

ПВНЗ «Харківський міжнародний медичний університет»

Кафедра фундаментальних загальнонаукових дисциплін

ОК 4 «Медична біологія»

Спеціальність І2 Медицина

Лекція 1

Структурно-функціональна організація клітини. Розмноження на клітинному рівні

Викладач: Кудрявцева Т.О., канд.пед.наук, доцент



Питання лекції

- Структурно-функціональна організація еукаріотичної клітини.
- Хімічний склад клітини: макро- та мікроелементи.
- Цитоплазма і цитоскелет. Циклоз. Органели цитоплазми – мембранні та немембранні, призначення і принципи функціонування. Включення в клітинах, їхні функції.
- Ядро – центральний інформаційний апарат клітини. Структура інтерфазного ядра. Ядерце як похідне хромосом, роль в утворенні рибосом.
- Розмноження на клітинному рівні

Рекомендована література

- **Сабадишин Р. О., Бухальська С. Є.** Медична біологія : підручник. 3-тє вид., зі змінами і доповненнями. Вінниця : Нова Книга, 2020. 344 с.
- **Гістологія. Цитологія. Ембріологія** : підручник / за ред. О. Д. Луцика, Ю. Б. Чайковського. Вінниця : Нова Книга, 2020. 496 с.
- Романенко О. В., Кравчук М. Г., Грінкевич В. М., Костильов О. В. **Медична біологія: посібник з практичних занять** / за ред. О. В. Романенка. 2-ге (стереотипне) вид. Київ : ВСВ «Медицина», 2020. 472 с.
- **Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського (НБУВ)** – наукові статті з цитології, клітинної біології, гістології та молекулярної біології. <https://www.nbu.gov.ua>
- **Український біохімічний журнал (Ukrainian Biochemical Journal)** – сучасні публікації з клітинної та молекулярної біології. <https://ua.biochemistry.org.ua>
- **ScienceRise: Biological Science** – відкритий доступ до сучасних досліджень у галузі біології. <https://journals.urau.ua/bioscience>
-

Сучасні зарубіжні наукові джерела

- Alberts B., Johnson A., Lewis J. et al. **Molecular Biology of the Cell**, 7th ed., Garland Science, 2022.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/>
- Cooper G.M., Hausman R.E. **The Cell: A Molecular Approach**, 9th ed. Oxford University Press, 2023.
<https://global.oup.com>
- Lodish H. et al. **Molecular Cell Biology**, 10th ed. W.H. Freeman, 2024. <https://macmillanlearning.com>
- **Nature Reviews Molecular Cell Biology** (оглядові статті з клітинної біології). <https://www.nature.com/nrm>
- **Cell** (Cell Press) — один із провідних журналів з клітинної та молекулярної біології. <https://www.cell.com/cell>
- **Journal of Cell Biology** — сучасні дослідження з клітинної біології. <https://rupress.org/jcb>

Ключові поняття теми

Евкаріотична клітина
Біогенні елементи
Макроелементи
Мікроелементи
Цитоплазма
Цитоскелет
Циклоз

Хроматин
Ядерце
Мітоз
Цитокінез

Ендоплазматична сітка
Комплекс Гольджі
Лізосоми
Пероксисоми
Мітохондрії
Рибосоми
Центросома
Ядро



<https://share.google/StU6utOe8oJvLGHcK>

Евкаріотична клітина

- структурно-функціональна одиниця організму, яка має оформлене ядро та мембранні органели

Основні компоненти клітини

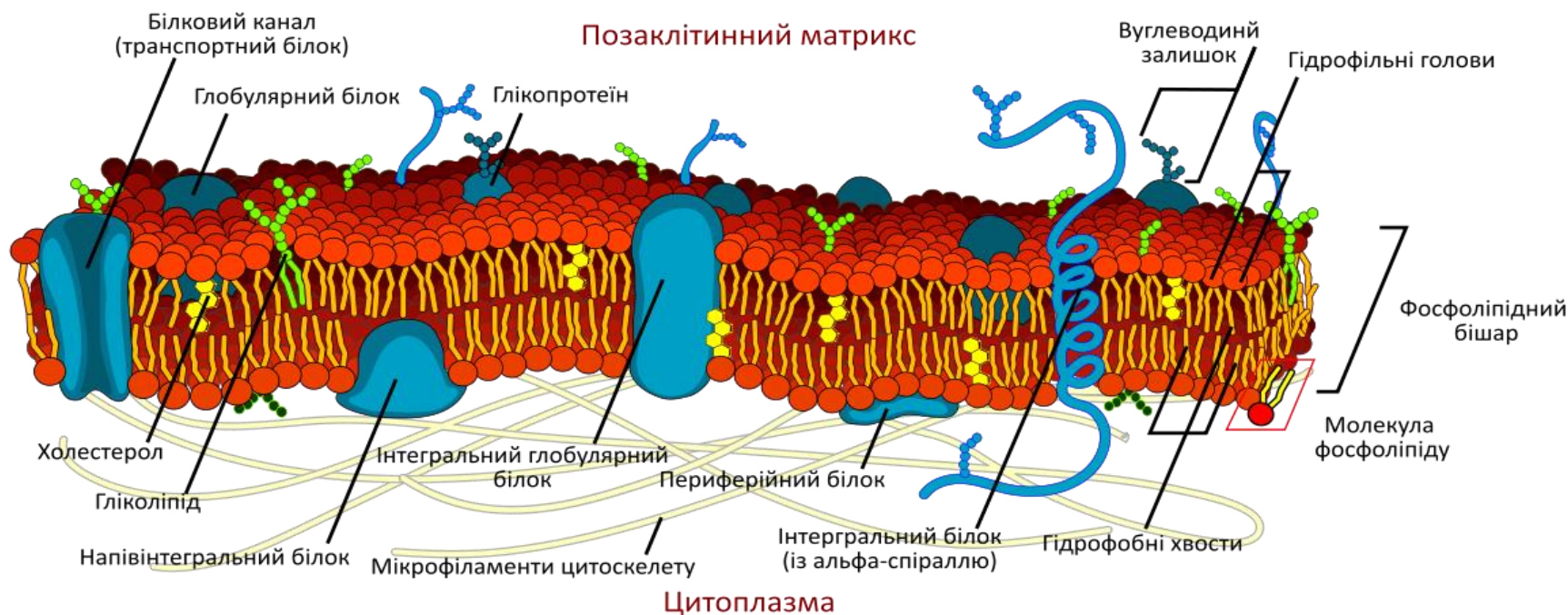
- **Плазматична мембрана** – відмежовує клітину від зовнішнього середовища, забезпечує вибіркиму проникність, транспорт речовин, рецепцію сигналів.
- **Цитоплазма** – внутрішнє середовище клітини, у якому розташовані органели.
- **Ядро** – зберігає спадкову інформацію та керує життєдіяльністю клітини.

Основні функції клітини

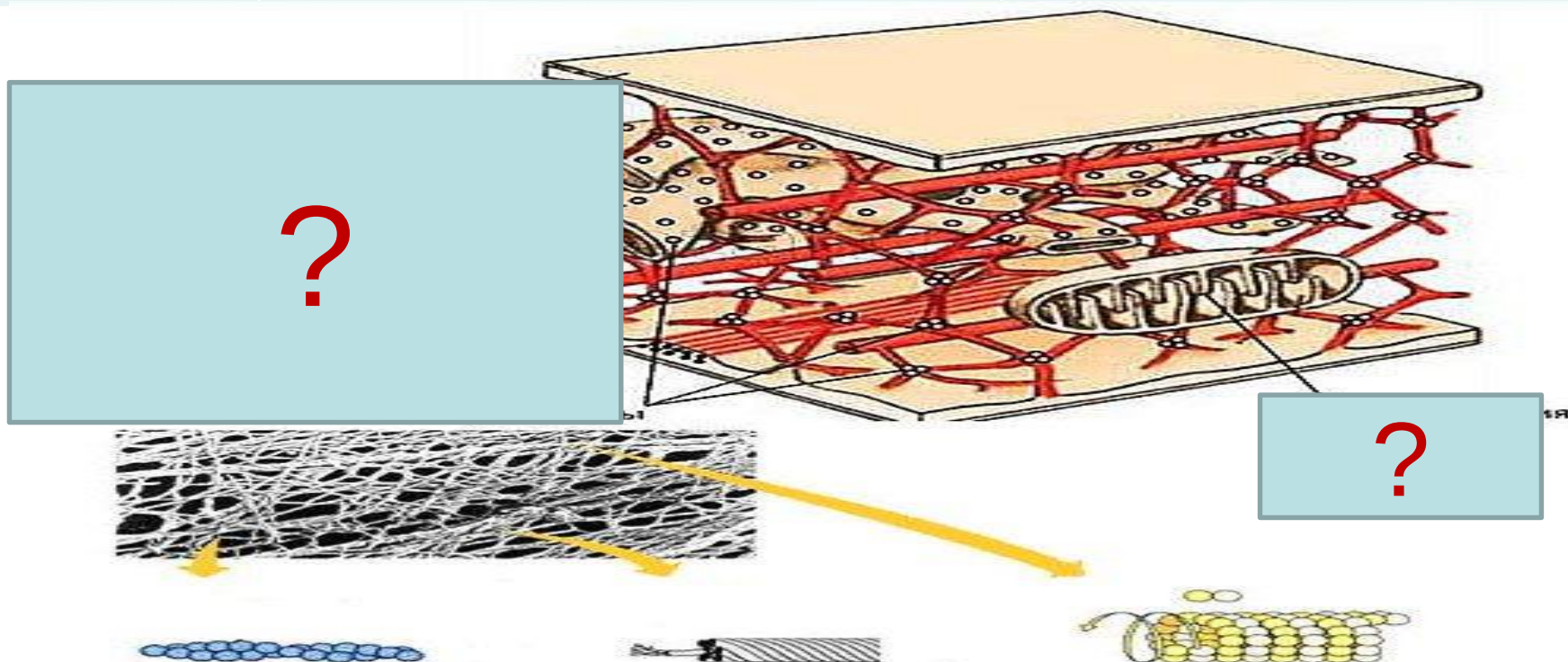
- метаболізм;
- синтез білків;
- енергетичний обмін;
- збереження і реалізація генетичної інформації;
- поділ та диференціювання;
- міжклітинна взаємодія.

Будова і функції структурних компонентів клітини

Назва	Будова	Функції
Плазматична мембрана	2 шари ліпідів із вбудованими в них білками («сендвич»)	■ Межі клітини ■ Захисна ■ Контактна (зв'язок з іншими клітинами) ■ Транспортна (пасивний і активний транспорт речовин)



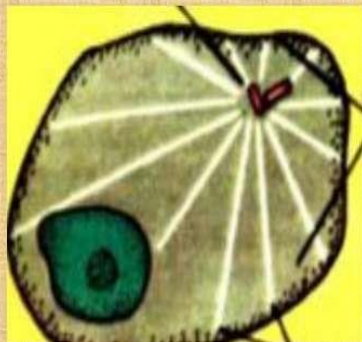
Цитоплазма	Гіалоплазма (золь, або гель) Білки, ліпіди, нуклеїнові кислоти, солі. Немембранна будова	Компартментальна (об'єднує складові частини клітини) Структурна (утворення органел). Рецепторна
Цитоскелет	Мікрофібрили (актин, міозин) Мікротрубочки (тубулін) Проміжні філаменти (цитокератин). Немембранна будова	Забезпечує локалізацію структур, форму клітини, транспорт компонентів



Клітинний центр (центросома)	1-2 центріолі, оточені центросферою Немембранна будова	Утворює мікротрубочки для транспорту хромосом под. час мітозу і мейозу
Рибосоми	Тільця з двох суб'єдинць (білок, РНК). Немембранна будова	Синтез білка («фабрика білка»)

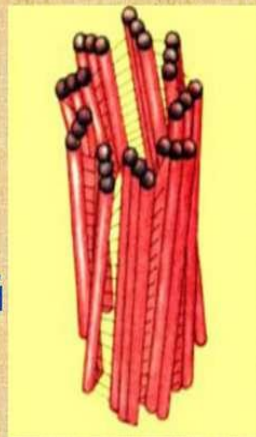
Клітинний центр

Центріолі



Мікротрубочки

Клітинний
центр



Центріоль

Рибосома складається з двох субодиниць

Мала субодиниця



Велика субодиниця



Рибосоми складаються з довгих ланцюгів РНК (зелені) і білків (червоні)

Ендоплазматична
сітка/ретикулум
(ЕПС/ЕПР)

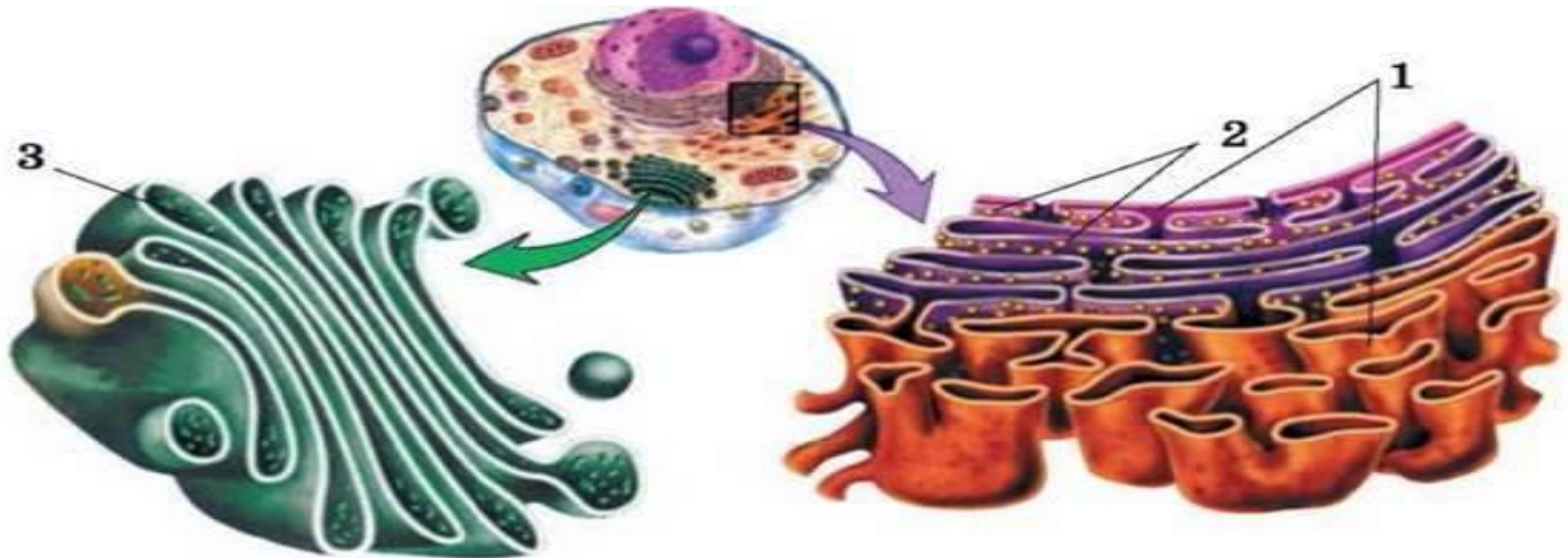
Система порожнин: каналці і
цистерни. Типи ЕПС:
Гладенька(гранулярна) – без
рибосом
Шорстка (гранулярна) – з
рибосомами. Одномембрнна
будова

- Синтез білків (шорстка),
ліпідів, вуглеводів (гладенька)
- Розщеплення токсинів
- Транспорт речовин

Апарат Гольджі

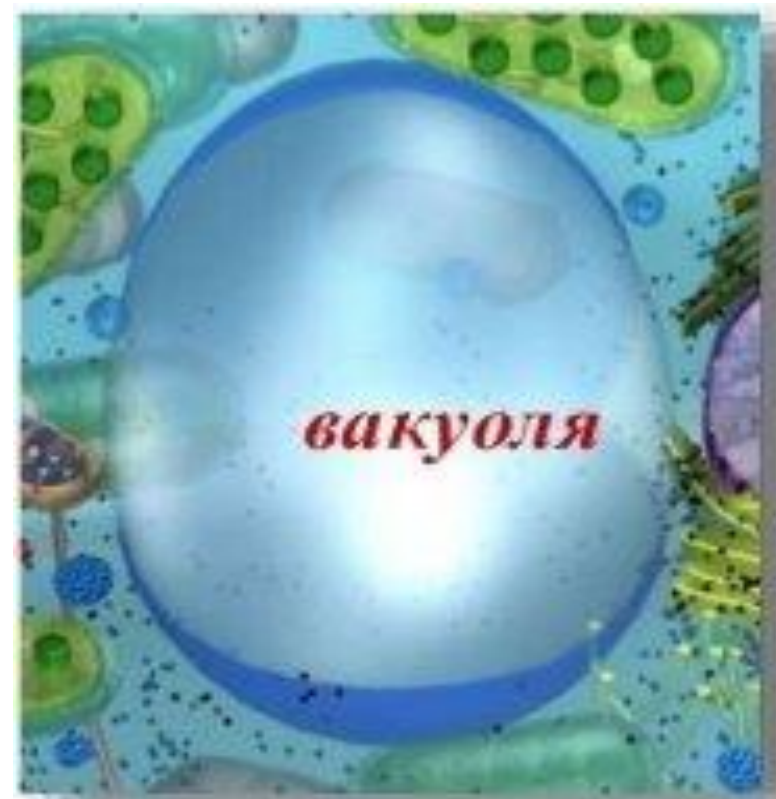
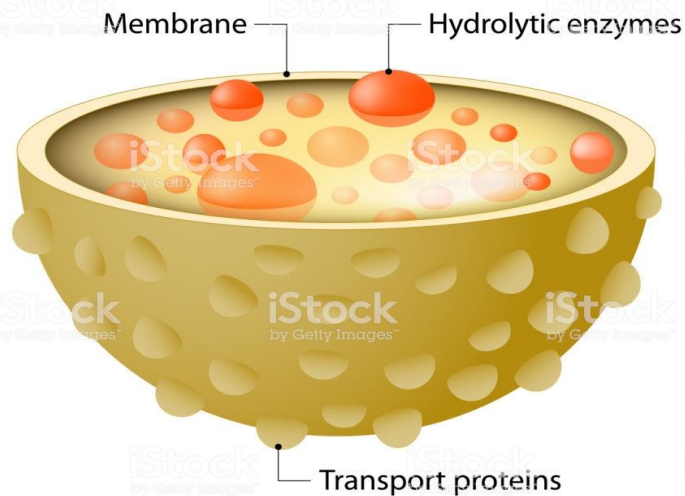
Стопка плоских цистерн,
міхурці та каналці
Одномембрнна будова

- Накопичення
- Дозрівання
- Пакування
- Виведення
- Формування лізосом



Лізосоми	Округлі тільця: мембрана, ферменти. Одномембрanna будова	Руйнування речовин, органел, клітин. («кладовище клітини»)
Вакуолі	У рослин – мішечки з рідиною У тварин – скоротливі, травні, фагоцитарні. Одномембрanna будова	Накопичення речовин

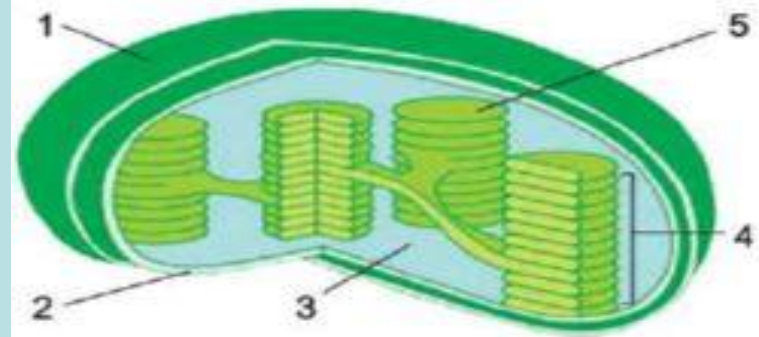
LYSOSOME



Пластиди:
Хлоропласт
Хромопласти
Лейкопласти

Зовнішня мембрана гладенька
Внутрішня утворює грани – пакети плоских мішечків (тилакоїдів).
Тилакоїди сусідніх гран сполучаються ламелами – мембранними каналами. Є власні ДНК, РНК, включення.
Двомембранна будова

Фотосинтез

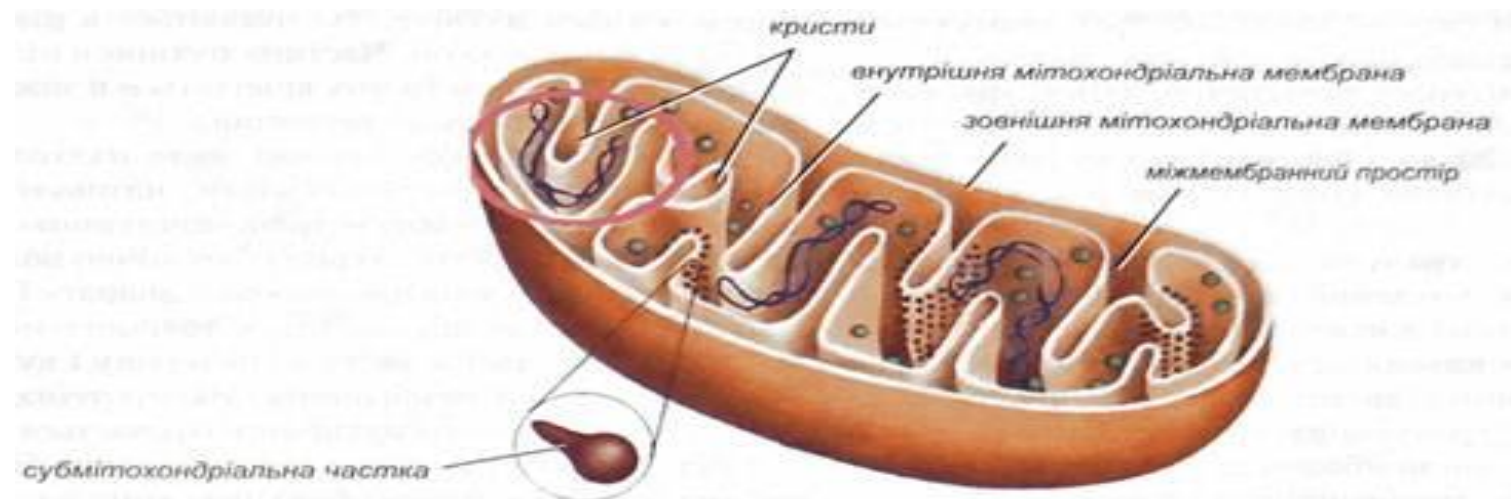


Лл. 12.3. Схема будови хлоропласта:
1 — зовнішня мембрана; 2 — внутрішня мембрана; 3 — строма; 4 — тилакоїд; 5 — грана

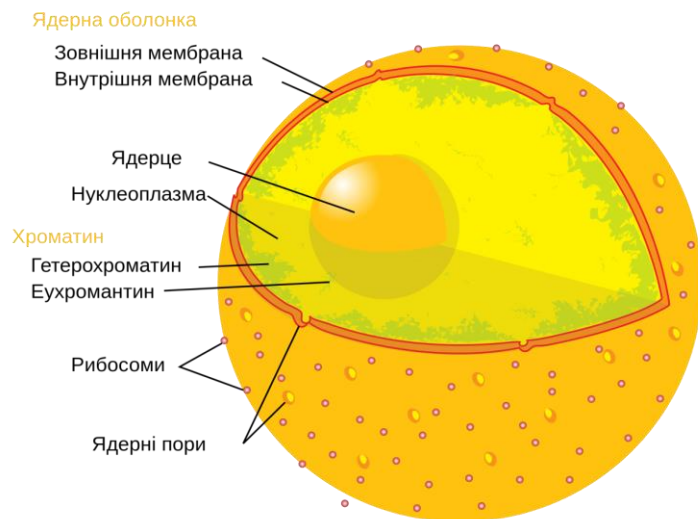
Мітохондрії

Зовнішня мембрана гладенька
Внутрішня утворює вирости (кристи). Є власні ДНК, іРНК, тРНК, рибосоми. Двомембранна будова

- Синтез АТФ («енергетичні станції клітини»)
- Синтез власних білків, ДНК, РНК



Ядро	Двомембранна оболонка з порами Каріоплазма (рідинне середовище ядра)	Збереження, реалізація, передача спадкової інформації Зв'язок з цитоплазмою
Ядерце	Хроматин (ДНК, іРНК, білки) – інтерфазна форма існування хромосом Рибонуклеопротейдні комплекси (ДНК, РНК)	Утворення суб'єдинць рибосом. Утворюється в ділянках NOR (нуклеоларних організаторів) акроцентричних хромосом людини. Функції: синтез рРНК; складання суб'єдинць рибосом; експорт суб'єдинць у цитоплазму.



Функції

зберігання генетичної інформації;
реплікація ДНК;
транскрипція;
регуляція синтезу білків;
контроль клітинного циклу.

ЖИТТЄВИЙ ЦИКЛ КЛІТИНИ

- **Життєвий цикл клітини** — це період існування клітини від моменту її утворення внаслідок поділу материнської клітини до завершення власного поділу або загибелі (апоптозу, некрозу чи інших форм клітинної смерті).
- **Життєвий цикл** охоплює всі процеси росту, диференціювання, виконання спеціалізованих функцій, старіння та відтворення клітини.

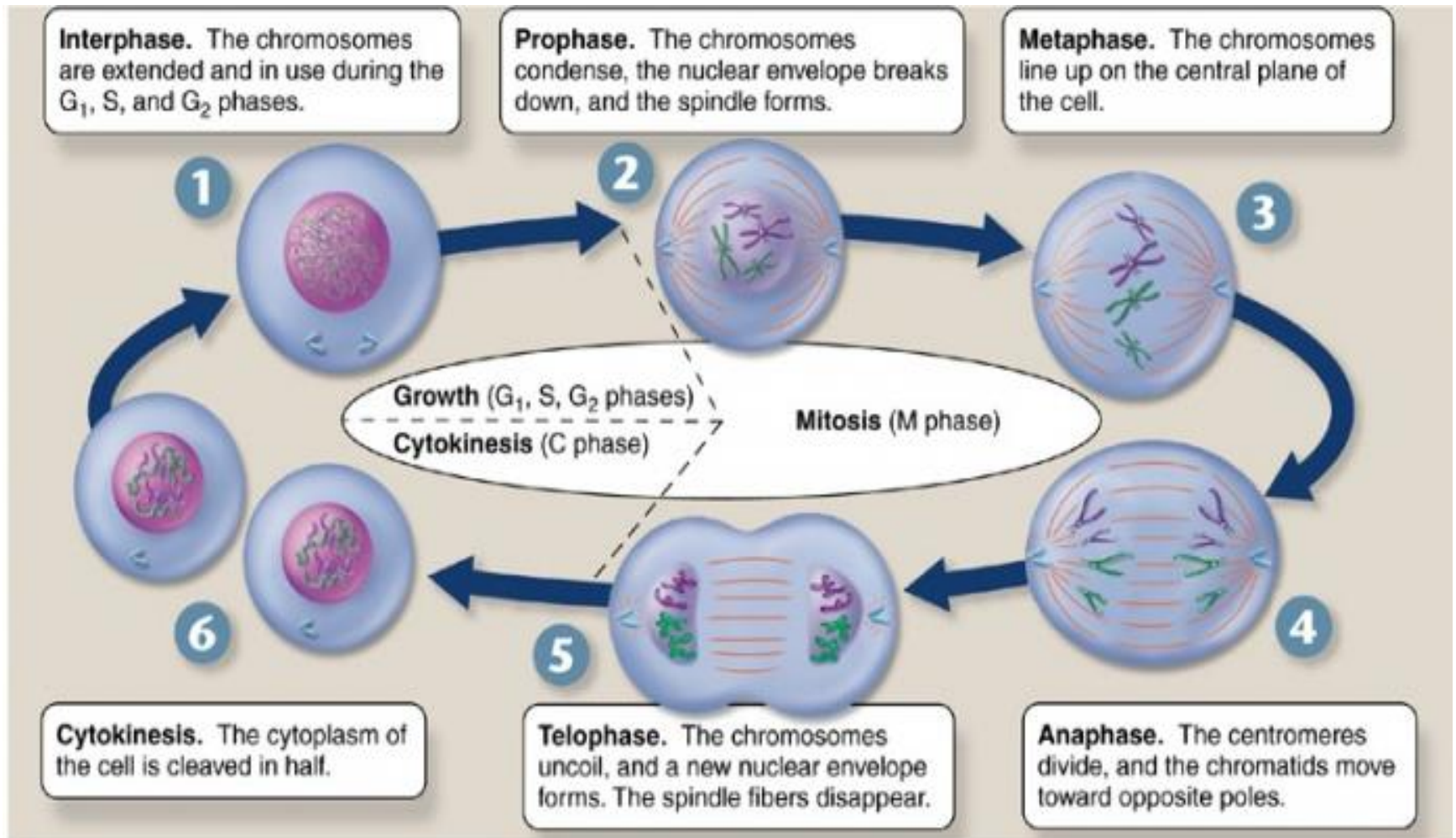
З біологічної точки зору життєвий цикл клітини включає:

утворення клітини;
ріст і розвиток;
функціональну активність;
клітинний цикл (для клітин, що здатні до поділу);
старіння та загибель.

Особливості:

тривалість значно варіює залежно від типу клітини;
високодиференційовані нейрони та кардіоміоцити можуть функціонувати десятки років без повторного поділу;
епітеліальні клітини кишечника існують **лише 3–5 діб**;
еритроцити циркулюють близько **120 діб**.

Життєвий цикл клітини: фази, періоди



Клітинний цикл

- **Cell Cycle** — це впорядкована послідовність процесів, що відбуваються в клітині від завершення одного поділу до завершення наступного поділу і забезпечують точне подвоєння генетичного матеріалу та утворення двох генетично ідентичних дочірніх клітин.

Складається з двох великих періодів:

Інтерфаза

G₁-період (пресинтетичний)

S-період (синтетичний)

G₂-період (постсинтетичний)

М-фаза

мітоз

цитокінез

Для клітин, що тимчасово або постійно не діляться, характерний вихід із клітинного циклу в стан **G₀**, де вони виконують свої спеціалізовані функції.

Клітинний цикл

Фаза	Орієнтовна тривалість
G ₁	8–12 год
S	6–10 год
G ₂	3–5 год
Мітоз	1–2 год

- Тривалість не є сталою і залежить від виду організму, типу тканини, віку клітини та фізіологічного стану.
- **Загальна тривалість клітинного циклу:** приблизно **18–30 годин**, найчастіше близько **24 годин**.

Клітинний цикл

- **Біологічне значення клітинного циклу. Клітинний цикл забезпечує:**
- ріст організму;
- ембріональний розвиток;
- регенерацію тканин;
- фізіологічне оновлення клітин;
- підтримання сталості каріотипу;
- передачу спадкової інформації дочірнім клітинам;
- контроль геномної стабільності завдяки контрольним точкам (checkpoints).

Контроль клітинного циклу

Регуляція клітинного циклу здійснюється системою:

циклінів;

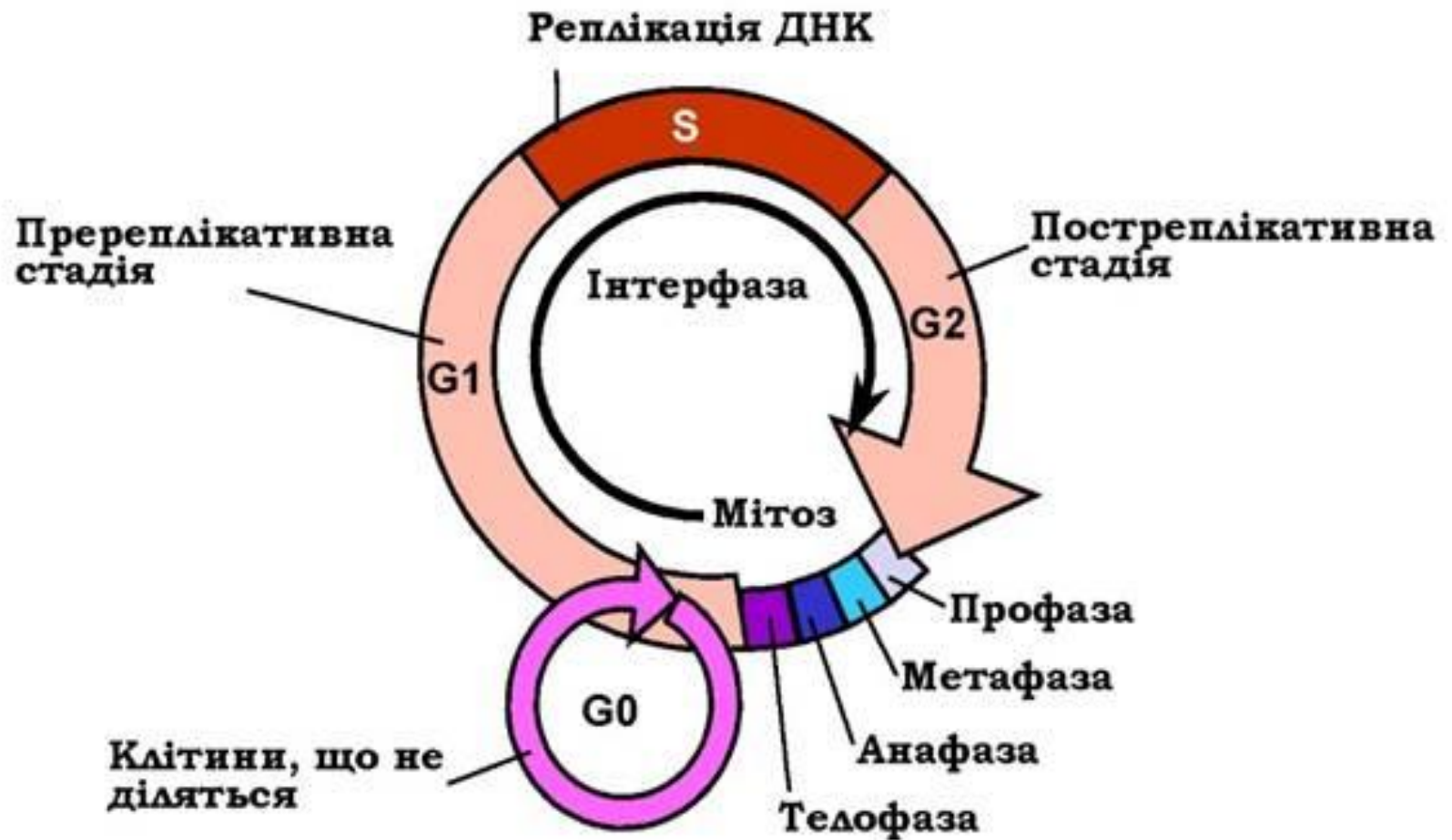
циклінзалежних кіназ (CDK);

білків-супресорів пухлин (p53, RB);

контрольних точок G_1/S , G_2/M та веретена поділу.

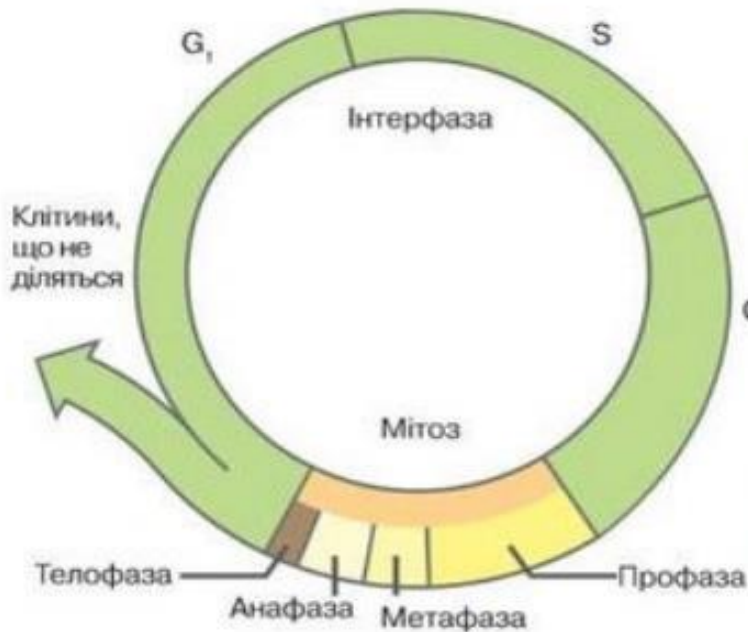
Порушення цих механізмів є однією з основних причин розвитку злоякісних новоутворень.

Схема клітинного циклу <https://share.google/WLyCZNeUT7MQI8nsn>



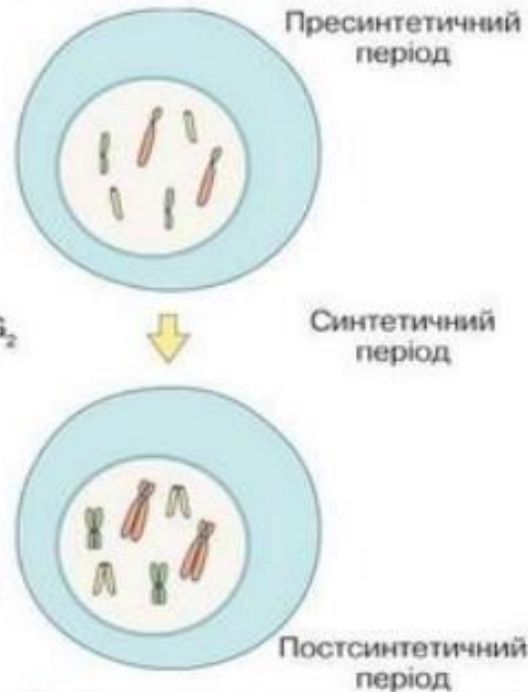
Яка фаза клітинного циклу передує мітозу?

Рис. 77. Клітинний цикл



❓ Який період інтерфази триває найдовше?

Рис. 78. Подвоєння ДНК



❓ Поясніть відмінність у будові хромосом у різні періоди інтерфази.

Інтерфаза

Телофаза

Профаза

Анафаза

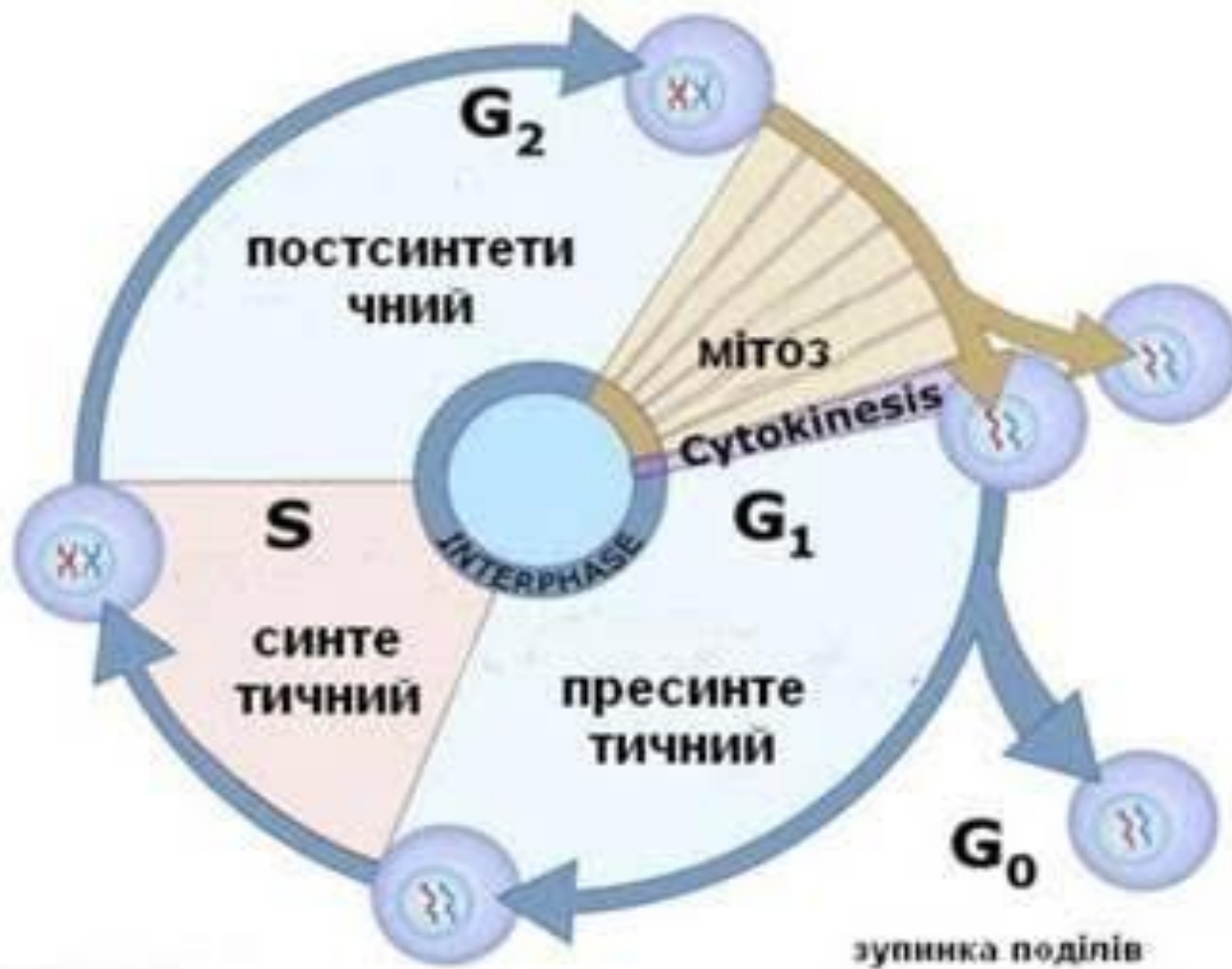
<https://share.google/hm7NZHoWHSgq6K5TZ>

Періоди інтерфази

- **Пресинтетичний (G1)** - передує реплікації ДНК. Клітина посилено росте, нагромаджує енергіює, збільшує кількість органел, відбувається активний синтез білків.
- **Синтетичний (S)** - період реплікації ДНК. В цьому періоді *подвоюється ДНК* - однохроматидні хромосоми стають двохроматидними, , синтез білка (гістонів)
- **Постсинтетичний період (G2)** - характеризується синтезом РНК, а також **тубулінів** — білків мітотичного веретена.

Інтерфаза мітозу

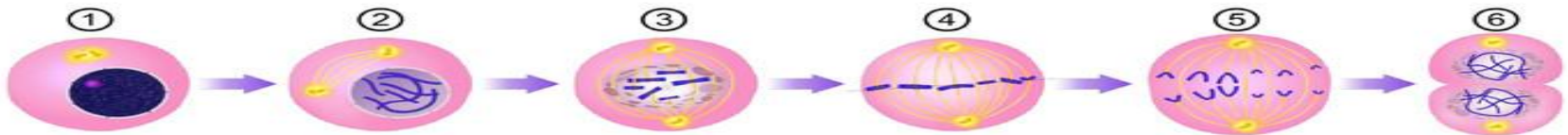
<https://share.google/REsjKqw4yKmR3KV1D>



Фази мітозу

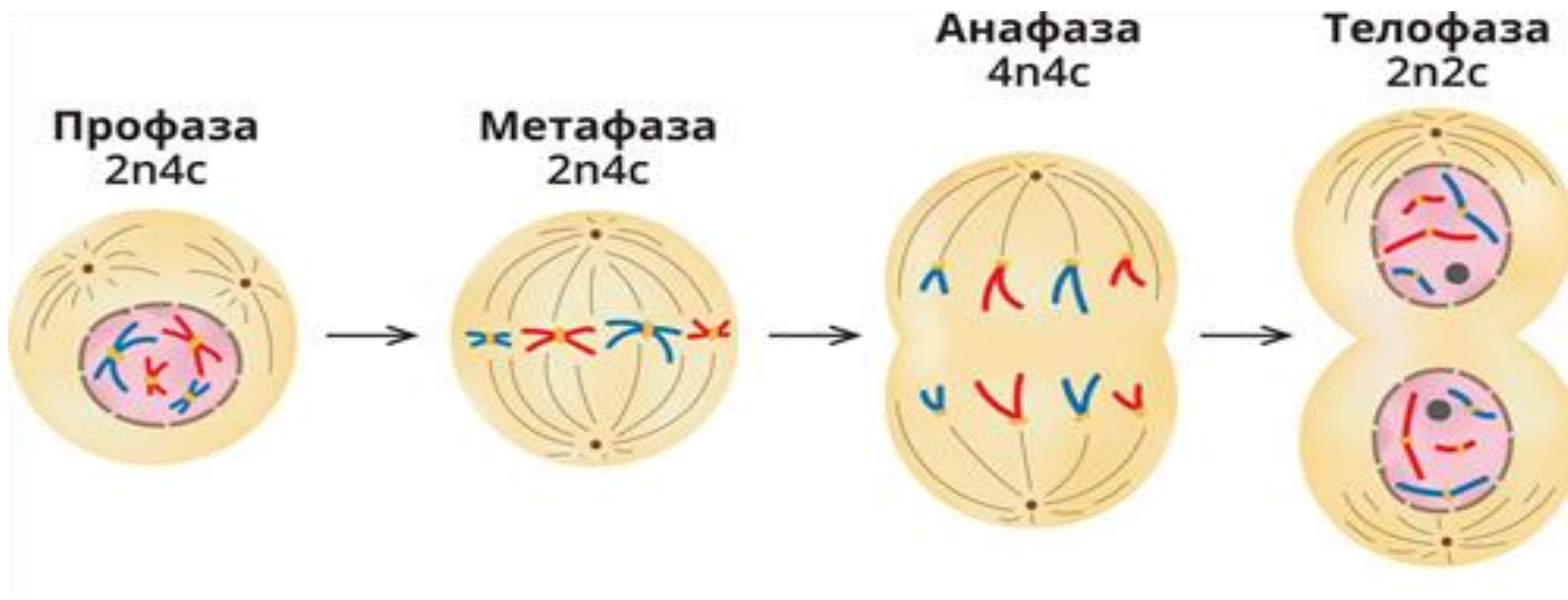
- **Профаза**
- спіралізація (конденсація): вкорочення і потовщення двохроматидних хромосом;
- розходження центріолей до полюсів;
- зменшення і зникнення ядерця (ядерець);
- розпад на фрагменти ядерної оболонки;
- формування **веретена поділу**: забезпечує розходження хромосом у мітозі та мейозі.
- **Метафаза**: фаза розташування двохроматидних хромосом на екваторі клітини. Хромосоми утворюють так звану **метафазну пластинку**.
- **Анафаза**: хромосоми поділяються на **окремі хроматиди** і розходяться до полюсів клітини.
- **Телофаза**: заключна стадія мітозу. Зворотна відносно профази: "**профаза навпаки**".

Фази мітозу:



- 1 — інтерфаза (не належить мітозу);
- 2 — профаза,
- 3 — прометафаза,
- 4 — метафаза,
- 5 — анафаза;
- 6 — телофаза та цитокінез

Мітоз



<https://share.google/p3C38cpKBYGAhM5eJ>

Тривалість окремих фаз мітозу

Фаза	Орієнтовна тривалість
Профаза	30–60 хв
Метафаза	10–20 хв
Анафаза	3–10 хв
Телофаза	20–40 хв
Цитокінез	20–60 хв

Сучасні оглядові статті

Matthews H.K., Bertoli C., de Bruin R.A.M. **Cell cycle control in health and disease.** *FEBS Letters*. 2022.

<https://febs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/1873-3468.14382>

Sherr C.J., Bartek J. **Cell Cycle–Targeted Cancer Therapies.** *Annual Review of Cancer Biology*. 2024.

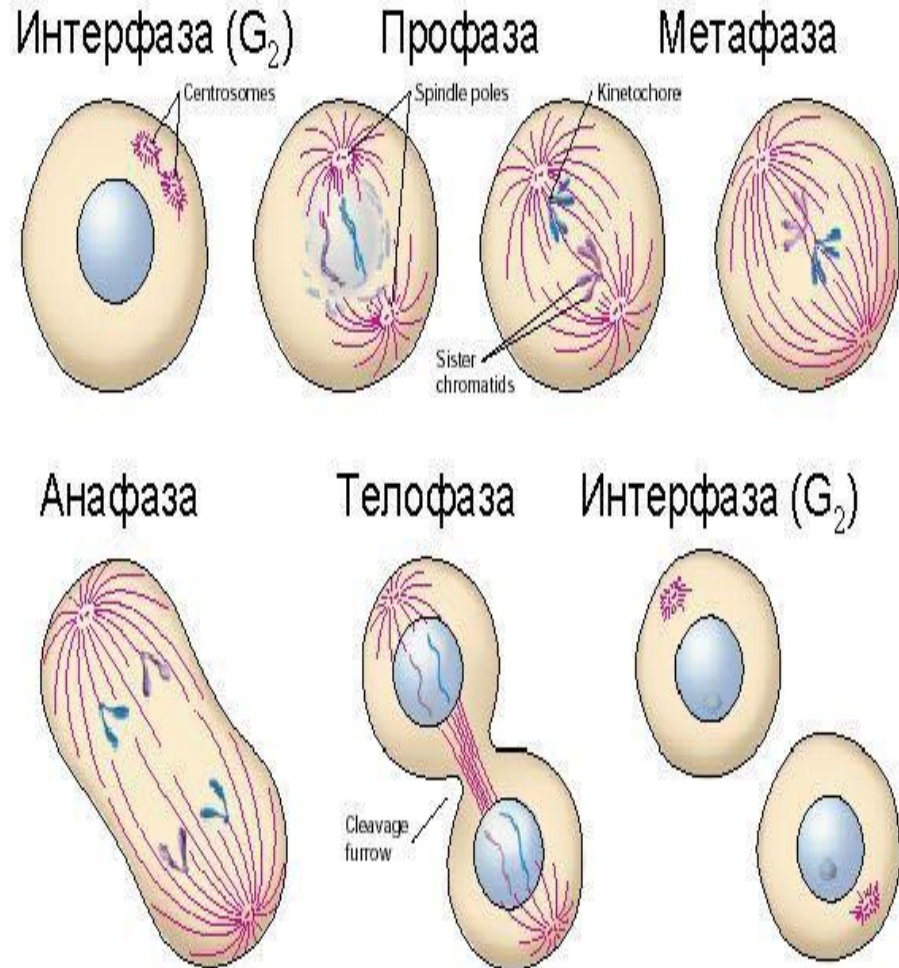
<https://www.annualreviews.org/journal/cancerbio>

Morgan D.O. **The Cell Cycle: Principles of Control** (оновлені електронні матеріали та класичне видання).

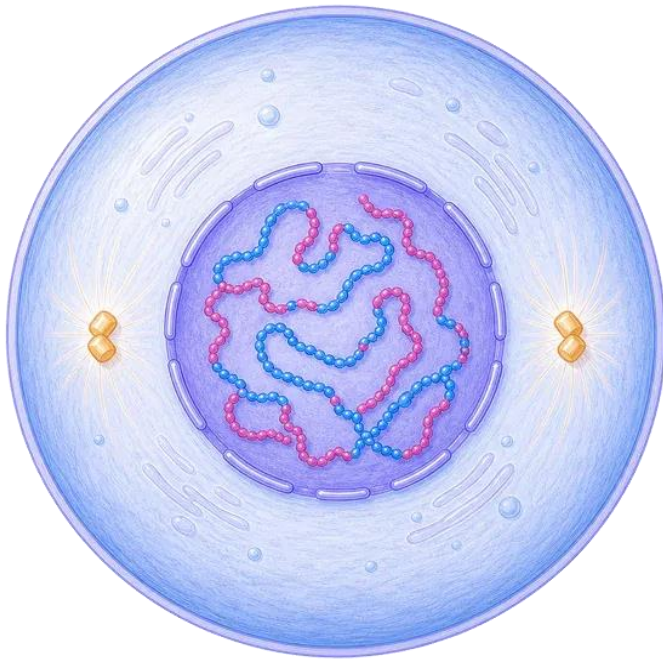
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK26982/>

Біологічне значення мітозу:

- **точний розподіл** спадкового матеріалу між двома дочірніми клітинами;
- **сталість каріотипу**;
- **основа безстатевого розмноження**
- **регенерація** тканин,
- **ріст**
- **загоєння ран.**



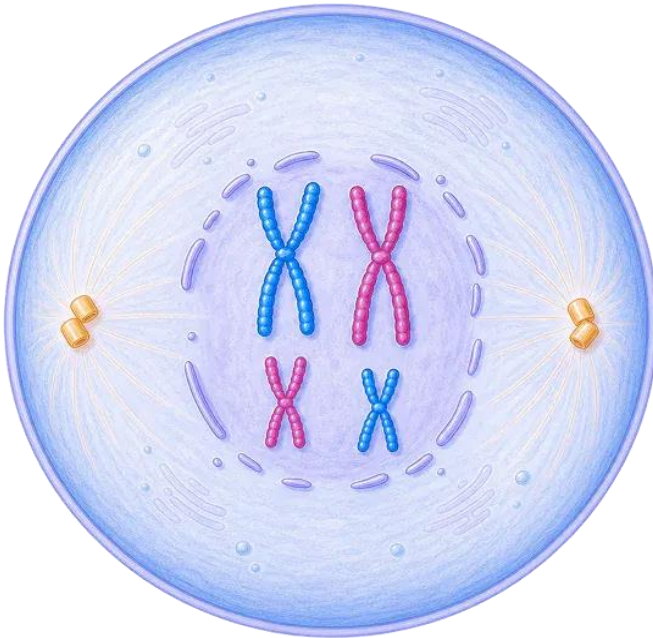
Порушення мітозу



Інтерфаза

ДНК була скопійована перед мітозом, але все ще залишається неконденсованою в межах одного ядра.

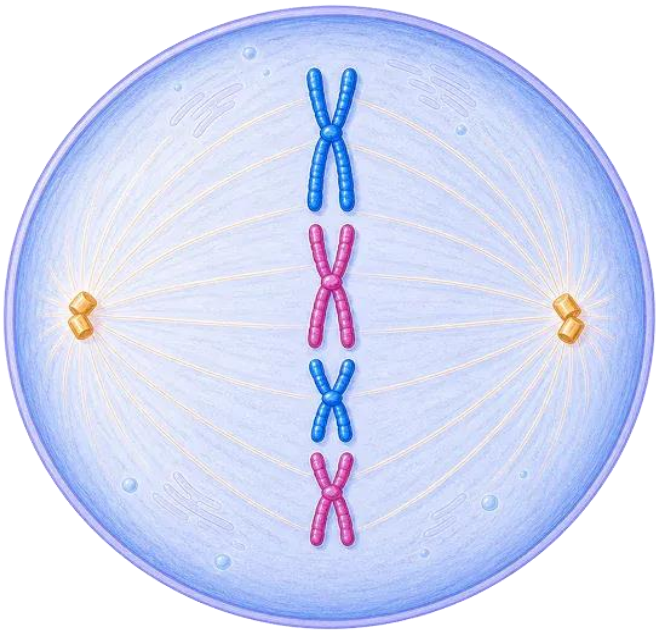
Порушення мітозу



Профаза

Хромосоми конденсуються, і починає формуватися веретено поділу.

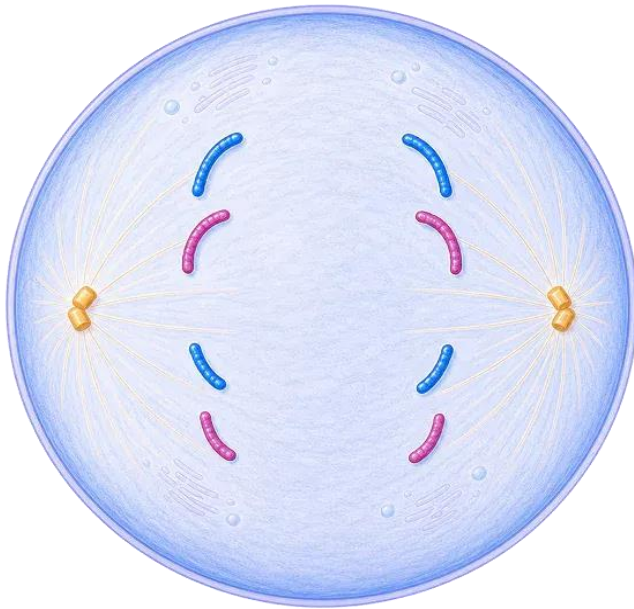
Порушення мітозу



Метафаза

Подвоєні хромосоми шикуються по центру.

Порушення мітозу



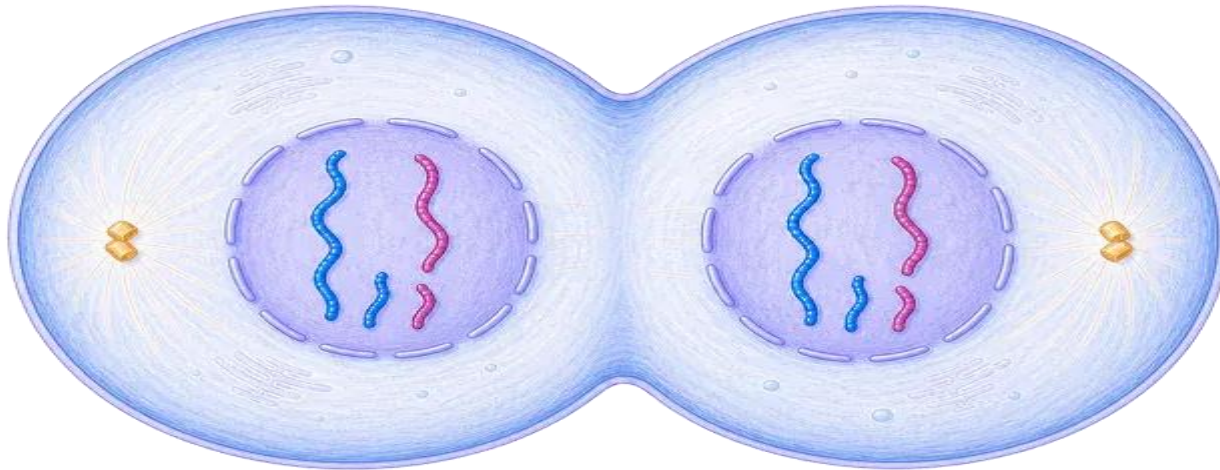
Анафаза

Сестринські хроматиди рухаються до протилежних полюсів.

Порушення мітозу

Телофаза + цитокінез

Завершується формування двох ідентичних дочірніх клітин, а навколо ДНК, що деконденсується, знову формуються ядра.



Порушення мітозу

- **це сукупність змін** у процесі поділу соматичних клітин, які виникають унаслідок порушення реплікації ДНК, формування мітотичного веретена, конденсації та розходження хромосом або цитокінезу.
- **Наслідки:** утворення клітин із геномною нестабільністю, зміною кількості або структури хромосом, що може призводити до загибелі клітин, вроджених вад розвитку чи пухлинного росту

Причини порушень мітозу. Ендогенні фактори

- мутації генів, що регулюють клітинний цикл (TP53, RB1, APC, BRCA1/2);
- дефекти білків мітотичного веретена;
- порушення роботи циклінів і циклінзалежних кіназ (CDK);
- порушення репарації ДНК;
- оксидативний стрес;
- старіння клітин.

Порушення мітозу

Причини порушень мітозу. Екзогенні фактори

- іонізуюче та ультрафіолетове випромінювання;
- хімічні мутагени (бензол, нітрозаміни, важкі метали);
- цитостатичні препарати (колхіцин, вінкристин, паклітаксел);
- віруси (вірус папіломи людини, вірус Епштейна—Барр);
- токсини навколишнього середовища.

Основні види порушень мітозу

1. Порушення формування веретена поділу

Виникає при пошкодженні мікротрубочок.

Наслідки:

зупинка мітозу;

нерозходження хромосом;

поліплоїдія;

анеуплоїдія.

Приклад: дія колхіцину.

Порушення мітозу

- **2. Нерозходження хромосом (nondisjunction)**

Під час анафази сестринські хроматиди не розходяться до полюсів.

- **Наслідки:**
- моносомія;
- трисомія;
- мозаїцизм.

- **5. Багатополюсний мітоз**

У клітині формується більше двох полюсів поділу.

Характерний для:
злоякісних пухлин;
клітин із надлишковими центросомами

- **3. Відставання хромосом**

Одна або кілька хромосом не встигають переміститися до полюсів.

Наслідок:

утворення мікроядер.

Мікроядра є важливим маркером генетичної нестабільності.

- **4. Хромосомні містки**

Виникають через неправильне роз'єднання хромосом або їх структурні перебудови.

Можуть призводити до:
розривів хромосом;
делецій;
транслокацій.

Порушення мітозу

6. Незавершений цитокінез

- Ядро поділилося, а цитоплазма — ні.
Утворюються:
- двоядерні;
- багатоядерні клітини.

7. Ендомітоз

Відбувається реплікація ДНК без завершення поділу клітини.

Результат:

поліплоїдні клітини.

Приклади:

мегакаріоцити;
гепатоцити;
трофобласт.

Наслідки порушень мітозу

Генетичні

анеуплоїдія;
поліплоїдія;
хромосомні аберації;
геномна нестабільність.

Наслідки порушень мітозу

Клітинні

апоптоз;
клітинне старіння;
втрата функції клітини;
неконтрольована проліферація.

Порушення мітозу

Медичне значення

- Порушення мітозу лежать в основі розвитку багатьох патологічних процесів

Онкологічні захворювання

рак молочної залози;
колоректальний рак;
лейкемії;
меланома;
гліобластома.

Вроджені аномалії

Якщо порушення виникає на
ранніх етапах ембріогенезу,
можливі:
мозаїчні форми синдрому Дауна;
мозаїчний синдром Тернера;
мозаїчний синдром
Клайнфельтера.

Передчасне старіння

Накопичення клітин із
пошкодженою ДНК сприяє
розвитку вікових дегенеративних
процесів.

Сучасні наукові джерела

- Alberts B., Johnson A., Lewis J. et al. **Molecular Biology of the Cell**. 7th ed. Garland Science; 2022.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK26888/>
- Morgan D.O. **The Cell Cycle: Principles of Control**. New Science Press.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK26982/>
- Matthews H.K., Bertoli C., de Bruin R.A.M. Cell cycle control in health and disease. *FEBS Letters*. 2022;596(23):2887–2905.
<https://febs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/1873-3468.14382>
- Sherr C.J., Bartek J. Cell Cycle–Targeted Cancer Therapies. *Annual Review of Cancer Biology*. 2024.
<https://www.annualreviews.org/journal/cancerbio>
- National Cancer Institute. **Cell Cycle**.
<https://www.cancer.gov/publications/dictionaries/cancer-terms/def/cell-cycle>

Контрольні точки клітинного циклу, що запобігають порушенням

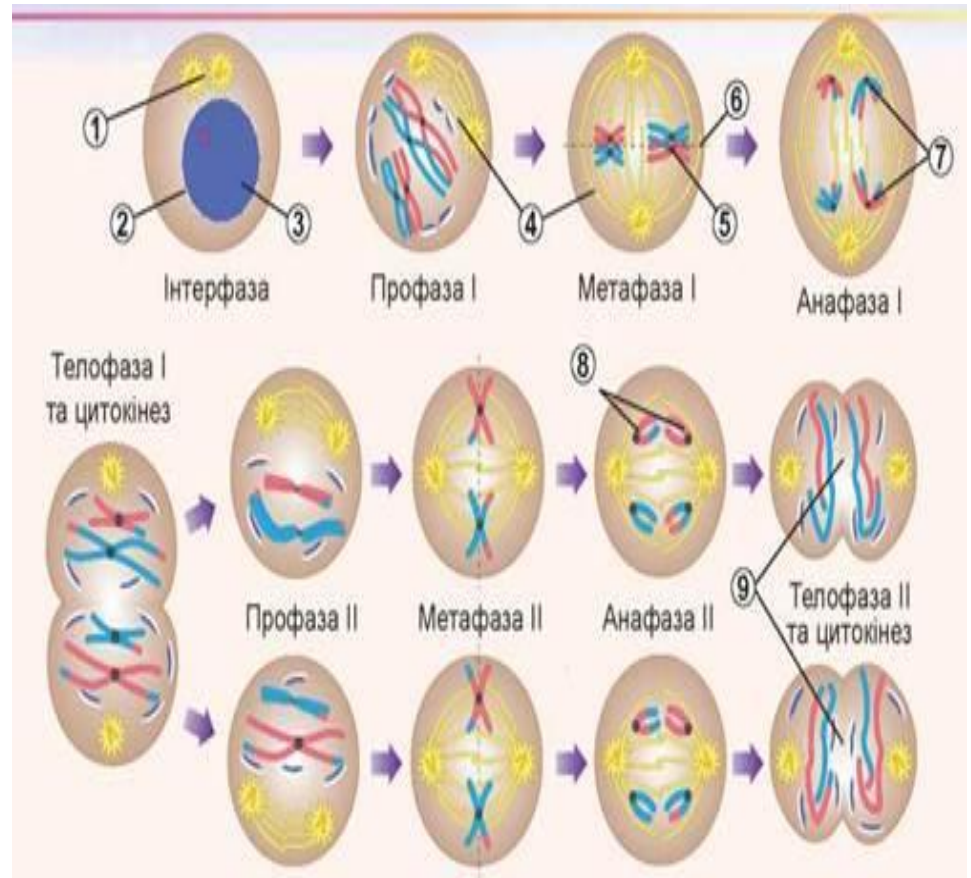
- **G₁/S** — перевірка цілісності ДНК перед її реплікацією.
- **G₂/M** — перевірка завершення реплікації та репарації ДНК перед початком мітозу.
- **Метафазна (Spindle Assembly Checkpoint)** — контроль правильного прикріплення всіх хромосом до ниток веретена поділу.
- За наявності серйозних пошкоджень активується білок **p53**, який може призупинити клітинний цикл або ініціювати **апоптоз**, запобігаючи передачі дефектного генетичного матеріалу дочірнім клітинам.

Біологічне та клінічне значення

Порушення мітозу є однією з головних причин геномної нестабільності. Вони можуть призводити до загибелі клітин, виникнення хромосомних аномалій, формування мозаїцизму, розвитку злоякісних новоутворень і порушення ембріонального розвитку. Вивчення механізмів порушень мітозу має важливе значення для медичної генетики, онкології, ембріології, цитології та клінічної медицини.

Мейоз

- Клітинний поділ, при якому з **1 диплоїдної клітини** ($2n$) утворюються **4 гаплоїдні гамети** (n)
- Складається з **двох поділів** (мейоз I та мейоз II).
- Відбувається при **гаметогенезі на стадії дозрівання**
- Клітини, що утворюються **не є генетично ідентичні**



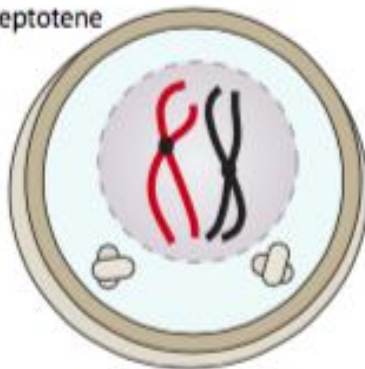
Мейоз I (*редукційний поділ*)

- **Інтерфаза I** (2п4с)
- **Профаза I** (найтриваліша за часом у мейозі) поділяється на 5 стадій:
- **Лептонема** – стадія тонких ниток (неспіралізованих хромосом))
- **Зигонема** – стадія з'єднаних ниток (кон'югація) утворення **бівалента** (пара гомологічних хромосом, що кон'югують (2 хромосоми, 4 хроматиди))
- **Пахінема** – стадія товстих ниток (кросинговер)
- **Диплонема** – стадія подвійних ниток (тетради) хромосоми відштовхуються одна від одної.
- **Діакінез** – спіралізація хромосом, формування веретена поділу, руйнування ядерної оболонки, зникнення ядерця.

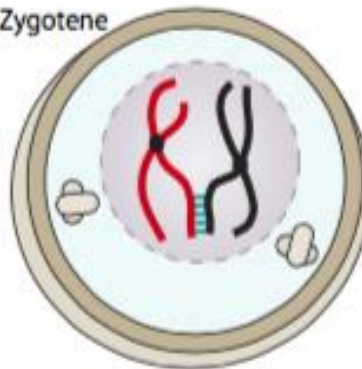
Мейоз I (редукційний поділ)

<https://share.google/YyvQ94zp31qkYRGrK>

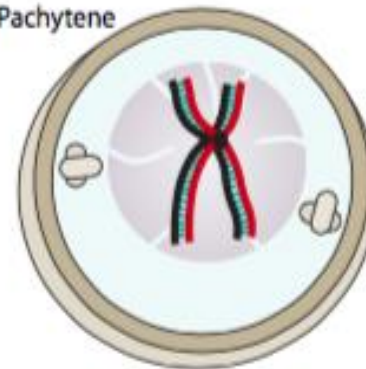
① Leptotene



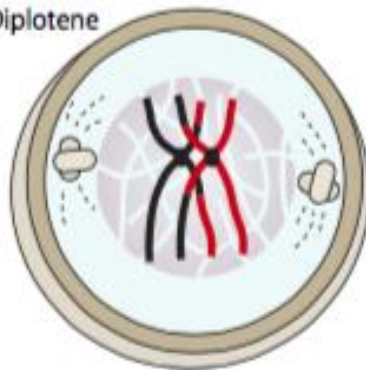
② Zygotene



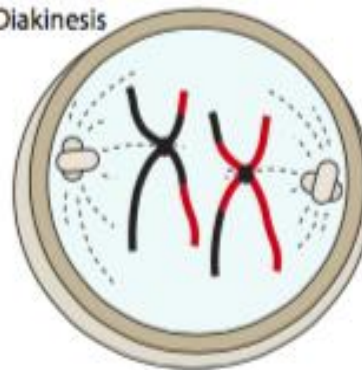
③ Pachytene



④ Diplotene



⑤ Diakinesis



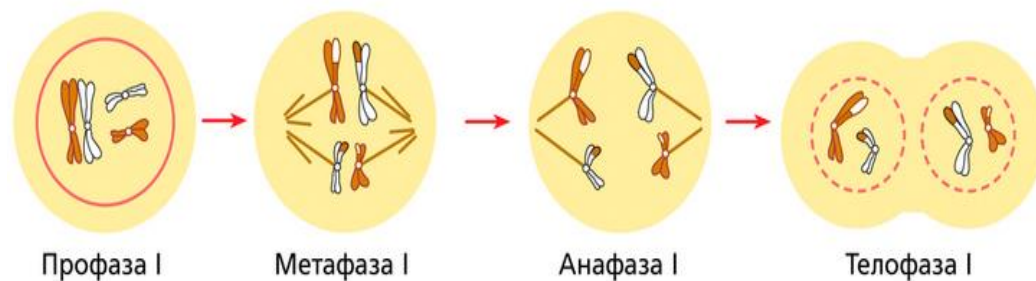
Мейоз I (редукційний поділ)

<https://share.google/9Y7I1znvlvnSJiS4f>

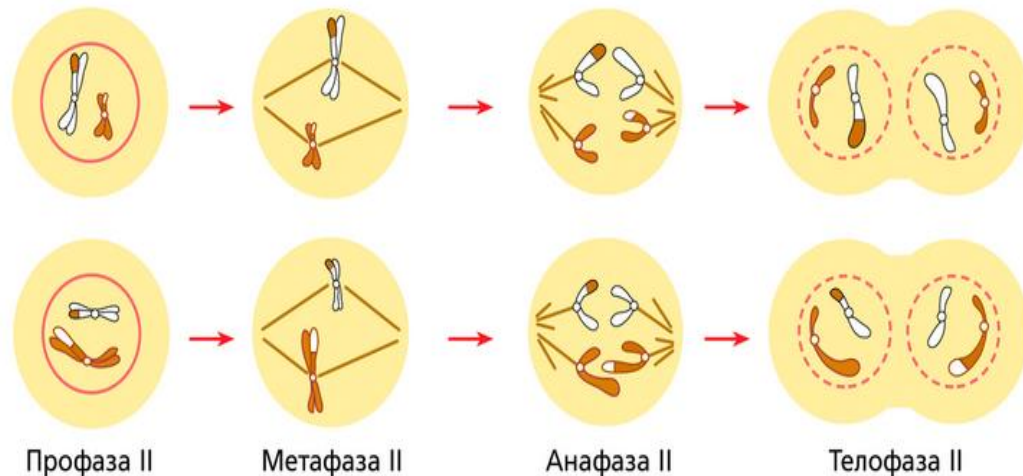
<https://share.google/pSHDGNwODrkvDjLiP>

- **Метафаза I** (23 біваленти утворюють метафазну пластинку)
- **Анафаза I** (до полюсів клітини відходить по 23 двохроматидні хромосоми)
- **Телофаза I** (утворюються дві дочірні клітини, в ядрі кожної - гаплоїдний набір хромосом, але диплоїдний набір ДНК)

Мейоз I



Мейоз II



Мейоз II (екваційний поділ)

<https://share.google/seXurZ2eTQI4hCZOv>

- **Інтерфаза II** (відсутній S період) – хромосоми не подвоюються
- **Профаза II**
- **Метафаза II** (23 хромосоми утворюють метафазну пластинку – вишикуються в екваторіальній площині веретена)
- **Анафаза II** (до полюсів клітини відходить по 23 однохроматидні хромосоми)
- **Телофаза II** (утворюються дві дочірні клітини, в ядрі кожної гаплоїдний набір хромосом та ДНК) - $1n1c$

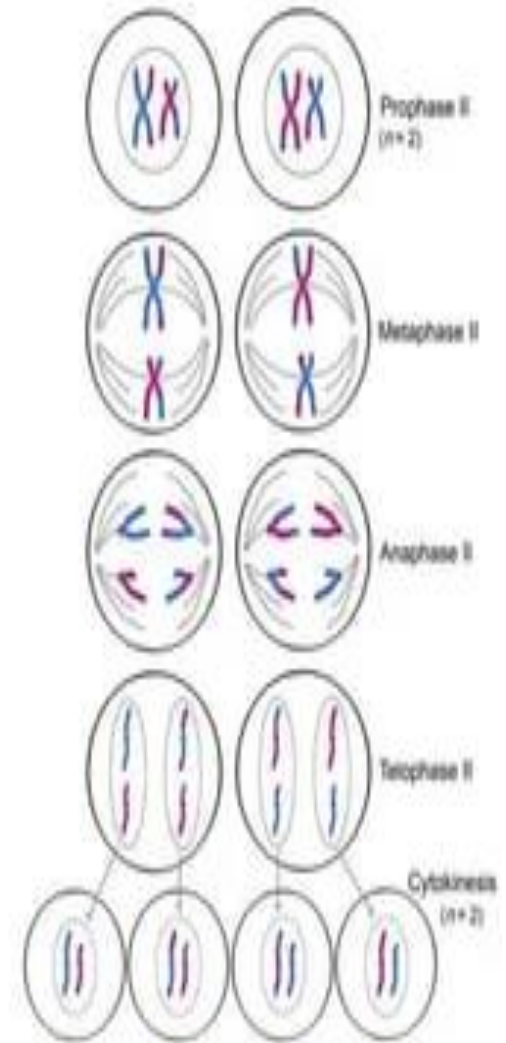
MEIOSIS II

Profase II: Desaparece la envoltura nuclear y se forman los husos.

Metafase II: los cromosomas se alinean en el plano ecuatorial y los husos se conectan a los cinetocoros.

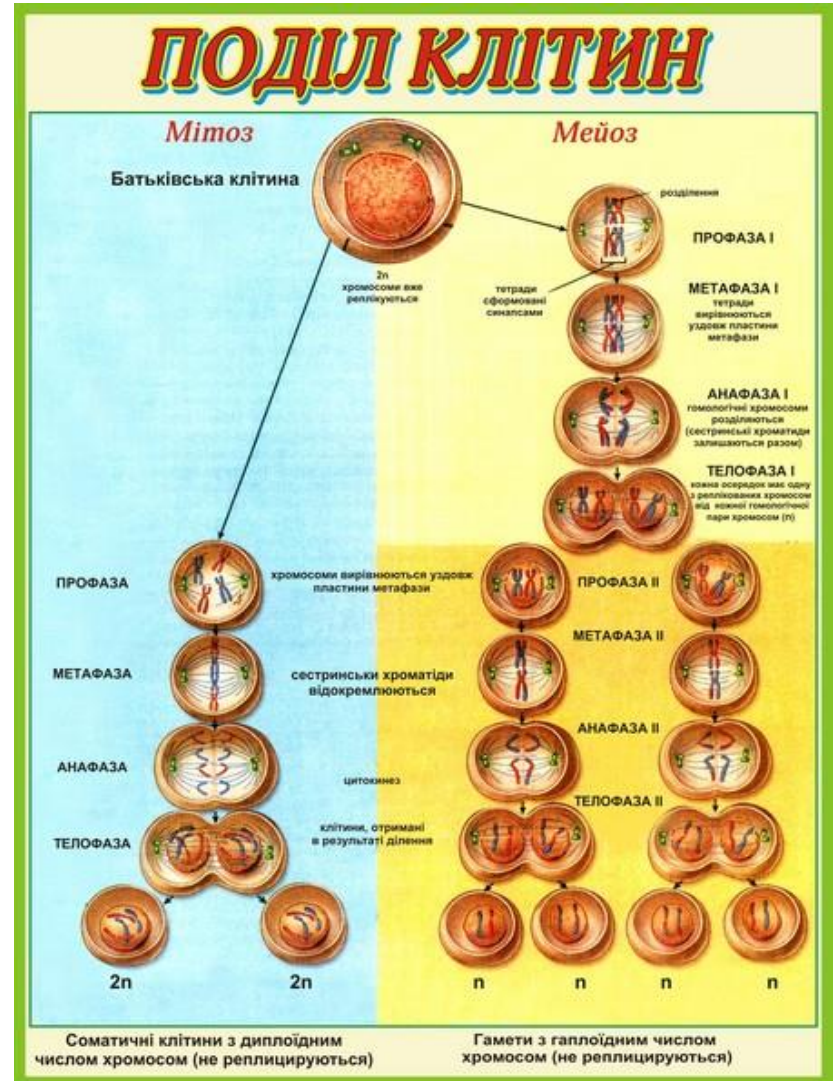
Anafase II: los husos ejercen tracción lo que provoca que las cromátidas de cada cromosoma se separen.

Telofase II: se reparte el citoplasma y se forma la envoltura nuclear cada una con un numero cromosómico haploide.



Біологічне значення мейозу

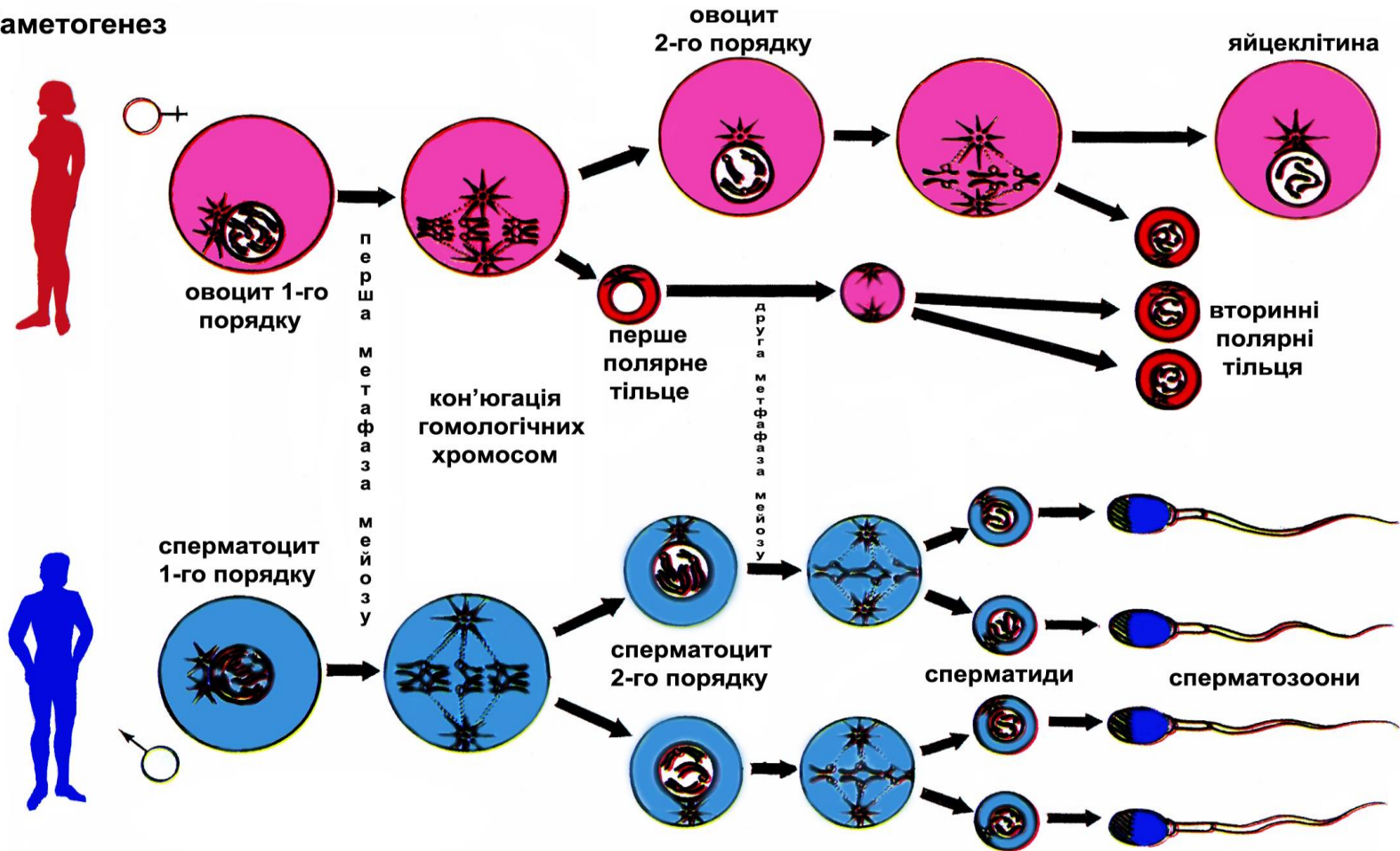
- Підтримує з покоління в покоління постійну кількість хромосом в кожного виду
- Забезпечує генетичну різноманітність гамет та комбінативну мінливість унаслідок механізмів:
 - кроссинговеру;
 - незалежного поєднання внаслідок розходження негомологічних хромосом в анафазі I, що зумовлює різні комбінації батьківських і материнських хромосом у гаметах.



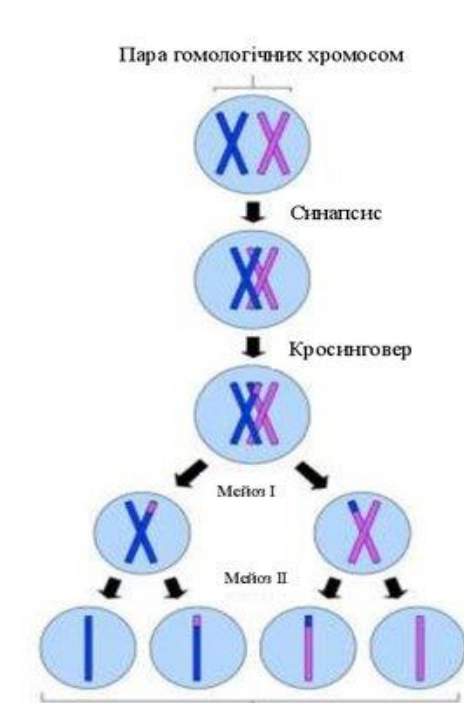
Мейоз <https://share.google/VQvnR9uNpRCq7gH4E>

Утворення сперматозоонів і яйцеклітини у людини

Гаметогенез

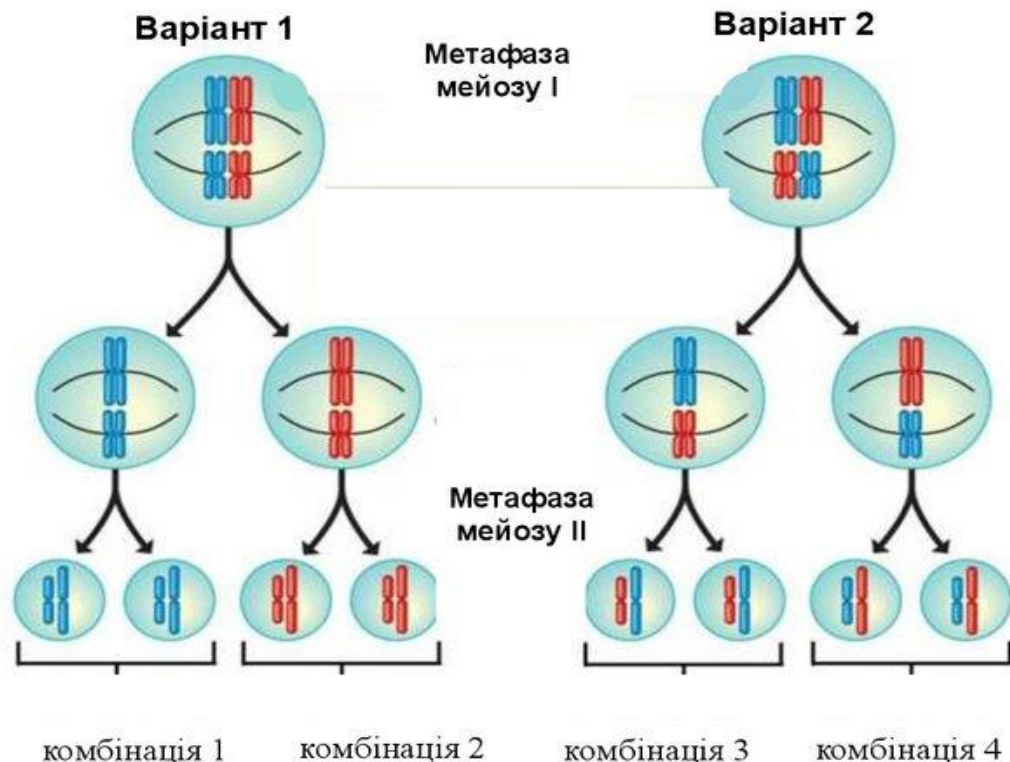


МЕХАНІЗМИ ГЕНЕТИЧНОЇ РЕКОМБІНАЦІЇ ПРИ МЕЙОЗІ



Чотири генетично різні гаплоїдні дочірні клітини
(дві середні – рекомбінантні)

**Кросингвер
відбувається в профазі I**



**Розходження гомологічних хромосом
(формування випадкових комбінацій
материнських і батьківських хромосом)
відбувається в анафазі I**

<https://share.google/W1nWE0r8nUfoE7MTq>

Висновок лекції

Евкаріотична клітина є основною структурно-функціональною одиницею живих організмів, у якій усі компоненти працюють як єдина інтегрована система.

Особливості хімічного складу клітини визначають перебіг біохімічних процесів, а взаємодія цитоплазми, цитоскелета, органел і ядра забезпечує підтримання гомеостазу, синтез білків, енергетичний обмін, ріст, диференціювання та розмноження клітин.

Ядро є центральним інформаційним апаратом клітини, що забезпечує збереження, передачу та реалізацію спадкової інформації.

Розуміння структурно-функціональної організації клітини є фундаментом для вивчення молекулярної біології, генетики, гістології, ембріології, патологічної фізіології, онкології та інших клінічних дисциплін, оскільки більшість патологічних процесів починається зі змін на клітинному та молекулярному рівнях.

Контрольні запитання

Охарактеризуйте структурно-функціональну організацію еукаріотичної клітини та поясніть взаємозв'язок між її основними компонентами.

Які макро- та мікроелементи входять до складу клітини?
Наведіть приклади їх біологічної ролі та значення для функціонування організму людини.

Порівняйте будову та функції мембранних і немембранних органел цитоплазми. **Яке їх значення** для забезпечення життєдіяльності клітини?

Опишіть будову інтерфазного ядра, функції хроматину та ядерця, а також роль ядра у збереженні й реалізації генетичної інформації.

Охарактеризуйте мітоз як основний спосіб розмноження соматичних клітин. **Назвіть** його фази та поясніть біологічне значення мітотичного поділу для організму людини.

Бажаємо успіхів у навчанні!

вул.Молочна 38, Харків
+38 (050) 200-18-15
+38 (067) 200-18-15
khimu.edu.ua

