**ЛЕКЦИЯ 4**

**ЦИТОПЛАЗМА**

*Морфологические теории строения цитоплазмы. Гиалоплазма. Химический состав и функции гиалоплазмы. Субклеточный состав цитоплазмы. Экзогенные включения. Пигменты и секреты клетки.*

Цитоплазма (от греч. *plasma – слепленный*) *–* это клеточная структура, отделенная от окружающей среды плазмолеммой, включающая в себя жидкую часть гиалоплазму и, находящиеся в ней постоянные компоненты *–* органеллы (органоиды), и непостоянные компоненты *–* включения. Термин «цитоплазма» впервые предложил немецкий ботаник [*Эдуард Страсбургер*](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%B1%D1%83%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%80%2C_%D0%AD%D0%B4%D1%83%D0%B0%D1%80%D0%B4) в 1882 году.

Начиная с конца ХIХ века было предложено несколько морфологических теорий строения цитоплазмы. Вопрос строения цитоплазмы возник вследствие развития сложных методов обработки гистологических препаратов. В 1873 г. Юлиус Гейцман (1847-1922 гг.) выступил с *теорией сетчатого* строения цитоплазмы. По этой теории протоплазма образована сетью волоконец, между которыми находится жидкость. Эту теорию поддержал Лейдиг, он рассматривал сеть волокон как опорную структуру (спонгиоплазму), при этом живой частью считал жидкую «[гиалоплазму](http://www.activestudy.info/gialoplazma/%22%20%5Co%20%22%D0%93%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%B7%D0%BC%D0%B0)». В 1882 году Флемминг настойчиво развивал *теорию нитчатого* (фибриллярного) строенияцитоплазмы. Согласно этой теории цитоплазма образована не сетью волоконец, а отдельными переплетающимися нитями, погруженными в однородное вещество. Спустя 10 лет в 1892 году Бючли предложил *теорию пенистого* строения цитоплазмы, согласно которой цитоплазма *–* это эмульсия двух жидкостей с разной степенью преломления. Жидкость, более вязкая и сильнее преломляющая свет, образует стенки ячеистой массы (гиалоплазма), а пустотые ячейки заполнены более жидким веществом, слабее преломляющим свет (энхилемма). Теория Бючли вплоть до 20-х годов XX столетия фигурировала в учебниках. В 1893 году немецкий гистолог Ричард Альтман (1852-1900 гг.) предложил *теорию зернистого* строения цитоплазмы и теорию биобластов. Рихарда Альтмана рассматривал клетку, как «делимую» структуру, состоящую из зернышек-гранул, которая представляет своеобразной зооглеей бактериоподобных организмов, выделивших вокруг себя слизистое вещество.

С развитием коллоидной химии и внедрением физико-химических методов исследования выяснилась примитивность морфологических теорий постоянной структуры цитоплазмы. Критическое отношение к морфологическим подходам нашли отражение в работах Вильяма Харди «Строение протоплазмы клетки» (1899 г.) и Адольфа Фишера «Фиксирование, окраска и строение протоплазмы» (1899). Впервые экспериментально было показано влияние способа обработки на структуры, выявляемые на препарате. Морфологические теории строения цитоплазмы не были окончательно опровергнуты, но было совершенно очевидно, что все ранее описанные структуры – ошибки наблюдения и метода исследования.

В 20-30-х годах XX в. начинают публиковаться материалы исследований прижизненного изучения строения цитоплазмы. И. Шпек был, видимо, первым, показавшим еще в 1921 г., что в микроскопе «*живая протоплазма (ее основа) должна выглядеть гомогенной, лишенной всяких структур, ибо свойственное ей строение неразличимо, поскольку оно субмикронно*». По теории микроскопа Эрнста Аббе (1840-1905 гг.), разрешающая способность микроскопа имеет предел и зависит от длины используемой световой волны. Таким образом, пользуясь лучами видимого человеческим глазом света, можно различать частички только порядка 0,2 р. Линейное увеличение объектива микроскопа не может быть выше 120 X; увеличение же, даваемое окуляром, только растягивает его, но число видимых деталей при этом не возрастает. Если пользоваться оптикой, рассчитанной для более коротковолновых лучей (ультрафиолетовые лучи), можно несколько повысить разрешающую способность, однако она недостаточна для изучения субмикронных частиц. Еще более мелкие частицы можно обнаружить, применяя так называемое «темное поле», что нередко называют ультрамикроскопией. Но и с ее помощью субмикронные частицы все же не видны.

Таким образом, стало ясно, что сложную структуру цитоплазмы глазом в световой микроскоп увидеть нельзя. Только с изобретением электронного микроскопа наши знания о строении цитоплазмы значительно шагнули вперед. Современная электронная микроскопия для обозначения структур цитоплазмы употребляет термин – «*цитоплазматический матрикс*» именно его считают наиболее важной частью живой клетки. Матриксу приписывают гомогенную структуру, в нем различают простые и сложные макромолекулы, элементы внутриклеточных мембран, органоиды, включения. Надо полагать, что еще рано писать окончательную историю развития современных взглядов на структуру цитоплазму, сложившихся на основе электронной микроскопии, поскольку постоянно выясняются все новые важные детали.

Современная теория строения цитоплазмы предполагает, что цитоплазма – это внутреннее содержимое клетки, за исключением ядра. Формально в цитоплазме рассматривают три структуры:

- гиалоплазму,

- органеллы,

- включения.

Основное вещество цитоплазмы вода, в которой растворены многие вещества, прежде всего минеральные соли и сахара, которые образуют истинный раствор и некоторые другие (например, белки), образующий коллоидный раствор. В цитоплазме протекают почти все процессы клеточного метаболизма. У разных типов клеток цитоплазма занимает различные объемы, которые характеризует ядерно-цитоплазматическое отношение. Среди прочего, в цитоплазме есть нерастворимые отходы обменных процессов и запасные питательные вещества.

|  |  |
| --- | --- |
|  | D:\Documents and Settings\Денис\Мои документы\Мои рисунки\Клетка раст.bmp |
| **Рисунок 4.1 – Животная и растительная клетка** |

Цитоплазма постоянно движется, перетекает внутри живой клетки, перемещая вместе с собой различные вещества, включения и органоиды. Это движение называется [*циклозом*](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BD%D0%B4%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%B7%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BA). Цитоплазматический поток, циклоз *–* движение [цитоплазмы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%B7%D0%BC%D0%B0) в клетках [эукариотах](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D1%83%D0%BA%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%BE%D1%82%D1%8B), свойственное, как клеткам растений, так и клеткам животных. Циклоз обеспечивает получение питательных элементов, продуктов [обмена веществ](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%B7%D0%BC) (метаболитов), и генетической информации всеми частями клеток. Движение цитоплазмы играет важную роль в перераспределении веществ внутри клетки и процессах жизнедеятельности [клеточных структур](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D1%8B). О движении цитоплазмы в первую очередь свидетельствует перемещения [органелл](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D1%8B). В осуществлении движения цитоплазмы принимают активное участие элементы [цитоскелета](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B8%D1%82%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D1%82) *–* [микрофиламенты](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B8%D0%BA%D1%80%D0%BE%D1%84%D0%B8%D0%BB%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%8B). Скорость движения цитоплазмы зависит от различных факторов, в том числе от света и температуры. К примеру, в эпидермисе чешуи лука скорость циклоза составляет около 6 м/с.

Цитоплазма способна к росту и воспроизведению, при частичном удалении может восстановиться. Однако она нормально функционирует только в присутствии ядра. Без него долго существовать цитоплазма не может, как и ядро без цитоплазмы. Важнейшая роль цитоплазмы *–* объединение всех клеточных структур (компонентов) и обеспечение их химического взаимодействия.

В клетках животных и растений цитоплазматический состав отличается. В животных клетках, как правило, в цитоплазме выражены два слоя – наружный, *эктоплазма* и внутренний – *эндоплазма*. Первый слой прилегает к клеточной мембране, а второй – находится между ним и пористой ядерной мембраной. Эктоплазма имеет в своем составе большое количество микрофиламентов – нитей из молекул глобулярного белка актина. Эндоплазма содержит органоиды, гранулы и характеризуется меньшей вязкостью. Различия наблюдаются не только в строение, но и концентрации неорганических и органических веществ. В растительных клетках содержание неорганических веществ выше, вследствие чего цитоплазма гиперосмотична относительно межклеточной среды. Поэтому вода стремится внутрь клетки и обеспечивает *клеточный* [*тургор*](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%83%D1%80%D0%B3%D0%BE%D1%80_%D1%82%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D0%B9). Термин тургор происходит от латинского слова *turgere* *–* быть набухшим, наполненным, обозначает напряжённое состояние клеточной оболочки, создаваемое гидростатическим давлением внутриклеточной жидкости. *Тургорное давление* – это внутреннее давление, которое развивается в [клетке](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%BA%D0%BB%D0%B5%D1%82%D0%BA%D0%B8), когда в неё в результате [осмоса](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%81%D0%BC%D0%BE%D1%81) входит [вода](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%B0), и [цитоплазма](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%B7%D0%BC%D0%B0) прижимается к [клеточной стенке](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D0%B5%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%B0); это давление препятствует дальнейшему проникновению воды в клетку. Тургор обусловливается тремя факторами:

* внутренним [осмотическим давлением](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%81%D0%BC%D0%BE%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D0%B4%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) клетки,
* внешним осмотическим давлением,
* упругостью клеточной оболочки.

Тургор [животных](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D0%B8%D0%B2%D0%BE%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%B5) клеток, за редким исключением, невысок. Разница между внутренним и внешним давлением не превышает 1 атмосферы. Тургор клеток у [растений](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F) и [грибов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B8%D0%B1%D1%8B) существенно выше, обычно внутреннее давление составляет от 5 до 10 атмосфер, живые ткани по этой причине обладают упругостью и существенной конструктивной прочностью. У некоторых растений, растущих на засоленных почвах ([галофитов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D1%84%D0%B8%D1%82)), а также у грибов разница между внутренним и внешним давлением клеток может достигать 50 и даже 100 атмосфер. Тургор служит показателем оводнённости и состояния водного режима живых организмов. Снижением тургора сопровождаются процессы [автолиза](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%B7) (распада), увядания и старения клеток. У животных клеток клеточная оболочка эластична и концентрация внутри и вне клеточной жидкости *изоосмотичная*. Для поддержания постоянства изоосмии между цитоплазмой и межклеточной жидкостью в клетке постоянно работают специальные трансмембранные транспортные системы.

Гиалоплазма (от греч. *hyalino*s *–* стекло) *–* это основное вещество цитоплазмы, ее матрикс, заполняющий все пространство между плазматической мембраной, оболочкой ядра и другими внутриклеточными структурами. В состав гиалоплазмы входят органические и неорганические вещества разных видов, которые называют *цитозолем*. В электронном микроскопе матрикс цитоплазмы имеет вид гомогенно­го или тонкозернистого неоднородного вещества с низкой электронной плотностью.

Гиалоплазму можно рассматривать как сложную коллоидную систему, способную существовать в двух состояниях:

- золеобразном (т.е. жидком),

- гелеобразном (т.е. к желеобразному состоянию).

Состояние гиалоплазмы может изменяться и переходит из золя в гели и обратно. В процессе этих переходов осуществляется определенная работа и затрачивается энергия. Жидкая фаза представляет собой коллоидный раствор различных белков и других веществ. Гиалоплазма лишена какой-либо определенной организации, однако в жидкой фазе содержится система тонких (2 нм толщиной) белковых нитей *–* *микротрабекул,* пересекающих [цитоплазму](http://biology.asvu.ru/dic/12606) в различных направлениях. Система трабекул связывает все внутриклеточные структуры. В местах пересечения или соединения концов микротрабекул располагаются группы [рибосом](http://biology.asvu.ru/dic/12124). Микротрубочки, микрофиламенты и трабекулярная система образуют внутриклеточный цитоплазматический [скелет](http://biology.asvu.ru/dic/12244)(*[цитоскелет](http://biology.asvu.ru/dic/12609%22%20%5Co%20%22%D0%A6%D0%B8%D1%82%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D1%82)*)*,* который упорядочивает размещение всех структурных компонентов [клетки](http://biology.asvu.ru/dic/11252).



**Рисунок 4.2 –** [**Цитоскелет**](http://biology.asvu.ru/dic/12609) **клетки:**

*1 — трабекулярные нити; 2 — микротрубочка; 3* — *зндоплазматический ретикулум; 4* — [*клеточная мембрана*](http://biology.asvu.ru/dic/11254)*; 5* — [*митохондрия*](http://biology.asvu.ru/dic/11612)*; 6 — полисомы; 7* — *микрофиламенты.*

Химический состав гиалоплазмы сложные, он на 90% состоит из воды, остальные 10% растворенные в ней органические и неорганические вещества. Среди неорганических веществ гиалоплазмы следует выделить катионы калия, магния, анионы хлора, бикарбоната и бифосфата а среди органических веществ белки-ферменты и продукты углеводного, липидного и азотистого обмена.

Таблица 1 – Концентрации ионов в цитозоле и крови млекопитающих

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ион | Цитозоль, [мМ](http://www.biceps-spb.ru/sport-pitanie/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D1%8C)  | Плазма, [мМ](http://www.biceps-spb.ru/sport-pitanie/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D1%8C)  |
| [Калий](http://www.biceps-spb.ru/sport-pitanie/%D0%9A%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B9)  | 139  | 4  |
| [Натрий](http://www.biceps-spb.ru/sport-pitanie/%D0%9D%D0%B0%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%B9)  | 12  | 145  |
| [Хлорид ион](http://www.biceps-spb.ru/sport-pitanie/%D0%A5%D0%BB%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B4_%D0%BD%D0%B0%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%8F)  | 4  | 116  |
| [Бикарбонат](http://www.biceps-spb.ru/sport-pitanie/%D0%A3%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0)  | 12  | 29  |
| [Аминокислоты](http://www.biceps-spb.ru/sport-pitanie/%D0%90%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D1%8B)  | 138  | 9  |
| [Магний](http://www.biceps-spb.ru/sport-pitanie/%D0%9C%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D0%B8%D0%B9)  | 0,8  | 1,5  |
| [Кальций](http://www.biceps-spb.ru/sport-pitanie/%D0%9A%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D1%86%D0%B8%D0%B9)  | <0,0002  | 1,8  |

В состав органической части гиа­лоплазмы входят главным образом глобулярные белки. Они со­ставляют 20-25% общего содержания белков в эукариотической клетке. Белки цитоплазмы заряжены в основном отрицательно, что является главной причиной их гидратации. Противоположно заряженные катионы адсорбируются коллоидной частицей, разряжают ее и оказывают, таким образом, дегидратирующее действие. Поэтому гидратация цитоплазмы находится под влиянием катионов: K+, Mg2+, и Ca2+, которые в клетке содержатся в излишке. К важнейшим белкам цитоплазмы относятся ферменты метаболизма сахаров, азотистых оснований, аминокислот, липидов и других важных со­единений. В гиалоплазме располагаются ферменты активации аминокислот при синтезе белков, транспортные (трансферные) РНК (тРНК). В гиало­плазме при участии рибосом и полирибосом (полисом) происходит синтез белков, необходимых для собственно клеточных нужд, для поддержания и обеспечения жизни данной клетки.

Функции гиалоплазмы:

1)  образование истинной внутренней среды клетки, которая объединяет все органеллы и обеспечивает их взаимодействие;

2)  поддержание определенной структуры и формы клетки, создание опоры для внутреннего расположения органелл;

3)  обеспечение внутриклеточного перемещения веществ и структур; в гиалоплазме идет постоян­ный поток ионов к плазматической мембране и от нее к митохондриям, к ядру и вакуолям.

4)  обеспечение адекватного обмена веществ как внутри самой клетки, так и с внешней средой.

5) через гиалоплазму осуществляется большая часть внутриклеточных транспортных процессов: перенос амино­кислот, жирных кислот, нуклеотидов, сахаров.

6) гиалоплазма является основным вместилищем и зоной перемещения массы молекул АТФ.

7) в гиалоплазме происходит отложение запасных продуктов: гликогена, жировых капель, некоторых пигментов.

Органеллы (или органоиды) — это постоянные и обязательные для всех клеток микроструктуры, выполняющие жизненно важные функции. Для классификации органоидов используют особенности их строения, а именно наличие или отсутствие мембраны. Все органоиды делятся на две группы – это мембранные и немембранные органоиды.

К мембранным органоидам относятся:

- цитоплазматическая сеть (или эндоплазматическая сеть – ЭПС),

- пластинчатый комплекс (аппаратом Гольджи),

- митохондрии,

- лизосомы,

- пероксисомы,

- ядерная оболочка (кариолемма),

- эндоцитозные вакуоли (производные плазмолеммы).

К немембран­ным органеллам относятся:

- рибосомы (полирибосомы),

- клеточный центр,

- элементы цитоскелета (микротрубочки, микрофиламенты и промежуточ­ные филаменты).

Включения (*inclusiones cytoplasmicae*) – это непостоянные компоненты, возникающие и исчезающие в зависимости от метабо­лического состояния клеток. Различают включения:

- трофические,

- секреторные,

- экскретор­ные,

- пигментные.

К трофическим включениям относятся запасные питательные вещества, которые используются самой клеткой в периоды недостаточного поступления питательных веществ извне (при клеточном голоде). Прежде всего, это капельки нейтральных жиров, которые могут накапливаться в гиалоплазме. В случае недостатка субстратов для жизнедеятельности клетки эти капельки могут резорбироваться. Другим видом включений резервного характера является гликоген – полисахарид, откладывающийся также в гиалоплазме. Отложение запасных белковых гранул обычно связано с активностью эндоплазматической сети. Так, запасы белка вителлина в яйцеклетках амфи­бии накапливаются в вакуолях эндоплазматической сети.

Секреторные включения – это продукты, которые подлежат выделению из клетки, например, гранулы зрелого секрета в секреторных клетках (молоко в лактоцитах молочных желез), обычно это округлые образования различных раз­меров, содержащие биологически активные вещества, образующиеся в клет­ках в процессе синтетической деятельности.

Экскреторные включения не содержат каких-либо ферментов или других активных веществ и также как секреторные включения подлежат выделению из клетки, обычно это продукты метаболизма.

Пигментные включения – это балластные вещества некоторых клеток, изменяющие цвет гистологической ткани. Они могут не выполнять какой-либо конкретной функции в клетке и могут иметь разное происхождение:

- экзогенные пигменты (например, каротин, пылевые ча­стицы, красители и др.);

- эндогенные пигменты (гемоглобин, гемосидерин, били­рубин, меланин, липофусцин).

Включения имеют различные размеры и форму и могут обнаруживаться как в цитоплазме, так и в ядре, Пользуясь только световым микроскопом, включения трудно отличить от органоидов. С помощью электронного микроскопа можно, однако, убедиться в том, что включения не имеют собственной мембранной оболочки и располагаются непосредственно в гиалоплазме, ядре или матриксе митохондрий и пластид.

Попадающие извне вещества могут откладываться в виде экзогенных включений. Включения этого типа часто содержат соли металлов, порошки, пигменты растительного происхождения и другие вещества, которые придают клеткам характерную окраску. Например, серебро, поглощаясь эпидермисом, формирует включения, которые придают коже сероватый оттенок. Избыточное потребление моркови или помидоров может приводить к появлению у кожи желто-красного оттенка из-за накопления в жировых клетках растительного пигмента каротина. При поступлении свинца в организм он откладывается в деснах в виде синей каймы. Большое количество включений обнаруживается в погибших макрофагах легких, которые очищают альвеолы от попавшей туда пыли.

**Включения В некоторых клетках вблизи от ядрышек располагаются тельца Кахаля (клубочковые тельца) – округлые аргирофильные образования диаметром от 100 нм до 1 мкм. Они были открыты в нейронах головного мозга млекопитающих испанским цитологом С. Рамон-и-Кахалем в 1903 г. Позднее они были обнаружены также в клетках растений, насекомых и амфибий. В последнее время установлено, что эти органоиды содержат ферменты, регуляторные белки и рибонуклеопротеиды, принимающие участие в транскрипции ДНК. Специфическим маркером телец Кахаля является белок коилин с молекулярной массой 80 кД. Предполагается, что тельца Кахаля, взаимодействуют с ядрышками и обеспечивают созревание транскриптосом. Транскиптосомы особые органоиды, обеспечивающих транскрипцию гистоновых и других крупных генных локусов.**

***Пигменты.*** Среди различных цитоплазматических включений (вакуоли, гликоген, кристаллоиды, железосодержащие гранулы в *substantia nigra)* есть и некоторые пигменты. Эти пигментные гранулы имеют черный или темно-коричневый цвет и содержат вещество, подобное меланину. Такие гранулы обычно можно видеть в клетках *черного вещаcmвa (substantia nigra), голубого пятна (locus coeruleus)* и иногда в клетках дорсального двигательного ядра блуждающего нерва, в нейронах спинномозговых и симпатических узлов. Какую роль эти гранулы играют в нормально функционирующем нейроне, не ясно, однако было установлено, что при таком заболевании, как синдром Паркинсона, уменьшается число клеток в *substantia nigraи* других областях мозга, где находятся пигментированные клетки. Это еще не означает, что в патологический процесс вовлекается сам пигмент, но, по-видимому, при этом поражаются именно те клетки, которые содержат меланиноподобный пигмент.

 Уменьшение числа пигментированных клеток в *substantia nigra в* последнее время связывают со снижением содержания дофамина в этом ядре, а также в хвостатом ядре. Поскольку и меланиноподобный пигмент и дофамины образуются из тирозина, исследователи склонны связывать эти три вещества между собой, а снижение содержания дофамина – с синдромом Паркинсона.



**Рисунок 4.3 –  *Пигменты и секреты:***

*А* – *клетки substantia nigra под световым микроскопом. Видны крупные скопления пигмента, сходного с меланином; Б* – *локализация 35S-1-цистина в мозге крысы, выявляемая радиоавтографическим методом: 1* – *кора; 2* – *белое вещество; 3* – *паравентрикулярное ядро; 4* – *супраоптическое ядро; 5* – *сосудистое сплетение. Обратите внимание на то, что супраоптическая и паравентрикулярная области содержат больше метки, чем любая другая область мозга; В* – *нейро секреторные клетки в супраоптическом ядре собаки. Видно, что многие клетки и их аксоны заполнены нейросекреторным веществом; Г* – *ножка гипофиза собаки, в которой видны многочисленные аксоны (стрелки), заполненные нейросекретом (В и Г*–*окрашивание альдегид-фуксином по Гомори)*

В нервных клетках также наблюдали лппохромные и липофусциновые гранулы желто-зеленого, серого, темно-оранжевого и орехово-красного цвета. Хиден показал, что желтоватые пигментные гранулы впервые появляются в нейронах спинного и продолговатого мозга в 7–8-летнем возрасте. С возрастом число этих гранул увеличивается без явного нарушения функции нервных клеток, хотя количество вещества Ниссля в них уменьшается.

Наиболее пригодны для изучения специальные пигментные клетки, которые находятся в соединительной ткани. Например, при рассмотрении брыжейки лягушки при малом увеличении микроскопа хорошо видны темные клетки различной формы. Некоторые из них имеют вид комочков черного или темно-коричневого цвета. Зерна пигмента настолько плотно заполняют такие клетки, что клеточное ядро становится совершенно незаметным. Другие клетки имеют отростки, иногда сильно разветвленные. Зерна пигмента в этих клетках лежат не так густо – часто бывает возможно рассмотреть ядро. Последнее располагается в центре клетки и видно как неокрашенное круглое образование. Пигмент находится только в протоплазме клетки, в ее теле или отростках, но никогда не содержится в ядре.

**

**Рисунок 4.4 – Пигментные клетки брыжейки лягушки**

**(увеличение-ок. 7, об. 40):"I - при ярком освещении; II - в темноте:**1 **- зерна пигмента,** 2 – **ядро нервных**

В зависимости от интенсивности освещения животного форма пигментных клеток и распределение в них пигмента меняются. При ярком освещении клетка имеет вид звездочки со многими разветвленными лучами, так как снабжена большим числом разветвленные отростков, заполненных округлыми или палочковидными зернами пигмента. В темноте отростки втягиваются, клетка принимает форму неправильного комочка, и зерна пигмента располагаются в ней очень плотно. Пигментные зерна в клетках соединительной ткани брыжейки лягушки относятся к группе животных пигментов меланинов; они имеют черный или коричневый цвет.