

ВСТУП ДО КУРСУ

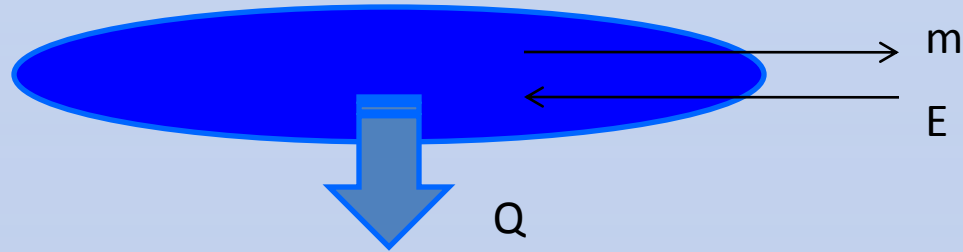
АНАТОМІЯ І ФІЗІОЛОГІЯ

ВСТУП ДО КУРСУ АНАТОМІЇ ТА ФІЗІОЛОГІЇ

1. КЛІТИНА – ЕЛЕМЕНТАРНА СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНА ОДИНИЦЯ ЖИВОГО. ЕУКАРІОТИЧНІ ТА ПРОКАРІОТИЧНІ КЛІТИНИ
2. СТРУКТУРНО-ХІМІЧНА ОРГАНІЗАЦІЯ ЕУКАРІОТІВ
3. ТИПИ КЛІТИН ЛЮДИНИ
4. СТОВБУРОВІ КЛІТИНИ. ЇХ ВИКОРИСТАННЯ В МЕДИЦИНІ
5. СПАДКОВИЙ АПАРАТ ЕУКАРІОТИЧНИХ КЛІТИН ТА ЙОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ НА МОЛЕКУЛЯРНОМУ РІВНІ
6. ОРГАНІЗАЦІЯ КЛІТИНИ У ЧАСІ

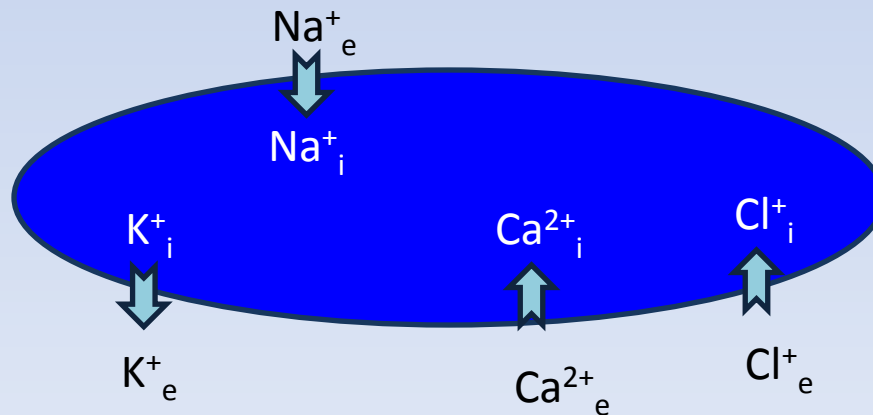
КЛІТИНА-ЕЛЕМЕНТАРНА СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНА ОДИНИЦЯ ЖИВОГО

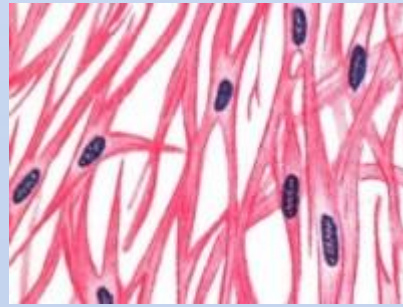
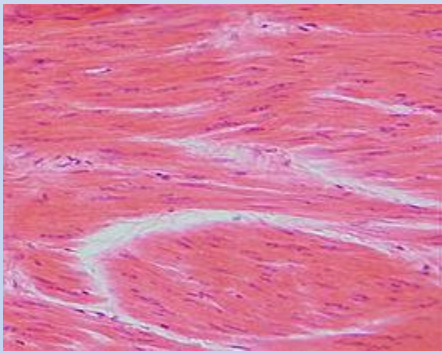
КЛІТИНА – відкрита нерівноважна термодинамічна система, що обмінюється з оточуючим середовищем речовиною та енергією



Основний стан - стаціонарний стан.

СТАЦІОНАРНИЙ СТАН – це такий стан відкритої ТДС, при якому кількість речовини, яка переноситься через площу поверхні за одиницю часу в обох напрямках, є величиною **сталою**





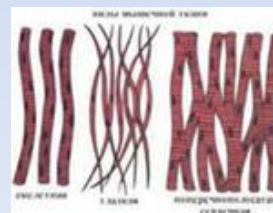
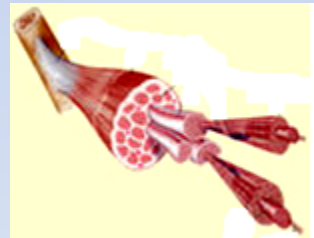
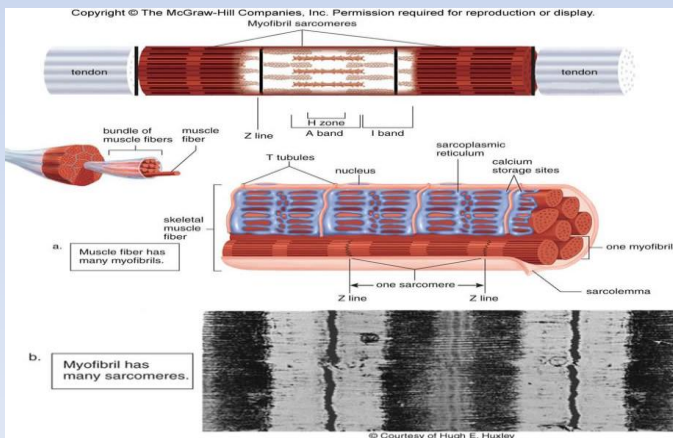
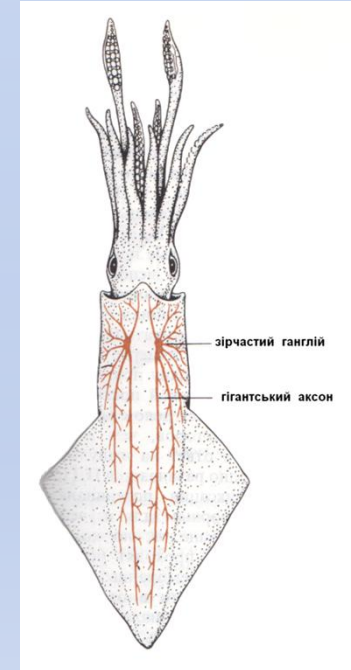
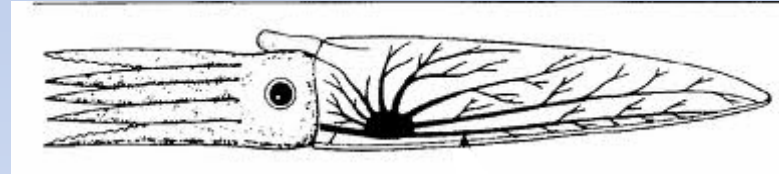
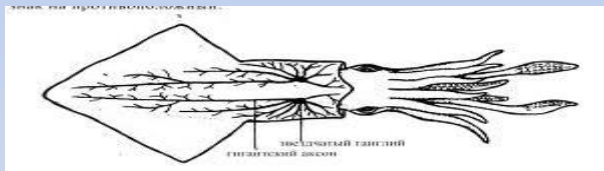
ГЛАДЕНЬКОМ'ЯЗОВА КЛІТИНА

$$U_M = -50 \text{ мВ (ГМК)}$$



АКСОН КАЛЬМАРА

$$U_M = -70 \text{ мВ (нейрони)}$$



КЛІТИНИ СКЕЛЕТНОГО М'ЯЗУ (М'ЯЗОВЕ ВОЛОКНО)

$$U_M = -70 \text{ мВ (скелетні м'язи)}$$

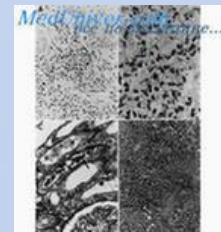
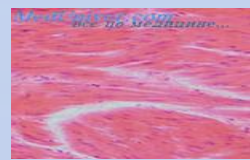
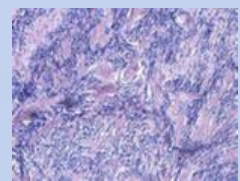
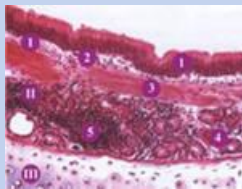
$$\frac{dS}{dt} \rightarrow \text{min}$$

Клітина – найпростіша біологічна система, яка здатна до:

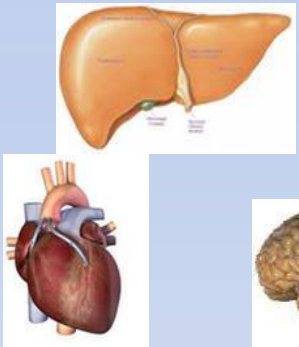
- самовідновлення
- самовідтворення
- розвитку

КЛІТИНА - ЕЛЕМЕНТАРНА ОДИНИЦЯ

- ТКАНИНИ



- ОРГАНУ



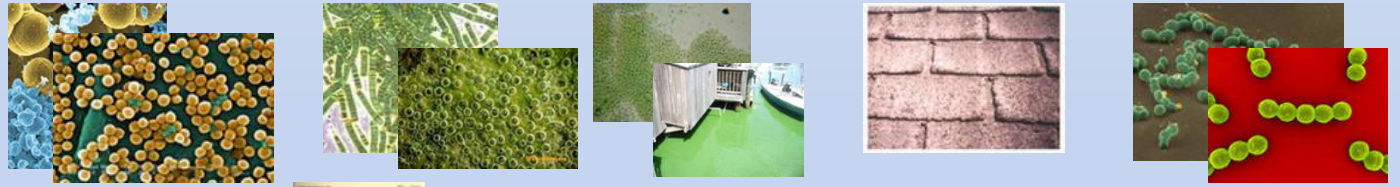
- СИСТЕМИ ОРГАНІВ

- ОРГАНІЗМУ В ЦІЛОМУ

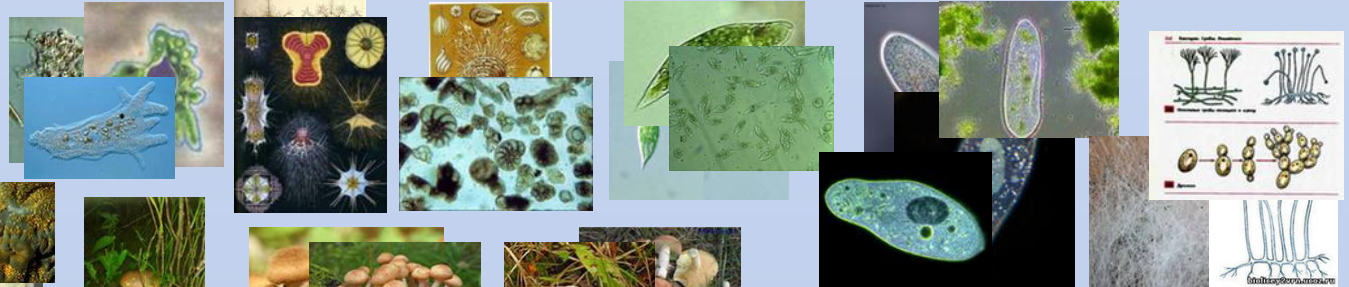


КЛІТИНА – ОСНОВА БУДОВИ:

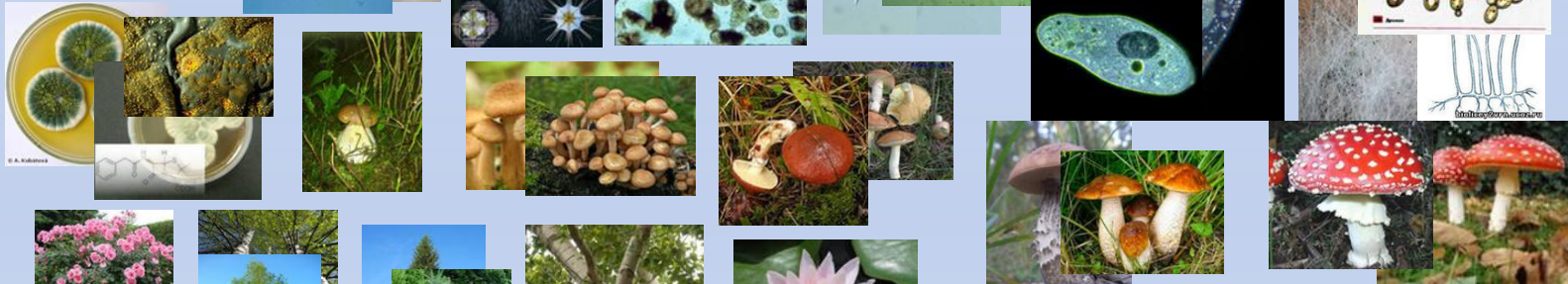
-ПРОКАРІОТІВ



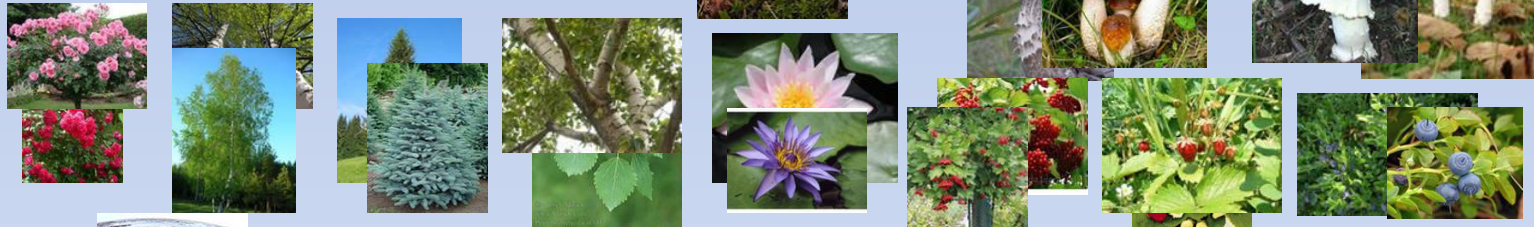
-ОДНОКЛІТИННИХ



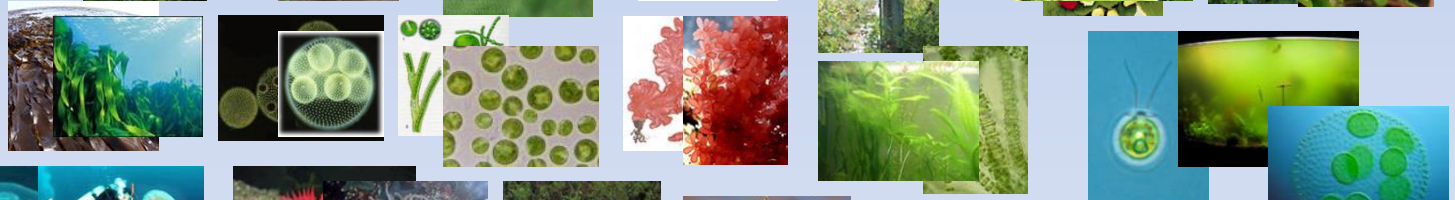
-ГРИБІВ



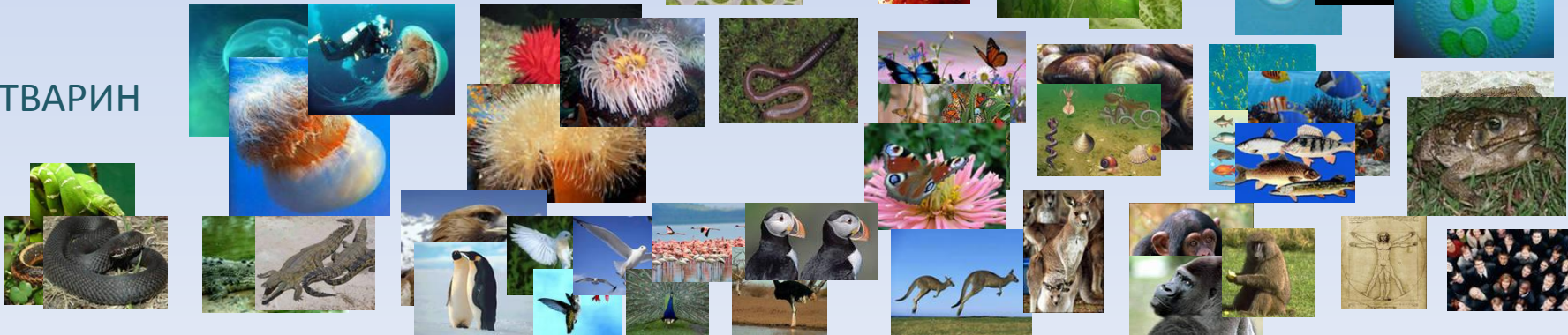
-РОСЛИН



-ВОДОРОСТЕЙ



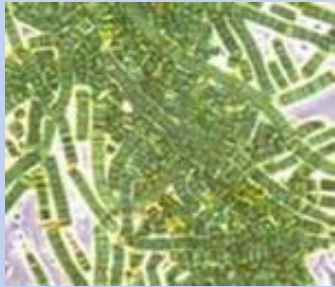
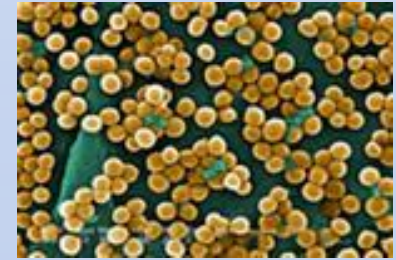
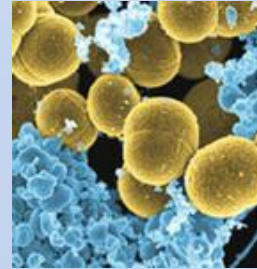
-ТВАРИН



КЛІТИНА – ОСНОВА БУДОВИ

-ПРОКАРІОТІВ:

бактерія золотистого
стафілокока



ціанобактерії



ціанобактерії (мікроцистіс)



ціанобактерії (глеокапса мала)



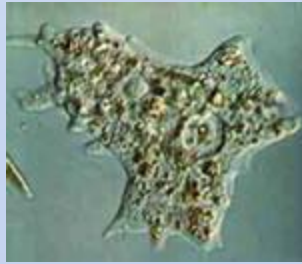
бактерії стрептокока



-ОДНОКЛІТИННИХ



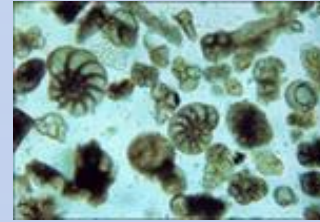
радіолярії



амеба



амеба



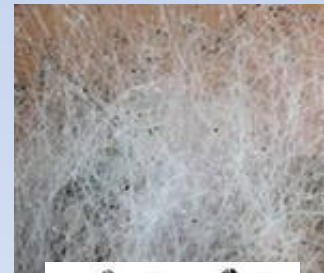
форамініфери



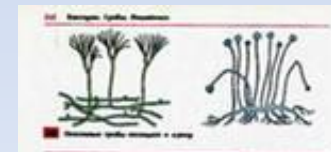
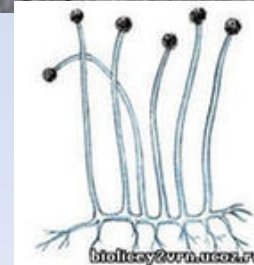
евглена зелена



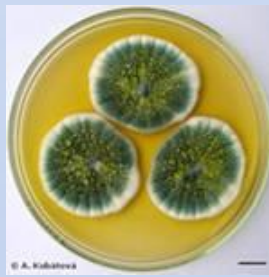
інфузорія
туфелька



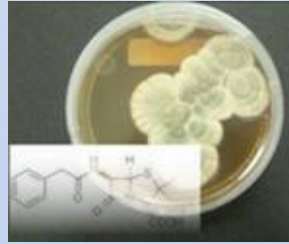
гриб мукор



-ГРИБІВ



гриб пеніцилла



білий гриб



опеньки



маслята



підберезовики



мухомор

-РОСЛИН



кущ троянди



береза



ялина



осика



ЛОТОС



кущ калини



кущ суниці



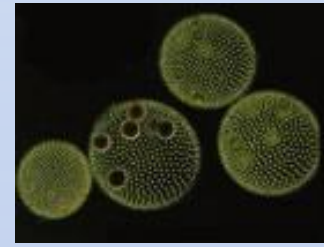
кущ чорниці



-ВОДОРОСТЕЙ



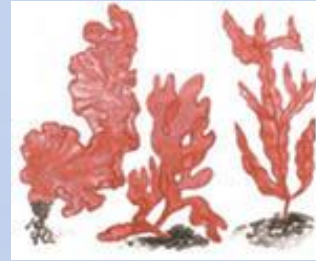
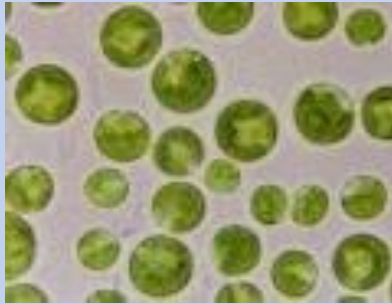
ламiнaрiя



вольвокс



хлорелла



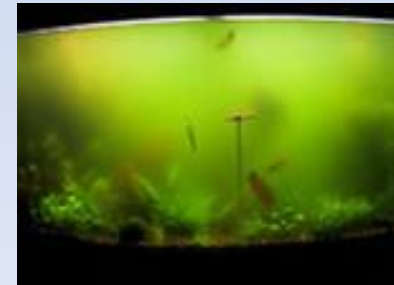
червонi водоростi



улотрикс



хламiдомонада



-ТВАРИН



медуза



актинія



дощовий черв'як



метелики



МОЛЮСКИ



риби



жаби



змії



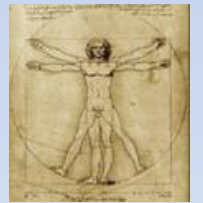
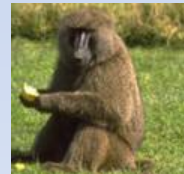
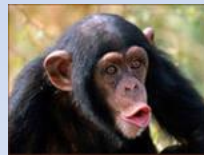
крокодили



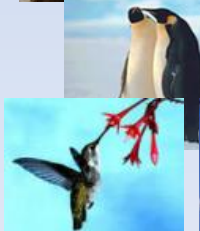
птахи



кенгуру



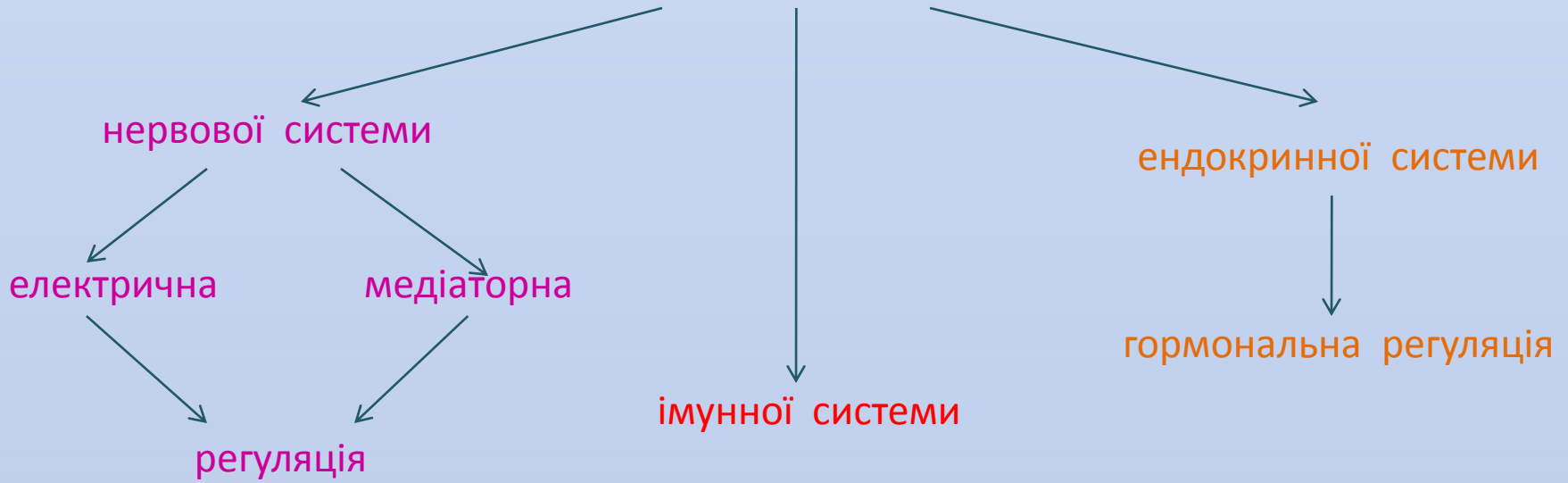
людина



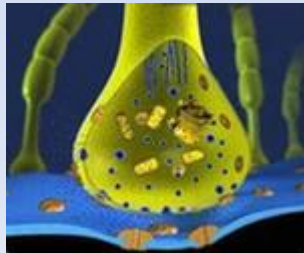
мавпа



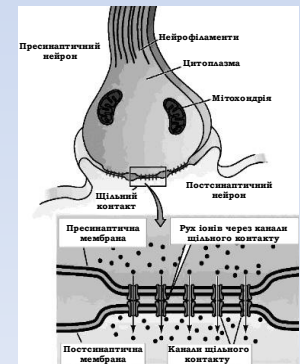
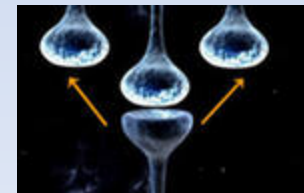
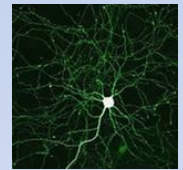
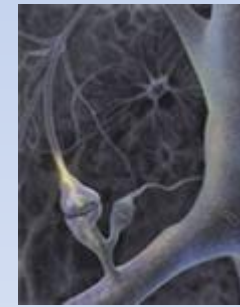
КЛІТИНА БАГАТОКЛІТИННИХ ОРГАНІЗМІВ ЗНАХОДИТЬСЯ ПІД КОНТРОЛЕМ:



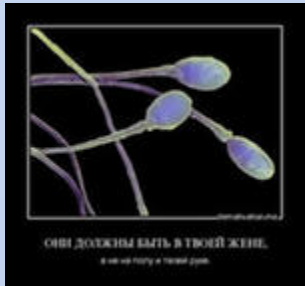
хімічний синапс



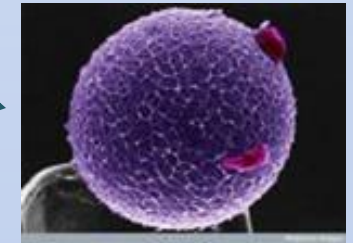
електричний синапс



Живі істоти, що розмножуються статевим шляхом, починають існувати з моменту злиття двох високоспеціалізованих клітин



сперматозоїд

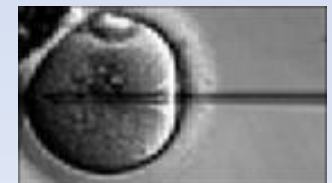


яйцеклітина

зародок людини в амніотичному мішку матки матері



штучне запліднення в пробірці в умовах лабораторії





2 трильони клітин

100 трильонів високоспеціалізованих клітин (200 типів)



клітини нирок

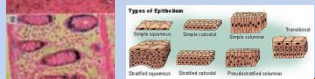


нервові клітини

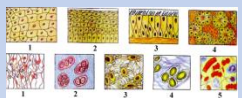


сенсорні клітини

епітеліальні клітини



циліндричний епітелій



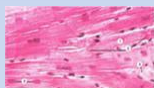
війчастий епітелій



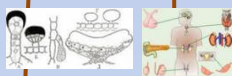
клітини скелетного м'язу



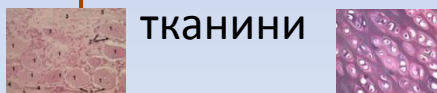
кардіоміоцити



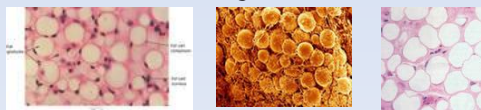
секреторні клітини



клітини хрящової тканини



клітини жирової тканини



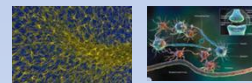
гладеньком'язові клітини



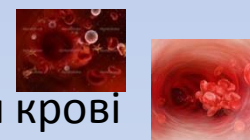
гепатоцити



гліальні клітини



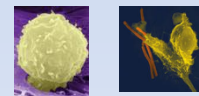
клітини крові



ерітроцити



нейтрофіли



макрофаги



моноцити



тромбоцити





КЛІТИННА ТЕОРІЯ (1849-1855) М. ШЛЕЙДЕНА, Т. ШВАННА, Р. ВІРХОВА



КЛІТИНА – СТРУКТУРНА ОДИНИЦЯ ВСІХ ОРГАНІЗМІВ

ПРОЦЕС УТВОРЕННЯ КЛІТИН ЗУМОВЛЮЄ:

- ріст
- розвиток
- диференціювання рослинних та тваринних тканин
- "кожна клітина - з клітини" (єдиним способом появи клітин є ПОДІЛ)
- клітини всіх одноклітинних та багатоклітинних організмів подібні за походженням, будовою, хімічним складом
- у багатоклітинних організмів, які розвиваються з зиготи, різні типи клітин формуються шляхом їх спеціалізації впродовж індивідуального розвитку
- із тканин складаються органи, які тісно пов'язані між собою і підпорядковані нервово-гуморальній та імунній системам регуляції

ЗНАЧЕННЯ КЛІТИННОЇ ТЕОРІЇ ДЛЯ МЕДИЦИНИ:

- клітина - одиниця патологічних змін

- трансформована клітина - першопричина виникнення і розвитку хвороби:



ІНФАРКТ МІОКАРДА

гіпоксія кардіоміцитів



виключення частини міокарду з проведення електричних потенціалів та скорочення



порушення кровопостачання органів та тканин



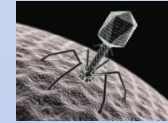
їх гіпоксія і в першу чергу - нейронів головного мозку

ПАТОЛОГІЧНІ ЗМІНИ КЛІТИНИ

порушення структури

загибель клітин
при розмноженні
в них вірусу

переродження клітин
під дією вірусу



порушення проникності мембран



мітохондрій



лізосом

ендоплазматичного
ретикулума



набряк мітохондрій

перетворення у пухирці

вихід гідролітичних
ферментів у цитоплазму

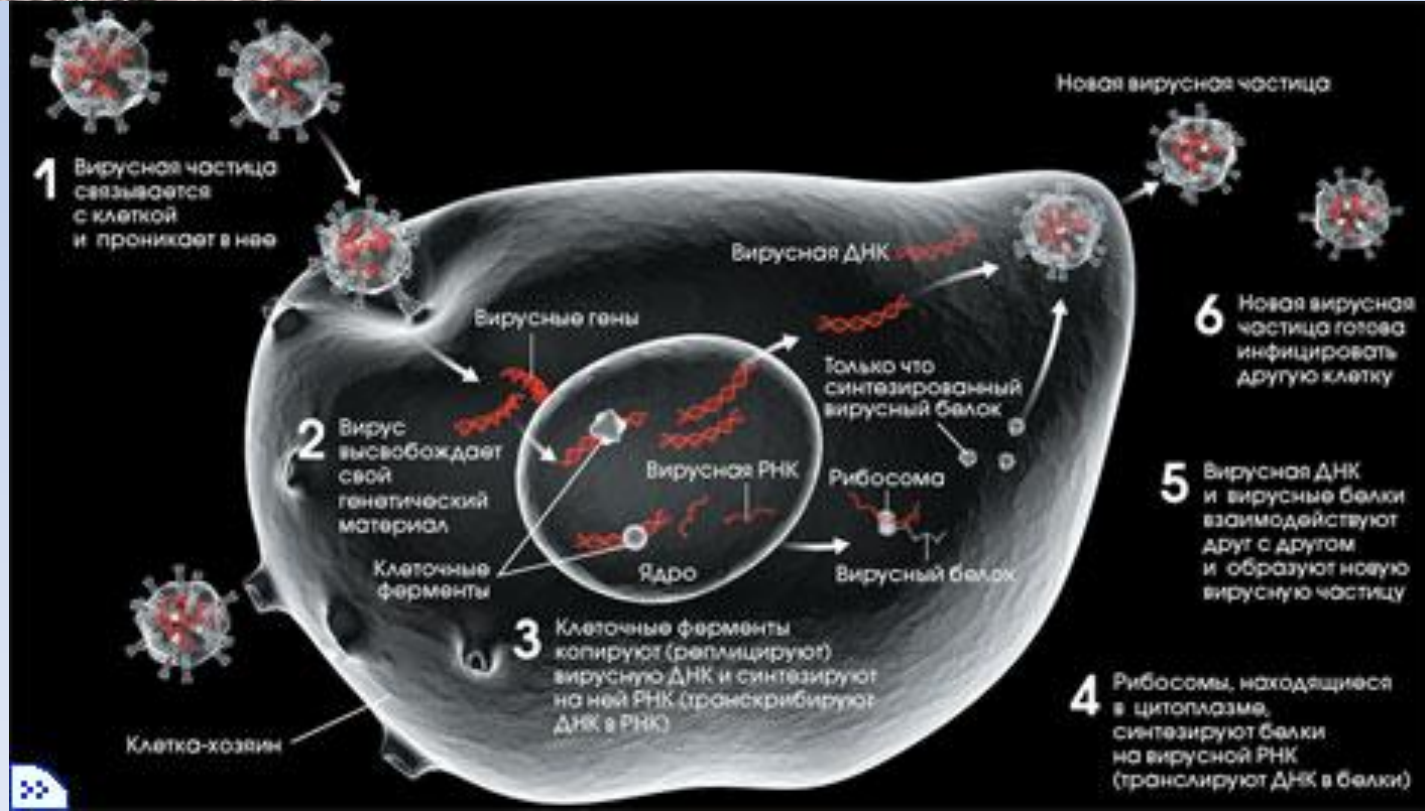
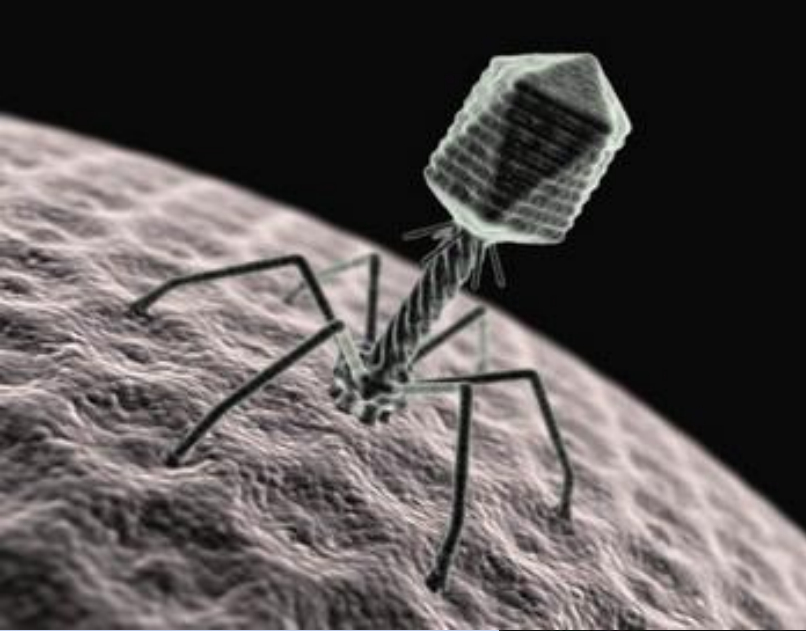
порушення синтезу
білків, вуглеводів

порушення окисно-відновних реакцій

порушення синтезу АТФ

порушення гомеостазу всієї клітини

- КЛІТИНИ ЗДАТНІ ДО РЕПАРАЦІЇ



НЕСПРИЯТЛИВІ ДЛЯ КЛІТИНИ ЧИННИКИ



СПЕЦІАЛІЗАЦІЯ ТА ІНТЕГРАЦІЯ КЛІТИН (ТКАНИНИ) ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ

- організм людини складається з клітин, що мають в загальному однакову будову

форма, розміри, структура клітин



залежить від функцій, які вони виконують

діаметр: еритроцита - 3-4 мкм

тромбоцита - 4-5 мкм

лейкоцита - 150-200 мкм

довжина: клітини скелетного м'язу - 1 см

аксону нейрона - 1 м

гладеньком'язової клітини - 200-300 мкм

об'єм клітин: 200-15000 мкм³

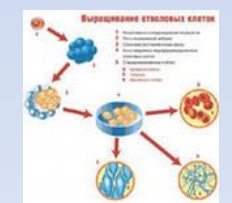
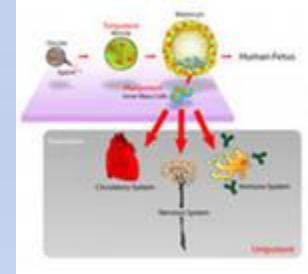
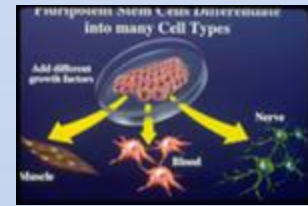
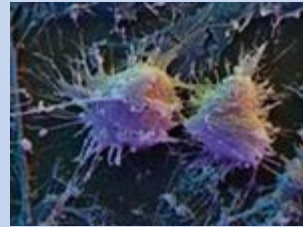
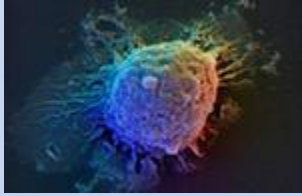
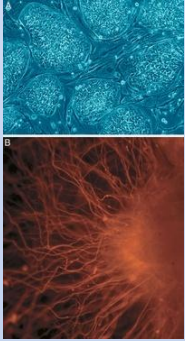
форма клітин: сферична, зірчаста, еліпсоподібна, циліндрична, химерна

- функціонально спеціалізовані клітини різних типів у різних видів тварин подібні за структурою, формою, розмірами

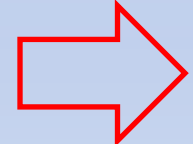
- **тканина** - сукупність подібних за структурою та функціями клітин, з'єднаних між собою зв'язками

- типи тканин: епітеліальна, сполучна, м'язова, нервова

СТОВБУРОВІ КЛІТИНИ. ВЛАСТИВОСТІ

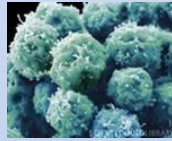
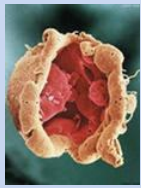
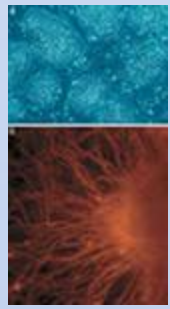


- недиференційовані
- здатні до багаторазового самовідтворення (проліферації)
- здатні до продукування високодиференційованих певного типу клітин
- популяція СК, (що проліферують в лабораторних умовах), здатна утворити мільйони клітин



- стовбурова клітина не може взаємодіяти з іншими клітинами
- не проводить електрохімічний потенціал до інших клітин
- СК тривалий час залишаються недиференційованими
- під контролем внутрішніх (контролюються генами) та зовнішніх сигналів переходять з недиференційованого стану у стан спеціалізації (диференціації), регенеруючи певний вид тканини, в якій вони знаходяться
- СК кісткового мозку дають початок клітинам крові
- СК притаманне явище пластичності: стовбурові кровотворні клітини дають початок нейронам та клітинам серцевого м'язу

ТИПИ СТОВБУРОВИХ КЛІТИН



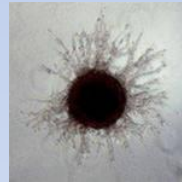
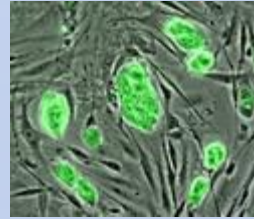
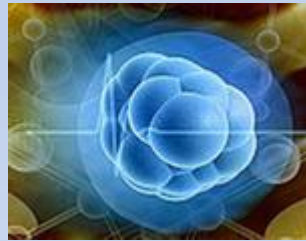
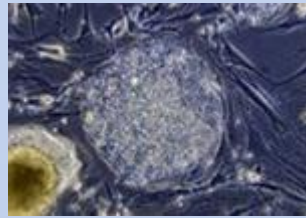
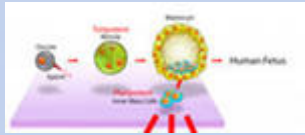
ПЛЮРИПОТЕНТНІ
ЕМБРІОНАЛЬНІ СТОВБУРОВІ
КЛІТИНИ

ЗРІЛІ СТОВБУРОВІ КЛІТИНИ

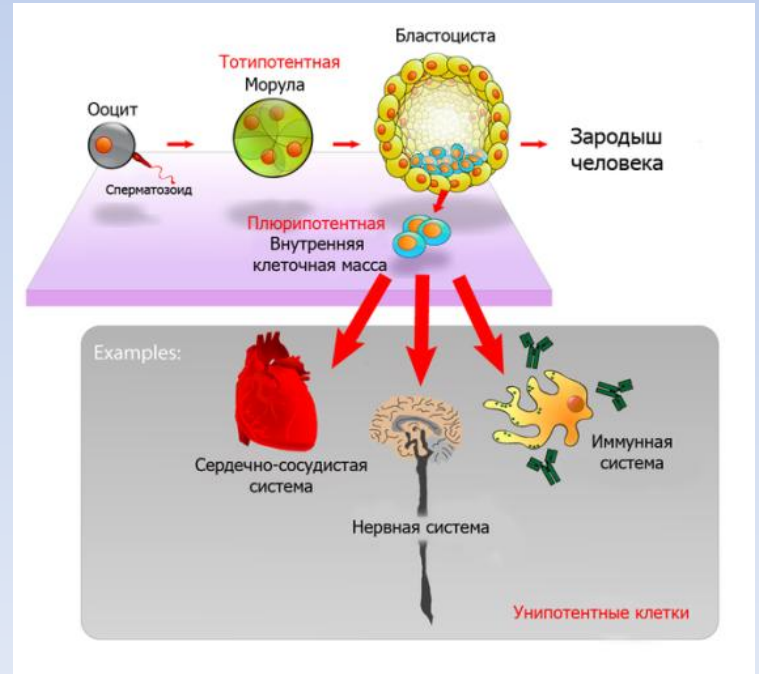


МУЛЬТИПОТЕНТНІ

УНІПОТЕНТНІ



- ВІДРІЗНЯЮТЬСЯ МІЖ СОБОЮ:
- морфологічними ознаками
 - локалізацією
 - рецепторами поверхні
 - факторами транскрипції



ЗАСТОСУВАННЯ СТОВБУРОВИХ КЛІТИН В МЕДИЦИНІ. ПЕРСПЕКТИВИ

-має багато проблем

- відкритими залишаються механізми внутрішньої та зовнішньої сигналізації запуску диференціації стовбурових клітин (СК)

вирішення дозволило б:

наращувати клітини або тканини, зокрема кісткову, для лікування:

- онкозахворювань
- СНІДУ
- гематологічних захворювань
- безпліддя
- хвороби Паркінсона
- хвороби Альцгеймера
- ушкодження спинного мозку
- опіків
- інфаркту міокарда
- цукрового діабету
- остеоартриту
- ревматоїдного артрити

зрозуміти основні принципи, за якими відбувається диференціація ембріональних тканин у високоспеціалізовані

розробити більш досконалі методи імплантування диференційованих зародкових СК в різні тканини

Оливер Смитис
Oliver Smithies



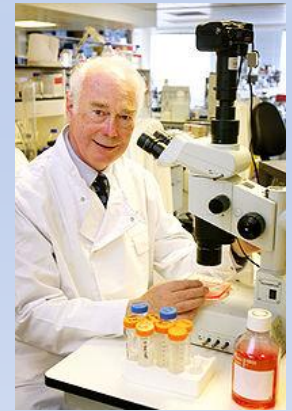
Мартин Еванс
Martin John. Evans



Нобелівський комітет при одному з провідних медичних університетів світу Каролінському Інституті в Стокгольмі (Швеція) 8 жовтня 2007 р. сповістив про вручення премії в області фізіології та медицини Маріо Капеккі, Оліверу Смітісу, Мартіну Євансу за дослідження в області специфічних генетичних модифікацій зародків мишей з використанням стовбурових клітин ембріонів. Розроблена ними технологія т.з. “направленої модифікації генів” у мишей отримала назву **генетичного нокаута**.

Ця техніка зараз використовується в усіх областях біомедичних досліджень людини при розробці експериментальних моделей захворювань, на яких проводяться випробування нових лікарських препаратів, вивчається розвиток мозку ембріону, досліджуються механізми імунного захисту, вирішуються ряд інших наукових задач.

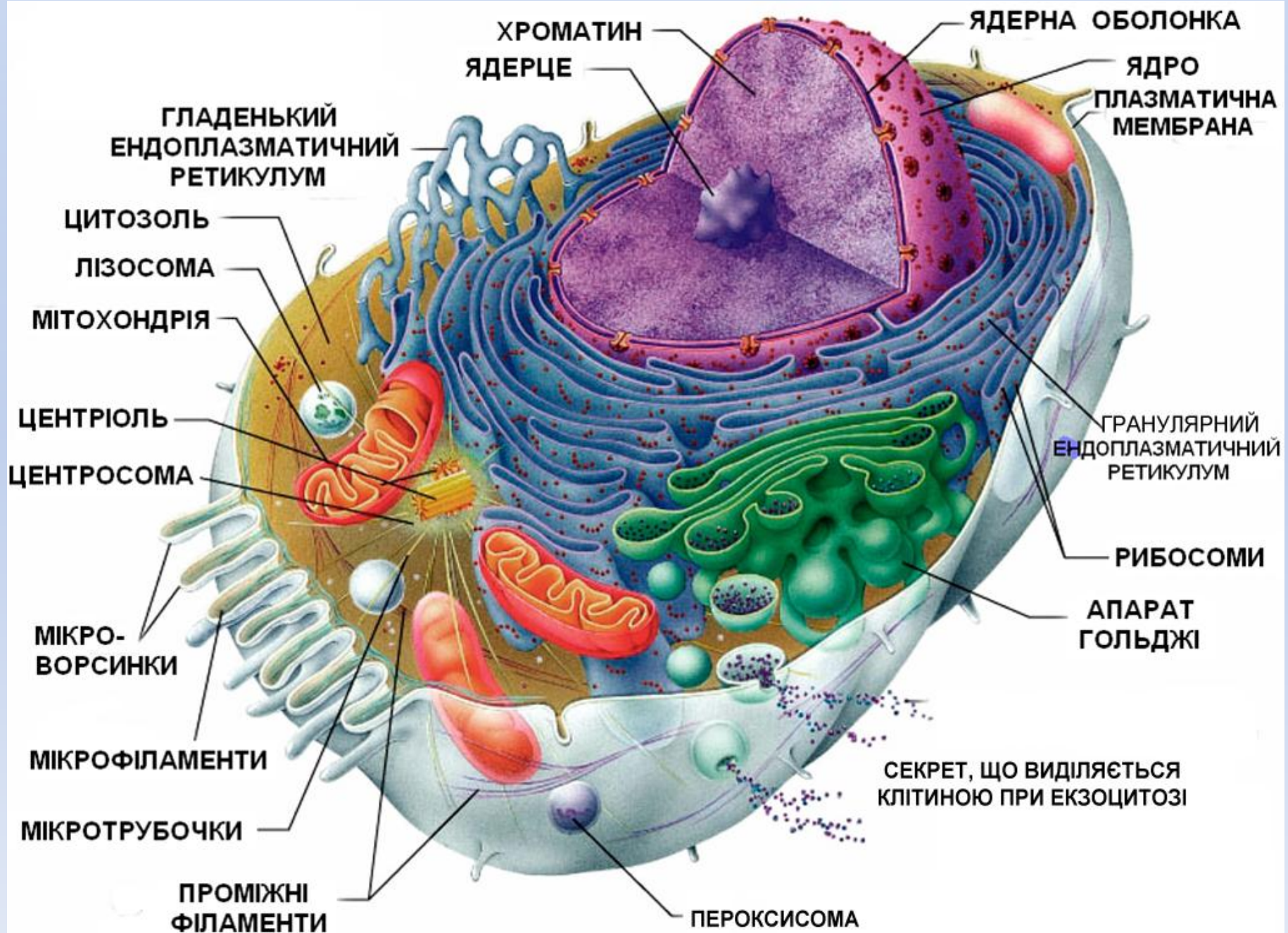
Маріо Капеккі
Mario R. Capecchi



ВИМОГИ ЩОДО ПРАКТИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ СЛОВБУРОВИХ КЛІТИН ДЛЯ ІМПЛАНТАЦІЇ

- ЗДАТНІСТЬ ЕКСТЕНСИВНО ПРОЛІФЕРУВАТИ, ПРОДУКУВАТИ ДОСТАТНЮ КІЛЬКІСТЬ ТКАНИН
 - ДИФЕРЕНЦІЮВАТИСЬ У БАЖАНІ ТИПИ КЛІТИН
 - ЗБЕРІГАТИ ЖИТТЄДІЯЛЬНІСТЬ ПІСЛЯ ТРАНСПЛАНТАЦІЇ
 - ОБ'ЄДНУВАТИСЬ З ОТОЧУЮЧИМИ КЛІТИНАМИ
- ФУНКЦІОНУВАТИ ДЛЯ ПРОДОВЖЕННЯ ЖИТТЯ ПАЦІЄНТА
 - НЕ ЗАВДАВАТИ ШКОДИ РЕЦИПІЄНТУ

СТРУКТУРНО-ХІМІЧНА ОРГАНІЗАЦІЯ ЕУКАРИОТИЧНИХ КЛІТИН



МАКРОЕЛЕМЕНТИ

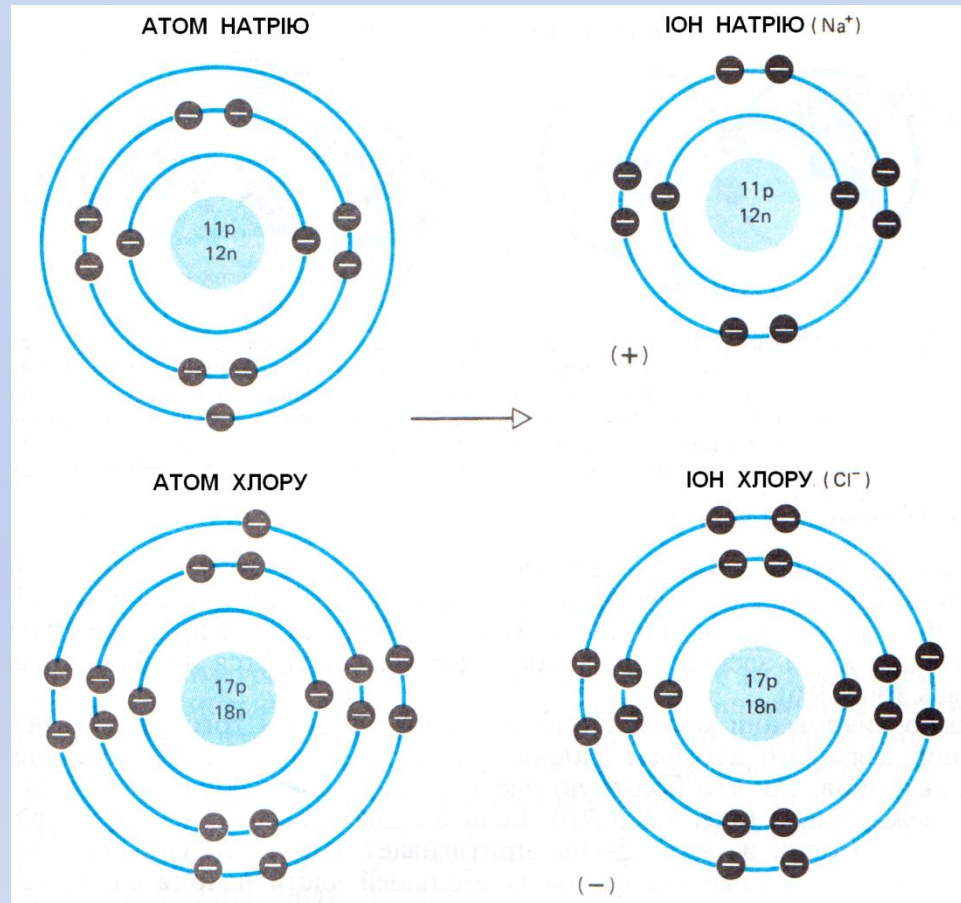
СИМВОЛ	ВМІСТ (%)
O	62
C	20
H	10
N	3
Ca	2,5
P	1
S	0,25
K	0,25
Cl	0,2
Na	0,1
Mg	0,07
I	0,01
Fe	0,01
	99,59

МІКРОЕЛЕМЕНТИ

СИМВОЛ	ВМІСТ (%)
Cu	в дуже малих кількостях
Mn	
Mo	
Co	
B	
Zn	
F	
Se	
Cr	

ЗВ'ЯЗКИ МІЖ АТОМАМИ

- ІОННІ



УТВОРЕННЯ ІОННОГО ЗВ'ЯЗКУ

Натрій стає стабільним, коли він втрачає один електрон зовнішньої оболонки. Хлор, на зовнішній оболонці якого є 7 електронів, повинен приєднати до них ще один електрон, щоб утворився стабільний набір з восьми електронів. Після такого переносу електрона, атом натрію перетворюється в іон з 11 протонами та 10 електронами, тобто з сумарним зарядом +1. Хлор з 18 електронами має сумарний заряд -1.

ЗВ'ЯЗКИ МІЖ АТОМАМИ

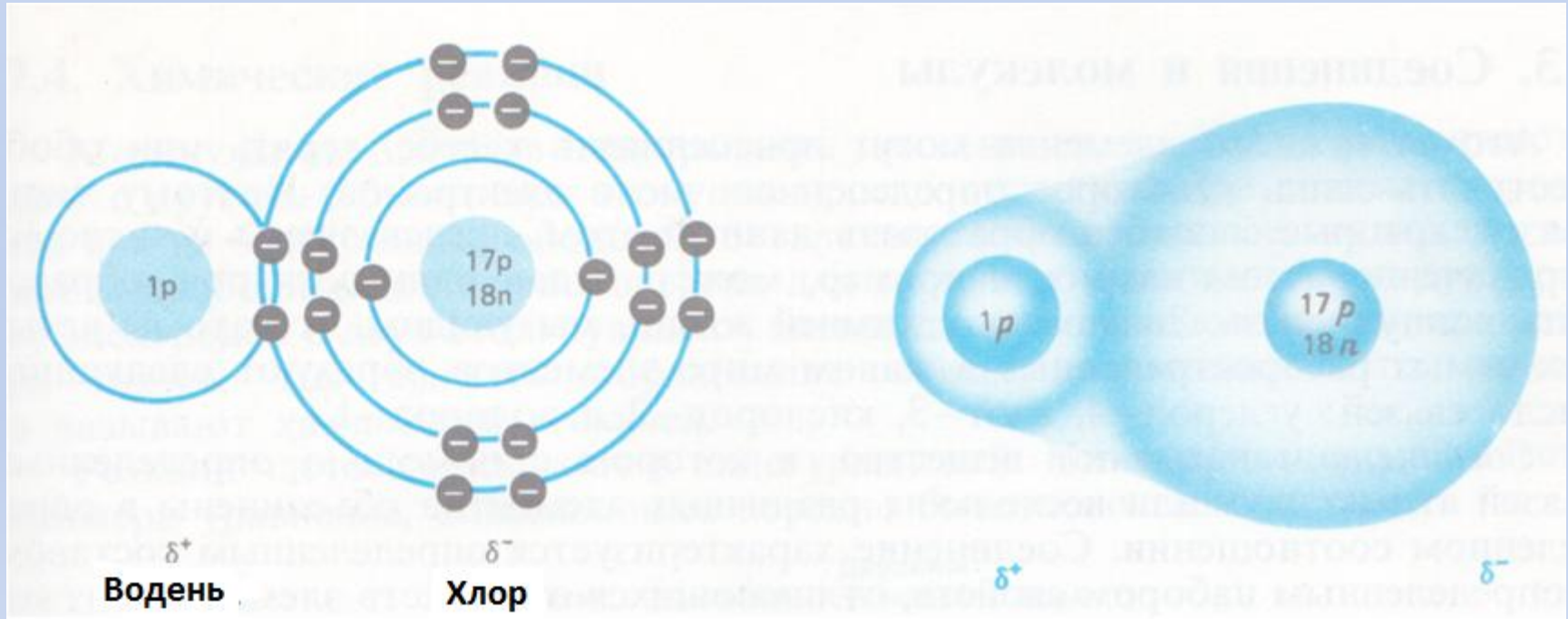
- КОВАЛЕНТНІ



УТВОРЕННЯ КОВАЛЕНТНОГО ЗВ'ЯЗКУ МІЖ АТОМАМИ ВОДНЮ

ЗВ'ЯЗКИ МІЖ АТОМАМИ

- ПОЛЯРНІ



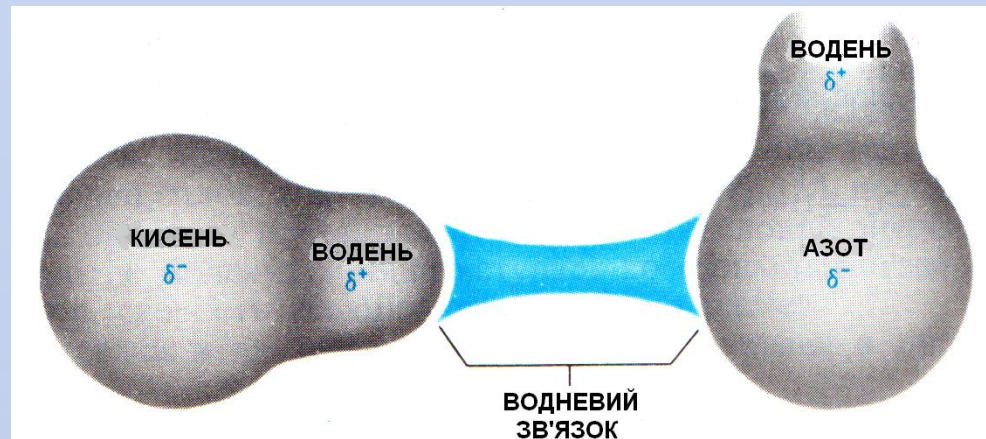
ПОЛЯРНИЙ ЗВ'ЯЗОК

Якщо два атома належать різним елементам, то один з них притягує електрони сильніше, ніж другий. В силу цього, розподіл електричного заряду в такому ковалентному зв'язку зміщено і такий зв'язок є полярним.

В полярному зв'язку один атом частково втрачає електрон і несе частково позитивний заряд, тоді як другий атом набуває електрон, а з ним частково негативний заряд.

ЗВ'ЯЗКИ МІЖ АТОМАМИ

- ВОДНЕВІ

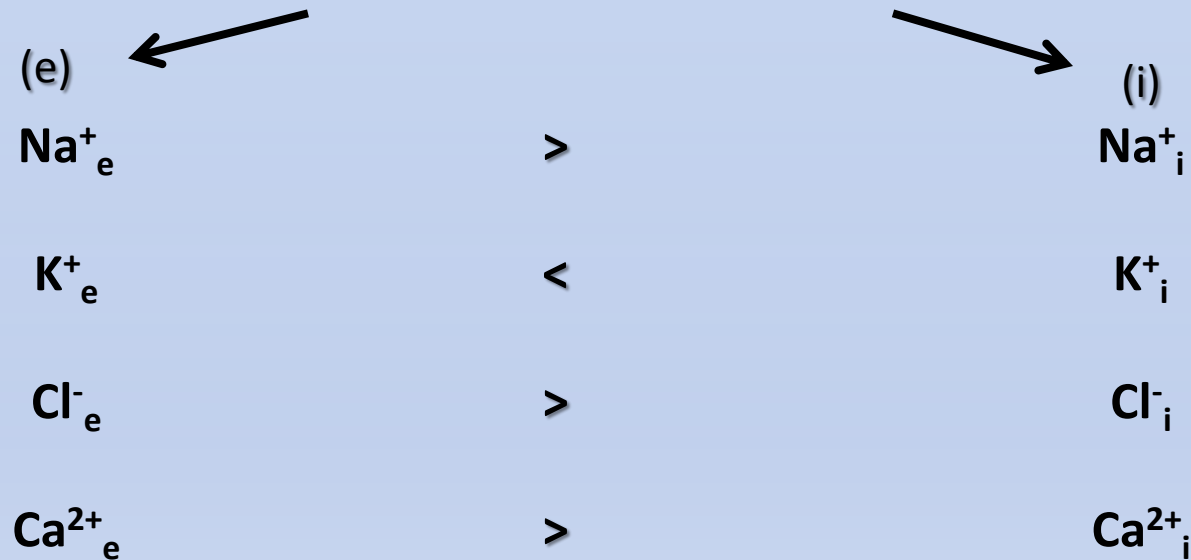


ВОДНЕВИЙ ЗВ'ЯЗОК

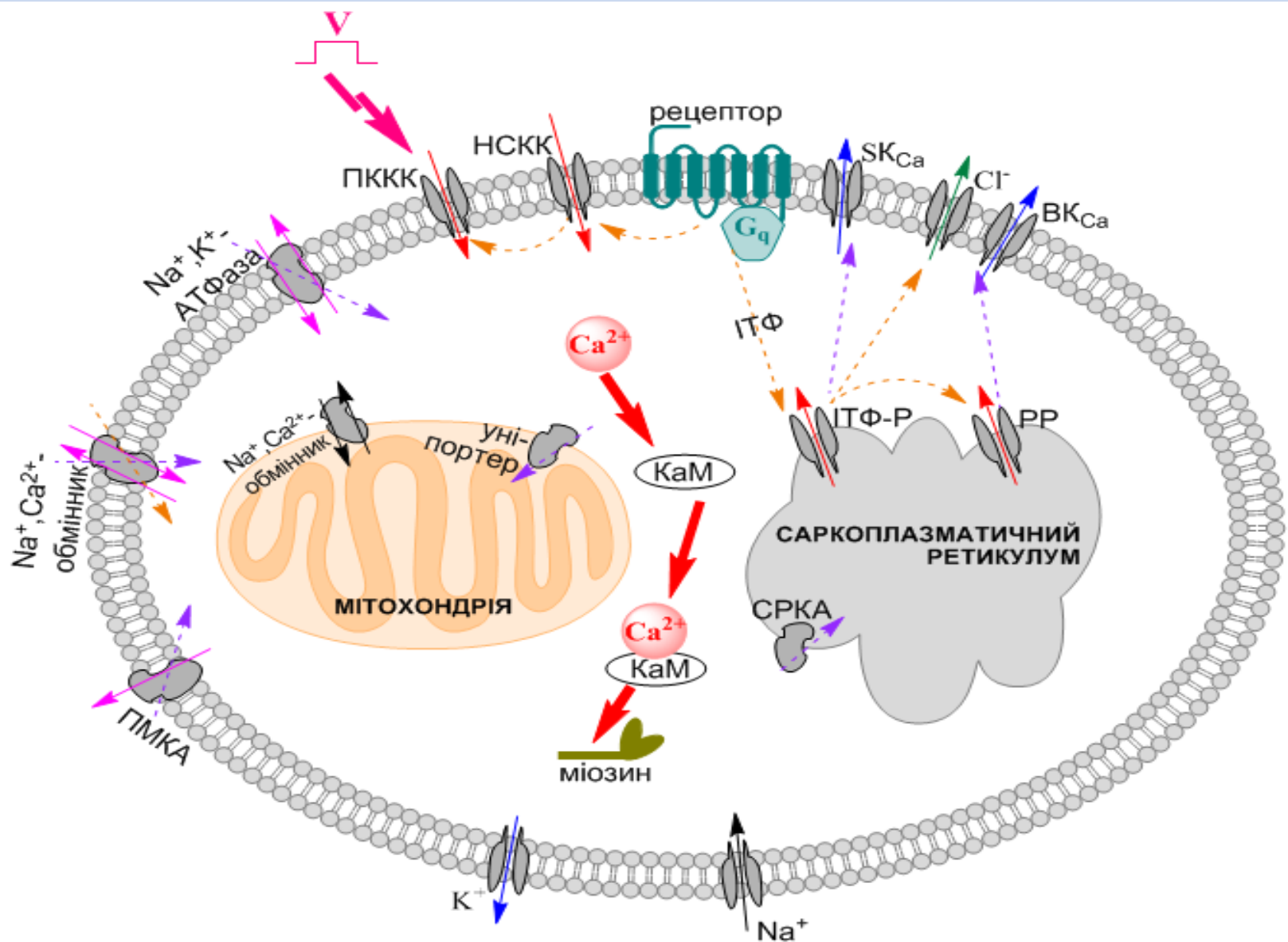
В утворенні цього зв'язку приймає участь атом гідрогену, з'єднаний полярним ковалентним зв'язком з яким-небудь іншим атомом (киснем або азотом) таким чином, що гідроген несе частково позитивний заряд.

МАКРОЕЛЕМЕНТИ, ЩО ПРИЙМАЮТЬ УЧАСТЬ У ФОРМУВАННІ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЕУКАРИОТИЧНОЇ КЛІТИНИ

ПЕРЕРОЗПОДІЛ ІОНІВ



ІОН	РАДІУС ІОНУ В КРИСТАЛІ (А)	АБСОЛЮТНА РУХОМІСТЬ ІОНУ У ВОДІ (мк/сек) (В/см)	СТУПІНЬ ГІДРАТАЦІЇ
Na ⁺	0,95	5,2	4,5
K ⁺	1,33	7,64	2,9
Cl ⁻	1,81	7,91	2,7
Br ⁻	1,95	7,96	2,4
I ⁻	2,16	8,28	0

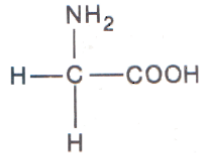


ПККК – потенціалкервані кальцієві канали; **СРКА** – кальцієва помпа СР;
НСКК – неселективні катіонні канали;
ПМКА – кальцієва помпа плазматичної мембрани

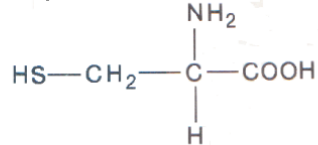
ОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ ТА ВОДА

БІЛКИ - ПОЛІМЕРИ

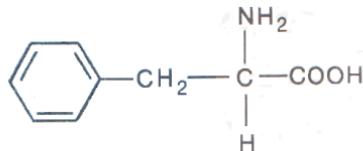
гліцин



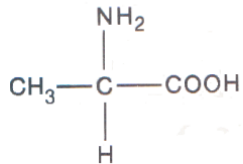
цистеїн



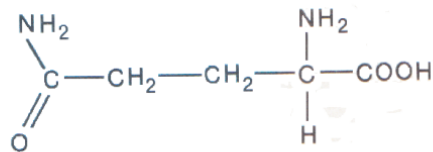
фенілаланін



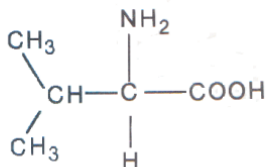
аланін



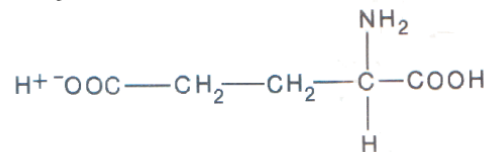
глутамін



валін



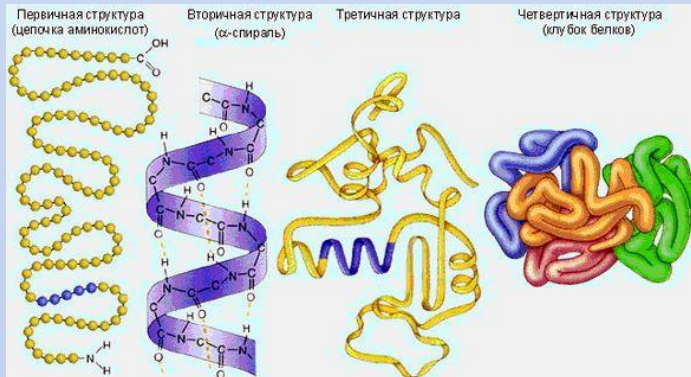
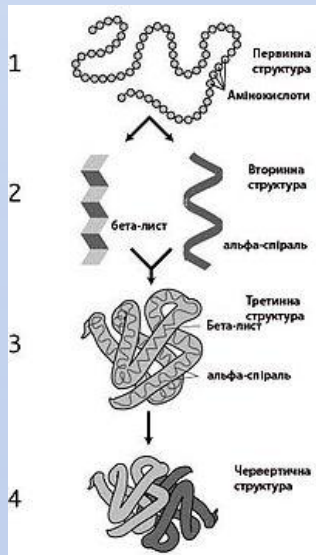
глутамінова кислота



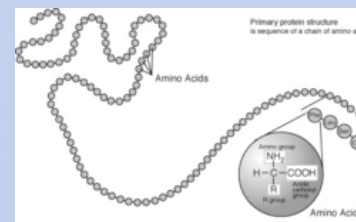
РІЗНОМАНІТТЯ АМІНОКИСЛОТ

АЛАНІН
АРГІНІН
АСПАРАГІН
АСПАРАГІНОВА КИСЛОТА
ВАЛІН
ГІСТИДИН
ГЛІЦИН
ГЛУТАМІН
ГЛУТАМІНОВА КИСЛОТА
ІЗОЛЕЙЦИН
ЛЕЙЦИН
ЛІЗИН
МЕТІОНІН
ПРОЛІН
СЕРІН
ТИРОЗИН
ТРИПТОФАН
ФЕНІЛАЛАНІН
ЦИСТЕЇН

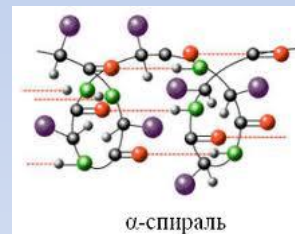
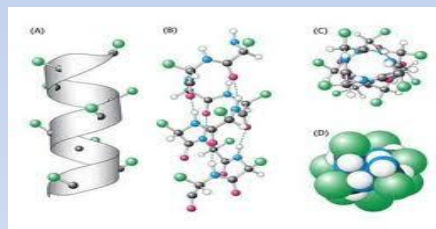
РІВНІ СТРУКТУРНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ БІЛКІВ



- ПЕРВИННА СТРУКТУРА БІЛКІВ
(ПЕПТИДНІ ЗВ'ЯЗКИ)



- ВТОРИННА СТРУКТУРА БІЛКІВ (ВОДНЕВІ ЗВ'ЯЗКИ)



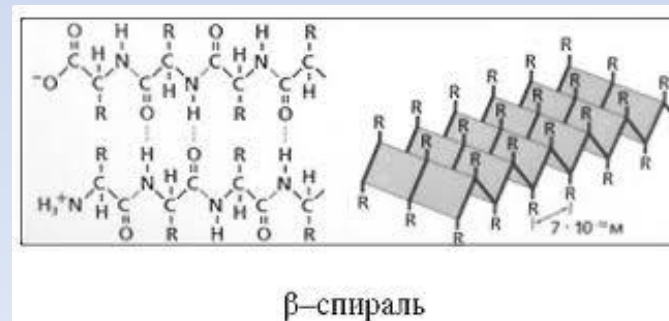
- α- СПІРАЛЬ

- β-СКЛАДЧАСТА СТРУКТУРА

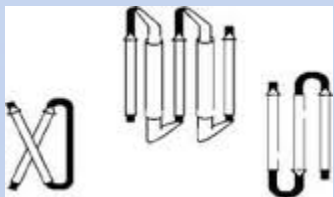
- 3_{10} -СПІРАЛЬ
- π - СПІРАЛЬ



передбачені теоретично



- НАДВОРИННІ БІЛКОВІ СТРУКТУРИ



- СУПЕРСПІРАЛЬ

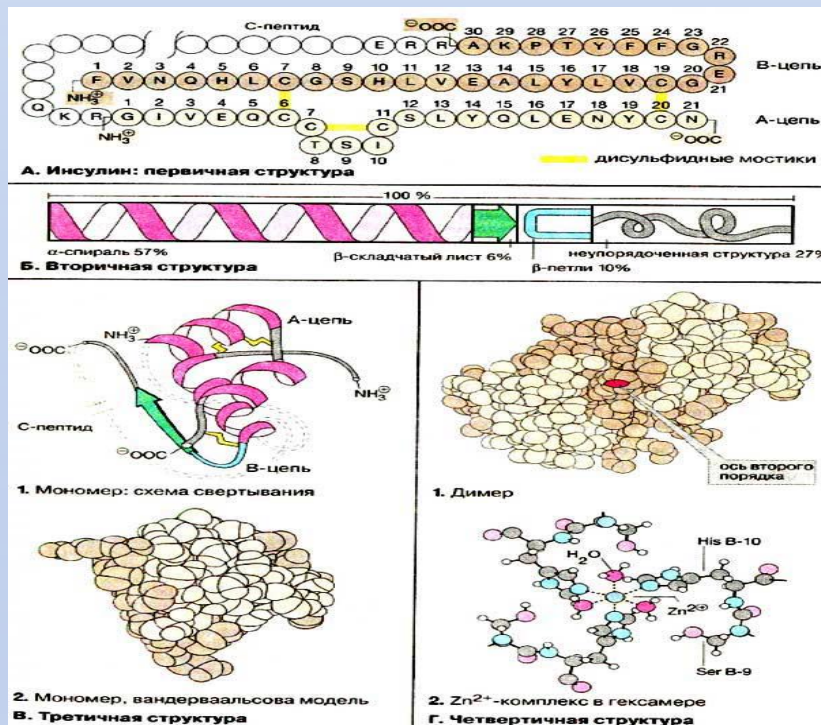
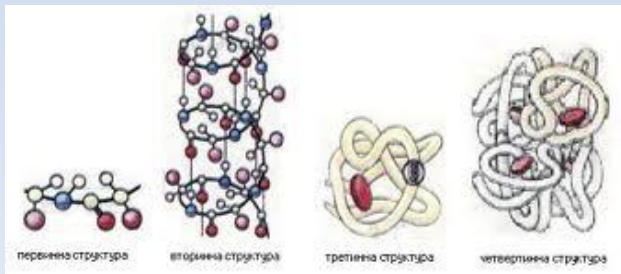
- β -ЛИСТКИ



- ДОМЕННИЙ РІВЕНЬ ОРГАНІЗАЦІЇ (водневі + шарнірні зв'язки)

- ТРЕТИННИЙ РІВЕНЬ ОРГАНІЗАЦІЇ (гідрофобні зв'язки)

- ЧЕТВЕРТИННИЙ РІВЕНЬ ОРГАНІЗАЦІЇ



КЛАСИФІКАЦІЯ БІЛКІВ ЗА ФУНКЦІЯМИ

СТРУКТУРНІ

- актин
- міозин
- гістони
- тубулін

БІЛКИ- ФЕРМЕНТИ

- пептидилтрансфераза
- ДНК-полімераза
- АТФ-синтетаза
 - ліпази
- карбоксигідрази
- РНК-полімерази
 - нуклеази
 - та інші

РЕЦЕПТОРНІ

- холінорецептивні
- адренергічні
- пуринаергічні
- ГАМК-ергічні
- ВІП-ергічні
- гістамінові
- та інші

КАНАЛЬНІ БІЛКИ МЕМБРАН

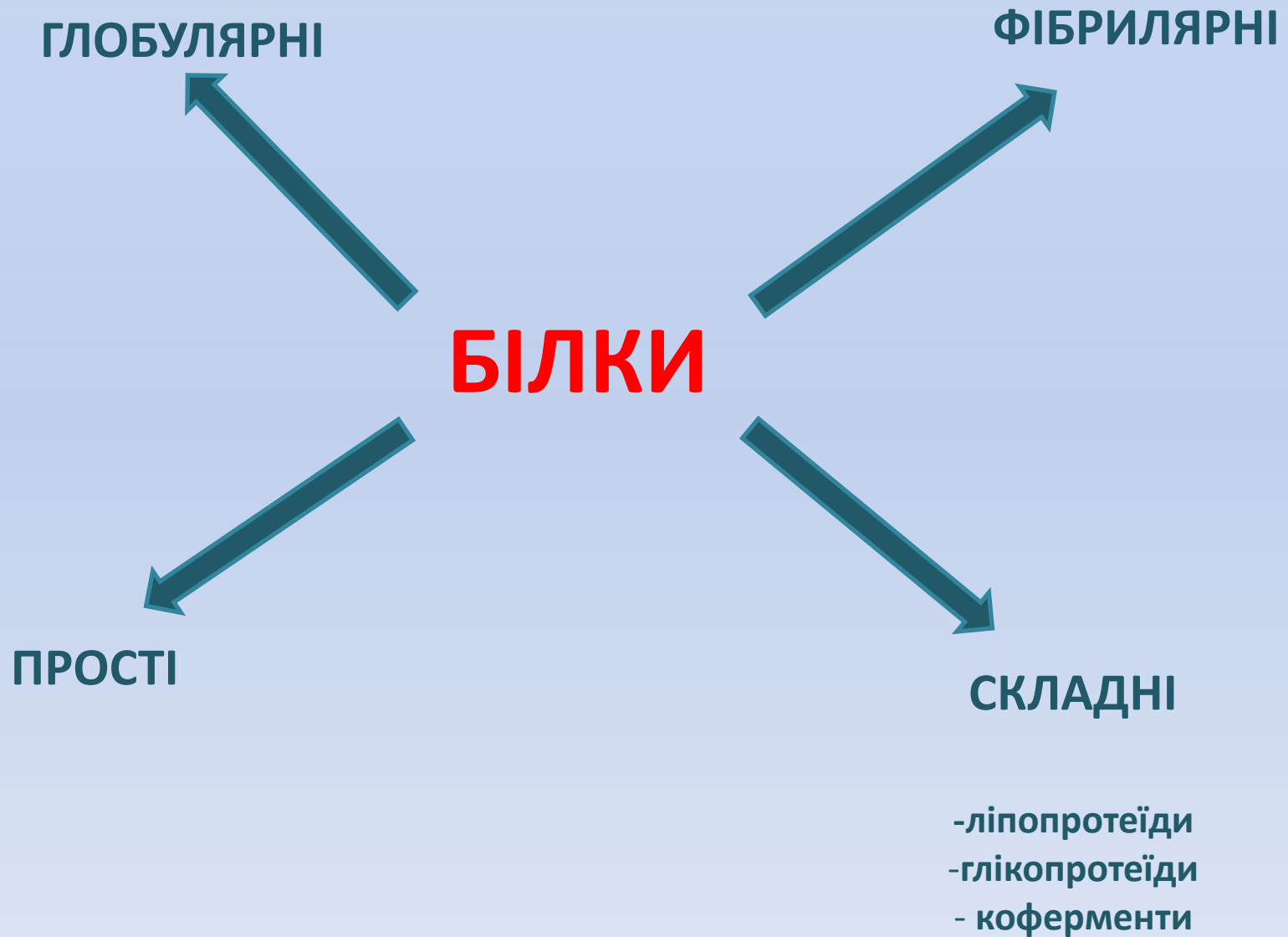
МЕМБРАННІ

- глікопротеїни
- інтегральні
- поверхневі

ТРАНСПОРТНІ БІЛКИ МЕМБРАН

- інтегральні (протонні помпи)
 - Ca^{2+} -АТФази
 - Na^+ K^+ -АТФази

КЛАСИФІКАЦІЯ БІЛКІВ ЗА БУДОВОЮ



ВУГЛЕВОДИ

моносахариди

дисахариди

полісахариди

ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ ДЛЯ КЛІТИНИ

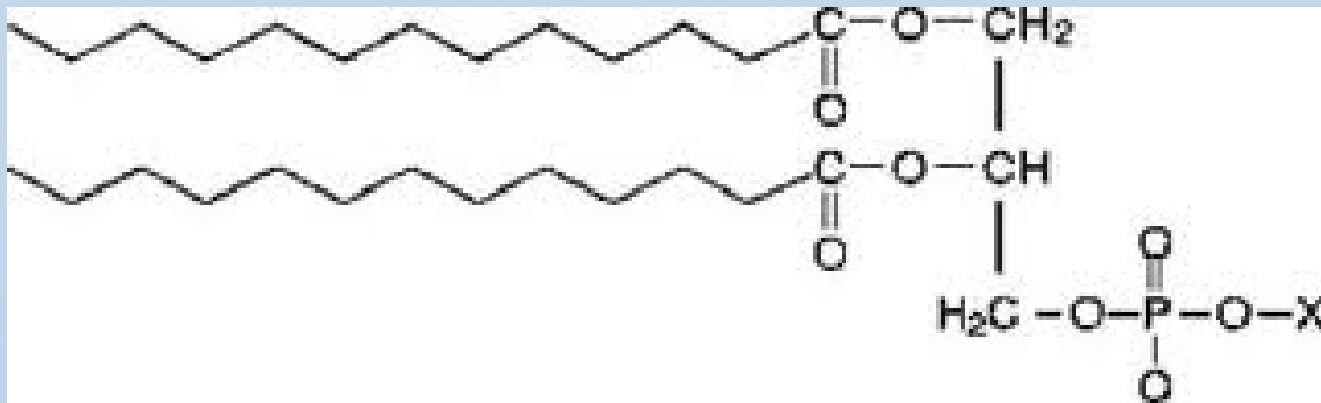
мальтоза

сахароза

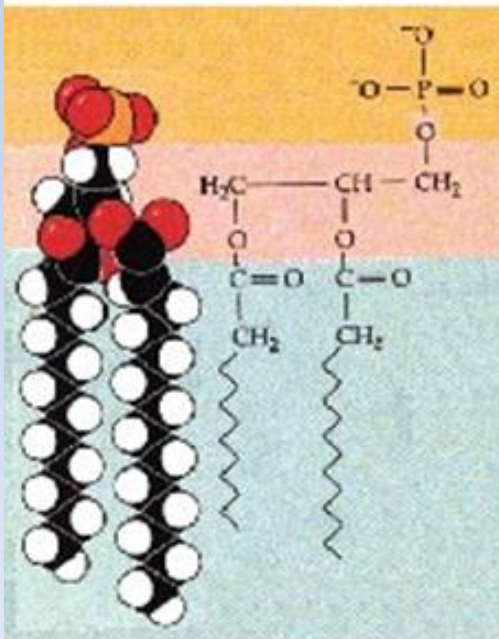
лактоза

глікоген

ФОРМУЛА ФОСФОЛІПІДУ



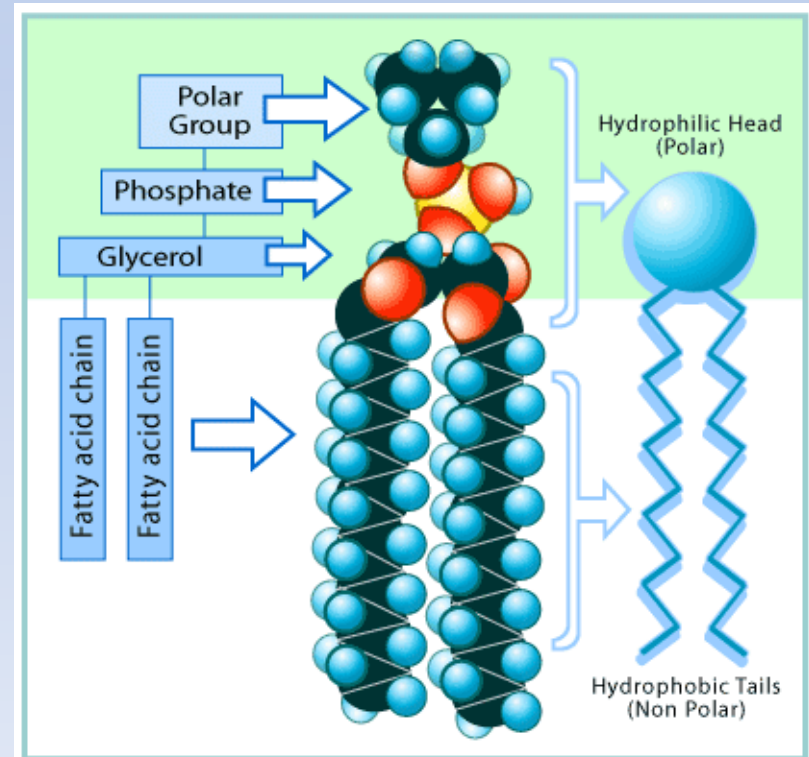
фосфоліпід



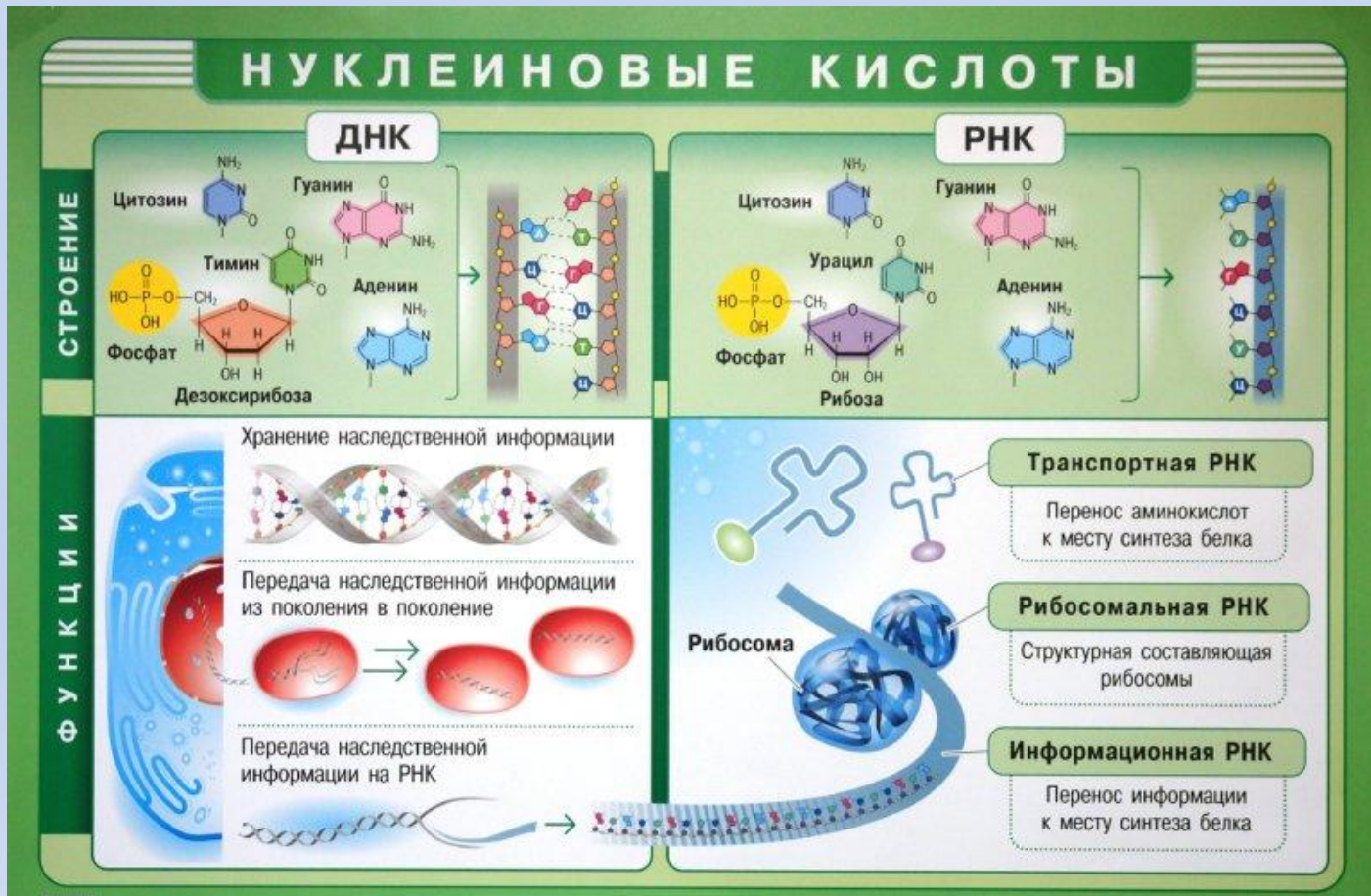
залишок
фосфорної
кислоти

гліцерин

жирні
кислоти



НУКЛЕІНОВІ КИСЛОТИ



ДНК

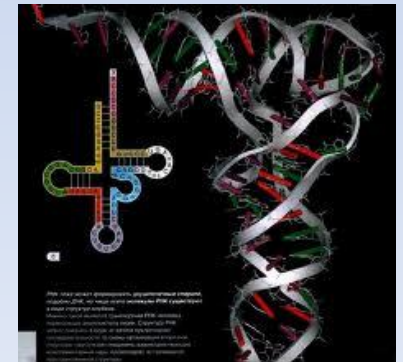


РНК

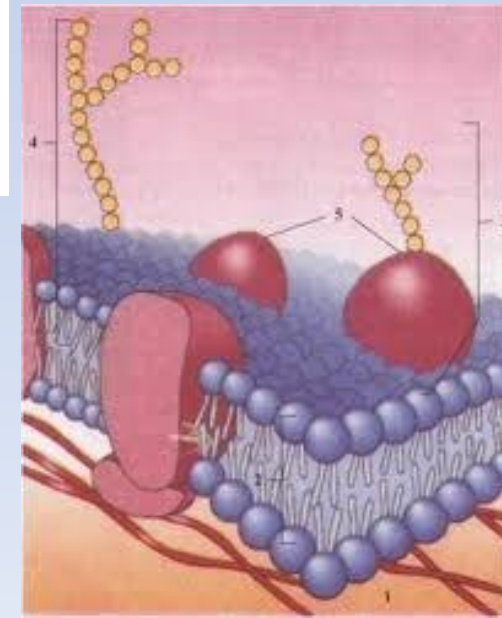
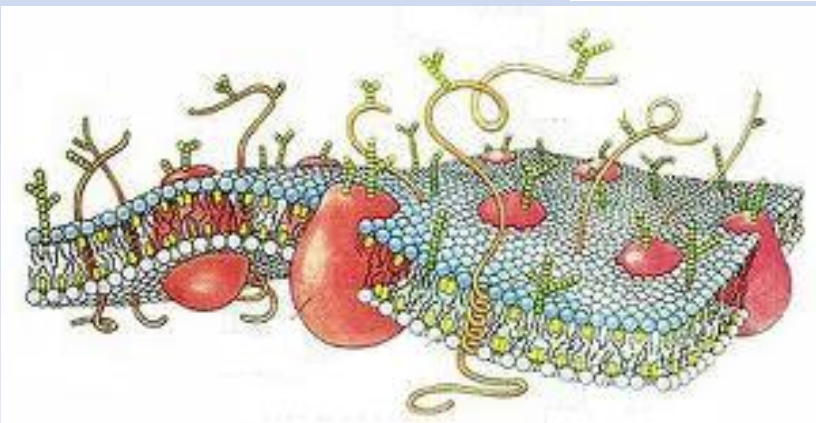
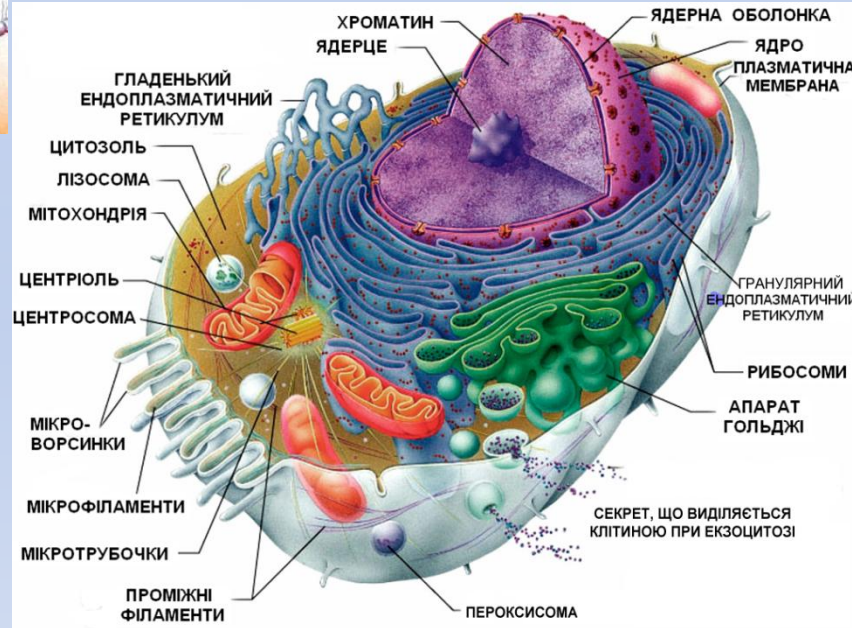
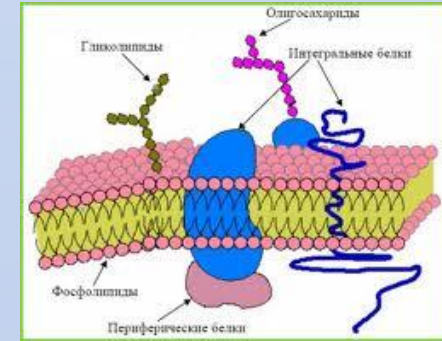
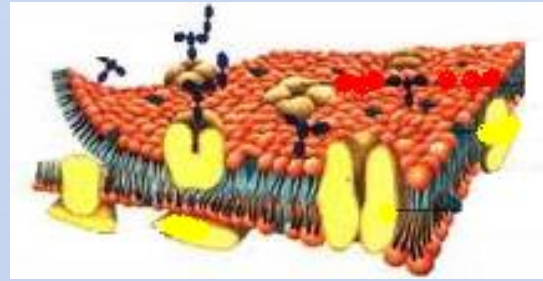
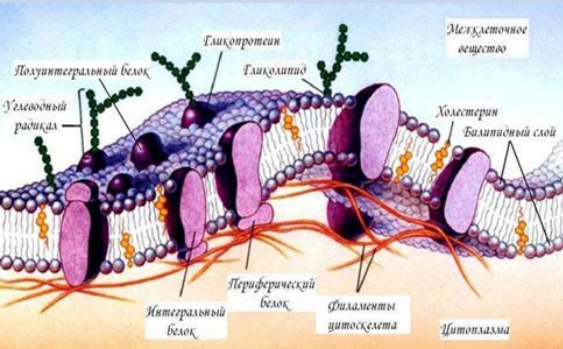
іРНК

рРНК

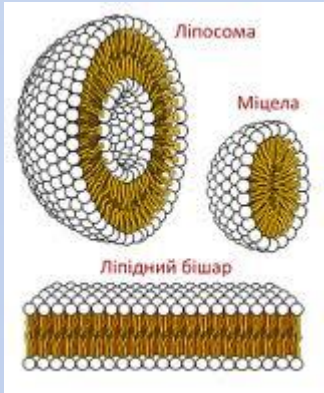
тРНК



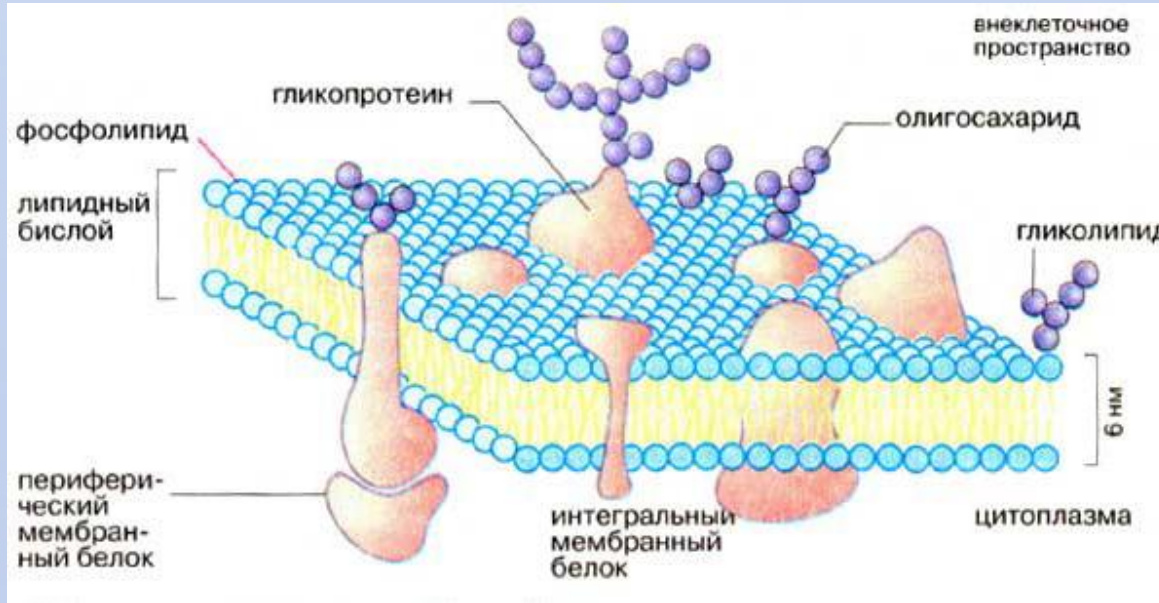
КЛІТИННІ МЕМБРАНИ



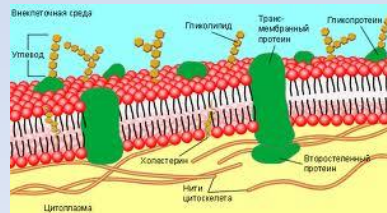
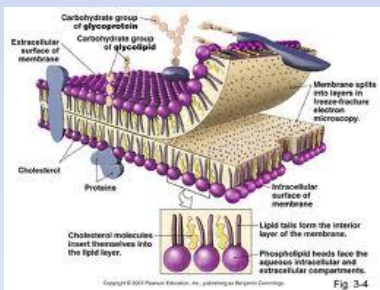
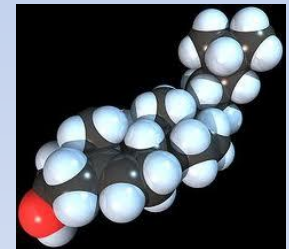
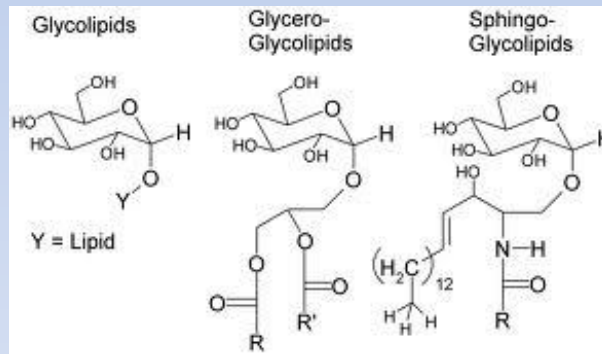
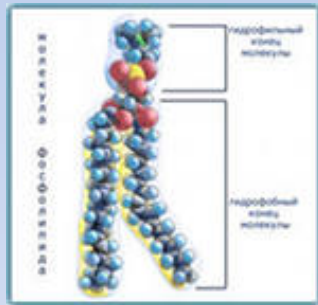
СКЛАД ЛІПІДНОГО БІШАРУ БІОМЕМБРАН



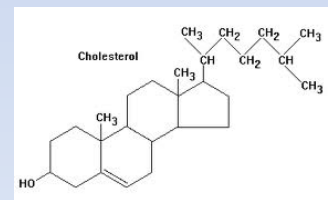
фосфоліпід



холестерін



гліколіпід



фосфоліпід



рухомість мембран

гліколіпід



рецептори

холестерин



ступінь рідинності мембран

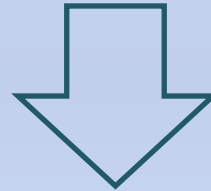
СКЛАД БІЛКІВ БІОМЕМБРАН



інтегральні



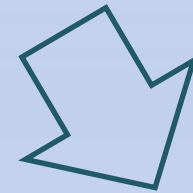
- білки іонних каналів
- рецепторні білки



глікопротеїни



- рецепторні білки



периферичні



- рецепторні білки
- цитоскелет
- зв'язуючі білки

МЕМБРАНИ ОРГАНЕЛ (КОМПАРТМЕНТІВ)

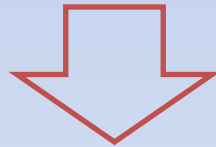


- эндоплазматичного ретикулуму
- пластинчастого комплексу Гольджі
- крист мітохондрій

- лізосом
- вакуоль
- пластид
- ядерна оболонка

ФУНКЦІЇ БІОМЕМБРАН ОРГАНЕЛ

- ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПЕРЕБІГУ РІЗНИХ (АНТОГОНІСТИЧНИХ) ПРОЦЕСІВ
- РЕГУЛЯЦІЯ МЕТАБОЛІЧНИХ ПОТОКІВ
- ПІДТРИМАННЯ ГРАДІЄНТУ КОНЦЕНТРАЦІЇ ІОНІВ
- СТВОРЕННЯ РІЗНИЦІ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПОТЕНЦІАЛІВ
- УЧАСТЬ В ПРОЦЕСАХ СИНТЕЗУ ТА КАТАЛІЗУ
- МІСЦЕ ЛОКАЛІЗОВАНОГО РОЗТАШУВАННЯ ФЕРМЕНТІВ ТА УПОРЯДКУВАННЯ ОБМІННИХ РЕАКЦІЙ



МЕМБРАНИ МІТОХОНДРІЙ



- цикл Кребса
- окисне фосфорилювання
- окиснення жирних кислот

ТРАНСПОРТ РЕЧОВИН ЧЕРЕЗ МЕМБРАНУ

ПАСИВНИЙ ТРАНСПОРТ

за електрохімічним
градієнтом



ПЕРЕМІЩЕННЯ

за градієнтом
концентрації

полярних молекул
(H_2O)

неполярних молекул
(O_2 , N_2)

ФОРМИ ПАСИВНОГО ТРАНСПОРТУ





Пітер Ерг

ЗА ВІДКРИТТЯ ІОННИХ
КАНАЛІВ, З'ЯСУВАННЯ
СТРУКТУРИ ТА МЕХАНІЗМУ
ЇХ ДІЇ
П. ЕРГ ТА Р. МАККІНОН У
2003 РОЦІ УДОСТОЄНІ
НОБЕЛІВСЬКОЇ ПРЕМІЇ



Родерік Маккінон

Розшифрував структурні
та фізичні основи
функціонування
іонних каналів

Відкрив та охарактеризував
канальний білок, який
служить для проникнення
молекул води через
клітинну мембрану



КОМПАРТМЕНТАЦІЯ КЛІТИНИ БІОМЕМБРАНАМИ

ВІДНОСНІ ОБ'ЄМИ ВНУТРІШНЬОКЛІТИННИХ КОМПАРТМЕНТІВ У ГЕПАТОЦИТІ

ВНУТРІШНЬОКЛІТИННИЙ КОМПАРТМЕНТ	% ВІД ЗАГАЛЬНОГО ОБ'ЄМУ	КІЛЬКІСТЬ НА ОДНУ КЛІТИНУ
ЦИТОЗОЛЬ (синтез білків, метаболітичні реакції)	54	1
МІТОХОНДРІЇ (синтез АТФ, регуляція $[Ca^{2+}]_i$)	22	1700
ЦИСТЕРНИ ЗЕРНИСТОГО ЕР (синтез білків)	9	1
ЦИСЦЕРНИ ГЛАДЕНЬКОГО ЕР (синтез ліпідів) ЦИСЦЕРНИ КОМПЛЕКСУ ГОЛЬДЖІ (сортування білків, жирів, експорт вуглеводів)	6	ВІДСУТНЯ ІНФОРМАЦІЯ
ЯДРО (спадковий матеріал, утворення рибосом, рРНК)	6	1
ПЕРОКСИСОМИ (нейтралізація перекису водню)	1	400
ЛІЗОСОМИ (ферментативне руйнування органел)	2	300

ЦИТОПЛАЗМА І ЦИТОСКЕЛЕТ

ЦИТОПЛАЗМА : H_2O - 75-85 %, **БІЛКИ** – 15-25 %, **АНІОНИ, КАТІОНИ**

ЦИТОПЛАЗМА



цитозоль (гіалоплазма)

золь ↔ гель

55%

від загального об'єму клітини

ВКЛЮЧЕННЯ



КОЛОЇД: - H_2O - 75 %

- білки-ферменти
- жири
- вуглеводи
- нуклеїнові кислоти
- солі - 2 %:
 - карбонати
 - бікарбонати
 - сульфати
 - хлориди

20-25 %

функції: перебіг 70 % біохімічних реакцій

- гліколіз
- синтез білків
- синтез жирних кислот
- синтез амінокислот
- синтез нуклеотидів
- ріст, диференціація клітин

ГАЗИ: - O_2
- CO_2
- NH_3
- N_2

мікротрубочки з білку тубуліну (найтовстіші)

ЦИТОСКЕЛЕТ

фібрили

мікрофіламенти з білку актину

проміжні філаменти (комбінація кількох мікрофіламентів)

ЦИТОСКЕЛЕТ

(а – схематичне зображення;

б – мікрофотографія):

1 – клітинна мембрана

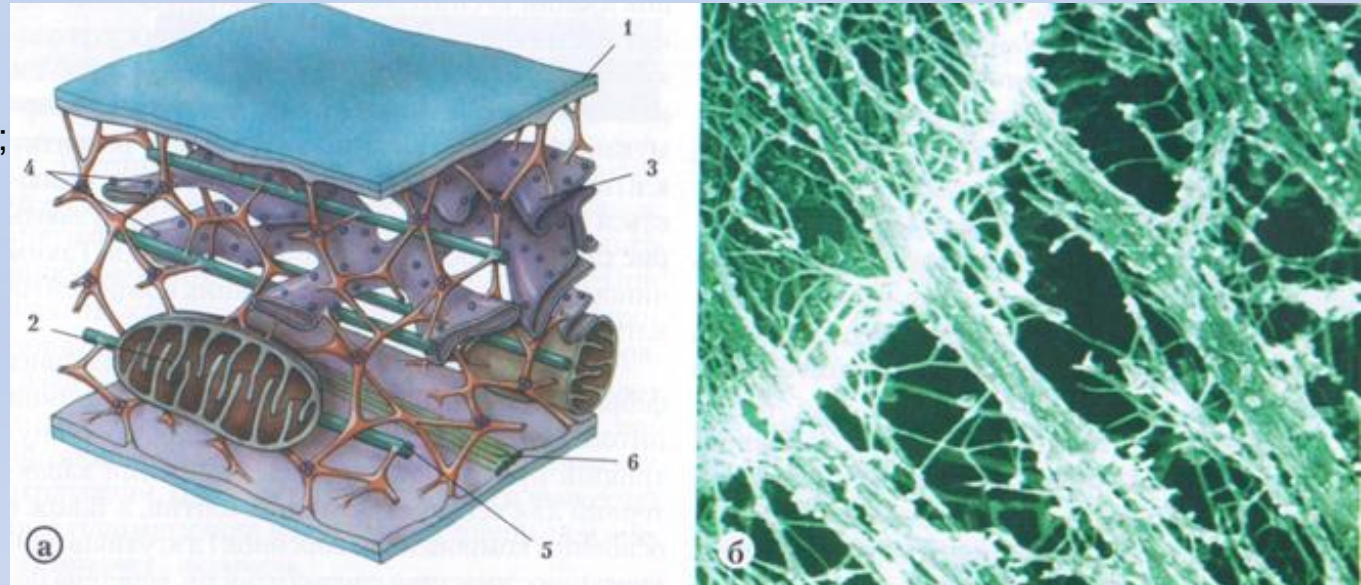
2 – мітохондрія

3 – комплекс Гольджі

4 – рибосоми

5 – мікротрубочки

6 – мікрофіламенти



ФУНКЦІЇ ЦИТОСКЕЛЕТУ: - підтримка об'єму і форми клітин

- зміна форми клітин

- пересування органел + транспортних везикул

- утворення мультиферментних компонентів

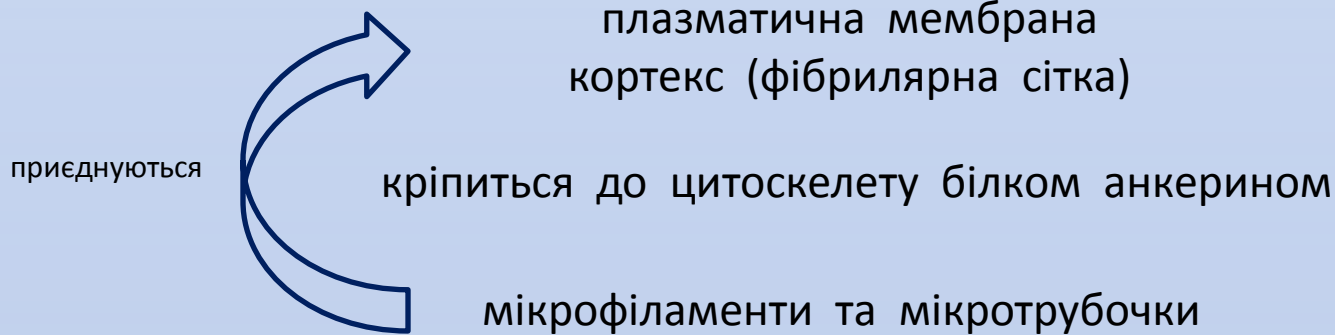
- утворення веретена поділу

- утворення кіноцилій та стереоцилій

- утворення десмосом

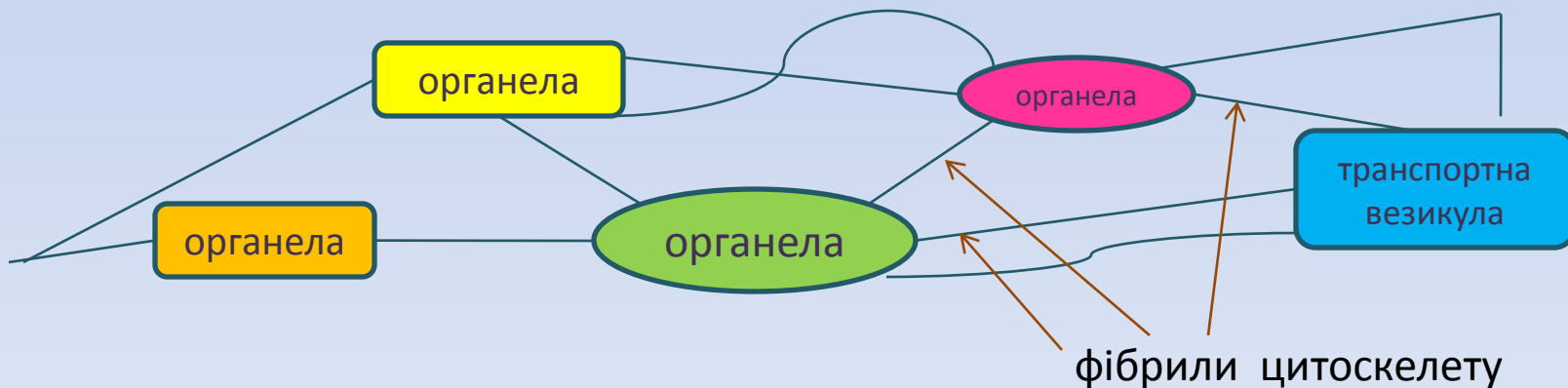
- забезпечення скорочувальної функції м'язових волокон

- підтримка об'єму і форми клітини:

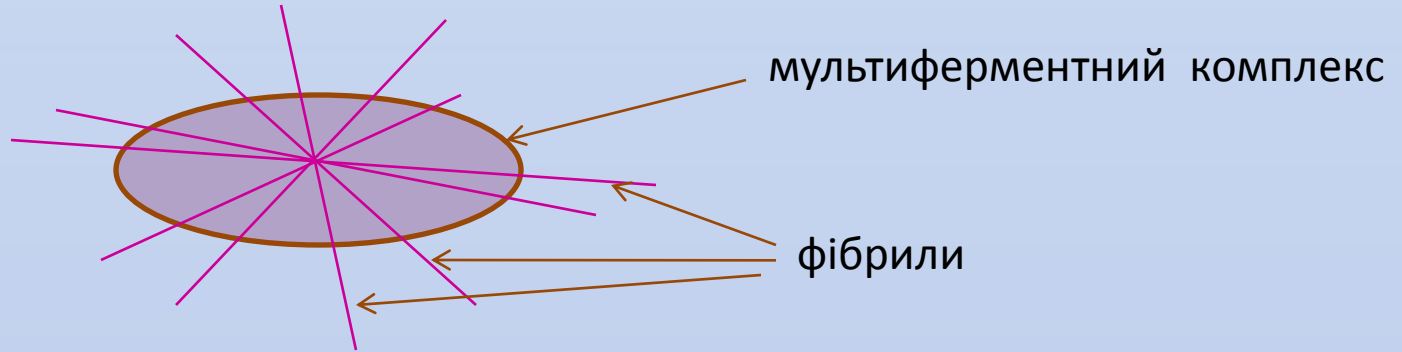


- зміна форми клітин за рахунок скорочення фібрил

- пересування органел та транспортних везикул



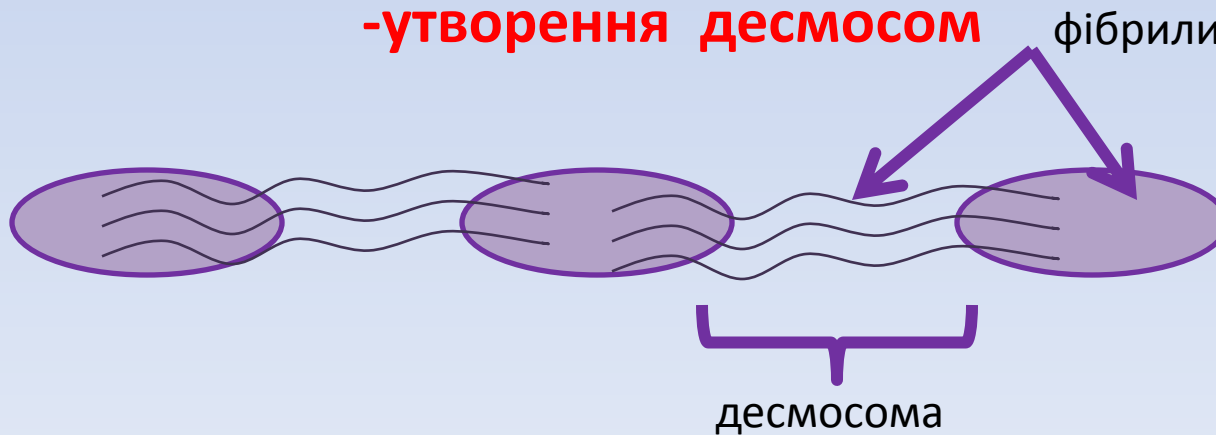
- утворення мультиферментних комплексів



- утворення веретена поділу

- утворення кіноцилій та стереоцилій

- утворення десмосом



ОРГАНЕЛИ

ДИФЕРЕНЦІЙОВАНІ ДІЛЯНКИ ЦИТОПЛАЗМИ

- МЕМБРАННІ
- НЕМЕМБРАННІ
- ПРИЗНАЧЕННЯ
- ПРИНЦИПИ ФУНКЦІОНУВАННЯ

ОРГАНЕЛИ

МЕМБРАННІ

НЕМЕМБРАННІ

- ЕНДОПЛАЗМАТИЧНИЙ РЕТИКУЛУМ

зернистий

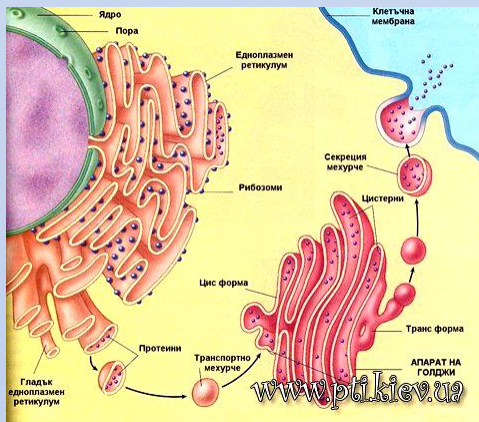
гладенький

- РИБОСОМИ
- ЦЕНТРІОЛІ
- МІКРОТРУБОЧКИ
- МІКРОФІЛАМЕНТИ

- КОМПЛЕКС ГОЛЬДЖІ
- ЛІЗОСОМИ
- ПЕРОКСИСОМИ
- МІТОХОНДРІЇ

ЕНДОПЛАЗМАТИЧНИЙ РЕТИКУЛУМ

Ендоплазматичний ретикулум (ЕПР, від лат. reticulum - "сіточка") або ендоплазматична сітка - внутріклітинна органела еукаріотичних клітин



присутній у всіх еукаріотичних клітинах

ЕПР

відсутній у:

сперматозоїдів

зрілих еритроцитах

ЕПР → структурно зв'язаний з оболонкою ядра

↓
це система:

- мембранних трубочок
- цистерн
- овальних везикул

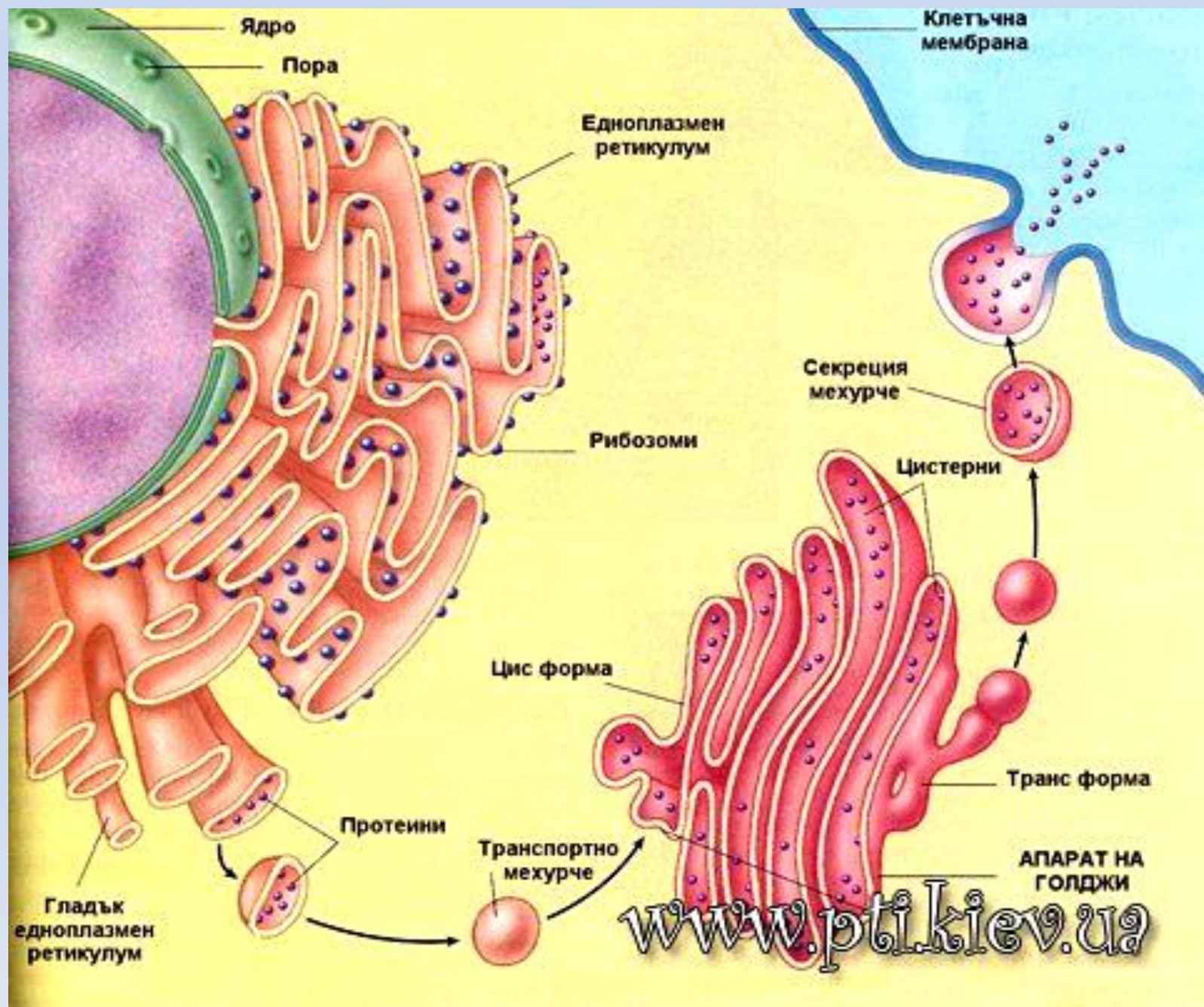
ФУНКЦІЇ ЕПР

- збільшує площу внутрішньої поверхні клітини
- поділяє внутрішній об'єм клітини на компартменти
- забезпечує ізоляцію ферментних систем
- забезпечує синтез білків, ліпідів
- будучи підключеним на загальну внутрішньоклітинну транспортну систему, ЕПР забезпечує експорт синтезованих білків та ліпідів

→ різні за

хімічним складом

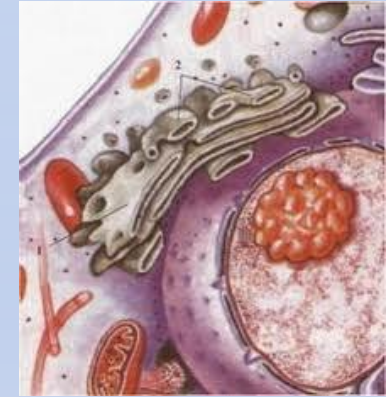
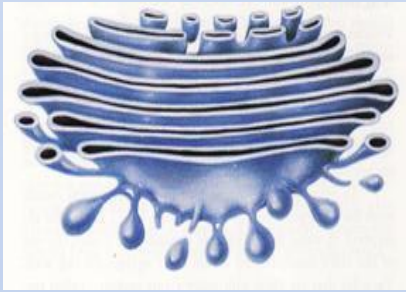
фізичним станом



КОМПЛЕКС ГОЛЬДЖІ

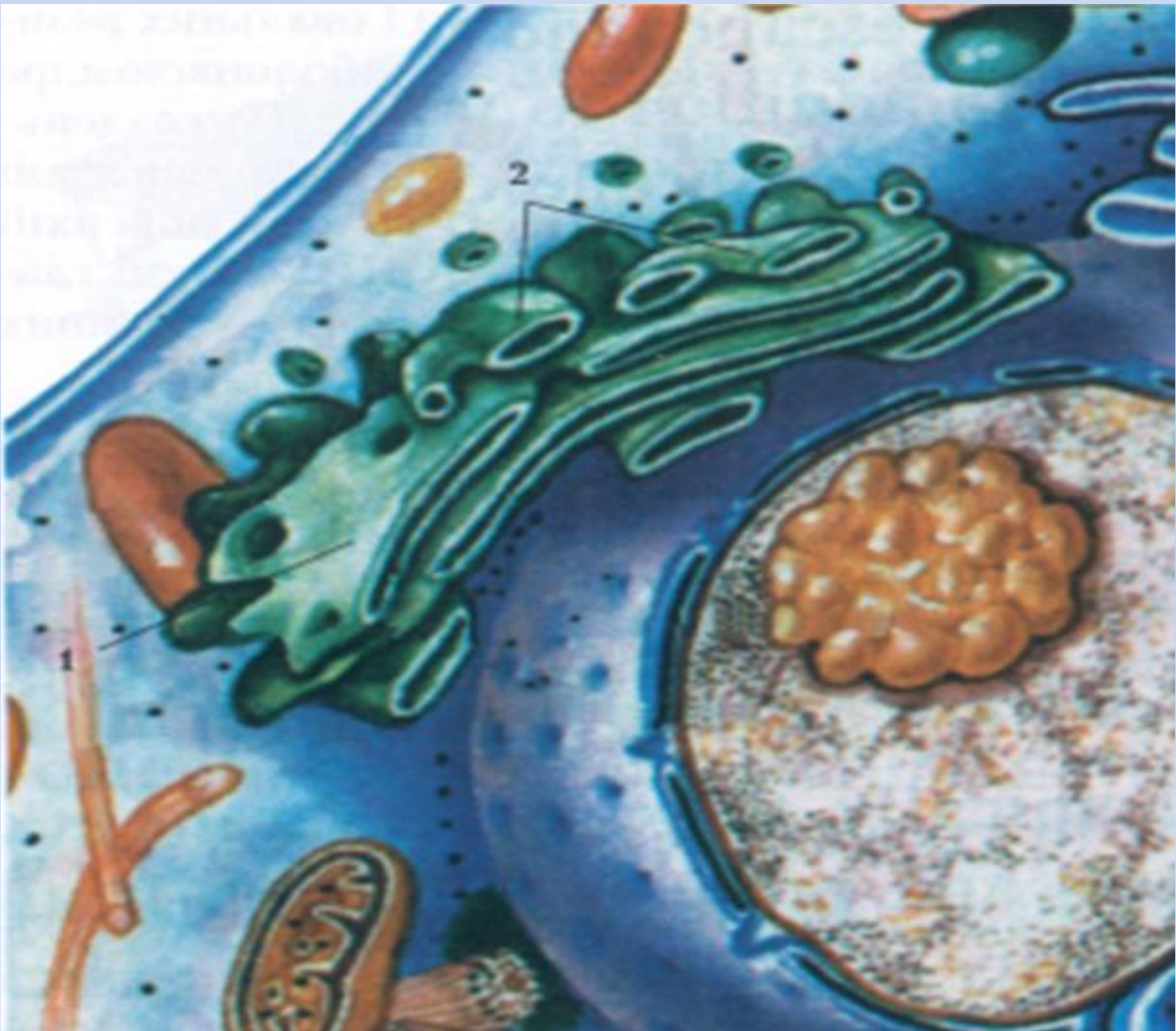
КОМПЛЕКС ГОЛЬДЖІ – це система:

- сплоснених дископодібних мембранних цистерн
- мішечків
- трубочок з пухирцями на кінцях
- везикул
- внутрішній простір заповнений ферментами
- має дві зони



ФУНКЦІЇ КОМПЛЕКСУ ГОЛЬДЖІ

- накопичення синтезованих в ЕПР макромолекул
- утворення секреторних везикул
- синтез вуглеводів
- утворення глікопротеїнів
- утворення лізосом з заповненими макромолекулами
- утворення пероксисом
- формування акросом сперматозоїдів
- вітелогенез (формування жовтка яйцеклітини)



Комплекс Гольджі: 1 – зона формування; 2 – зона дозрівання

ЛІЗОСОМИ

ЛІЗОСОМИ – круглі тільця, вкриті мембраною

ВМІСТ:

-гідролітичні ферменти (≈ 40): протеази

ліпази

фосфоліпази

нуклеази

та інші

ФУНКЦІЇ ЛІЗОСОМ

- руйнування відпрацьованих білків, нуклеїнових кислот, полісахаридів

- руйнування мікроорганізмів та вірусів

- руйнування цілих структур внутрішніх мембран

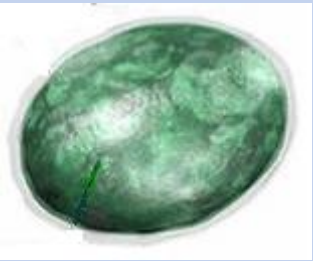
- руйнують перетинки між пальцями ембріона людини

- рециклізація - розщеплення до мономерів біополімерів: білків, полісахаридів та наступний їх експорт

ПАТОЛОГІЯ (дефіцит лізосомних ферментів)

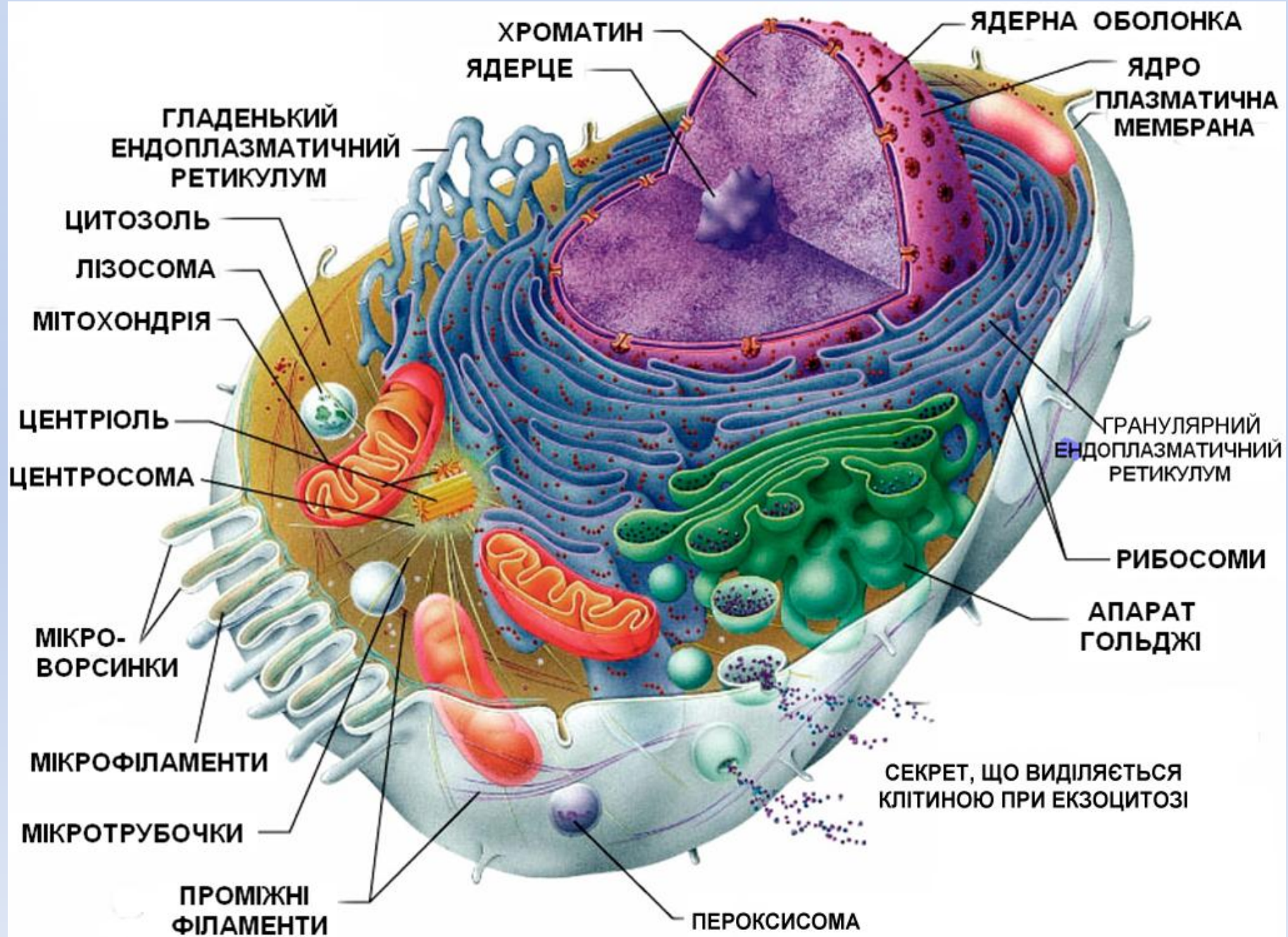
- недостатній розвиток скелета, органів, ЦНС

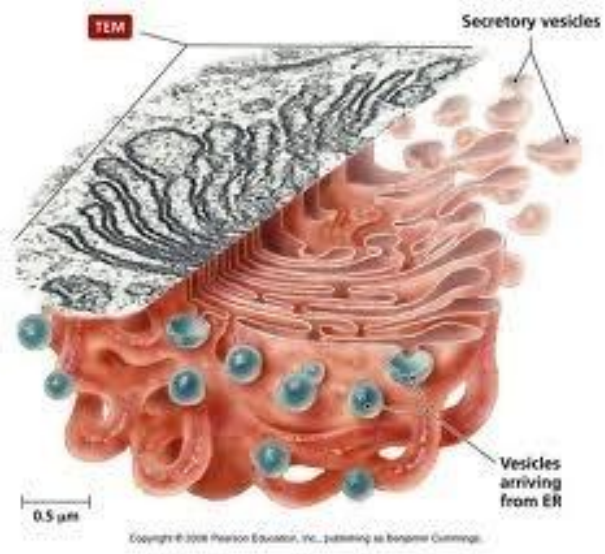
- розвиток атеросклерозу, ожиріння





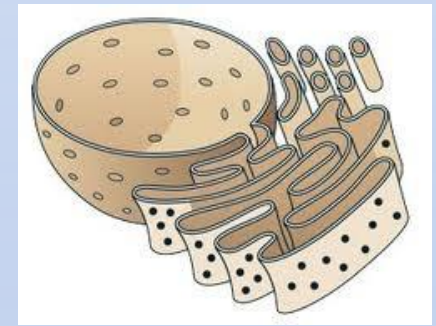
Клітина еукаріотів:
1 - лізосома





ПЕРОКСИСОМИ

- d – 0,3-1 мкм



- утворюються в комплексі Гольджі

- містять каталази для руйнування H_2O_2



- беруть участь в β -окисленні жирних кислот



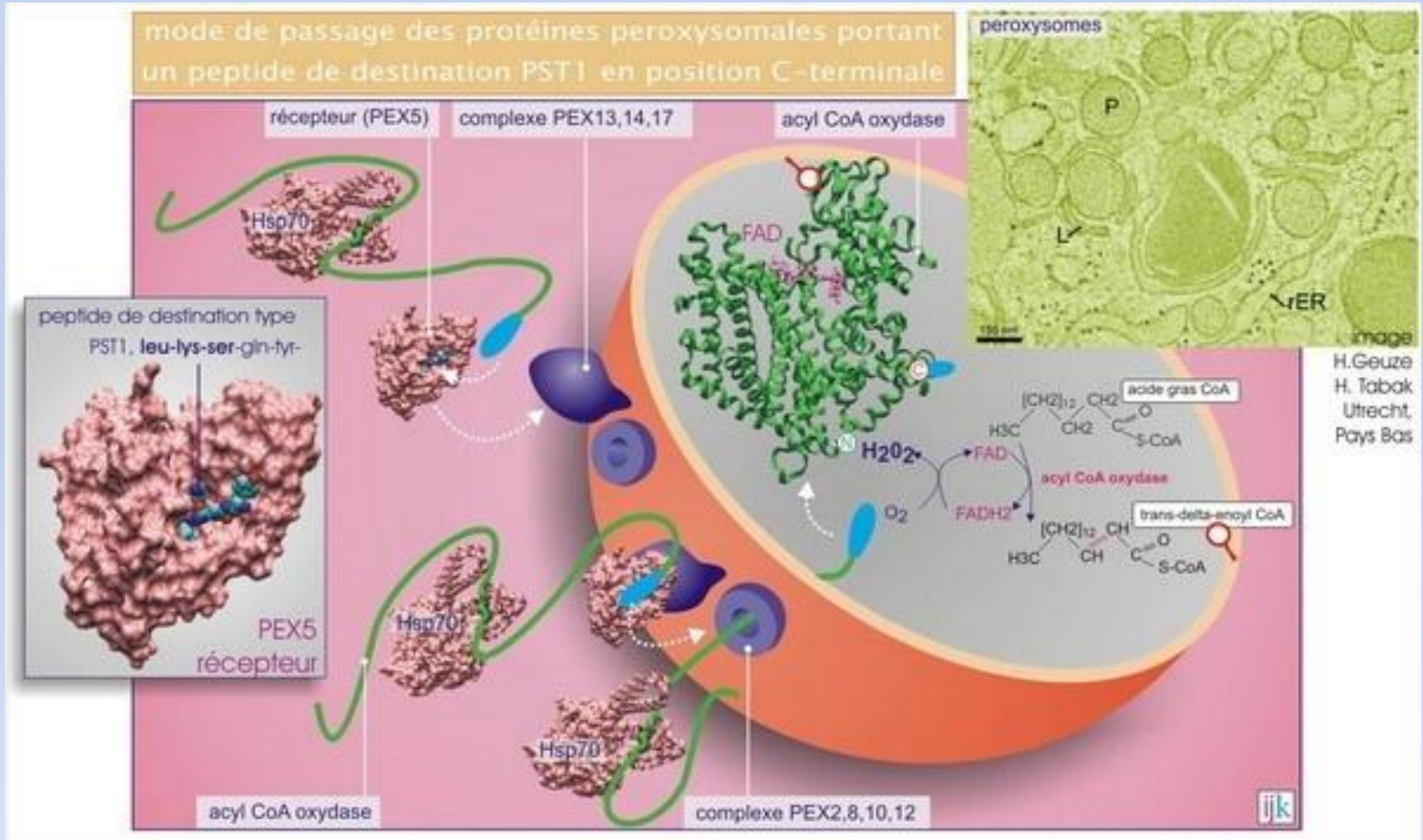
Клітина еукаріотів:

1 – пероксисома,

2 - вакуолі

Peroxisome

(http://www.ulyse.u-bordeaux.fr/atelier/ikramer/biocell_diffusion/gbb.cel.fa.108.b3/content/images/08_06_peroxisome.jpg)

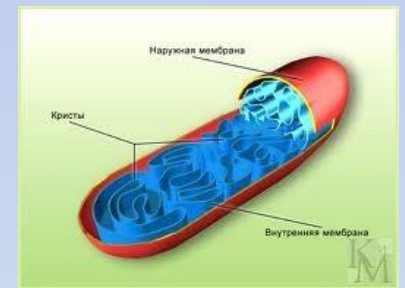
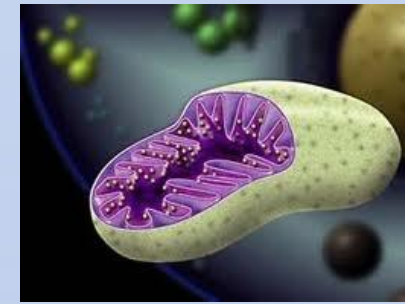
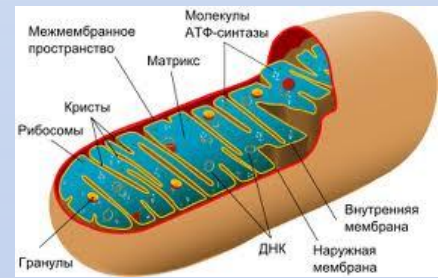


Peroxisome

Les peroxysomes sont des sacs membraneux qui s'occupent de la détoxification grâce à leurs enzymes oxydases et catalases. Elles s'attaquent aux radicaux libres, à l'alcool et au formaldéhyde. Elles oxydent également certains acides gras. Les peroxysomes se reproduisent eux-mêmes en se coupant en deux.

МІТОХОНДРІЇ

складається з **зовнішньої мембрани**
внутрішньої мембрани → утворює кристи



МАТРИКС містить:

- ферменти для руйнування органічних речовин до CO₂ та H₂O
- рибосоми (синтез мітохондріальних білків)
- мітохондріальну ДНК (кодує лише частину мітохондріальних білків)

ЗОВНІШНЯ МЕМБРАНА:

- проникна для невеликих молекул
- містить ферменти-перетворювачі речовин на реакційноздатні субстрати

ВНУТРІШНЯ МЕМБРАНА:

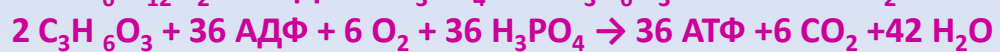
- мало проникна для більшості речовин

- містить

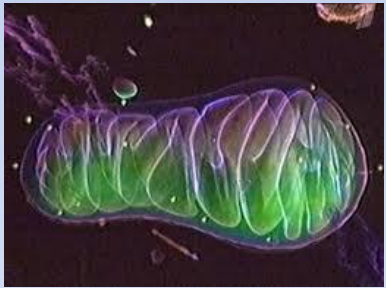
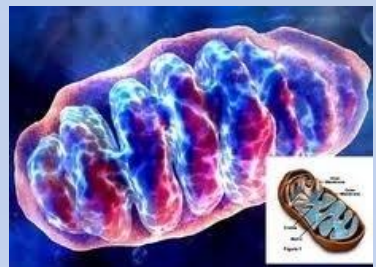
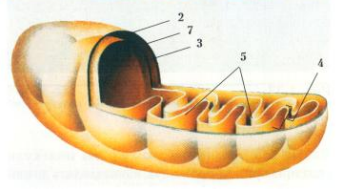
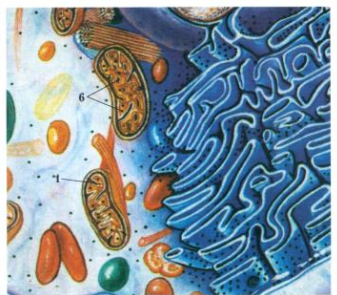
АТФ-синтетази

транспортні білки, що створюють градієнт H⁺

F-каталізатори окисно-відновних реакцій дихального ланцюга



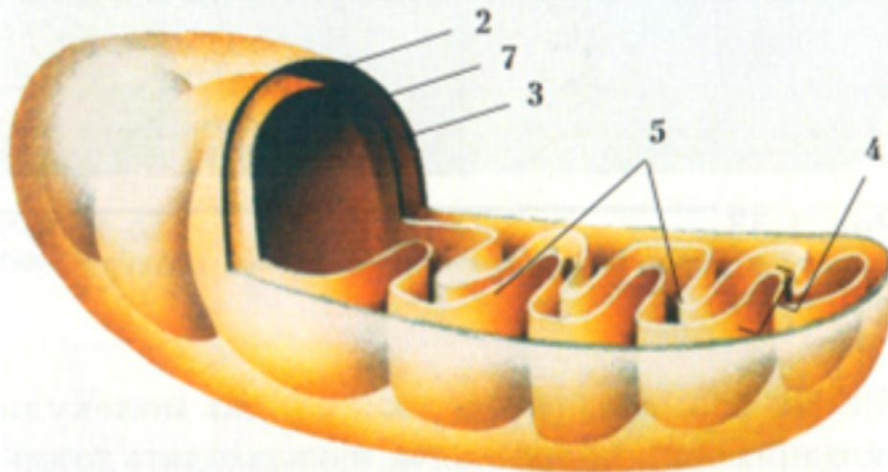
- більшість мітохондріальних білків кодується ядерною ДНК

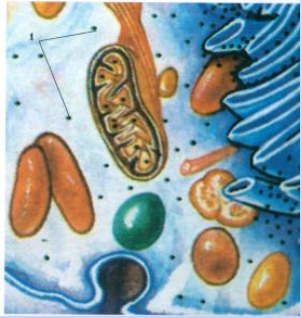




Клітина еукаріот:

- 1 – мітохондрія;
- 2 – зовнішня мембрана;
- 3 – внутрішня мембрана;
- 4 – криста;
- 5 – матрикс;
- 6 – рибосома;
- 7 – міжмембранний простір





РИБОСОМИ

-d = 15-35 нм

-розташовуються на зернистому ЕПР

- складаються з 2-х субодиниць

великої

малої

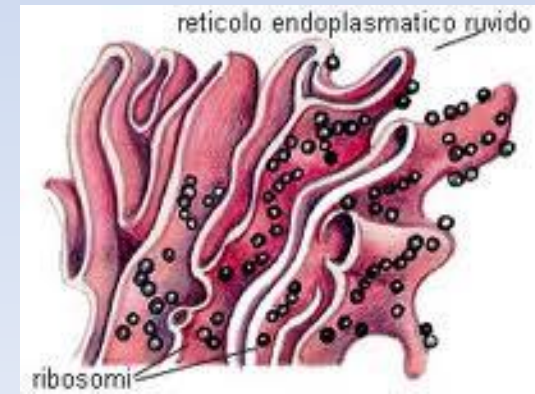
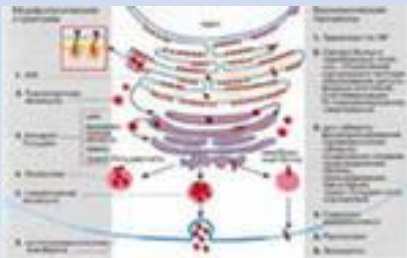
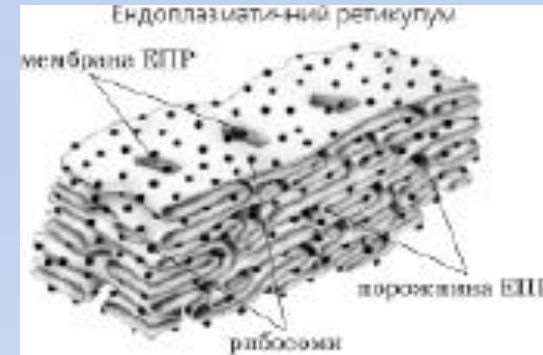
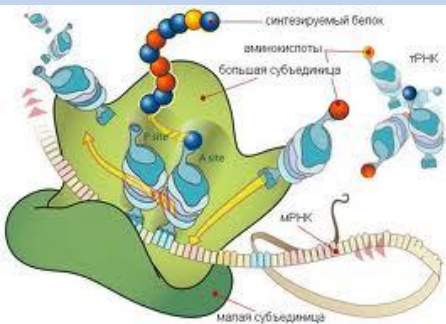
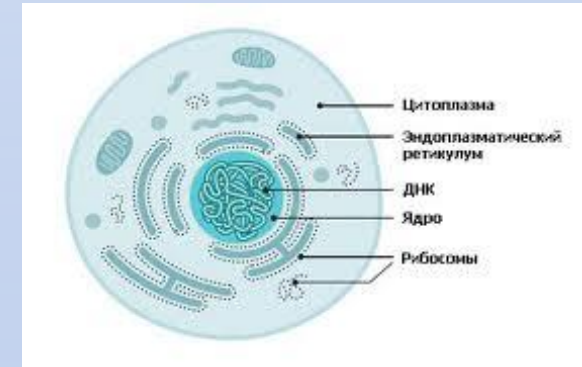
-субодиниця = рРНК + білок

-об'єднання субодиниць не стабільне

- до об'єднання субодиниці знаходиться в цитоплазмі

- об'єднання від 5 до 70 рибосом = полісома

ФУНКЦІЯ
біосинтез білків





Клітина еукаріотів:
1 - рибосоми

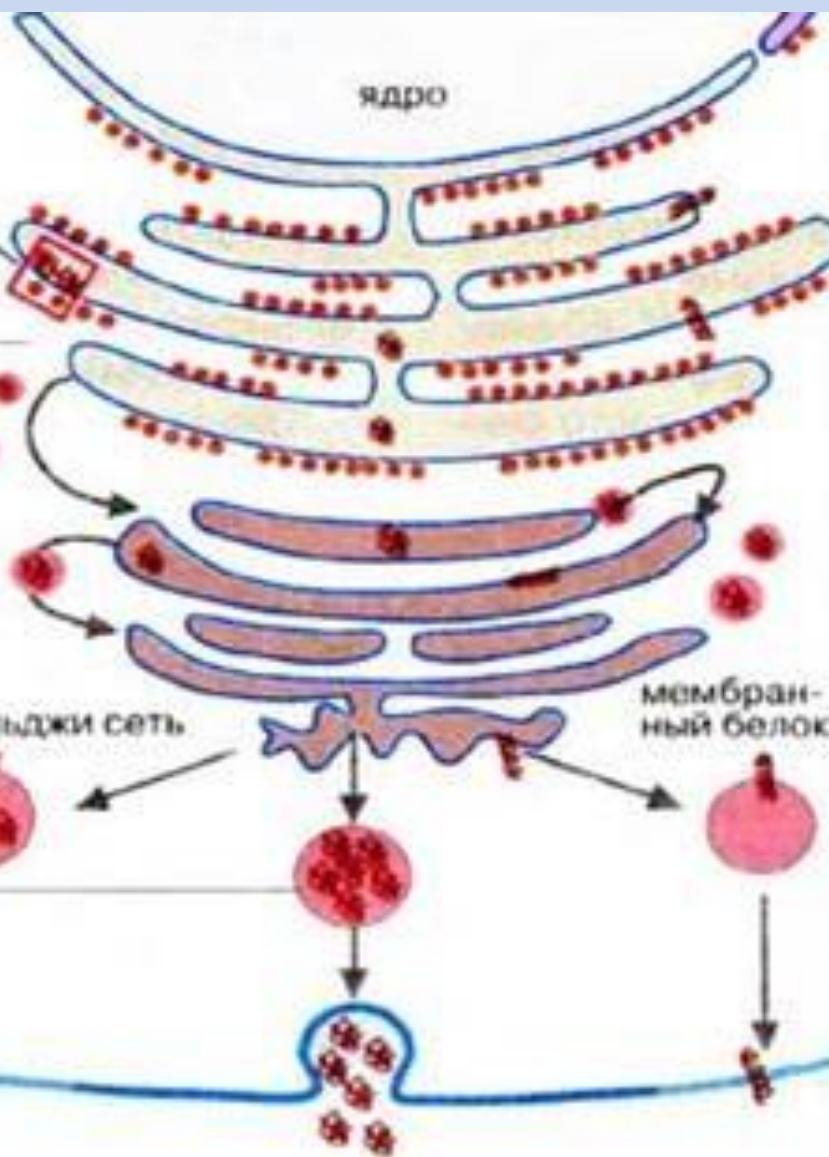
Морфологические структуры



1. rER
2. Транспортная везикула
3. Аппарат Гольджи
4. Лизосома
5. Секреторная везикула

цис,
промежу-
точная
область,
транс,
транс-Гольджи сеть

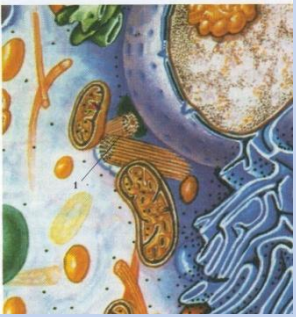
6. Цитоплазматическая мембрана



Биохимические процессы

1. Транспорт по ЭР
2. Синтез белка и мембранный перенос, отщепление сигнального пептида, образование дисульфидных мостиков, олигомеризация, N-гликозилирование, свертывание
3. цис-область: фосфорилирование
промежуточная область: отщепление сахаров, присоединение GlcNAc, присоединение Gal и NeuAc
транс-Гольджи сеть: сортировка
4. Гидролиз макромолекул
5. Протеолиз
6. Экзоцитоз

КЛІТИННИЙ ЦЕНТР (ЦЕНТРОСОМА)

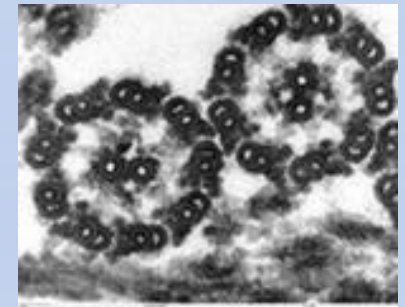


- займає геометричний центр клітини
- складається з

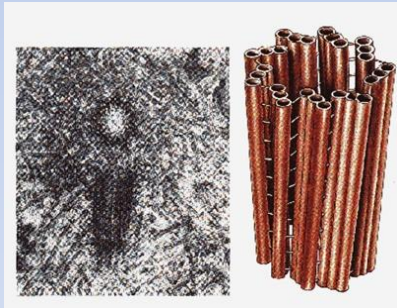


центріолі

променевої сфери
навколо центролей



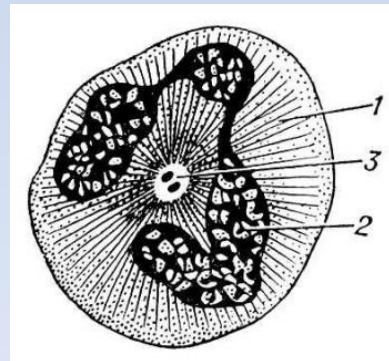
- центріоля - циліндричне тільце



з 9 пар
паралельних
мікротрубочок

$l = 0,3-0,5 \text{ кмк}$

$d = 0,15 \text{ мкм}$

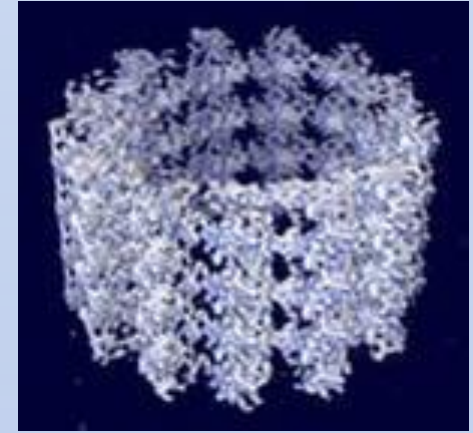
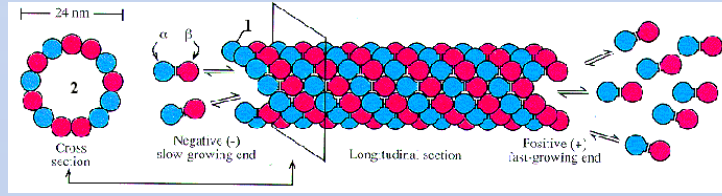
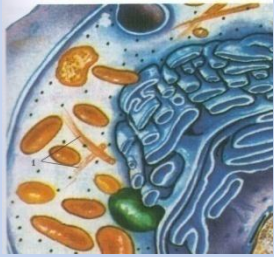


Клітинний центр лейкоцита саламандри:
1 - цитоплазма;
2 - ядро;
3 - клітинний центр.(центральный)



Клітина еукаріотів:
1 - центросома

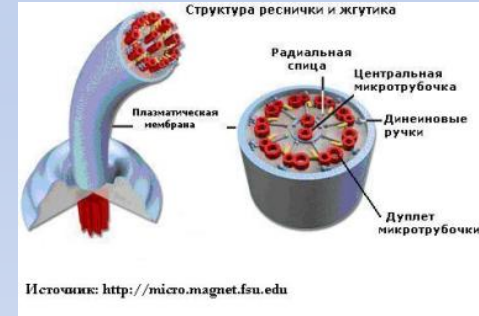
МІКРОТРУБОЧКИ ТА МІКРОФІЛАМЕНТИ (НЕМЕМБРАННІ ОРГАНЕЛИ)



- складаються з актину, міозину, тубуліну
- циліндричної форми з $d = 10-25$ нм

ФУНКЦІЇ:

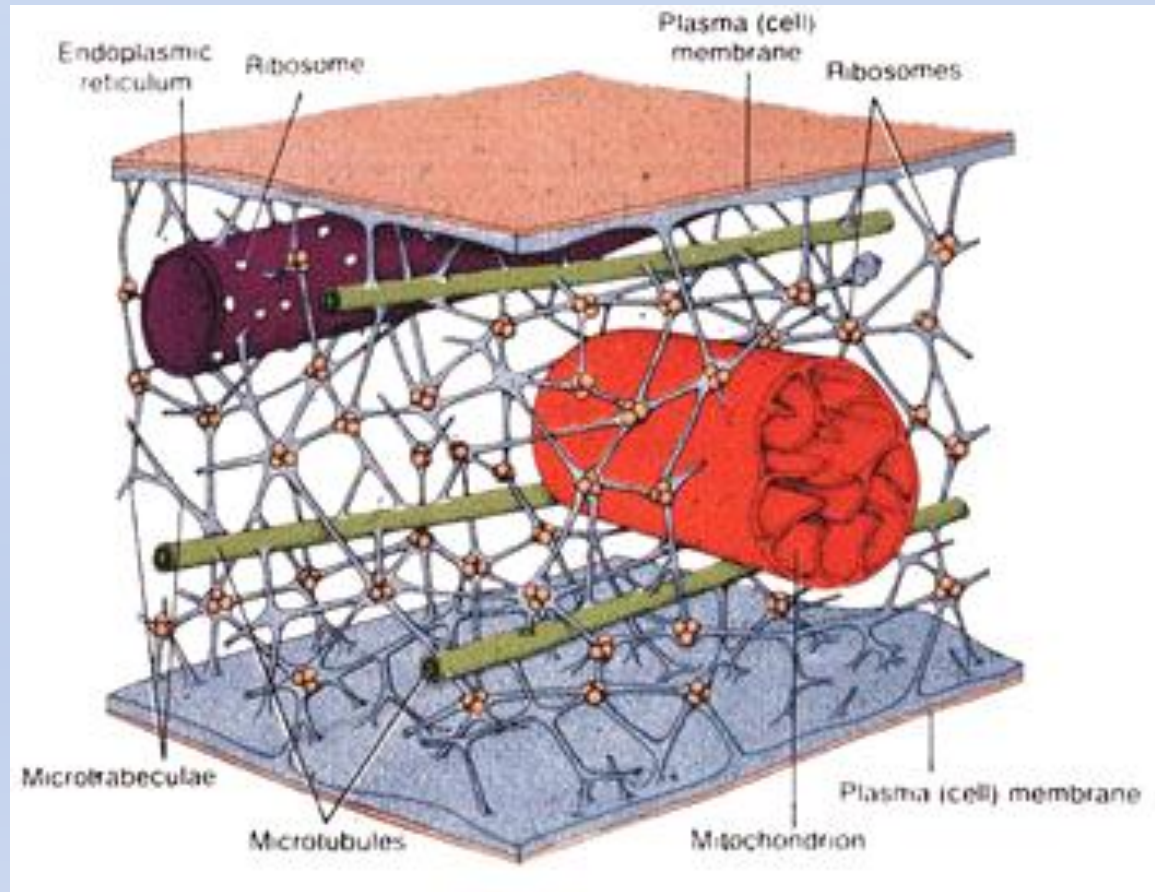
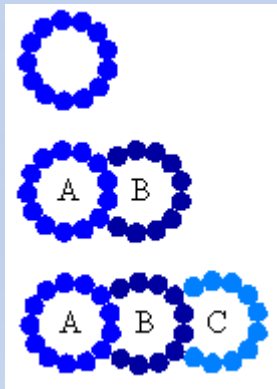
- формування веретена поділу
- внутрішньоклітинний транспорт речовин
- формування цитоскелету клітини



- зміни форми клітини під час руху



Клітина еукаріотів:
1 - мікротрубочки



Мікротрубочки здатні утворювати синглет, дуплет та триплет.

А мікротрубочка дуплету або триплету складається з 13 протофіламентів.

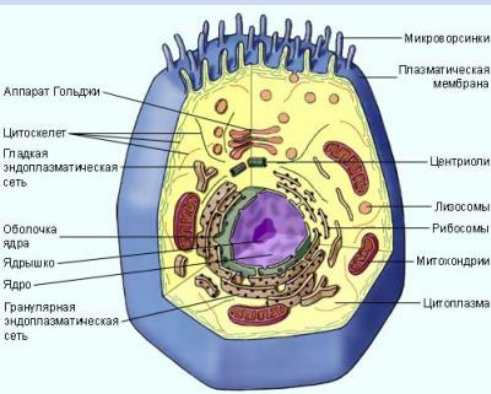
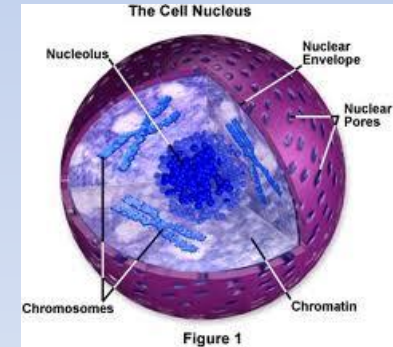
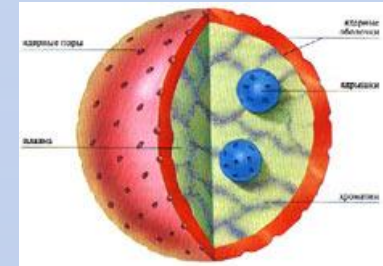
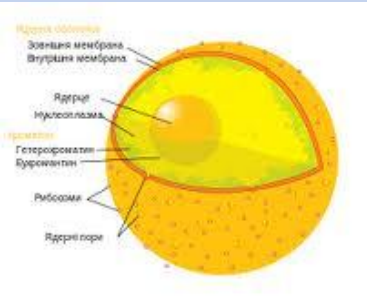
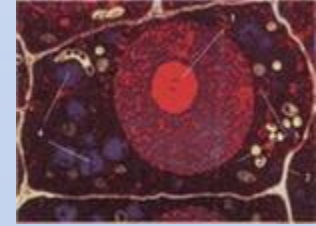
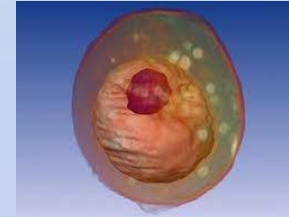
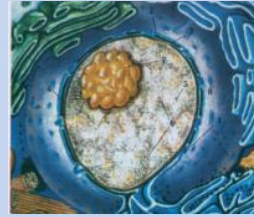
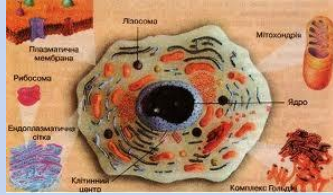
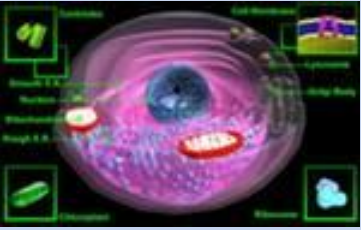
Трубочки В і С складаються з меншої кількості протофіламентів, звичайно 10.

Справа: крім мікротрубочок, до фібрилярних компонентів цитоплазми еукаріотичних клітин відносяться мікрофіламенти товщиною 5-7 нм й так звані проміжні філаменти, або мікрофібрили, товщиною ≈ 10 нм.

Зелені – мікротрубочки.

ЯДРО

ЦЕНТРАЛЬНИЙ ІНФОРМАЦІЙНИЙ АПАРАТ КЛІТИНИ



ОБ'ЄМ ЯДРА

10-50 % об'єму клітини

ХІМІЧНИЙ СКЛАД ЯДРА

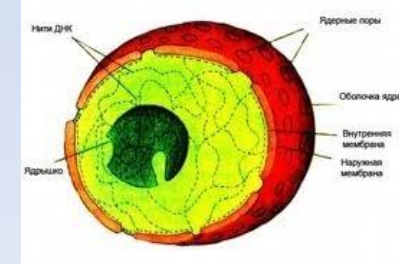
80 % білків

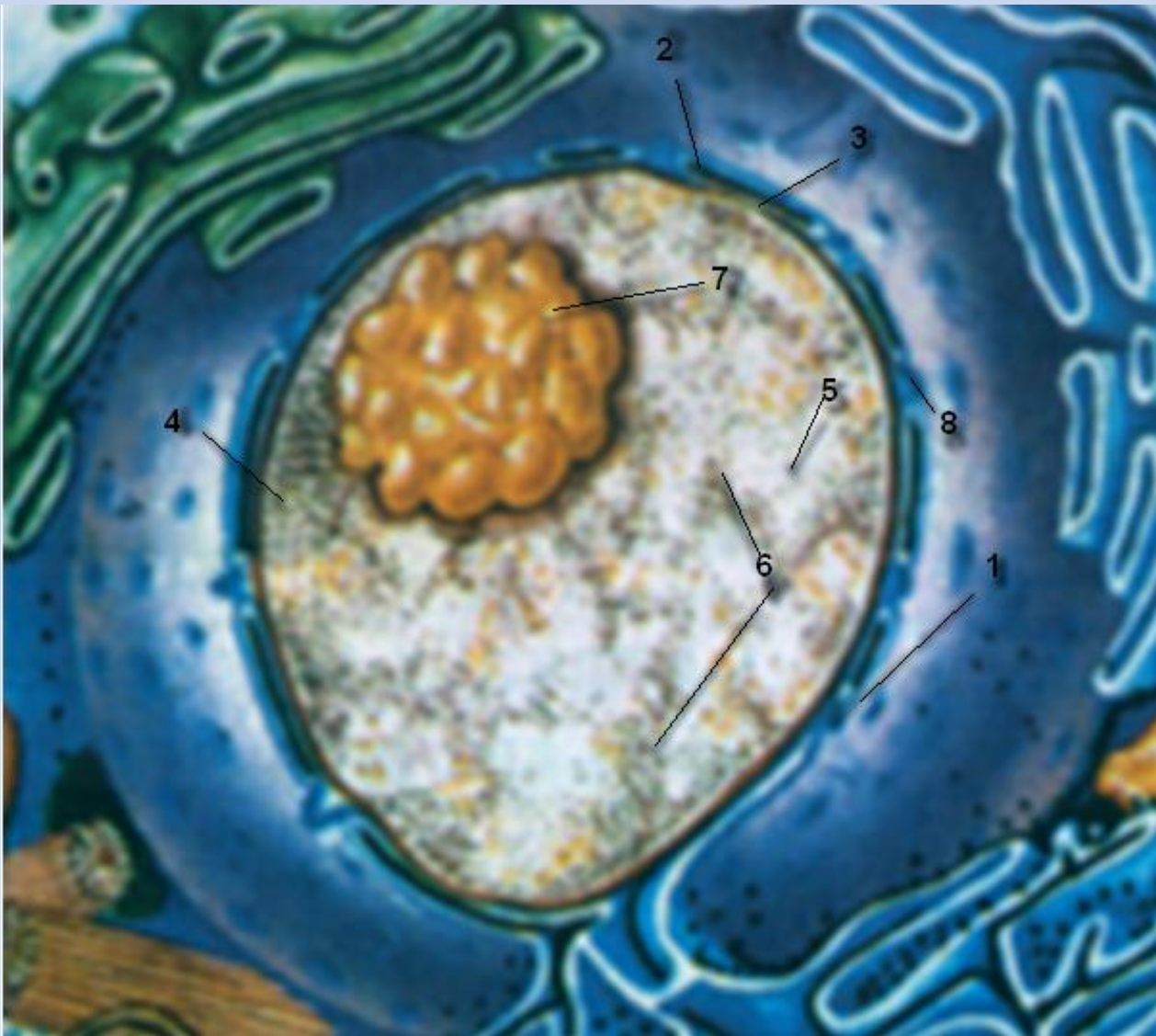
12 % ДНК

5 % РНК: іРНК, тРНК, рРНК, мРНК

3 % ліпідів

Mg²⁺, Mn²⁺





Будова ядра:

- 1 – ядерна оболонка;
- 2 – зовнішня мембрана;
- 3 – внутрішня мембрана;
- 4 – перинуклеарний простір;
- 5 – каріоплазма;
- 6 – хроматин;
- 7 – ядерце;
- 8 – ядерні пори

ЯДЕРНА ОБОЛОНКА

СКЛАД

-біліпідний шар

-білки

- пори з вибірковою проникністю



СТРУКТУРА

ЗОВНІШНЯ
мембрана

галузиться

утворює ЕПС

перинуклеарний
простір

внутрішня мембрана

білкова сітка

(ламіна)

↑
приєднуються нитки
хроматину

при поділі клітини
розкладається на пухирці

ТРАНСПОРТ ЧЕРЕЗ ЯДЕРНУ ОБОЛОНКУ

ЦИТОПЛАЗМА

іони

нуклеотиди

АТФ

білки

вода

КАРІОПЛАЗМА

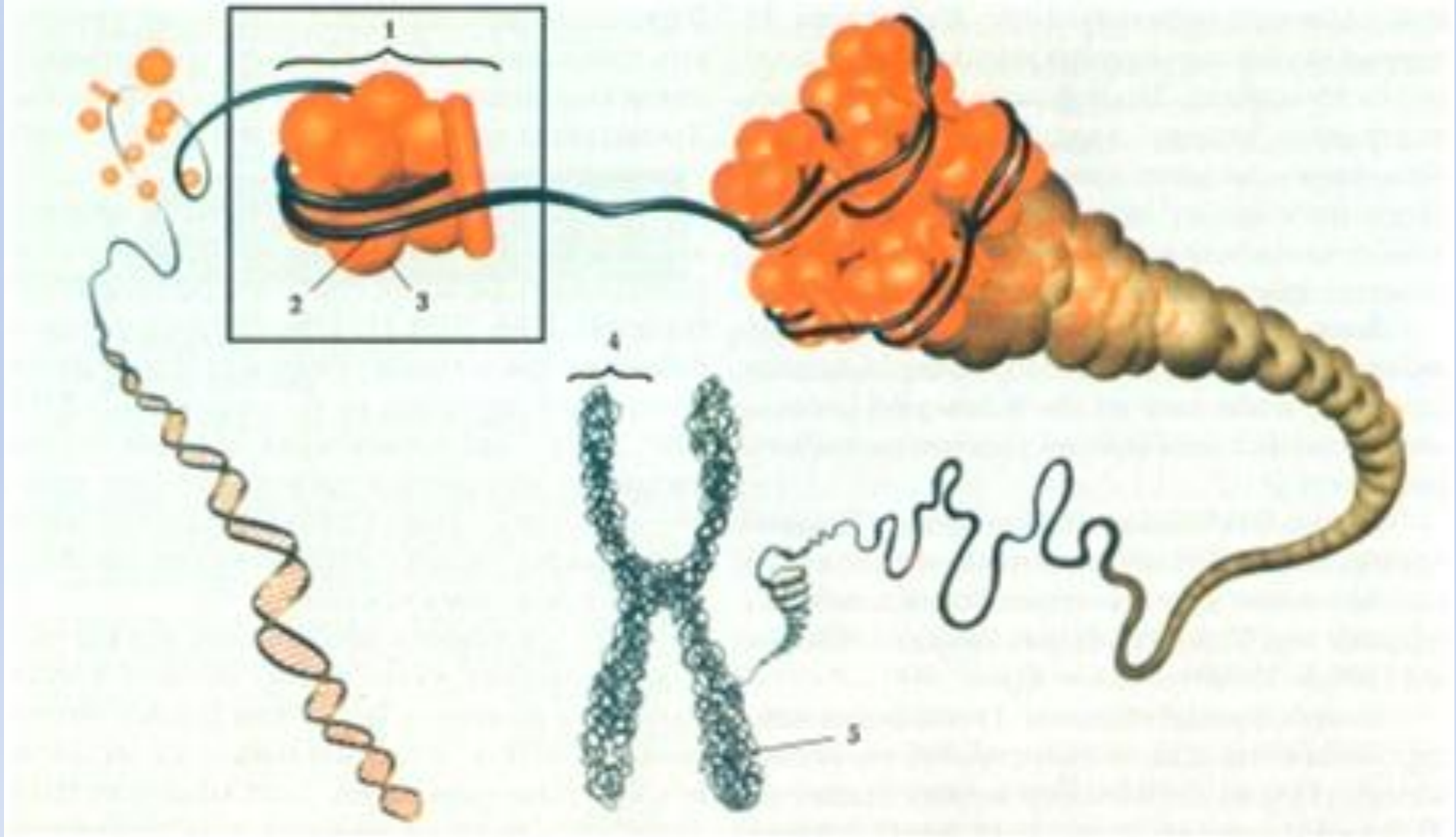
субодиниці рибосом

тРНК

іРНК

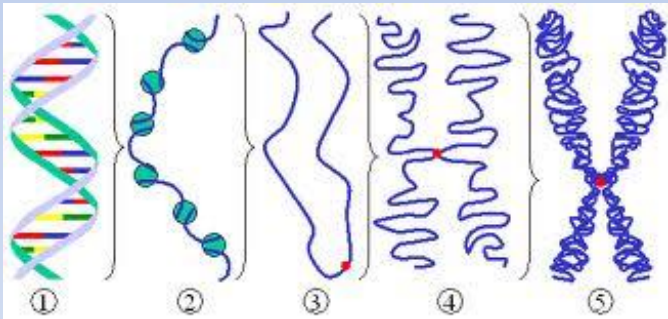
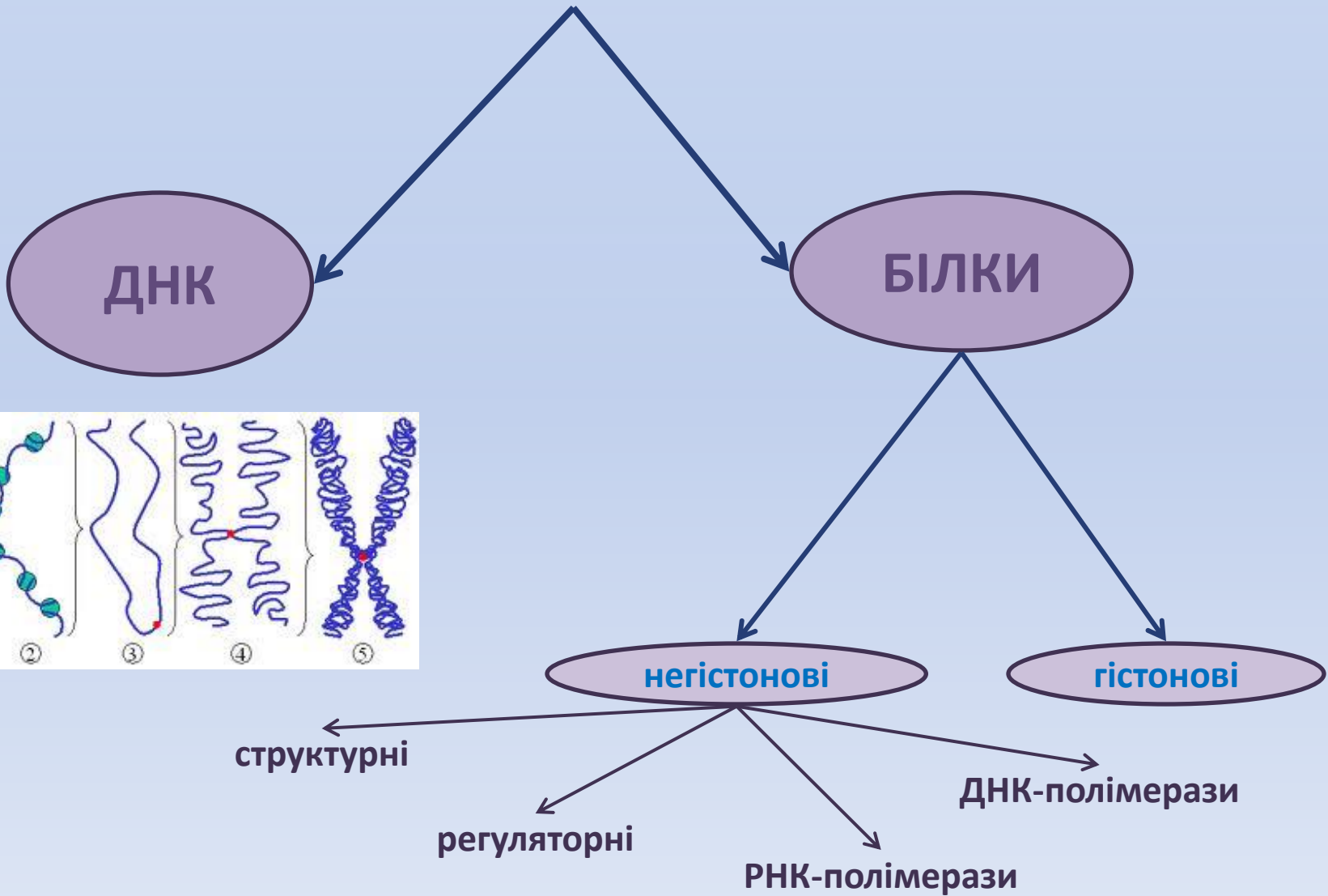
ФУНКЦІЇ: - створення компартмента клітини; - відокремлення від цитоплазми;
- форма ядра; - регуляція потоків речовин

ГЕНЕТИЧНИЙ МАТЕРІАЛ ЯДРА (інтерфаза)

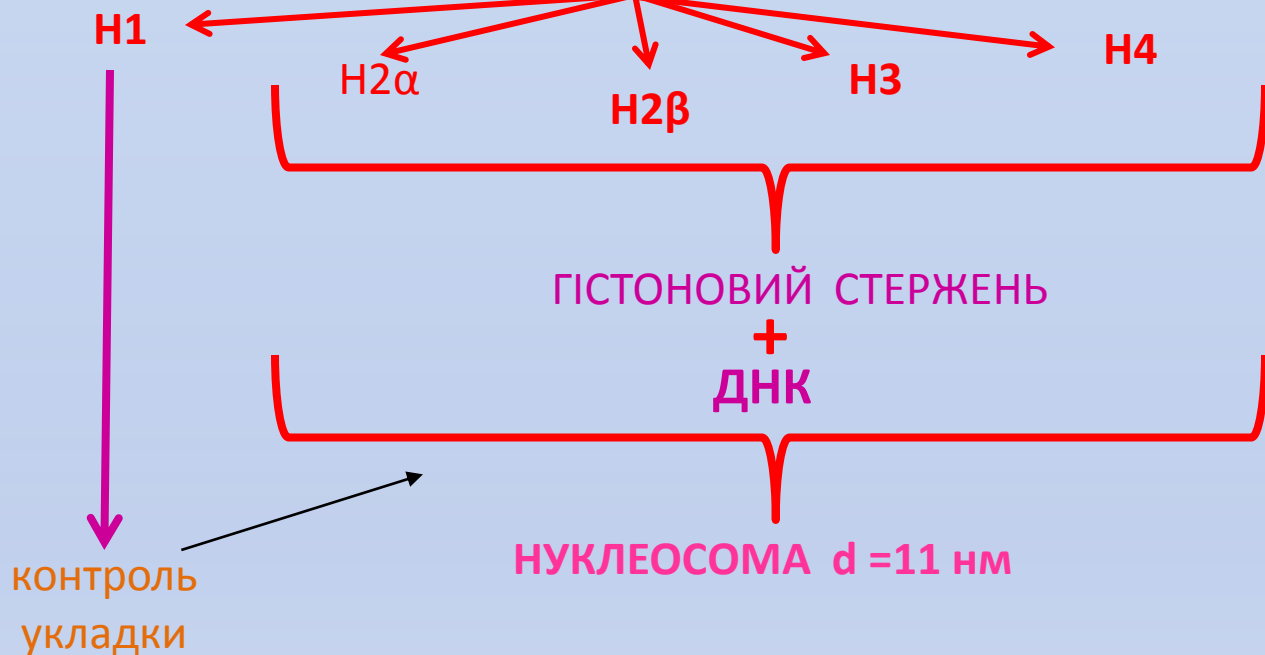


Організація хроматину: 1 – нуклеосома; 2 – ДНК; 3 – гістони (8 субодиниць – гістоновий октамер); 4 – хроматиди; 5 – конденсована хромосома

ОРГАНІЗАЦІЯ ХРОМАТИНУ



РАЗНОВИДИ ГІСТОНІВ

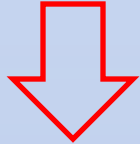


200 пар азотистих основ ДНК
повна нуклеосома



ТИПИ ХРОМАТИНУ

ГЕТЕРОХРОМАТИН



генетично
неактивний

СТАТЕВИЙ ХРОМАТИН



генетично
інактивована
Х-хромосома

ЕУХРОМАТИН



генетично
активний

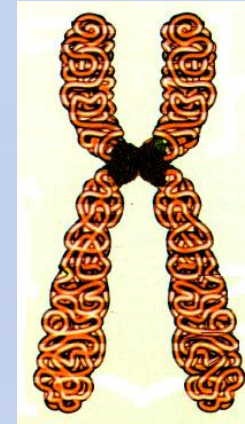
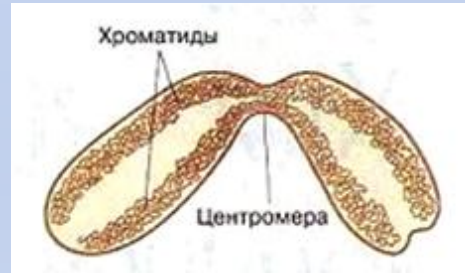
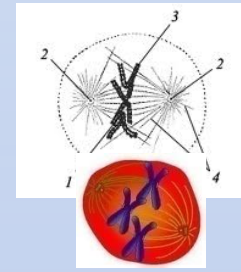
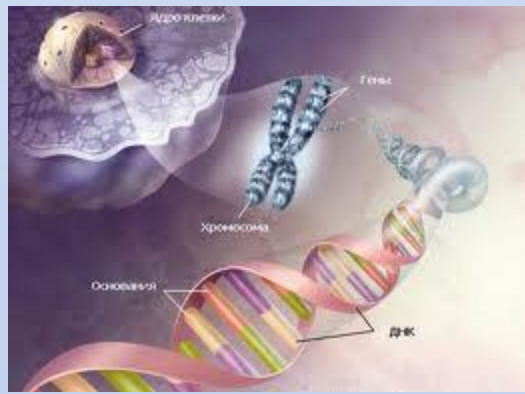
ФУНКЦІЇ ХРОМАТИНУ

- збереження спадкової інформації
- формування хромосом
- ріст клітини
- керування синтезом структурних білків
- регуляція утворення ферментів
- формування ядерця
- утворення рибосом

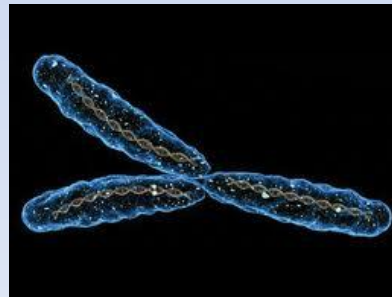
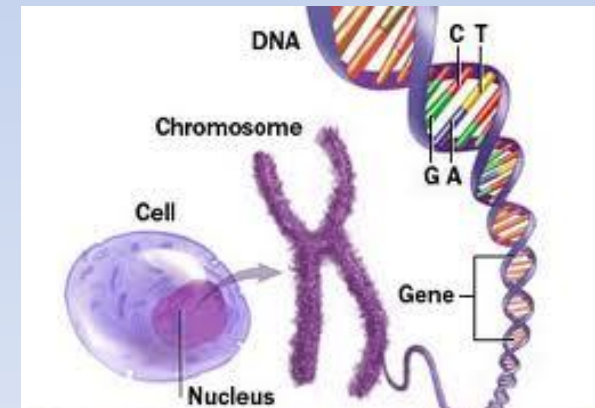
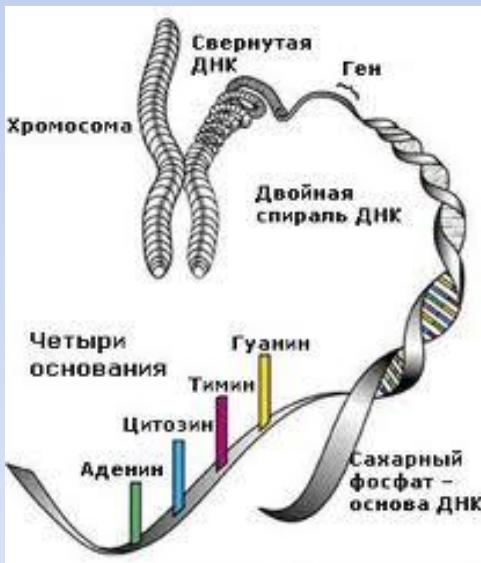
ХРОМОСОМА

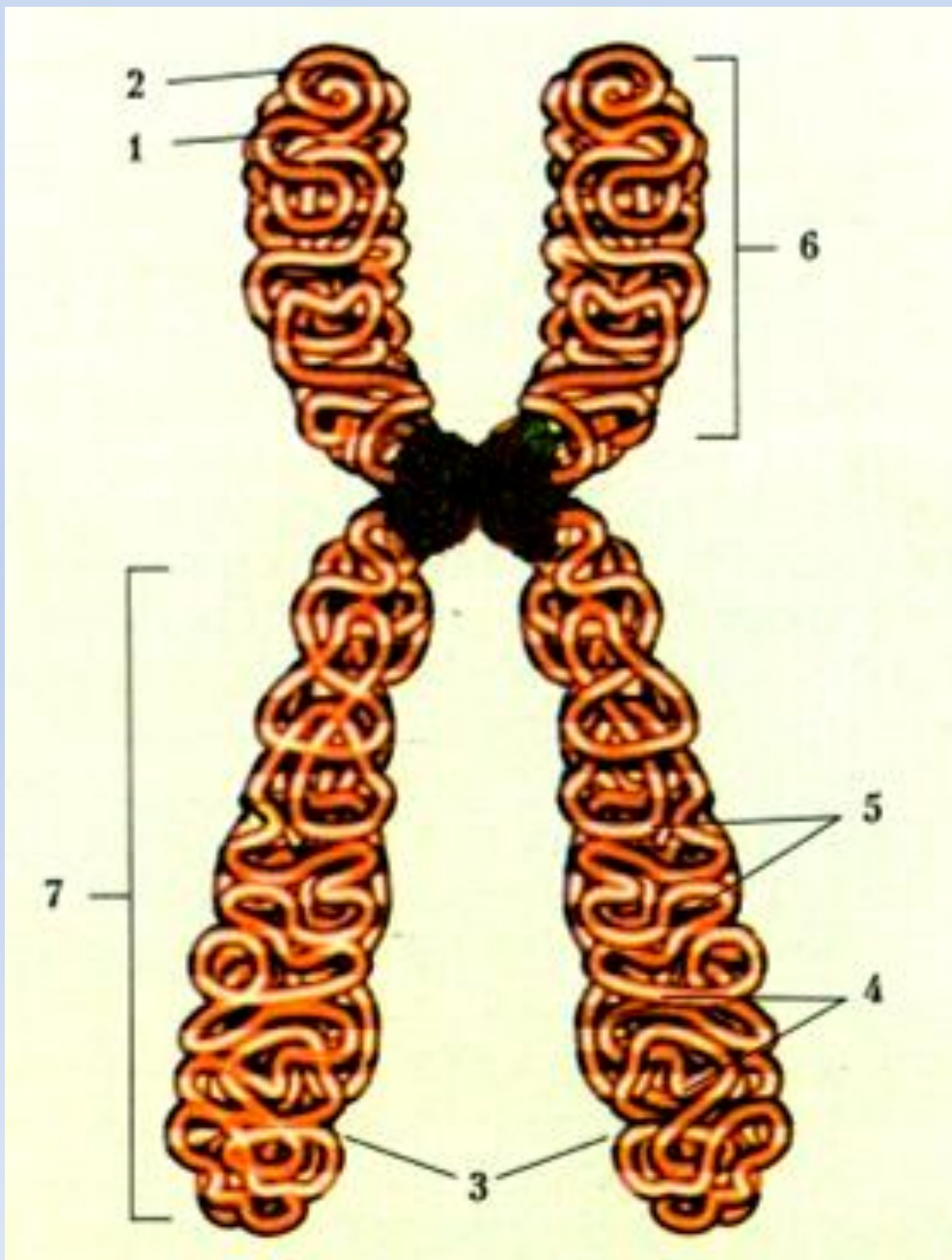
утворюється на початку мітозу

ХРОМОСОМА – результат спіралізації хроматину



будова хромосоми





Організація метафазної хромосоми:

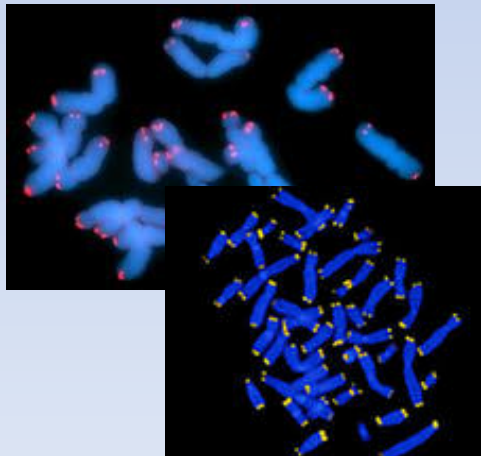
- 1 – центромерна ділянка хромосоми;
- 2 – теломерна ділянка;
- 3 – дочірні хроматиди;
- 4 – гетерохроматин;
- 5 – еухроматин;
- 6 – мале плече;
- 7 – велике плече

СТРУКТУРА ХРОМОСОМИ

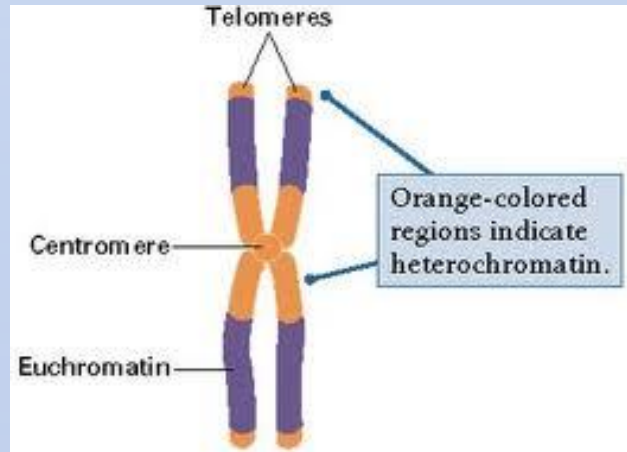
ГЕТЕРОХРОМАТИЧНА ДІЛЯНКА
(сильно забарвлюється)

↓
структурна функція

↓
мутації цієї ділянки впливають на життєдіяльність клітини



забарвлені синим – хромосоми, жовтим або рожевим – теломери

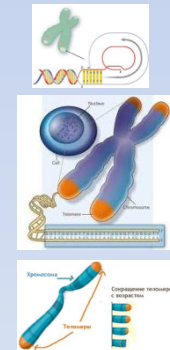


ЕУХРОМАТИЧНА ДІЛЯНКА
(слабо забарвлюється)

↓
містить активні гени

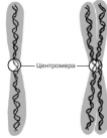
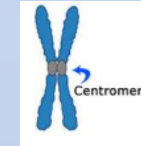
↓
сильно спіралізована

2 ТЕЛОМЕРИ
(кінці плечей хромосоми)



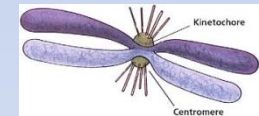
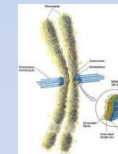
генетично неактивні ділянки

ЦЕНТРОМЕРА
(первинна перетинка хромосоми)



↓
найменш спіралізована частина хромосоми

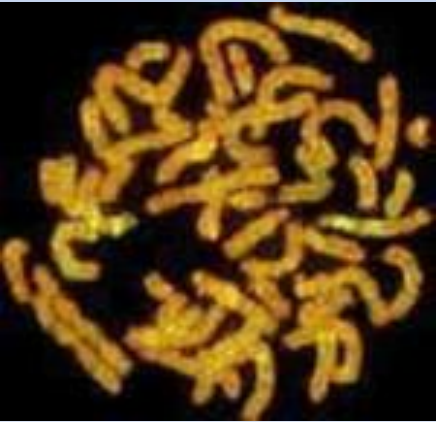
↑
розташовуються білки кінетохори



↑
прикріплюються нитки веретена поділу

ФУНКЦІЇ ХРОМОСОМИ

- ЗБЕРЕЖЕННЯ СПАДКОВОГО МАТЕРІАЛУ
- КОНТРОЛЬ МЕТАБОЛІЗМУ ШЛЯХОМ СИНТЕЗУ F (ФЕРМЕНТІВ?)
- ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОСТУ КЛІТИН
- КОНТРОЛЬ КЛІТИННОГО ДИФЕРЕНЦІЮВАННЯ ПІД ЧАС РОЗВИТКУ
- ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УМОВ ПОДВОЄННЯ ДНК



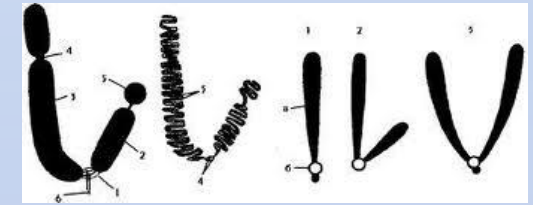
РОЗМІРИ ХРОМОСОМ ЛЮДИНИ

- ДОВЖИНА 10 мкм
- ТОВЩИНА 1,5 мкм



- ХРОМОСОМИ РІЗНИХ ПАР ОДНІЄЇ КЛІТИНИ ВІДРІЗНЯЮТЬСЯ ЗА РОЗМІРАМИ

ФОРМИ ХРОМОСОМ ЛЮДИНИ



МЕТАЦЕНТРИЧНА

- центромера посередині
- плечі однакові за довжиною



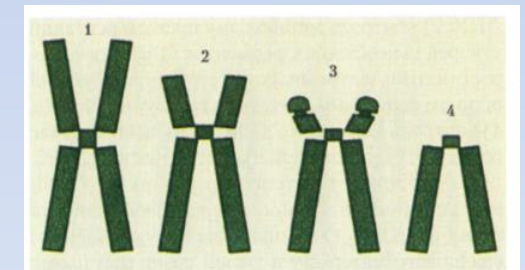
СУБМЕТАЦЕНТРИЧНА

- центромера віддалена від середньої точки
- плечі нерівні за довжиною



АКРОЦЕНТРИЧНА

- центромера близько розташовується до кінців хромосоми
- плечі нерівні за довжиною



Форми хромосом у метафазі (схема):
1 – метацентрична; 2 – субметацентрична;
3 – акроцентрична; 4 - телоцентрична

ЛЮДИНА	46
ДРОЗОФІЛА	8
КІНЬ	66
ШИМПАНЗЕ	48
СОБАКА	78
ЗЕЛЕНА ЖАБА	26
КОРОП	104
РАК	254
ПАПОРОТЬ	500

ПРАВИЛА ХРОМОСОМ

- СПЕЦИФІЧНІСТЬ НАБОРУ ХРОМОСОМ ДЛЯ КОЖНОГО ВИДУ

Кариотип традесканції (1) та дрозофіли (2) -самки (а) і самця (б)

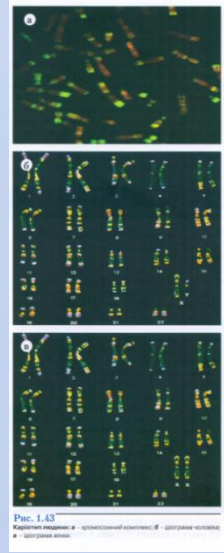
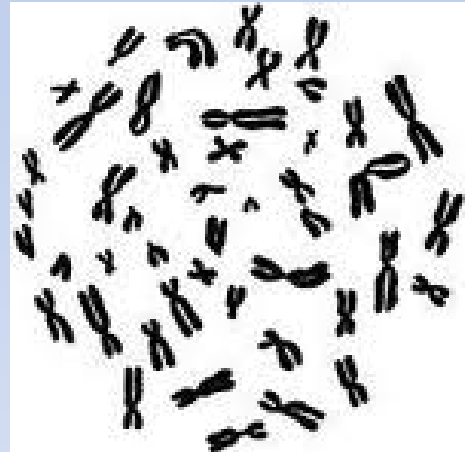
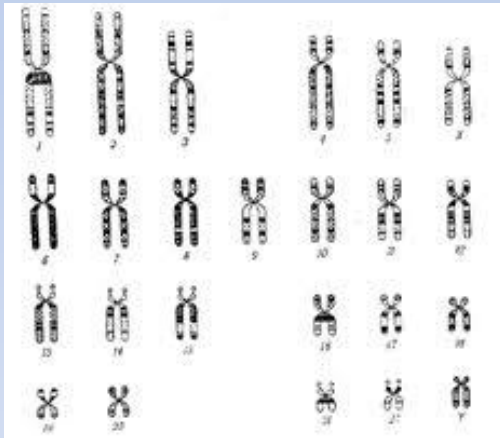
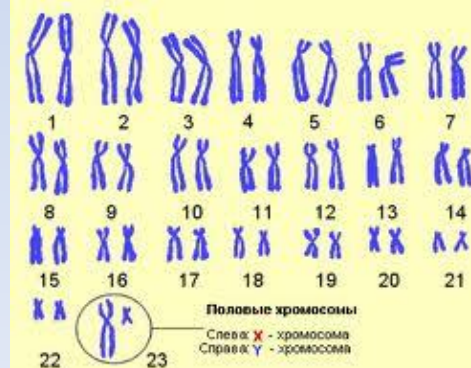


Рис. 1.43 Кариотип людини а - чоловічий кариотип, б - жіночий кариотип. * - цитоплазматичні хромосоми.

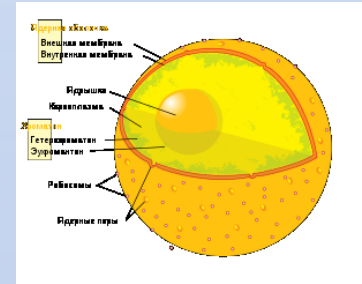
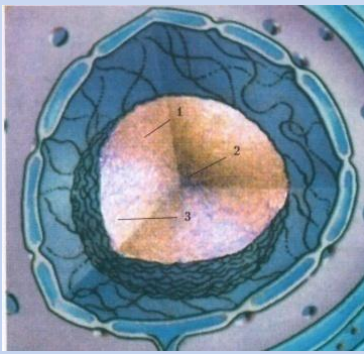
- ПАРНІСТЬ ХРОМОСОМ



- ІНДИВІДУАЛЬНІСТЬ ОКРЕМИХ ПАР ХРОМОСОМ
наприклад: І-ша пара хромосом людини відрізняється від 23-ї пари розміром, формою, генетичним складом



ЯДЕРЦЯ ЯК ПОХІДНІ ХРОМОСОМ



- округлі, гранулярні утворення
- не мають мембрани
- безпосередньо контактують з нуклеоплазмою
- зникають на момент поділу клітини

- ділянки ядерця:

фібрилярна

- складається з щільно переплетених ниток РНК
- місце синтезу рРНК

слабозабарвлена

гранулярна

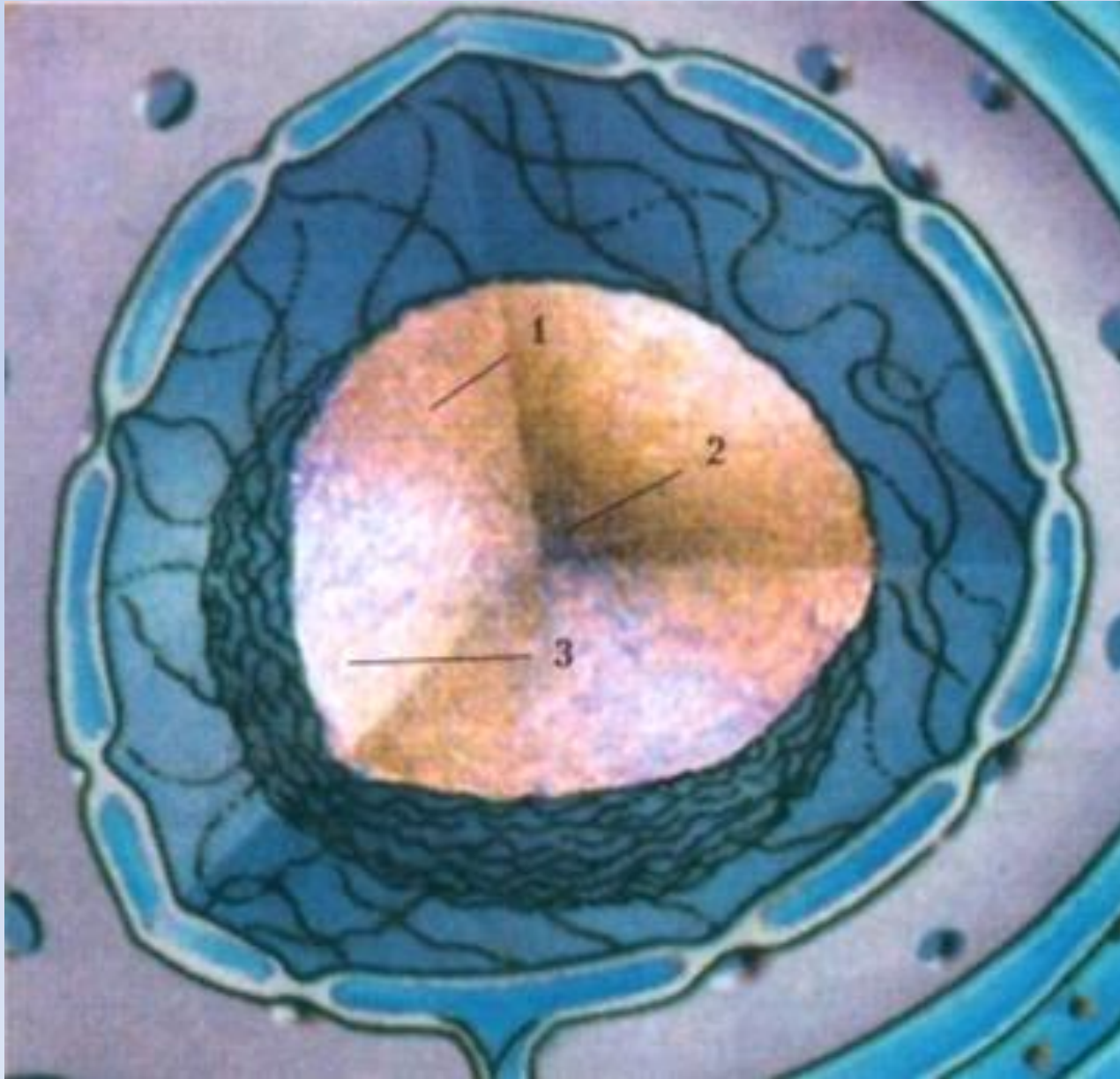
- місце об'єднання в субодиниці рибосом рРНК + рибосомальні білки

УТВОРЕННЯ ЯДЕРЕЦЬ

- відповідають гени певних ділянок “ядерцеві організатори” на ДНК деконденсованого хроматину
- у клітинах людини за утворення ядерець відповідають хромосоми 13, 14, 15, 21, 22
- хромосоми 13, 14, 15, 21, 22 зумовлюють утворення 5 ядерець, які зливаються в одне ядерець

ФУНКЦІЇ ЯДЕРЕЦЬ

- синтез рРНК
- утворення субодиниць рибосом
- синтез ядерних білків (гістонів)



Ядерце:

1 – фібрилярна зона;

2 – гранулярна зона;

3 – слабкозабарвлена зона