

ГЕНЕТИКА

ОРГАНИЗАЦИЯ И ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КЛЕТКИ – ОСНОВЫ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

Гусейнова Назакет Таги кызы

канд. биол. наук, доц. кафедры “генетики и эволюционного учения”
Бакинского Государственного Университета,
Азербайджан, г. Баку

Мамедова Рена Фирудин кызы

д-р философии по биологии, ст. преподаватель кафедры “генетики и эволюционного учения”
Бакинского Государственного Университета,
Азербайджан, г. Баку
E-mail: Abhelby@mail.ru

CELL ORGANIZATION AND LIFE -BASES OF LIFE ON THE EARTH

Nazaket Huseynova

Ph.D., Associate Professor, Department of “Genetics and Evolutionary Learning” Baku State University,
Azerbaijan, Baku

Rena Mamedova

doctor of Philosophy in Biology, Art. teacher
Department of “Genetics and Evolutionary Learning” Baku State University,
Azerbaijan, Baku

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена детальному анализу организации и жизнедеятельности клетки. Работа имеет междисциплинарный характер, написана на стыке цитологии, гистологии и эмбриологии. Особое внимание уделено структуре клетки, где изложены основные составляющие прокариотических и эукариотических клеток живых организмов. Основное содержание материала составляет анализ клеточных компонентов, где детально рассмотрено содержимое бактериальной клетки, а также цитоплазма и ее функции, состав цитоскелета, компоненты ядра клетки, структура митохондрий, биомембран, устройство и функционирование эндоплазматического ретикула и аппарата Гольджи, структура, состав и функции лизосом и др. Вставленные в текст красочные рисунки позволяют более детально и ясно представить себе изложенный материал.

ABSTRACT

The article is devoted to a detailed analysis of the organization and functioning of the cell. The work is interdisciplinary in nature, written at the intersection of cytology, histology and embryology. Particular attention is paid to the cell structure, which sets out the main components of prokaryotic and eukaryotic cells of living organisms. The main content of the material is the analysis of cellular components, which examine in detail the contents of the bacterial cell, as well as the cytoplasm and its functions, the composition of the cytoskeleton, the components of the cell nucleus, the structure of mitochondria, biomembranes, the structure and functioning of the endoplasmic reticulum and Golgi apparatus, the structure, composition and functions of lysosomes and other. The colorful drawings inserted into the text allow for more detailed and clear visualization of the material presented.

Ключевые слова: цитология, клетка, прокариоты, эукариоты, цитоплазма, цитоскелет, ядро клетки.

Keywords: cytology, cell, prokaryotes, eukaryotes, cytoplasm, cytoskeleton, cell nucleus.

Введение

В настоящее время цитология характеризуется как комплексная наука, взаимосвязанная с большинством биологических дисциплин, в частности, с эволюционным учением. С момента возникновения микроскопа, а в дальнейшем, благодаря постепенному его совершенствованию, происходит активное

развитие цитологии, в частности, изучаются цитологические методы исследования. Только после изобретения электронного микроскопа стало возможным более детально и на микроскопическом уровне изучить уже ранее известные органоиды клетки, дополнительно охарактеризовать их функции. К наиболее известным исследователям, проводившим наблюде-

ния в этой области, следует отнести К. Портера, Дж. Пелейда, Х. Риса, В. Бернхарда, К. де Дюва. Впоследствии, благодаря многочисленным наблюдениям, удалось выявить принципиальные различия между клетками, и весь животный мир был разделен на эукариотических и прокариотических организмов. Центральным объектом настоящих биологических исследований является учение о клетке.

Структура клетки

В современном понимании *клетка* представляет собой элементарную единицу живой системы. На уровне клетки протекают все процессы обмена веществ. Организм любого вида начинается развитие из одной клетки – зиготы. Клетка несет наследственную информацию целого организма и обеспечивает преемственность между поколениями [11, стр. 10-12].

Рассмотрел клетки в обычной пробке, убедившись, что она не тонет в воде, в 1665 году учетный Р. Гук, он же и описал эти ячейки, из которых состоит вещество пробки и любое вещество в частности. Описание самой клеточной теории принадлежит исследователям М. Мальпиги и Н. Дрю, Ф. Вольф и затем Т. Шванн добавили к этим исследованиям то, что клетка является материалом роста ткани или организма. Появление клетки обеспечивается процессом деления той же самой клетки до бесконечности.

Отвечающие за выполнение определенной функции различные структуры живой клетки, получили название *органовидов*. В клетке между органоидами и внутриклеточными структурами, такими, как

клеточное ядро, митохондрии и др. - распределены специфические функции [5, с.25-28].

Как уже отмечалось во введении, в настоящее время существующие организмы подразделяются на две большие группы - *прокариоты* и *эукариоты*. Эубактерии и архебактерии относятся к прокариотам, а растения, грибы, животные, большинство из которых являются многоклеточными организмами и только некоторые к одноклеточным - эукариотам. Многоклеточные эукариоты состоят из разнообразных по своим функциям клеток. Эти клетки значительно крупнее клеток прокариот, что в соотношении объемов составляет приблизительно 2000:1. Из рисунка 1 видно, что наиболее важный отличительный признак эукариотических клеток - наличие ядра и других органелл [1, с. 156-158].

Структуры и функции клеток прокариот намного проще, чем эти показатели клеток эукариот. ДНК (DNA) эукариот представляют собой очень длинные линейные молекулы (от 10^7 до более чем 10^{10} пар оснований). Они локализованы в ядре, связаны с гистонами и включают некодирующие области (интроны). Напротив, ДНК прокариот представляют собой более короткие кольцевые молекулы, расположенные в цитоплазме и не имеющие интронов. Эукариотические клетки состоят из специализированных отделов - *органелл*. Процессы синтеза и созревания РНК (RNA) и белков протекают в различных отделах клеток и механизмы их регулирования не зависят один от другого. У прокариот, напротив, эти процессы взаимосвязаны и происходят значительно проще [8, с. 205-212].

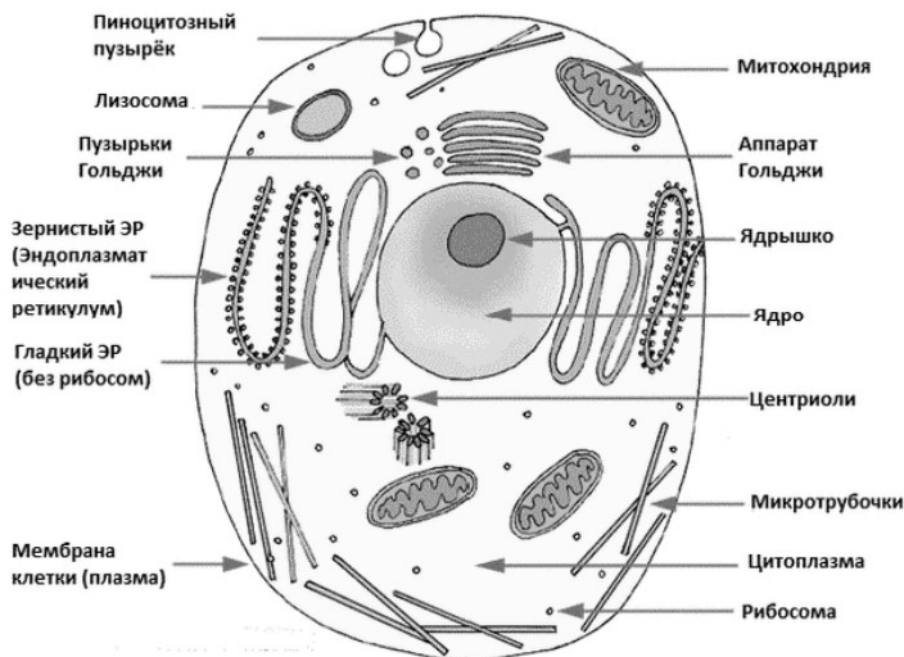


Рисунок 1. Строение животной клетки

Структура животной клетки

Между прокариотической и эукариотической клеткой имеются существенные отличия. Одним из

таких параметров является размер и структура клетки. Упрощенная схема строения эукариотической клетки представлена на рис. 1.

Такая клетка представляет собой комплекс мембран, снаружи ограниченных *плазматической мембраной*. Внутреннее пространство клетки заполняет цитоплазма с находящимися в ней растворимыми компонентами. Цитоплазма разделена на хорошо различимые, окруженные внутриклеточными мембранами отделы, называемыми *клеточными оргanelлами* [6, с. 369-371].

Одним из основных органоидов клетки является ее ядро, хорошо заметное в световой микроскоп. Мембрана ядра непосредственно сообщается с мембраной эндоплазматической сети (см. рис. 2), кото-

рая характеризуется как специфическая замкнутая система связанных друг с другом канальцев уплощенных мешочков, составляющую единое целое с перинуклеарным пространством. Еще одним специфическим мембранным составляющим клетки является комплекс Гольджи. В структуре клетки можно наблюдать и такие компоненты, как экзосомы и эндосомы. Данные образования представляют собой органоиды круглой формы, основной функцией которых является обмен веществ между клеткой и окружающей средой. Основным источником энергии являются митохондрии.



Рисунок 2. Эндоплазматическая сеть

Лизосомы и *пероксисомы* - маленькие глобулярные органеллы, предназначенные для выполнения специфических функций. В клетке имеется белковая нитевидная структура, напоминающая строительные леса, называемая *цитоскелетом* [4, с. 103-110].

Помимо этих органелл в клетках растений имеются *хлоропласты* (места фотосинтеза), *вакуоли*, выполняющие структурные функции и являющиеся хранилищами, а также прочная клеточная стенка, построенная из целлюлозы и других полисахаридов.

Клеточные компоненты и цитоплазма

Содержимое и компоненты бактериальной клетки. Клетки бактерий имеют свои морфологические и физиологические особенности. Такие клетки отличаются более простым строением. В состав бактериальной клетки входит цитоплазматическая мембрана, клеточная стенка, цитоплазма с входящими в ее состав включениями и ядерным аппаратом – нук-

леоидом. К компонентам бактериальной клетки относятся: хроматофоры, мезосома, вакуоли, тилакоиды, включения полисахаридов, жировые капельки, капсула (микрокапсула, слизь), жгутики и пили. Для бактериальной клетки характерно наличие специфической капсулы, которая выполняет защитную функцию.

Некоторые бактериальные клетки отличаются наличием специфических органов передвижения – жгутиков, ресничек или ворсинок (см. рис. 3) [7, с. 688]. Главным составляющим элементом любой клетки является вода, которая составляет до 70% от общего клеточного объема. Клетка содержит также макромолекулы, неорганические ионы и небольшие органические молекулы. Из макромолекул наиболее распространенными являются белки, составляющие до 55% сухого веса клетки.

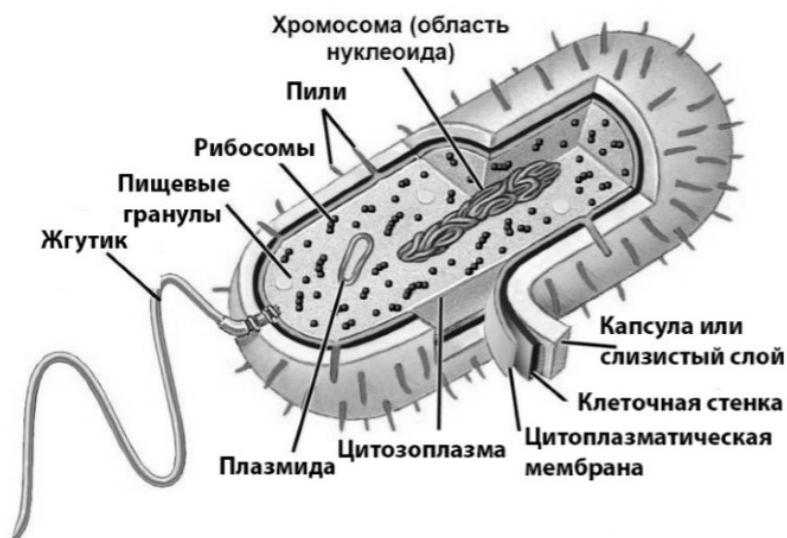


Рисунок 3. Строение бактериальной клетки

В клеточном составе можно также выделить мембраны и молекулы ДНК, которые в комплексе составляют около 1/6 части клетки. Весь остальной объем клетки представлен цитоплазмой.

В современной цитологии в последнее время исследователями изучается состояние системы секреции клетки. Данные системы необходимы для того, чтобы клетка могла активно выводить конечные продукты распада веществ в окружающую среду. Бактериальные клетки отличаются от эукариотических клеток насыщенным химическим составом клеточных мембран. У бактериальных клеток отсутствует ядро, и, в большинстве случаев, не так много мембранных органоидов по сравнению с эукариотической клеткой. Вместе с тем у ряда бактерий имеются клеточные структуры, не имеющие аналогов в двух других доменах [4, с. 86-91].

Цитоплазма и ее функции

Цитоплазма характеризуется как внутренняя клеточная среда, представляющая собой полужидкое содержимое. От окружающего пространства цитоплазма отделена при помощи плазматической мембраны. В состав цитоплазмы входят следующие основные компоненты:

- *Гиалоплазма* – основное составляющее вещество цитоплазмы, прозрачное, с расположенными в ней органоидами;
- *Органоиды* – обязательные структурные и функциональные единицы клетки;
- *Включения* – непостоянные структуры, присутствующие в клетке [1, с. 202-204].

В комплексе с мембраной, цитоплазма образует клетку как целостную систему. В функциональном отношении цитоплазма способствует объединению всех клеточных органоидов в единое целое, благодаря чему происходит их комплексное взаимодействие. Цитоплазма является местом расположения ядра и органоидов.

Находясь в постоянном движении – циклозе, цитоплазма способствует одновременному переме-

щению вместе с собой и органоидов, в том числе включений. В массовом отношении, цитоплазма эукариотических клеток составляет около 50% всего клеточного объема, что характеризует ее как основной клеточный органоид.

Таким образом, цитоплазма характеризуется как основное реакционное клеточное пространство. В цитоплазме происходит деградация питательных веществ, а также синтез клеточных компонентов. Цитоплазма составляет основу для промежуточного обмена веществ: гликолиза, гексозомонофосфатного пути, глюконеогенеза, биосинтеза жирных кислот, белков и т. п. [1, с. 213-215].

Цитоскелет и ее состав

Цитоскелет представляет собой специфический живой каркас, расположенный в цитоплазме. Основное предназначение цитоскелета заключается в приспособлении клеточных форм к меняющимся условиям, участие в экзо- и эндоцитозе, способствует формированию двигательных действий клетки, а также обеспечивает активный внутриклеточный транспорт. В формировании цитоскелета участвуют белки. К ним относятся как микрофиламенты и микротрубочки, так и кератины, актин-миозиновая система [6, с. 289-291].

Согласно многочисленным исследованиям, филаменты подразделяются на три основные группы, исходя из размеров:

- микрофиламенты (6-8 нм),
- промежуточные волокна (около 10 нм),
- микротрубочки (около 25 нм).

Данные волокна характеризуются как полимеры, мономерами которых являются специфические глобулярные белки.

Актиновые нити, или микрофиламенты по составу представляют собой совокупность белка актина, одного из самого распространенного компонента эукариотических клеток. Актин может быть представлен в двух состояниях:

- мономер (G-актин, «глобулярный актин»),

- полимер (F-актин, «фибрилярный актин»).

G-актин представляет собой глобулярный белок ассиметричной формы, в состав которого входит два домена. При постепенном увеличении ионной силы происходит обратимая агрегация данного белка, в результате чего формируется линейный полимер F-актин. Белок G-актин отвечает за транспортировку связанной с ним молекулы АТФ, которая при переходе в F-актин, медленно гидролизуется до АДФ (ADP), т.е. F-актин проявляет свойства АТФ-азы [9, с. 131-139].

Актин-ассоциированные белки. Клеточная цитоплазма имеет в своем составе свыше 50 различных типов белков, которые активно вступают во взаимодействие с G-актином и F-актином. Эти белки выполняют различные функции:

- происходит регуляция объема G-актинового пула (*профилин*),
- оказывают влияние на скорость полимеризации G-актина (*виллин*),
- вызывают стабилизацию концов нитей F-актина (*фрагин*, *β-актинин*),
- происходит сшивание филаментов друг с другом или с другими компонентами или разрушают двойную спираль F-актина (*гельзолин*).

Активность этих белков регулируется ионами Ca^{2+} и протеинкиназами.

Белки промежуточных волокон. Промежуточные волокна состоят из структурных белковых эле-

ментов, отличающихся высокой степенью клеточной специфичности. К таким белкам относятся такие, как цитокератины, десмин, виментин. Отличительной особенностью данных белков является наличие в центральной части специфической стержневой структуры – суперспирализованной α -спирали [4, с. 114-120].

Ядро

Клеточное ядро представляет собой один из важнейших компонентов эукариотической клетки. Данный органоид окружен двумя мембранами. В большинстве случаев любая эукариотическая клетка имеет в своем составе одно ядро, однако в некоторых случаях оно отсутствует (эритроциты млекопитающих), либо ядра содержатся в большом количестве (см. рис. 4). Ядро – наиболее крупная (диаметром около 10 мкм) видимая в оптический микроскоп органелла эукариотической клетки [7, с. 640-652].

Ядро является хранителем основного процента генетической информации клетки. Вся наследственная информация заключена в линейных длинных молекулах ДНК. В хромосомах располагаются гены, совокупность которых образует ядерный геном. Ядро является своеобразным защитным корпусом, сохраняющим целостность генов. В состав ядра входят специфические белки, которые участвуют в регуляции клеточных процессов за счет контроля генетической экспрессии [7, с. 639-642].

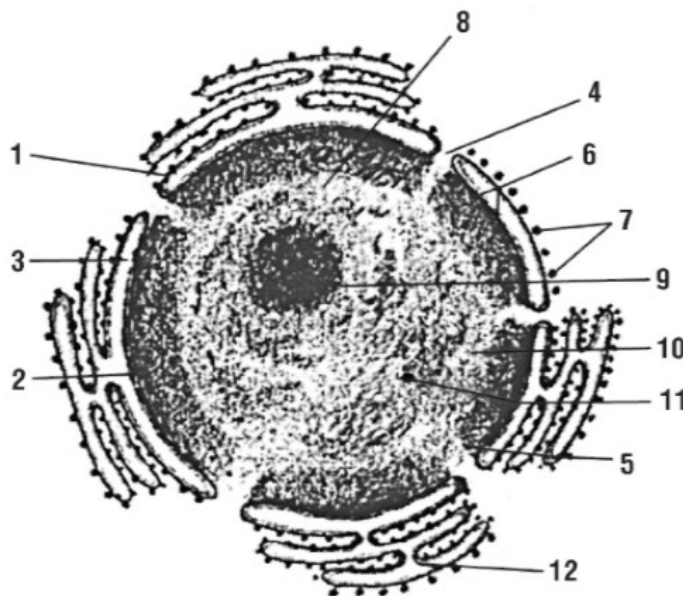


Рисунок 4. Схема строения ядра при электронной микроскопии : 1 - наружная ядерная мембрана; 2 - внутренняя ядерная мембрана; 3 - перинуклеарное пространство; 4 - ядерная пора; 5 - ядерная пластинка (ламина); 6 - кариолемма; 7 - рибосомы; 8 - кариоплазма; 9 - ядрышко; 10 - эухроматин; 11 - гетерохроматин; 12 - гранулярная эндоплазматическая сеть

Таким образом, ядро можно охарактеризовать как клеточный центр контроля. Главными структур-

ными компонентами ядра является ядерная оболочка и ядерный матрикс. Ядерная оболочка характери-

зуется как двойная мембрана, формирующая границу между ядром и цитоплазмой. Ядерный матрикс представляет собой комплекс филаментов, а одной из главных функций является механическая, за счет которой происходит каркасная поддержка ядра. Ядерные мембраны разделены между собой при помощи специфического перинуклеарного пространства. Внешнюю ядерную мембрану отличает наличие большого количества рибосом, от нее берет начало шероховатый эндоплазматический ретикулум. На поверхности внутренней ядерной мембраны имеются специфические белки, способствующие укреплению некоторых структур ядра [4, с. 128-135].

ДНК как основной носитель генетической информации находится в ядре. Во время интерфазы, когда происходит специфический перерыв между клеточными делениями, основной процент ДНК может быть выявлен в виде особого компонента гетерохроматина. ДНК с меньшей плотностью характеризуется как эухроматин, именно в этом месте происходит активная транскрипция ДНК в РНК (RNA). В состав ядра также может входить одно или несколько ядрышек. Клеточное деление способствует разрушению ядерной структуры. Происходит формирование хроматина в хромосомы, которые могут рассматриваться как высоко конденсированные формы молекул ДНК.

Импорт крупных ядерных белков

РНК и белки представляют собой достаточно крупные молекулы, соответственно, их обмен между ядром и цитоплазмой происходит через специфические ядерные поры, сформированные белковым комплексом. Поры в основном выполняют регуляторную функцию, контролируя транспорт веществ через ядерные мембраны. Белки небольших размеров проникают через поры довольно стремительно. Более крупные белки проникают через мембрану при наличии специфической сигнальной последовательности. Данный сигнальный комплекс состоит из 4 основных аминокислот, которые не расщепляются при переносе белка в ядро.

Взаимодействие между ядром и цитоплазмой

Синтез основного процента клеточного РНК происходит в ядре. Данный процесс получил название транскрипции, при этом происходит использование информации, хранящейся в ДНК. Рибосомная РНК (рРНК) синтезируется в ядрышках, а матричные и транспортные РНК (мРНК и тРНК) синтезируются в эухроматине. Процесс репликации также

происходит в ядре. Репликация характеризуется как процесс удвоения ДНК.

Для процессов репликации и транскрипции необходимы специфические нуклеотидные блоки, которые должны транспортироваться из цитоплазмы. Включение их в состав РНК способствует формированию первичных продуктов, модификация которых происходит за счет расщепления, удаления частей молекулы и включения дополнительных нуклеотидов (созревание РНК). Наконец, мРНК и тРНК, синтезированные в ядре, транспортируются в цитоплазму для участия в биосинтезе белков (*трансляции*).

В ядре не могут синтезироваться белки, поэтому происходит их импорт из цитоплазмы. Таким образом, синтезируются гистоновые и негистоновые белки, а также полимеразы, гормональные рецепторы, факторы транскрипции и рибосомные белки. Рибосомные белки, находясь еще в ядрышке, начинают ассоциировать с рРНК, образуя рибосомные субчастицы [7, с. 650-654].

Структура и метаболические функции митохондрий

Митохондрии представляют собой достаточно крупные клеточные органоиды, которые содержатся в большинстве эукариотических клеток. В результате исследований было установлено, что в среднем в клетке может содержаться до 2000 митохондрий, что может соответствовать 25% от общего клеточного объема. Отличительной особенностью митохондрий является наличие двух мембран (см. рис. 5).

Внешняя мембрана имеет гладкую поверхность, а внутренняя многочисленными складками, и, соответственно, значительную поверхность. Складки внутренней мембраны глубоко входят в матрикс митохондрий, образуя поперечные перегородки - *кристы*. Межмембранное пространство представляет собой пространство между внешней и внутренней мембранами [7, с. 670-671].

В разных клетках форма митохондрий и количество крист может отличаться. В результате исследований замечена определенная особенность: большое количество крист содержится в митохондриях с активными окислительными процессами. В качестве примера можно указать клетки сердечной мышцы. Форма митохондрий находится в непосредственной зависимости от функционального состояния данных органоидов. Таким образом, митохондрии характеризуются как пластичные органоиды.

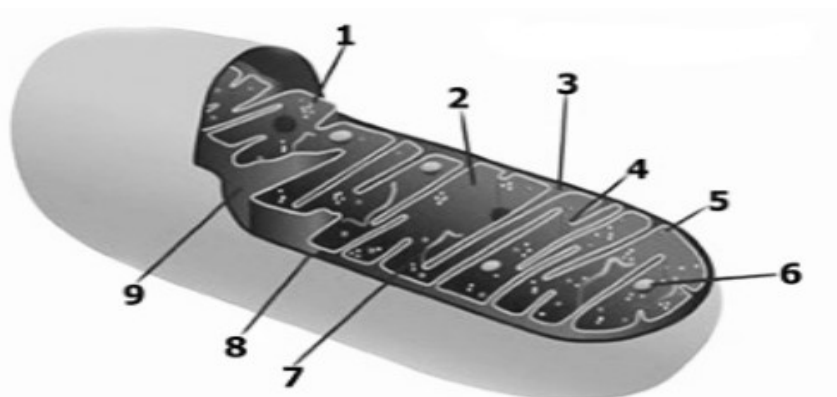


Рисунок 5. Строение митохондрии. 1 – молекулы АТФ-синтетазы, 2 – матрикс, 3 – межмембранное пространство, 4 – кристы, 5 – рибосомы, 6 – гранулы, 7 – ДНК, 8 – наружная мембрана, 9 – внутренняя мембрана

В состав мембран митохондрий входят специфические интегральные мембранные белки. Внешняя мембрана имеет специфические порины, основным предназначением которых является формирование пор и создание мембранной проницаемости. Отличительной особенностью внутренней мембраны является ее непроницаемость для основного процента молекул, кроме кислорода, углекислого газа и воды. В состав внутренней мембраны митохондрий входит до 75% белков [5, с. 181-193].

Главная функция митохондрий в клетке – энергетическая. Благодаря окислительной деградации питательных веществ происходит активный синтез АТФ. Из основных метаболических процессов, происходящих в митохондриях, можно отметить следующие:

- превращение пирувата в ацетил-КоА, катализируемое пируватдегидрогеназным комплексом;
- цитратный цикл;
- дыхательная цепь, сопряженная с синтезом АТФ (сочетание этих процессов носит название «окислительное фосфорилирование»);
- расщепление жирных кислот путем β -окисления и частично цикл мочевины.

Можно отметить также транспортную функцию митохондрий – за их счет в клетку поступают продукты промежуточного метаболизма, одновременно обеспечивая клетку ионами кальция [5, с. 205-209].

В качестве главной функции митохондрий можно отметить захват богатых энергией субстратов (жирные кислоты, пируват, углеродный скелет аминокислот) из цитоплазмы и их окислительное рас-

щепление с формированием углекислого газа и воды, сопряженное с синтезом АТФ.

Реакции цитратного цикла приводят к полному окислению углеродсодержащих соединений (CO_2) и образованию восстановительных эквивалентов, главным образом в виде восстановленных кофакторов. Большинство этих процессов протекают в матриксе.

Структура и функции биомембран

К биомембранам относят плазматические мембраны клеток, ядерную мембрану, мембраны эндоплазматического ретикулума и аппарата Гольджи, мембраны лизосом, пероксисом, митохондрий, хлоропластов, суперкапсиды вирусов, а также некоторые специализированные мембраны отдельных организмов. Биомембраны характеризуются как специфические природные пленки, представляющие собой двойной слой липидных молекул с вкраплениями белка. В некоторых мембранах имеются углеводы, которые взаимосвязаны с белками и липидами (см. рис. 6).

Характерной особенностью клеточной структуры является определенное соотношение между липидами, белками и углеводами, данное взаимоотношение изменяется в зависимости от типа клеток или мембран [6, с. 659]. Между компонентами мембран существуют нековалентные связи, что ограничивает их подвижность – они могут диффундировать в пределах липидного бислоя. Текучесть мембран находится в непосредственной зависимости от липидного состава и температуры окружающей среды.



Рисунок 6. Строение цитоплазматической мембраны

При увеличении количества ненасыщенных жирных кислот текучесть возрастает, это происходит вследствие нарушения полукристаллической мембранной структуры. Мембранные белки обладают подвижностью [7, с. 681].

Мембранные липиды

Мембранные липиды характеризуются как амфифильные молекулы, имея в своем составе как гидрофильные составляющие (полярные головки), так и алифатические радикалы (гидрофобные хвосты). Такое сочетание формирует своеобразный бислой, где хвосты липидов обращены друг к другу. Толщина одного липидного слоя 2,5 нм, из которых 1 нм приходится на головку и 1,5 нм на хвост. В мембранах присутствуют три основных типа липидов: фосфолипиды, гликолипиды и холестерол. Среднее молярное отношение холестерол/фосфолипиды равно 0,3–0,4, но в плазматической мембране это соотношение гораздо выше (0,8–0,9). Наличие холестерола в мембранах уменьшает подвижность жирных кислот, снижает латеральную диффузию липидов и белков. Наиболее важная группа, фосфолипиды, включает фосфатидилхолин (лецитин), фосфатидилэтаноламин, фосфатидилсерин, фосфатидилинозит и сфингомиелин. Холестерин присутствует во внутриклеточных мембранах животных клеток (за исключением внутренней мембраны митохондрий). Гликолипиды входят в состав многих мембран (например, во внешний слой плазматических мембран). В состав гликолипидов входят углеводные функциональные группы, которые ориентируются в водную фазу [4, с. 49–56].

Мембранные белки

В процессе жизнедеятельности клетки взаимодействие белков с мембраной может происходить разными способами. Мембранные белки имеют свою отличительную особенность – происходит их встраивание в клеточную мембрану. Согласно многочисленным исследованиям отмечено, что мембранные белки составляют около 25% от общего количества всех белков, входящих в состав клетки.

Отличительной особенностью интегральных мембранных белков является наличие специализированных трансмембранных спирализованных участков, несколько раз пересекающих липидный бислой. Фрагмент пептидной цепи представляет собой комплекс из 21–25 гидрофобных аминокислот, формирующих правую α -спираль с 6 или 7 витками (трансмембранная спираль).

Устройство и функционирование эндоплазматического ретикулума и аппарата Гольджи

Эндоплазматический ретикулум (ЭР) представляет собой замкнутую мембранную структуру продолговатой формы, которая состоит из специфических трубкообразных полостей и мешочков – цистерн. Эндоплазматическая сеть локализована непосредственно возле ядра клетки, здесь происходит взаимодействие с внешней ядерной мембраной. Различают гладкую и шероховатую эндоплазматическую сеть, которые морфологически отличаются между собой. Отличительной особенностью является наличие большого количества рибосом на поверхности шероховатой эндоплазматической сети, гладкая же эндоплазматическая сеть таких выростов не имеет (см. рис.7). Основная функция эндоплазматической сети заключается в синтезе белков и липидов [13].

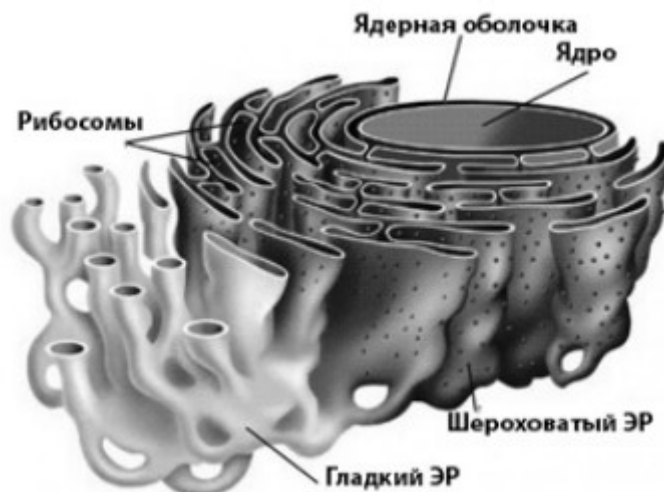


Рисунок 7. Схема строения эндоплазматического ретикула

Синтез данных полимеров происходит практически для всех органоидов - аппарата Гольджи, лизосом, эндосом, секреторных везикул и плазматической мембраны. На поверхности эндоплазматической сети происходит синтез липидов для митохондрий. В результате вещества, синтезируемые в эндоплазматической сети, предназначены для клеточных компонентов, а не для цитозоля [2, с.59-60].

Шероховатый эндоплазматический ретикулум и аппарат Гольджи

ЭПР представляет собой систему уплощенных мембранных мешочков, канальцев, цистерн, пузырьков. Вся сеть объединена в единое целое с наружной мембраной ядерной оболочки и наружной клеточной мембраной. Выделяют два типа ЭПР: гранулярный (шероховатый) и агранулярный (гладкий). Мембраны гранулярного эндоплазматического ретикула со стороны гиалоплазмы покрыты рибосомами [2].

На поверхности шероховатой эндоплазматической сети происходит активный биосинтез белка. Полученные в результате синтеза белки, будут участвовать в функционировании мембран или лизосом, а также выделяться из клетки. Синтез других белков происходит на рибосомах, которые не взаимодействуют с мембранами эндоплазматической сети.

После синтеза на поверхности шероховатой эндоплазматической сети, происходит специфическая модификация белков. Часть из них остаются на поверхности шероховатой эндоплазматической сети, другая часть поступает в комплекс Гольджи. Транспортные везикулы образуются почкованием мембран, а затем исчезают, сливаясь с ними.

Комплекс, или аппарат Гольджи (рис. 8), представляет собой комплекс полостей, ограниченных мембранами. Данный комплекс по форме напоминает сеть. Данные полости дискообразной формы, их основное предназначение – формирование и сортировка белков. Комплекс Гольджи может встречаться как в животных, так и в растительных клетках, состоит из специфических составляющих – цистерн,

которые представляют собой отделы, разделенные цитоплазматическими мембранами. Аппарат Гольджи участвует в формировании различных секретов, коллагена, липидов, гликогена и так далее - продуктов жизнедеятельности клетки. Аналогичное аппарату Гольджи тельце, клеточная органелла, расположенная около основания жгутика у жгутиковых семейства Trypanosomidae и Bodonidae, содержащая дезоксирибонуклеиновую кислоту, носит название блефаробласта [7, с. 658-661].



Рисунок 8. Упрощенная схема аппарата Гольджи

В результате многочисленных исследований было установлено, что основное предназначение комплекса Гольджи – распределение и транспортировка химических веществ клетки. Он модифицирует белки и липиды (жиры), которые продуцируются в эндоплазматической сети, происходит подготовка данных компонентов для высвобождения за пределы клетки либо перемещение в другие места клетки. Из гладкой и шероховатой эндоплазматической сети транспорт белков и липидов осуществляется в специфических пузырьковых везикулах. Движение осуществляется через цитоплазму, до достижения комплекса Гольджи [3, с. 68-73].

Гладкий эндоплазматический ретикулум

Гладкая эндоплазматическая сеть представляет собой комплекс, где отсутствуют связанные рибосомы.

сомы. Данный ретикулум отличается небольшим объемом расположения в клетке. Для гладкой эндоплазматической сети характерна замкнутая система разветвленных канальцев.

Большинство областей эндоплазматического ретикула являются в большей степени гланулярными, гладкий ЭР встречается редко.

Основной функцией гладкой эндоплазматической сети является синтез липидов. Образование липидов происходит при участии ферментов, расположенных на мембранах. Гладкая эндоплазматическая сеть может рассматриваться как депо ионов Ca^{2+} , поддерживающего низкий уровень Ca^{2+} в цитоплазме. В мембранах гладкой эндоплазматической сети находятся управляемые Ca^{2+} -каналы и энергозависимые Ca^{2+} -насосы, а высокая концентрация ионов Ca^{2+} в цистернах поддерживается при участии Ca^{2+} -связывающих белков [6, с. 308-319].

Лизосомы – структура, состав и функции

Лизосомы представляют собой мембранные органоиды, отличительной особенностью которых является способность к принятию различных форм. Согласно исследованиям, в клетке может находиться до несколько сотен лизосом. Основное предназначение лизосом заключается в разрушении компонентов клетки. Разрушение происходит по причине воздействия на компоненты основных составляющих лизосом – специфических ферментов – гидролаз. Основным составляющим ферментов лизосом является кислая фосфатаза. Отличительной особенностью мембран лизосом являются специфические АТФ-зависимые протонные насосы вакуольного типа. С их помощью происходит запасание лизосомных протонов.

Деградация, или расщепление клеточных компонентов с помощью лизосом происходит следующим образом. Захваченные органоиды оказываются в области лизосом. При этом из первичных лизосом формируются вторичные лизосомы, где происходит гидролитическое расщепление. При этом формируются так называемые «остаточные тела», которые представляют собой комплекс негидролизовавшихся фрагментов. С помощью лизосом осуществляется разрушение макромолекул и частиц, захваченных клетками путем эндоцитоза и фагоцитоза, например, липопротеинов, протеогормонов и бактерий (гетерофагия). В этом случае лизосомы сливаются с эндосомами, содержащими вещества, подлежащие деградации [3, с. 120-129].

Секреторные лизосомы используются как для деградации, так и для хранения секреторных белков. Эти специализированные органеллы обнаружены в небольшом наборе клеток, большинство из которых происходит из гематопоэтического ростка. Имеется небольшое количество исключений, куда входят меланоциты и клетки почечных канальцев. Секреторные лизосомы играют центральную роль в иммунной системе, так как большинство эффекторных функций этих клеток связано с высвобождением этих секреторных продуктов.

Секреторные лизосомы обладают многими общими функциями с конвенциональными лизосомами и секреторными гранулами как по структуре, так и по содержанию. Однако, эти органеллы имеют уникальные свойства, одним из которых является путь сортировки. Недавно открыто несколько уникальных белок-сортирующих путей, которые используются только в клетках с секреторными лизосомами. Несколько генетических нарушений, включая Hermansky-Pudlak, Chediak-Higashi и Griscelli's синдромы, которые характеризуются иммунодефицитом, нарушением синтеза тромбоцитов и гипопигментацией, связаны с нарушением функции секреторных лизосом. Механизм секреции этих органелл частично идентифицирован, в основном в результате анализа этих заболеваний, каждое из них, по-видимому, связано с нарушением разных ступеней биогенеза или секреции секреторных лизосом. Среди этих генных продуктов находятся и белки Rab и их эффекторы. Эта работа также важна в связи с недавним открытием, что конвенциональные лизосомы также обладают способностью секреции, что делает расплывчатыми различия между двумя популяциями лизосом. Но становится очевидным, что секреторные лизосомы используют некоторые уникальные компоненты своей секреторной machinery – механизма [12, с. 122-131].

Заключение

Таким образом, в статье представлена обобщенная информация об особенностях строения и функционирования клеток. Современный растительный и животный мир представляет собой большое разнообразие организмов, однако всех их объединяет существующий у всех генетический код, единое клеточное строение, наличие общих генов. Клетку можно охарактеризовать как единую структурную и функциональную единицу живого. В процессе своей жизнедеятельности клетка отличается сложной структурной организацией, а основными компонентами клетками являются разнообразные органоиды.

Клетка – это наименьшая самовоспроизводящаяся единица полноценной живой системы. Именно на клеточном уровне рост, развитие и размножение организмов. В многоклеточном организме протекающие процессы складываются из совокупности координированных функций его клеток. Без клетки, вне клетки и с разрушением клетки жизнь прекращается. Клетка – основа жизни на земле [6, с. 677].

Цитология – наука о клеточном строении организмов – постоянно развивается в особенно в экспериментальном поле. Объединение цитологии, физиологии, биохимии и других наук дали новые потрясающие результаты. Важнейшими открытиями можно назвать структурность протоплазмы, строение цитоплазмы, мембранная структура аппарата Гольджи, система цитомембран (эргастоплазма) [10, с. 281].

Ранее основным направлением цитологии было морфологическое исследование, в последнее время в центре внимания цитологов становятся цитофизические и цитохимические проблемы. Продолжается

исследование физических свойств клетки, вязкости протоплазмы, реакции клеток на внешние воздействия, изучение кортикального слоя клеток, и т. п. Особенно важным является эволюция представлений о протоплазме, ее структурности, вязкости, начиная с определения о ней как о многофазном коллоиде с мицеллами, взвешенными в дисперсионной среде к идее субмикроскопической структурности. Применение поляризационного микроскопа и рентгеновского метода исследования создало новое представление о протоплазме как трехмерной сети нитевидных белковых молекул, соединенных гото-

выми к реакции боковыми цепями; в пространствах этой сети находятся липиды, углеводы, с которыми реагируют боковые цепи протеинового остова.

Кроме того, благодаря развитию биохимии наметилось суммарное биохимическое исследование изолированных клеточных структур.

Новую эру в учении о клетке создал электронный микроскоп. При его помощи ученые получили поразительные факты о строении цитоплазмы, открыли мембранную структуру аппарата Гольджи, открыли систему цитомембран, совокупность которых получила название эргастоплазмы [9, с. 141].

Список литературы:

1. Аттенборо, Дэвид Живая планета; М.: Мир, 1988, -328 с.
2. База знаний по биологии человека, клеточный цикл, периоды, (20.10.2019), URL - <http://humbio.ru/humbio/cytology/000e1082.htm>
3. Заяц Р.Г., Бутвиловский В.Э. и др. Медицинская биология и общая генетика Минск, Высшая школа, 2017, - 430 с.
4. Крюков В.И. Генетика. Цитологические основы наследственности. Размножение клеток и организмов. Учебное пособие для ВУЗов – Орел Изд-во Орел ГАУ, 2006, -157 с.
5. Сингер М., Берг П. Гены и геномы: В 2-ох т. Т.2 Пер. с англ.- М.: Мир, 1998. - 391 с.,
6. Тейлор Д., Грин Н., Стаут У. Биология: В 3-х т. Т.1: Пер. с англ./Под. ред. Р. Сопера - 3-е изд., - М.: Мир, 2004. – 454 с.
7. Тезисы докладов и сообщений, представленных на XVII всероссийский симпозиум "Структура и функции клеточного ядра" (Санкт-Петербург, 28-30 октября 2014 г.) с. 639-693.
8. Улумбеков Э.Г., Челышев Ю.А., Гистология, эмбриология, цитология, учебник / - М.:ГЭОТАР-Медиа, 2007, 408 с.
9. Филатов М.В. Начать жизнь сначала...Журнал «Цитология», т. 55, № 2, Москва, с. 140-141
10. Ченцов Ю. С. Введение в клеточную биологию: Учебник для вузов. - 4-е изд. перераб. и доп./ Ю. С. Ченцов. - М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. - 495 с.
11. Шевченко В. А. Топорнина Н. А., Стволинская Н. С. Генетика человека. – М.: Владос, 2004, - 240 с.
12. Эндоплазматический ретикулум (эпр), (15.10.2019), URL - <https://studfile.net/preview/6127936/page:2/>
13. Emma J. Blott & Gillian M., Secretory lysosomes, Nature Reviews Molecular Cell Biology 3, 122 -131 (02.11.2019), URL - <http://www.mglinets.narod.ru/slova/lysoSecr.htm>