 3.2). Вирусы отличаются друг от друга формой капсида и строением оболочки.

Вирусы классифицируют по типу нуклеиновых кислот: ДНК-содержа-

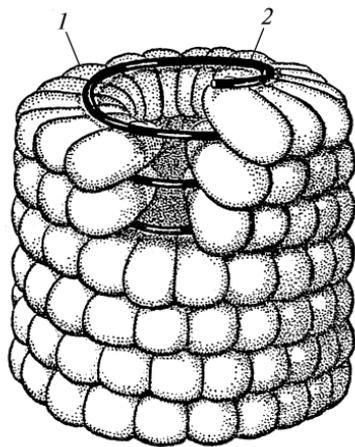


Рис. 3.1. Модель вируса табачной мозаики:

1 — капсомер (белковая молекула); 2 — РНК

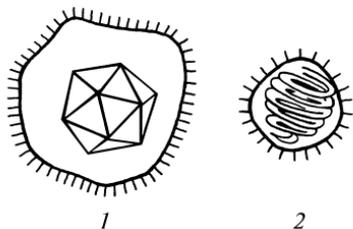


Рис. 3.2. Форма и размеры некоторых вирусов:

1 — вирус герпеса; 2 — вирус гриппа

шие вирусы, например, аденовирусы, вирусы герпеса, оспы; РНК-содержащие — вирусы гриппа, кори, бешенства, клещевого энцефалита, краснухи, многие вирусы, вызывающие заболевания растений и др.

Вирусы могут существовать в двух основных формах: внеклеточной, или покоящейся, и внутриклеточной, или репродуцирующей (размножающейся). Вне клеток вирионы (вирусные частицы) не обнаруживают никаких признаков жизни: они не способны

размножаться, у них отсутствует обмен веществ. Они могут сохранять жизнеспособность продолжительное время, устойчивы к воздействию низких температур, переносят высушивание и высокие дозы радиации. Многие вирусы растений и вирус полиомиелита способны образовывать кристаллы, состоящие из миллионов элементарных вирусных частиц. В таком состоянии вирусы очень устойчивы к внешним воздействиям. Они погибают при воздействии дезинфицирующих веществ, облучении ультрафиолетовыми лучами. Попав в организм, вирусы проникают в клетки и переходят из покоящейся стадии в стадию размножения. Это облигатные паразиты, способные размножаться и развиваться только внутри живых клеток.

Размножение вирусов начинается с прикрепления вирионов к определенным клеткам организма-хозяина и проникновения внутрь них. Нуклеиновая кислота освобождается от капсида и включается в обмен веществ клетки, направляя всю ее деятельность на производство вирусных нуклеиновой кислоты и белков. Дезоксирибонуклеиновая кислота размножается путем репликации и параллельно служит матрицей для синтеза молекул иРНК, которые, поступая в рибосомы клетки-хозяина, обеспечивают синтез вирусных белков. У РНК-содержащих вирусов передача наследственной информации происходит с молекулы РНК.

По окончании синтеза белков и нуклеиновых кислот вируса в клетке хозяина происходит сборка вирусных частиц и выход их из клетки. После нескольких таких циклов клетка погибает. Например, у вируса гриппа за 30 ч проходит 5—6 циклов с выходом более 100 вирусных частиц в каждом. При заражении некоторыми вирусами клетки не разрушаются, а начинают усиленно делиться, часто образуя злокачественные опухоли. Частицы растительных вирусов в определенных условиях могут не выходить из клетки, а накапливаться в ней, образуя кристаллы.

Вирусам свойственна изменчивость при изменении условий существования. На этом свойстве основан метод приготовления

профилактических вакцин против некоторых заболеваний, например оспы, бешенства и др.

Бактериофаги. Группу вирусов, поражающих бактерии, называют бактериофагами (рис. 3.3). Для них характерна узкая специализация и способность паразитировать только на строго определенных видах бактерий. Строение бактериофагов сложнее, чем вирусов. Наиболее сложно устроен бактериофаг кишечной палочки Т4. Он имеет головку и хвостовой отросток. Головка состоит из белковой оболочки и заключенной в ней молекулы ДНК. Внутри хвостового отростка проходит стержень, сообщающийся с головкой, а снаружи — чехол отростка, который заканчивается шестиугольной базальной пластинкой с шипами и нитями.

Фаг прикрепляется к бактериальной клетке с помощью нитей хвостового отростка. Чехол последнего сокращается, стержень с помощью фермента «прокалывает» клеточную оболочку и нуклеиновая кислота впрыскивается в клетку. На поверхности клетки остаются пустые оболочки фага. Введенная внутрь нуклеиновая кислота перестраивает весь метаболизм бактериальной клетки, заставляя ее синтезировать нуклеиновую кислоту и белки фага. Происходит сборка новых фаговых частиц, бактериальная клетка лизирует и фаги освобождаются.

Бактериофаги применяют для лечения и профилактики некоторых инфекционных заболеваний, например брюшного тифа, дизентерии и др.

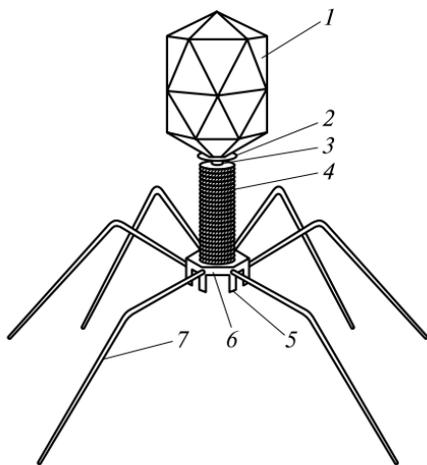


Рис. 3.3. Строение бактериофага: 1 — головка; 2 — воротничок; 3 — полый стержень, соединяющий головку с базальной пластинкой; 4 — чехол со спиральной симметрией, сократительный; 5 — шипы отростка; 6 — базальная пластинка; 7 — хвостовая нить

3.2.2. Клеточные формы

Большинство живых организмов, обитающих на Земле, имеют клеточное строение. В процессе эволюции органического мира клетка оказалась единственной элементарной системой, в которой возможно проявление всех закономерностей, характеризующих жизнь. Учитывая особенности строения клеток, все живые организмы делят на прокариоты и эукариоты.

Прокариотические клетки. Это организмы с неоформленным ядром, представленные бактериями и сине-зелеными водорослями. Большинство из них имеют малые размеры (до 10 мкм) и округлую, овальную или удлинённую формы клеток. Генетический материал (ДНК) единственной кольцевой хромосомы находится в цитоплазме и не отделен от нее оболочкой. Этот аналог ядра называют нуклеоидом.

Прокариотические клетки защищены клеточной стенкой (оболочкой), наружная часть которой образована гликопептидом муреином. Снаружи от клеточной стенки может быть капсула. Внутренняя часть клеточной стенки представлена плазматической мембраной, выпячивания которой в цитоплазму образуют мезосомы, участвующие в построении клеточных перегородок, репродукции, и служат местом прикрепления ДНК. В цитоплазме органелл мало, но присутствуют многочисленные мелкие рибосомы. Микротрубочки отсутствуют, движения цитоплазмы не происходит.

Многие бактерии имеют жгутики более простого строения, чем эукариоты. Кроме жгутиков у бактерий могут присутствовать фимбрии, или пили. Они короче жгутиков и представлены нитями длиной до 5 мкм, которые располагаются по периферии клетки в количестве 100—250. Полагают, что фимбрии участвуют в прикреплении бактерий к клеткам млекопитающих.

Дыхание у бактерий осуществляется в мезосомах, у сине-зеленых водорослей — в цитоплазматических мембранах. Хлоропластов и других клеточных органелл, окруженных мембраной, нет (рис. 3.4).

В цитоплазме прокариотических клеток могут присутствовать различные включения: полисахариды, липиды, сера, гликоген и др.

Размножаются прокариоты очень быстро путем бинарного деления. Например, бактерия кишечная палочка каждые 20 мин удваивает свою численность.

Сравнительная характеристика прокариотических и эукариотических организмов представлена в табл. 3.1.

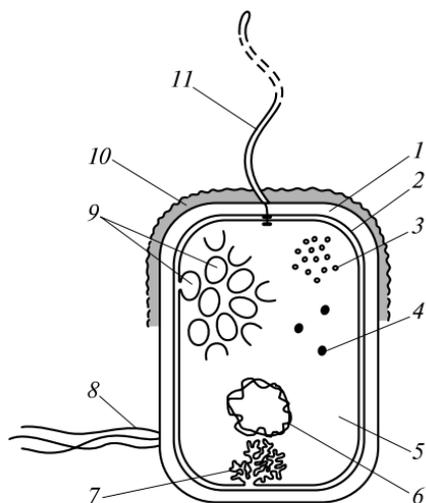


Рис. 3.4. Схема строения бактерии:

1 — клеточная стенка; 2 — плазматическая мембрана; 3 — рибосомы; 4 — запасные питательные вещества; 5 — цитоплазма; 6 — кольцевая молекула ДНК; 7 — мезосома; 8 — пили, или фимбрии; 9 — фотосинтетические мембраны; 10 — капсула; 11 — жгутик

Характеристика прокариотических и эукариотических организмов

Показатели	Прокариоты	Эукариоты
Организмы	Бактерии и цианобактерии (сине-зеленые водоросли)	Простейшие, грибы, растения, животные
Метаболизм	Анаэробный или аэробный	Аэробный
Органеллы	Мало. Присутствуют мезосомы и мелкие рибосомы	Ядро, митохондрии, пластиды, эндоплазматическая сеть, комплекс Гольджи, лизосомы, рибосомы, клеточный центр
ДНК	Кольцевая ДНК в цитоплазме. Нет ядра, ограниченного мембраной, хромосом и ядрышка	Очень длинная ДНК с большим количеством некодирующих участков, организована в хромосомы и окружена ядерной мембраной. Есть ядрышки
РНК и белки	Синтезируются в одном компартменте (обособленной клеточной структуре)	Синтез и процессинг РНК происходит в ядре, синтез белков — в цитоплазме
Цитоплазма	Отсутствуют цитоскелет, движения цитоплазмы, эндо- и экзоцитоз	Имеются цитоскелет из белковых волокон, движение цитоплазмы, эндоцитоз, экзоцитоз
Клеточные стенки	Жесткие, содержат полисахариды и аминокислоты. Основной компонент — муреин	У зеленых растений и грибов клеточные стенки жесткие и содержат полисахариды. Основной компонент клеточной стенки растений — целлюлоза, грибов — хитин
Жгутики	Простые, состоят из одной или нескольких нитей белка (флагеллина)	Сложные, с расположением микротрубочек типа 9 + 2
Деление	Бинарное деление	Митоз (или мейоз), amitoz
Клеточная организация	Одноклеточные	Преимущественно многоклеточные с клеточной дифференцировкой

Эукариотические клетки. Клетка — это основная структурная, функциональная и генетическая единица организации живого, элементарная живая система. Клетка может существовать как отдельный организм (бактерии, простейшие, некоторые водоросли и грибы) или в составе тканей многоклеточных животных, растений, грибов.

Термин «клетка» был предложен английским исследователем Робертом Гуком в 1665 г. Впервые используя микроскоп для изучения срезов пробки, он заметил множество мелких образований, похожих на ячейки пчелиных сот, и дал им название «ячейки, или клетки».

Работы Р. Гука вызвали интерес и способствовали дальнейшим микроскопическим исследованиям организмов. Возможности светового микроскопа в XVII—XVIII вв. были ограничены. Накопление материала о клеточном строении растений и животных, о структуре самих клеток шло медленно. Только в 30-х гг. XIX в. были сделаны фундаментальные обобщения о клеточной организации живого.

3.3. Клеточная теория

Основные положения клеточной теории сформулированы ботаником Матиасом Шлейденом (1838) и зоологом-физиологом Теодором Шванном (1839).

1. Все организмы состоят из одинаковых структурных единиц — клеток.

2. Клетки растений и животных сходны по строению, образуются и растут по одним и тем же законам.

В 1858 г. немецкий ученый Рудольф Вирхов обосновал принцип преемственности клеток в результате деления. Он писал, что всякая клетка происходит из другой клетки, т. е. объяснил, откуда появляется клетка. Это утверждение стало третьим положением клеточной теории.

Использование новейших физических и химических методов при исследовании клетки позволило дополнить основные положения клеточной теории и сформулировать ее на современном уровне.

1. Все живые организмы состоят из клеток. Клетка — единица строения, функционирования, размножения и индивидуального развития живых организмов. Вне клетки нет жизни.

2. Клетки всех организмов сходны между собой по строению и химическому составу.

3. Новые клетки появляются только из ранее существовавших путем деления.

4. Клеточное строение всех ныне живущих организмов — свидетельство единства их происхождения.

3.4. Методы исследования клетки

Наука, изучающая клетку, названа цитологией. Клетки имеют малые размеры и для детального изучения их структур ученые применяют разнообразные методы. Одним из основных методов является микроскопический.

Световая микроскопия. С помощью световой микроскопии можно изучать как живые, так и мертвые (фиксированные) биологические объекты, окрашенные специфическими красителями. Дифференцированная окраска клеточных структур позволяет детально изучать их строение. Современные световые микроскопы могут иметь увеличение до 3000.

Фазово-контрастная микроскопия. Отдельные структуры клетки незначительно отличаются друг от друга по плотности и светопропусканию. Используя фазово-контрастный микроскоп, можно получить более контрастное изображение объекта.

Флуоресцентная микроскопия. При изучении живых клеток применяют флуоресцирующие красители. Поглощая световую энергию, вещества способны светиться. Это явление используют, изучая структуры и локализацию органелл или химических веществ в клетках с помощью ультрафиолетовых люминесцентных микроскопов.

Электронная микроскопия. В электронном микроскопе используют не свет, а поток электронов, проходящий через электромагнитные поля. С помощью электронного микроскопа можно получить увеличение более 250 000 и рассмотреть тонкие клеточные структуры, которые нельзя увидеть с помощью светового микроскопа. Для получения трехмерных изображений клеток применяют сканирующий электронный микроскоп.

Дифференциальное центрифугирование. В цитологии применяют различные биохимические методы. Оболочку изучаемых клеток разрушают и помещают в центрифугу. Изменяя число ее оборотов в единицу времени, отделяют органеллы клетки друг от друга. После центрифугирования проводят химический анализ фракций. Таким образом ученые выяснили химический состав ядра, митохондрий и других органелл.

Цитохимические методы. Они позволяют определить локализацию и количественное содержание различных химических веществ в клетке после окрашивания специальными реактивами, избирательно действующими на клеточные структуры.

Метод автордиографии. Этот метод позволяет проследить жизненный цикл клетки, изучить ее строение и функции отдельных органелл благодаря использованию меченых радиоактивных изотопов, которые вводятся в клетку. Затем их обнаруживают на фотоэмульсии, нанесенной на препарат. В тех местах, где находились радиоизотопы, фотоэмульсия засвечивается.

3.5. Строение эукариотической клетки

3.5.1. Поверхностный аппарат клетки

Клетку можно охарактеризовать как возникшую в результате эволюции открытую биологическую систему, ограниченную по-

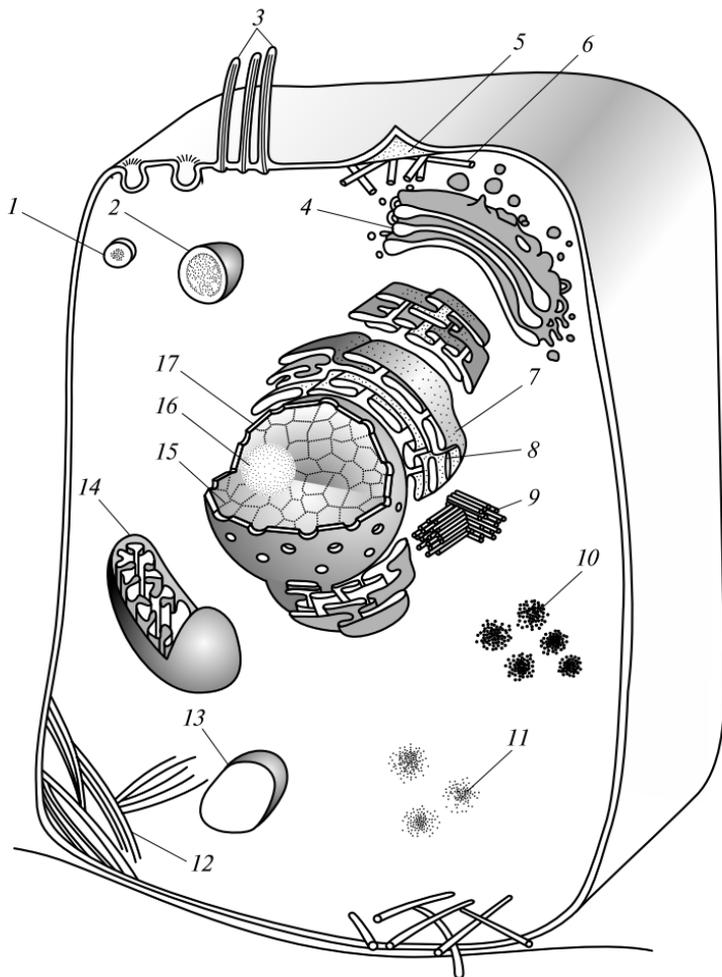


Рис. 3.5. Строение животной клетки:

1 — пиноцитозная вакуоль; 2 — лизосома; 3 — реснички; 4 — комплекс Гольджи; 5 — клеточная мембрана; 6 — микротрубочки; 7 — рибосомы; 8 — эндоплазматическая сеть; 9 — клеточный центр; 10 — гранулы гликогена; 11 — липидные капли; 12 — микрофиламенты; 13 — вакуоль; 14 — митохондрия; 15 — хроматин; 16 — ядрышко; 17 — ядерная мембрана

лупроницаемой мембраной, состоящую из ядра и цитоплазмы, способную к саморегуляции и самовоспроизведению.

Несмотря на принципиальное сходство строения клеток растений и животных, они чрезвычайно разнообразны по форме, размерам и функциям. Эукариотические клетки крупнее прокариотических, состоят из поверхностного аппарата, ядра и цитоплазмы (рис. 3.5).

Строение. Поверхностный аппарат клетки состоит из мембраны, надмембранного и субмембранного комплексов.

Основная часть поверхностного аппарата клетки — плазматическая мембрана. Согласно жидкостно-мозаичной модели, предложенной в 1972 г. Г. Николсоном и С. Сингером, в состав мембран входит бимолекулярный (двойной) слой липидов и молекулы белков.

Выделяют три группы белков: периферические, погруженные (полуинтегральные) и пронизывающие (интегральные). Периферические белки не встроены в билипидный слой, а прилегают к нему с внутренней или внешней стороны, полуинтегральные — частично встроены в мембрану, интегральные — проходят через всю толщу мембраны (рис. 3.6).

Плазматическая мембрана, или плазмалемма, ограничивает клетку снаружи, выполняя роль механического барьера. Через нее происходит транспорт веществ внутрь клетки и наружу. Мембрана обладает свойством полупроницаемости. Молекулы проходят через нее с различной скоростью: чем больше размер молекул, тем меньше скорость прохождения их через мембрану.

К внешней поверхности плазматической мембраны прилегает надмембранный комплекс. В животной клетке он представлен гликокаликсом, образованным длинными ветвящимися цепочками

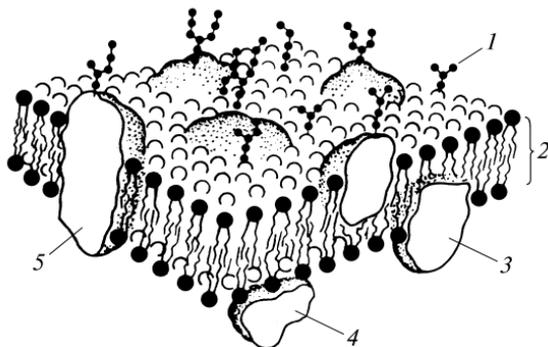


Рис. 3.6. Модель биологической мембраны:

1 — гликокаликс; 2 — бимолекулярный слой липидов; 3 — полуинтегральный белок; 4 — поверхностный белок; 5 — интегральный белок

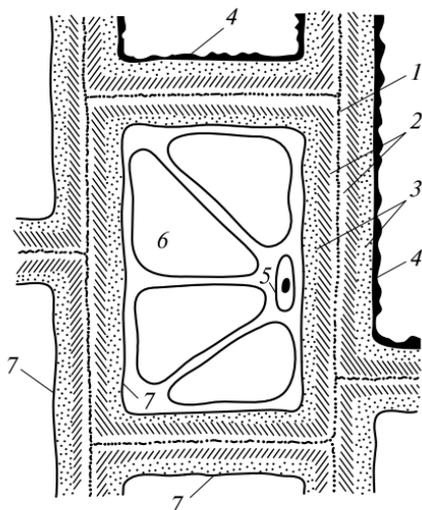


Рис. 3.7. Схема строения клеточной стенки растений:

1 — срединная пластинка; 2 — слой первичной оболочки; 3 — слой вторичной оболочки; 4 — третичная оболочка; 5 — ядро; 6 — вакуоль; 7 — плазматическая мембрана

углеводов, связанных с белками и липидами мембраны. Углеводные цепи выполняют роль рецепторов. Благодаря им осуществляется межклеточное узнавание. Клетка приобретает способность специфически реагировать на воздействия извне.

Под плазматической мембраной со стороны цитоплазмы имеются кортикальный слой и внутриклеточные фибриллярные структуры, обеспечивающие механическую устойчивость плазматической мембраны.

У растительных клеток с внешней стороны мембраны расположена плотная структура — клеточная оболочка, или клеточная стенка, состоящая из полисахаридов (целлюлозы) (рис. 3.7).

Компоненты клеточной стенки синтезируются клеткой, выделяются из цитоплазмы и собираются вне клетки, вблизи плазматической мембраны, образуя сложные комплексы. Клеточная стенка растений выполняет защитную функцию, образует внешний каркас, обеспечивает тургорные свойства клеток. Наличие ее регулирует поступление воды в клетку. В результате этого возникает внутреннее давление (тургор), препятствующее дальнейшему поступлению воды.

Транспорт веществ через плазматическую мембрану. Одно из важнейших свойств плазматической мембраны связано со способностью пропускать в клетку или из нее различные вещества. Это необходимо для поддержания постоянства ее состава (гомеостаза). Транспорт веществ обеспечивает наличие в клетке соответствующего рН и ионной концентрации веществ, необходимых для эффективной работы клеточных ферментов, проникновение питательных веществ, служащих источником энергии и используемых для образования клеточных компонентов.

Механизм транспорта веществ в клетку и из нее зависит от размеров транспортируемых частиц. Малые молекулы и ионы проходят через мембраны путем пассивного и активного транспорта. Перенос макромолекул и крупных частиц осуществляется за счет

образования окруженных мембраной пузырьков и называется эндоцитозом и экзоцитозом.

Пассивный транспорт происходит без затрат энергии путем диффузии, осмоса, облегченной диффузии.

Диффузия — транспорт молекул и ионов через мембрану из области с высокой в область с низкой их концентрацией, т.е. вещества поступают по градиенту концентрации. Диффузия может быть простой и облегченной. Если вещества хорошо растворимы в жирах, то они проникают в клетку путем простой диффузии. Например, кислород, потребляемый клетками при дыхании, и углекислый газ в растворе быстро диффундируют через мембраны. Вода способна проходить также через мембранные поры, образованные белками, и переносить молекулы и ионы растворенных в ней веществ.

Диффузию воды через полупроницаемую мембрану называют осмосом. Вода переходит из области с низкой концентрацией солей в область, где их концентрация выше. Возникающее давление на полупроницаемую мембрану называют осмотическим. Клетки животных и растений содержат растворы солей и других веществ. Их присутствие создает определенное осмотическое давление. Живые клетки способны регулировать его, изменяя концентрацию веществ. Например, амёбы имеют сократительные вакуоли для регуляции осмоса. В организме человека осмотическое давление регулируется системой органов выделения. В зависимости от величины осмотического давления различают изотонические, гипертонические и гипотонические растворы.

Растворы, имеющие такое же осмотическое давление, как в клетках, называют изотоническими. Объем клеток, помещенных в эти растворы, остается неизменным. Изотонические растворы солей называют физиологическими. Для млекопитающих и человека концентрация хлорида натрия в физиологическом растворе равна 0,9 %. Физиологический раствор используют в медицине. Его применяют при потере крови и сильном обезвоживании организма.

Гипертонический раствор имеет осмотическое давление выше, чем в клетках. При погружении растительной клетки в гипертонический раствор вода выходит из нее, цитоплазма сжимается и отслаивается от оболочки. Это явление называют плазмолизом. Напряженное состояние клеточной оболочки, создаваемое давлением внутриклеточной жидкости, называют тургором. В гипертоническом растворе тургор клеток уменьшается. При медленном плазмолизе клетки долго могут оставаться живыми. При перенесении их в обычную воду происходит восстановление тургора. Длительный плазмолиз приводит к гибели клеток. Эритроциты, помещенные в гипертонический раствор, сморщиваются. Поэтому марлевые тампоны, смоченные гипертоническим раствором, используют для заживления гнойных ран.