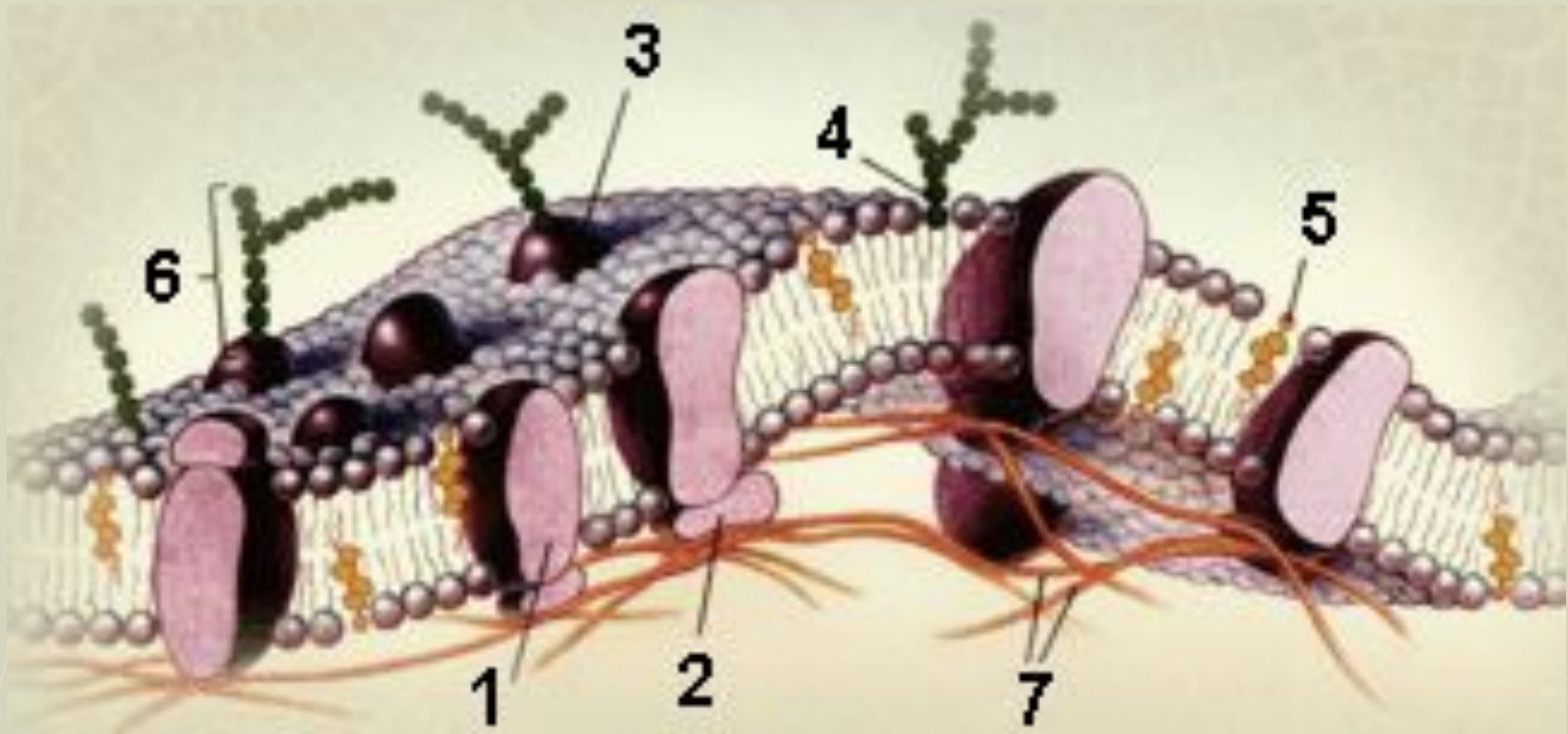


**КЛІТИНА –
ЕЛЕМЕНТАРНА
ОДИНИЦЯ ЖИВОГО.
БІОМЕМБРАНИ**

Мета:

- ▶ сформуувати знання про клітину як елементарну одиницю живого; вивчити будову і функції біомембрани і види мембранного транспорту, познайомити студентів зі складом і властивостями цитоплазми, цитозоля; сформуувати знання про структуру і функції клітини і клітинних органел як основи знань для розуміння механізмів дії лікарських засобів і їх метаболізму.

- ▶ Основними складовими поверхневого апарату клітини:
 - Біомембрана та Глікокалікс



Функції біологічних мембран

- ▶ **1. Обмежуюча.** Мембрана обмежує цитоплазму від міжклітинного простору, і більшість клітинних органел від цитоплазми, захищає клітину від проникнення непотрібних речовин, підтримує її гомеостаз.
- ▶ **2. Формування гідрофобної зони.** Гідрофобна зона є основним бар'єром, що оберігає клітину від проникнення більшості речовин. Ряд найважливіших метаболічних процесів протікає тільки в неполярному середовищі.

- ▶ **3. Бар'єрна.** Через мембрану проходять далеко не всі речовини, які знаходяться в клітині і поза її межами, тобто мембрана є напівпроникною.
- ▶ **4. Транспортна.** Це перенесення речовин через мембрану, яка забезпечує переміщення певних молекул та іонів, створює трансмембранну різницю електричного потенціалу, яка слугує поштовхом для транспорту.
- ▶ **5. Компартменталізація клітини.** Система внутрішніх мембран розділяє вміст клітини на відсіки (компартменти). В них зосереджені певні речовини, необхідні для виконання конкретних функцій. Всі мембранні органели є внутрішньоклітинними компартментами.

► **6. Утворення органел.** Мембранні органели забезпечують одночасне протікання багатьох різноспрямованих метаболічних процесів.

► **7. Рецепторна.** Наявність в мембрані різноманітних рецепторів, що сприймають хімічні сигнали у вигляді гормонів, медіаторів та інших біологічноактивних речовин, обумовлює здатність клітини змінювати метаболічну активність та обмінюватися "інформацією" з іншими клітинами.

► **8. Утворення міжклітинних контактів.** Біомембрани можуть утворювати наступні види контактів: *простий контакт, щільний замикаючий контакт, десмосоми, щілинний контакт, синаптичний контакт.*

- ▶ **9. Енерготрансформуюча.** Створення градієнта (різниці) заряду на внутрішній мембрані мітохондрії. Використання цього потенціалу для утворення АТФ.

глікокалікс

- ▶ На зовнішній поверхні плазматичної мембрани в тваринній клітині білкові і ліпідні молекули пов'язані з вуглеводними ланцюгами і утворюють *глікокалікс*.
- ▶ Вуглеводні ланцюги виконують роль рецепторів. Завдяки ним здійснюється міжклітинне розпізнавання, клітина набуває здатності специфічно реагувати на зовнішні впливи.

Клітинна стінка

- ▶ В рослинних клітинах ззовні мембрани розташована щільна структура - клітинна оболонка, або клітинна стінка
- ▶ складається з полісахаридів
 - Целюлоза
 - Геміцелюлоза
 - Пектини

СХЕМА ПУХИРЦЕВОГО ТРАНСПОРТУ

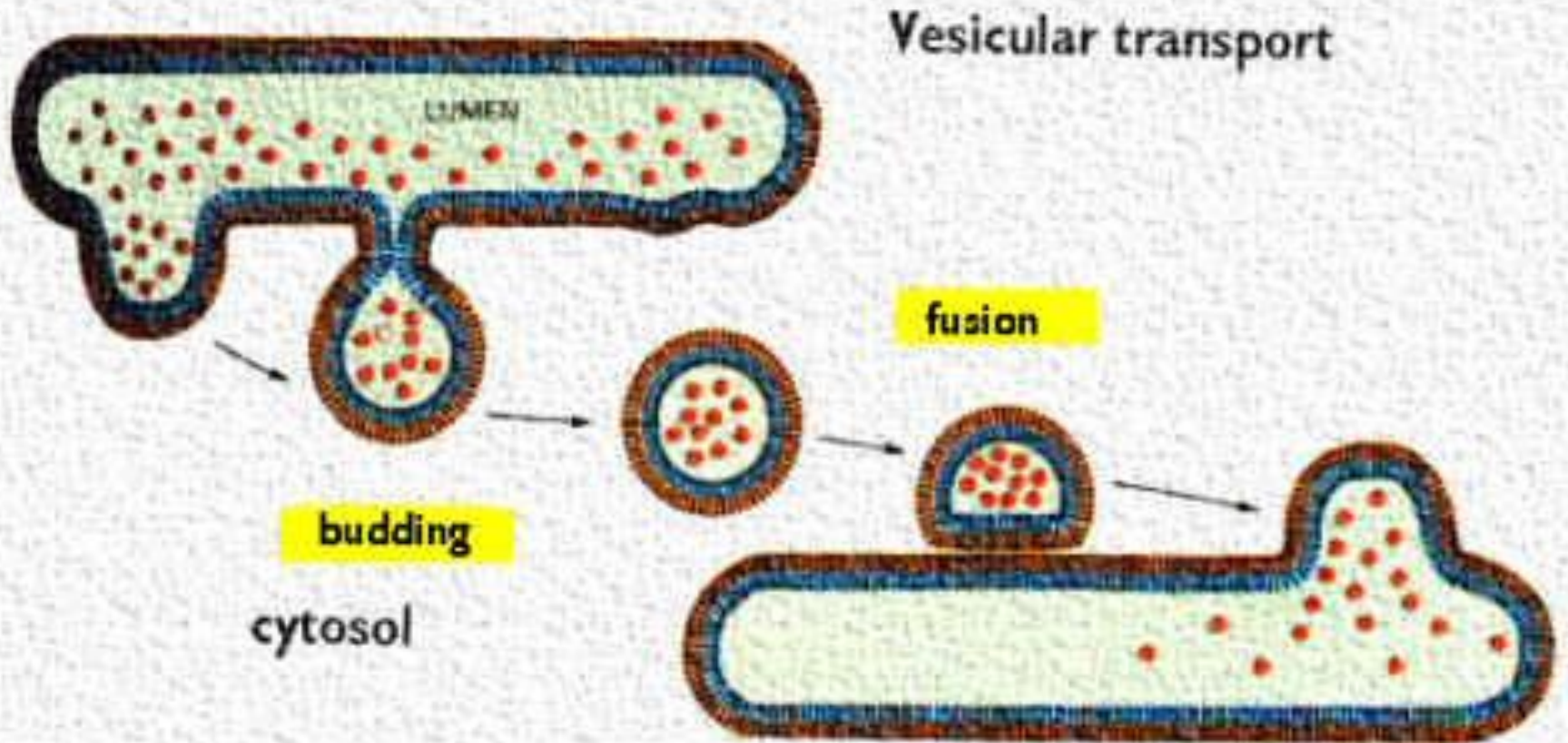
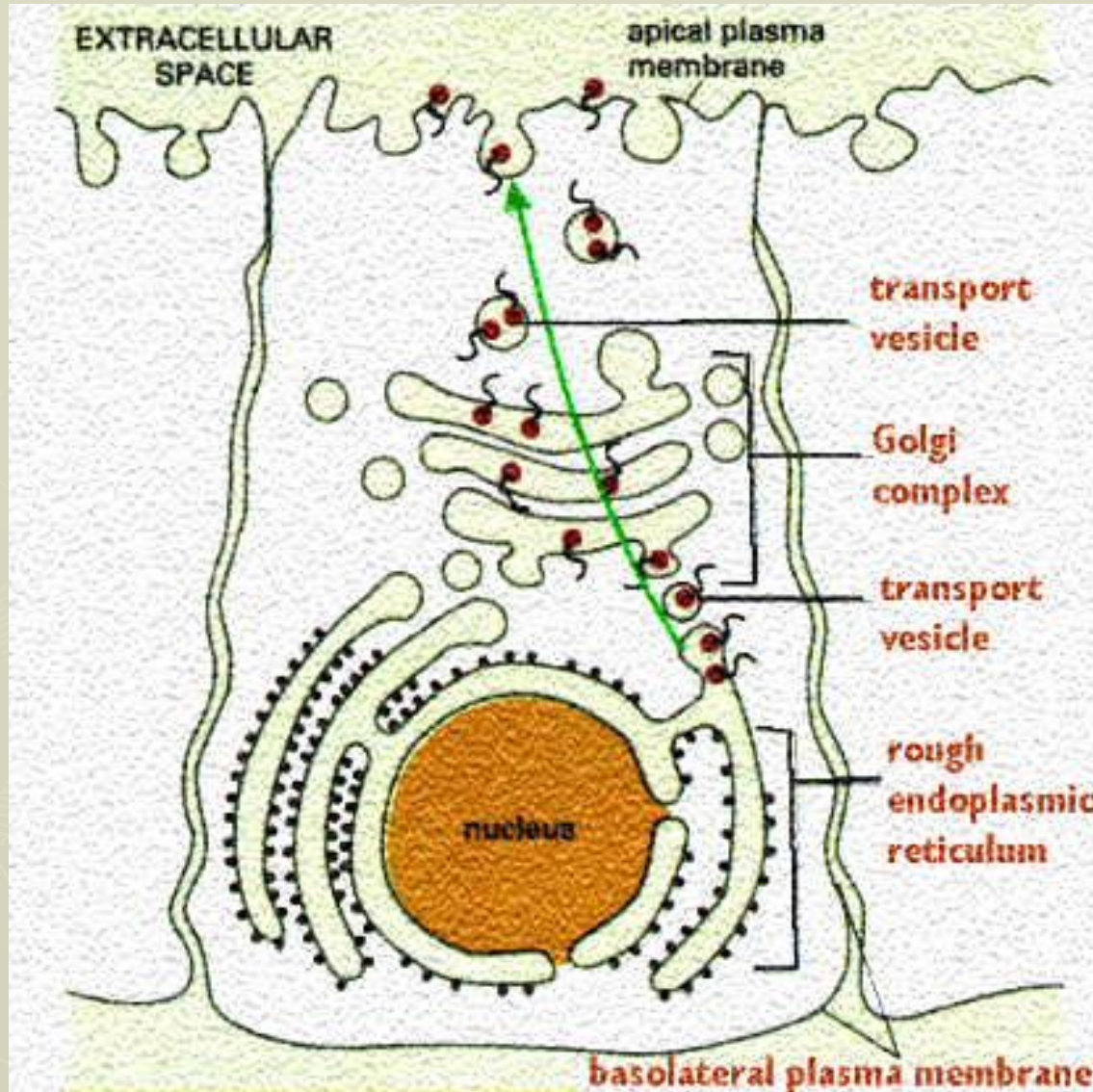
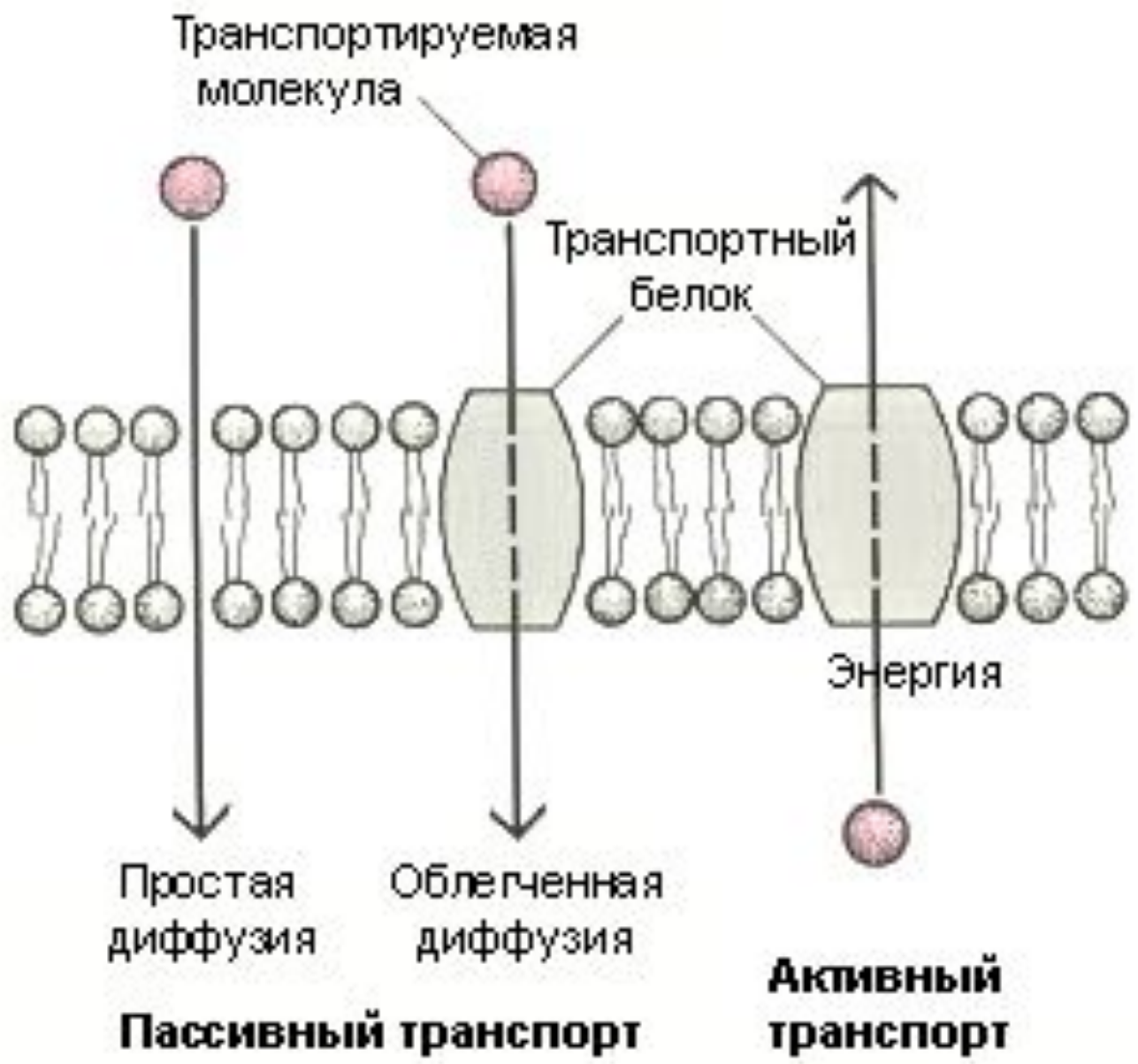


СХЕМА ТРАСПОРТУ СЕКРЕТУЄМИХ РЕЧОВИН З КЛІТИНИ




ТРАНСПОРТ РЕЧОВИН

- ▶ Активний – перенос молекул через мембрану за допомогою спеціальних білків проти концентраційного градієнту з витратою енергії АТФ.
- ▶ Пасивний – без витрати енергії АТФ за концентраційним градієнтом (дифузія, осмос)



- ▶ **Дифузія** - транспорт молекул і іонів через мембрану з області з високою концентрацією в область з нижчою їх концентрацією.



Проста
дифузія

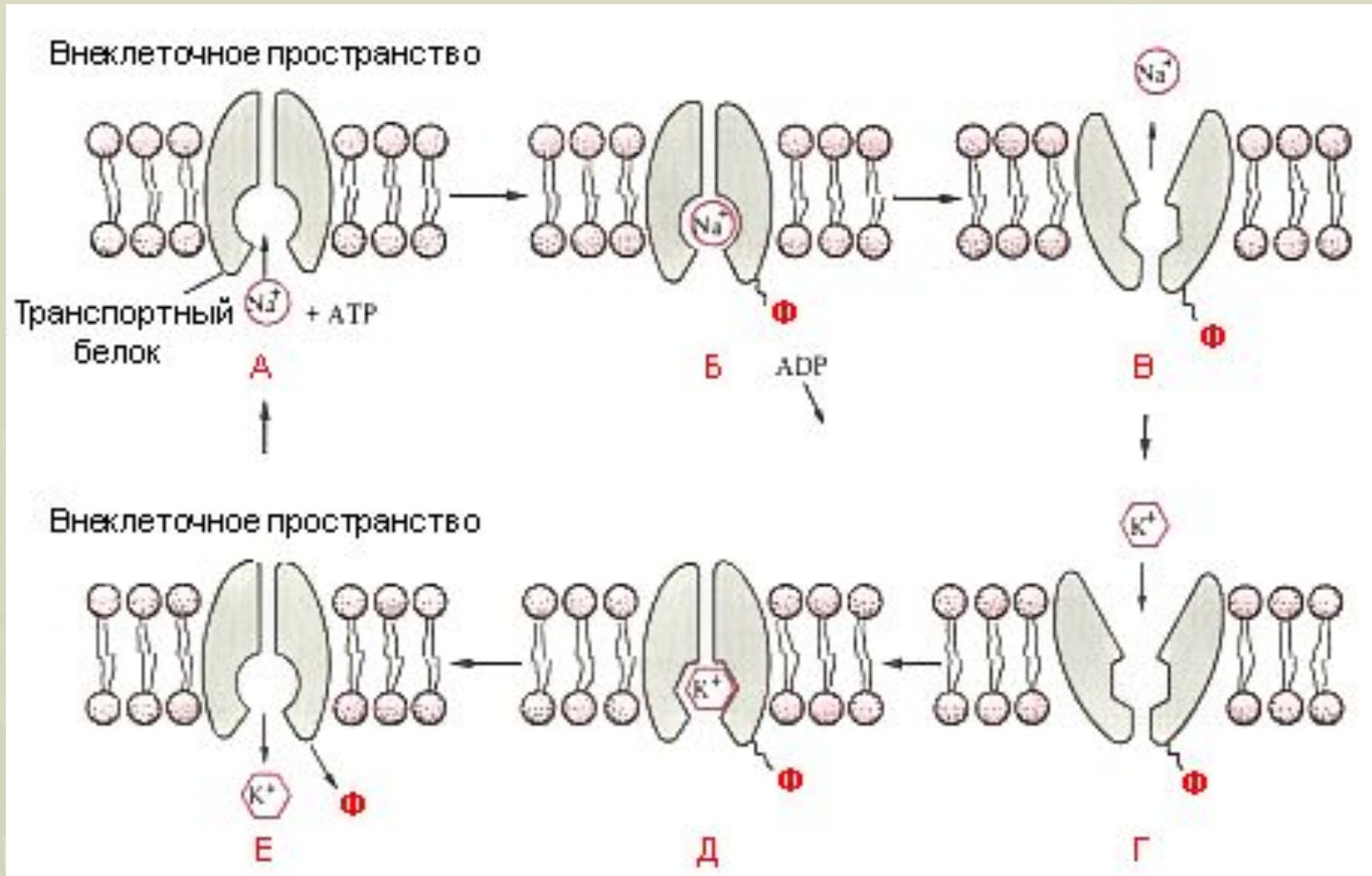
Полегшена
дифузія

- ▶ **Осмосом** називається транспорт розчинника через напівпроникну мембрану.
- ▶ В живих системах таким розчинником є вода, яка здатна проходити через спеціальні водяні канали, утворені білками-аквапоринами, і переносити молекули і іони розчинених в ній речовин.

Натрій - калієва АТФаза (активний транспорт)

- ▶ Інша назва - Na^+ , K^+ -АТФаза або Na^+ , K^+ -насос
- ▶ Na^+ , K^+ -насос викачує 3 іони Na^+ з клітини в обмін на 2 іони K^+
- ▶ Фермент регулює концентрацію Na^+ і K^+ всередині клітини, потоки H_2O , підтримує постійний об'єм клітини, забезпечує Na^+ -зв'язаний транспорт багатьох молекул, які беруть участь в створенні мембранного потенціалу і потенціалів дії.

Na⁺ K⁺ насос

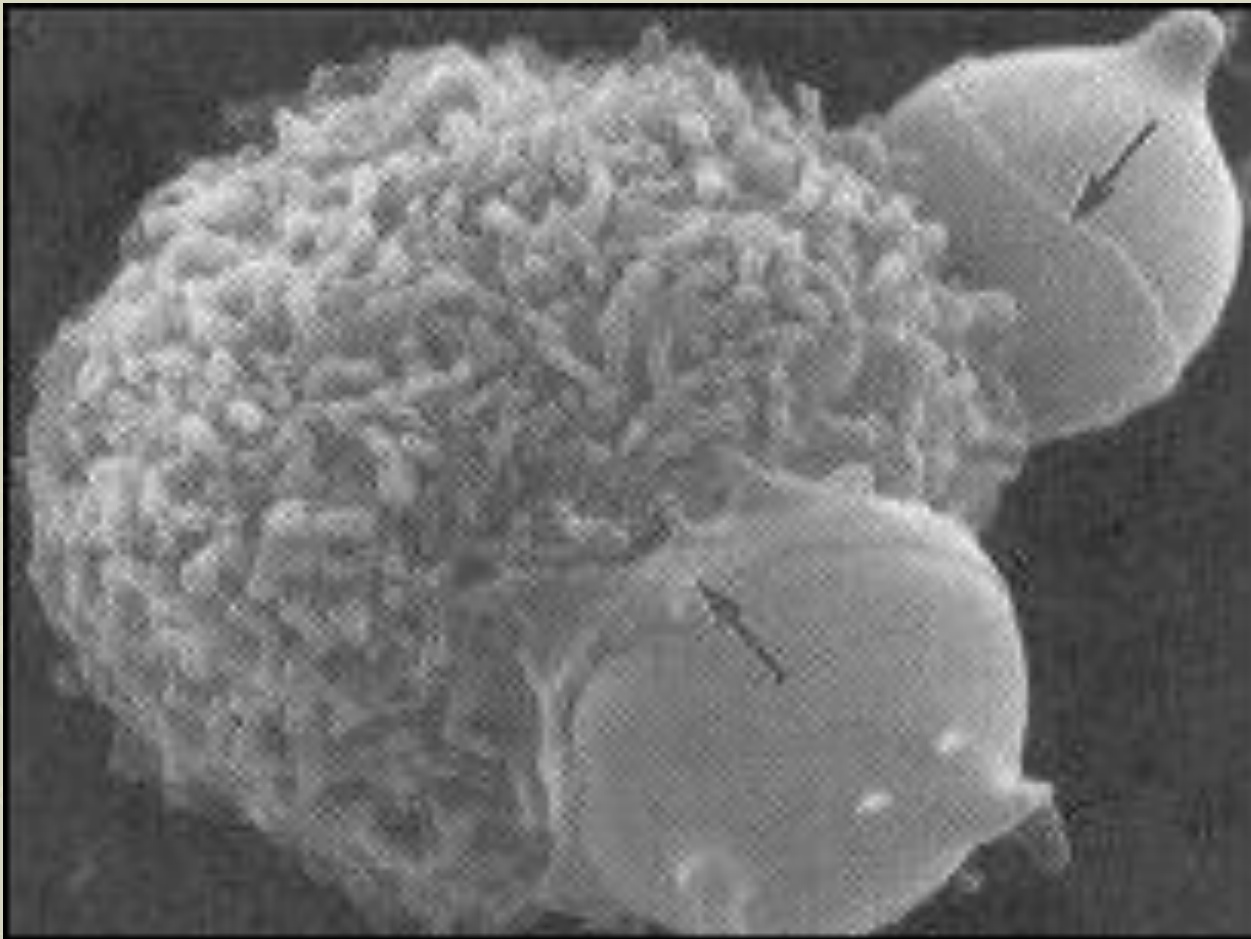


Кальцієва АТФаза (активний транспорт)

- ▶ Інша назва - Ca^{2+} -АТФаза або Ca^{2+} -насос
- ▶ Ca^{2+} -насос викачує іони кальцію з клітини, регулюючи концентрацію Ca^{2+} в цитоплазмі, який є необхідним для процесу м'язового скорочення.

- ▶ **Піноцитоз** – це процес поглинання рідини і розчинених в ній речовин з утворенням специфічних мембранних пухирців.
- ▶ **Опосередкований рецепторами ендоцитоз** характеризується поглинанням з позаклітинної рідини певних макромолекул за участю мембранних рецепторів.

- ▶ **Фагоцитоз** – це процес захоплення і поглинання клітиною великих частинок (іноді цілих клітин і їх частин). Спеціальні клітини, що здійснюють фагоцитоз, називаються фагоцитами. В результаті утворюються великі пухирці - *фагосоми*.



ЦИТОПЛАЗМА

- ▶ Цитоплазма складає основну масу клітини - це весь її внутрішній вміст, за винятком ядра
- ▶ Містить 75-85 % води, 10-20 % білків і багато інших речовин, але в менших кількостях.
- ▶ Цитоплазма складається з цитозолю (цитоплазматичний матрикс), внутрішньоклітинних органел і включень.

Цитозоль

- ▶ це структурований колоїд, що складається з складної суміші розчинених у воді органічних макромолекул - білків, жирів, вуглеводів, малих органічних молекул
- ▶ **Фізичні властивості цитозолю:**
 - Колоїд може переходити з більш рідкого стану - золю, в більш твердий стан - гель.
 - Постійний броунівський рух молекул і постійне зіткнення молекул ініціює метаболічні реакції.
 - Перехід ділянок цитоплазми зі стану гелю в стан золю і навпаки обумовлює *циклоз* - рух цитоплазми.
 - За допомогою хімічних буферів підтримується постійність рН.
 - Підтримується певний розмір і форма клітини.

▶ *Хімічний склад і властивості цитозолю:*

- Неорганічні речовини: вода, солі, гази.
- Органічні речовини: білки, вуглеводи, ліпіди, нуклеотиди.

▶ *Біологічні властивості цитозолю:*

- Забезпечення метаболізму;
- Здатність до руху;
- Забезпечення росту і диференціювання клітин;
- Підтримка гомеостазу клітини;
- Містить органели, сприяє виконанню ними специфічних функцій.

ОРГАНЕЛИ

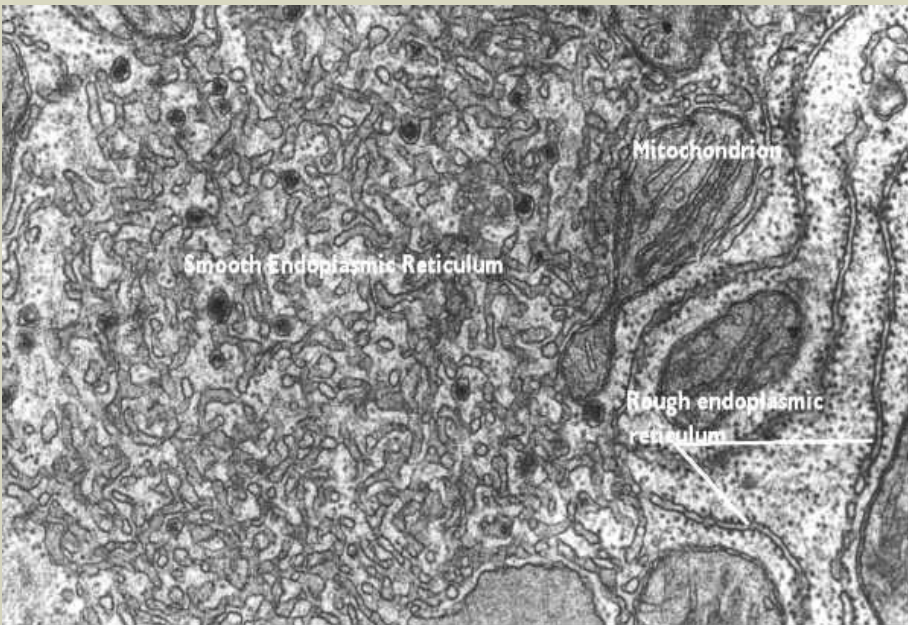
- ▶ Органели - постійні компоненти клітини, що мають певну будову і виконують певні функції.
- ▶ Їх можна розділити на дві групи:



ОДНОМЕМБРАННІ ОРГАНЕЛИ

▶ *Ендоплазматична сітка*

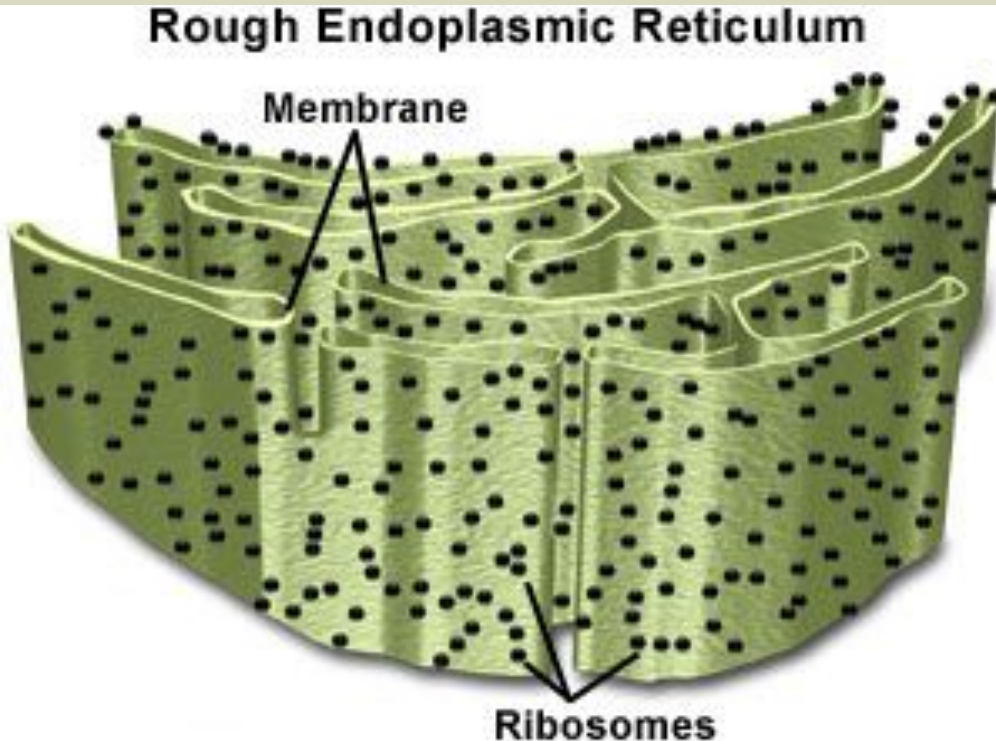
- *Агранулярна*



Функції гладенької ЕПС:

1. Синтез фосфоліпідів та вуглеводів;
2. Накопичення і модифікація синтезованих речовин;
3. Упаковка їх у везикули і транспортування до місця використання;
4. Участь в процесах детоксикації шляхом біохімічного ферментативного Перетворення токсинів у нетоксичні речовини, які є більш зручними для екскреції.

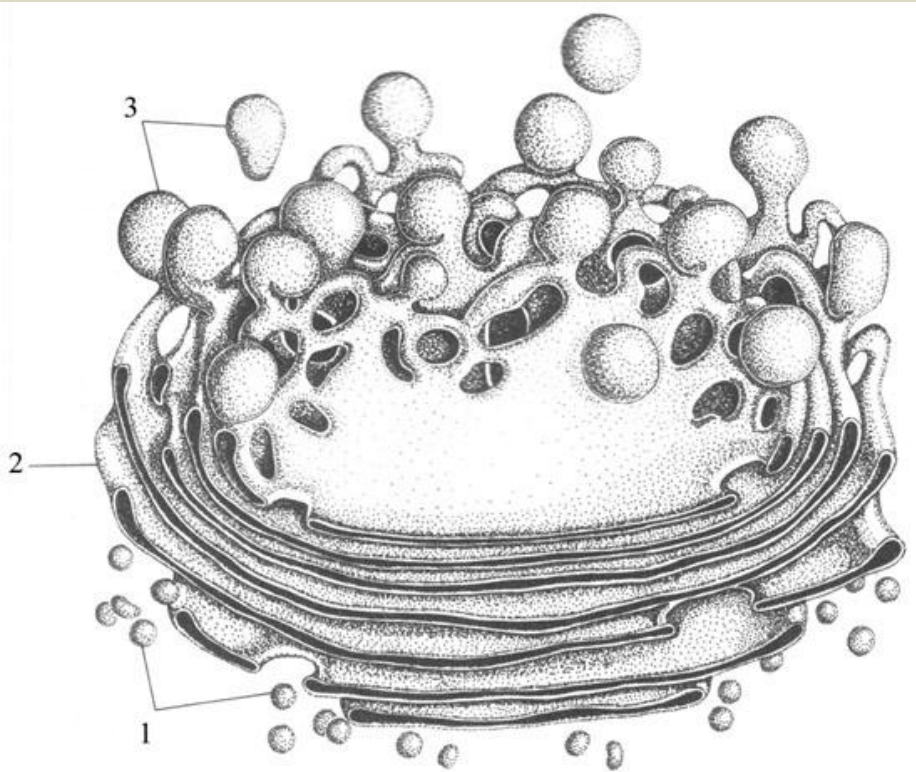
► Ганулярна ЕС



Функції зернистої ЕПС:

1. Участь в процесі синтезу білків;
2. Накопичення і модифікація білків, що синтезуються;
3. Упаковка білків у везикули, які синтезуються і транспортуються до місця використання;
4. Утворення мембранної системи гладенької ЕПС.

► **Комплекс Гольджі (КГ), або апарат Гольджі (АГ)**



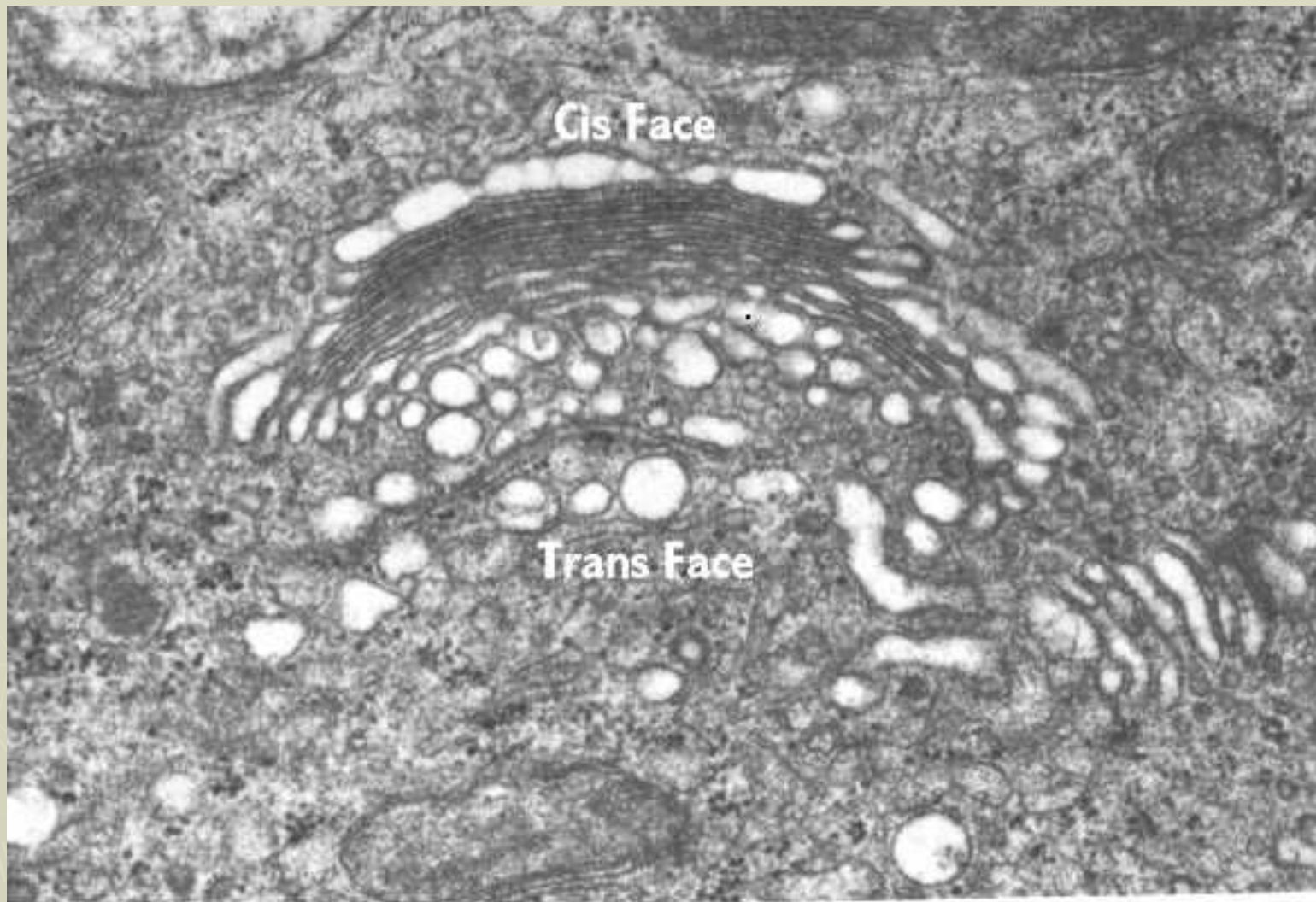
Функції комплексу Гольджі:

1. Накопичення і модифікація синтезованих в ЕПС макромолекул;
2. Утворення складних секретів і секреторних везикул;
3. Синтез і модифікація вуглеводів, утворення глікопротеїнів;
4. КГ грає важливу роль в оновленні цитоплазматичної мембрани шляхом утворення мембранних везикул та їх подальшого злиття з клітинною мембраною;
5. Утворення лізосом і пероксисом.

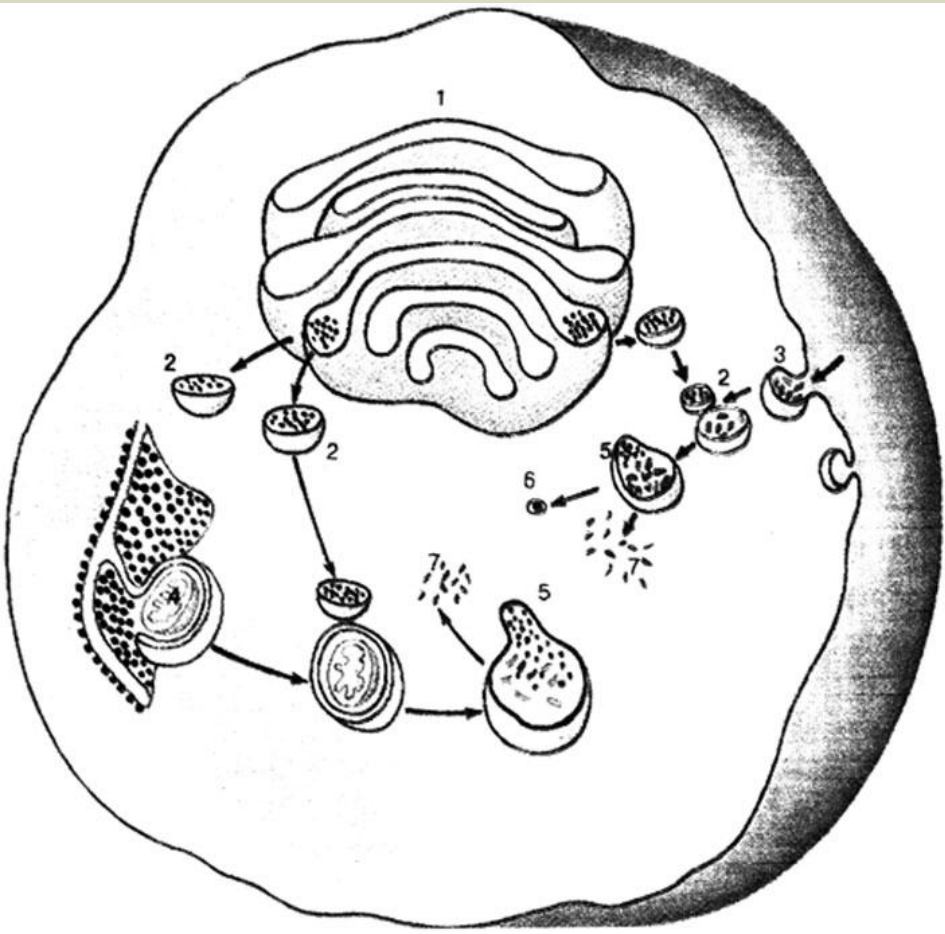
Спеціальні функції комплексу Гольджі:

1. Формування акросоми сперматозоїда під час сперматогенезу;
2. Вітелогенез - процес синтезу і формування жовтка в яйцеклітині.

Цис- и транс- компартменты аппарата Гольджи



Лізосоми



1. *Первинні лізосоми* - тільця невеликих розмірів з великою кількістю ферментів у неактивному стані.

2. *Вторинні лізосоми* - більші тільця, у яких відбувається активний процес перетравлення макромолекул та клітинних структур.

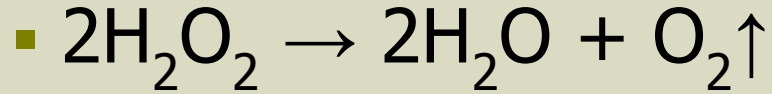
3. *Залишкові тільця*. Неперетравлений в лізосомах матеріал залишається в них, зменшується в розмірах, утворюючи залишкові тільця в цитоплазмі.

4. *Аутофагуючі вакуолі*. Первинні лізосоми можуть зливатися з зовнішніми і внутрішніми структурами клітини і руйнувати їх.

► Функції лізосом:

- 1. Перетравлення речовин, які надходять в клітину ззовні в процесі фагоцитозу.
- 2. Перетравлення пошкоджених внутрішньоклітинних макромолекул і органел та тих, що виконали свою функцію (аутофагія).
- 3. Участь у перетравлення загиблих клітин.
- 4. Рециклізація органічних молекул, розщеплення білків, вуглеводів та нуклеїнових кислот до мономерів для повторного їх використання в процесах синтезу.

▶ **Пероксисоми** – дрібні мембранні пухирці, які містять ферменти каталазу та пероксидазу.



▶ **Вакуолі** (лише у рослинній клітині)

- Вони відокремлені від цитоплазми одинарною мембраною - *тонопластом*. Порожнина вакуолі заповнена клітинним соком, який є водним розчином неорганічних солей, глюкози, органічних кислот та інших речовин. Вони виконують запасаючу, видільну, осмотичну та лізосомну (санітарну) функції.

ДВОМЕМБРАННІ ОРГАНЕЛИ

► Мітохондрії

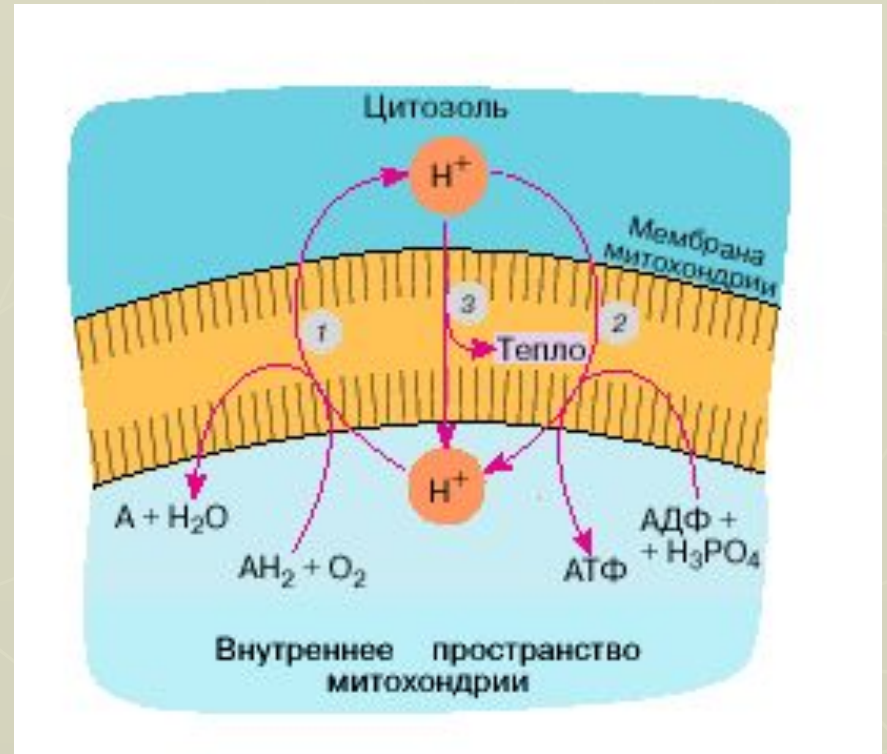
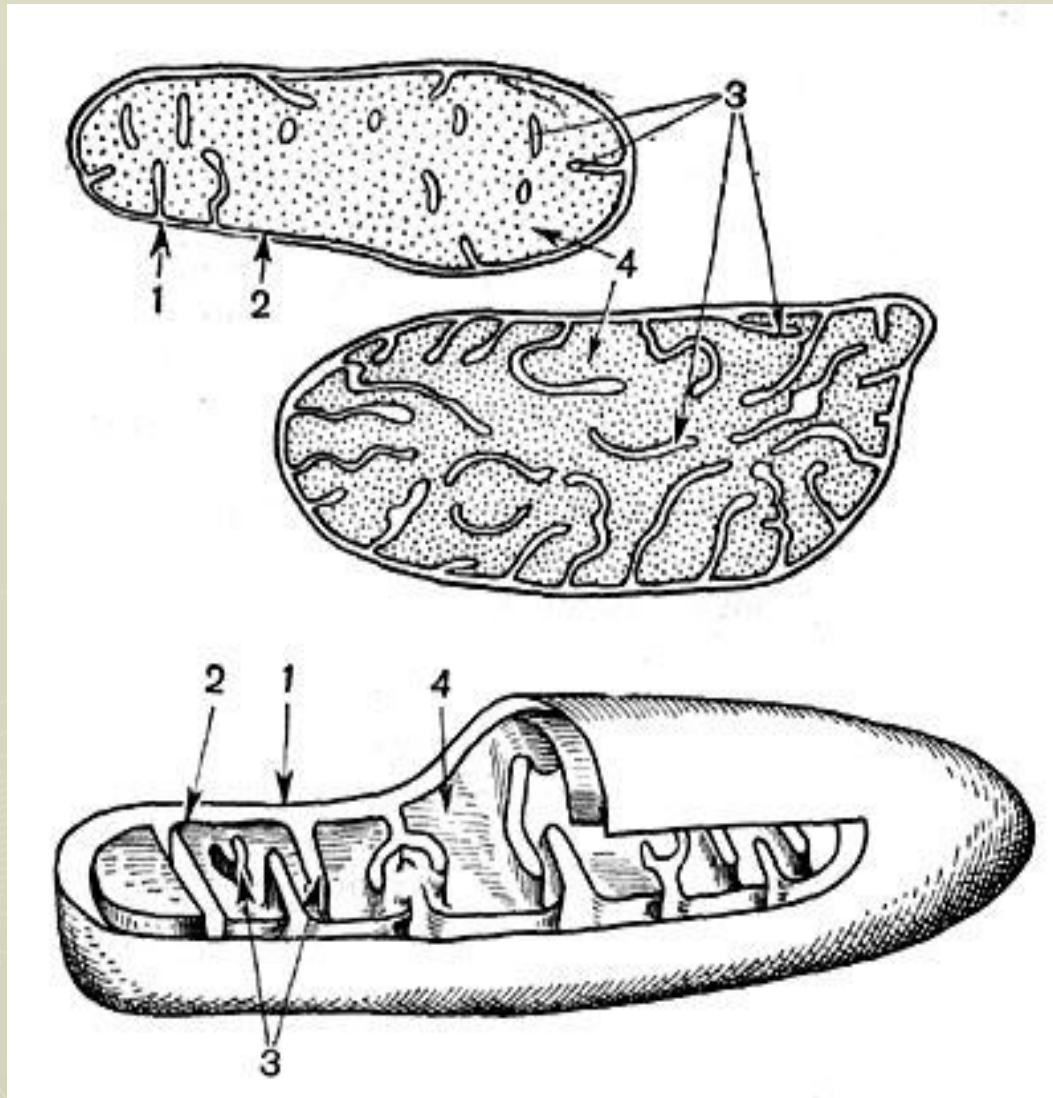


Схема будови мітохондрії



1 – наружня мембрана, 2 – внутрішня мембрана, 3 – кристи, 4- матрикс

- ▶ **Пластиди** : хлоропласти, хромопласти та лейкопласти.
- ▶ **Хлоропласти**

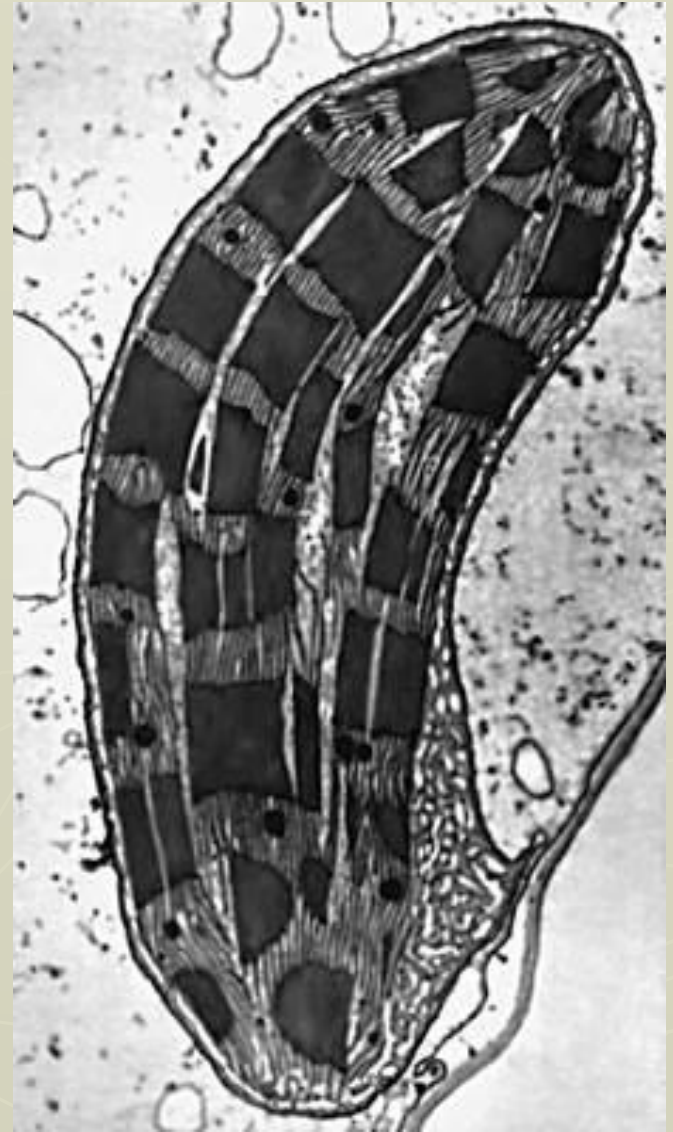
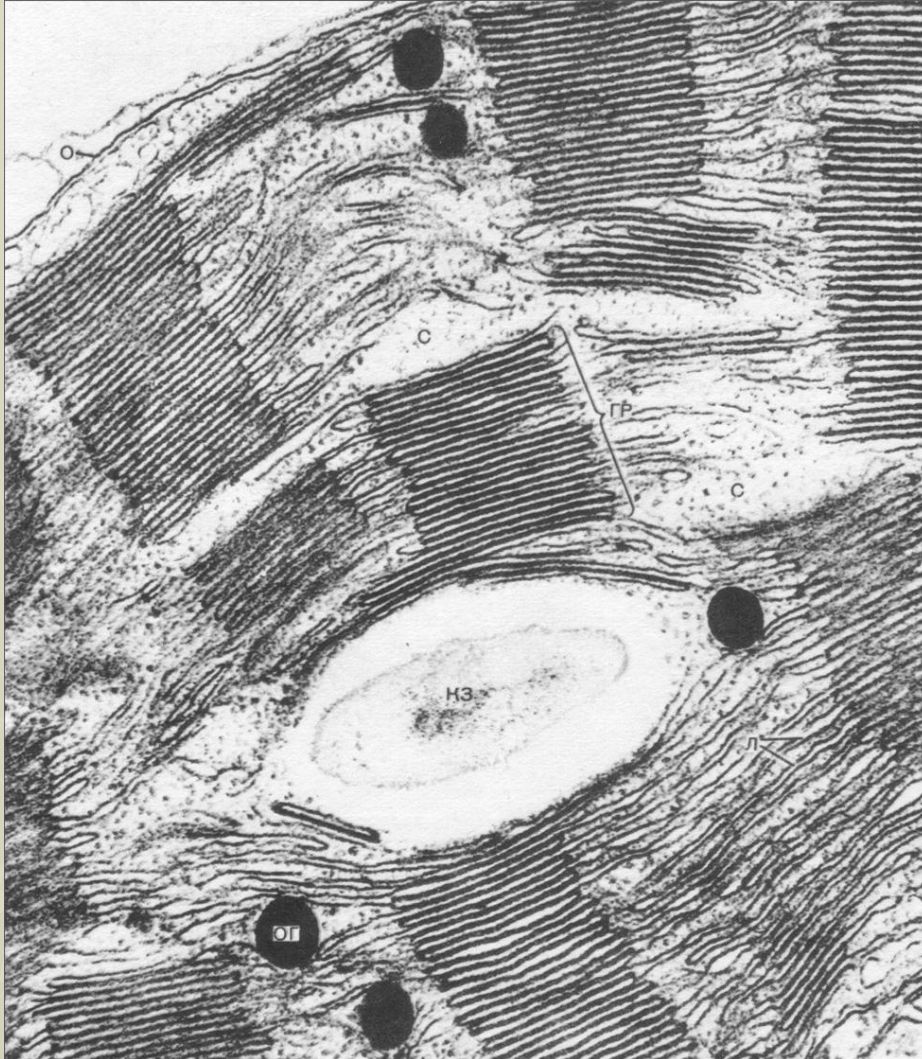
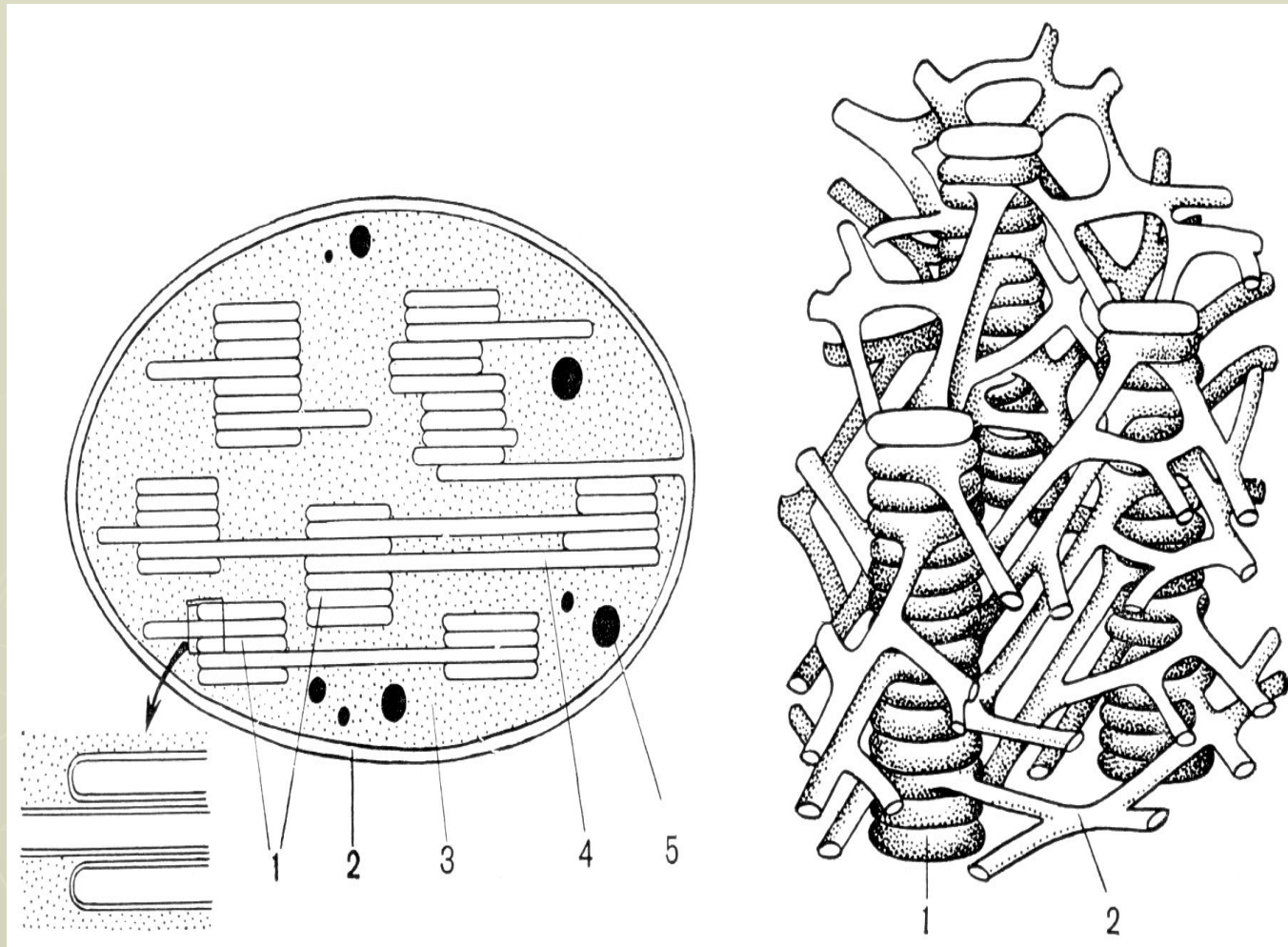


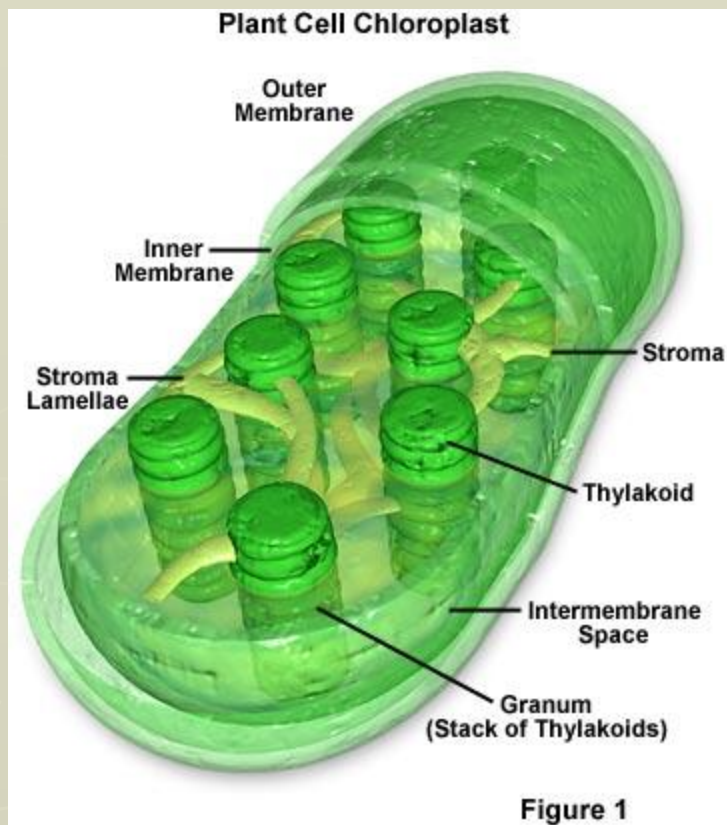
Схема строения хлоропласта



1- граны, 2- наружная мембрана, 3- строма, 4 – ламеллы, 5- включения (зерна крахмала или жировые капли)

1- тилакоиды, 2 -ламеллы

Пространственная модель хлоропласта



НЕМЕМБРАННІ ОРГАНЕЛИ

Рибосоми

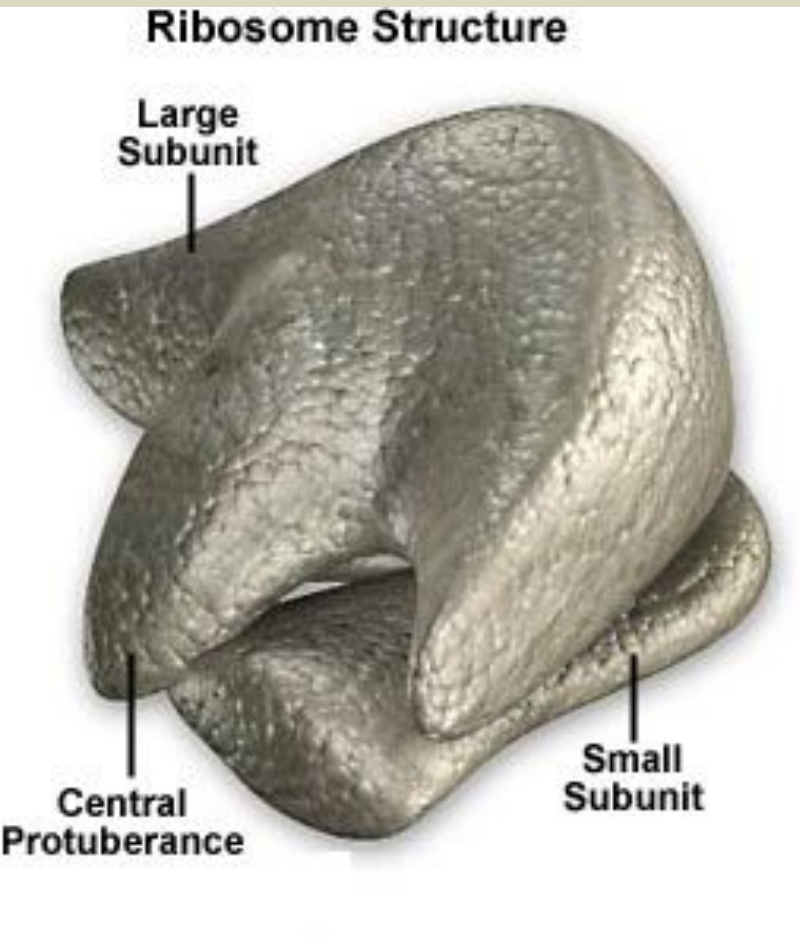


Схема будови прокаріотичної рибосоми

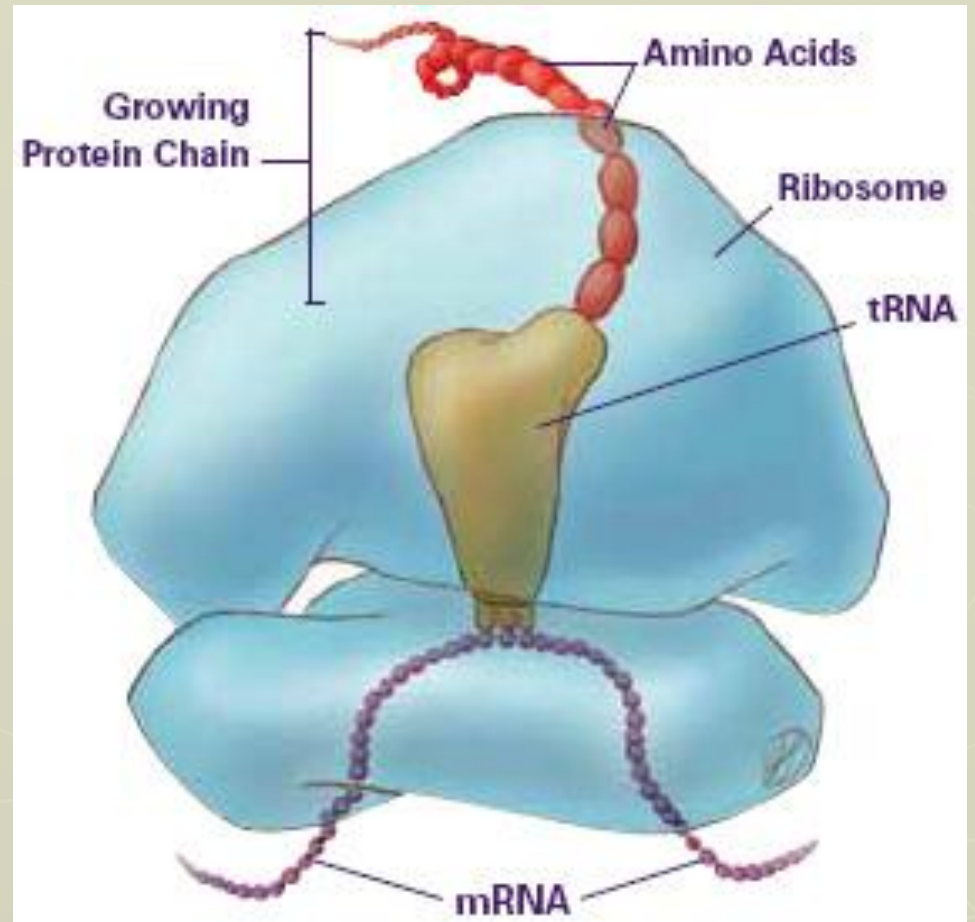
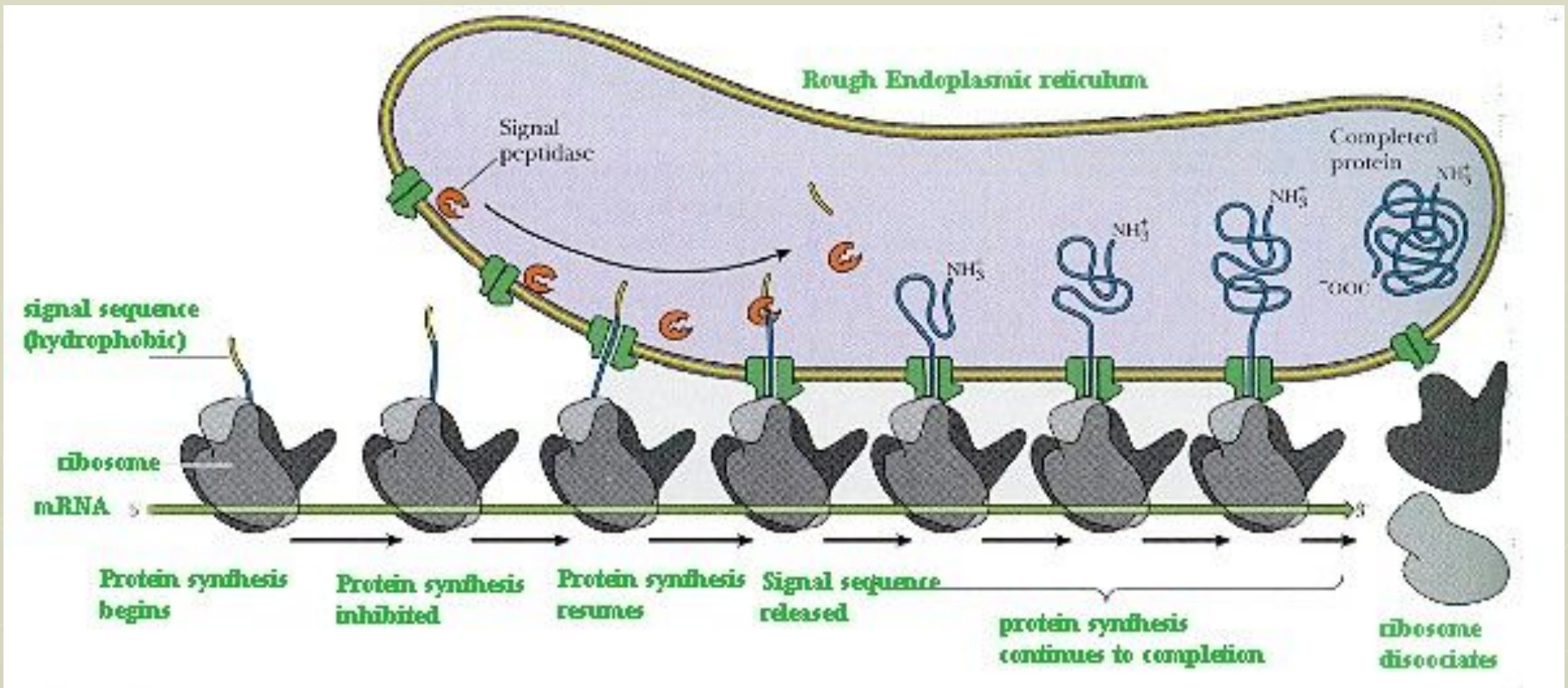
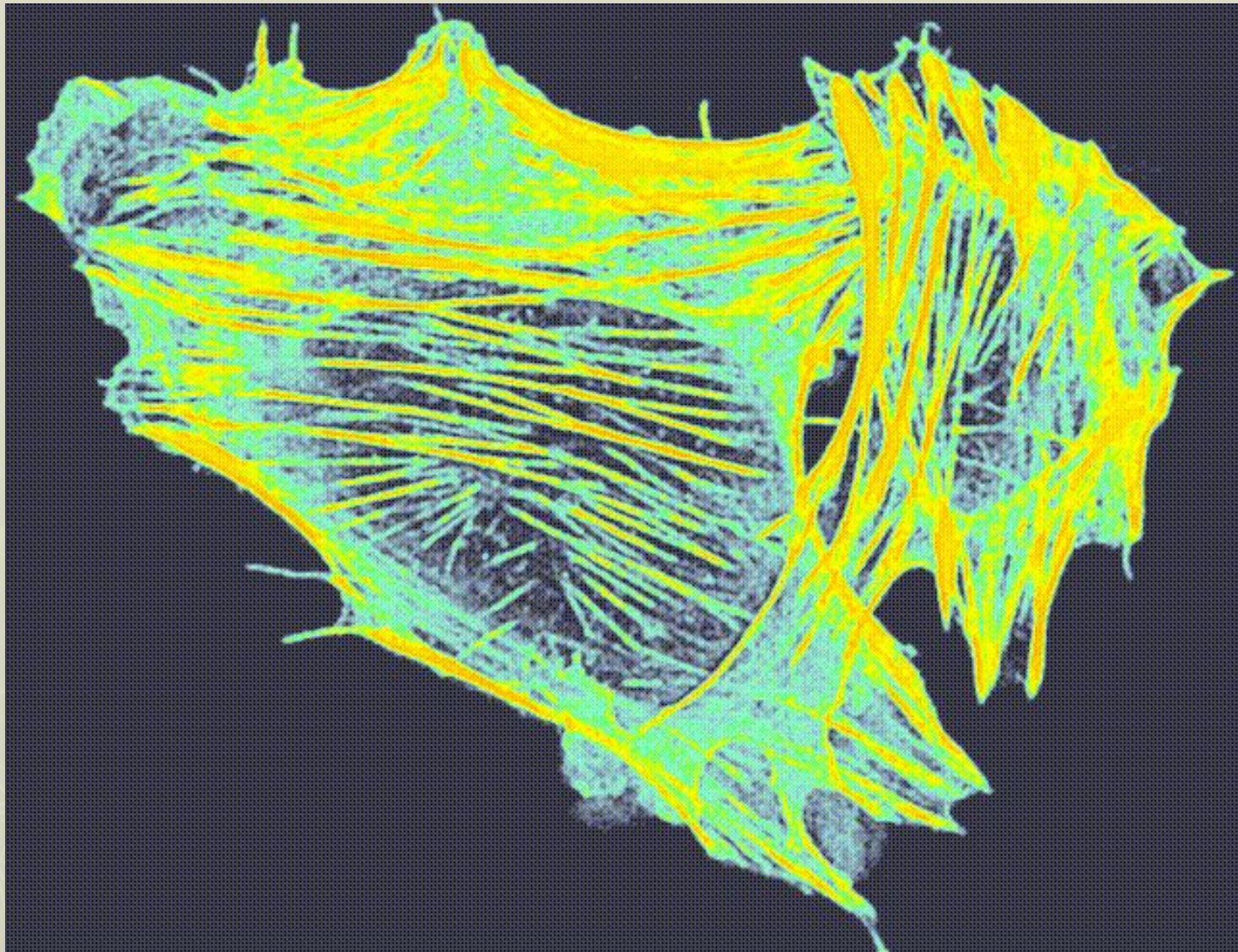


Схема будови еукаріотичної рибосоми

Схема полисомы и транспорта белка в ЭПР

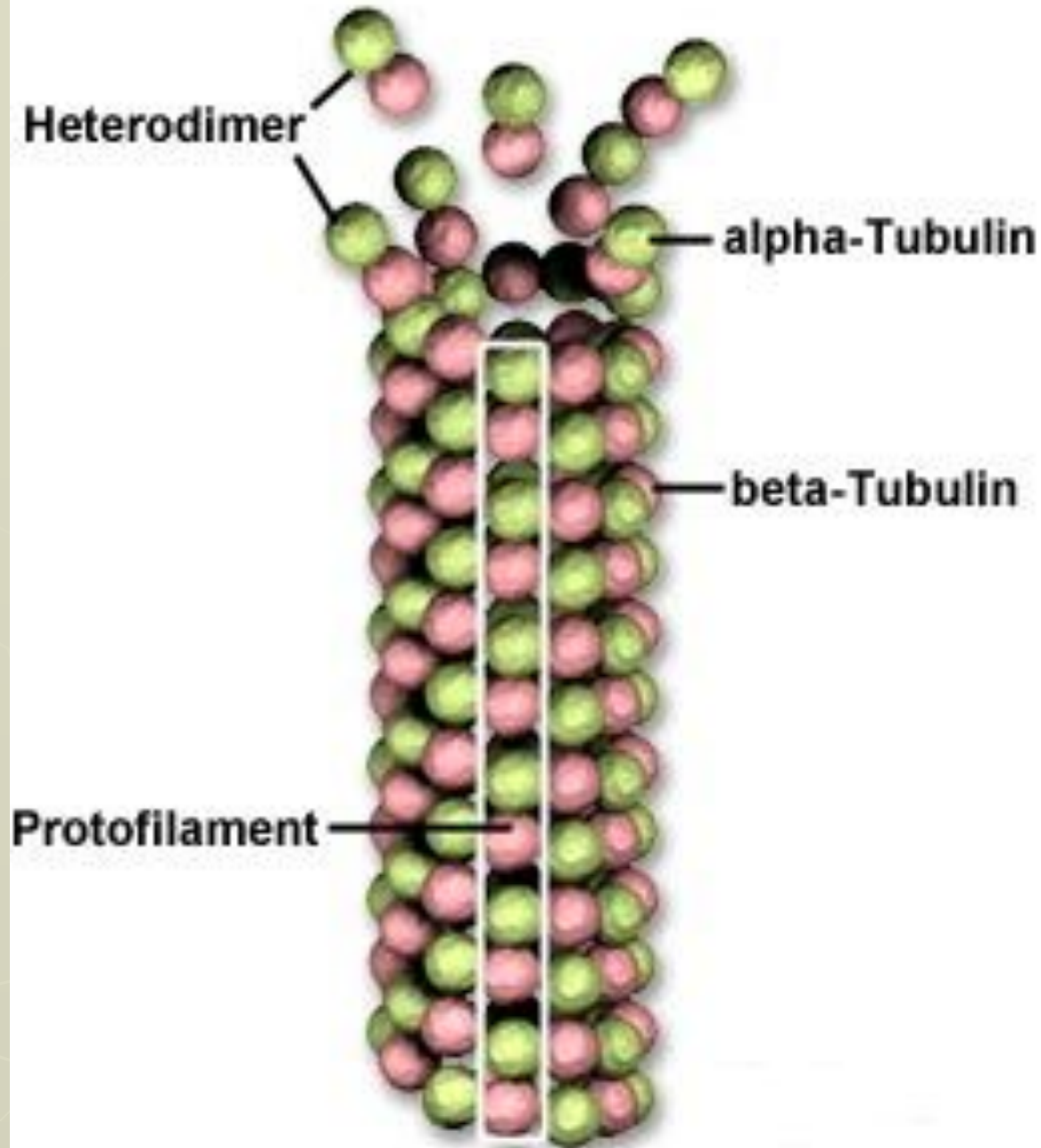


Цитоскелет, актиновые филаменты

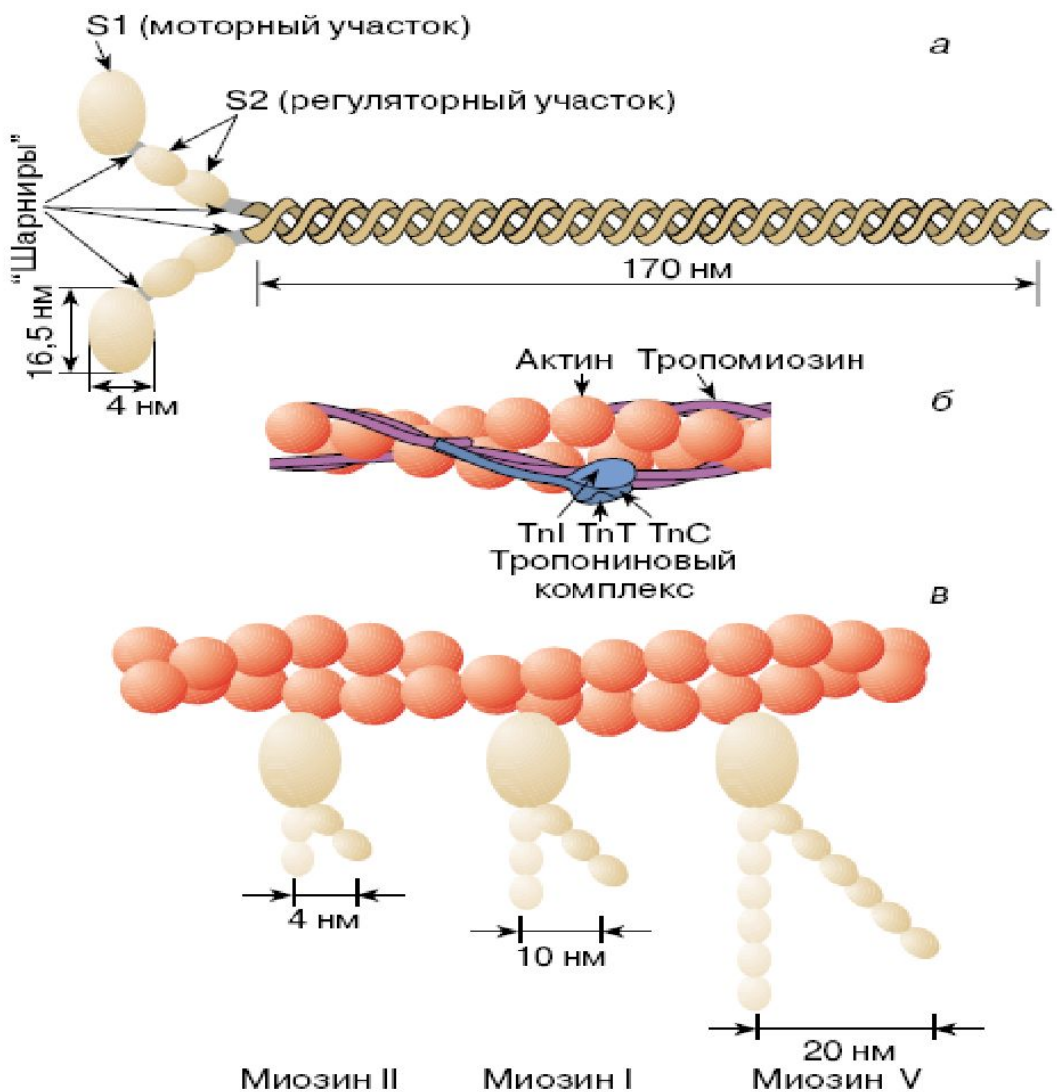


Структура микротрубочки

Microtubule Structure



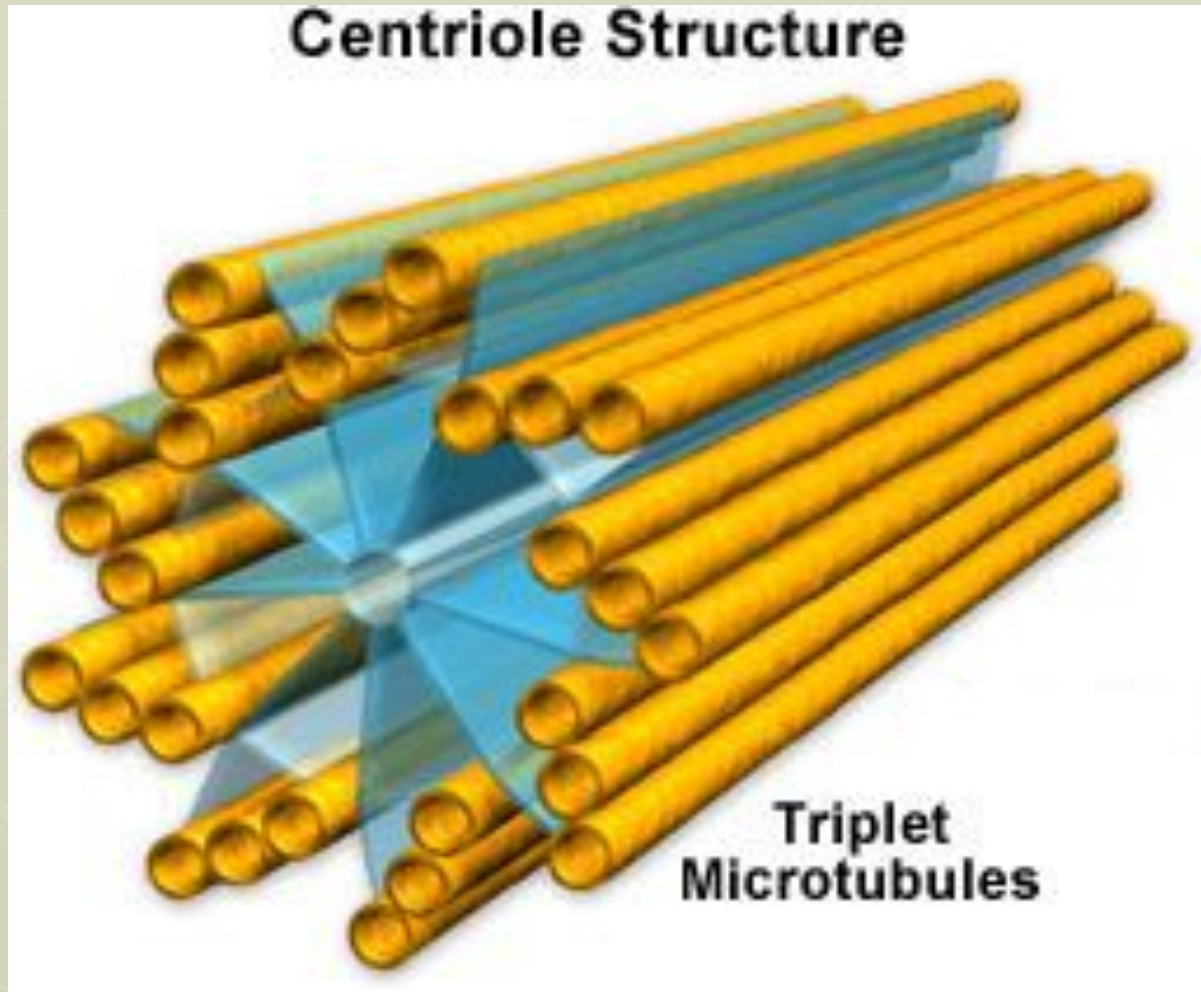
Структура молекулы миозина и комплекса актин-тропомиозин



Функції цитоскелету:

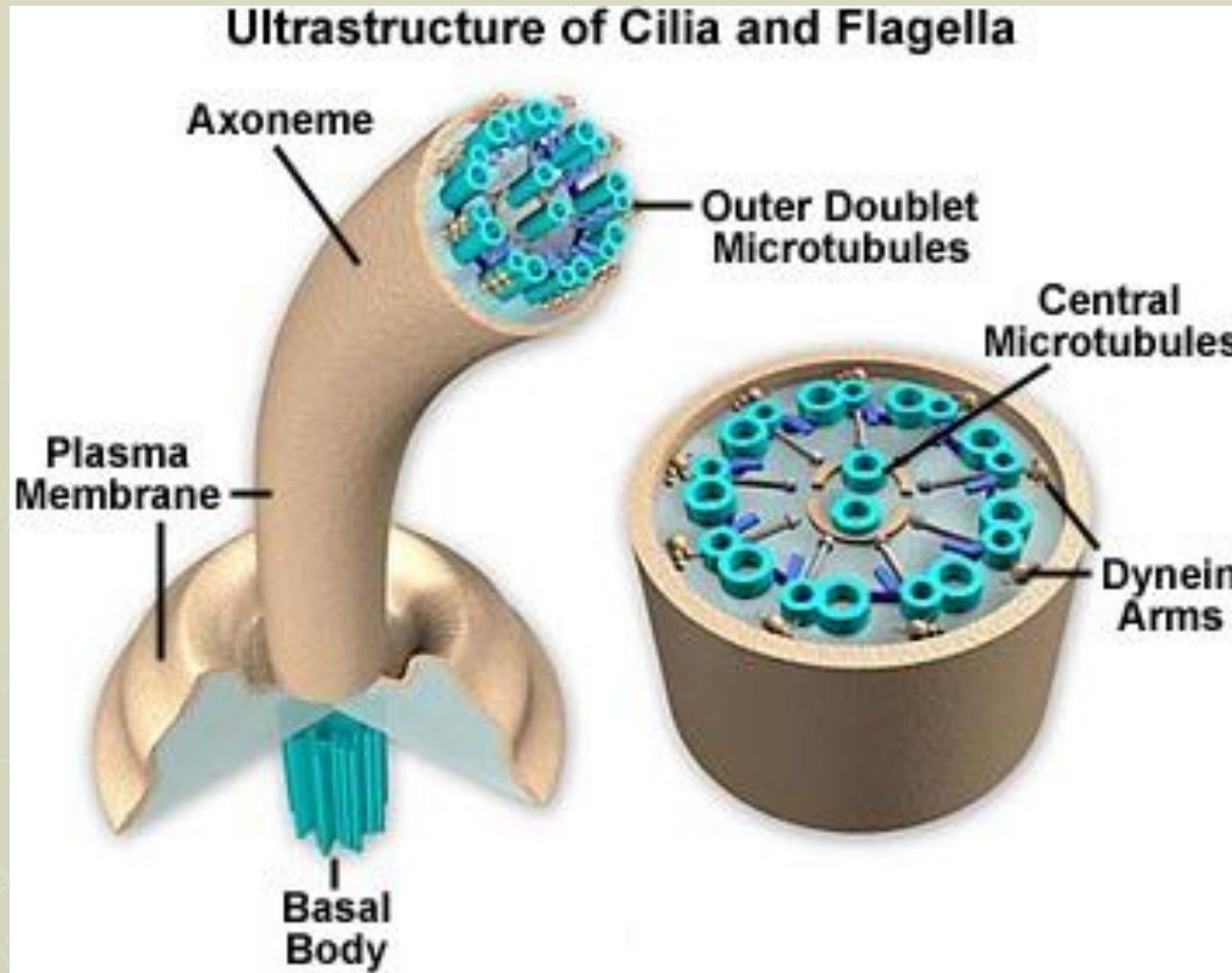
- ▶ 1. Підтримка об'єму і форми клітин
- ▶ 2. Зміна форми клітин
- ▶ 3. Пересування органел і транспортних везикул
- ▶ 4. Утворення мультиферментних комплексів
- ▶ 5. Координоване розміщення комплексів ферментів
- ▶ 6. Утворення веретена поділу під час мітозу
- ▶ 7. Утворення ворсинок і джгутиків у найпростіших
- ▶ 8. Утворення міжклітинних контактів (десмосом)
- ▶ 9. Забезпечення скоротливої функції м'язових волокон
- ▶ 10. Зміна фазового стану цитозолу: перехід золь - гель

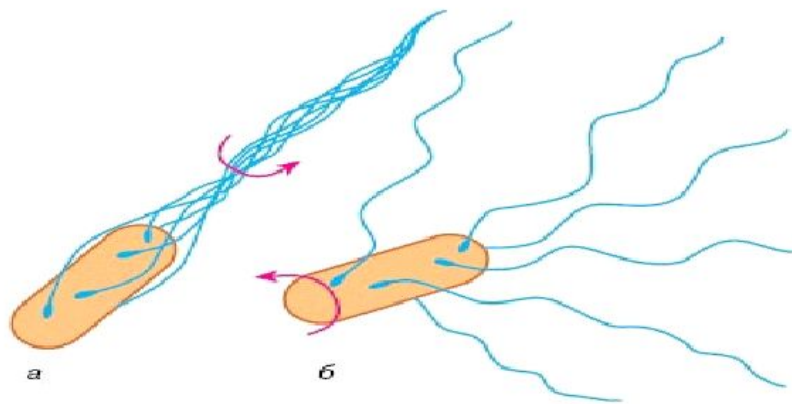
- ▶ **Клітинний центр** (центросома) – немембранна органела, розташована поблизу ядра. Складається з двох взаємоперпендикулярних *центріолей*.



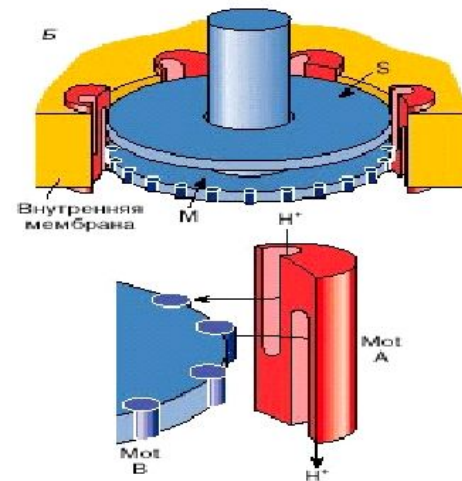
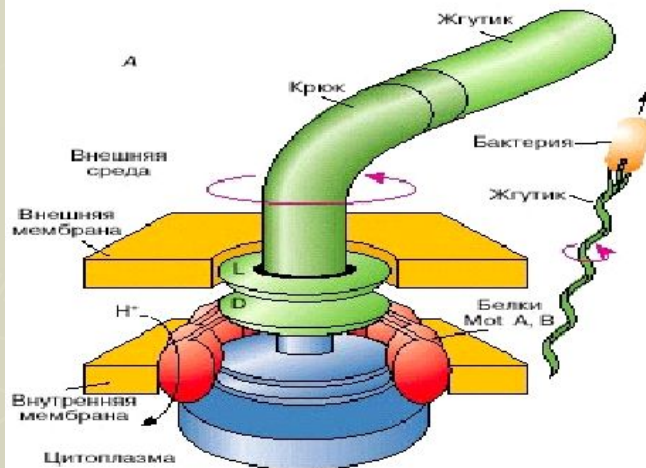
- ▶ **Базальні тільця** лежать в цитоплазмі в основі війок та джгутиків. Кожне базальне тільце є циліндром, утвореним дев'ятьма триплетами мікротрубочок. Базальні тільця здатні відновлювати війки та джгутики після їхньої втрати.

► **Війки та джгутики**





Расположение жгутиков на клетке кишечной палочки при их вращении против часовой стрелки (а) и по часовой стрелке (б)



Движущая сила	Электрохимический градиент (протонный H^+ или натриевый Na^+)
Число протонов на оборот	~ 1000
Энергия, освобождаемая на	$\sim 2.5 \times 10^{-20}$ Дж
Максимальная скорость	300 Hz (протонный) 1700 Hz (натриевый)
Torque at stall	$\sim 4 \times 10^{-18}$ Nm
Максимальная мощность	$\sim 10^{-15}$ W
К.П.Д.	50-100% (stall) \sim 5% (swimming cell)
Число шагов ротора на оборот	~ 50

ВКЛЮЧЕННЯ

- ▶ У цитоплазмі клітин є також *включення* - непостійні компоненти, що виконують функцію запасання поживних речовин (краплі жиру, глибоки глікогену), різних секретів, підготовлених до виведення з клітини. До включень відносять також деякі пігменти (білірубін, ліпофусцин) та ін. Включення синтезуються в клітині в процесі її життєдіяльності та метаболізуються.