

Среднее (полное) общее образование

А. П. ПУГОВКИН
Н. А. ПУГОВКИНА

БИОЛОГИЯ

Учебник для 10 – 11 классов
(базовый уровень)

Рекомендовано
Министерством образования и науки
Российской Федерации

3-е издание



Москва
Издательский центр «Академия»

2009

УДК 57.37.018.5
ББК 28.0я72
П88

Пуговкин А. П.
П88 Биология : учебник для 10—11 классов : среднее (полное) общее образование (базовый уровень) / А. П. Пуговкин, Н. А. Пуговкина. — 3-е изд. — М. : Издательский центр «Академия», 2009. — 224 с. : ил., [16] с. цв. вкл.
ISBN 978-5-7695-6420-8

Учебник содержит сведения по биологии, данные в традиционной последовательности. В книге особое внимание при изложении материала уделено междисциплинарным связям, отражающим современное положение биологических знаний в системе естественных и гуманитарных наук.

Для учащихся 10—11 классов, изучающих предмет на базовом уровне.

УДК 57.37.018.5
ББК 28.0я72

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

ISBN 978-5-7695-6420-8

© Пуговкин А. П., Пуговкина Н. А., 2007
© Образовательно-издательский центр «Академия», 2007
© Оформление. Издательский центр «Академия», 2007

КАК ПОЛЬЗОВАТЬСЯ УЧЕБНИКОМ

Учебник предназначен учащимся, для которых биология не является профильной учебной дисциплиной. Однако основы знаний по биологии необходимы любому современному человеку для полноценного восприятия окружающего мира.

Учебник содержит материал, строго соответствующий программе по биологии базового уровня среднего (полного) общего образования.

Дополнительный текст, набранный мелким шрифтом, уточняет и иллюстрирует примерами основное содержание. Он может быть использован для подготовки сообщений и докладов учащихся.

Знаком  обозначены **вводные вопросы и задания**, помещенные в начале каждого параграфа. Их цель — восстановить в памяти ученика информацию, знание которой требуется для успешного усвоения материала параграфа. Источником вопросов и заданий служит биологический материал, изученный учащимися в основной школе, а также знания по другим школьным предметам — физике, химии, географии, истории, математике и литературе. Эти взаимосвязи показывают единство современного научного знания об окружающем мире.

Знаком  обозначены **вопросы и задания для самоконтроля**, помещенные в конце каждого параграфа.

Знаком  отмечены **ключевые слова** — биологические термины, которые встречаются в ходе изложения материала. Это позволит лучше ориентироваться в тексте параграфа.

Знаком  отмечены **творческие задания**, к которым могут относиться как заполнение таблиц или схем, так и подготовка докладов и сообщений, а также задания, для выполнения которых потребуются знания не только по биологии, но и по другим наукам.

Знаком  помечены параграфы, содержащие только дополнительную информацию.

Именной указатель содержит краткие сведения о жизни и творчестве ученых, упомянутых в разных главах книги. Из него видно, что многие биологи прошлого были известны или даже знамениты в других научных областях и видах деятельности, включая политику, литературу, архитектуру и живопись. Это отражает важную роль биологии не только как области естествознания, но и как части мировой культуры.

В конце учебника приведены **предметный указатель** и список **рекомендованной дополнительной литературы**. В списке почти

нет учебников и пособий для абитуриентов. Большинство приведенных в списке книг составляет «золотой фонд» научно-популярной литературы, по которой впервые знакомились с биологией несколько поколений наших соотечественников. Эта литература может быть использована при подготовке творческих заданий, докладов и рефератов.

В книге с разрешения исследователей использованы оригинальные электронные микрофотографии Е. Е. Корнаковой, И. М. Кравкиной, О. В. Рыбальченко, А. К. Сироткина и В. П. Сухинина.

Авторы выражают искреннюю благодарность М. Н. Молитвину за предоставленные эскизы ряда рисунков.

ВВЕДЕНИЕ

Предмет биологических наук. Биология («учение о жизни») изучает все проявления жизни: строение организмов, их распространение, развитие, происхождение, отношения с другими живыми существами, с неживой природой. Вместе с физикой и химией биология образует систему естественных наук.

Основными методами биологии являются: **наблюдение** — описание явлений живой природы; **сравнение** — сопоставление результатов различных наблюдений; **эксперимент**, или **опыт**, при котором исследователь искусственно создает условия, позволяющие достоверно описывать явления природы; **исторический метод** — изучение процессов развития живой природы.

Современная биология состоит из ряда относительно самостоятельных научных областей. Их можно классифицировать по объектам изучения: **ботаника** — наука о растениях, **зоология** — наука о животных, **микробиология** — наука о микроорганизмах и т. д. Основой каждой из этих областей является учение о многообразии и классификации организмов — **систематика**.

По систематической принадлежности организмов различают такие разделы, как, например, **энтомология** — наука о насекомых, **микология** — наука о грибах, **вирусология** — наука о вирусах и т. д. Различают **неонтологию** — науку о современном органическом мире и **палеонтологию** — науку об ископаемых (вымерших) формах жизни.

Другой способ классификации биологических наук — по изучаемым свойствам живых объектов. Строение организмов изучают морфологические дисциплины: **анатомия** — наука о строении органов и систем, **гистология** — наука о тканях, **цитология** — наука о клетках.

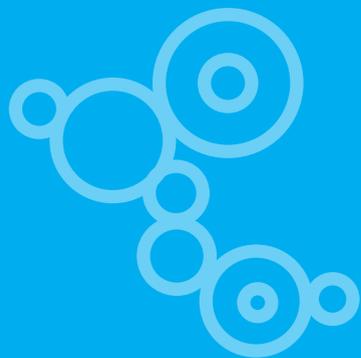
Образ жизни организмов, их взаимоотношения с окружающей средой изучает **экология**. Предметом изучения **физиологии** являются жизненные функции организмов, а **генетики** — закономерности наследственности и изменчивости.

Эмбриология, или **биология развития**, исследует закономерности индивидуального развития организмов, а **эволюционное учение** — закономерности их исторического развития.

В биологии выделяют ряд разделов, где используются методы, заимствованные из других областей знания: **биохимию**, **биофизику**, а также **биометрию** — дисциплину, занимающуюся анализом статистических биологических закономерностей, которые не подлежат изучению по результатам единичных наблюдений.

Разделы биологии, исследующие наиболее универсальные закономерности, объединяют под названием **общая биология**. Как правило, в их число включают **цитологию**, **биохимию**, **генетику**, **экологию**, **эволюционное учение**, **биологию развития**.





§ 1. Определение жизни

▣ Вводные вопросы и задания

1. Приведите примеры сложных упорядоченных систем в неживой природе.
2. Существуют ли процессы самовоспроизведения в неживой природе?
3. Приведите примеры механизмов регуляции у животных, растений и грибов.

Ответить на вопрос «Что такое *жизнь*?» нелегко из-за сложности и многообразия процессов, протекающих в живых системах — организмах и их сообществах.

Во французской «Энциклопедии» (1751 — 1780), в авторский коллектив которой входили такие крупные ученые своего времени, как К. Гельвеций, П. Гольбах, Вольтер, Ж. Бюффон, жизнь определялась как состояние, противоположное смерти.

Научное определение жизни должно содержать две главные части: характеристики строения живых систем и процессов, посредством которых она осуществляется.

Живые системы организованы исключительно сложно. В них происходит непрерывный обмен веществом и энергией с окружающей средой, поэтому живые объекты называют *открытыми системами* в отличие от изолированных систем, не обменивающихся с ок-

ружающей средой ни энергией, ни веществом, и замкнутых, которые обмениваются только энергией. Свойства открытых систем были впервые изучены венгерским биофизиком Э. Бауэром, работавшим в СССР в 1930-е гг., австрийским физиком-теоретиком Э. Шредингером и бельгийским биофизиком русского происхождения И. Р. Пригожиным.

Непрерывный обмен веществом и энергией с окружающей средой позволяет живым системам реализовать другое свойство — способность к *саморегуляции*. Этим термином обозначают два разных качества, имеющих общую природу.

Первое представляет собой способность активно реагировать на внешние воздействия. Так, если переместить в пространстве неживой объект (например, передвинуть по поверхности стола книгу), то траектория и продолжительность перемещения будут по законам механики определяться направлением

и силой толчка, массой книги, силой трения и плотностью воздуха. Попытка же подвинуть лежащую кошку может иметь различные последствия: бегство животного, активную оборонительную реакцию или просто игру. Ни в одном из этих случаев поведение кошки не может быть описано только законами физики и химии, хотя оно и не будет им противоречить. Энергетические особенности живых организмов позволяют осуществлять их разнообразные и не всегда точно предсказуемые ответы на внешние воздействия и изменения внутренней среды.

Другой тип регуляции представляет собой способность устанавливать и поддерживать в известных пределах постоянство своего состояния при изменениях условий окружающей среды. Так, у человека хорошо изучены механизмы саморегуляции артериального давления, температуры тела, содержания глюкозы в крови.

Представления об относительном постоянстве внутренней среды организма были сформулированы во второй половине XIX в. французским физиологом К. Бернардом. В 1929 г. американский физиолог У. Кеннон предложил обозначать данное свойство термином *гомеостаз*.

Оба типа регуляции реализуются благодаря особенностям превращения энергии. Значительное влияние на них оказывают биологические свойства белков, выступающих в качестве катализаторов химических реакций обмена веществ.

Самовоспроизведение представляет собой способность живых организмов порождать себе подобных. Если неживое тело (например, камень) расколоть на несколь-

ко частей, то количество физических тел увеличится, и в этом смысле «размножение» произойдет. Однако никогда ни один из обломков не вырастет до размеров исходного камня. Такая способность свойственна лишь живым существам. Она обусловлена самоудвоением молекул входящей в их состав дезоксирибонуклеиновой кислоты (*ДНК*).

Некоторое сходство с процессами самовоспроизведения живых объектов можно наблюдать при восстановлении нарушенных кристаллических структур в перенасыщенном растворе. Поэтому живые организмы иногда называют сверхсложными кристаллическими структурами. Однако ни один неживой объект не способен к самопроизвольному делению с восстановлением исходного строения. Подобные процессы известны только в живой природе.

Важным свойством биологических систем является их *соподчиненная структура*. Этот термин обозначает взаимодействие элементов, которое формирует систему более высокого уровня организации. Наименее сложной структурой, обладающей всеми признаками живого объекта, является клетка.

Клетки могут входить в состав многоклеточных организмов, в свою очередь всегда существующих в составе популяций и экологических систем (биогеоценозов), образуя *биосферу* — геологическую оболочку Земли, населенную живыми организмами. Различают *клеточный, организменный, популяционно-видовой, биоценотический* и *биосферный* уровни организации жизни. Элемент любого из уровней, будь то клетка или биогеоценоз, представляет собой открытую само-

регулирующуюся и самовоспроизводящуюся систему.

Дискретность представляет собой категорию, противоположную непрерывности. Живые объекты независимо от уровня организации представлены конкретными носителями, отделенными друг от друга и взаимодействующими между собой. Живые объекты существуют определенное время — от образования до гибели.

На основе современных представлений определение жизни можно сформулировать так: *жизнь представляет собой форму существования открытых саморегулирующихся и самовоспроизводящихся дискретных соподчиненных систем, построенных на основе белков и нуклеиновых кислот.*

На протяжении столетий существовали научные школы, занимавшиеся поисками непрерывного «живого вещества», обладающего всеми свойствами живых организмов. В настоящее время известно, что даже продукты химического взаимодействия белков и нуклеиновых кислот (вирусные частицы) могут обнаруживать только некоторые свойства, характерные для живых объектов. Для существования полноценной жизни необходимо наличие **клетки** — элементарной структурно-функциональной единицы жизни.

Соподчиненная структура является признаком высокой упорядоченности биологических систем. Она определяется характером протекающих в них энергетических процессов. Согласно кинетической теории вещества в природе вероятность существования любой системы тем меньше, чем выше упорядоченность ее элементов. Так, выбрасывая в окно

пригоршню кубиков, трудно представить, чтобы после падения на землю они сами собой сложились, например, в домик. Хотя и не существует законов природы, запрещающих подобное событие, вероятность его ничтожно мала. Поэтому самопроизвольное течение физических и химических процессов всегда ведет к упрощению систем, в которых они происходят. Эта физическая закономерность известна под названием второго начала термодинамики. Для живых систем данный закон формулируется несколько иначе, чем для неживых.

Рост и самовоспроизведение, казалось бы, представляют собой крайне маловероятные процессы. Их непрерывное, из поколения в поколение, осуществление возможно только благодаря совершению работы за счет притока энергии извне. Поэтому живые организмы — открытые системы, постоянный круговорот веществ и энергии в которых является обязательным признаком жизни как явления природы. Этим обусловлена необходимость **питания** организмов. Существует два основных типа питания: **автотрофный**, при котором организмы используют источники энергии небиологического происхождения, и **гетеротрофный**, при котором в качестве источников энергии выступают вещества из состава других организмов или продуктов их жизнедеятельности. Оба типа питания могут быть обеспечены разными способами. Автотрофное питание может осуществляться за счет усвоения световой энергии (**фотосинтез**) либо энергии окисления неорганических веществ (**хемосинтез**). Гетеротрофное питание может быть **анимальным (голозойным)**, что подразумевает активный захват объектов пищи в виде оформленных физических тел; **сапрофитным**, при котором поглощаются свободные органические вещества, либо **паразитическим**. При паразитизме особь одного вида питается за счет особи другого вида.

❓ Вопросы и задания для самоконтроля

1. Укажите основные различия живых и неживых систем.
2. Назовите основные типы и способы питания живых организмов.
3. Перечислите главные уровни организации живых систем.
4. Какими физико-химическими процессами определяются свойства живых систем?
5. Приведите примеры реакции физических тел на внешнее воздействие в неживой природе и сравните их с реакциями живых организмов.

 **Ключевые слова:** дискретность, открытая система, самовоспроизведение, саморегуляция, уровень организации.

§ 2. Основные положения клеточной теории

▾ Вводные вопросы и задания

1. Приведите примеры одноклеточных и многоклеточных животных, растений и грибов.
2. Чем отличается строение амебы, хламидомонады и бактерии?
3. Чем отличается роль клетки в жизнедеятельности одноклеточных и многоклеточных организмов?

Клетку называют структурно-функциональной единицей жизни потому, что она является наиболее простой (элементарной) живой системой, способной к самосохранению, самовоспроизведению и саморегуляции.

Краткая история открытия клетки. Впервые термин «клетка» использовал в 1665 г. английский натуралист и изобретатель Роберт Гук. В книге «Микрография» он рассказал о строении коры пробкового дуба, описал мельчайшие заполненные воздухом «поры», или «клетки», на срезе напоминающие пчелиные соты, благодаря которым пробка обладает легкостью и упругостью (рис. 1). Позднее выяснилось, что «поры», описанные Гуком, представляют собой лишь оболочки отмерших структур, заполненных в живом состоянии полу-

жидким содержимым. Почти одновременно с Р. Гуком одноклеточные организмы, красные кровяные тельца и сперматозоиды наблюдал голландский изобретатель Антони ван Левенгук. В последующие десятилетия было доказано клеточное строение всех известных к тому времени организмов. Важную роль сыграло открытие в 1831 г. английским ботаником Р. Броуном клеточного ядра.

Клеточная теория. В 1839—1858 гг. была сформулирована клеточная теория, главная заслуга в разработке которой принадлежит немецким биологам М. Шлейдену, Т. Шванну и Р. Вирхову. Основу этой теории составили три главных положения.

- Тела организмов состоят из клеток и продуктов их жизнедеятельности.

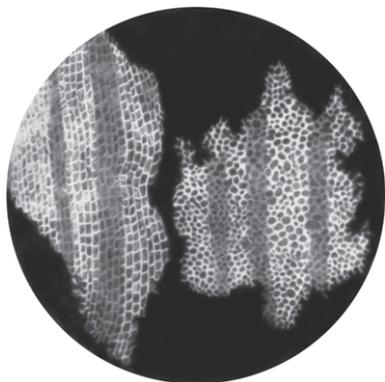


Рис. 1

Микроскопическое строение коры пробкового дуба. Рисунок из книги Р. Гука «Микрография»

- Клетки животных и растительных организмов устроены по единому плану.
- Всякая клетка образуется только путем деления из другой клетки.

Последующее развитие науки подтвердило справедливость клеточной теории. Даже открытие в конце XIX в. вирусов, которые сами по себе не имеют клеточного строения, не привело к пересмотру клеточной теории. Оказалось, что вирусы являются внутриклеточными паразитами и проявляют свойства живых организмов только внутри зараженных ими клеток. В настоящее время не подлежит сомнению, что наличие клеток является обязательным для осуществления тех процессов, которые составляют биологическую форму существования материи.

По степени сложности строения выделяют две группы клеточных организмов. Первую группу составляют низшие клеточные организмы, или **прокариоты**, — примитивные формы со сравнительно просто устроенной клеткой, в которой нет окруженного оболочкой

ядра и ряда других составных частей. К этой группе относятся **бактерии**, **цианобактерии** (синезеленые водоросли) и **актиномицеты**, клетки которых сочетают в себе признаки клеток бактерий и грибов.

Вторая группа — высшие клеточные организмы, или **эукариоты**, — представлена организмами с более сложно устроенной клеткой. Эту группу образуют **животные**, **растения** и **грибы**.

Строение клетки. В любой клетке можно выделить три основных структурных компонента.

1. Поверхностный аппарат, состоящий из наружной (плазматической) мембраны, дополнительно выделяемых клеткой надмембранных комплексов и связанных с мембраной подлежащих структур.

2. Цитоплазма, занимающая большую часть внутреннего содержимого клетки. В цитоплазме располагаются различные органоиды, или органеллы, — внутриклеточные образования, приспособленные к выполнению определенных жизненных функций.

Цитоплазма имеет неоднородную структуру за счет многочисленных **включений** — взвешенных в ней твердых и жидких нерастворенных частиц (кристаллы солей, капельки жира, крахмальные зерна и др.). Помимо органоидов и включений в цитоплазме, как правило, содержатся разнообразные **вакуоли** — пузырьки, окруженные мембраной, и опорные волокна, образующие цитоскелет.

3. Ядерный аппарат, который у эукариот представляет собой обособленную часть клетки, ограниченную ядерной оболочкой, — **ядро**, у прокариот не отделен от цитоплазмы. Большую часть содержимого ядра в промежутках меж-

ду делениями клетки составляет *хроматин* — плотное скопление нитей ДНК. При делении клетки эти нити спирализуются и становятся различимыми под микроскопом в виде хромосом.

Создание клеточной теории явилось одним из важнейших достижений в истории биологии и всего естествознания. Ее основные положения являются доказательством единства живой материи.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Кем и когда была сформулирована клеточная теория?
2. Каково значение клеточной теории для развития науки и медицины?
3. Докажите, что клетка — структурная и функциональная единица живых организмов.
4. Раскройте основные положения клеточной теории.

Ключевые слова: *поверхностный аппарат, прокариоты, цитоплазма, эукариоты, ядерный аппарат.*

Темы докладов

1. История создания клеточной теории.
2. Физические принципы световой и электронной микроскопии.
3. Сравнение исторических и современных формулировок основных положений клеточной теории.

§ 3. Поверхностный аппарат клетки

Вводные вопросы и задания

Как устроена поверхность клеток у бактерий, водорослей, амёб, инфузорий? Укажите черты сходства и различия.

Строение поверхностного аппарата. Основу поверхностных структур клетки составляет наружная (плазматическая) мембрана. При наблюдении под электронным микроскопом она воспринимается как пленка толщиной 7,5 — 10 нм. В составе мембраны содержатся белки, жироподобные вещества и небольшое количество углеводов.

В современной биологии принята **жидкостно-мозаичная модель**

биологических мембран, согласно которой их основу составляет сплошной слой из двух рядов молекул липидов. Этот слой пронизывают белки, как бы вкрапленные в скопление молекул липидов (рис. 2). Данная структура находится в полужидком состоянии, молекулы белков могут достаточно легко менять свое положение в ней. Такое подвижное состояние мембраны обеспечивается энергетическими затратами клетки.

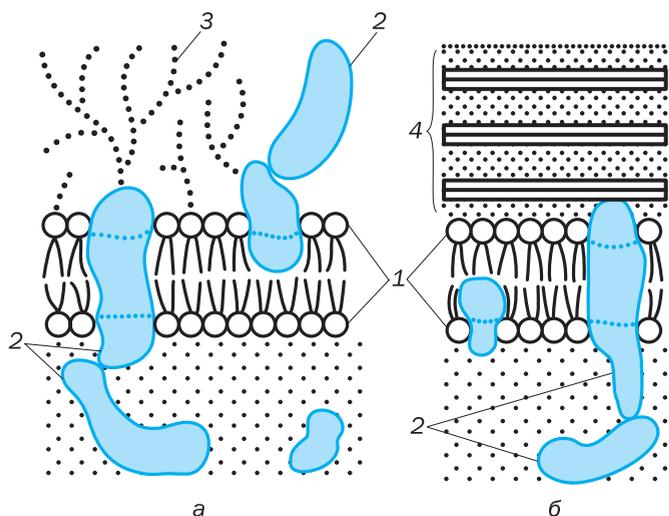


Рис. 2

Жидкотно-мозаичная модель мембран:

- а — животной клетки;
- б — клетки растений и грибов;
- 1 — молекулы липидов;
- 2 — мембранные белки;
- 3 — остатки углеводов;
- 4 — клеточная стенка

Строение клеточных (биологических) мембран разнообразно, хотя почти во всех случаях оно соответствует жидкотно-мозаичной модели. В клетке представлены мембраны наружного типа (плазматическая, мембраны пищеварительных вакуолей и т. п.) и несколько видов более тонких мембран внутреннего типа (ядерная оболочка, эндоплазматическая сеть и др.).

К поверхностному аппарату клетки относятся наряду с плазматической мембраной различные надмембранные и подмембранные структуры. Надмембранные структуры, как правило, образованы углеводами и обозначаются общим термином *гликокаликс*. Подмембранные структуры чаще всего представляют собой белковые *микронити* и *микротрубочки*, способные перестраиваться в зависимости от состояния клетки, пронизывающие весь ее объем, образуя в совокупности **цитоскелет**. В клетках, имеющих реснички и жгутики, эти структуры обеспечивают согласование работы двигательного аппарата, а при амебоидном движении и фагоцитозе участвуют в образовании временных выростов клетки.

Функции поверхностного аппарата. Поверхностный аппарат играет основную роль в обеспечении жизненно важных для клетки пограничной и транспортной функций.

Пограничная функция заключается в обеспечении постоянства химического состава клетки, который часто намного отличается от состава окружающей среды. Подобная стабильность возможна благодаря тому, что мембрана препятствует свободному перемещению большинства химических веществ. Пограничная функция может включать и защиту клетки от неблагоприятных внешних воздействий. На поверхности мембраны при этом образуется дополнительная оболочка (клеточная стенка).

Транспортная функция заключается в обеспечении проникновения в клетку различных химических веществ и выведения из нее продуктов жизнедеятельности.

Мембранный транспорт осуществляется разными путями. Наиболее простой из них — *диффузия* по закону выравнивания концентраций или электрических сил (рис. 3, а).

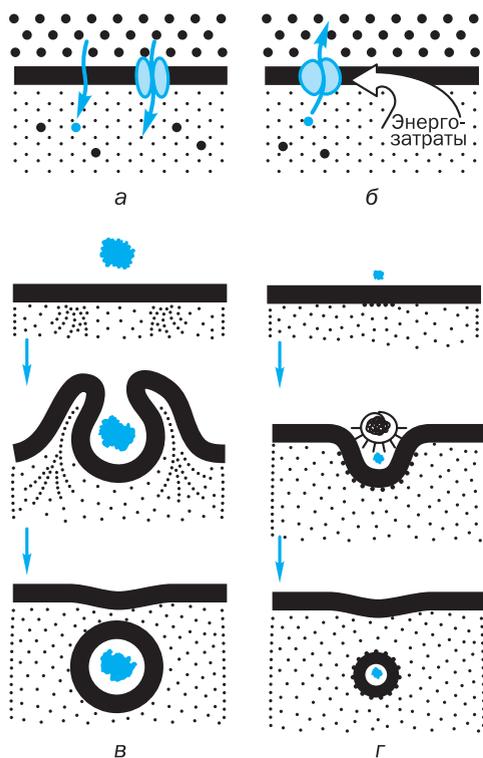


Рис. 3

Способы перемещения веществ в клетку:

- а — диффузия; б — активный транспорт; в — фагоцитоз; г — пиноцитоз

Таким путем — пассивно, без затраты энергии клеткой, через мембрану проходят молекулы газов, воды, жирорастворимых органических соединений и некоторые неорганические ионы, причем на скорость переноса ионов клетка может оказывать существенное влияние.

Заряженные частицы в водном растворе всегда **гидратированы**, т.е. окружены оболочками из полярных молекул воды. Это крайне затрудняет диффузию ионов через плазматическую мембрану. Так, молекулы водорода (H_2) проходят через мембрану свободно, а для ионов H^+

в обычных условиях она практически непроницаема. По этой же причине через мембрану крайне медленно диффундируют даже легкие ионы щелочных металлов. В то же время при определенных условиях проницаемость мембран клетки для неорганических ионов может резко возрастать. Это происходит благодаря наличию особых белковых комплексов в составе мембраны, которые называются **ионными каналами**. Эти каналы имеют избирательное сродство по отношению к определенным ионам (натрия, калия, кальция, хлора, водорода). Активация (открытие) ионных каналов может происходить под действием биологически активных веществ (например, гормонов), разности электрических потенциалов между наружной и внутренней поверхностью мембраны или механического растяжения.

Подавляющее большинство веществ свободно проходить через мембрану не может. Для нормального существования клетки необходимо, чтобы их транспорт происходил упорядоченным образом. В этом случае перенос через мембрану сопровождается затратой энергии. Такой вид транспорта называют **активным**. Можно выделить две разновидности этого транспорта. Первую составляет **молекулярный транспорт**, посредством которого переносятся отдельные молекулы растворенных веществ. Молекулярный транспорт осуществляется с помощью **переносчиков** — транспортных белков, которые вступают в химическое взаимодействие с молекулами переносимого вещества (рис. 3, б). При этом затрачиваемая клеткой энергия идет либо на присоединение транспортируемого вещества к переносчику, либо на его отделение после переноса. Молекулярный транспорт

является наиболее универсальным механизмом переноса веществ через клеточные мембраны. Он свойствен всем без исключения клеткам и лежит в основе таких важных процессов, как, например, корневое питание растений, всасывание питательных веществ в кишечнике и обеспечение биоэлектрических процессов при возбуждении нервных и мышечных клеток.

Второй разновидностью активно транспорта считают транспорт в мембранной упаковке. Данным способом могут происходить как поглощение частиц (*эндоцитоз*), так и их выброс из клетки (*экзоцитоз*).

В зависимости от размеров и в меньшей степени от агрегатного состояния переносимых частиц они поглощаются путем фагоцитоза или пиноцитоза. В обоих случаях важную роль играет не только мембрана, но и над- и подмембранные структуры цитоплазмы.

Фагоцитоз был открыт в 80-е гг. XIX в. русским ученым И. И. Мечниковым в клетках личинок иглокожих и у лейкоцитов и является первой разновидностью транспорта в мембранной оболочке; впоследствии оказалось, что этот процесс широко распространен в самых различных группах эукариот. При фагоцитозе клетка поглощает относительно крупные оформленные час-

тицы. В типичном случае захват происходит с помощью временных выростов клетки. В их образовании принимают участие как мембрана, так и расположенные под ней белковые микронити и микротрубочки. После захвата частица оказывается заключенной в замкнутый мембранный пузырек — пищеварительную вакуоль (рис. 3, в).

Пиноцитоз представляет собой вторую разновидность транспорта в мембранной упаковке. Таким путем через мембрану проникают относительно мелкие объекты и в жидком и в твердом агрегатных состояниях. В основе механизма пиноцитоза лежит способность клетки связывать на поверхности гликокаликса частицы диаметром менее 1 мкм за счет сил химического и физико-химического взаимодействия. После связывания частицы происходит прогибание мембраны и образование пиноцитозного пузырька (рис. 3, г).

Рецепторная функция плазматической мембраны заключается во взаимодействии ее чувствительных белков-рецепторов с различными факторами внешней среды. Благодаря этому клетки могут воспринимать и отличать друг от друга химические, механические, температурные и другие воздействия.

❓ Вопросы и задания для самоконтроля

1. Как устроена плазматическая мембрана?
2. Перечислите основные функции поверхностного аппарата клетки.
3. Раскройте связь строения и функций поверхностного аппарата клетки.
4. Как происходит поступление веществ в клетку?



Ключевые слова: диффузия, жидкостно-мозаичная модель, молекулярный транспорт, пограничная функция, пиноцитоз, рецепторная функция, транспортная функция, фагоцитоз.