

## ТЕМА 2. КЛЕТКА

- 2.1. Общая характеристика клетки
- 2.2. Клетки прокариот и эукариот
- 2.3. Химический состав клетки

### 2.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КЛЕТКИ

Клетка (лат. *cellula* или гр. *cytos* – ячейка) – структурно-функциональная элементарная единица строения и жизнедеятельности всех организмов, обладающая всеми свойствами целостного организма. На уровне клетки проявляются такие свойства живой материи как самовоспроизведение, обмен веществ и энергии (метаболизм), саморегуляция, рост, развитие, раздражимость и т.д.

В зависимости от числа клеток, из которых состоят организмы, они делятся на *одноклеточные* и *многоклеточные*. Одноклеточные организмы представлены отдельными клетками, ведущими самостоятельный образ жизни, а клетки в многоклеточном организме, выполняя разные функции, приобретают определенные структурные особенности. Клетка была открыта в 1665 году английским исследователем Р. Гуком, рассматривавшим под усовершенствованным им микроскопом срез пробки. Он назвал ячейки, обнаруженные в тонких срезах пробки, клетками. Позднее клеточная структура растений была подтверждена итальянским исследователем М. Мальпиги (1675) и английским ученым Н. Грю (1682). В 1674 г. голландский микроскопист А. ван Левенгук открыл одноклеточные организмы – простейшие, бактерии. Усовершенствование микроскопической техники позволило открыть клеточные органоиды. Систематизируя накопленные знания о структуре клетки, немецкие ученые М. Шлейден и Т. Шванн сформулировали клеточную теорию, развитую впоследствии в работах Р. Ремака. Роберт Ремак открыл клеточное деление, а немецкий врач Р. Вирхов ввел в обиход словосочетание *omnis cellula e cellula* – каждая клетка из клетки. В настоящее время основные положения клеточной теории сводятся к следующему:

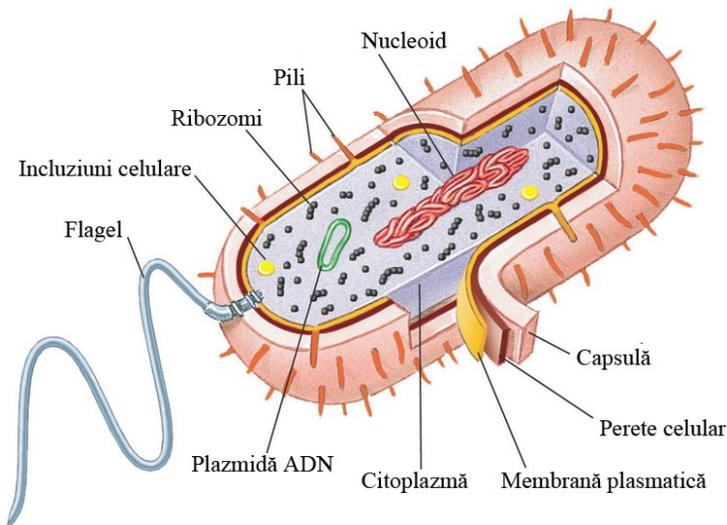
1. Клетка является структурной и функциональной единицей всех живых организмов, лежащей в основе их развития и размножения.
2. Клетки всех живых организмов сходны по строению и химическому составу.
3. Клетки размножаются только делением материнской клетки.
4. В многоклеточном организме клетки функционально специализированны, образуя ткани и органы, представляют единую систему.

Клеточная теория стала основой для доказательства единства организмов. Т. Шванн и М. Шлейден ввели в науку основополагающее представление о клетке: *вне клеток нет жизни*.

### 2.2. КЛЕТКИ ПРОКАРИОТ И ЭУКАРИОТ

Существуют два уровня клеточной организации: эукариотическая клетка и прокариотическая. Принципиальное отличие между этими двумя типами клеток заключается в отсутствии ядра как такового у прокариотической клетки и наличие обособленного ядра у эукариотической клетки. У прокариот, в отличие от эукариот, также отсутствуют мембранные органеллы.

## ПРОКАРИОТИЧЕСКАЯ КЛЕТКА



**Рис. 2.1. Общее строение бактериальной клетки**

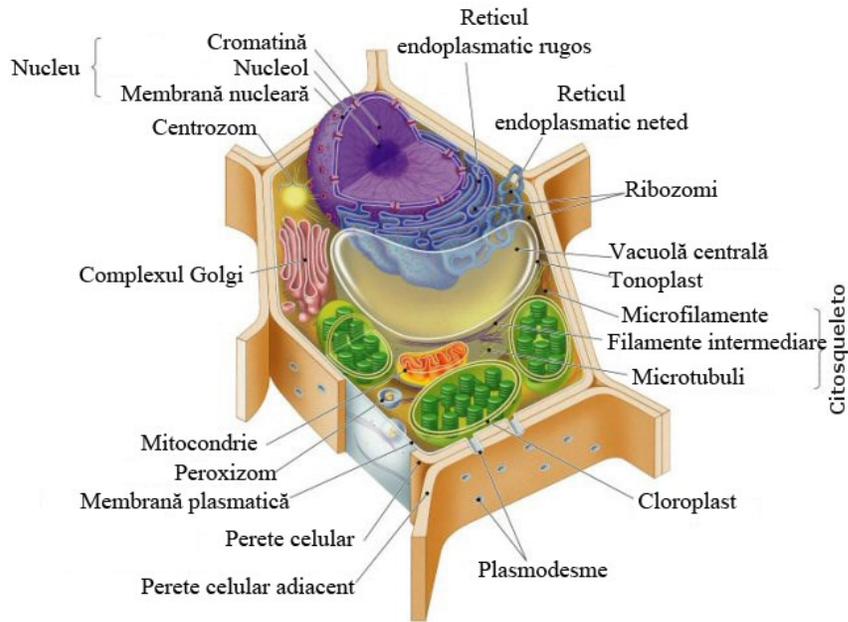
Прокариотическая клетка (рис. 2.1) возникла около 3,5 млрд. лет назад и типична для одноклеточных организмов из царства *Prokaryota* / *Monera* (бактерии, архебактерии, сине-зеленые водоросли или цианобактерии и микоплазмы). Генетический материал у прокариотической клетки представлен кольцевой молекулой ДНК расположенной прямо в цитоплазме и которая называется *нуклеоидом*. Ферментные системы находятся в цитоплазме, на клеточной мембране или на мезозомах. Все прокариоты это одноклеточные аэробные или анаэробные организмы.

Размер прокариот варьирует от 1-10 микрометров ( $1\mu\text{m} = 10^{-6}\text{m}$ ).

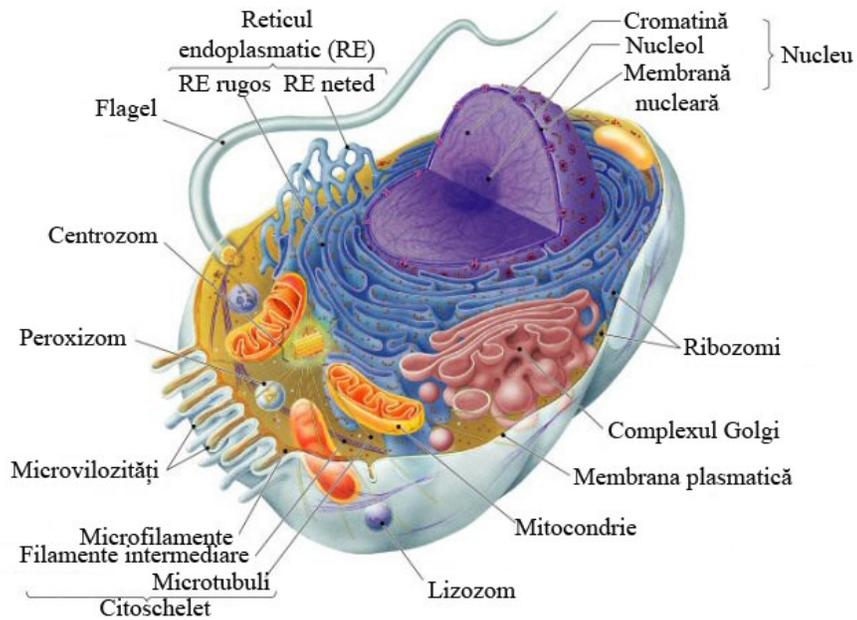
## ЭУКАРИОТИЧЕСКАЯ КЛЕТКА

Эукариотическая клетка которая намного моложе прокариотической, её возраст составляет 1,5 млрд. лет, является структурной и функциональной единицей многоклеточных организмов (грибы, растения, животные) и одноклеточных типа простейших, дрожжей, водорослей и др.

Эукариоты это клетки с чётко дифференцированным ядром, которое отделено от цитоплазмы двойной мембраной. В цитоплазме эукариот присутствуют мембранные органеллы (рис. 2.2, 2.3) выполняющие разнообразные специфические функции. Размеры эукариотических клеток варьируют от 10-100  $\mu\text{m}$ .



**Рис. 2.2. Общее строение растительной клетки**



**Рис. 2.3. Общее строение животной клетки**

Форма эукариотической клетки весьма разнообразна и контролируется как внешними, так и внутренними факторами (рис.2.4). Независимо от разнообразия размеров, форм и функций, все эукариотические клетки имеют общий план строения: *оболочка, ядро и цитоплазма*.

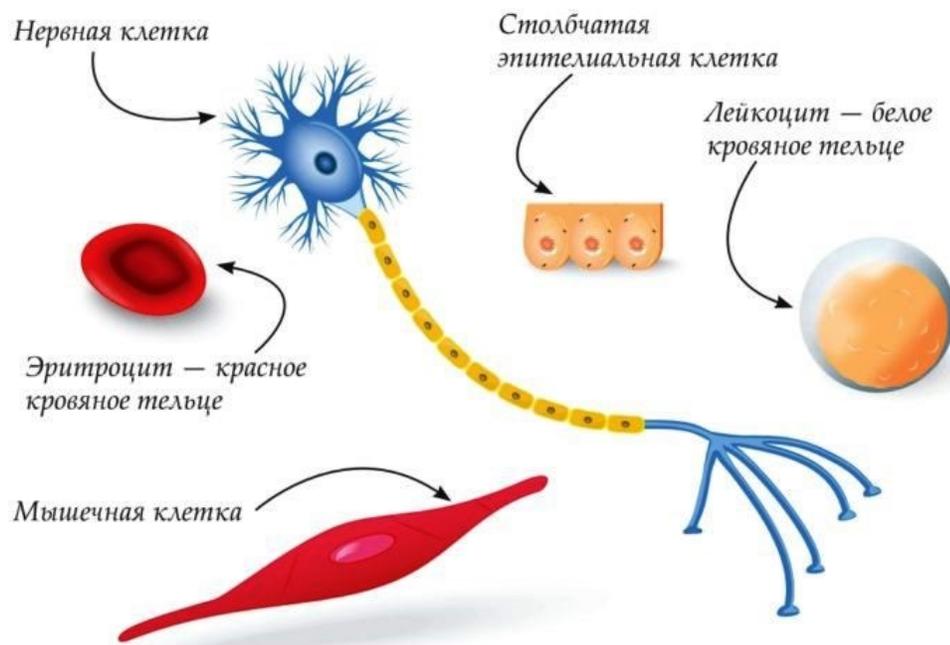


Рис.2.4. Формы эукариотических клеток

Клеточные органеллы могут быть разделены на три группы:

- *двумембранные* – ядро, митохондрии, пластиды;
- *одномембранные* – аппарат Голджи, эндоплазматическая сеть, лизозомы, пероксисомы, вакуоль;
- *немембранные* – рибосомы, клеточный центр.

Каждый из органоидов клетки выполняет свою особую функцию, а в совокупности все они определяют жизнедеятельность клетки в целом.

Оба уровня клеточной организации (про- и эукариоты) имеют общие структурно-функциональные принципы. Клетки прокариот и эукариот отделены от окружающей среды *плазматической мембраной* или *плазмалеммой* имеющая липопротеиновую структуру. У всех клеток молекулы ДНК являются носителями генетической информации. Другой обязательный компонент прокариот и эукариот это *цитоплазма* – внутренняя среда клеток в которой протекают метаболические реакции, расположены различные органоиды и клеточные включения, а также генетический материал в виде молекул ДНК.

В цитоплазме расположен и аппарат синтеза белков – *рибосомы* – общий компонент клеток.

### 2.3. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КЛЕТКИ

В состав клетки входят около 70 химических элементов периодической системы Д. Менделеева.

В зависимости от того, в каком количестве входят химические в состав веществ, образующих живой организм, принято выделять несколько групп атомов.

Первую группу (около 98% клетки) образуют 4 элемента: водород – 8 – 10%, кислород – 65 – 75%, углерод – 15 – 18% и азот – 1.5 – 3%. Их называют *макроэлементами*. Это главные компоненты всех органических соединений.

Вместе с двумя макроэлементами *второй группы* – серой и фосфором, являющимися необходимыми составными частями молекул биологических полимеров – белков и нуклеиновых кислот, их часто называют *биоэлементами*.

В меньших количествах в состав клетки, кроме упомянутых макроэлементов фосфора и серы, входят 6 элементов: калий, натрий, кальций, магний и хлор. Каждый из них выполняет важную функцию в клетке. Натрий, калий и хлор обеспечивают проницаемость клеточных мембран для различных веществ и проведение импульса по нервному волокну. Кальций и фосфор участвуют в формировании межклеточного вещества костной ткани, определяя прочность кости. Кроме того, кальций – один из факторов, от которых зависит нормальная свертываемость крови и сокращение мышц. Магний в клетках растений включен в хлорофилл – пигмент, обуславливающий фотосинтез, а у животных входит в состав биологических катализаторов – ферментов, участвующих в биохимических превращениях.

Все остальные элементы (железо, цинк, медь, йод, фтор и др.) содержится в клетке в очень малых количествах (0.02%). Поэтому их называют *микроэлементами*. Однако это не означает, что они меньше нужны организму, чем другие элементы. Микроэлементы также важны для живого организма, но содержатся в его состав в меньших количествах. Железо входит в состав гемоглобина – белка эритроцитов, участвующего в переносе кислорода от легких к тканям. Цинк входит в молекулу гормона поджелудочной железы – *инсулина*, который участвует в регуляции обмена углеводов, а йод – необходимый компонент *тироксина* – гормона щитовидной железы, регулирующего интенсивность обмена веществ всего организма в целом и его рост в процессе развития.

Все перечисленные химические элементы участвуют в построении организма в виде ионов либо в составе тех или иных соединений – молекул неорганических и органических веществ.

### **Неорганические вещества.**

**2.3.1. Вода.** Самое распространенное неорганическое соединение в живых организмов это вода. В среднем, содержание воды в клетках составляет 70 – 80%.

Биологические функции воды:

- транспорт веществ;
- регулирование термического баланса. Благодаря тому, что является хорошим проводником тепла, вода обеспечивает его равномерное распределение между клетками;
- растворение поступающих в клетки или выводимых из них веществ;
- механическая функция: обеспечивает объём и упругость клеток (тургор), участвуя в явлениях осмоса и тургора;
- синтетическая: участвует в качестве субстрата при синтезе биополимеров;
- энергетическая: служит донором электронов в процессе фотосинтеза.

**2.3.2. Минеральные соли** это химические соединения состоящие из катионов и анионов. Минеральные соли представлены катионами  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $NH_3^+$  и анионами  $Cl^-$ ,  $HPO_4^{2-}$ ,  $HCO_3^-$ ,  $NO_3^-$ . Содержание минеральных солей составляет 1,0–1,5%. Содержание катионов и анионов в клетке и вне её различно. В результате образуется разность потенциалов, обеспечивающая такие важные процессы, как раздражимость, передача нервного возбуждения.

Биологические функции неорганических ионов:

- *биоэлектрическая*, связанная с появлением разности потенциалов на уровне клеточной мембраны; внутри клетки доминируют ионы  $K^+$ , а вне клетки – ионы  $Cl^-$  и  $Na^+$ ;

- *структурная*. Ионы металлов входят в состав макромолекул белков, нуклеиновых кислот, хлорофилла, гемоглобина;
- *регулирующая*. Ионы металлов связываются с ферментами, воздействуя на их активность;
- *транспортная*. Ионы некоторых металлов участвуют в транспорте электронов или некоторых простых молекул (например, катионы  $\text{Fe}^{2+}$  гемоглобина фиксируют кислород, обеспечивая его транспорт в теле животных);
- *механическая*. Катион  $\text{Ca}^{2+}$  и анион  $\text{PO}_4^{3-}$  входят в состав фосфата кальция костных тканей, обеспечивая их формирование и прочность.

Таким образом, минеральные соли либо диссоциированы на ионы,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{NH}_3^+$  и  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ , либо находятся в твёрдом состоянии, как  $(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2)$  в костной ткани человека.

**Органические вещества.** Органические соединения составляют, в среднем, 20 – 30%, от общей массы клетки и играют важную роль в структурной организации и метаболизме клеток.

Основу органических соединений составляют атомы углерода, которые могут соединяться между собой и с другими атомами или группами атомов. В зависимости от молекулярной массы и структуры различают органические соединения с низкой молекулярной массой – мономеры, и соединения с высокой молекулярной массой – полимеры. Биологические полимеры (от греч. *поли* – много) – это многозвеньевая цепь, в которой звеном является какое-либо простое вещество – *мономер*. Мономеры соединяются между собой и образуют длинные макромолекулы (рис. 2.5).

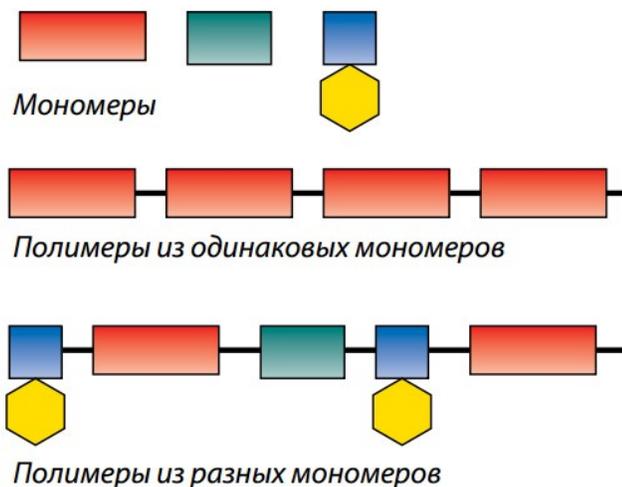


Рис. 2.5. Схема строения мономеров и полимеров

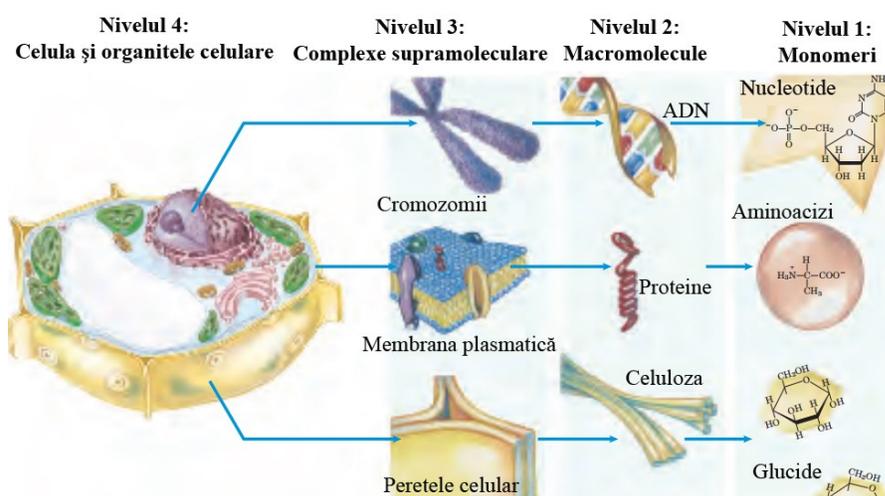
К главным биологическим полимерам относятся – нуклеиновые кислоты, белки и полисахариды. К органическим соединениям относятся жиры, витамины, фенольные соединения, пигменты, различные органические кислоты, АТФ и др. (таб. 2.1).

**Таблица 2.1. Химический состав животной клетки**

Химические соединения	
Неорганические	Органические
Вода – 70 – 80%	Белки – 10 – 20 %
Минеральные соли – 1,0 – 1,5%	Углеводы – 0,2 – 2,0 %
	Жиры – 1 – 5 %
	Нуклеиновые кислоты – 1,0 – 2,0 %
	АТФ – 0,1 – 0,5 %

В различные типы клеток входит неодинаковое количество органических соединений. В растительных клетках преобладают сложные углеводы – *полисахариды*; в животных – больше белков и жиров. Тем не менее каждая из групп органических веществ в любом типе клеток выполняют сходные функции.

В рисунке 2.6 представлена структурная иерархия клеточной организации.



Мономерные единицы в нуклеиновых кислотах, белках и полисахаридах связываются между собой ковалентными связями. Макромолекулярные биополимеры связываются между собой нековалентными связями в надмолекулярные комплексы, которые в свою очередь, входят в состав клетки.

**Fig. 2.6. Структурная иерархия в клеточной организации**