



# Мембранные органеллы



**Камилло  
Гольджи  
(1844-1926)**

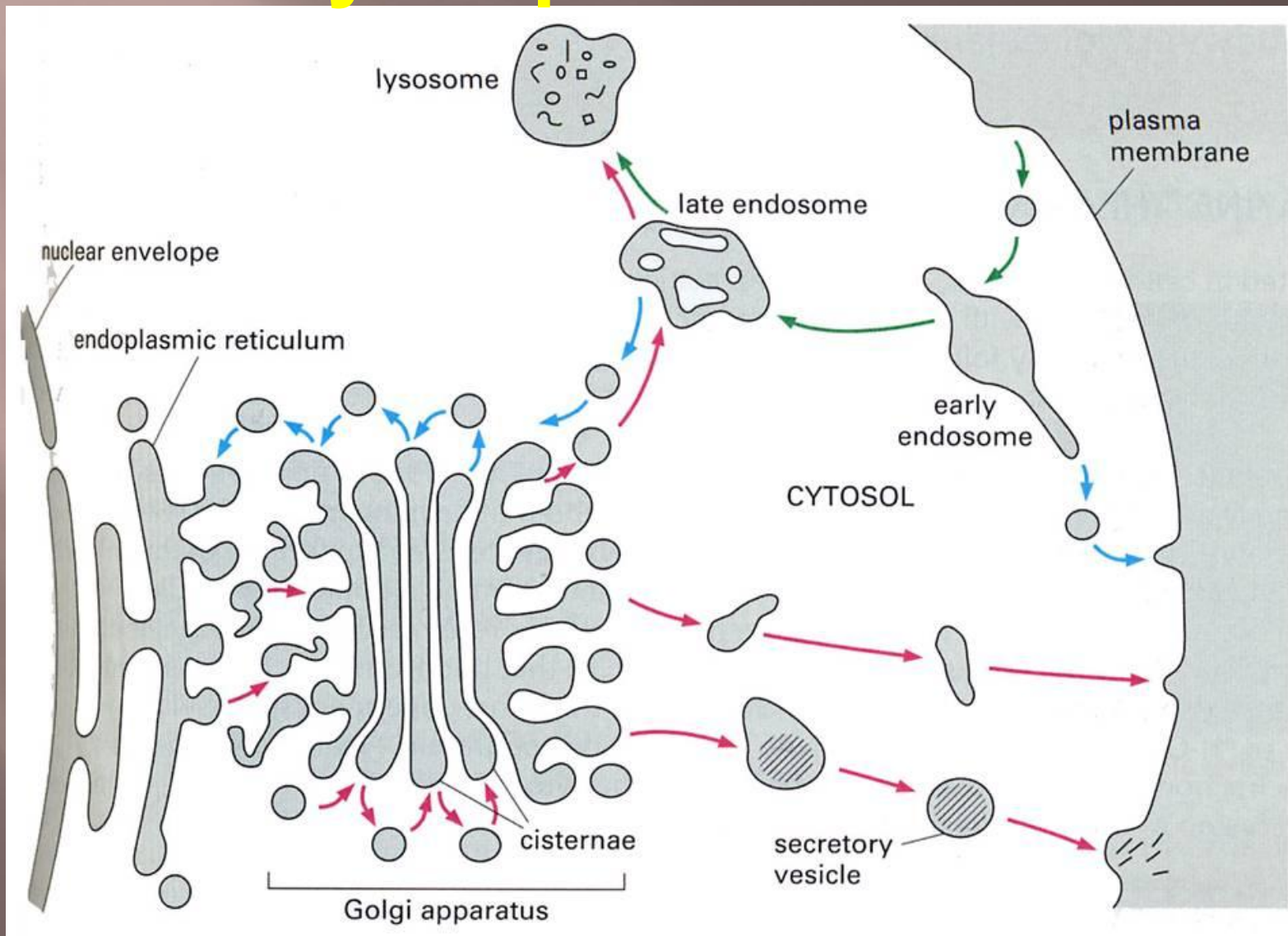
## **План лекции**

- **Эндоплазматическая сеть**
- **Пластинчатый комплекс Гольджи**
- **Лизосомы и их производные**

# КОМПОНЕНТЫ ВЕЗИКУЛЯРНОЙ СИСТЕМЫ КЛЕТКИ

- эндоплазматическая сеть (гранулярная и агранулярная)
- пластинчатый комплекс Гольджи
- лизосомы (первичные, вторичные, аутолизосомы, остаточные тельца)
- эндосомы (фагосомы, пиносомы, опушенные везикулы)
- экзосомы (секреторные везикулы, секреторные гранулы)
- пероксисомы
- сферосомы
- центральная вакуоль.

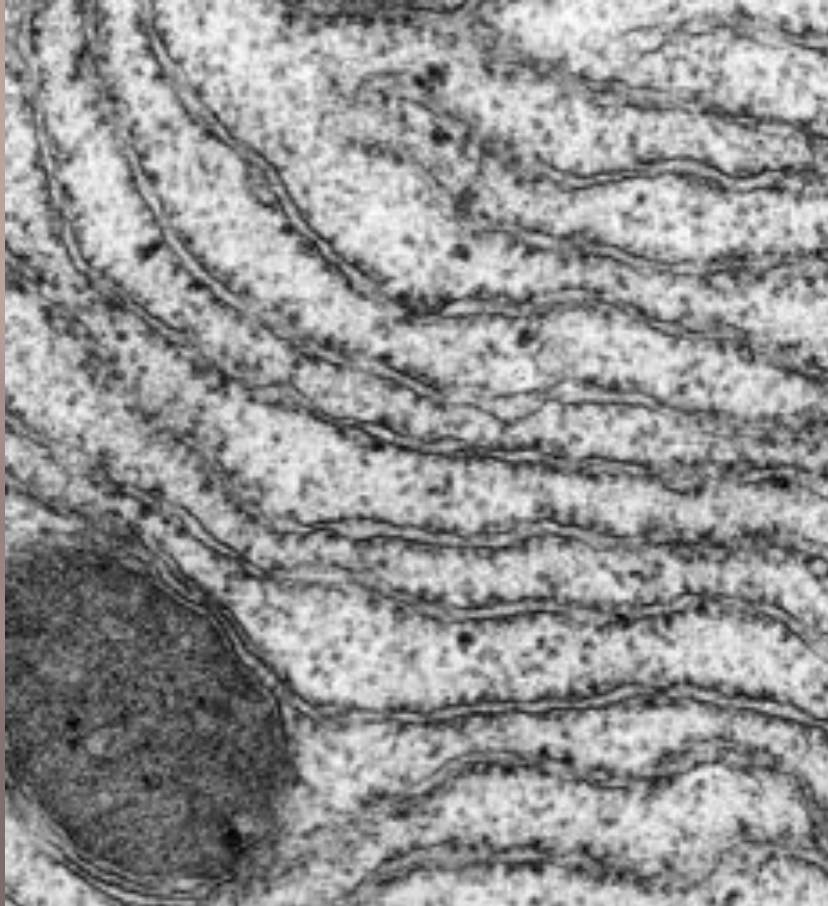
# Транспортные пути вакуолярной системы



# Эндоплазматическая сеть

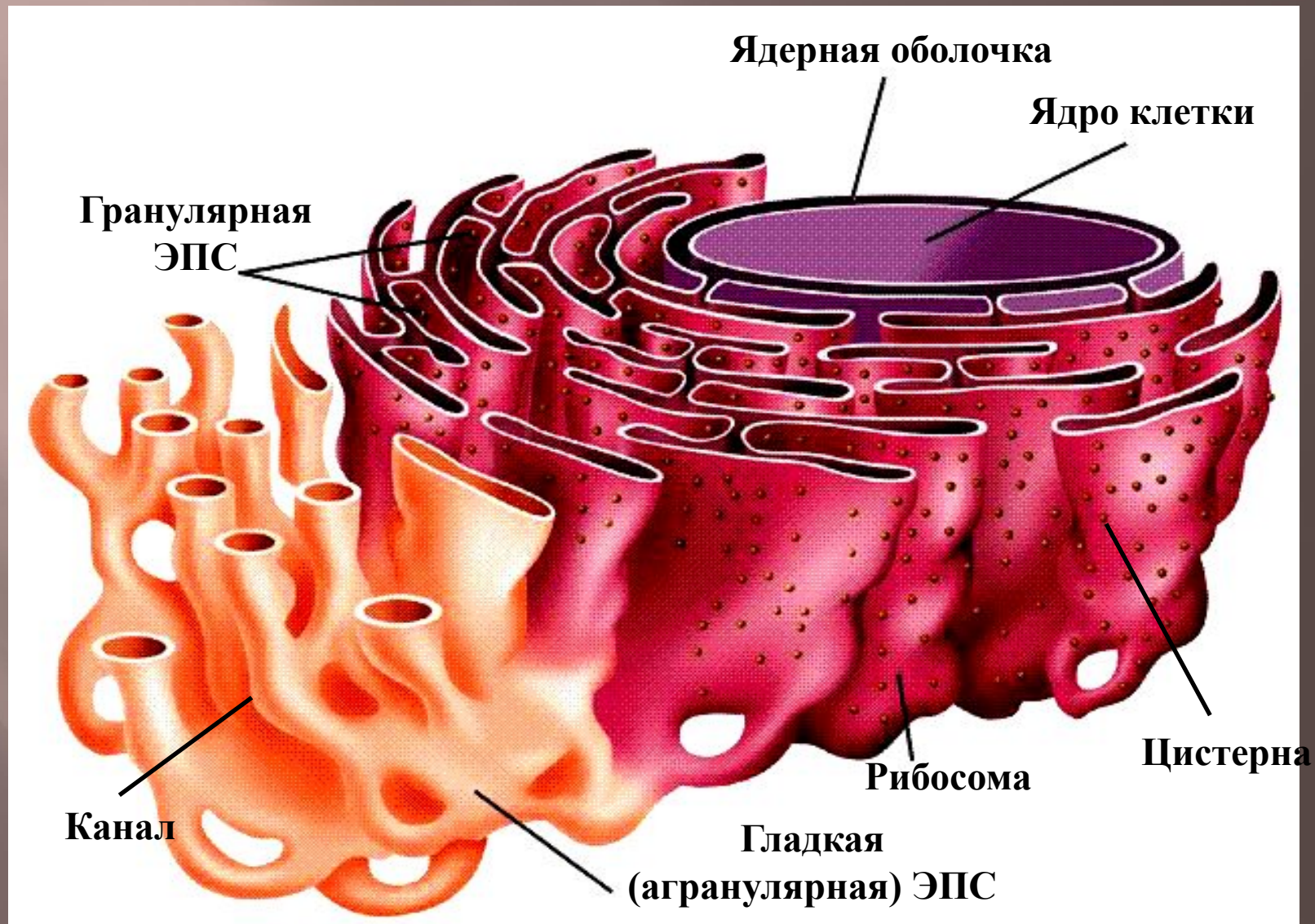
- При электронной микроскопии эукариотической клетки в цитоплазме обнаруживаются канальцы и уплощенные цистерны, стенки которых образованы мембраной толщиной около 7 нм.
- В клетках, специализирующихся на синтезе большого количества белков или липидов, канальцы и цистерны многочисленны и образуют сложную трехмерную сеть.
- Мембраны ЭПС делят цитоплазму на два компартмента – гиалоплазму, которая находится снаружи от цистерн и канальцев, и межмембранное пространство.

# Эндоплазматическая сеть

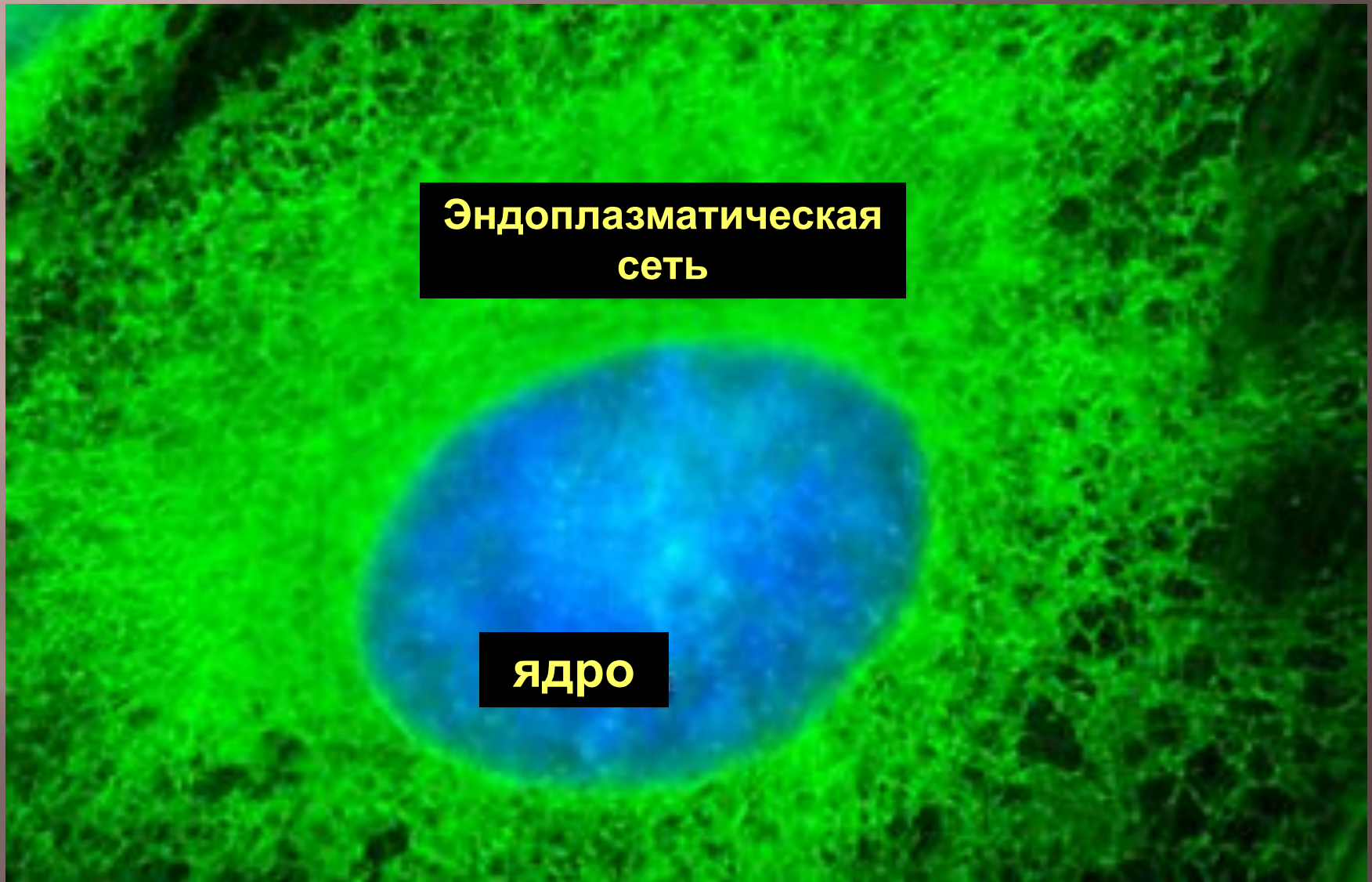


- **Состоит из плоских мембранных цистерн и канальцев**
- **Обеспечивает воспроизводство мембран, участвует в синтезе белков, углеводов и липидов.**
- **Гранулярная, шероховатая ЭПС содержит рибосомы, синтезирует мембранные и секреторные белки.**
- **Гладкая (агранулярная) ЭПС не содержит рибосом, синтезирует углеводы и липиды.**

# ЭНДОПЛАЗМАТИЧЕСКАЯ СЕТЬ



# ЭНДОПЛАЗМАТИЧЕСКАЯ СЕТЬ

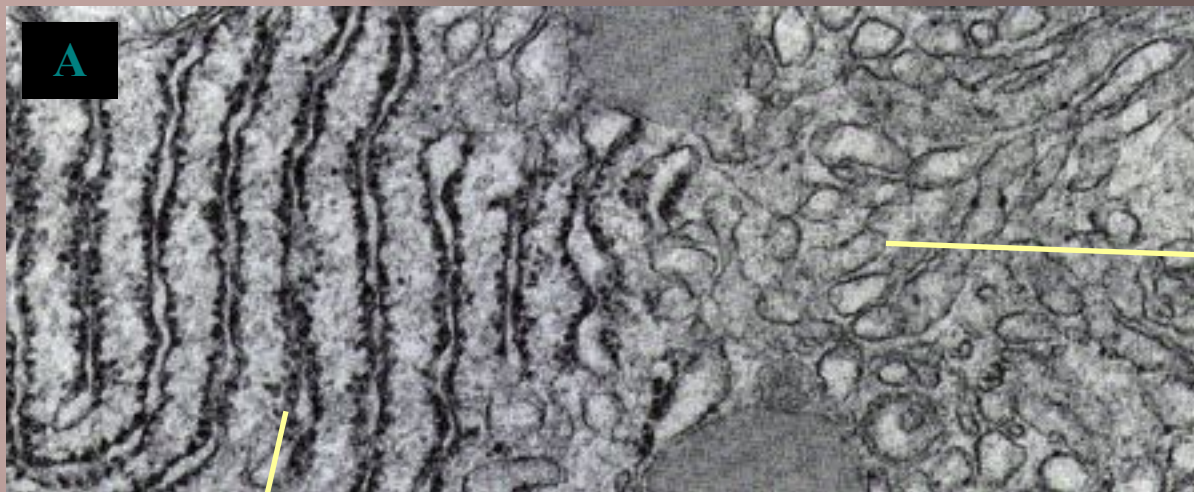


Эндоплазматическая  
сеть

ядро

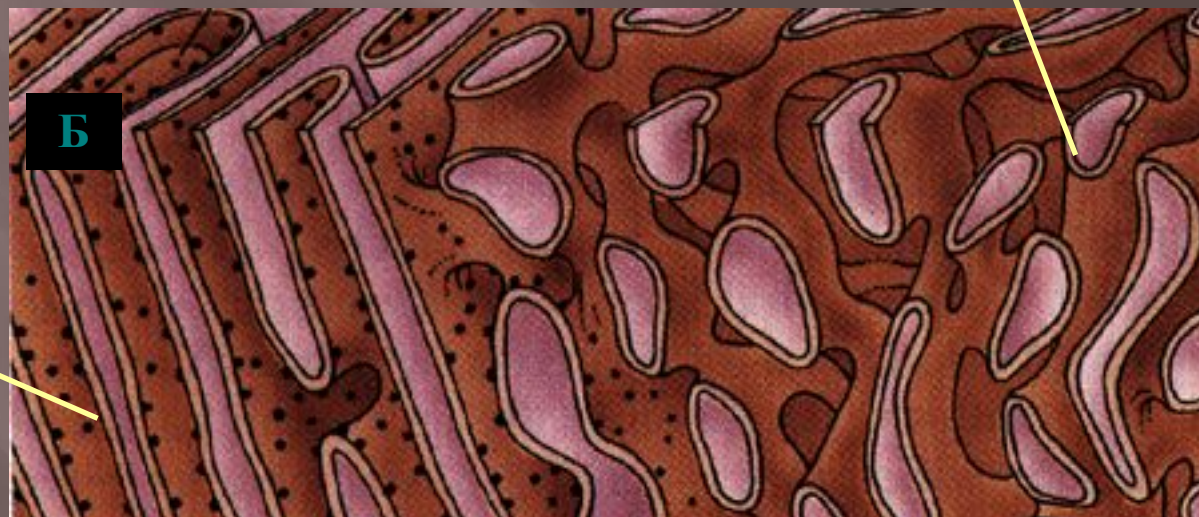


# ЭНДОПЛАЗМАТИЧЕСКАЯ СЕТЬ



гладкая ЭПС

гранулярная  
ЭПС



Соотношение между электронной микрофотографией и схемой

# Гладкая ЭПС

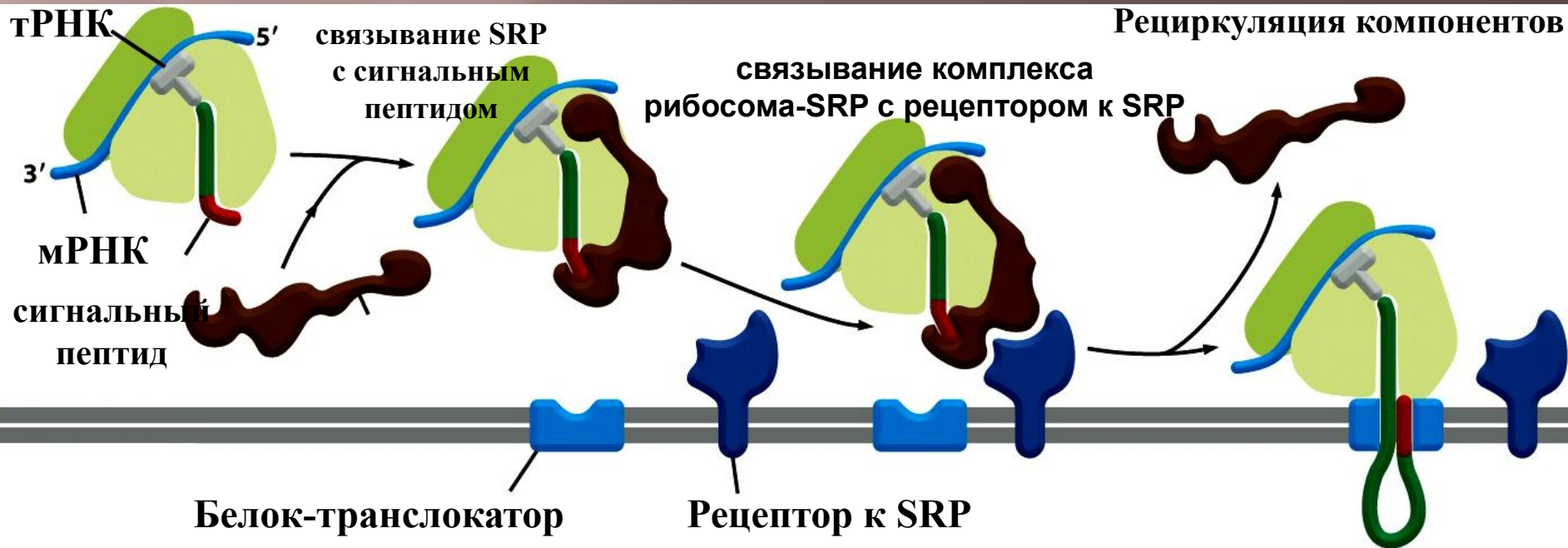
- состоит из переплетающихся канальцев и везикул небольшого диаметра
- специализируется в основном на синтезе, транспорте и накоплении липидов
- хорошо развита в клетках коры надпочечников (синтез стероидных гормонов), клетках печени (детоксикация метаболитов), секреторных клетках растений.
- сильно развита в мышечных волокнах скелетной мускулатуры (концентрация ионы кальция с помощью мембранных кальциевых насосов).

# Гранулярная ЭПС

- на внешней поверхности, обращенной к гиалоплазме, находятся рибосомы.
- специализируется на синтезе, транспорте и посттрансляционной модификации мембранных белков и секреторных белков («на экспорт»)
- прикрепление рибосом к мембране ЭПС обеспечивается специальными внутримембранными гликопротеидами – рибофоринами.
- рибосомы прикрепляются к мембране большой субъединицей и ориентируются так, что ось рибосомы проходит почти параллельно поверхности мембраны. Рибосома как бы лежит на боку, под небольшим углом к мембране ПС.

# Гранулярная ЭПС

Цитоплазма

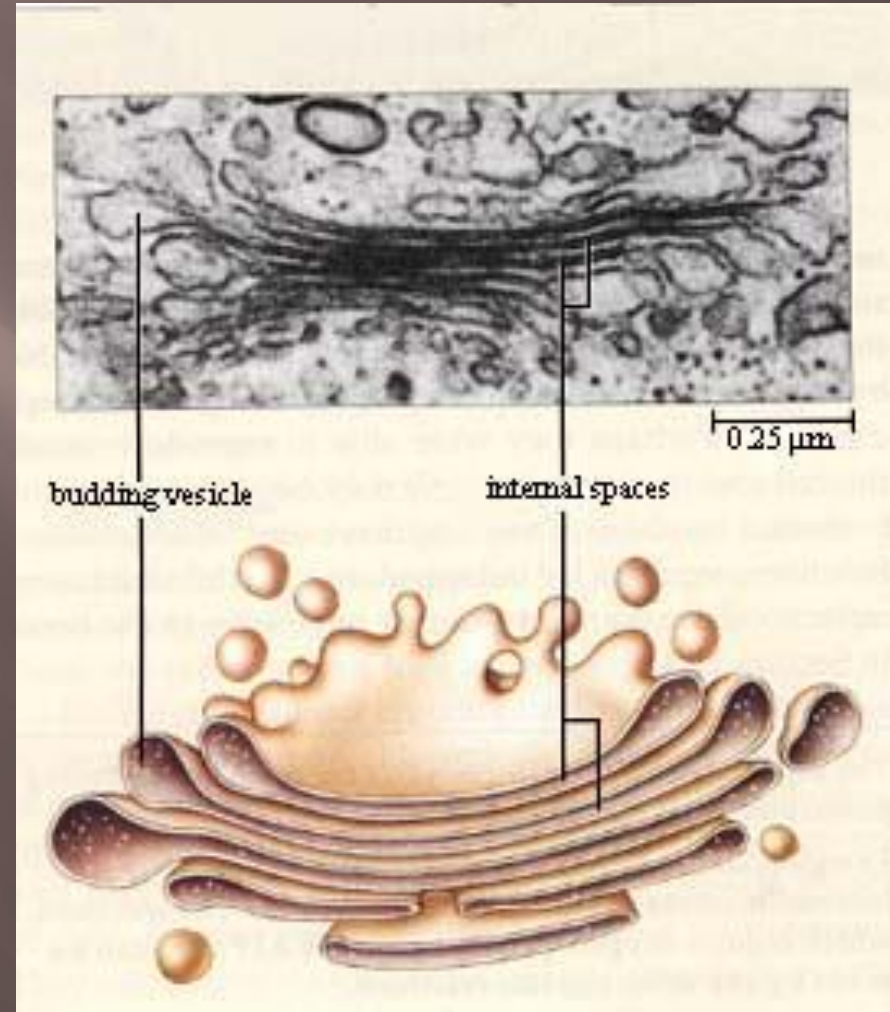


Межмембранное пространство ЭПС

Синтез белка на мембранах гранулярной ЭПС

# Комплекс Гольджи

- Состоит из одной или нескольких **диктиосом** с окружающими их везикулами
- Каждая диктиосома содержит от 5 до 20 сильно уплощенных мембранных цистерн, связанных между собой по периферии сетью мембранных канальцев.
- хорошо развит в нейронах и секреторных клетках.



# Комплекс Гольджи

секреторные везикулы

формирующиеся  
секреторные везикулы

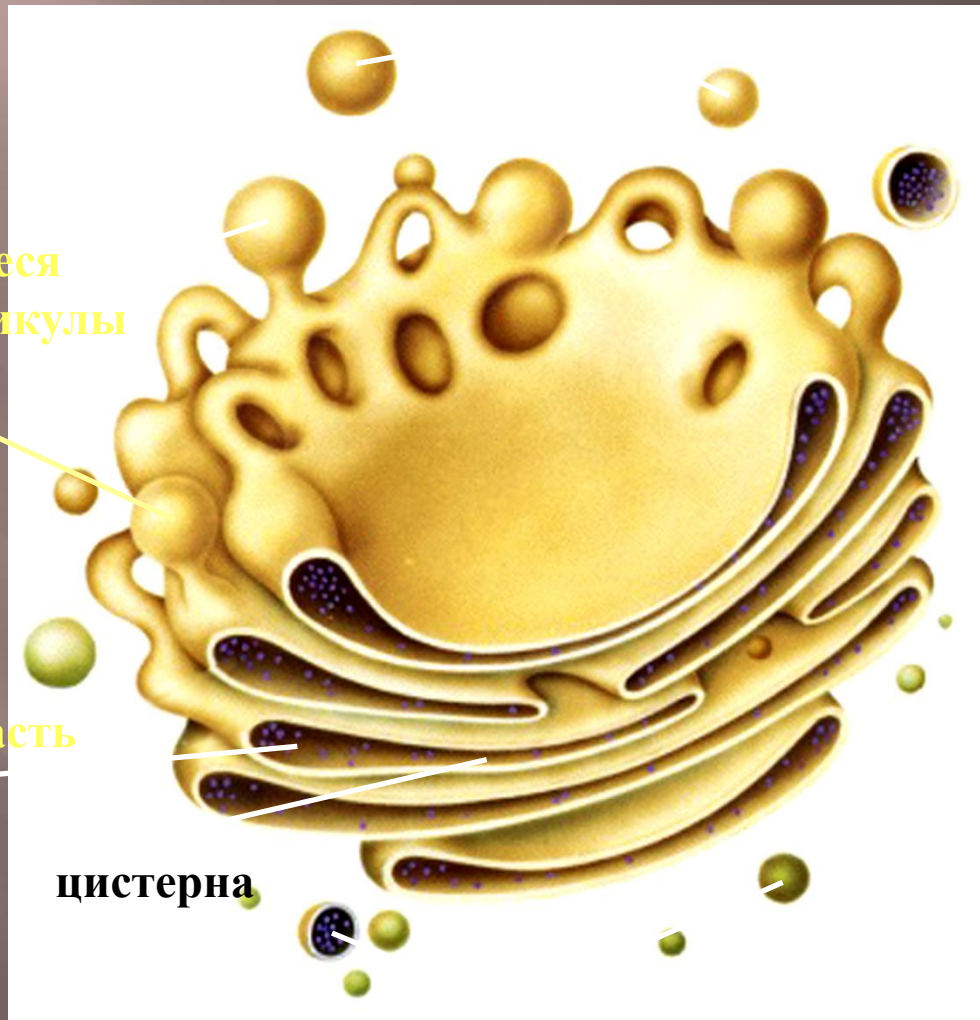
ампулярная часть  
цистерны

цистерна

транс-часть

срединная часть

цис-часть



везикулы от эндоплазматического ретикулума

# Локализация комплекса Гольджи

## В ЖИВОТНЫХ КЛЕТКАХ



# Комплекс Гольджи

- Представляет собой специализированную часть мембранной системы клетки, которая выполняет интегративные функции по отношению к ПС и другим мембранным органоидам.
- При наличии одной диктиосомы располагается всегда в определенном месте цитоплазмы около клеточного центра. Со стороны пластинчатого комплекса и клеточного центра в ядре обычно имеется инвагинация.
- В секреторных клетках животных, нейронах и некоторых растительных клетках может состоять из нескольких диктиосом.
- Сортирует, модифицирует, концентрирует и оправляет вещества на экспорт.



# Комплекс Гольджи



Электронная  
микроскопия

Флуоресцентная  
микроскопия

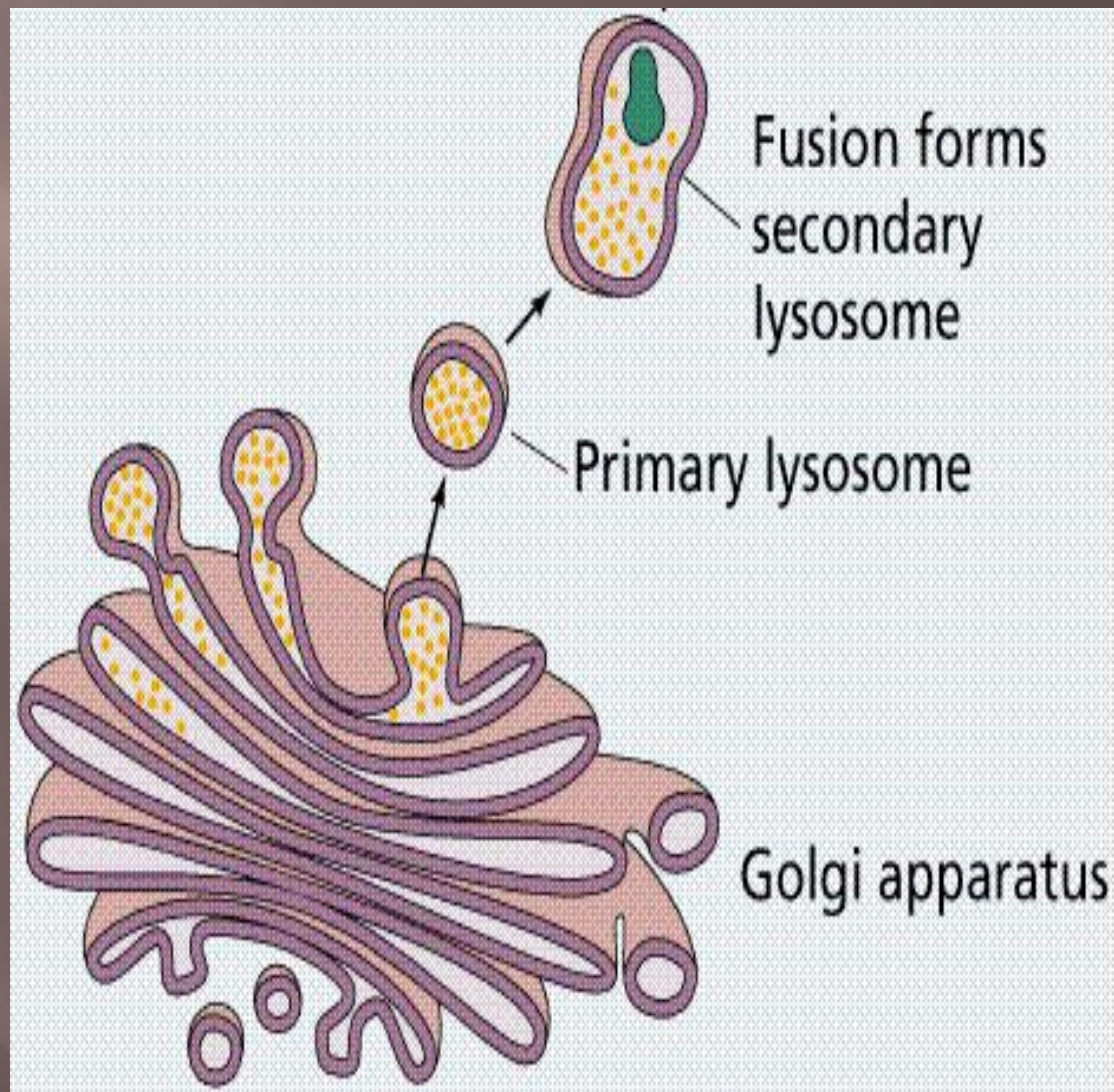


аппарат Гольджи

ядро клетки

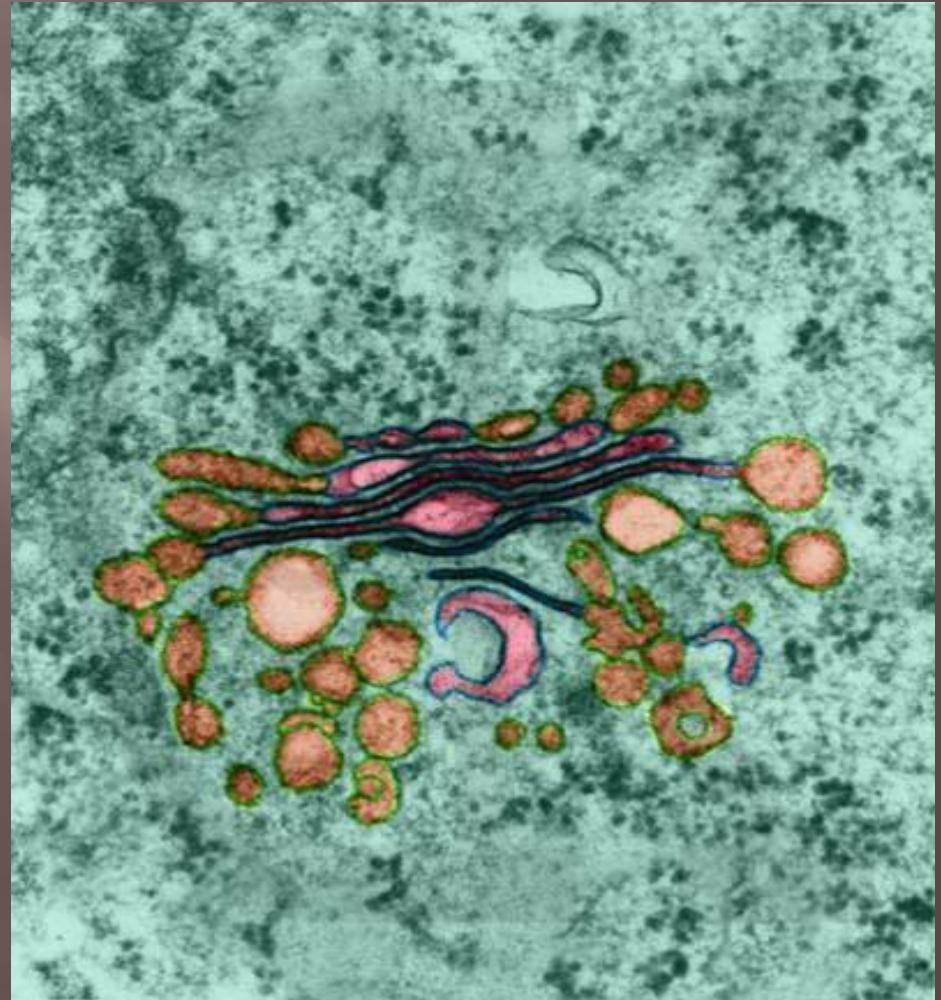
# Комплекс Гольджи

- Одной из функций комплекса Гольджи является синтез лизосом

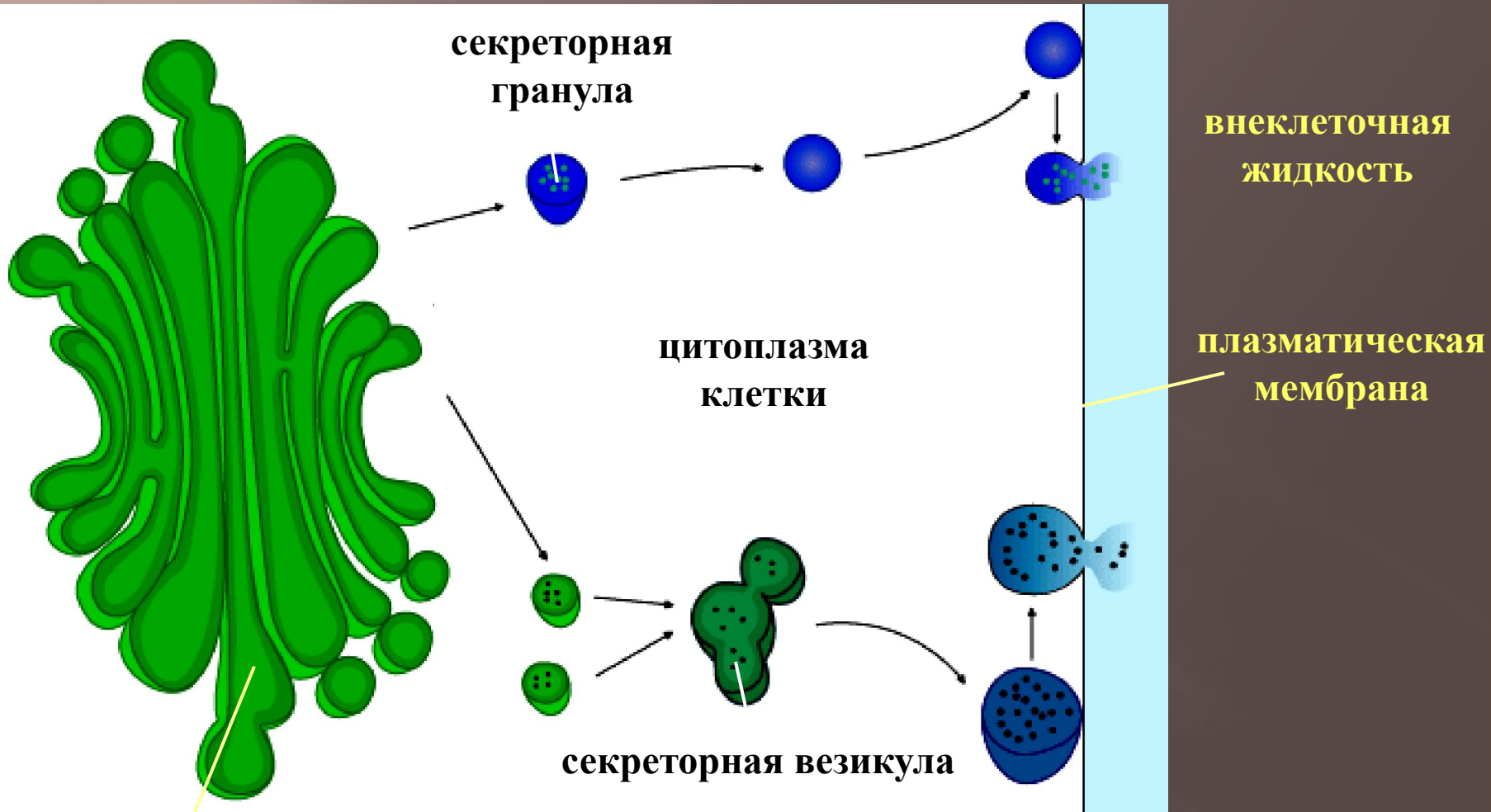


# Комплекс Гольджи

- В комплексе Гольджи идет также синтез липидов, полисахаридов и процессинг белковых молекул
- Структура комплекса Гольджи меняется в зависимости от стадии жизни клетки.



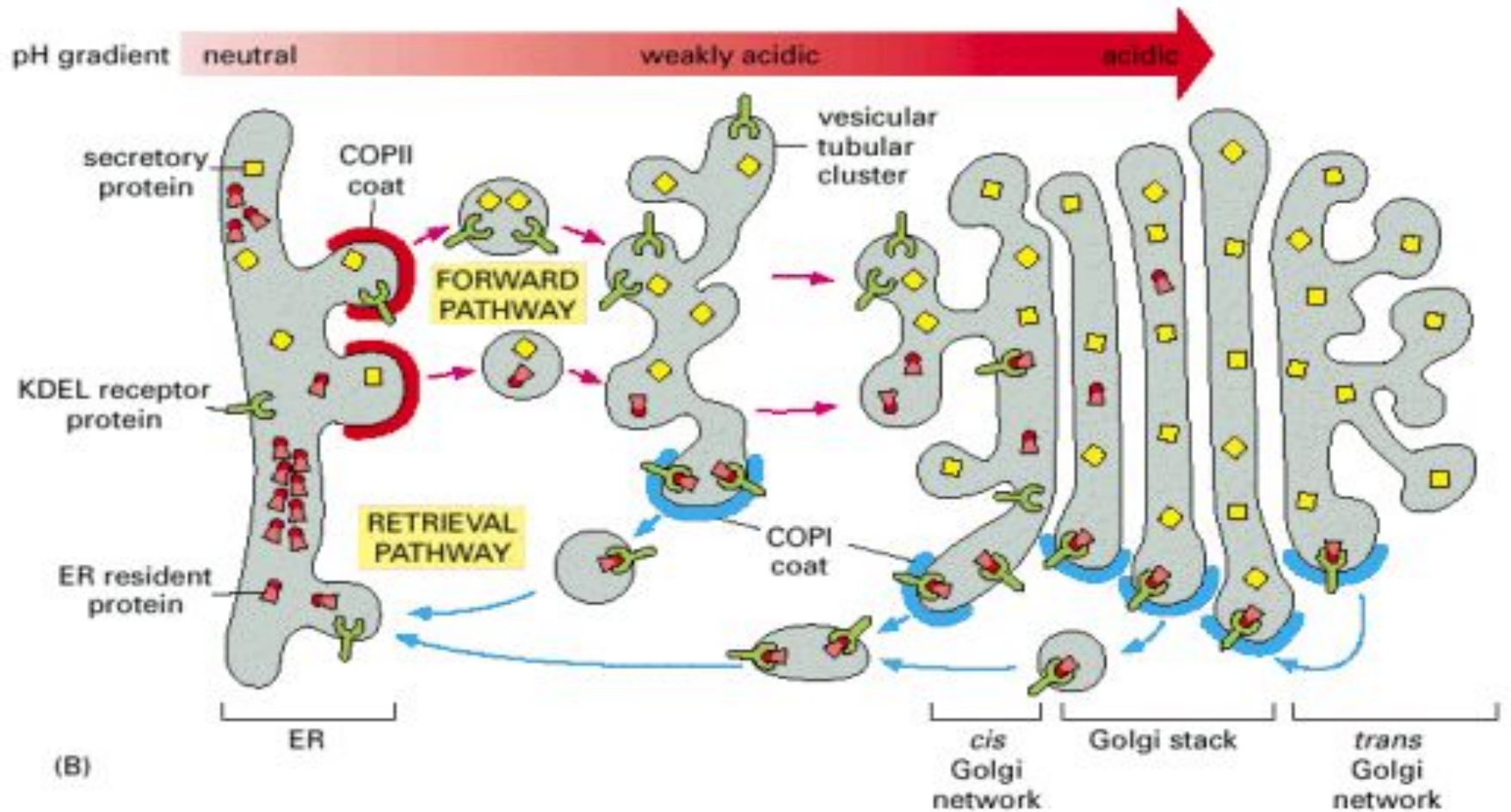
# Комплекс Гольджи



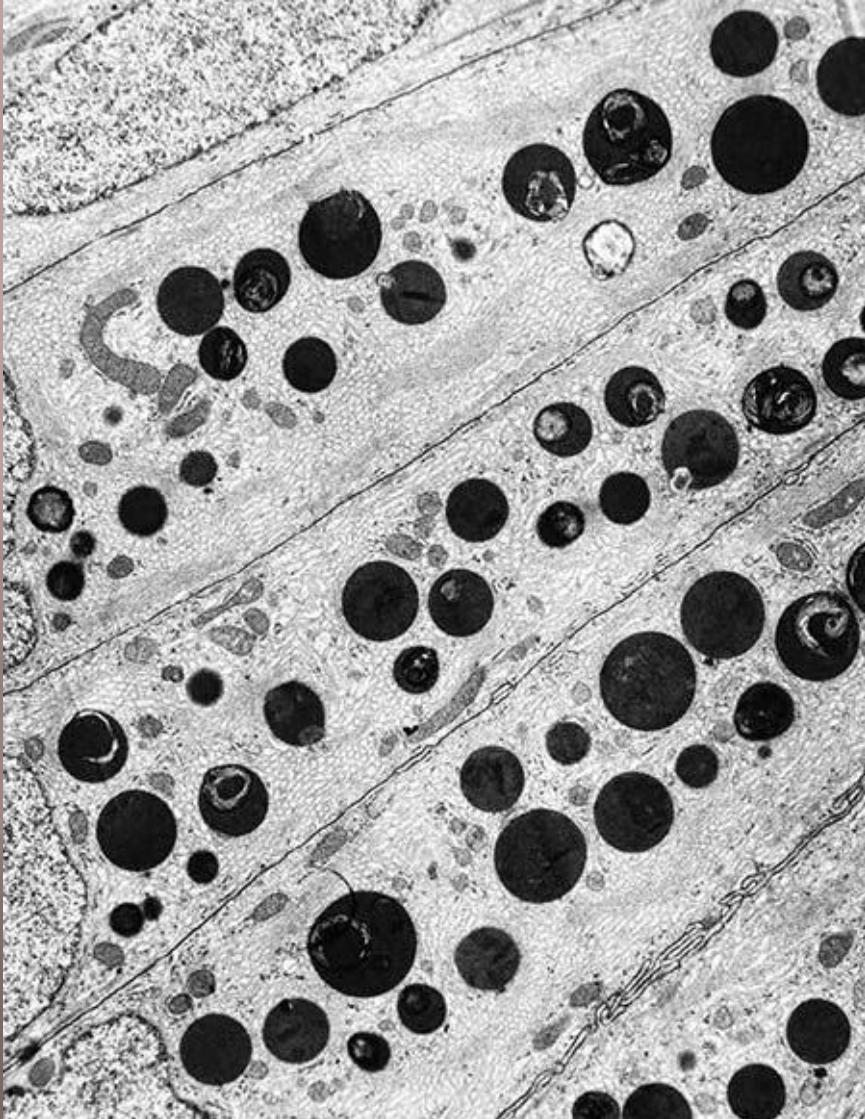
комплекс  
Гольджи

Участие в секреции

# Антероградный и ретроградный транспорт



# Лизосомы



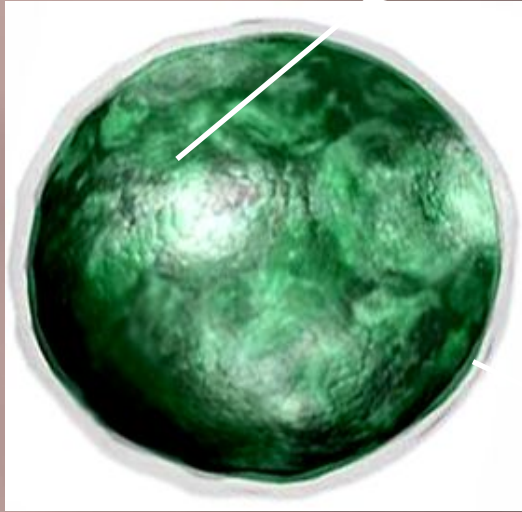
- Образуются в аппарате Гольджи.
- Содержат набор гидролаз, способных расщеплять белки, нуклеиновые кислоты, липиды и углеводы
- Разрушают поврежденные органеллы, переваривают поступившие в клетку вещества, накапливают липофусцин
- Участвуют в гибели клетки путем некроза

# Лизосомы

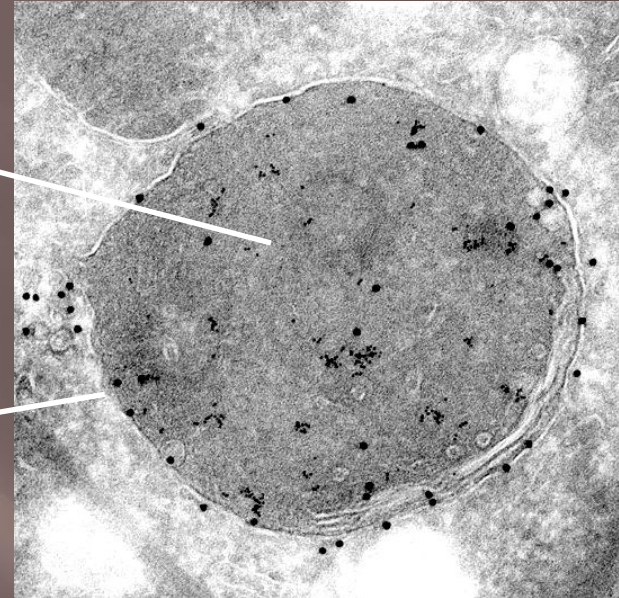
- ▣ представляют собой пузырьки диаметром от 100 нм до нескольких мкм, которые обнаруживаются в цитоплазме клеток простейших, растений и животных.
- ▣ Состав и количество лизосомальных гидролаз обладает видовой и тканевой специфичностью.
- ▣ Морфологически лизосомы неоднородны и претерпевают различные изменения при слиянии с другими органоидами.
- ▣ Для идентификации лизосом используется реакция на кислую фосфатазу.

# Лизосомы

ферментативные  
комплексы



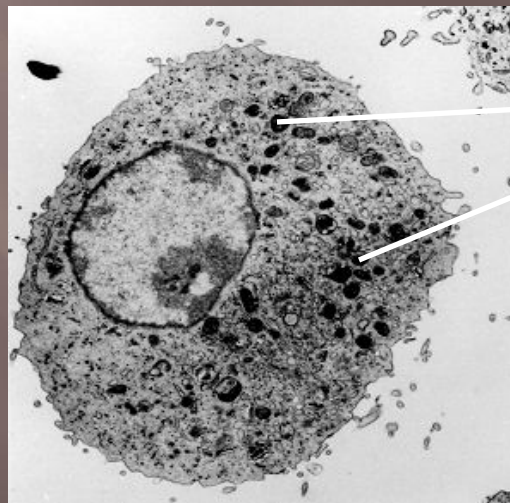
мембрана



Электронная  
микрофотография

лизосомы

Схема строения



Лизосомы в  
макрофаге



# Активация ферментов лизосом

- Гидролазы находятся в лизосомах в неактивном, латентном состоянии. Изучение этого феномена и привело бельгийского биохимика К. де Дюва к открытию лизосом (1955).
- Латентность лизосомальных гидролаз обусловлена наличием мембраны, которая препятствует взаимодействию ферментов с субстратами.
- Часть гидролаз встроено в мембрану и блокировано за счет связи с липидами. Другая часть ферментов инактивирована углеводами мембраны и матрикса.
- Помимо этого, внутренняя среда лизосомы сильно закислена, тогда как максимальная активность гидролаз проявляется в слабо кислой среде

# Первичные лизосомы

- Морфологически лизосомы подразделяют на четыре типа – **первичные лизосомы, вторичные лизосомы, аутофагосомы и остаточные тельца.**
- **Первичные лизосомы** образуются в пластинчатом комплексе в виде одномембранных пузырьков с бесструктурным содержимым. Они служат для временного хранения и инактивации гидролаз.
- Первичные лизосомы способны перемещаться в цитоплазме с помощью микротрубочек, а также сливаться с другими мембранными органеллами

# Вторичные лизосомы

- Вторичные лизосомы (фаголизосомы, пищеварительные вакуоли) образуются в результате слияния первичных лизосом с фагоцитарными или пиноцитозными вакуолями.
- При этом наблюдается активация лизосомальных гидролаз, распад поступивших в клетку веществ и выведение низкомолекулярных веществ в гиалоплазму для включения в метаболические процессы клетки.
- Морфологически вторичные лизосомы отличаются от первичных лизосом более крупными размерами и наличием фагоцитируемого материала.

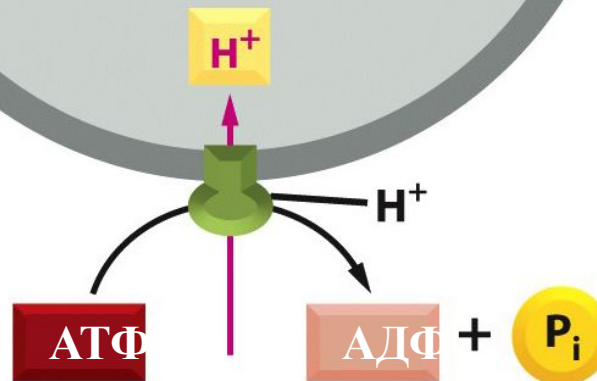
# Ферментный состав лизосом

0,2-0,5 мкм

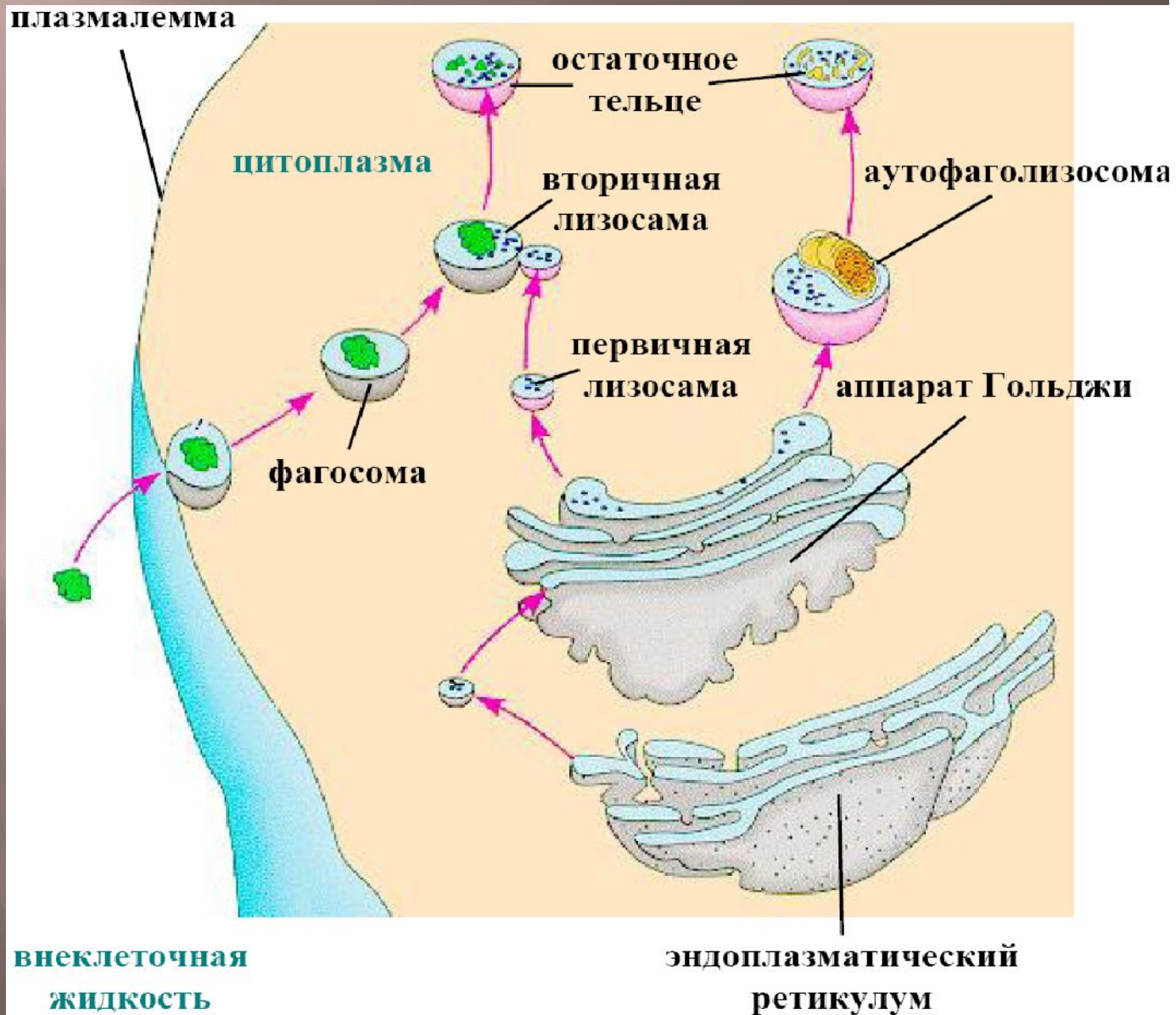
pH~7.2

pH~5.0

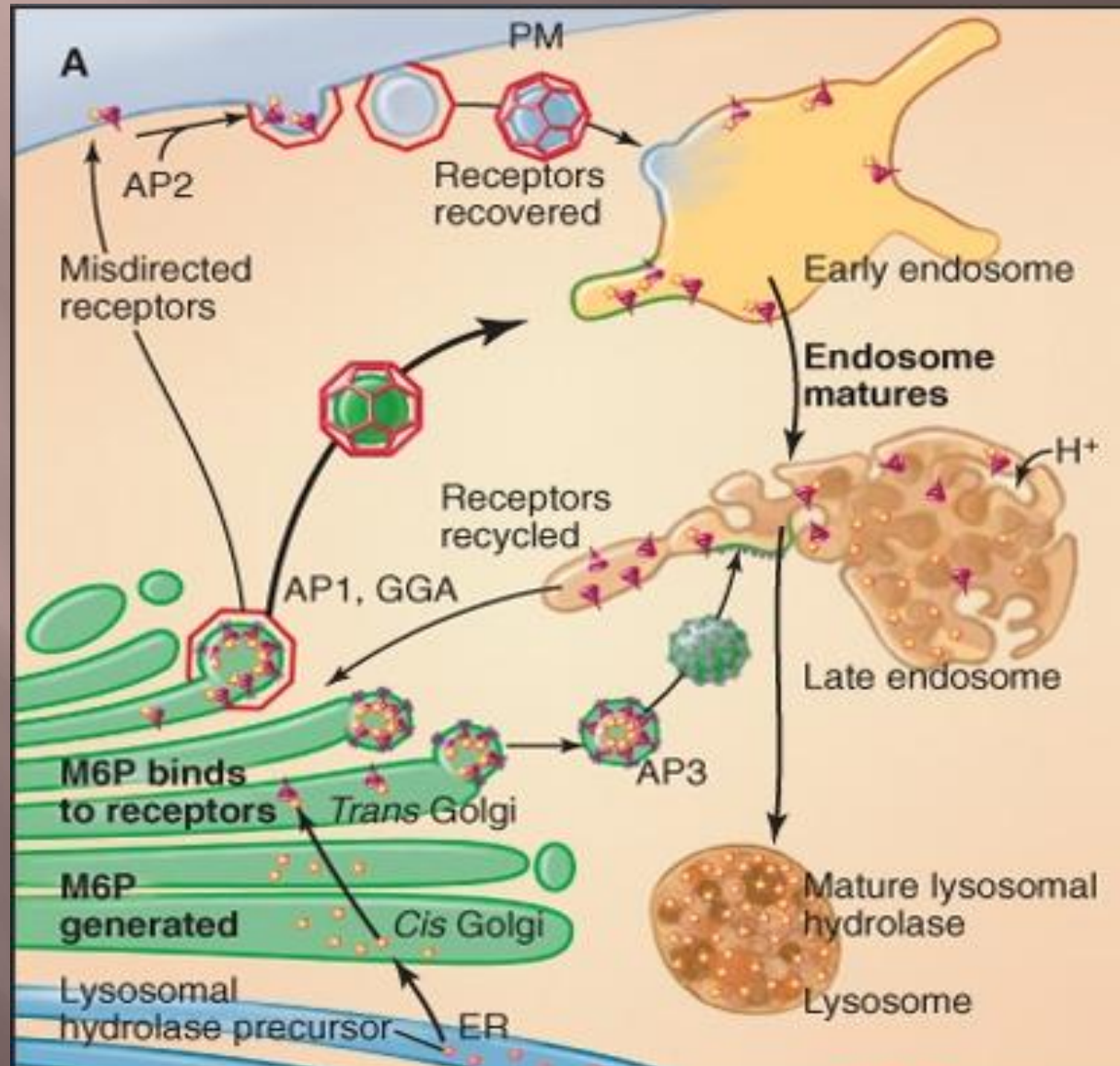
Кислые гидролазы:  
нуклеазы  
протеазы  
гликозидазы  
липазы  
фосфатазы  
сульфатазы  
фосфолипазы



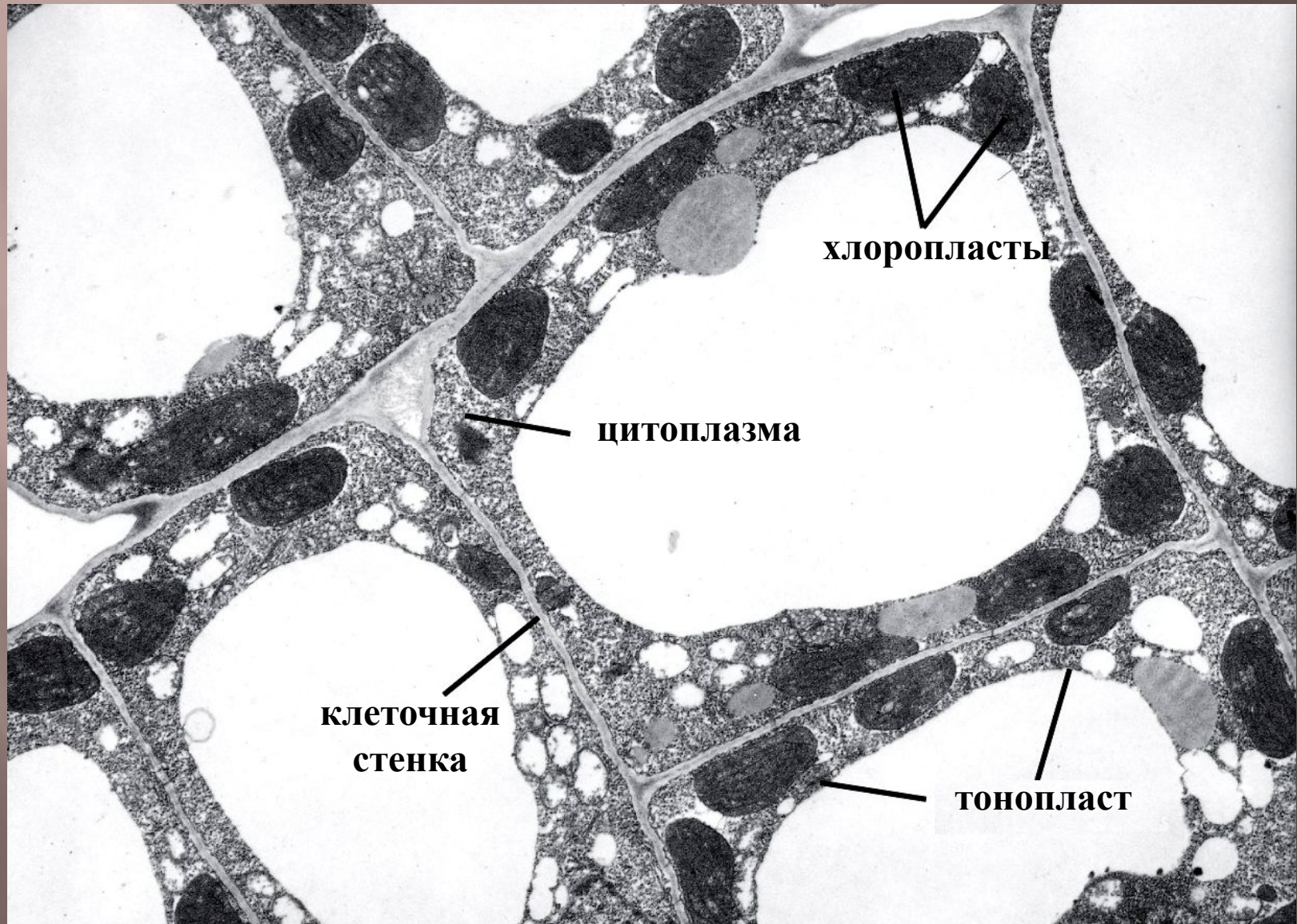
# Лизосомальный цикл



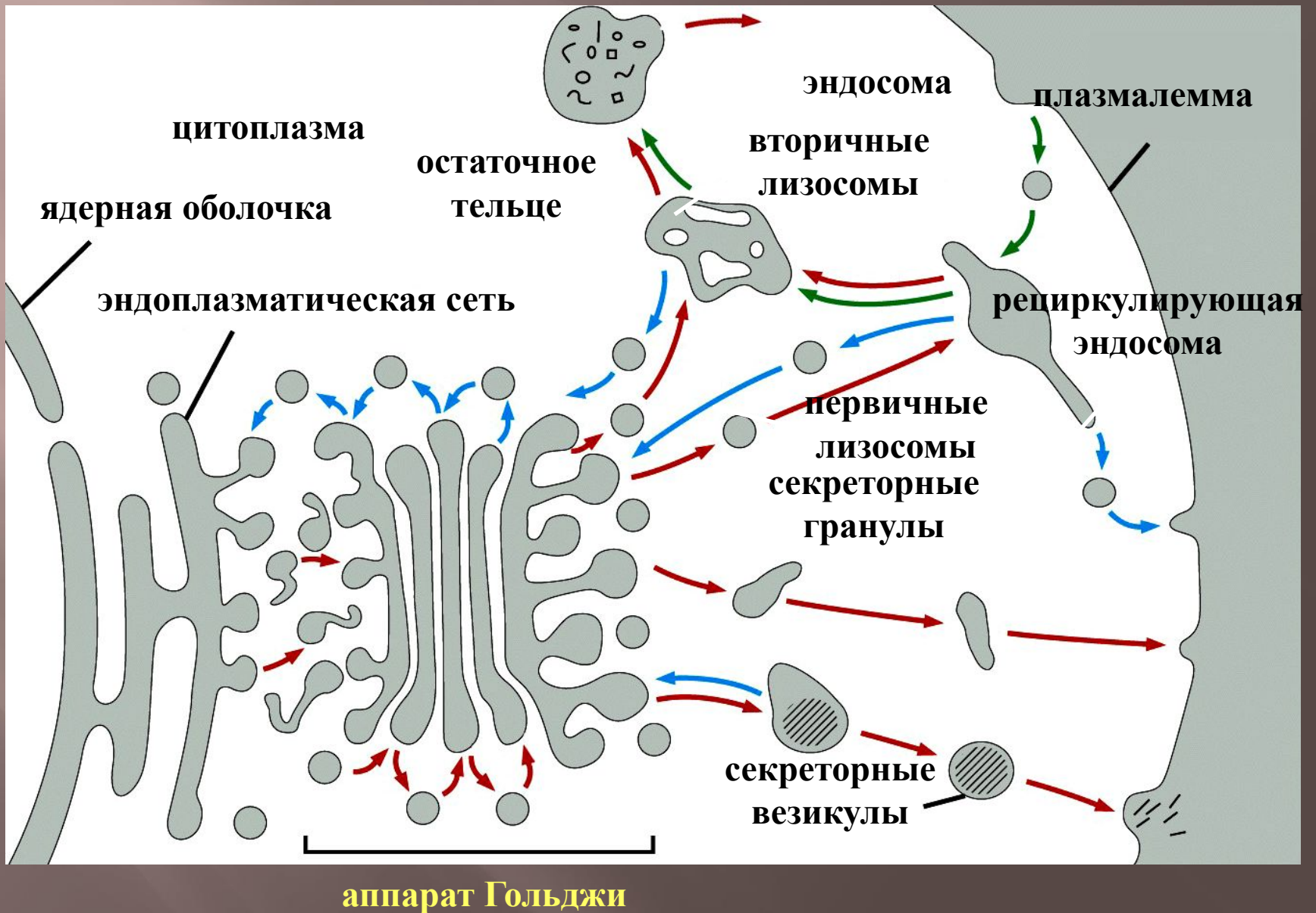
# Mannose 6-phosphate (M6P) – путь лизосомальных гидролаз



# ЦЕНТРАЛЬНАЯ ВАКУОЛЬ



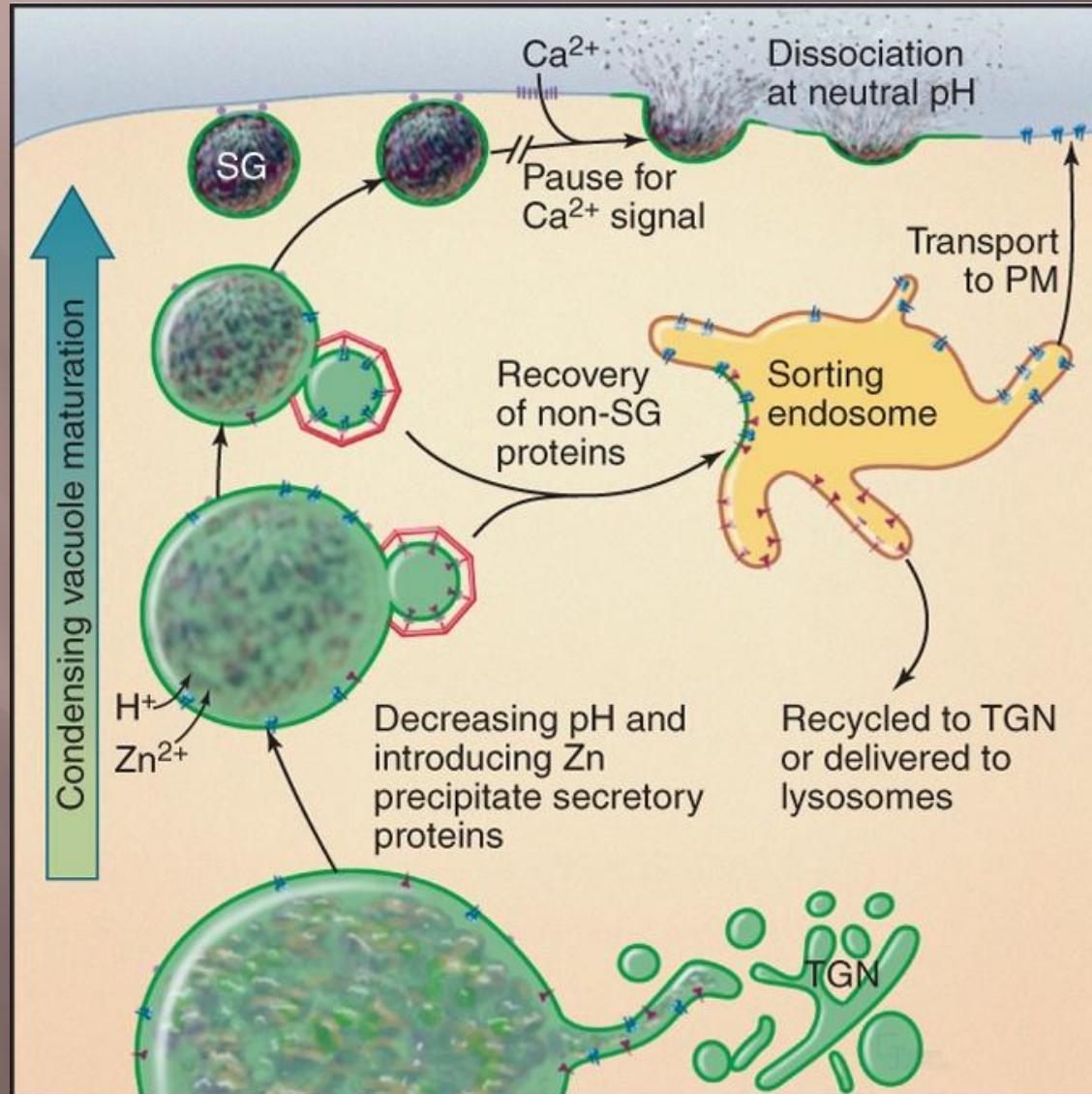
# ЦИРКУЛЯЦИЯ МЕМБРАН В КЛЕТКЕ







# Созревание секреторных гранул



# Пероксисомы (микротельца)

- Имеются в растительных и животных клетках
- Содержат ферменты метаболизма **пероксида водорода**
- Защищают клетку от **свободных радикалов**, возникающих при **окислительном стрессе**
- Обеспечивают **фотореспирацию** у растений

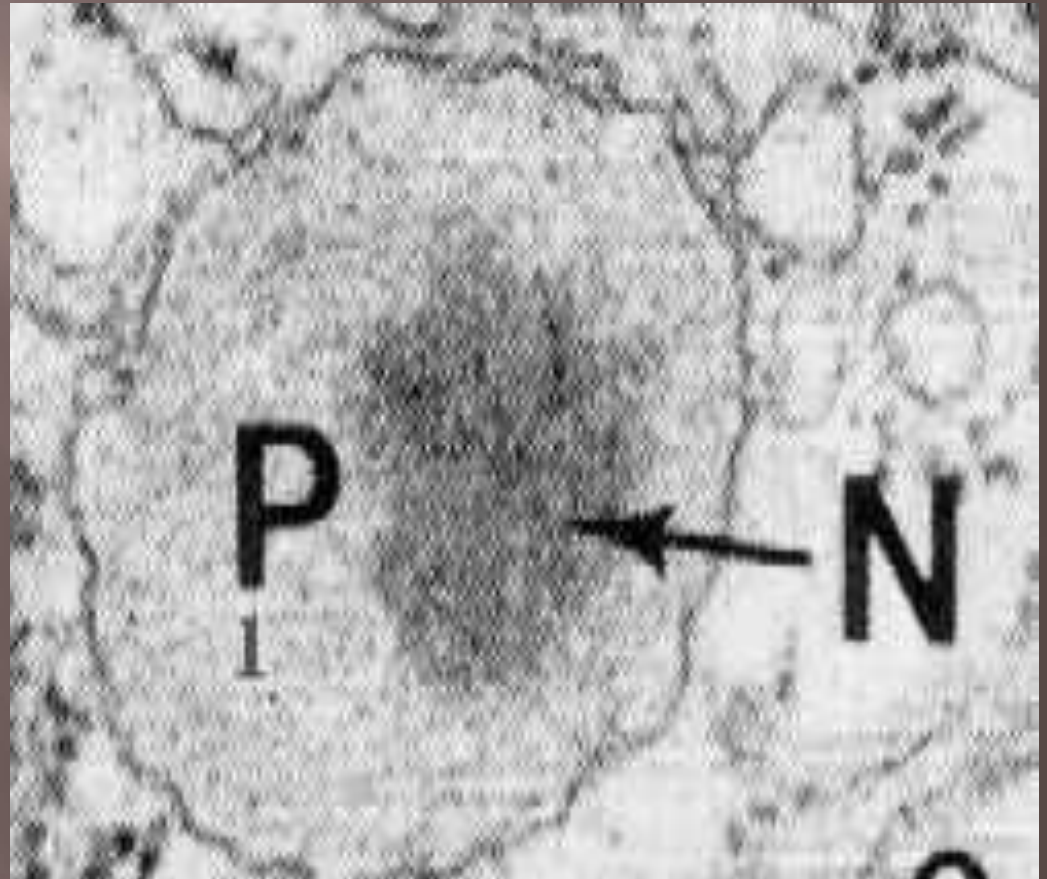


# Пероксисомы

- ▣ представляют собой одномембранные вакуоли диаметром 300–1500 нм.
- ▣ имеют гранулярный матрикс, в центре которого располагаются состоящие из фибриллярного материала псевдокристаллические структуры.
- ▣ Пероксисомы печени локализованы вблизи ЭПС и содержат набор ферментов, участвующих в метаболизме перекиси водорода – каталазу, уратоксидазу и т. п.
- ▣ Пероксисомы растений могут также содержать ферменты катаболизма пуринов и глиоксалатного цикла. У растений пероксисомы часто взаимодействуют с митохондриями и пластидами.

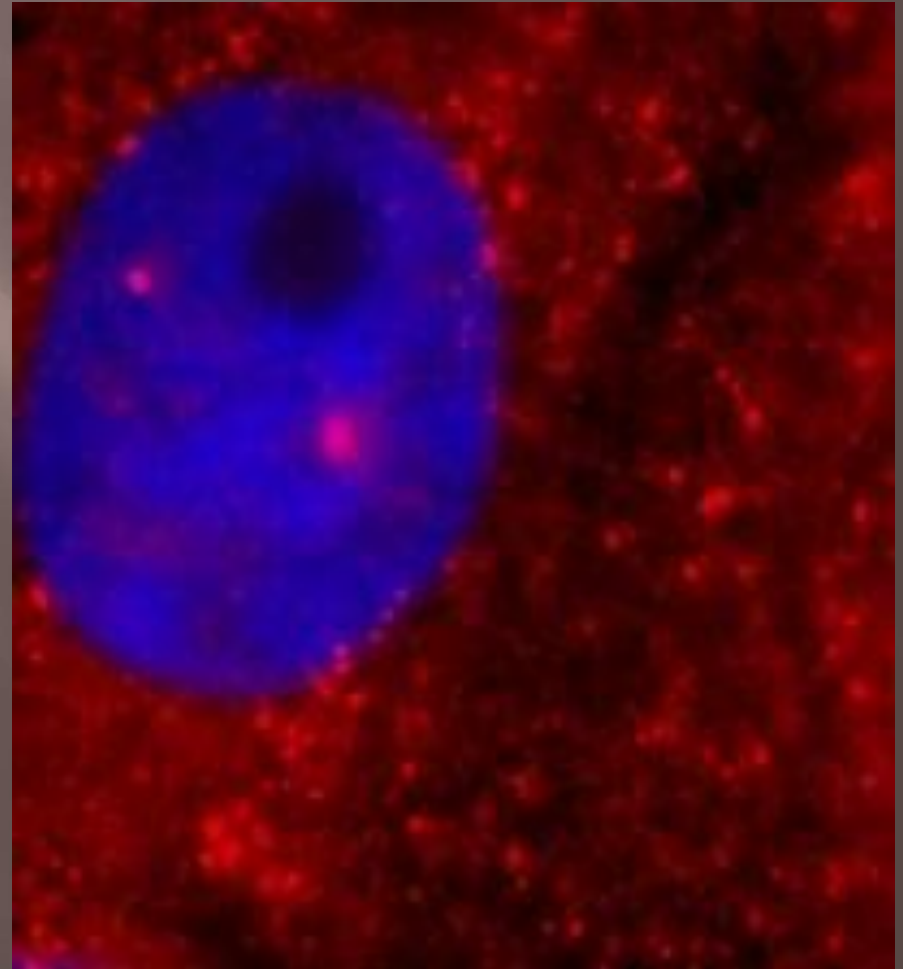
# Пероксисомы

- Пероксисомы образуются путём отшнуровки мембранных пузырьков от цистерн комплекса Гольджи.



# Глиоксисомы (микротельца)

- ▣ Разновидность растительных пероксисом
- ▣ Содержат жиры
- ▣ Обеспечивают превращение жиров в углеводы – глиоксилатный цикл



# Эндосомы

- Являются одномоембранными органоидами, которые обеспечивают эндоцитоз – транспорт биогенных макромолекул и их комплексов внутрь клетки.
- Существуют три разновидности эндоцитоза – фагоцитоз, пиноцитоз и специфический эндоцитоз, каждой из которых соответствует свой вариант эндосомы – фагосома, пиносома и опушенная везикула.
- Все эндосомы являются производными плазматической мембраны клетки и функционируют при эндоцитозе сходным образом.

# Секреторные везикулы

- тип одномембранных органоидов, связанный с экзоцитозом. Различают 2 разновидности экзоцитоза: секрецию и экскрецию.
- Секреция - выделение клеткой синтезированных ею продуктов – простых и сложных белков, липидов, углеводов, биогенных аминов и т. п.
- Экскреция – выделение из клетки во внешнюю среду продуктов распада.
- В зависимости от химической природы секретируемого вещества и способа его упаковки везикулы превращаются в секреторные вакуоли или гранулы.
- Размеры варьируют в широких пределах: от 20 нм у клеток аденогипофиза, секретирующих тиротропный гормон, до 600 нм у бокаловидных клеток кишечника

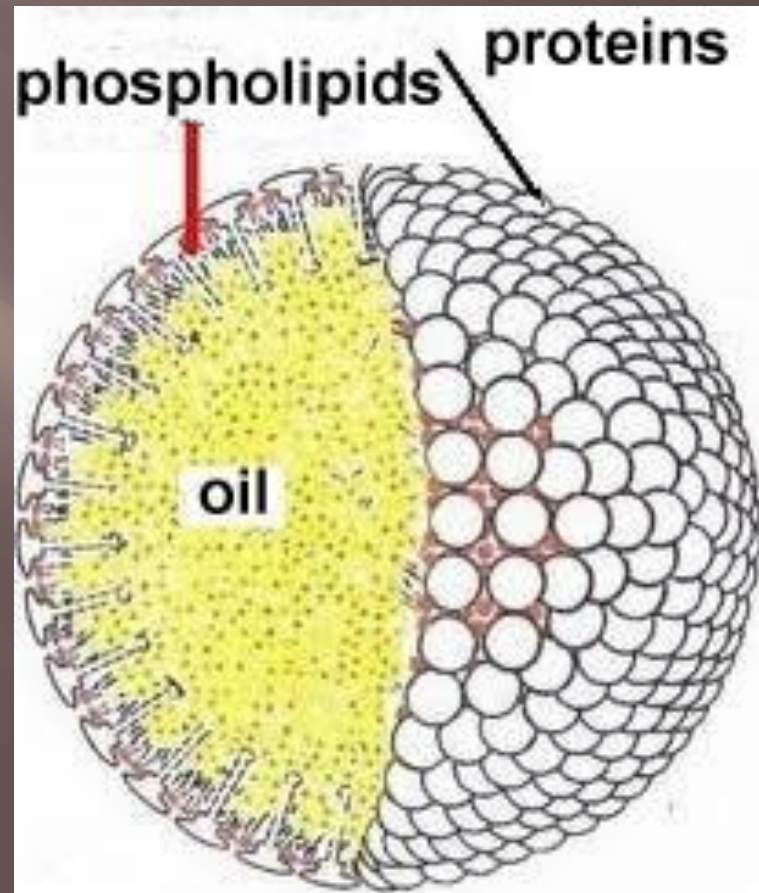


# Вакуоли и сферосомы растительных клеток

- Вакуоли могут занимать значительную часть цитоплазмы растительной клетки. У зрелых клеток отдельные вакуоли сливаются в одну большую центральную вакуоль.
- Мембрана, отделяющая вакуоль от гиалоплазмы, называется тонопластом.
- Вакуоли выполняют ряд важных для растительной клетки функций: поддерживают осмотическое давление, обеспечивают экскрецию метаболитов и накапливают запасные питательные вещества.
- Сферосомы (микросомы) представляют собой одномембранные пузырьки, служащие в растительной клетке местом накопления липидов и белков.

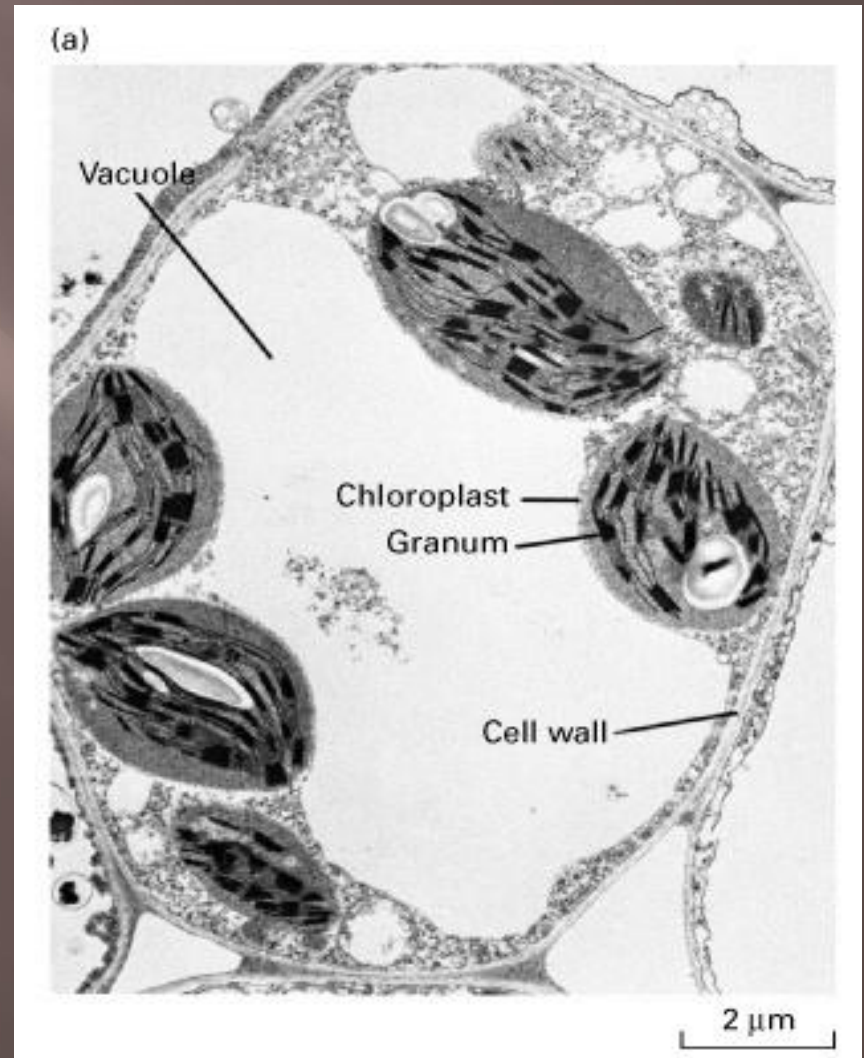
# Олеосомы (сферосомы)

- ▣ Имеются только у растений
- ▣ Содержат жиры
- ▣ Их особенно много в семенах масличных растений



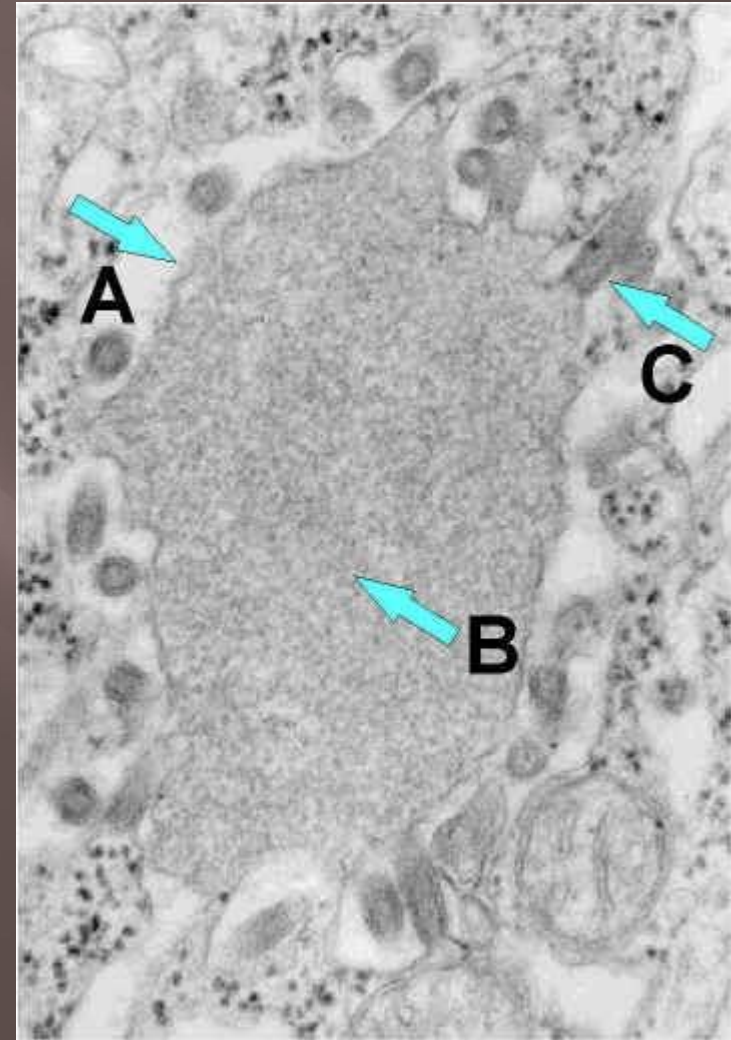
# Вакуоли

- Крупные вакуоли имеются только у растительных клеток.
- У животных клеток они отсутствуют или представлены мелкими везикулами
- Регулируют осмотическое давление в растительной клетке, накапливают метаболиты, частично замещают функции ЛИЗОСОМ



# Включения

- Непостоянные компоненты клеток растений и животных
- Представляют собой отложения запасных веществ (липидов, углеводов, а у растений - и белков)
- Могут возникать при избыточном поступлении веществ извне или при нарушениях метаболизма
- Образуются при вирусных инфекциях (тельца Гварниери при оспе, Бабеша-Негри при бешенстве)



# ВКЛЮЧЕНИЯ

**Включения** — непостоянные структуры клеток, присутствующие в зависимости от состояния их жизнедеятельности

## ПО ЛОКАЛИЗАЦИИ

ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКИЕ  
ВНУТРИЯДЕРНЫЕ

## ПО ФУНКЦИИ

ПИГМЕНТНЫЕ  
ТРОФИЧЕСКИЕ  
СЕКРЕТОРЫЕ  
ЭКСКРЕТОРЫЕ  
ИНОРОДНЫЕ

## ПО ХИМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЕ

## Классификация пигментных включений

### ГЕМОГЛОБИНОГЕННЫЕ

БИЛИРУБИН  
ГЕМОСИДЕРИН  
ФЕРРИТИН

### ПРОТЕИНОГЕННЫЕ

(ТИРОЗИН-  
ТРИПТОФАНОВЫЕ)

МЕЛАНИН

### ЛИПИДОГЕННЫЕ

ЛИПОФУСЦИН  
ЛИПОХРОМЫ  
(ОКИСЛЕННЫЕ КАРОТИНОИДЫ)

**Спасибо за внимание !**