

# ЦИТОЛОГИЯ

Ученика 10 Б класса  
Ильина Романа

# Цитоло́гия

**Цитоло́гия** (греч. κύτος — пузырьковидное образование и λόγος — слово, наука) — раздел биологии, изучающий живые клетки, их органеллы, их строение, функционирование, процессы клеточного размножения, старения и смерти.

# Содержание

Возникновение и развитие цитологии

Клеточная теория

Липиды

Белки

Нуклеиновые кислоты

Клетка. Строение клетки

Фотосинтез

Хемосинтез

# Возникновение и развитие ЦИТОЛОГИИ

[К содержанию](#)

Термин клетка впервые употребил Роберт Гук в 1665 году при описании своих «исследований строения пробки с помощью увеличительных линз». В 1674 году Антони ван Левенгук установил, что вещество, находящееся внутри клетки, определенным образом организовано. Он первым обнаружил клеточные ядра. На этом уровне представление о клетке просуществовало еще более 100 лет.

Изучение клетки ускорилось в 1830-х годах, когда появились усовершенствованные микроскопы. В 1838—1839 ботаник Маттиас Шлейден и анатом Теодор Шванн практически одновременно выдвинули идею клеточного строения организма. Т. Шванн предложил термин «клеточная теория» и представил эту теорию научному сообществу. Возникновение цитологии тесно связано с созданием клеточной теории — самого широкого и фундаментального из всех биологических обобщений. Согласно клеточной теории, все растения и животные состоят из сходных единиц — клеток, каждая из которых обладает всеми свойствами живого.

Важнейшим дополнением клеточной теории явилось утверждение знаменитого немецкого натуралиста Рудольфа Вирхова, что каждая клетка образуется в результате деления другой клетки.

В 1870-х годах были открыты два способа деления клетки эукариот, впоследствии названные митоз и мейоз. Уже через 10 лет после этого удалось установить главные для генетики особенности этих типов деления. Было установлено, что перед митозом происходит удвоение хромосом и их равномерное распределение между дочерними клетками, так что в дочерних клетках сохраняется прежнее число хромосом. Перед мейозом хромосом также удваивается, но в первом (редукционном) делении к полюсам клетки расходятся двуххроматидные хромосомы, так что формируются клетки с гаплоидным набором, число хромосом в них в два раза меньше, чем в материнской клетке. Было установлено, что число, форма и размеры хромосом - кариотип - одинаково во всех соматических клетках животных данного вида, а число хромосом в гаметах в два раза меньше. Впоследствии эти цитологические открытия легли в основу хромосомной теории наследственности.

# Клеточная теория

**Клеточная теория** — одно из общепризнанных биологических обобщений, утверждающих единство принципа строения и развития мира растений и мира животных, в котором клетка рассматривается в качестве общего структурного элемента растительных и животных организмов.

[К содержанию](#)



# Основные положения клеточной теории

- ◆ Клетка — элементарная единица живого, основная единица строения, функционирования, размножения и развития всех живых организмов.
- ◆ Клетки всех одноклеточных и многоклеточных организмов имеют общее происхождение и сходны по своему строению и химическому составу, основным проявлениям жизнедеятельности и обмену веществ.
- ◆ Размножение клеток происходит путём их деления. Новые клетки всегда возникают из предшествующих клеток.



# Липиды

**Липиды** (от греч. λίπος, lípos — жир) — жирные кислоты, а также их производные, как по радикалу, так и по карбоксильной группе.

Используемое ранее определение липидов, как группы органических соединений, хорошо растворимых в неполярных органических растворителях (бензол, ацетон, хлороформ) и практически нерастворимых в воде, является неточным. Во-первых, такое определение вместо четкой характеристики класса химических соединений говорит лишь о физических свойствах. Во-вторых, в настоящее время известно достаточное количество соединений, нерастворимых в неполярных растворителях или же, наоборот, хорошо растворимых в воде, которые, тем не менее, относят к липидам. В современной органической химии определение термина «липиды» основано на биосинтетическом родстве данных соединений. В то же время в биохимии и других разделах биологии к липидам по-прежнему принято относить и гидрофобные или амфифильные вещества другой химической природы.

[К содержанию](#)

# Белки

- ♦ **Белки́** (протеи́ны, полипепти́ды) — высокомолекулярные органические вещества, состоящие из соединённых в цепочку пептидной связью аминокислот. В живых организмах аминокислотный состав белков определяется генетическим кодом, при синтезе в большинстве случаев используется 20 стандартных аминокислот. Множество их комбинаций дают большое разнообразие свойств молекул белков. Кроме того, аминокислоты в составе белка часто подвергаются посттрансляционным модификациям, которые могут возникать и до того, как белок начинает выполнять свою функцию, и во время его «работы» в клетке. Часто в живых организмах несколько молекул белков образуют сложные комплексы, например, фотосинтетический комплекс.

[К содержанию](#)



# Биологические функции белков

## ♦ Энергетическая (резервная) функция

Многие жиры, в первую очередь триглицериды, используются организмом как источник энергии. При полном окислении 1 г жира выделяется около 9 ккал энергии, примерно вдвое больше, чем при окислении 1 г белков или углеводов. Поэтому жировые отложения используются в качестве запасных источников питательных веществ прежде всего животными, которые вынуждены таскать свои запасы на себе. Растения чаще запасают углеводы. Однако в семенах многих растений высоко содержание жиров (растительные масла добывают из семян подсолнечника, кукурузы, рапса, льна и других масличных растений).

## ♦ Функция теплоизоляции

Жир - хороший теплоизолятор, поэтому у многих теплокровных животных он откладывается в подкожной жировой ткани, уменьшая потери тепла. Особенно толстый подкожный жировой слой характерен для водных млекопитающих (китов, моржей и др.). В то же время у животных, обитающих в условиях жаркого климата (верблюды, тушканчики) жировые запасы откладываются на изолированных участках тела (в горбах у верблюда, в хвосте у жирнохвостых тушканчиков), чтобы он не препятствовал теплоотдаче.

## ♦ Регуляторная

- ♦ Витамины — липиды (А, D, Е, К)
- ♦ Гормональная (стероиды, эйкозаноиды, простагландины и др.)
- ♦ Кофакторы (долихол)
- ♦ Сигнальные молекулы (диглицериды, жасмоновая кислота; IP<sub>3</sub>-каскад)
- ♦ Защитная (амортизационная)



# Функции белков в организме

- ◆ Так же как и другие биологические макромолекулы и нуклеиновые кислоты, белки — необходимые компоненты всех живых организмов, и участвуют в каждом внутреннем процессе клетки. Белки осуществляют обмен веществ и энергетические превращения. Белки входят в состав клеточных структур — органелл или секретируются во внеклеточное пространство для обмена сигналами между клетками и гидролиза пищевых субстратов. Следует отметить, что классификация белков по их функции достаточно условна, потому что у эукариот один и тот же белок может выполнять несколько функций. Хорошо изученным примером такой многофункциональности служит лизил-тРНК-синтетаза — фермент из класса аминоксил-тРНК синтетаз, который не только присоединяет лизин к тРНК, но и регулирует транскрипцию нескольких генов.



# Каталитическая функция

- ◆ Наиболее хорошо известная роль белков в организме — катализ различных химических реакций. Ферменты — группа белков, обладающая специфическими каталитическими свойствами, то есть каждый фермент катализирует одну или несколько сходных реакций. Ферменты катализируют реакции расщепления сложных молекул (катаболизм) и их синтеза (анаболизм), а также репликации и репарации ДНК и синтезе РНК. Известно несколько тысяч ферментов; среди них такие, как например пепсин, расщепляют белки в процессе пищеварения. В процесс постраницсионной модификации некоторые ферменты добавляют или удаляют химические группы на других белках. Известно около 4000 реакций, катализируемых белками. Ускорение реакции в результате ферментативного катализа иногда огромно: например, реакция, катализируемая ферментом оротат-карбоксилазой протекает в  $10^{17}$  быстрее некатализируемой (78 миллионов лет без фермента, 18 миллисекунд с участием фермента). Молекулы, которые присоединяются к ферменту и изменяются в результате реакции, называются субстратами.

Хотя ферменты обычно состоят из сотен аминокислот, только небольшая часть из них взаимодействует с субстратом, и еще меньшее количество — в среднем 3-4 аминокислоты, часто расположенные далеко друг от друга в первичной аминокислотной последовательности — напрямую участвуют в катализе. Часть фермента, которая присоединяет субстрат и содержит каталитические аминокислоты, называется активным центром фермента.



# Структурная функция

- ◆ Структурные белки, как своего рода арматура, придают форму жидкому внутреннему содержимому клетки. Большинство структурных белков являются филаментозными белками: например, мономеры актина и тубулина — это глобулярные, растворимые белки, но после полимеризации они формируют длинные нити, из которых состоит цитоскелет, позволяющий клетке поддерживать форму. Коллаген и эластин — основные компоненты соединительной ткани (например, хряща), а из другого структурного белка кератина состоят волосы, ногти, перья птиц и некоторые раковины.



# Защитная функция

Существуют несколько видов защитных функций белков:

1. Физическая защита. В ней принимает участие коллаген, белок, поддерживающего структуру кожи. Состоит из хондроитина и глюкозамина.
2. Химическая защита. Связывание химических токсинов белковыми молекулами — дезинтоксикация.
3. Иммунная защита. Защита с помощью иммуноглобулинов

Белки, входящие в состав крови, участвуют в защитном ответе организма как на повреждение, так и на атаку патогенов. Примерами первой группы белков служат фибриногены и тромбины[28], участвующие в свёртывании крови, а антитела (иммуноглобулины), нейтрализуют бактерии, вирусы или чужеродные белки. Антитела, входящие в состав адаптивной иммунной системы, присоединяются к чужеродным для данного организма веществам, антигенам, и тем самым нейтрализуют их, направляя к местам уничтожения. Антитела могут секретироваться в межклеточное пространство или закрепляться в мембранах специализированных В-лимфоцитов, которые называются плазмоцитами[29]. В то время как ферменты имеют ограниченное сродство к субстрату, поскольку слишком сильное присоединение к субстрату может мешать протеканию катализируемой реакции, стойкость присоединения антител к антигену ничем не ограничено.



# Регуляторная функция

- ◆ Многие процессы в организме регулируются небольшими белковыми молекулами, полипептидными гормонами и цитокинами. Примером таких белков служит, соответственно, инсулин, который регулирует концентрацию глюкозы в крови, и фактор некроза опухолей, который передаёт сигналы воспаления между клетками организма. На внутриклеточном уровне транскрипция генов определяется присоединением факторов транскрипции — белков-активаторов и белков-репрессоров к регуляторным последовательностям генов. На уровне трансляции считывание многих мРНК также регулируется присоединением белковых факторов, а деградация РНК и белков также проводится специализированными белковыми комплексами. Важнейшую роль в регуляции внутриклеточных процессов играют протеинкиназы — ферменты, которые активируют или подавляют активность других белков путем присоединения к ним фосфатных групп.



# Транспортная функция

- ◆ Растворимые белки, участвующие в транспорте малых молекул, должны иметь высокое сродство (афинность) к субстрату, когда он присутствует в высокой концентрации, и легко его высвободить в местах низкой концентрации субстрата. Примером транспортных белков можно назвать гемоглобин, который переносит кислород из лёгких к остальным тканям и углекислый газ от тканей к лёгким, а также гомологичные ему белки, найденные во всех царствах живых организмов.



[К содержанию](#)

# Нуклеиновая кислота

**Нуклеиновые кислоты** (от лат. nucleus — ядро) — высокомолекулярные органические соединения, биополимеры (полинуклеотиды), образованные остатками нуклеотидов. Нуклеиновые кислоты — ДНК и РНК присутствуют в клетках всех живых организмов и выполняют важнейшие функции по хранению, передаче и реализации наследственной информации.

## **Химические свойства**

- ◆ Нуклеиновые кислоты хорошо растворимы в воде, практически не растворимы в органических растворителях. Очень чувствительны к действию температуры и критических значений pH. Молекулы ДНК с высокой молекулярной массой, выделенные из природных источников, способны фрагментироваться под действием механических сил, например при перемешивании раствора. Нуклеиновые кислоты фрагментируются ферментами - нуклеазами.

[К содержанию](#)

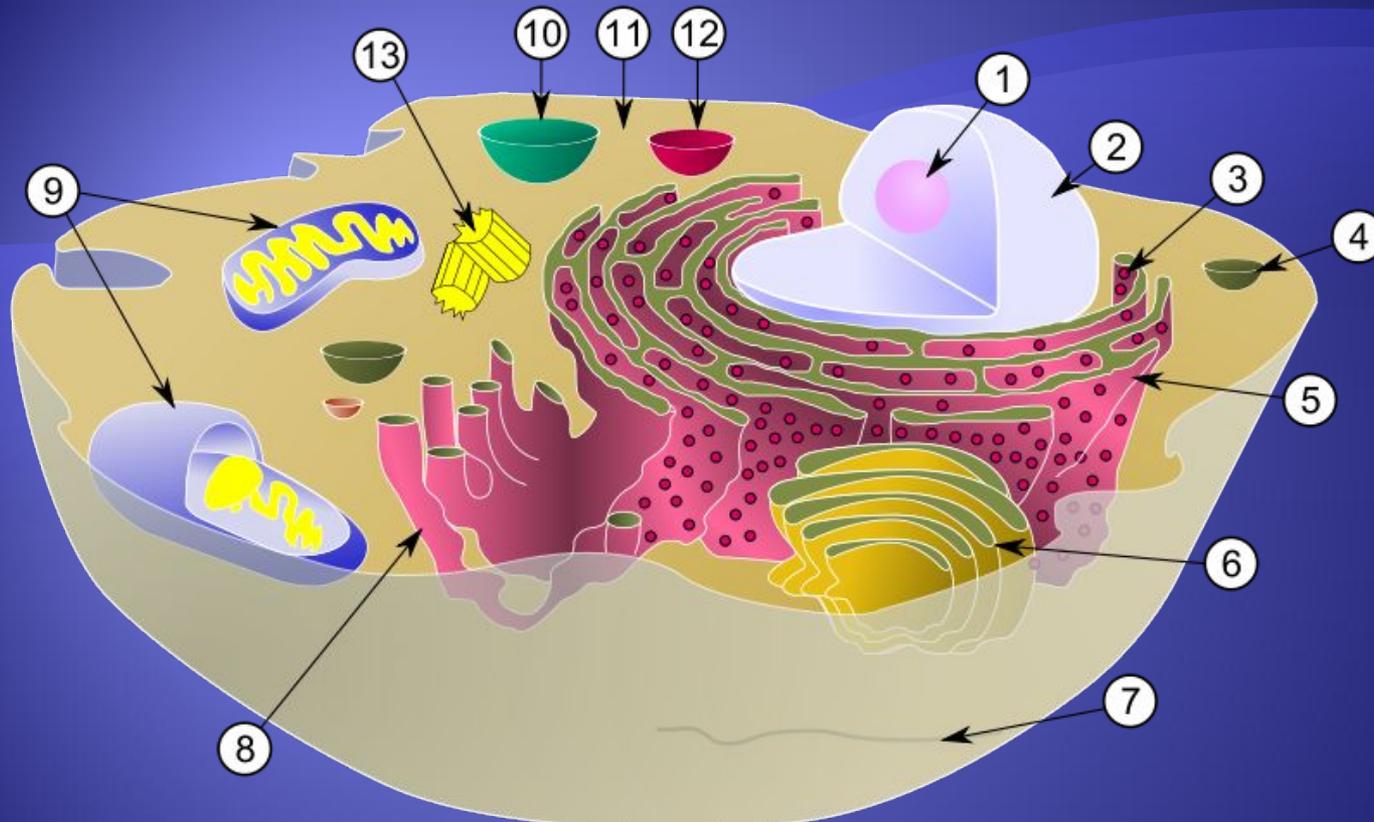
# Клетка

- ◆ **Клётка** — элементарная единица строения и жизнедеятельности всех живых организмов (кроме вирусов, о которых нередко говорят как о неклеточных формах жизни), обладающая собственным обменом веществ, способная к самостоятельному существованию, самовоспроизведению и развитию. Все ткани живых организмов либо, как многоклеточные животные, растения и грибы, состоят из множества клеток, либо, как многие простейшие и бактерии, являются одноклеточными организмами. Раздел биологии, занимающийся изучением строения и жизнедеятельности клеток, получил название цитологии. В последнее время принято также говорить о биологии клетки, или клеточной биологии.

[К содержанию](#)



# Строение клеток



(1) ядрышко (1) ядрышко, (2) клеточное ядро  
(1) ядрышко, (2) клеточное ядро, (3)  
рибосома (1) ядрышко, (2) клеточное ядро,  
(3) рибосома, (4) везикула (1) ядрышко, (2)  
клеточное ядро, (3) рибосома, (4) везикула,  
(5) шероховатый эндоплазматический  
ретикулум (1) ядрышко, (2) клеточное ядро,  
(3) рибосома, (4) везикула, (5) шероховатый

[К содержанию](#)

# Ядрышко

Ядрышко находится внутри ядра, и не имеет собственной мембранной оболочки, однако хорошо различимо под световым и электронным микроскопом.

Основной функцией ядрышка является синтез рибосом. В геноме клетки имеются специальные участки, так называемые ядрышковые организаторы, содержащие гены рибосомной РНК (рРНК), вокруг которых и формируются ядрышки. В ядрышке происходит синтез рРНК РНК полимеразой I, ее созревание, сборка рибосомных субчастиц. В ядрышке локализуются белки, принимающие участие в этих процессах. Некоторые из этих белков имеют специальную последовательность — сигнал ядрышковой локализации (NoLS, от англ. Nucleolus Localization Signal). Следует отметить, самая высокая концентрация белка в клетке наблюдается именно в ядрышке. В этих структурах было локализовано около 600 видов различных белков, причем считается, что лишь небольшая их часть действительно необходима для осуществления ядрышковых функций, а остальные попадают туда неспецифически.

Под электронным микроскопом в ядрышке выделяют несколько субкомпартов. Так называемые Фибриллярные центры окружены участками плотного фибриллярного компонента, где и происходит синтез рРНК. Снаружи от плотного фибриллярного компонента расположен гранулярный компонент, представляющий собой скопление созревающих рибосомных субчастиц.

# Клеточное ядро

**Ядро** (лат. nucleus), органелла эукариотической клетки, содержащая генетическую информацию в форме молекул ДНК. В ядре происходит репликация — удвоение молекул ДНК, а также транскрипция — синтез молекул РНК на матрице ДНК. В ядре же синтезированные молекулы РНК подвергаются ряду модификаций, после чего выходят в цитоплазму. Сборка рибосом также происходит в ядре, в специальных образованиях, называемых ядрышками.

# Рибосома

**Рибосома** — важнейший органоид живой клетки сферической или слегка овальной формы, диаметром 100—200 ангстрем, состоящий из большой и малой субъединиц. Рибосомы служат для биосинтеза белка из аминокислот по заданной матрице на основе генетической информации, предоставляемой матричной РНК, или мРНК. Этот процесс называется трансляцией.

В эукариотических клетках рибосомы располагаются на мембранах эндоплазматического ретикулума, хотя могут быть локализованы и в неприкрепленной форме в цитоплазме. Нередко с одной молекулой мРНК ассоциировано несколько рибосом, такая структура называется полирибосомой. Синтез рибосом у эукариот происходит в специальной внутриядерной структуре — ядрышке.

[К содержанию](#)

# Везикула

**Везикула** — в молекулярной биологии — это относительно маленькие внутриклеточные органоиды, мембрано-защищенные сумки которых запасают или транспортируют питательные вещества. Везикула отделена от цитозоля минимальным липидным слоем. Мембрана везикулы отгораживает ее от цитоплазмы схожим образом, как цитоплазматическая мембрана отгораживает клетку от внешней среды (порой агрессивной, с другим давлением, и пр.). Когда они отделены от цитоплазмы всего одним липидным слоем, везикулы называются однопластинчатыми. Так как везикула отгорожена от цитоплазмы, внутривезикулярные вещества могут быть совершенно иными, чем цитоплазматические. Везикула может присоединиться к внешней мембране, сплавиться с ней и выпустить свое содержимое в пространство вне клетки. Так может происходить процесс выделения. Везикула — это базисный инструмент клетки, обеспечивающий метаболизм и транспорт вещества, хранение ферментов также как настоящий химически инертный отсек. Также везикулы играют роль в поддержании плавучести клетки. Некоторые везикулы способны образовываться из частей плазматической мембраны.

[К содержанию](#)

# Эндоплазматический ретикулум

## Эндоплазматический ретикулум (ЭПР)

(лат. reticulum — сеточка) или эндоплазматическая сеть (ЭПС) — внутриклеточный органоид эукариотической клетки, представляющий собой разветвлённую систему из окружённых мембраной уплощённых полостей, пузырьков и канальцев.

# Аппарат Гольджи

**Аппарат Гольджи (комплекс Гольджи)** — мембранная структура эукариотической клетки, органелла, в основном предназначенная для выведения веществ, синтезированных в эндоплазматическом ретикулуме. Комплекс Гольджи был назван так в честь итальянского учёного Камилло Гольджи, впервые обнаружившего его в 1898 году.

## ◆ **Строение**

Комплекс Гольджи представляет собой стопку дискообразных мембранных мешочков (цистерн), несколько расширенных ближе к краям и связанную с ними систему пузырьков Гольджи. В растительных клетках обнаруживается ряд отдельных стопок (диктиосомы), в животных клетках часто содержится одна большая или несколько соединённых трубками стопок.

# Цитоскелет

**Цитоскелёт** — это клеточный каркас или скелет, находящийся в цитоплазме живой клетки. Он присутствует во всех клетках, как эукариот (животных, растений, грибов и простейших), так и прокариот. Это динамичная, изменяющаяся структура, в функции которой входит поддержание и адаптация формы клетки ко внешним воздействиям, экзо- и эндоцитоз, обеспечение движения клетки как целого, активный внутриклеточный транспорт и клеточное деление. Цитоскелет образован белками. В цитоскелете выделяют несколько основных систем, называемых либо по основным структурным элементам, заметным при электронно-микроскопических исследованиях (микрофиламенты, промежуточные филаменты, микротрубочки), либо по основным белкам, входящим в их состав (актин-миозиновая система, кератины, тубулин-динеиновая система).

# Эндоплазматический ретикулум

**Эндоплазматический ретикулум** (ЭПР) (лат. reticulum — сеточка) или эндоплазматическая сеть (ЭПС) — внутриклеточный органоид эукариотической клетки, представляющий собой разветвлённую систему из окружённых мембраной уплощённых пол

Эндоплазматический ретикулум состоит из разветвлённой сети трубочек и карманов, окружённых мембраной. Площадь мембран эндоплазматического ретикулума составляет более половины общей площади всех мембран клетки. остей, пузырьков и канальцев.

Выделяют два вида ЭПР:

- ◆ гранулярный эндоплазматический ретикулум
- ◆ агранулярный (гладкий) эндоплазматический ретикулум

# Митохондрия

**Митохондрия** (от греч. *μίτος* — нить и *χόνδρος* — зёрнышко, крупинка) — это органелла, имеющаяся во многих эукариотических клетках и являющаяся основным источником энергии, в основном запасаемой в молекулах (АТФ), для биохимических реакций, происходящих в ней. Эффективность работы митохондрий очень высока. На фотографиях митохондрий видно обилие внутренних мембран.

# Вакуоль

**Вакуоль** — ограниченный мембраной органоид, содержащийся в некоторых эукариотических клетках и выполняющий различные функции (секреция, экскреция и хранение запасных веществ, аутофагия, автолиз и др.). Вакуоли и их содержимое рассматриваются как обособленный от цитоплазмы компартмент. Вакуоли особенно хорошо заметны в клетках растений, во многих зрелых клетках растений они составляют более половины объема клетки. Одна из важных функций растительных вакуолей - накопление ионов и поддержание тургора (тургорного давления). Вакуоль - полость в цитоплазме, заполненная клеточным соком и ограниченная мембраной. Это кладовая клетки. Вакуоль- это место запаса воды.

# Цитоплазма

Цитопла́зма (от греч. κύτος «клетка» и πλάσμα зд. «содержимое») — внутренняя среда живой клетки, ограниченная плазматической мембраной. Включает в себя гиалоплазму — основное прозрачное вещество цитоплазмы, находящиеся в ней обязательные клеточные компоненты — органеллы, а также различные непостоянные структуры — включения.

В состав цитоплазмы входят все виды органических и неорганических веществ. В ней присутствуют также нерастворимые отходы обменных процессов и запасные питательные вещества. Основное вещество цитоплазмы — вода.

Цитоплазма постоянно движется, перетекает внутри живой клетки, перемещая вместе с собой различные вещества, включения и органоиды. Это движение называется циклозом. В ней протекают все процессы обмена веществ.

Цитоплазма способна к росту и воспроизведению и при частичном удалении может восстановиться. Однако нормально функционирует цитоплазма только в присутствии ядра. Без него долго существовать цитоплазма не может, так же как и ядро без цитоплазмы.

Важнейшая роль цитоплазмы заключается в объединении всех клеточных структур (компонентов) и обеспечении их химического взаимодействия.

# Лизосома

**Лизосома** — (от греч. λύσις — растворяю и σῶμα — тело) клеточный органоид размером 0,2 - 0,4 мкм, один из видов везикул. Эти одномембранные органоиды - часть вакуоля (эндомембранной системы клетки). Разные виды лизосом могут рассматриваться как отдельные клеточные компартменты.

## Функциями лизосом :

- ◆ переваривание захваченных клеткой при эндоцитозе веществ или частиц (бактерий, других клеток)
- ◆ аутофагия - уничтожение ненужных клетке структур, например, во время замены старых органоидов новыми, или переваривание белков и других веществ, произведенных внутри самой клетки
- ◆ автолиз - самопереваривание клетки, приводящее к ее гибели (иногда этот процесс не является патологическим, а сопровождает развитие организма или дифференцировку некоторых специализированных клеток)

# Центриоль

**Центриоль** - Центриоли (обычно их две) лежат вблизи ядра. Каждая центриоль построена из цилиндрических элементов (микротрубочек), образованных в результате полимеризации белка тубулина. Девять триплетов микротрубочек расположены по окружности.

**Функции:** Центриоли принимают участие в формировании цитоплазматических микротрубочек во время деления клетки и в регуляции образования митотического веретена. В клетках растений центриолей нет, и митотическое веретено образуется там иным способом. Кроме того, ученые полагают, что ферменты клеточного центра принимают участие в процессе перемещения дочерних хромосом к разным полюсам в анафазе митоза.

# Фотосинтез

**Фотосинтез** — процесс образования органического вещества из углекислого газа и воды на свету при участии фотосинтетических пигментов (хлорофилл у растений, бактериохлорофилл и бактериородопсин у бактерий). В современной физиологии растений под фотосинтезом чаще понимается фотоавтотрофная функция — совокупность процессов поглощения, превращения и использования энергии квантов света в различных эндэргонических реакциях, в том числе превращения углекислого газа в органические вещества.

[К содержанию](#)

# Хемосинтез

**Хемосинтез** — способ автотрофного питания, при котором источником энергии для синтеза органических веществ из  $\text{CO}_2$  служат реакции окисления неорганических соединений. Подобный вариант получения энергии используется только бактериями. Явление хемосинтеза было открыто в 1887 году русским учёным С. Н. Виноградским.

Необходимо отметить, что выделяющаяся в реакциях окисления неограниченных соединений энергия не может быть непосредственно использована в процессах ассимиляции. Сначала эта энергия переводится в энергию макроэнергетических связей АТФ и только затем тратится на синтез органических соединений.

[К содержанию](#)