

Чичёв

Александр

Владимирович

Ботаника

Тема № 1

Цитология семенных растений

Лекция № 1

Растительная клетка

Строение растительных клеток

Вопросы лекции

- Ботаника как наука, ее основные разделы.
- Растительная клетка. Основные особенности растительных клеток. Протопласт и его производные. Органеллы растительной клетки. Главнейшие жизненные процессы, проходящие в клетке.
- Клеточная стенка. Строение и химический состав. Видоизменения клеточной стенки (одревеснение, опробковение, кутинизация, минерализация, ослизнение).
- Клеточный сок. Вещества клетки.
- Включения. Запасные питательные вещества растений, их состав, локализация в клетке, тканях и органах растений.
- Жизненный цикл клетки. Деление ядра и клетки. Онтогенез и дифференциация клеток.

Рекомендуемая литература

- *учебник «Ботаника»*
- *Андреева И.И., Родман Л.С.*
- *М.: КолосС, 2003-2010.*
- *глава 1. § 1-9*

Разделы ботаники

Морфология растений

Изучает особенности внешнего строения растений и их отдельных органов, выясняет закономерности их образования, как меняется морфологическое строение в ходе индивидуального и исторического развития организма.

Подразделы морфологии растений:

- Органография - описание частей и органов растений
- Палинология - изучение пыльцы и спор растений
- Карпология - описание и классификация плодов
- Тератология - изучение аномалий и уродств (тератом) в строении растений.

Также различают сравнительную, эволюционную и экологическую морфологию растений.

Разделы ботаники

Анатомия растений

Изучает внутреннее строение растений и их органов.

Разделы анатомии растений:

- **Цитология** - наука о клетке
- **Гистология** - наука о растительных тканях

Разделы ботаники

Систематика

Занимается классификацией растений и выясняет родственные (эволюционные) взаимоотношения между ними (филогения).

Систематики используют внешние морфологические признаки растений и их географическое распространение, особенности внутреннего строения растений, растительных клеток, их хромосомного аппарата, химический состав и экологические особенности растений.

Разделы ботаники

География растений

Выявляет закономерности распространения растений и их сообществ на поверхности Земли.

Геоботаника (Фитоценология)

Исследует фитоценозы - растительные сообщества, их состав, структуру и распространение.

Экология растений

Выясняет взаимоотношения растений с внешней средой и с другими организмами.

Флористика

Устанавливает видовой состав растений (флоры) какой-либо определенной территории.

Фитохорология

Выявляет области распространения (ареалы) отдельных видов, родов и семейств.

Разделы ботаники

Палеоботаника

Наука о вымерших ископаемых растениях.

Данные палеоботаники используются для восстановления истории развития растительного мира, для решения многих вопросов систематики, морфологии, анатомии и исторической географии растений.

Разделы ботаники

По объекту исследования в ботанике выделяют

альгологию - наука о водорослях,

бриологию - наука о мхах

Биологические науки, которые сейчас к ботанике не относятся

- **Физиология растений** - исследует процессы жизнедеятельности растений
- **Микология** - наука о грибах
- **Лихенология** - наука о лишайниках
- **Фитопатология** - изучает болезни растений, вызываемые вирусами, бактериями и грибами,

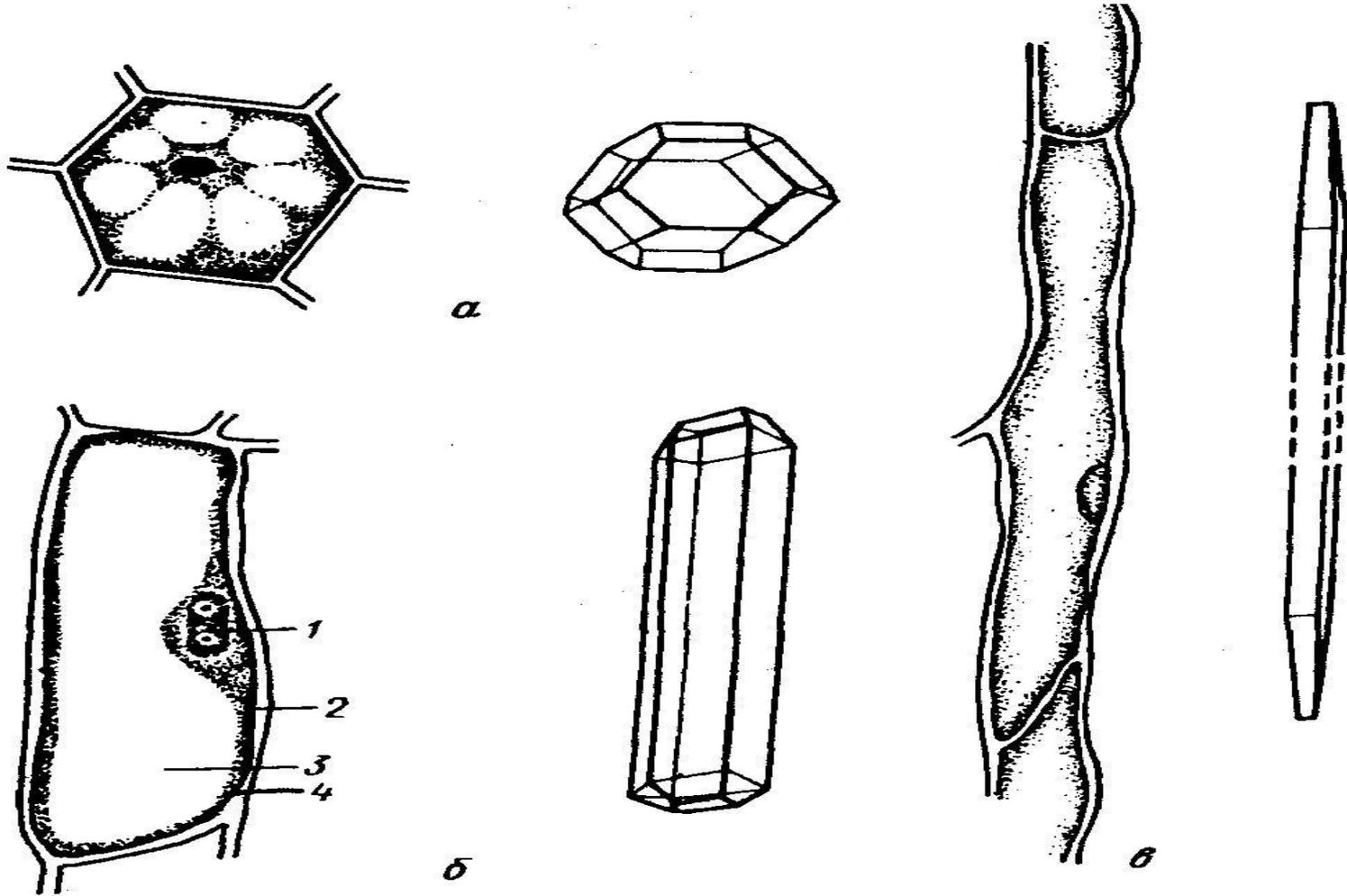
Растительная клетка

Клетка — основная структурная единица одноклеточных, колониальных и многоклеточных растений.

Клетка одноклеточного организма универсальна, она выполняет все функции, необходимые для обеспечения жизни и размножения. Форма ее обычно близка к шаровидной или яйцевидной.

У многоклеточных организмов клетки чрезвычайно разнообразны по размеру, форме и внутреннему строению. Это разнообразие связано с разделением функций, выполняемых клетками в организме.

Многообразиие форм клеток сводят к двум основным типам клеток: паренхимные и прозенхимные



• Растительные клетки:

- а,б - паренхимные; в - прозенхимные; 1 - ядро с ядрышками; 2 - цитоплазма; 3 - вакуоль; 4 - клеточная стенка

Цитоплазма и ядро составляют живое содержимое клетки – **протопласт**.

Клеточная стенка и клеточный сок являются производными протопласта, продуктами его жизнедеятельности.

От клеточного сока протопласт отделен мембраной, которая называется **тонопластом**, от клеточной стенки — другой мембраной — **плазмалеммой**.

Химический состав протопласта сложен и постоянно изменяется. Основными соединениями, образующими протопласт, кроме воды являются белки, нуклеиновые кислоты, липиды и углеводы.

Физико-химическое состояние протопласта — коллоидный раствор, где дисперсионной средой является вода, а дисперсной фазой — крупные молекулы органических веществ или группы молекул

Частичная потеря воды ведет к переходу в состояние геля, в котором преобладает дисперсная фаза.

Способность переходить из жидкого состояния золя в полутвердое состояние геля и обратно играет важную роль в существовании протопласта.

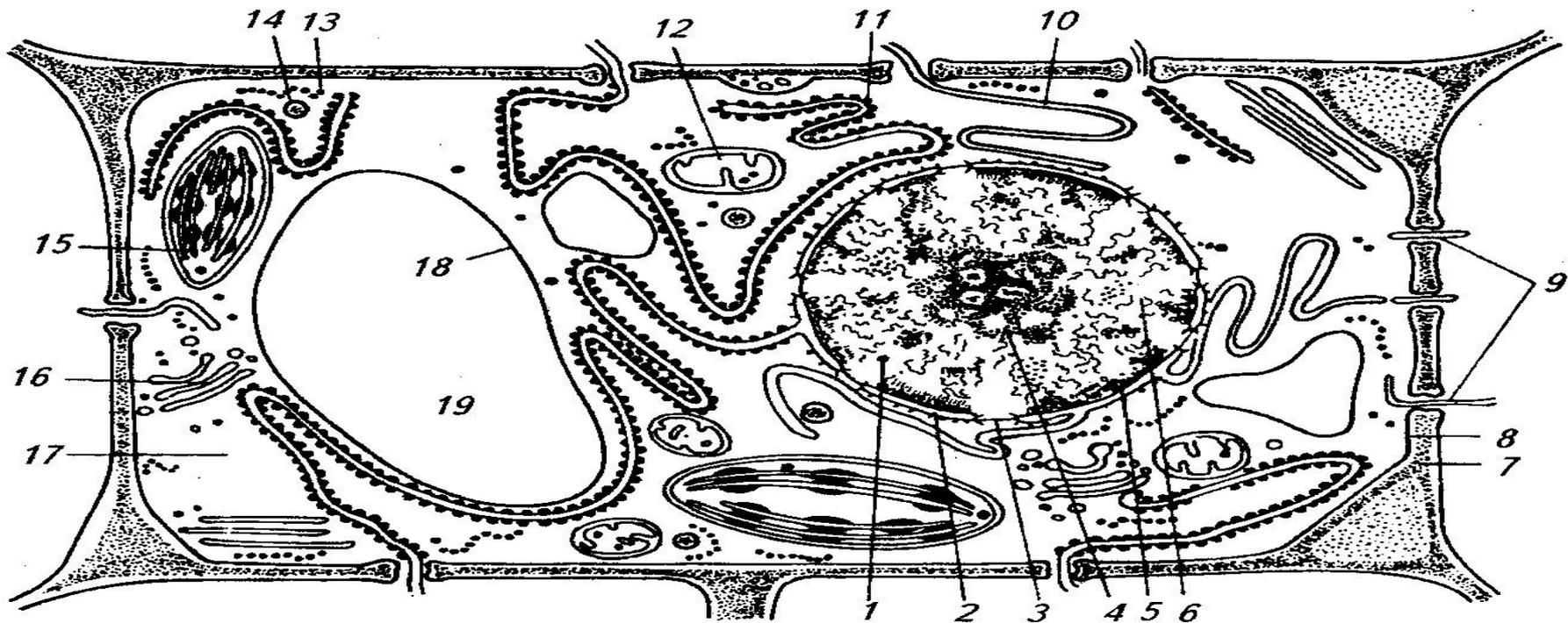


Схема строения растительной клетки (электронная микроскопия)

1 - ядро; 2 - ядерная оболочка (две мембраны - внутренняя и внешняя и перинуклеарное пространство); 3 - ядерная пора; 4 - ядрышко (гранулярный и фибриллярный компоненты); 5 - хроматин (конденсированный и диффузный); 6 - ядерный сок; 7 - клеточная стенка; 8 - плазмалемма; 9 - плазмодесмы; 10 - эндоплазматическая агранулярная сеть; 11 - то же гранулярная; 12 - митохондрии; 13 - свободные рибосомы; 14 - лизосомы; 15 - хлоропласт; 16 - диктиосома аппарата Гольджи; 17 - гиалоплазма; 18 - тонопласт; 19 - вакуоль с клеточным соком



оболочка



цитоплазма



ядро



митохондрия



рибосомы



лизосома



аппарат Гольджи



хлоропласт



хромопласт



эндоплазматическая
сеть



плазмодесма



микротрубочки



крахмальное зерно



вакуоль

Цитоплазма

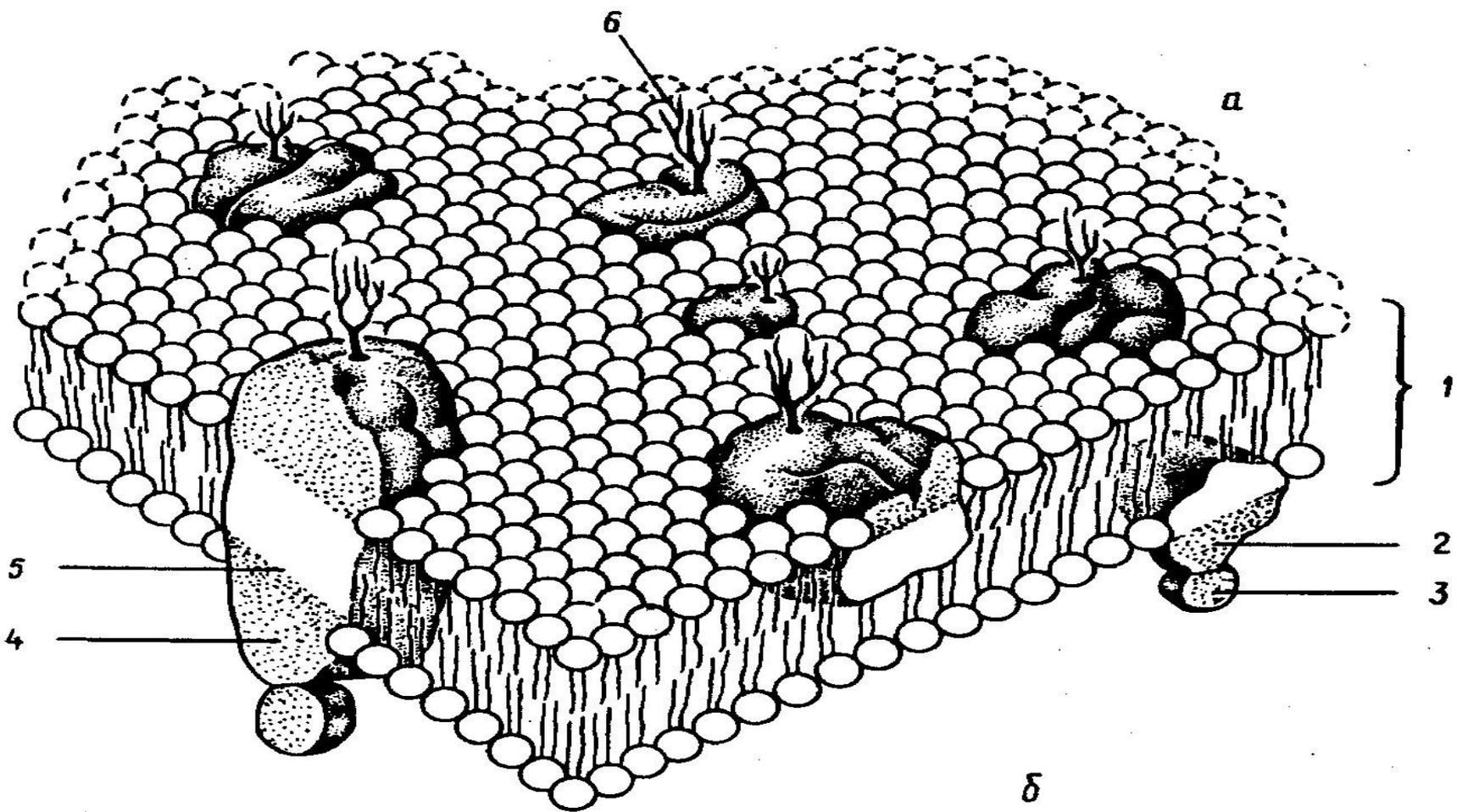
В цитоплазме происходят все процессы клеточного обмена, кроме синтеза нуклеиновых кислот, совершающегося в ядре.

Основу цитоплазмы составляет ее матрикс, или гиалоплазма - бесцветная коллоидная система, которая обладает ферментативной активностью, — среда, обеспечивающая взаимодействие всех структур цитоплазмы.

Гиалоплазма пронизана микротрубочками и микрофиламен-тами, полимеризация и распад которых обеспечивают обратимые переходы ее участков из золя в гель.

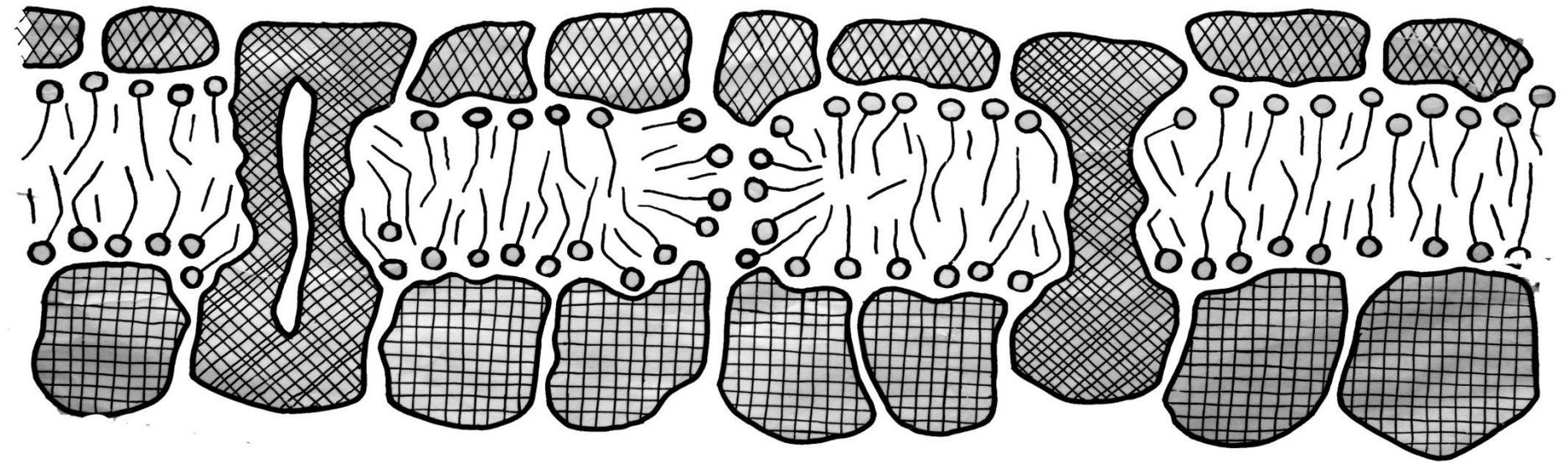
С гиалоплазмой связано неотъемлемое свойство цитоплазмы — движение, которое осуществляется за счет микрофиламентов. Оно регулирует обмен веществ, становится более энергичным при усиленной ее деятельности.

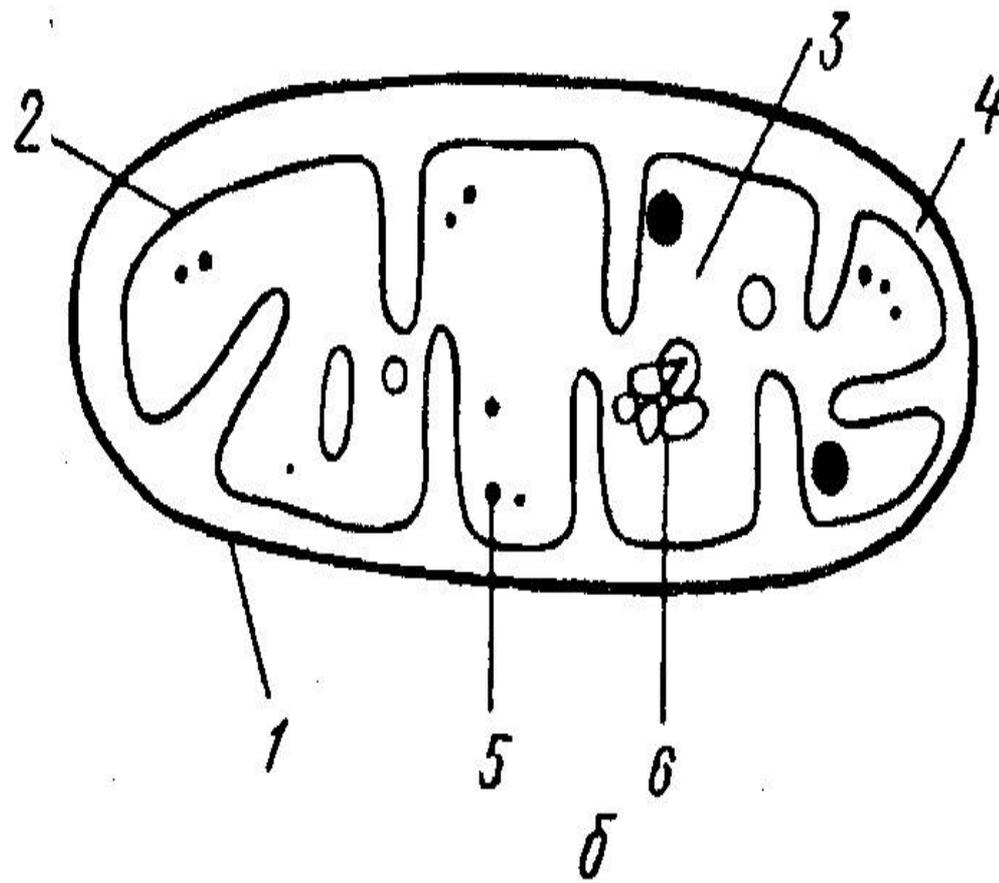
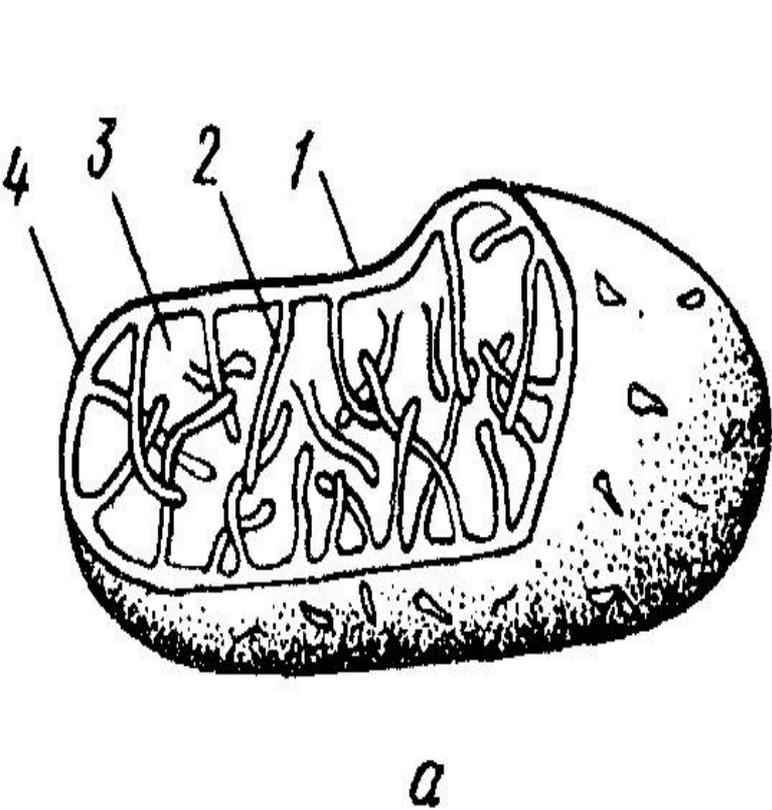
Многообразные функции цитоплазмы выполняют специализированные обособленные органеллы.



• **Схема строения биологической мембраны:**

- а - внеклеточное пространство; б - цитоплазма; 1 - бимолекулярный слой липидов; 2 - белковая молекула; 3 - периферическая белковая молекула; 4 - гидрофильная часть белковой молекулы; 5 - гидрофобная область погруженной белковой молекулы; 6 - углеводная цепь





• **Схема строения митохондрий:**

а - в объемном изображении; б - на срезе;

1 - наружная мембрана; 2 - внутренняя мембрана с кристами в виде трубочек; 3 - матрикс; 4 - перимитохондриальное пространство; 5 - митохондриальные рибосомы; 6 - нить митохондриальной ДНК

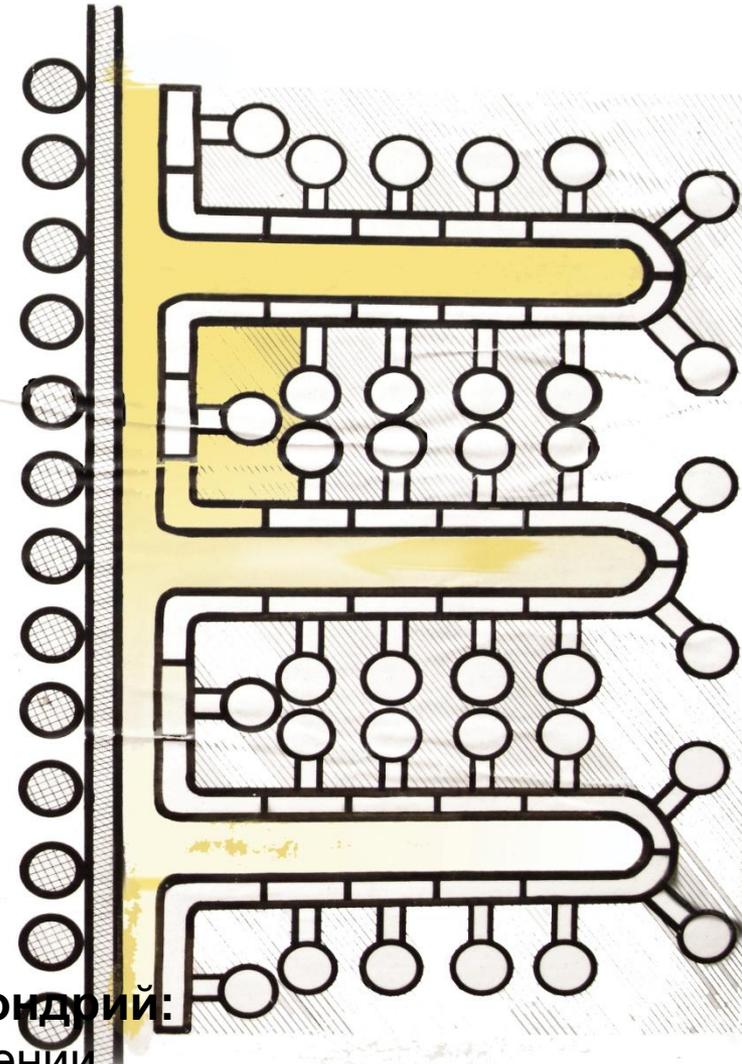
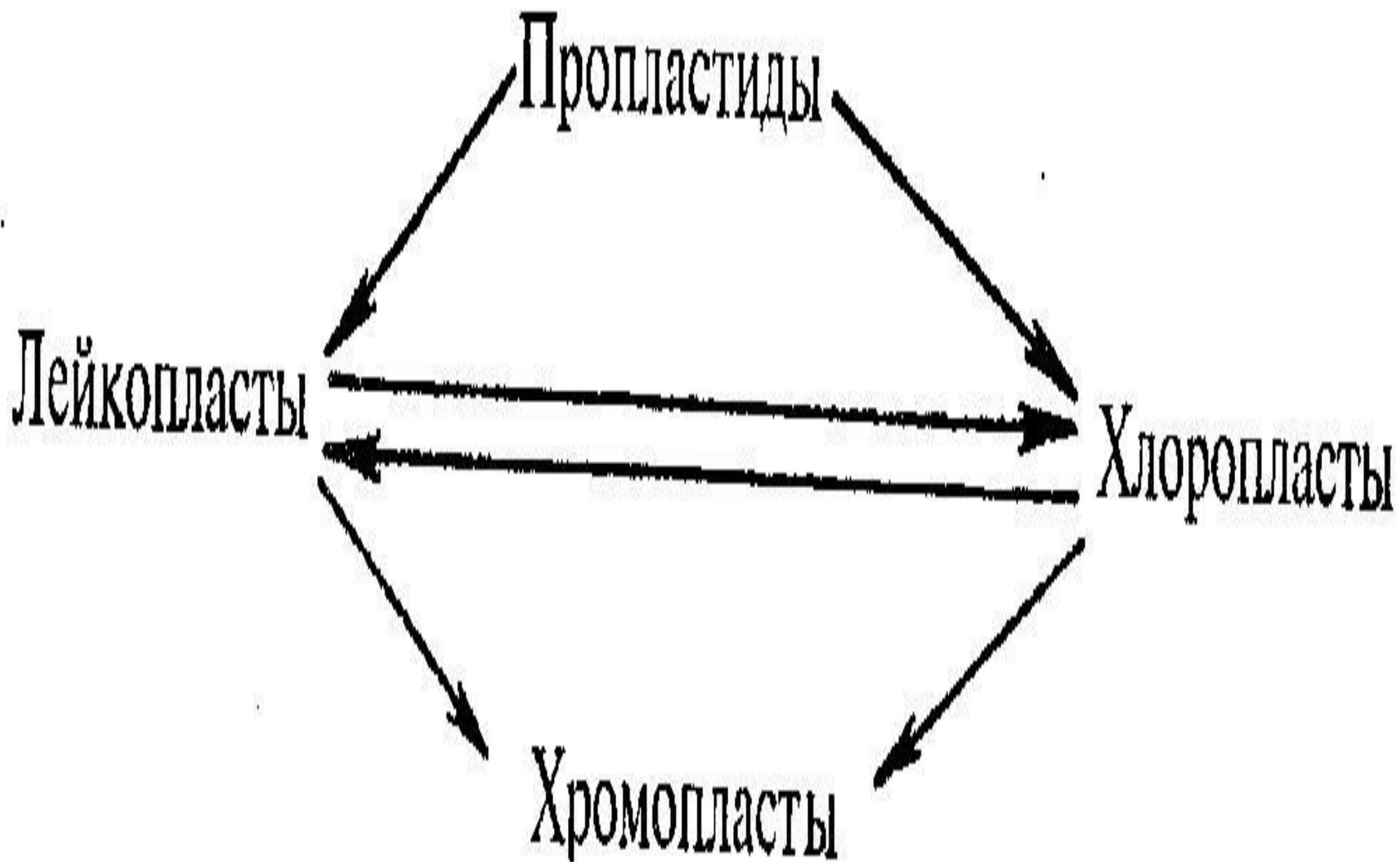


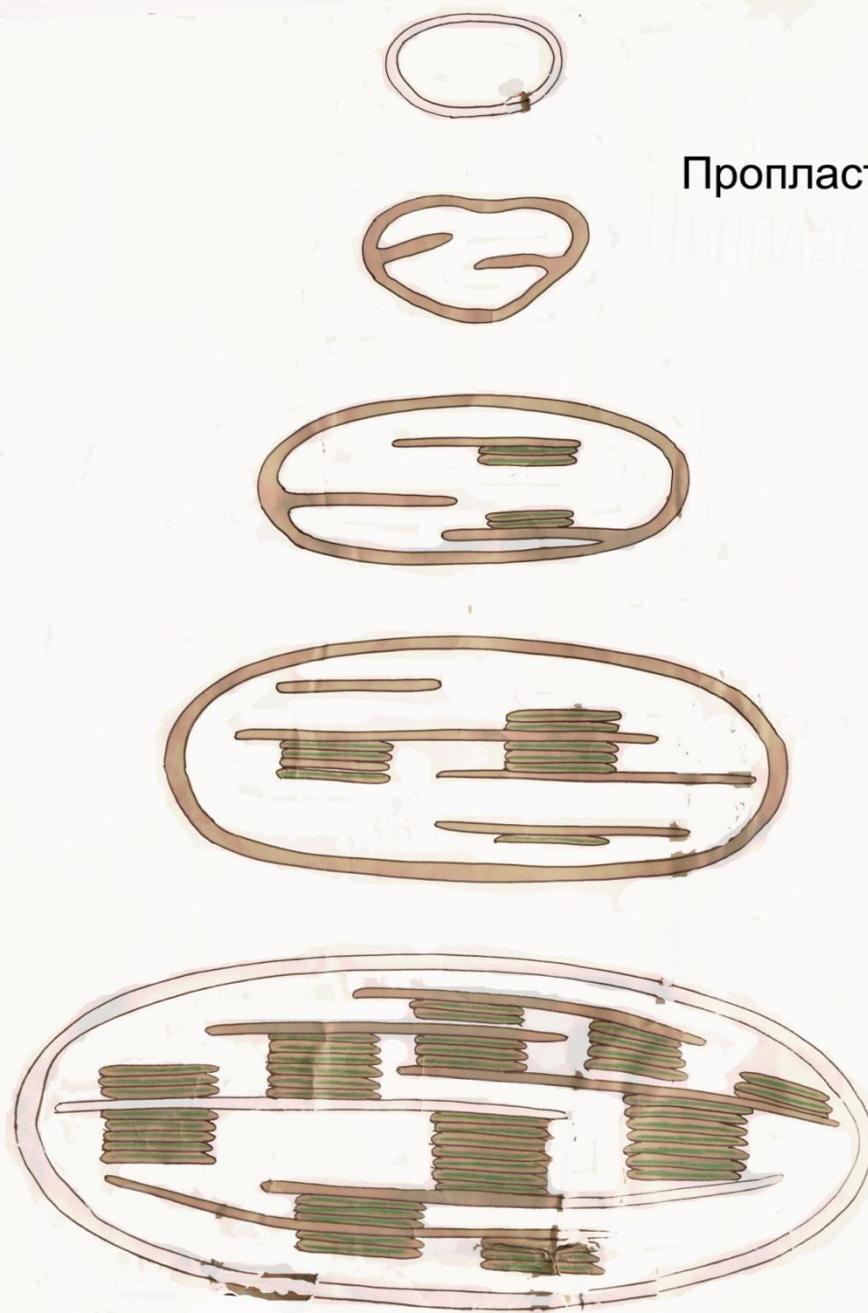
Схема строения митохондрий:
в объемном изображении

1 - наружная мембрана; 2 - внутренняя мембрана с кристами в виде трубочек; 3 - матрикс; 4 - перимитохондриальное пространство; 5 - митохондриальные рибосомы; 6 - нить митохондриальной ДНК



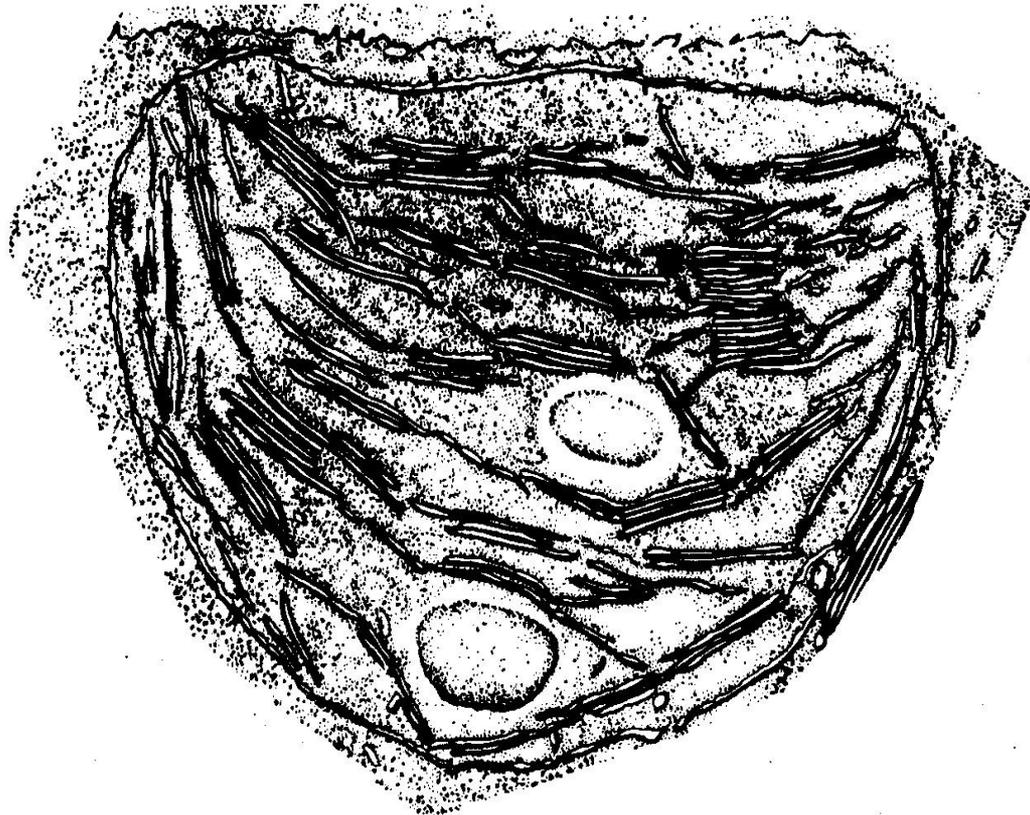
- Превращение пластид

Пропластида

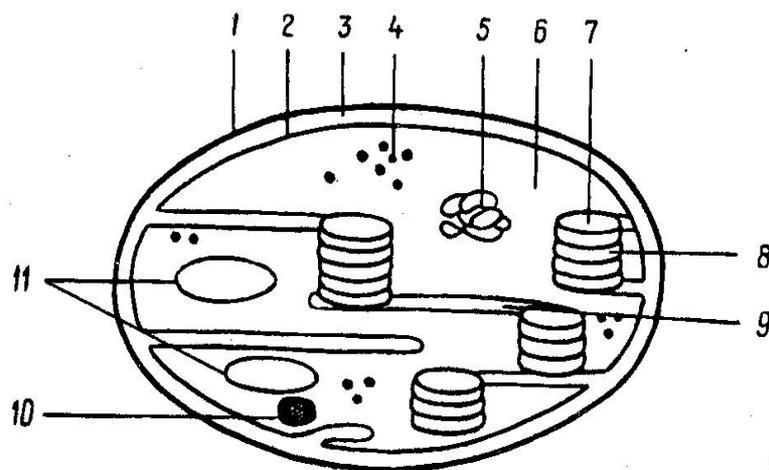


Полностью развитый хлоропласт

Хлоропласт:



а



б

а - хлоропласт в клетке мезофилла листа табака под электронным микроскопом;

б - схема строения хлоропласта:

1 - мембрана оболочки хлоропласта наружная;

2 - то же внутренняя;

3 - перипластидное пространство;

4 - рибосомы;

5 - нить пластидной ДНК;

6 - матрикс;

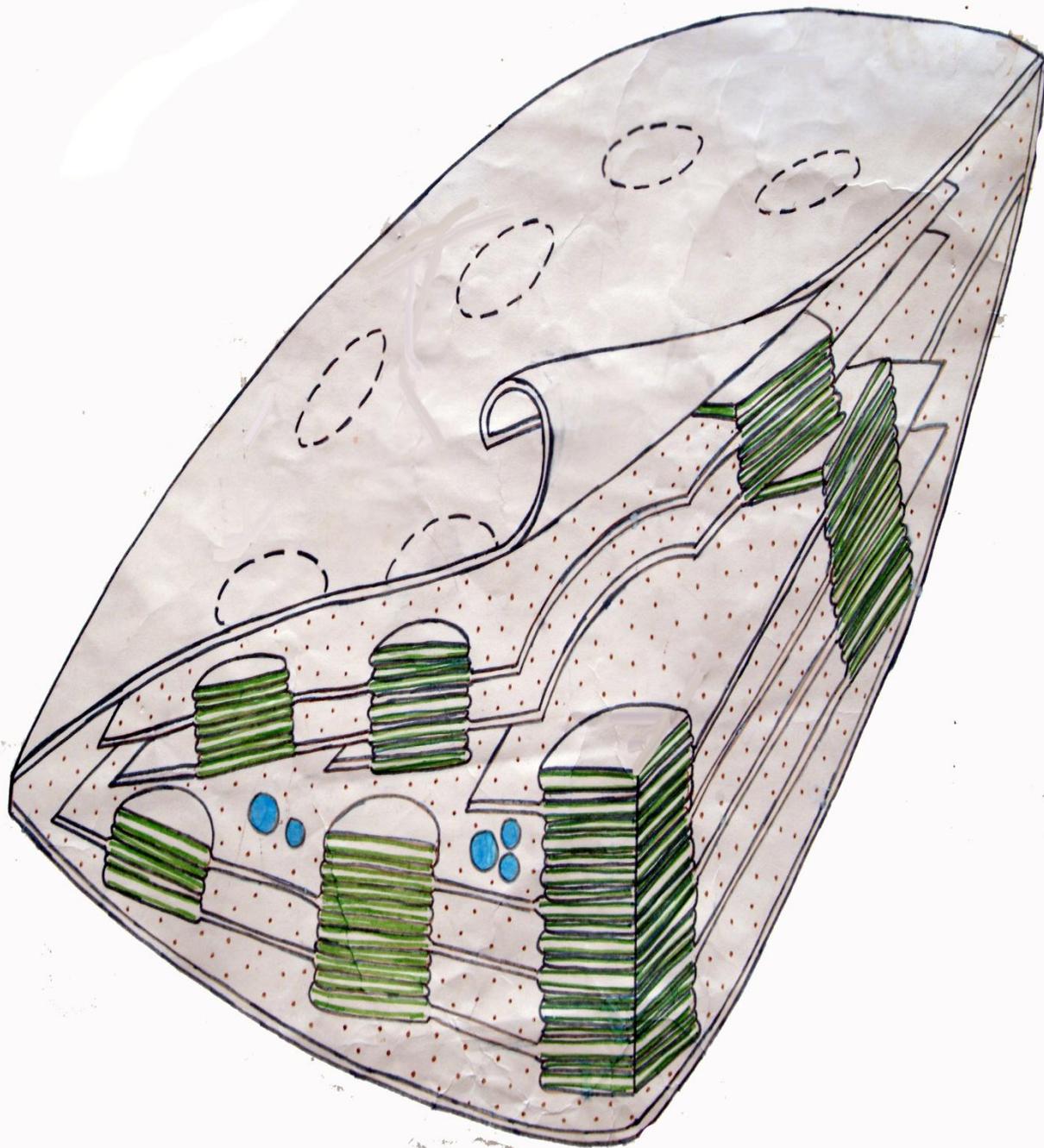
7 - грана;

8 - тилакоид грани;

9 - тилакоид стромы;

10 - пластоглобула;

11 - крахмальное зерно



Хлоропласт:

а - хлоропласт в клетке мезофилла листа табака под электронным микроскопом;

б - схема строения хлоропласта:

1 - мембрана оболочки хлоропласта

наружная;

2 - то же внутренняя;

3 - перипластидное пространство;

4 - рибосомы;

5 - нить пластидной ДНК;

6 - матрикс;

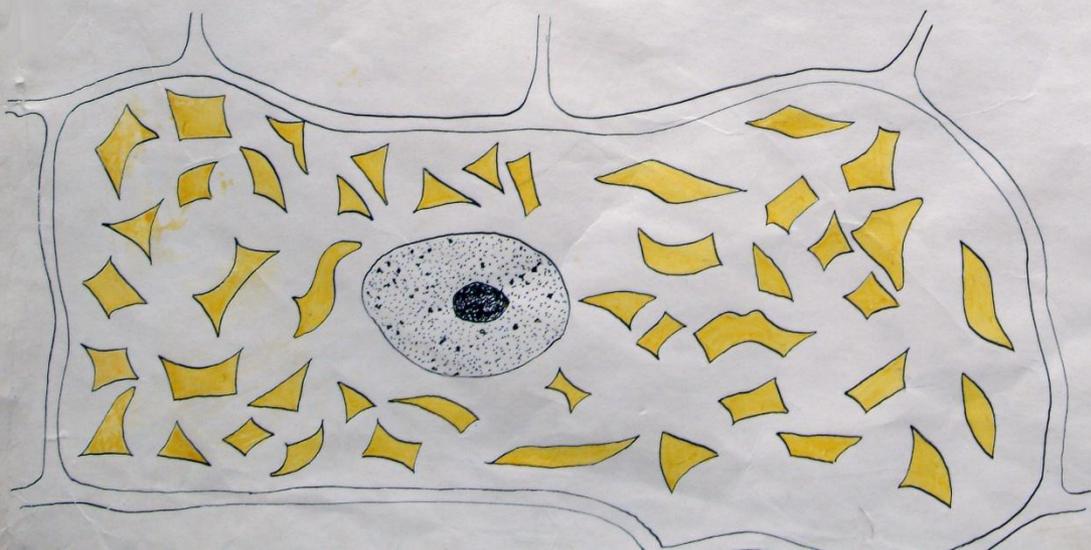
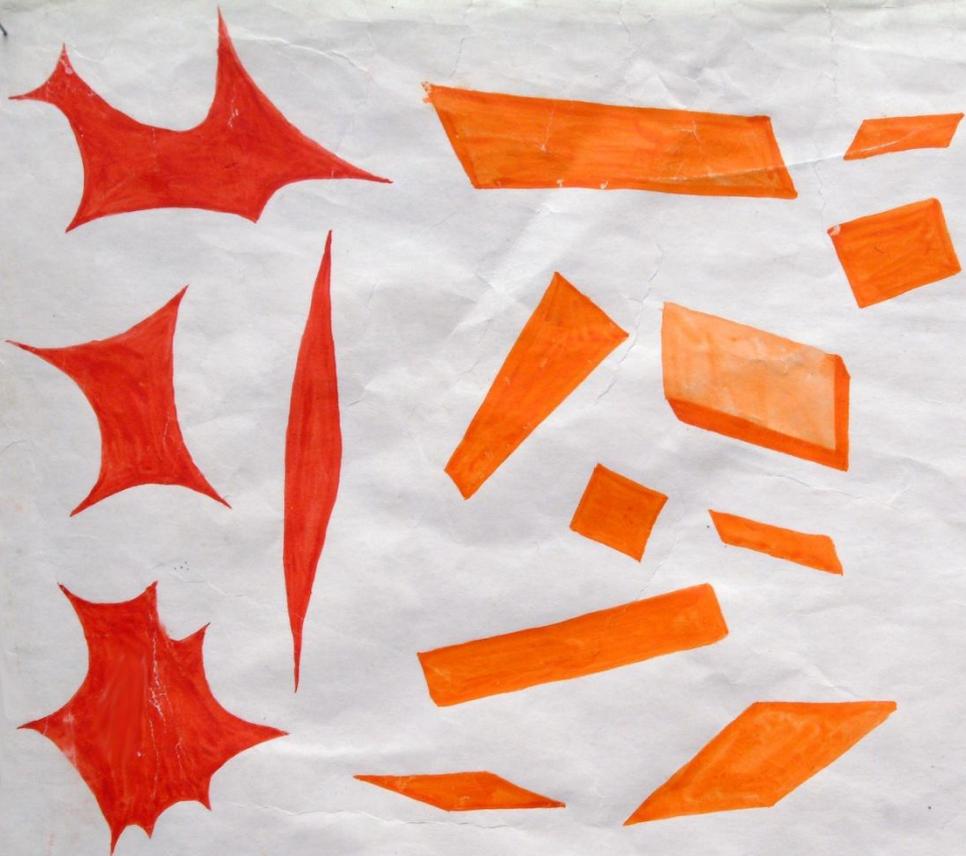
7 - грана;

8 - тилакоид грани;

9 - тилакоид стромы;

10 - пластоглобула;

11 - крахмальное зерно





Ядро

Имеется во всех растительных клетках, за исключением зрелых члеников ситовидных трубок флоэмы.

Ядро, как и цитоплазма, представляет собой коллоидную систему, но более вязкой консистенции.

По химическому составу ядро резко отличается от остальных органелл высоким (15...30 %) содержанием ДНК.

В ядре сосредоточено 99 % ДНК клетки.

ДНК образует с основными белками своеобразные соединения — дезоксиноклеопротеиды.

Структура ядра одинакова у всех эукариотических клеток: ядерная оболочка, ядерный сок (нуклеоплазма или кариолимфа), хромосомно-ядрышковый комплекс.

Ядерная оболочка

Состоит из двух мембран, разделенных перинуклеарным пространством, которое заполнено бесструктурным матриксом.

Наружная ядерная мембрана, на которой часто располагаются рибосомы, непосредственно соединена с канальцами эндоплазматической сети, а матрикс перинуклеарного пространства переходит в их матрикс. Таким образом, ядро связано не только с цитоплазмой, но и с внеклеточной средой. Характерная особенность ядерной оболочки — наличие пор.

Ядерный сок.

Бесструктурный матрикс, в нем протекает деятельность остальных органелл ядра.

В состав ядерного сока входят многие ферменты, он является активным компонентом ядра.

Хромосомно-ядрышковый комплекс

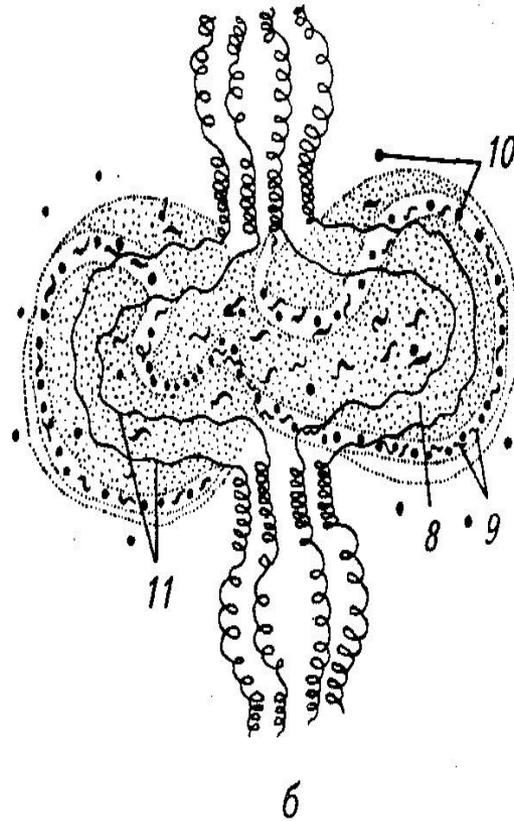
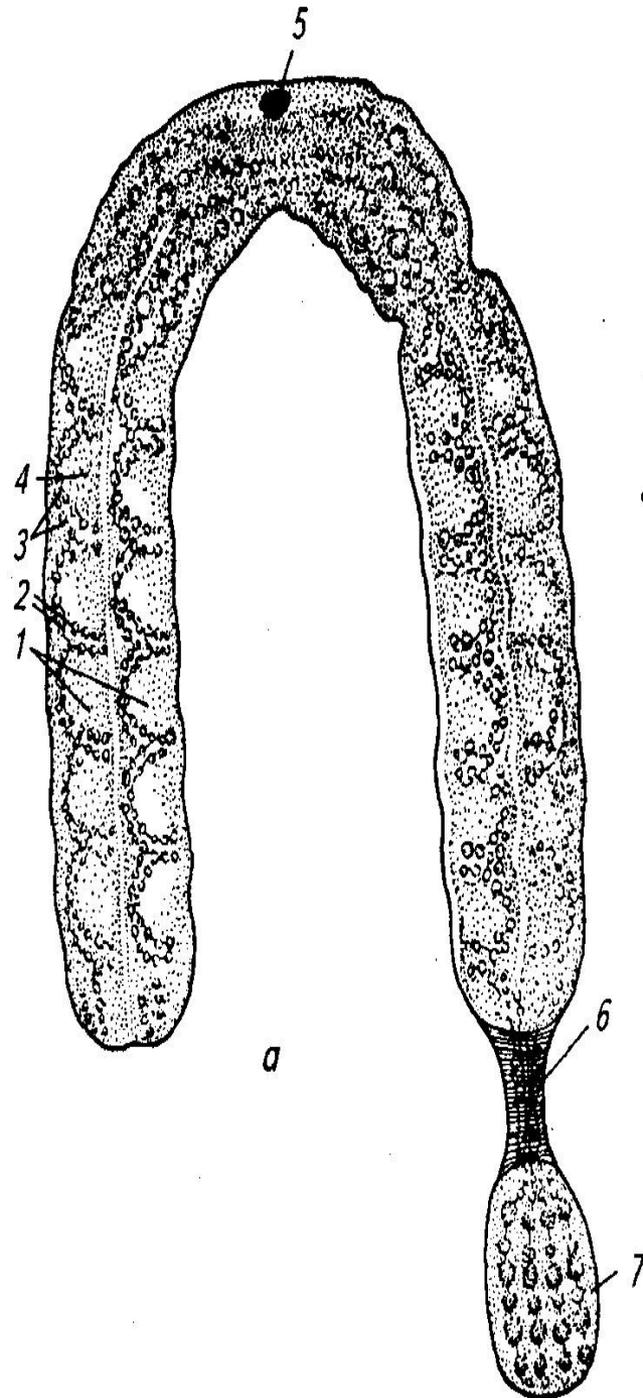
Хромосомы состоят из ДНК и основных белков — **гистонов**.

В интерфазном ядре (между делениями) хромосомы максимально деспирализованы и обычно незаметны в световой микроскоп или видны в виде тонкой сети с отдельными глыбками и узлами (хроматиновая сеть).

Хроматин — это деспирализованные и гидратированные хромосомы, сохраняющие свою индивидуальность.

Во время деления хромосомы спирализируются, в результате чего утолщаются, укорачиваются и становятся хорошо заметными.

Схема строения спутничной хромосомы и ядрышка:

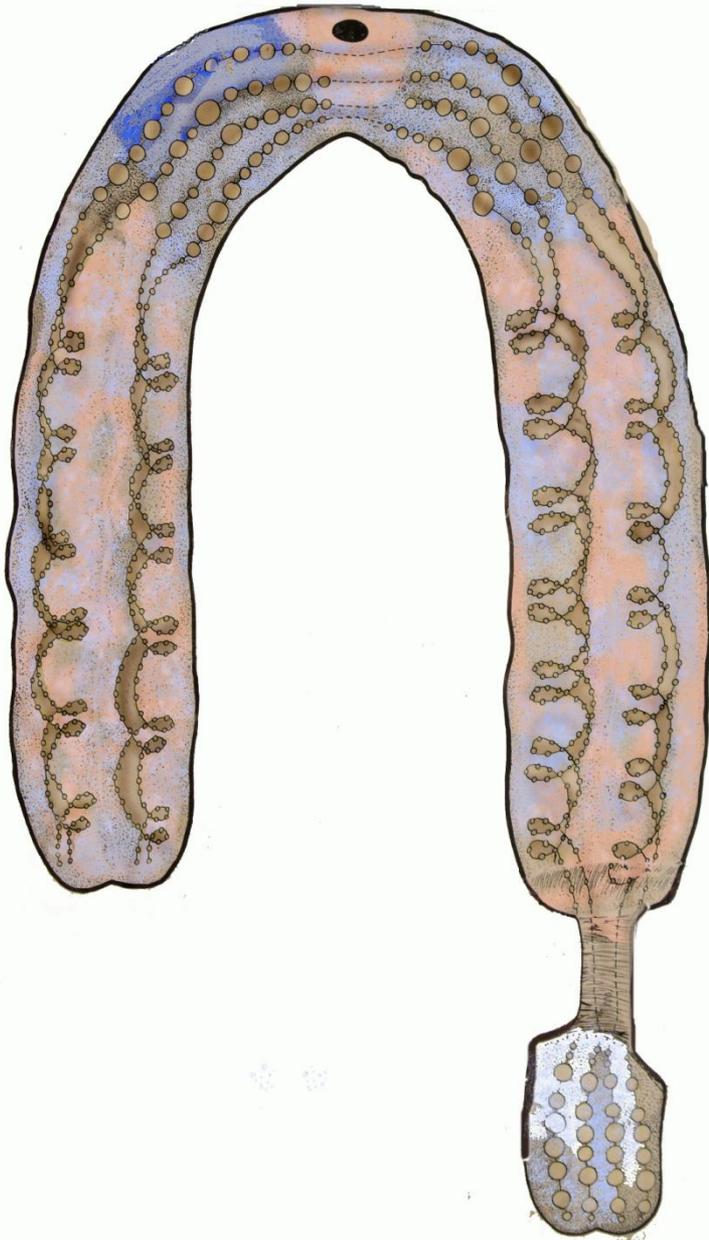


- а – метафазная хромосома;
б – интерфазная хромосома с ядрышком:
1 – хроматиды;
2 – хромонемы (по две в каждой хроматиде);
3 – хромеры;
4 – белковый матрикс хромосомы;
5 – первичная перетяжка с центромерой;
6 – вторичная перетяжка; 7 – спутник хромосомы;
8 – рибосомальные белки;
9 – рибосомальная РНК; 10 – субъединицы рибосом;
11 – участки хромонем – ядрышковые организаторы.

Схема строения спутничной хромосомы и ядрышка:

а – метафазная хромосома;
б – интерфазная хромосома с ядрышком:

- 1 – хроматиды;
- 2 – хромонемы (по две в каждой хроматиде);
- 3 – хромеры;
- 4 – белковый матрикс хромосомы;
- 5 – первичная перетяжка с центромерой;
- 6 – вторичная перетяжка;
- 7 – спутник хромосомы;
- 8 – рибосомальные белки;
- 9 – рибосомальная РНК;
- 10 – субъединицы рибосом;
- 11 – участки хромонем – ядрышковые организаторы



Ядрышко

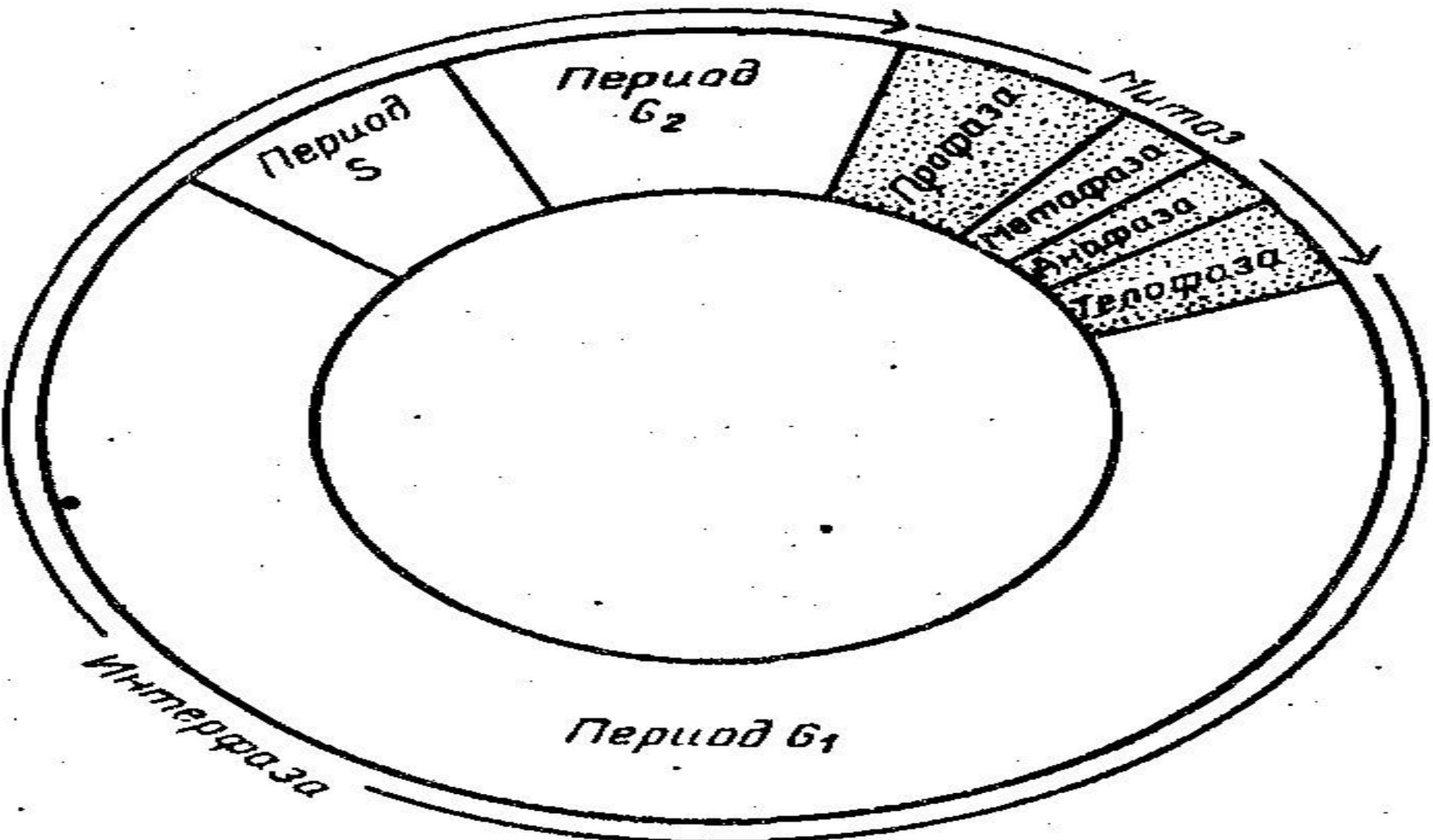
Плотное шаровидное тельце внутри интерфазного ядра. Его диаметр 1...3 мкм. Ядрышек может быть несколько.

Они обычно образуются в области вторичных перетяжек спутничных хромосом.

В формировании одного ядрышка могут участвовать и несколько хромосом.

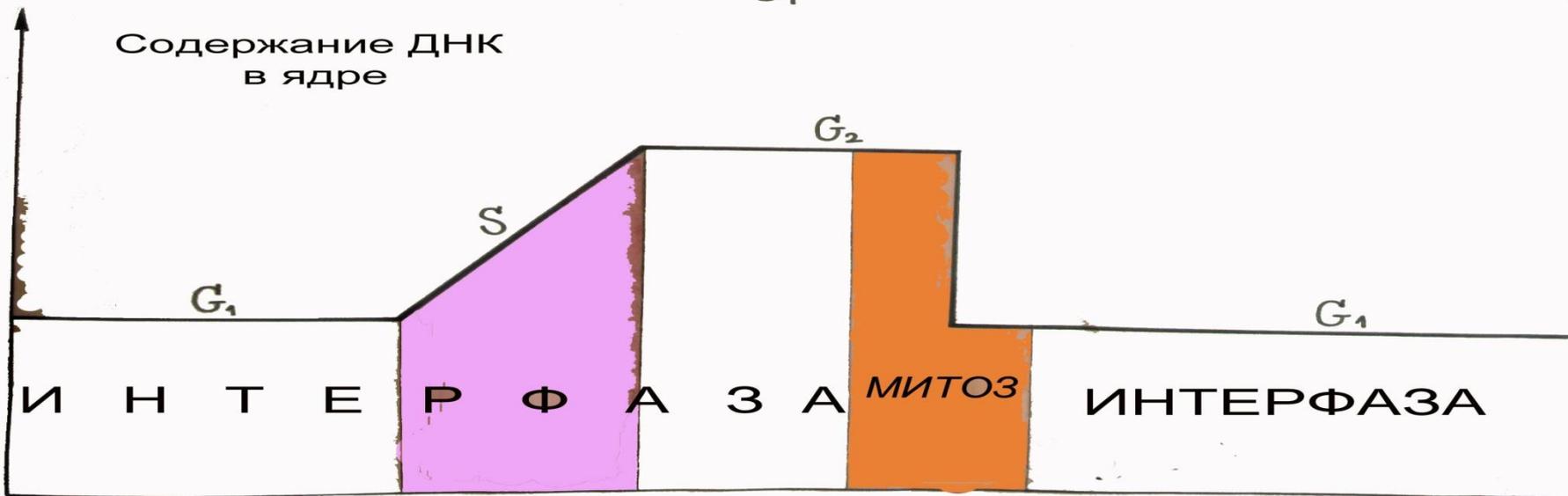
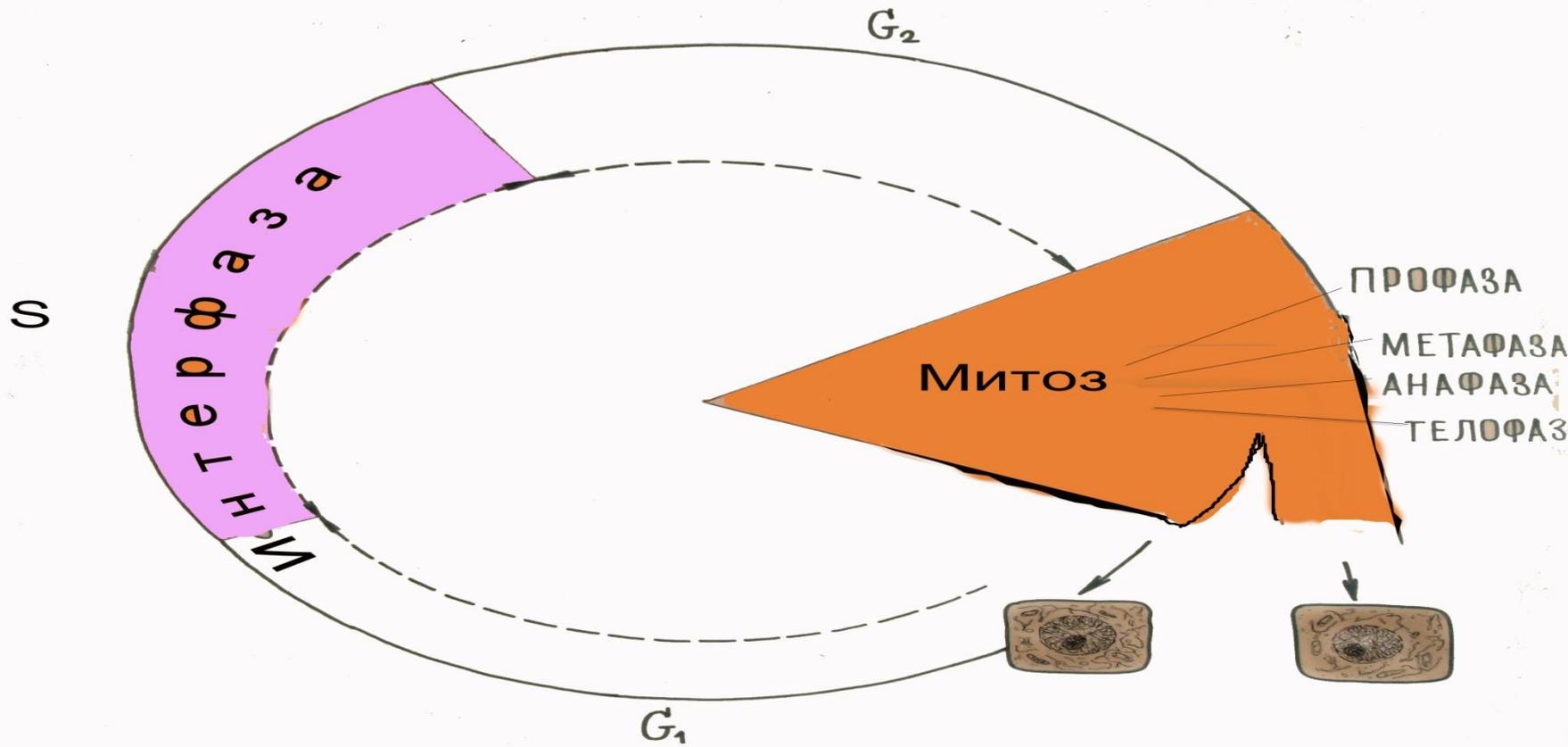
Участки ДНК, пронизывающие ядрышко, — ядрышковые организаторы — состоят из большого числа генов, кодирующих рибосомную РНК. Они являются матрицей для интенсивного синтеза молекул рРНК. Соединяясь с белками, поступающими из цитоплазмы, рРНК образует субъединицы рибосом. Через поры в ядерной оболочке субъединицы поступают в цитоплазму, где на молекулах иРНК завершается сборка рибосом.

Жизнь клетки от одного деления до другого, включая само деление, составляет митотический, или клеточный, цикл.



Митотический цикл

- Митотический цикл



Интерфаза

Стадия активной деятельности деспирализованных хромосом.

Интерфаза включает три периода:

Пресинтетический период (G_1)

Синтетический период (S)

Постсинтетический период (G_2)

Пресинтетический период (G_1)

Период воссоздания цитоплазматических структур, их работы.

В ядре на деспирализованных хромосомах идет синтез всех форм РНК.

На генах ДНК синтезируются различные иРНК, происходит транскрипция, переписывание информации.

На молекулах иРНК в рибосомах с участием рРНК и тРНК идет синтез белков.

Сборка белковых молекул на матрице принципиально иного вещества, на нуклеиновой кислоте, называется трансляцией.

В ходе транскрипции и трансляции происходит реализация наследственной информации, заключенной в молекулах ДНК ядра. ДНК → иРНК → БЕЛОК.

- Поскольку каждая клетка наследует от оплодотворенной яйцеклетки одни и те же ДНК, ее рибосомы могут получить от ядра потенциально одинаковую информацию (*тотипотентность клеток*).

Синтетический период (S)

Период синтеза ДНК

На каждой из цепей деспирализованных молекул ДНК достраивается комплементарная цепь (происходит репликация ДНК: Д Н К \rightarrow Д Н К).

Число молекул ДНК в каждой хромосоме удваивается, при этом число хромосом в ядре не изменяется. Каждая хромосома состоит теперь из двух хроматид. Процесс репликации (самоудвоения) молекул ДНК определяет возможность передачи наследственности в процессе последующего деления.

Постсинтетический период (G_2)

Период биохимической подготовки к делению.

Продолжается синтез белков и накопления энергии. Происходит формирование структур и веществ, непосредственно участвующих в делении, например компонентов нитей ахроматинового веретена.

Заканчивается подготовка к делению, которой и завершается интерфаза митотического цикла.

В ходе митотического цикла происходит деление двух типов: **митоз** и **мейоз**.

Третий тип деления - **амитоз** - прямое деление интерфазного ядра путем перетяжки без образования хромосом вне митотического цикла.

Амитоз встречается в специализированных или больных, обреченных на гибель клетках.

Митоз

Универсальная форма деления ядра, в общих чертах сходная у растений и животных.

Митоз характерен для соматических (вегетативных) клеток и обеспечивает увеличение их числа.

В результате митоза оба дочерних ядра имеют одинаковое количество ДНК и одинаковое число хромосом, такое же, как в материнском, но каждая хромосома состоит из одной хроматиды.

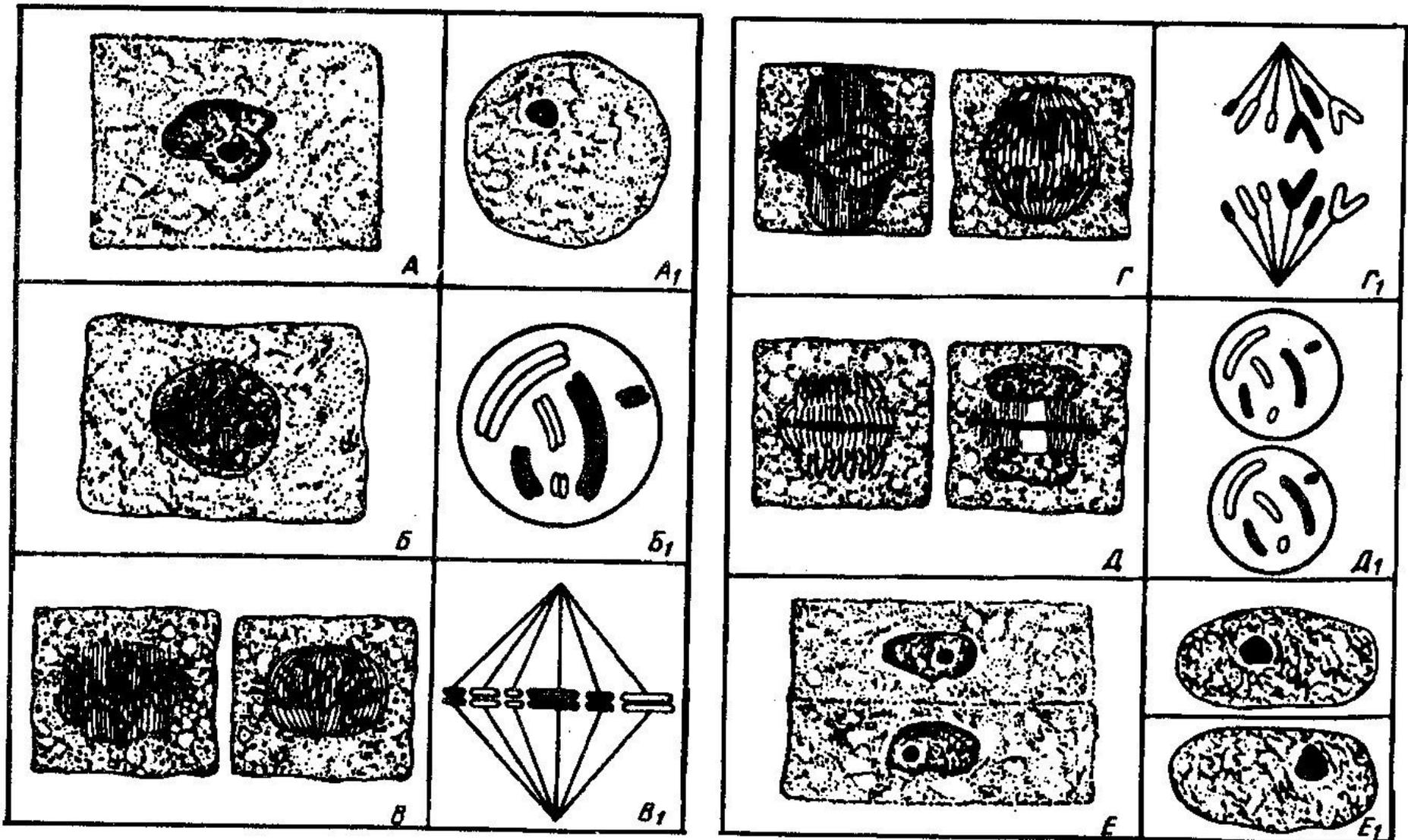


Схема митоза.

- А...Е - рисунок; А₁..Е₁ - схема; А - интерфаза; Б - профаза; В - метафаза; Г - анафаза; Д – телофаза; Е - цитокинез

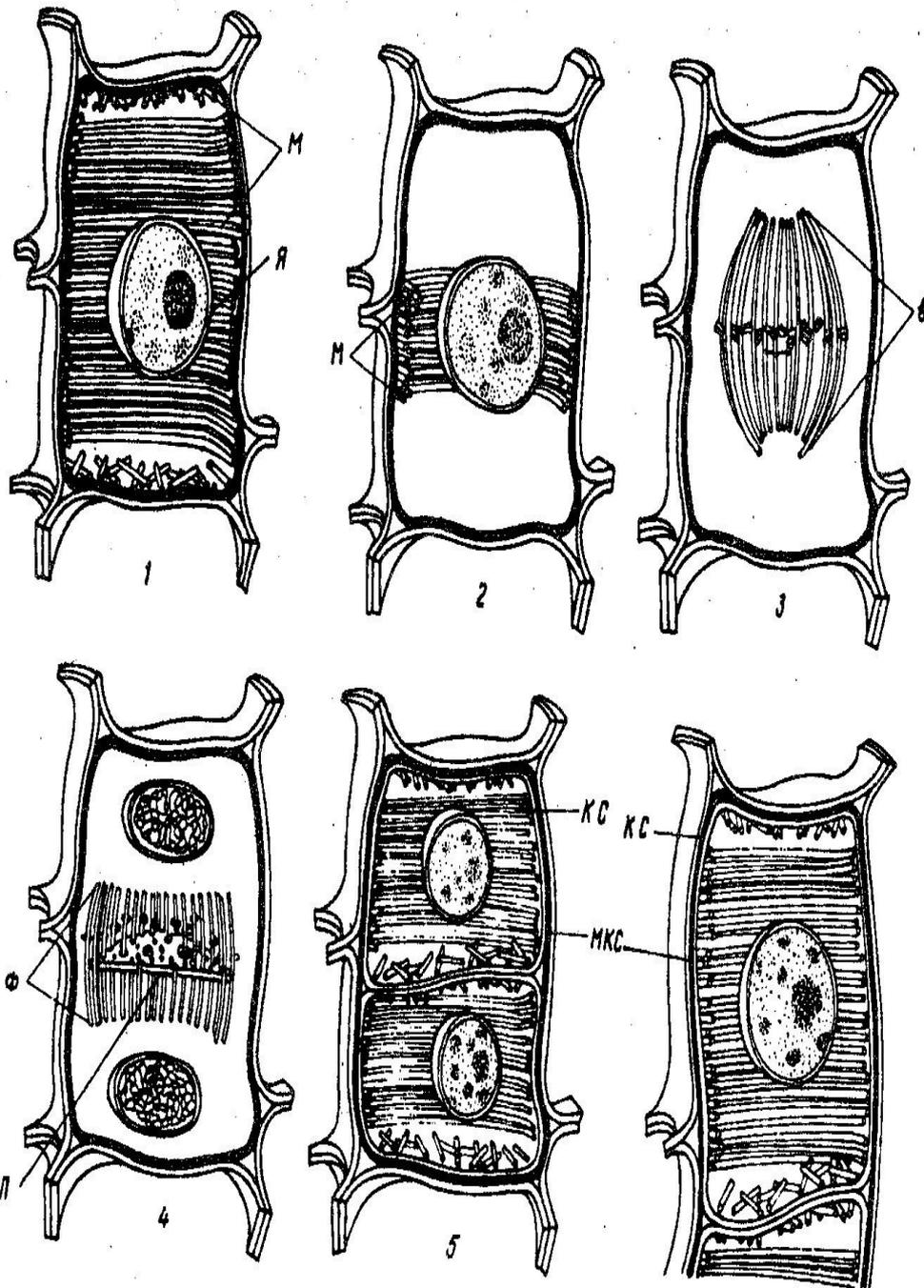
Цитокинез

Процесс деление клетки и формирование в экваториальной плоскости перегородки — клеточной пластинки

Клеточная пластинка закладывается в виде диска, растет центробежно по направлению к стенкам материнской клетки. На нее обе дочерние клетки откладывают собственные стенки, состоящие главным образом из гемицеллюлозы. При этом образование стенки происходит и на внутренней поверхности остальных стенок, принадлежащих материнской клетке. Клеточная пластинка преобразуется в срединную, она обычно очень тонка и почти неразличима.

Цитокинез с помощью клеточной пластинки происходит у всех высших растений и некоторых водорослей.

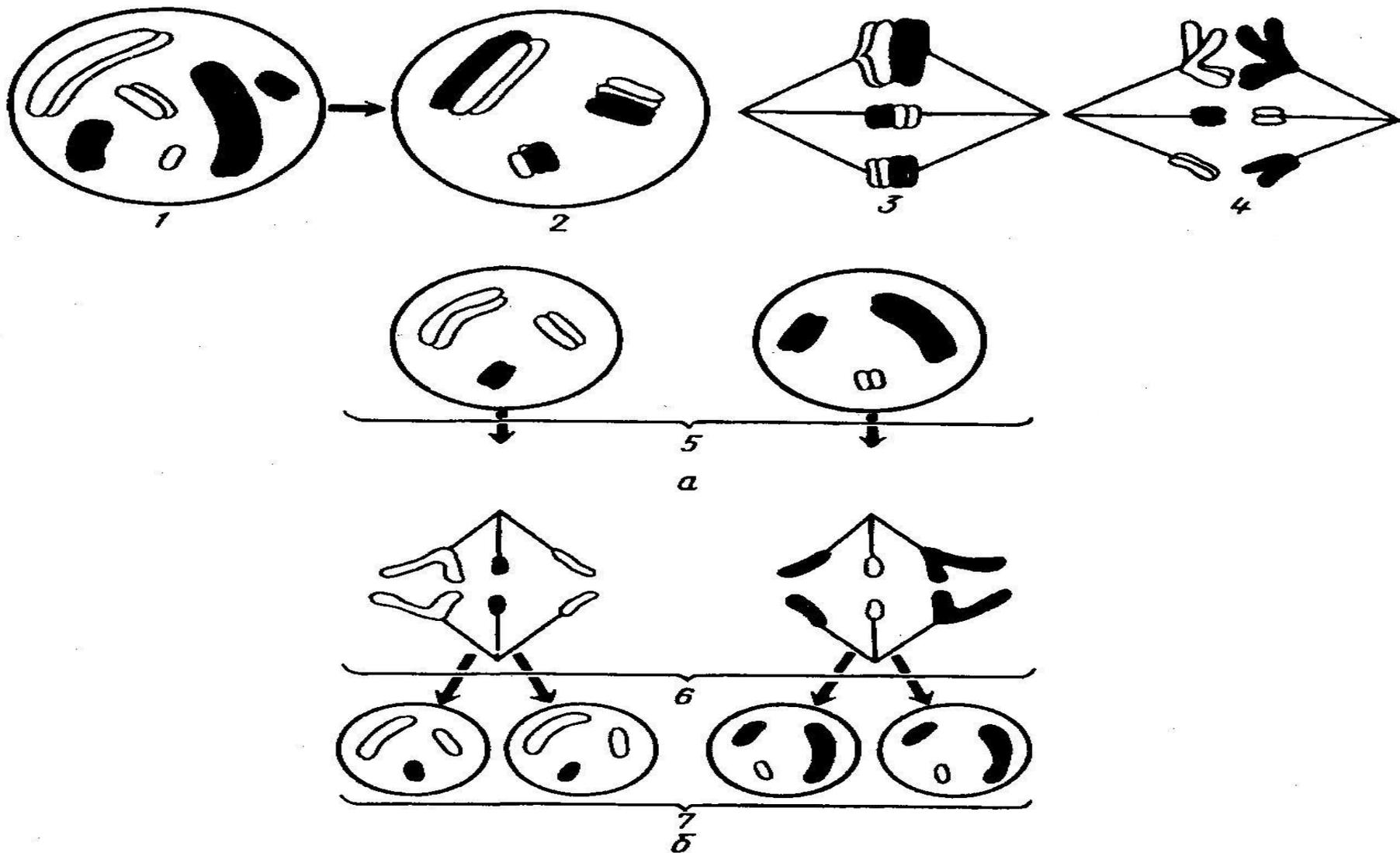
• **Перераспределение микротрубочек в течение митотического цикла и при построении клеточной стенки:**



- 1 - интерфаза. Микротрубочки (М) лежат под плазмалеммой; Я - ядро;
- 2 - подготовка к делению. Кольцо микротрубочек в экваториальной плоскости;
- 3 - метафаза. Микротрубочки образуют ахроматиновое веретено (В);
- 4 - конец телофазы. Микротрубочки образуют фрагмопласт (Ф), формируется клеточная пластинка (КП);
- 5 - цитокинез;
- 6 - интерфаза. Каждая дочерняя клетка формирует собственную клеточную стенку (КС) внутрь от материнской (МКС). Микротрубочки лежат под плазмалеммой

Мейоз.

- Встречается у подавляющего большинства растений, но происходит лишь в небольшом числе клеток (обычно при образовании спор).
- Сущность мейоза состоит в уменьшении (редукции) числа хромосом вдвое по сравнению с родительской в каждой из образующихся клеток.
- Мейоз — единый, непрерывный процесс, состоящий из двух последовательных делений, каждое из которых можно разделить на те же, что и в митозе, четыре фазы: профазу, метафазу, анафазу и телофазу. Обоим делениям предшествует одна интерфаза. В синтетическом периоде интерфазы до начала мейоза удваивается количество ДНК и каждая хромосома становится двуххроматидной.

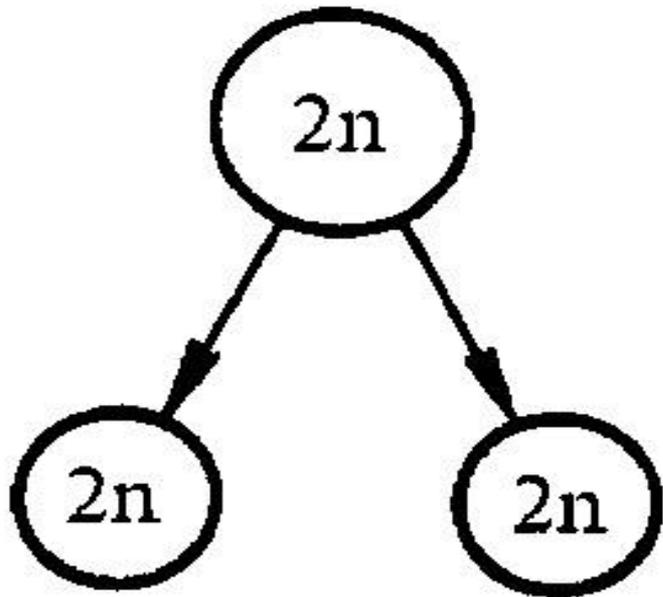


• **Рис. 11. Схема мейоза:**

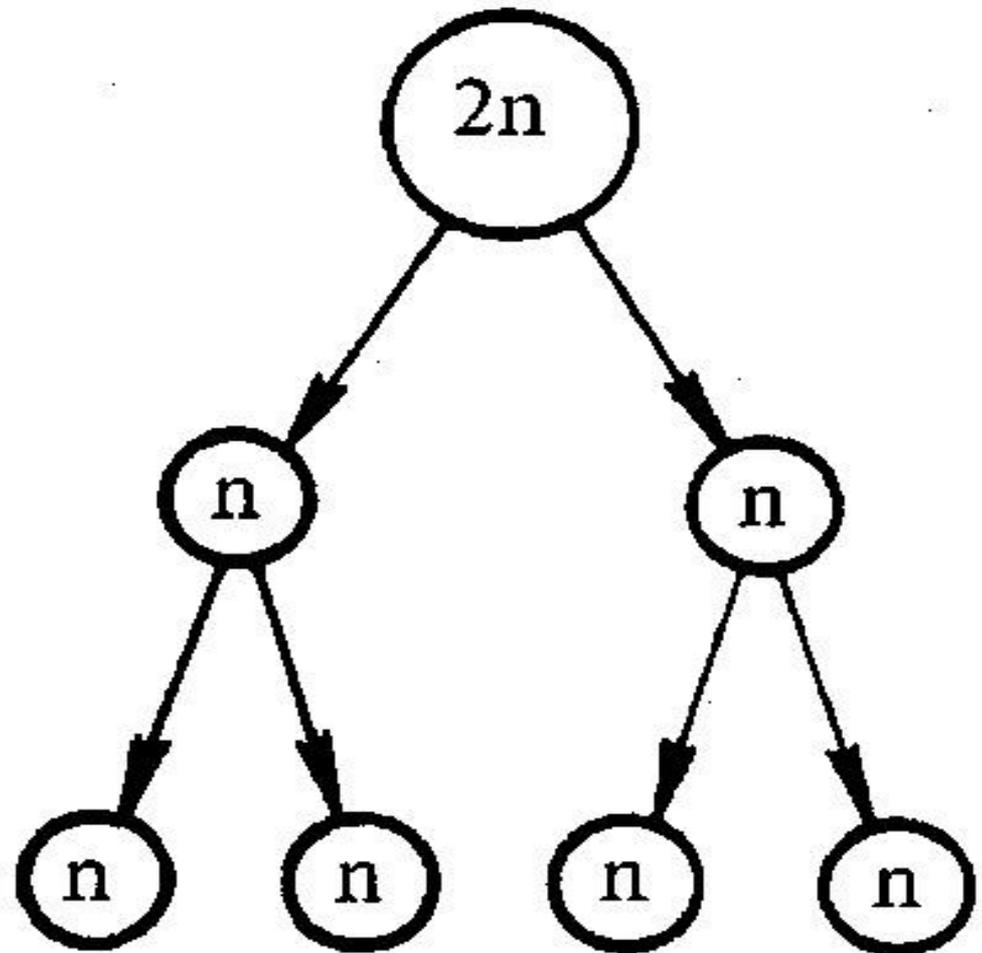
- а - первое мейотическое (редукционное) деление: 1,2 - профазы I; 3 - метафаза I; 4 - анафаза I; 5 - телофаза I; б - второе мейотическое деление: 6 - анафаза II; 7 - телофаза II

Схема делений

Митоз



Мейоз



- Схема деления

Клеточная стенка

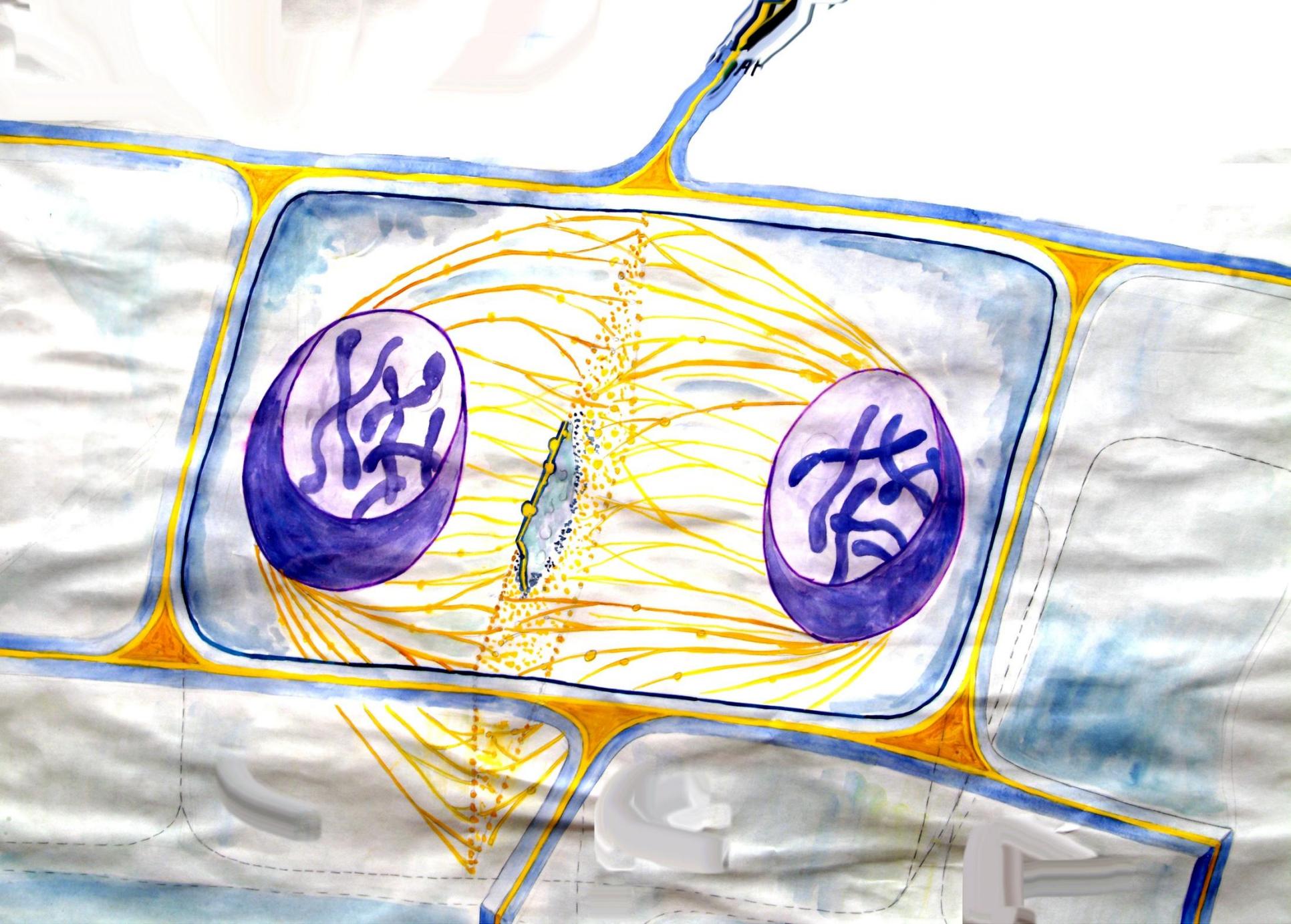
Первичная клеточная стенка состоит из полисахаридов - пектина и целлюлозы. Она придает клетке определенную форму, защищают протопласт, противостоят внутриклеточному давлению и препятствуют разрыву клетки.

Клеточная стенка, являясь внутренним скелетом растения, обеспечивает его механическую прочность.

По клеточным стенкам, примыкающих друг к другу клеток, могут передвигаться вода и растворенные в ней низкомолекулярные вещества (путь через **апопласт**).

Стенки соседних клеток скреплены межклеточным веществом — **срединной пластинкой**.

Срединная пластинка - несколько видоизмененная клеточная пластинка, единый слой, общий для двух соседних клеток. Углы клеточных стенок в результате тургорного давления округляются, и между соседними клетками образуются межклетники.

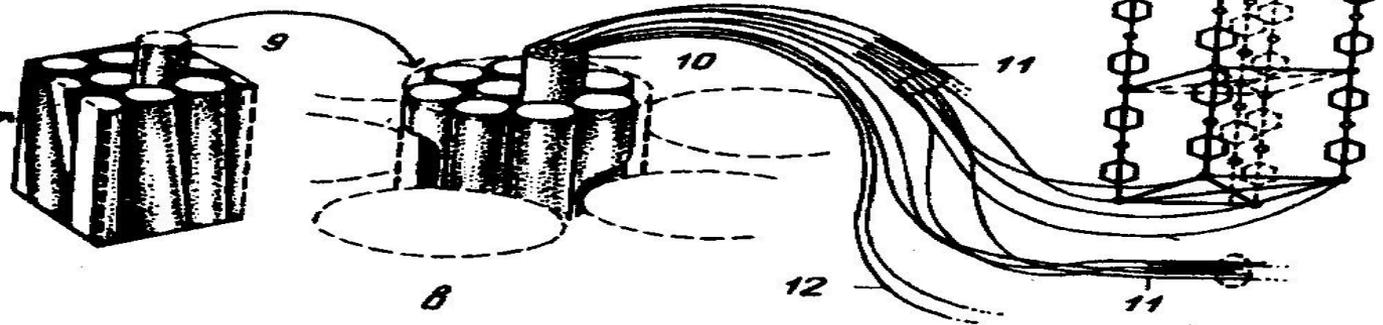
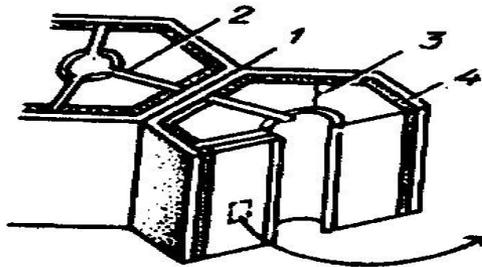
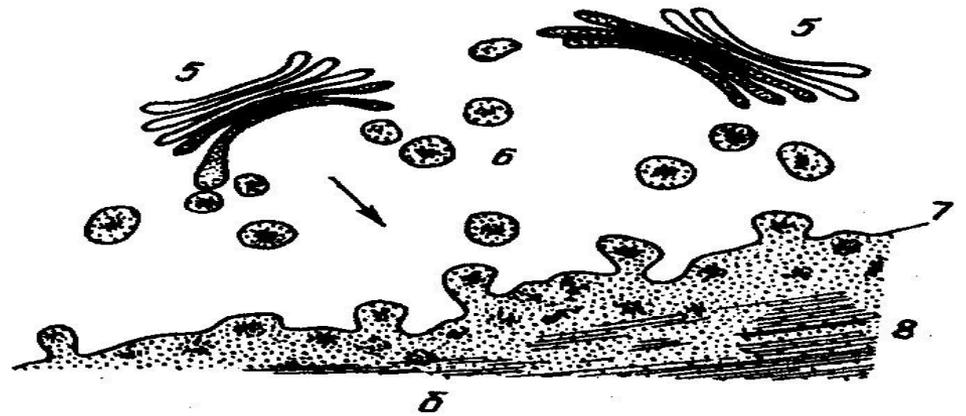
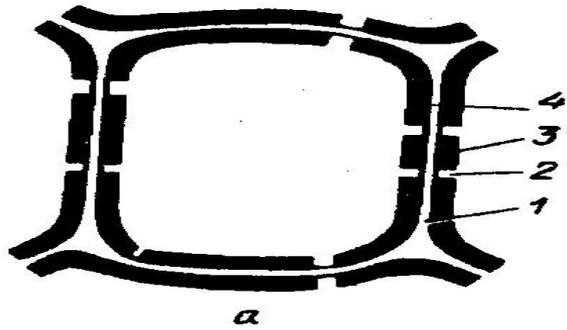


После деления клетка вступает в фазу растяжения за счет поглощения клеткой воды и роста центральной вакуоли. Внутриклеточное гидростатическое давление растягивает стенку, в которую внедряются мицеллы целлюлозы и вещества матрикса. Такой способ роста носит название интуссусцепции, внедрения.

Оболочки делящихся и растущих клеток называют первичными. Они содержат воды до 99 %, в сухом веществе преобладают полисахариды матрикса:

у двудольных - пектины и гемицеллюлозы в равном соотношении,

у однодольных — преобладает гемицеллюлоза; содержание целлюлозы не превышает 30 %.



• **Строение клеточной стенки.**

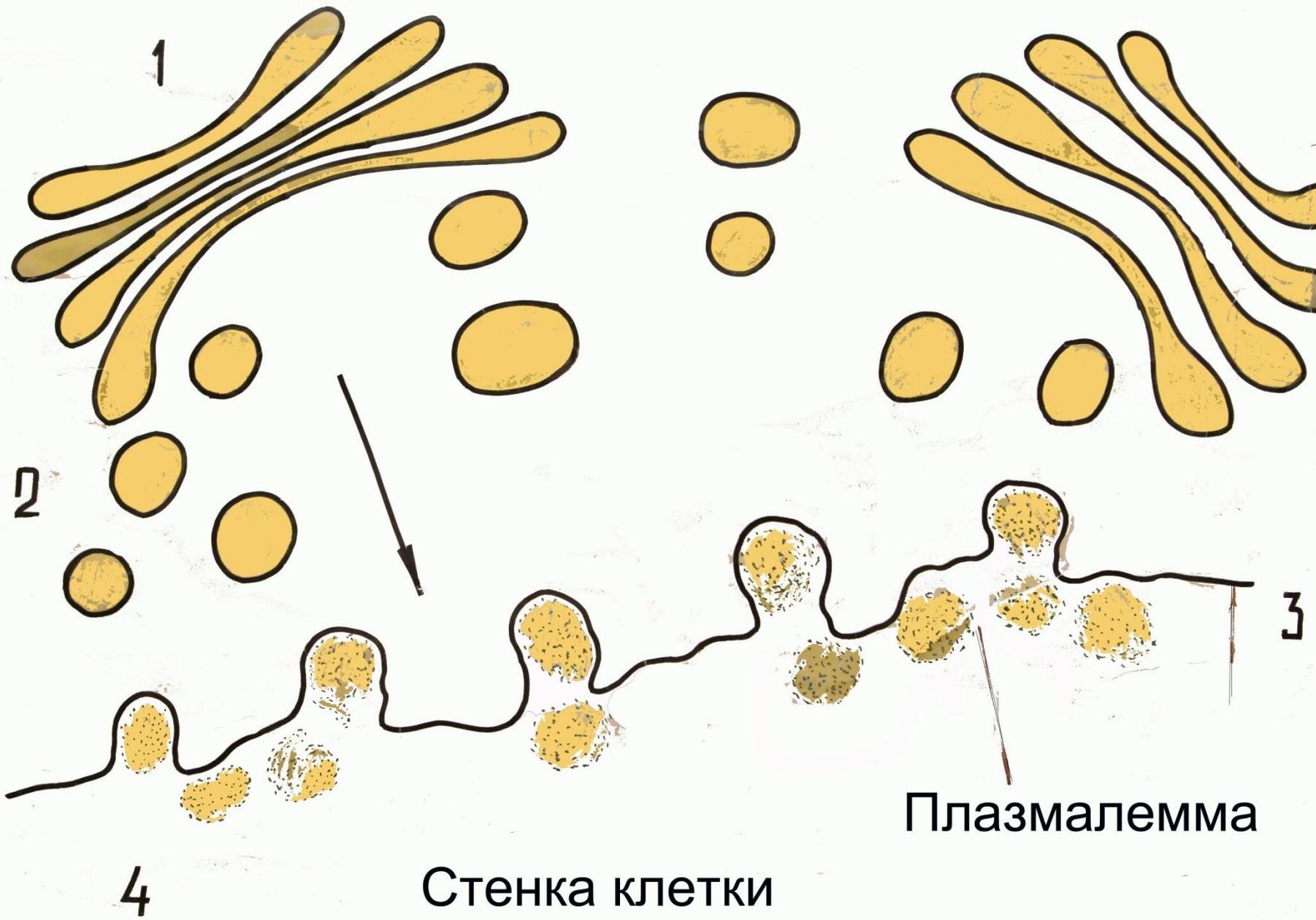
а - схема строения клеточной стенки; б - схема участия аппарата Гольджи в построении клеточной стенки; в - детальная структура клеточной стенки; 1 - срединная пластинка; 2 - пора; 3 - вторичная стенка; 4 - первичная стенка; 5 - диктиосома; 6 - пузырьки Гольджи; 7 - плазмалемма; 8 – клеточная стенка; 9 - макрофибрилла; 10 - микрофибрилла; 11 - мицелла; 12 – молекула целлюлозы; 13 - фрагмент решетки молекулы целлюлозы.

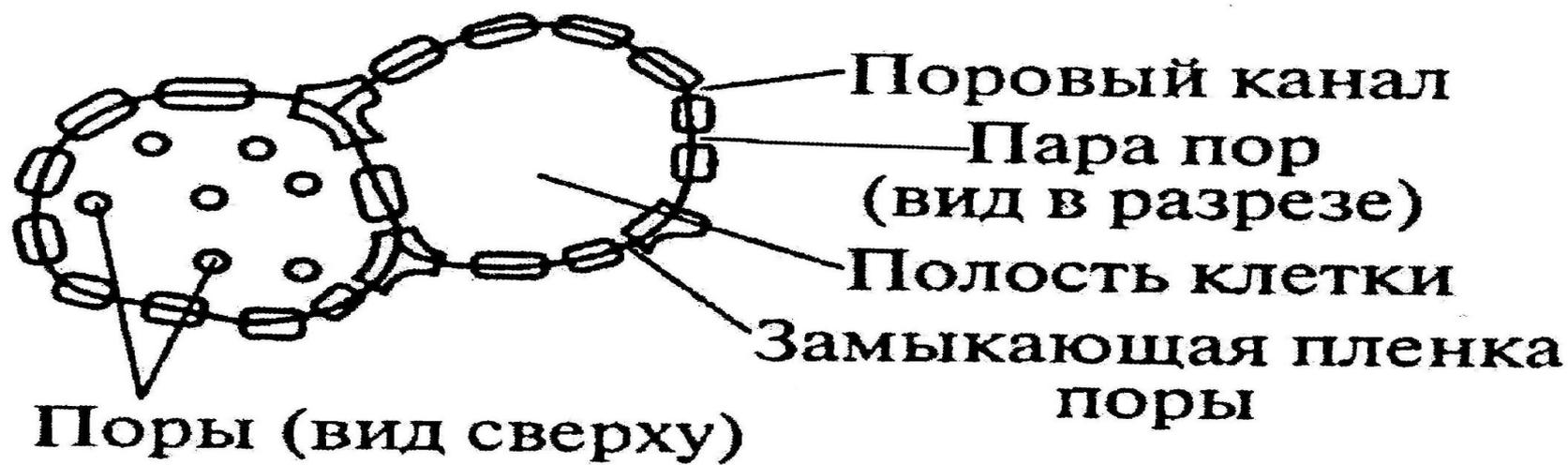
К моменту, когда рост клетки заканчивается, рост клеточной стенки может продолжаться, но уже в толщину.

Этот процесс носит название вторичного утолщения. При этом на внутренней поверхности первичной клеточной стенки откладывается **вторичная клеточная стенка**.

Рост вторичной клеточной стенки происходит в результате **аппозиции**, наложения новых мицелл целлюлозы на внутреннюю поверхность клеточной стенки. Таким образом, наиболее молодые слои клеточной стенки ближе всего к плазмалемме.

В составе вторичной клеточной стенки значительно меньше воды и преобладают микрофибриллы целлюлозы (40...50 % сухого вещества).

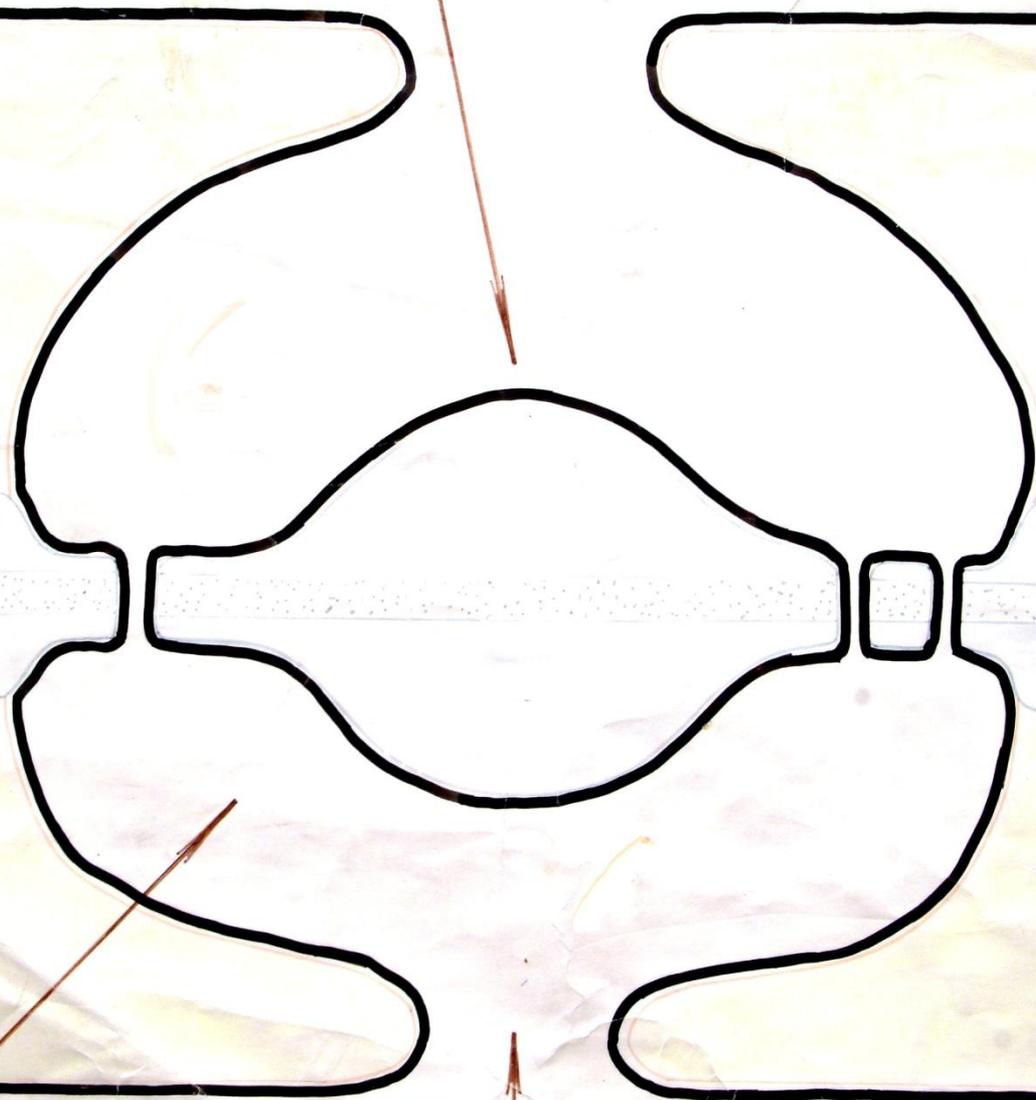




- Клеточные стенки.

ТОРУС

ВТОРИЧНАЯ СТЕНКА



СРЕД. ПЛА

КАМЕРА ПОРЫ

ПОРОВЫЙ КАНАЛ

ПЕРВИЧ. СТЕНКА

Поры

Пора - два поровых канала соседних клеток и закрывающая пленка между ними.

Поровые каналы – неутолщенными небольшими участками первичной клеточной стенки.

Закрывающая пленка поры - две первичные клеточные стенки соседних клеток с межклеточным веществом между ними.

В пленке сохраняются субмикроскопические отверстия, через которые проходят плазмодесмы.

Плазмодесмы состоят из плазматического канала в замыкающей пленки поры, выстилаемой плазмалеммой, и гиалоплазмы.

Канальцы ЭР остаются в клеточной пластинке между двумя дочерними клетками после деления. При воссоздании ЭР обе клетки оказываются соединенными.

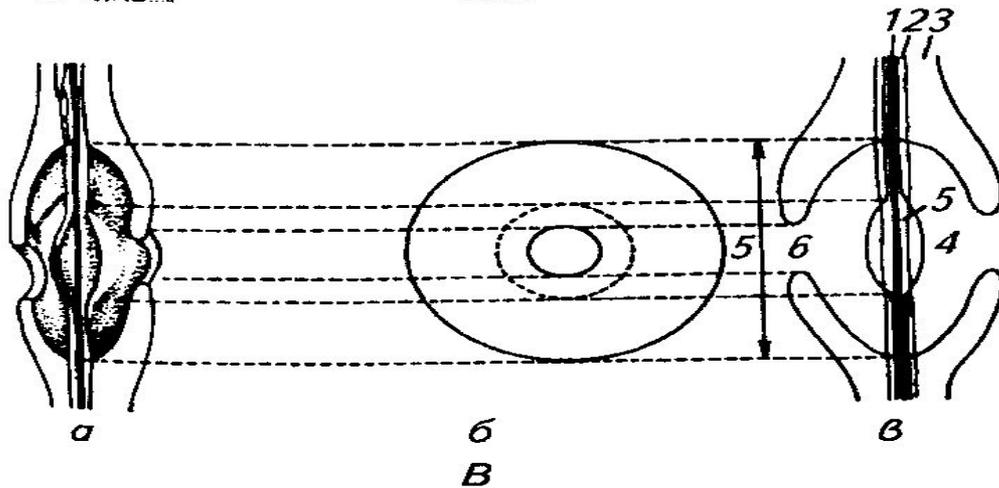
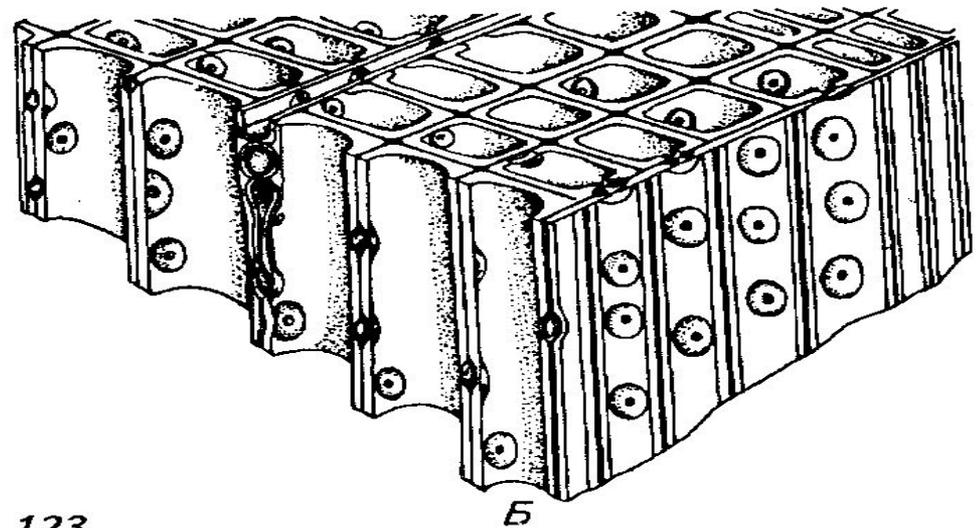
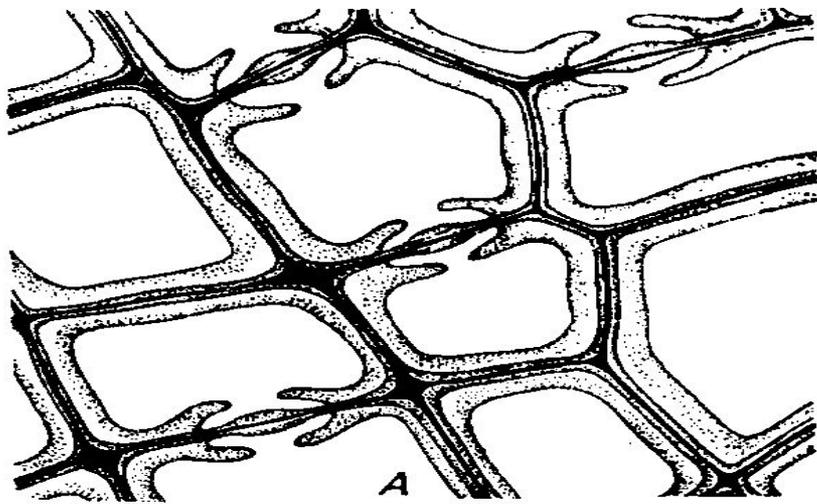
Плазмалемма, выстилающая канал, и гиалоплазма непрерывны с плазмалеммами и гиалоплазмами смежных клеток. Таким образом, протопласты соседних клеток тесно связаны между собой. По ним происходит межклеточный транспорт ионов и молекул, а также гормонов.

Плазмодесмы встречаются только в растительных клетках.

Поры бывают простые и окаймленные.

В простых порах диаметр порового канала по всей длине одинаковый, поэтому полость канала цилиндрическая и поры округлые. Они характерны для паренхимных клеток. В прозенхимных клетках простые поры имеют щелевидные полости.

Окаймленные поры встречаются в стенках клеток, проводящих воду и минеральные вещества, - трахеидах и сосудах. Их поровый канал имеет форму воронки, которая своей широкой стороной прилегает к замыкающей пленке. В клетках хвойных замыкающая пленка окаймленных пор несет в центре дискообразное утолщение - торус. Вода проходит через краевую зону замыкающей пленки, торус же одревесневает и становится непроницаемым для нее. Если давление воды в смежных клетках неодинаково, замыкающая пленка отклоняется и торус блокирует пору, перекрывая поровый канал.



- **Окаймленные поры клеток трахеид хвойных.**

А - поперечный срез; Б - участок древесины; В - схема поры (а - объемное изображение, б - в плане, в - поперечный срез): 1 - срединная пластинка; 2 - первичная клеточная стенка; 3 - вторичная клеточная стенка; 4 - поровый канал; 5 - замыкающая пленка с торусом; 6 - внутреннее отверстие порового канала, выходящего в полость клетки

Видоизменения клеточной стенки

Характеристика изменений вторичной клеточной стенки

Характер видоизменения	Вещества, вызывающие видоизменения	Реактив	Результат реакции
Утолщение	Целлюлоза	Хлор цинк йод	Фиолетовое окрашивание
Одревеснение	Лигнин	Флороглюцин с концентрированной соляной кислотой Сернокислый анилин	Малиновое Окрашивание Соломенно-желтое окрашивание
Опробковение	Суберин	Судан III	Оранжевое окрашивание
Кутинизация	Кутин	»	То же
Минерализация	Кремнезем, соли Са, и Mg	Сжигание	Минеральный «скелет»
Ослизнение	Высокомолекулярные углеводы (слизи, камеди)	Вода	Набухание

Вакуоли и клеточный сок

Клеточный сок образуется в процессе жизнедеятельности протопласта. Полости, заполненные клеточным соком и ограниченные тонопластом, называются **вакуолями**. Для большинства зрелых клеток характерна крупная центральная вакуоль, которая занимает 70...90 % объема клетки.

Функции вакуолей заключаются, с одной стороны, в накоплении запасных и изоляции эргастических веществ (отбросов, конечных продуктов обмена), с другой — в поддержании тургора и регуляции водно-солевого обмена.

Клеточный сок — слабоконцентрированный водный раствор минеральных и органических соединений, образующих истинные и коллоидные растворы. Клеточный сок имеет в основном кислую реакцию. Химический состав его зависит от вида растения, его возраста и состояния. В нем накапливаются и запасные питательные вещества (простые белки, углеводы), и вещества, регулирующие взаимовлияние растений, растений и животных (гликозиды, пигменты, алкалоиды), и осмотически деятельные соединения (соли органических и неорганических кислот).

Состав клеточного сока

Вещество

Где встречается

Неорганические вещества

Фосфаты калия, натрия,
кальция

Молодые растущие части растений; листья конского каштана, лука; клубни георгина и др.

Нитраты калия, натрия

Лебеда, крапива, горох, подсолнечник и др.

Хлориды калия, натрия,
сульфат кальция

Растения сильнозасоленных местообитаний — галофиты: тамариск, солерос, солянки и др.

Карбонат кальция

Камнеломка, тыквенные и др.

Йод, бром

Бурые водоросли, красные водоросли, лишайники

Состав клеточного сока

Органические вещества

Безазотистые

Углеводы:

моносахариды — $C_6H_{12}O_6$:

глюкоза — виноградный сахар

Плоды винограда, арбуза и др.

фруктоза — плодовый сахар

Плоды груши, винограда и др.

дисахариды — $C_{12}H_{22}O_{11}$:

сахароза — свекловичный сахар

Стебли сахарного тростника, корнеплоды сахарной свеклы и др.

полисахариды — $(C_6H_{10}O_5)_n$:

инулин

Клубни георгин, земляной груши, корнеплод цикория, луковицы гиацинта, лука
Кактусы, толстянки, ятрышники, плоды тыквы, яблони, груши и др.

пектины

Гликозиды:

амигдалин

Семена миндаля, абрикоса и др.

синигрин

Семена горчицы, корни хрена

кумарин

Донник, душистый колосок

сапонин

Мыльнянка

дигитоксин

Наперстянка

Флавоноиды (пигменты):

флавоны

Цветки льнянки, примулы, желтых георгин, околоплодник лимона

антоцианы

Плоды вишни, сливы, черной смородины, брусники, цветки василька, шиповника, клевера и др.

Дубильные вещества:

танины

Кора и корка дуба, ольхи, листья бадана, хурмы, чая и др.

катехины

Органические кислоты:

щавелевая

Незрелые плоды винограда

яблочная

Плоды яблони, кизила, барбариса, рябины и др.

лимонная

Плоды лимона и других citrusовых, земляники, смородины, малины

винная (виннокаменная)

Плоды винограда, дыни и др.

янтарная

Плоды смородины, земляники

бензойная

Плоды брусники, клюквы

салициловая

Плоды малины

Соли органических кислот:

щавелевокислый кальций (оксалат кальция)

Сухие чешуи лука, листья ландыша, традесканции

щавелевокислый магний

Плоды черного перца

щавелевокислый натрий

Солерос

виннокаменный кальций

Плоды винограда

Состав клеточного сока

Азотсодержащие

Белки и аминокислоты:

протеины (белковые кристаллоиды и глобониды)

Аминокислоты:

лейцин

аспарагин

тирозин

Производные аминокислот

бетаин (пигмент)

Алкалоиды:

никотин — яд, инсектицидное средство

морфин — лекарственное сильное болеутоляющее средство

кофеин — лекарственное средство при нервных и сердечно-сосудистых заболеваниях

хинин — лекарственное антималярийное средство

атропин — яд, в малых дозах используется в медицине

кокаин — лекарственное средство, действует на центральную нервную систему; наружное анестезирующее средство

анабазин — инсектицидное средство

эрготин — лекарственное средство, применяется в гинекологии

Гликоалкалоиды:

соланин

чаконин

Семена клещевины, винограда, зерновки пшеницы и др. (в виде алейроновых зерен)

Почки древесных, проростки бобовых и др.

Почки древесных растений

Листья этиолированных побегов картофеля

Корнеплоды столовой свеклы

Листья табака

Млечный сок опийного мака

Семена кофе, какао, листья чая

Кора хинного дерева

Белладонна, скополия, дурман

Кока

Ежовник безлистный

Склероции спорыньи

Вегетативные органы пасленовых

То же

Включения

Запасные питательные вещества

Запасные питательные вещества - это временно выведенные из обмена веществ клетки соединения. Они накапливаются в клетках растений в течение вегетационного периода и используются частично зимой, а главное, весной, в период бурного роста и цветения.

Жиры

Жиры - наиболее калорийное запасное вещество.

Широко распространено у растений отложение запасных жиров в виде липидных капель в цитоплазме. Наиболее богаты ими семена и плоды. Около 90 % семян покрытосеменных содержат жиры в виде основного запасного вещества.

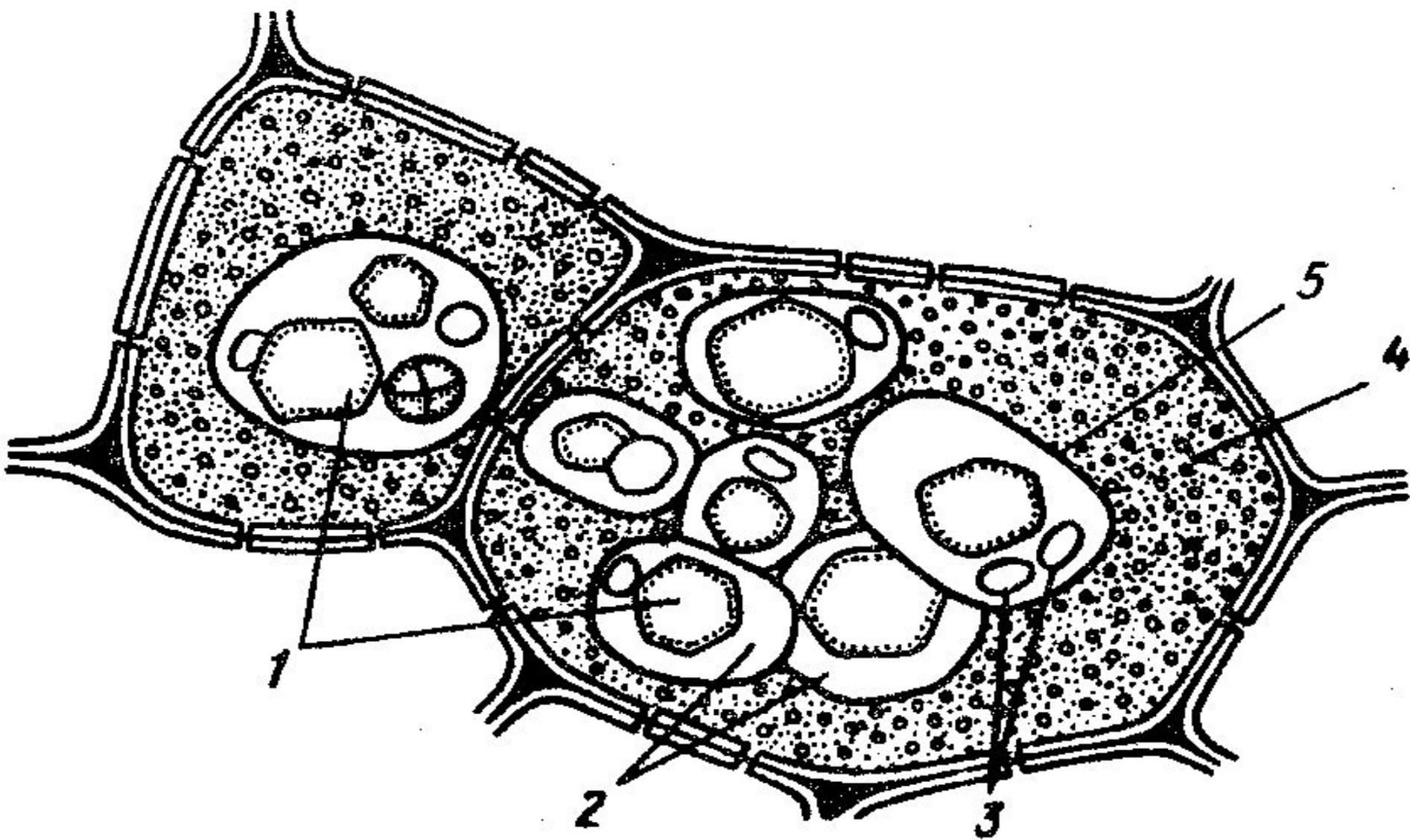
В семенах подсолнечника их накапливается более 50 % сухой массы, в семенах клещевины — 60, в плодах маслины — 50 %.

Запасные белки (протеины)

Запасные белки наиболее часто встречаются в виде алеуроновых зерен в клетках семян бобовых, гречишных, злаков и других растений.

Алеуროновые зерна образуются при созревании семян из высыхающих вакуолей. Они окружены тонопластом и содержат аморфный белок альбумин, в который погружены белковые кристаллы глобулина ромбоэдрической формы и глобид фитина (содержит запасной фосфор). Это сложное алеуороновое зерно (у льна, тыквы, подсолнечника и др.) Алеуороновые зерна, содержащие только аморфный белок, называют простыми (у бобовых, риса, кукурузы, гречихи).

При прорастании семян алеуороновые зерна постепенно превращаются в типичные вакуоли, лишенные белка.



• **Алейроновые зерна в клетках эндосперма клещевины:**

- 1 - белковые кристаллы; 2 - аморфный белок алейронового зерна; 3 - глобиды; 4 - липидные капли; 5 - тонопласт

Крахмал

Полисахарид крахмал - наиболее распространенное запасное вещество растений.

Мономерами этого полисахарида являются молекулы глюкозы.

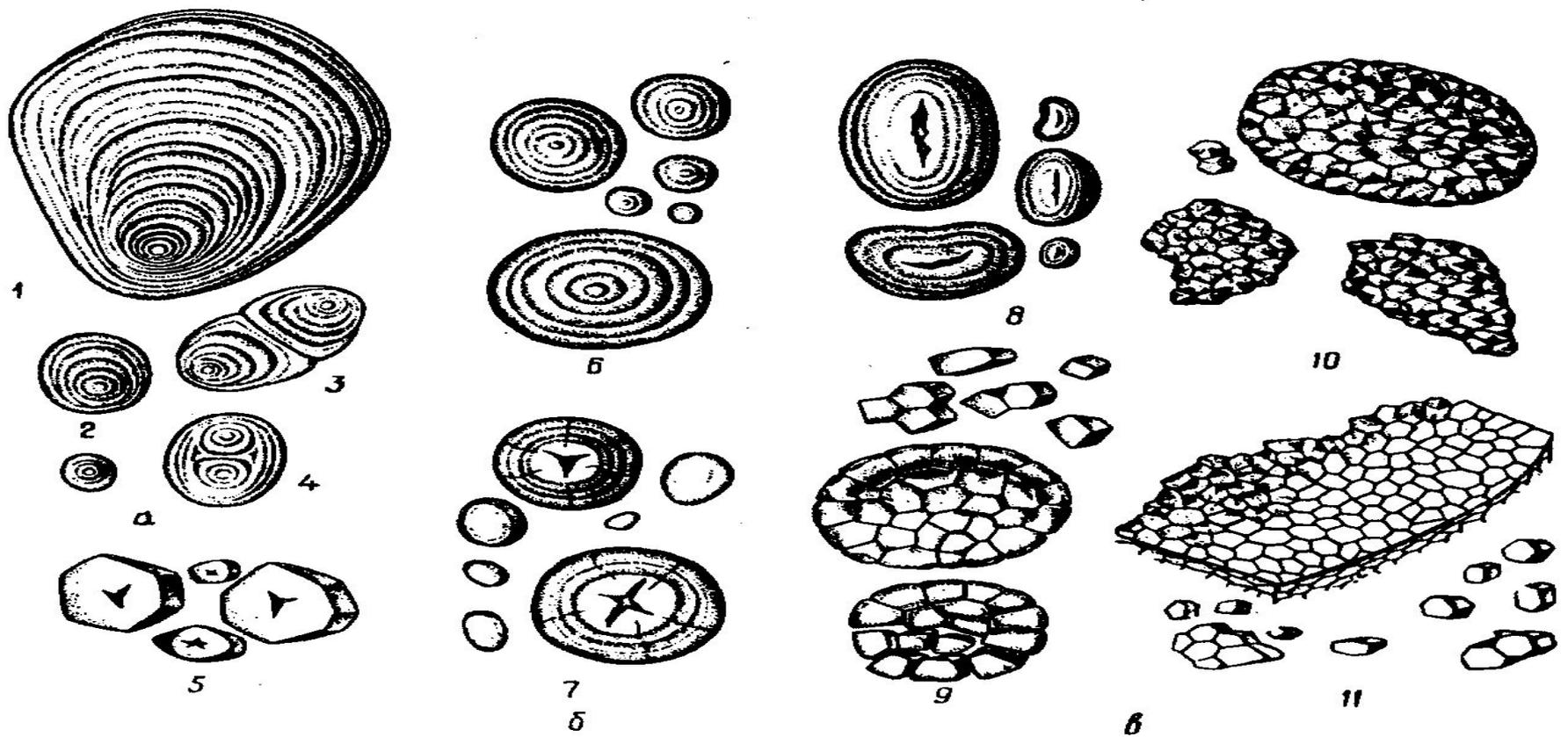
Запасной крахмал откладывается в лейкопластах (амилопластах) в виде крахмальных зерен.

Крахмальные зерна бывают простые, сложные и полусложные.

Простые зерна имеют один центр крахмалообразования, вокруг которого формируются слои крахмала.

У сложных зерен в одном лейкопласте несколько центров, имеющих свои собственные слои.

В полусложных зернах также несколько центров (два и больше), но кроме слоев крахмала, возникших возле каждого центра, по периферии зерна имеются общие слои.

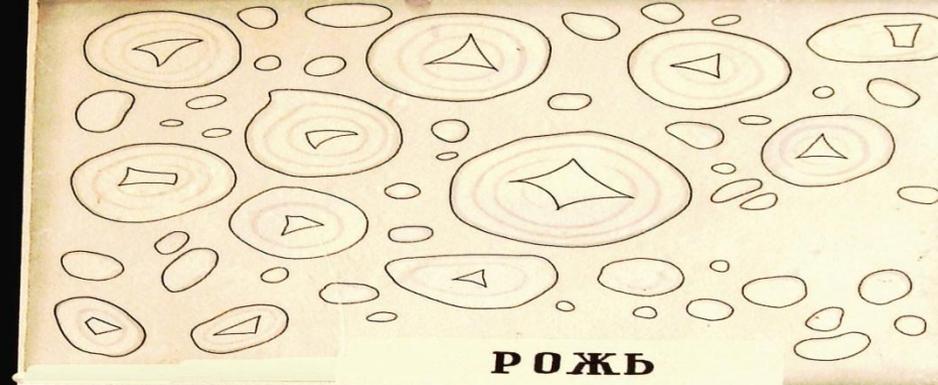


• Крахмальные зерна:

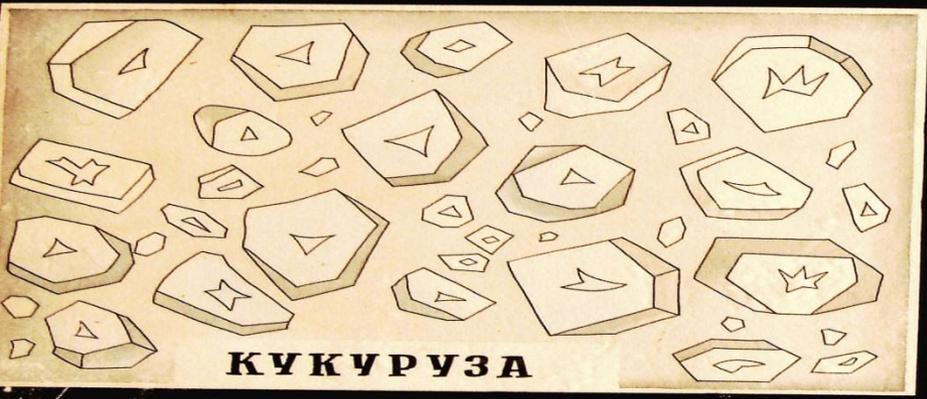
- а - из клеток клубней картофеля: 1 - простое эксцентрическое; 2 - простые concentрические; 3 - сложное; 4 - полусложное; б - простые зерна из клеток эндосперма: 5 - кукурузы; 6 - пшеницы; 7 - ржи; 8 - фасоли; в - сложные зерна из клеток эндосперма: 9 - овса; 10 - риса



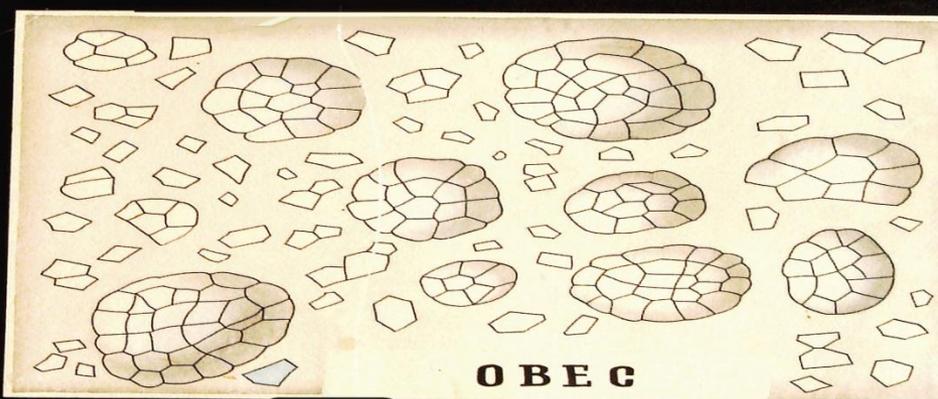
ПШЕНИЦА



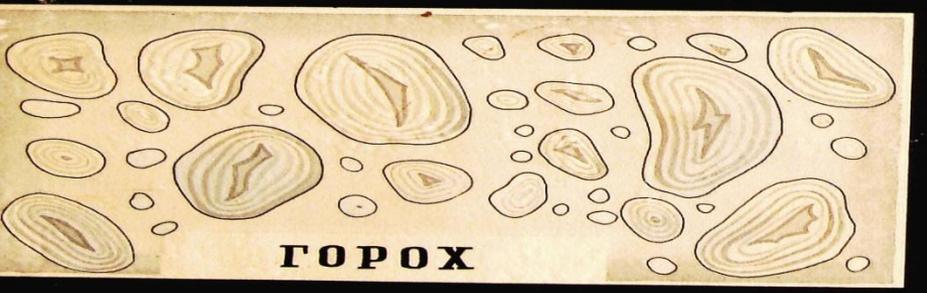
РОЖЬ



КУКУРУЗА



ОВЕС



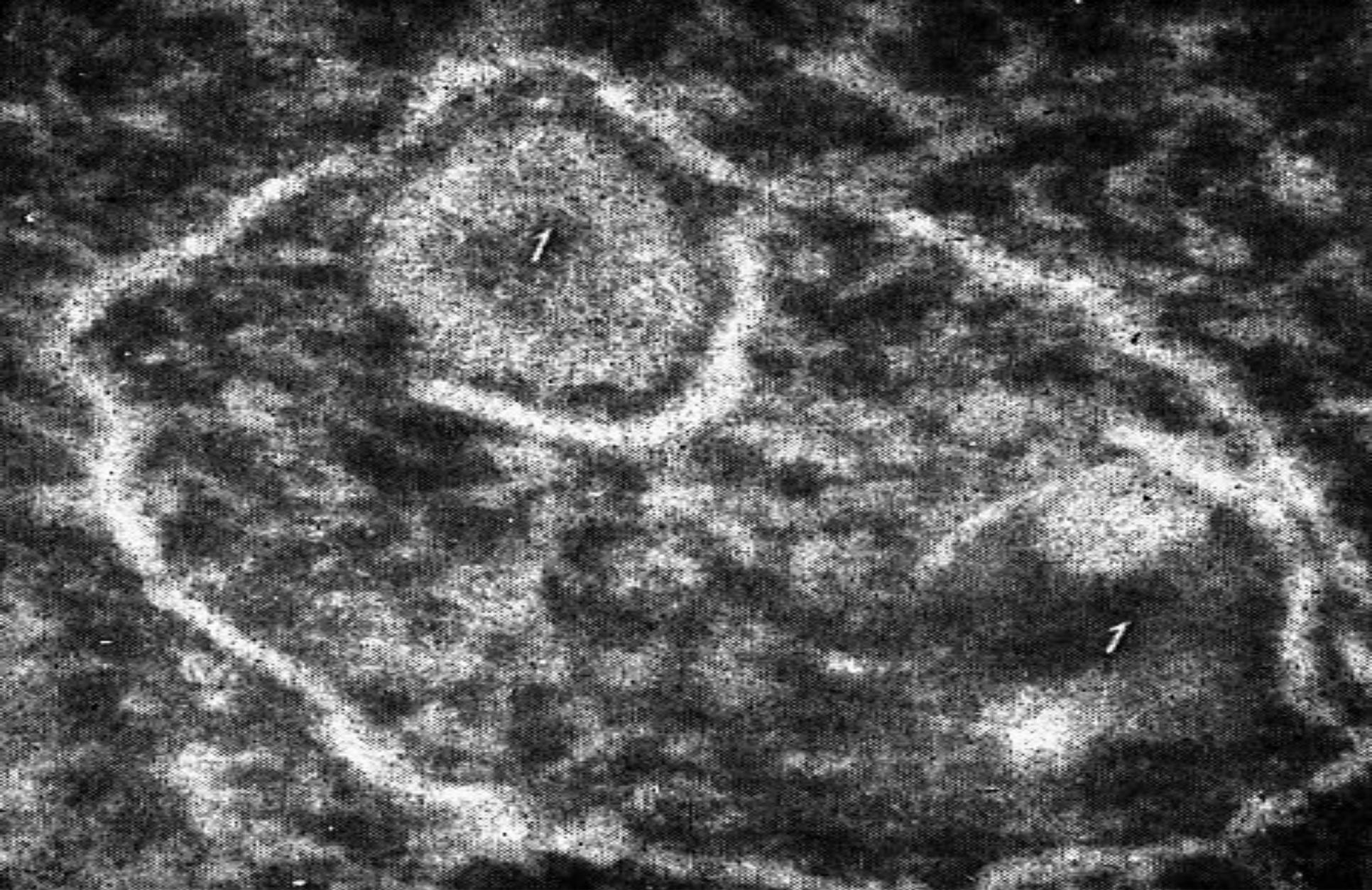
ГОРОХ



ГРЕЧИХА

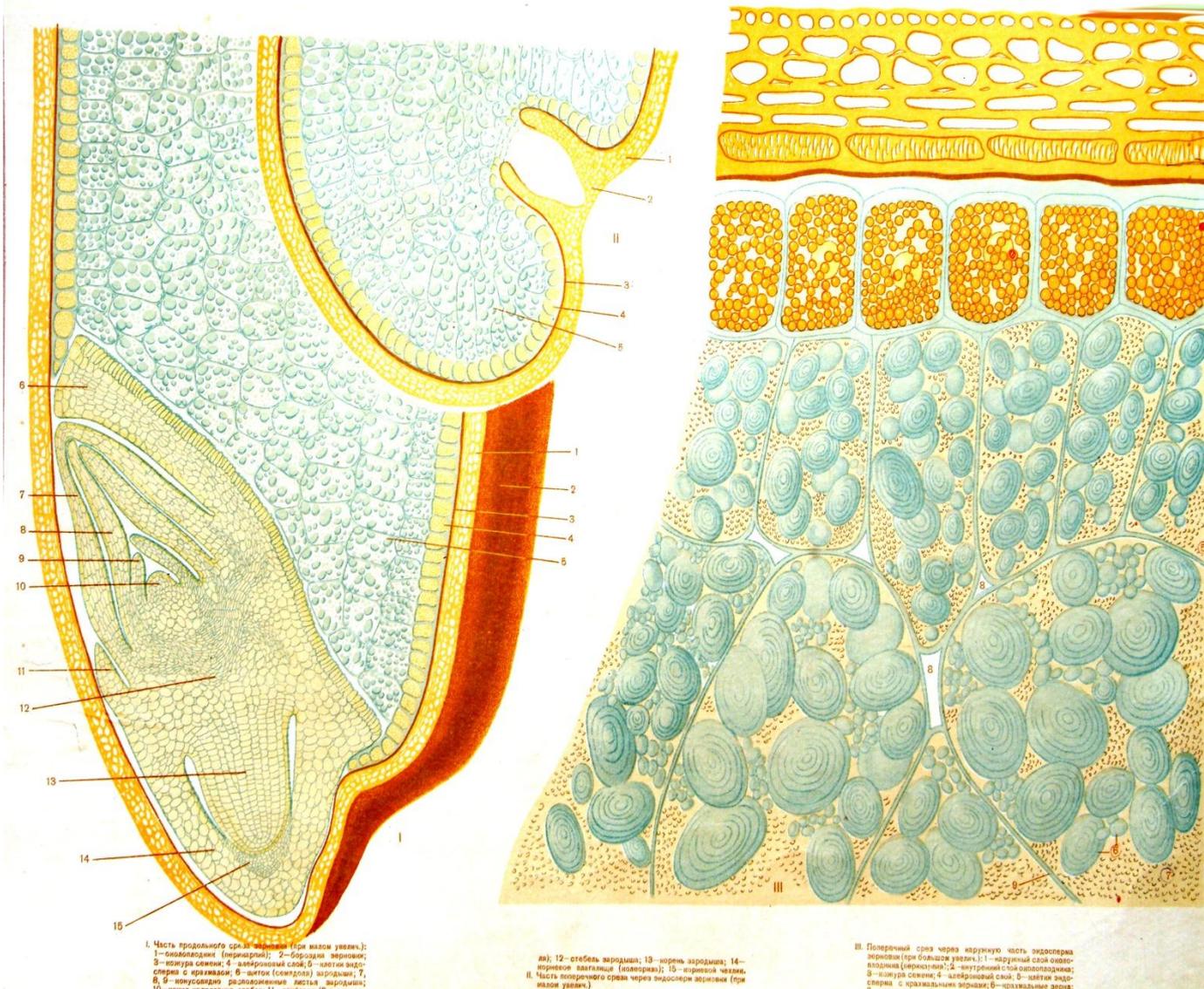


КАРТОФЕЛЬ



- **Образование крахмальных зерен (1)**

Зерновка пшеницы



Запасные вещества

Вещество	Место локализации		Физическое состояние
	в растении	в клетке	
I. Жиры	Эндосперм и зародыш семени (клещевина, подсолнечник, арахис), околоплодник (маслина, авокадо, облепиха)	Липидные капли в цитоплазме	Жидкость или эмульсия
II. Белки	Эндосперм и зародыш семени (соя, пшеница, клещевина и др.)	Вакуоли (алеироновые зерна)	Коллоидный раствор, кристаллоиды

III. Углеводы			
а) полисахариды			
крахмал	Эндосперм и зародыш семени (пшеница, рис), запасующая паренхима клубней (картофель), луковиц, корней, стеблей, корневищ и др.	Лейкопласты	Сферокристалл
инулин	Запасующая паренхима клубней, стеблей растений сем Астровые	Вакуоли	Коллоидный раствор
гликоген	В теле бактерий, грибов		То же
гемицеллюлоза	эндосперм и кожура семени, околоплодник (кофе, какао, финиковая пальма и др.)	Вторичные клеточные стенки	Твердое
б) дисахариды			
сахароза	Запасующая паренхима корнеплодов, околоплодников и др. (сахарная свекла, морковь, яблоня и др.)	Вакуоли	Раствор
в) моносахариды			
глюкоза	Запасующая паренхима корнеплодов, околоплодников (виноград, морковь, арбуз и др.)	Раствор	Раствор
фруктоза	Околоплодник (яблони, груши, дыни и др.)	Раствор	Раствор

Физиологически активные вещества клетки

Ферменты — катализаторы белковой природы, которые, не изменяясь сами, влияют на скорость химических процессов. Ферментов около 800, каждый из них специфически регулирует ход одной реакции.

Фитогормоны — специфические ферменты, регулирующие физиологические процессы (рост, развитие и деление). Их действие проявляется через изменение обмена веществ, а не непосредственно, т. е. через регуляторную деятельность ферментов. По химическому составу подразделяются на III группы: ауксины (например, β -индолил-3-уксусная кислота — гетероауксин); гиббереллины; кинины

Фитонциды и антибиотики — вещества, имеющие защитное значение; действуют избирательно; их выделением осуществляется взаимное влияние организмов.

Фитонциды — вырабатываются клетками высших растений (черемуха, лук, чеснок, горчица, хрен и др.). Обладают бактерицидными свойствами (предохраняют растения от поражения грибными и бактериальными заболеваниями; задерживают рост других растений).

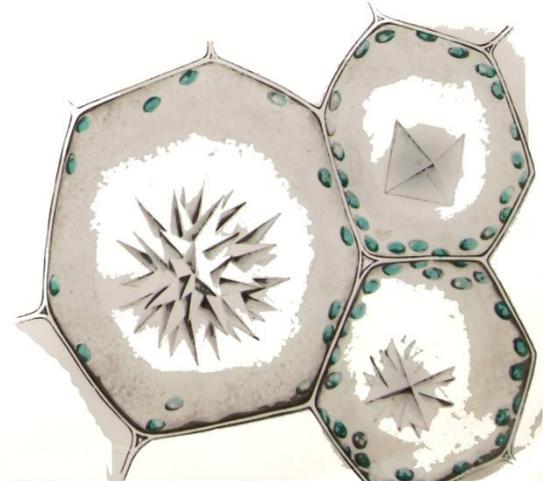
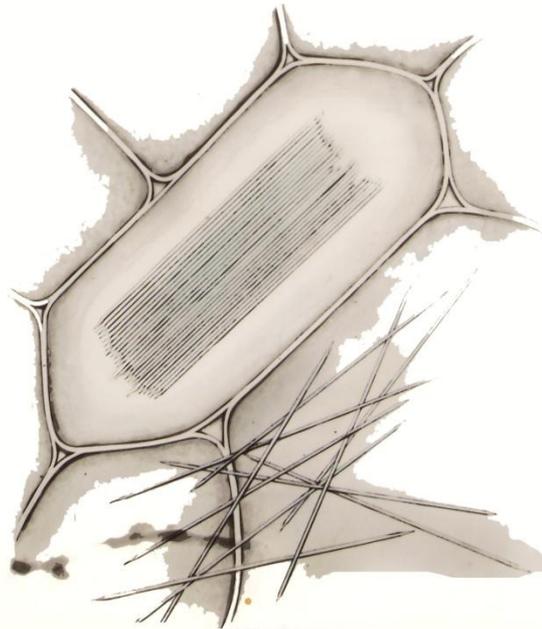
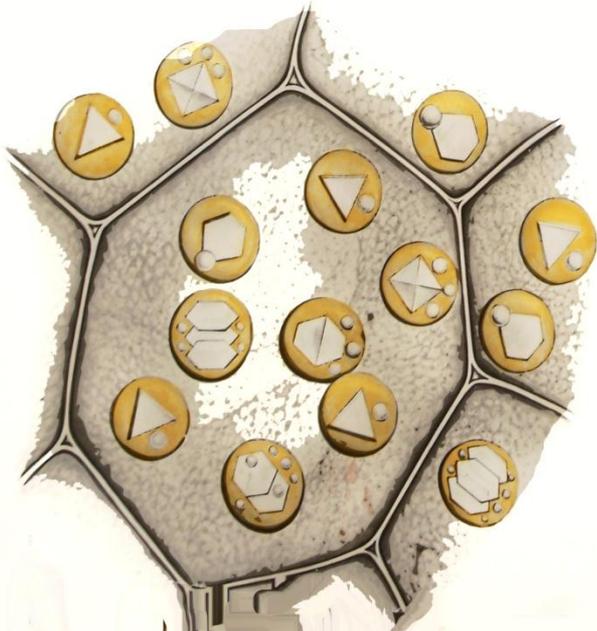
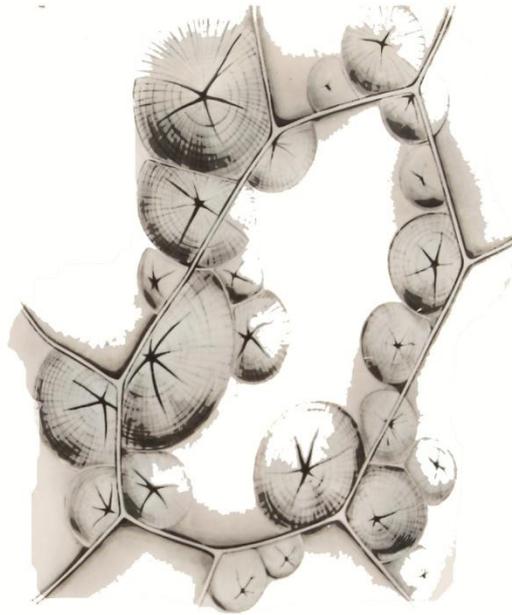
Антибиотики — синтезируются в клетках грибов и бактерий (известно свыше 1000); обладают высоким бактерицидным действием. Около 20 выделенных в чистом виде антибиотиков используются в медицине (пенициллин, стрептомицин и др.), ветеринарии и животноводстве (в виде кормовых добавок), растениеводстве (гризеовульфин).

Витамины — коферменты, обеспечивающие взаимодействие фермента и субстрата, который он катализирует.

Характеристика витаминов

Витамин	Роль в растении	В каких продуктах растительного происхождения встречаются	Заболевания человека и животных при его недостатке или отсутствии
<p>А — ретинол, в растениях встречается в форме каротина — провитамина А и его изомера ликопина</p>	<p>Участие в процессах прорастания пыльцы и оплодотворения, синтезе и превращении жирных и органических кислот</p>	<p>Корнеплоды моркови, плоды томата, красного перца, шиповника, облепихи и др., листья петрушки, щавеля, крапивы</p>	<p>Ксерофтальмия, признаки куриной слепоты</p>

Витамин	Роль в растении	В каких продуктах растительного происхождения встречаются	Заболевания человека и животных при его недостатке или отсутствии
В ₁ — тиамин	Участие в дыхании и фотосинтезе, регулирование углеводного обмена	Зародыши и проростки пшеницы, рисовые отруби, дрожжи, семена овса, гречихи, незрелые семена гороха, арахис	Полиневрит (бери-бери)
В ₂ — рибофлавин	Производные витамина В ₂ участвуют в процессах клеточного дыхания	Проростки пшеницы и ржи, соя, горох, фасоль, миндаль, лесные и грецкие орехи	Задержка роста, дерматит, светобоязнь, снижение работоспособности
В ₃ — пантотеновая кислота	Входит в состав кофермента А	Рисовые отруби, картофель, морковь	Нарушение нормального состояния сердца, нервной системы и желудочно-кишечного тракта
В ₆ — пиридоксин	Участие в превращениях аминокислот	Зародыши пшеницы, кукурузы, соя, горох, овес	Нервозность, сонливость, раздражительность, мышечная слабость
С — аскорбиновая кислота	Участие в переносе водорода и поддержании окислительно-восстановительного потенциала	Плоды шиповника, черной смородины, красного перца, лимона, хвоя и др.	Цинга, понижение сопротивляемости организма инфекциям
Е — токоферол	Участие в формировании зародышей в семенах	Зародыши семян хлопчатника, пшеницы, зелень петрушки и др.	Снижение способности к размножению, нарушение функции половых желез
К ₁ — филлохинон	Перенос электронов в процессе фотосинтетического фосфорилирования	Зеленые части растений (шпинат, цветная капуста, пастушья сумка и др.)	Замедление свертывания крови, кровоизлияния
РР — никотиновая кислота	Участие в процессе дыхания	Пшеница, горох, гречиха	Пеллагра



Вопросы для самоконтроля и подготовки к тестовому контролю усвоения материалов лекции

- 1. Каковы признаки, отличающие растительную клетку от животной?
- 2. Какую роль играют пластиды в жизни клетки? Каков общий план их строения? Каково субмикроскопическое строение хлоропластов?
- 3. Каковы основные функции ядра?
- 4. В чем заключается непрерывность существования хроматиновых структур?
- 5. Каковы особенности химического состава ядрышек? Каковы их возникновение и функции?
- 6. Как происходят поверхностный рост клеточной стенки, ее утолщение? Какие из органелл цитоплазмы принимают участие в образовании и росте клеточной стенки?
- 7. Что такое вакуоли? Как они образуются и каково их строение? Что такое клеточный сок? Каков его состав?
- 8. Что такое запасные питательные вещества? В каких органах растений они локализируются, в каких клеточных структурах? Как их использует человек?

Тема следующей лекции

- Основы гистологии.
- Классификация тканей.
- Ткани образовательные, покровные, механические, основные и проводящие.
- Классификация проводящих пучков.

Рекомендуемая литература

- *учебник «Ботаника»*
- *Андреева И.И., Родман Л.С.*
 - *М.: КолосС, 2003.*
- *глава 2. § 1-9, стр. 54-83*