

Спадковий апарат еукаріотичних клітин.
Принципи самовідтворення на рівні клітини

Всі клітини тварин (за невеликим винятком - еритроцити) і рослин мають ядро.

Ядро (nucleus, karyon) – обов'язкова частина клітин багатьох одноклітинних і всіх багатоклітинних організмів. Саме за наявності чи відсутності оформленого ядра з оболонкою всі клітинні організми поділяють на 2 основних надцарства. Procaryota та Eucaryota

Всі функції ядра можна поділити на 2 основні групи:

I. Збереження генетичної інформації в ряду поколінь клітин і організмів.

II. Реалізація генетичної інформації (в ряду ДНК→РНК→білок), створення апарату білкового синтезу.

Можна виділити також третю групу функцій ядра – забезпечення рекомбінації генетичного матеріалу (при кросинговері під час мейозу), що є основою комбінативної мінливості.

Основні компоненти ядра:

ядерна оболонка (каріолема);

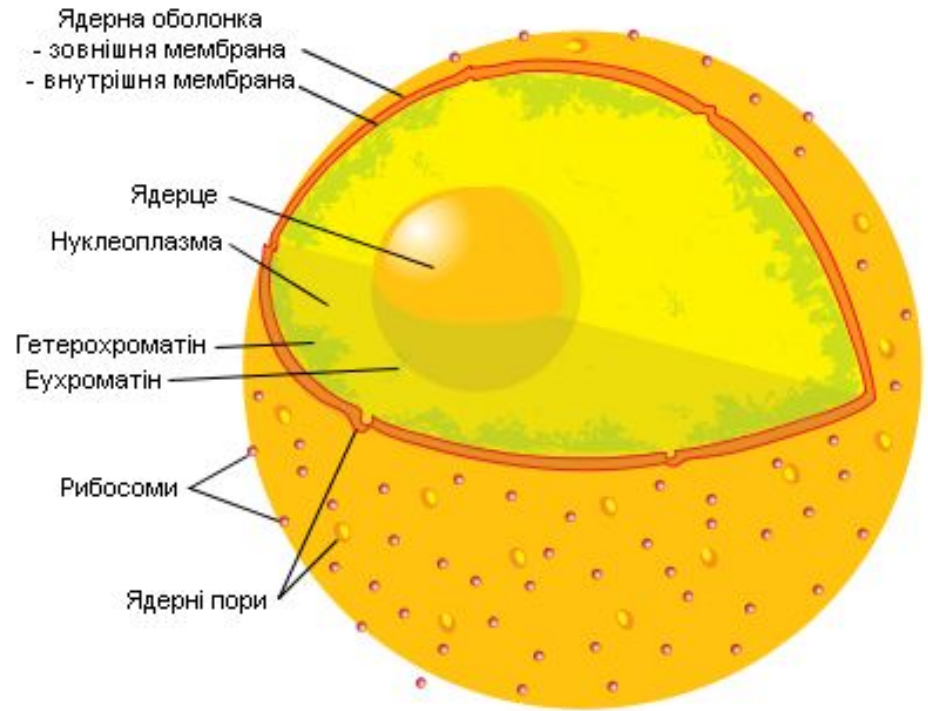
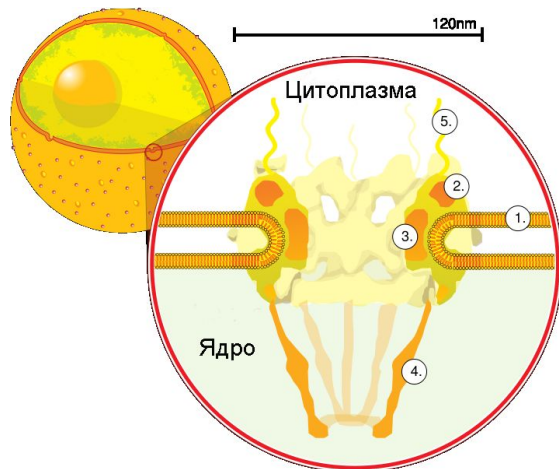
ядерні пори;

ядерний сік (каріоплазма/нуклеоплазма);

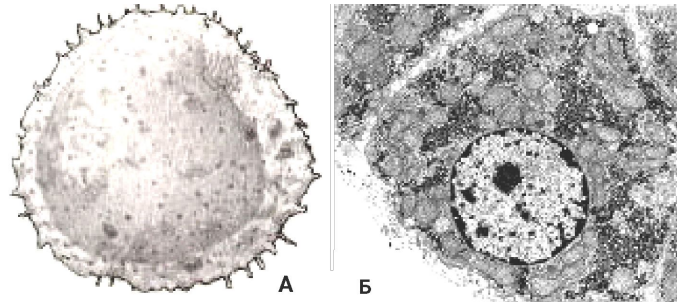
хроматин (хромосоми);

ядерце.

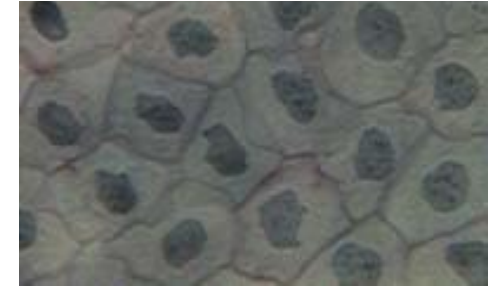
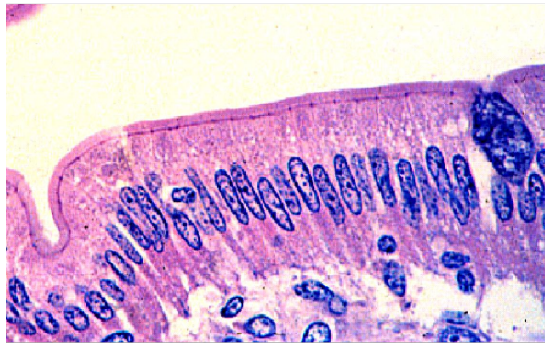
ядерні пори –



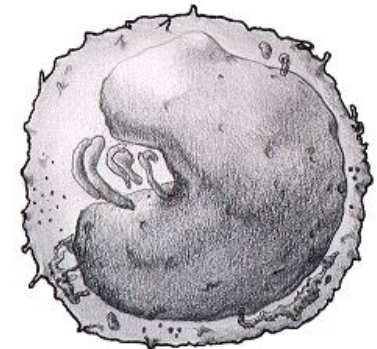
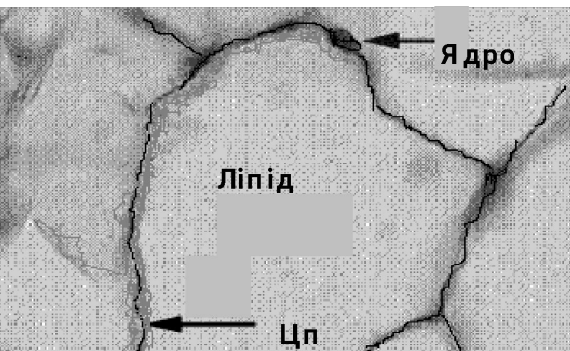
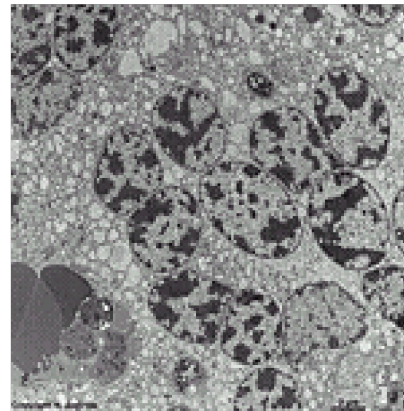
Кількість, форма та розташування ядра



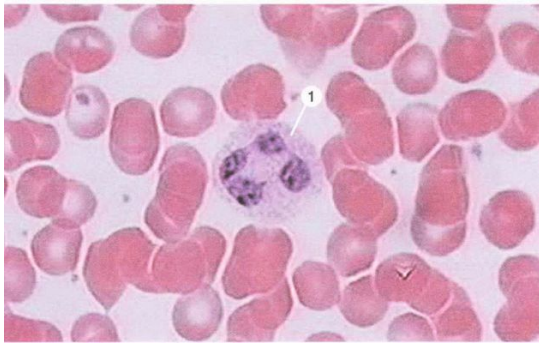
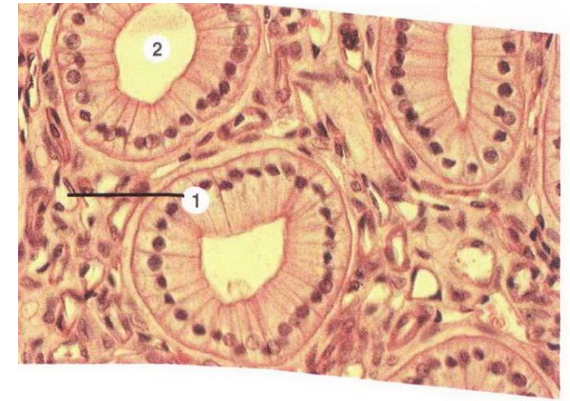
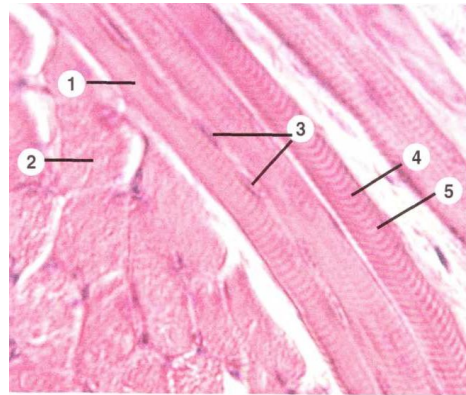
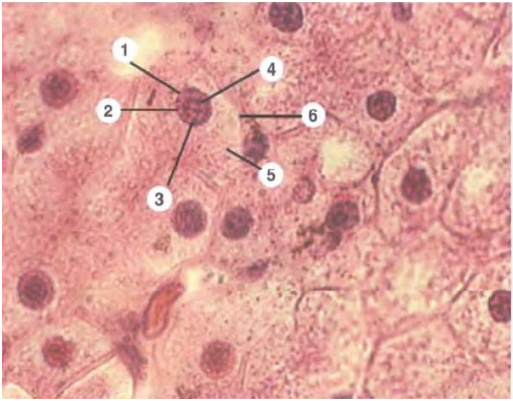
Сферичне ядро лімфоцита (А) (схематичне зображення) і гепатоцита мавпи (Б) (електронна мікрофотографія)



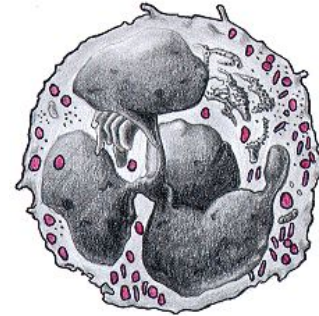
Дископодібні ядра у клітинах шкіри жаби



Моноцит – найбільший з лейкоцитів (схематичне зображення)



Лейкоцит -
сегментоядерний
нейтрофіл



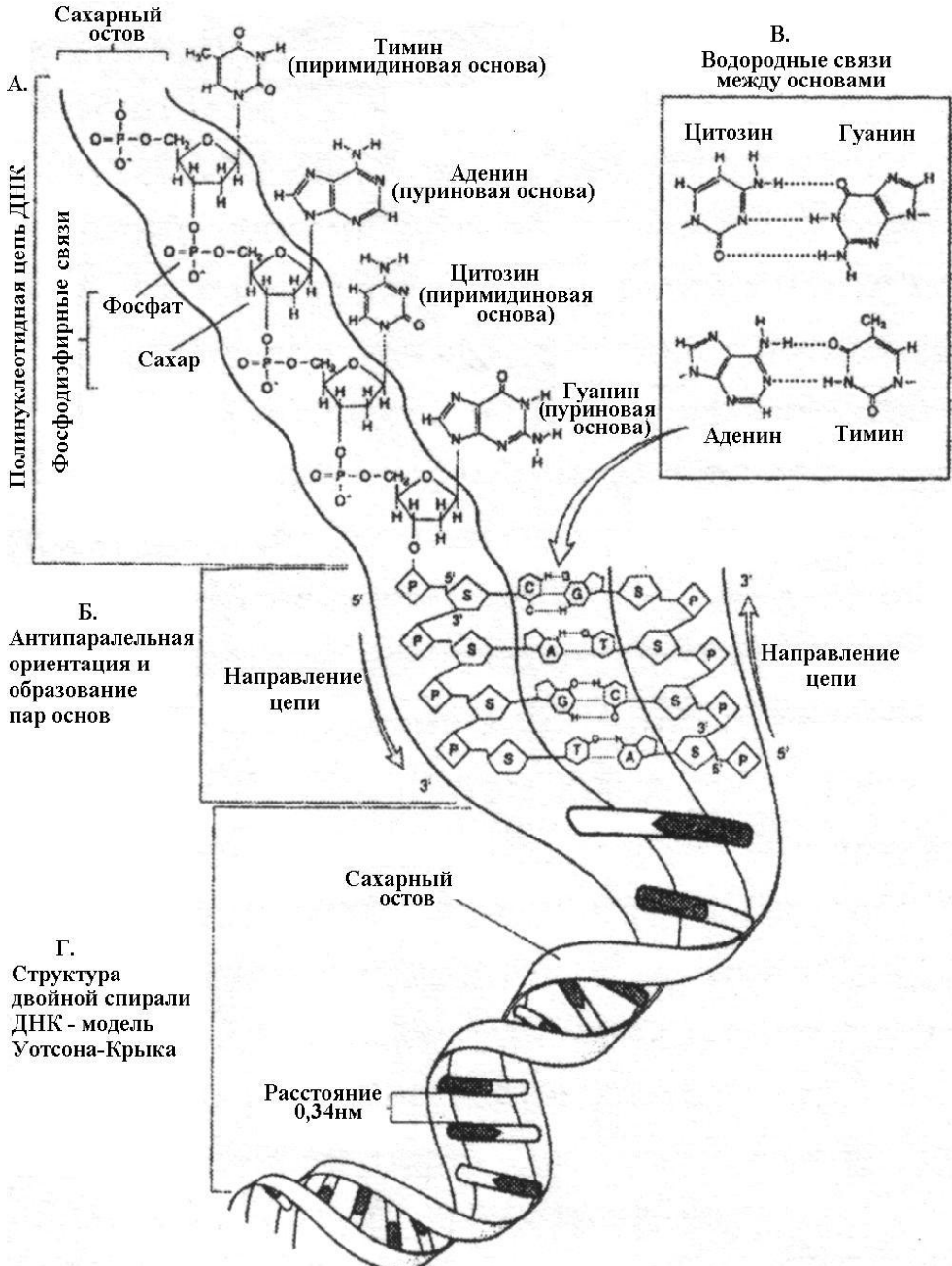
Розміри ядра. Розміри ядер коливаються від 1 мкм (у деяких найпростіших) до 1 мм (в яйцеклітинах деяких риб і амфібій). Середній діаметр ядра – від 5 до 10 мкм. Об'єм ядра становить у середньому 5–10 % від усього клітинного об'єму, із значними коливаннями залежно від типу клітини.

Молекулярна організація спадкового апарату.

Всі молекули ДНК (як про-, так і еукаріотичних клітин) побудовані з 4-х типів нуклеотидів.

Кожний нуклеотид ДНК складається з: азотистої основи, цукру –дезоксирибози і залишку фосфорної кислоти.

В ДНК є азотисті основи 2-х типів: пурини – аденін (А) і гуанін (Г); піримідини – цитозин (Ц) і тимін (Т). Нуклеотиди зв'язані у довгі *полінуклеотидні ланцюги* (А) ковалентними фосфодієфірними зв'язками, які з'єднують 5-й атом вуглецю (позначається 5') однієї дезоксирибози з 3-м (3') вуглецевим атомом наступної дезоксирибози (рис.Б).



Геном - загальна кількість ДНК у кожній клітині містить усю генетичну інформацію організму.

Екзонно-інтронна організація генів. В еукаріотів не встановлено чіткої оперонної організації генів. Гени, що визначають синтез ферментів одного ланцюга біохімічних реакцій, можуть бути розсіяні в геномі і не мають, як у прокаріотів, єдиної регулюючої системи. Нуклеотидні послідовності в складі самих структурних генів поділяють на два типи – інтрони й екзони.

Інтрони (від англ. intron (intervening sequence) – проміжна послідовність)

Екзони (англ. ex-[pressi]-on – вираженість) –.

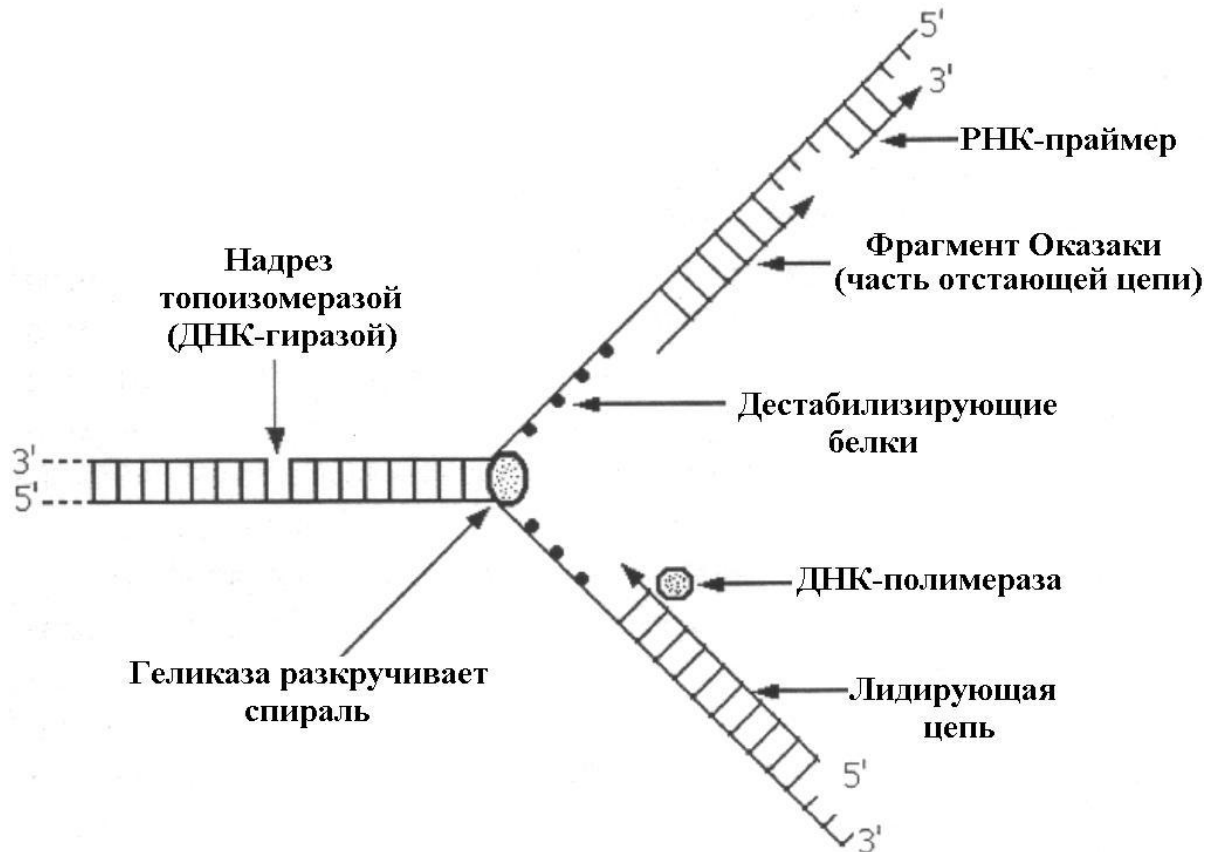
РНК

Основна функція молекул РНК в клітинах людини – участь в процесах переносу інформації від ДНК до білка.

В клітинах людини є 5 класів молекул РНК:

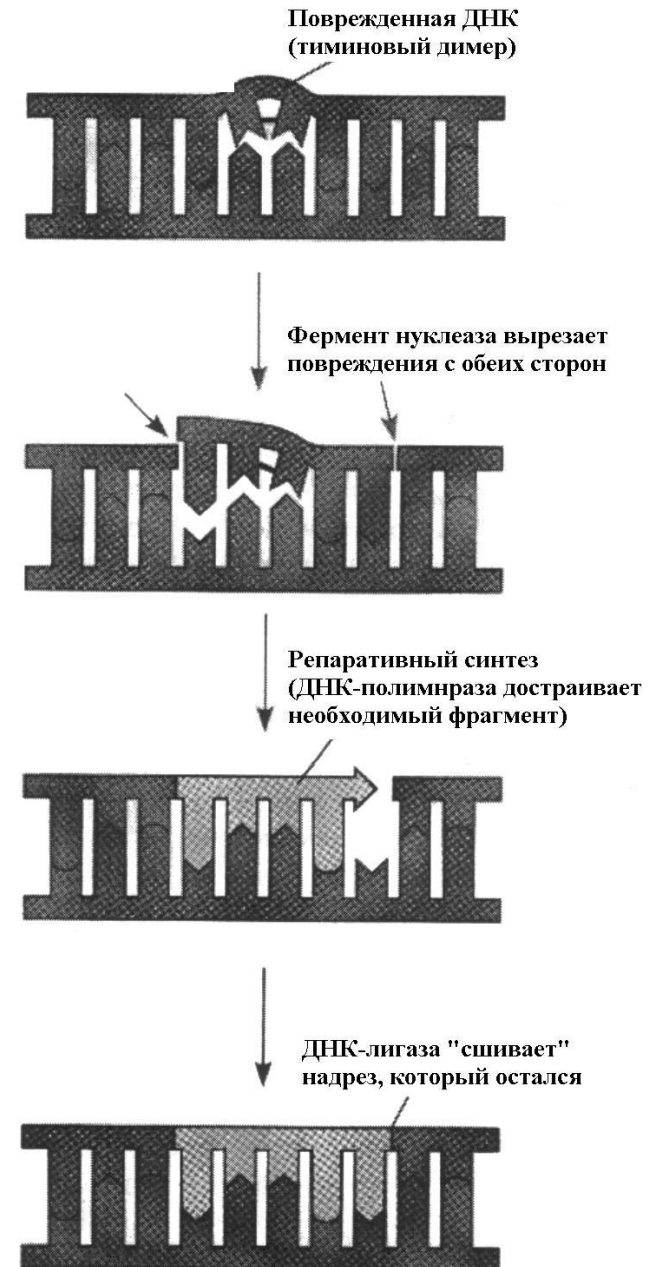
- Гетерогенна ядерна РНК (гяРНК);
- Матрична, або інформаційна (мРНК, іРНК);
- Транспортна РНК (тРНК)
- Рибосомальна РНК (рРНК)

Реплікація ДНК. Клітина передає генетичний матеріал своїм нащадкам, реплікуючи (подвоюючи) весь свій геном перед поділом (під час S-періоду інтерфази).



- **Репарація ДНК.**

1. Фермент екзонуклеаза, зв'язаний з ДНК-полімеразою, контролює правильність з'єднання нуклеотидів під час реплікації і видаляє помилку, на місце якої ДНК-полімераза одразу приєднує "правильний" нуклеотид. Ця система знижує кількість помилок приблизно в 10 разів;
2. Система постреплікативної репарації – комплекс білків, який контролює правильність реплікації вже після проходження ДНК-полімерази. З порушеннями в функціонуванні білків саме цієї системи пов'язані такі тяжкі захворювання людини, як: хвороба Гентінгтона; спадковий неполіпозний рак прямої кишки; спиноцеребральна атаксія; синдром ламкості X-хромосоми; міотонічна дистрофія; атаксія Фрідріха і ряд інших захворювань.
3. Система фоторепарації. Під дією УФ-променів в ДНК клітин дуже часто утворюються ковалентні зв'язки між двома сусідніми тимінами з утворенням – *тимінових димерів*, які призводять потім до зупинки нормальних ферментативних процесів на ДНК і загибелі клітини або її ракового переродження. Цей дефект ДНК виправляється ферментом, який реактивується блакитними променями світла;
4. Ексцизійна репарація (excision – вирізання) – механізм видалення як тимінових димерів, так і інших пошкоджень в одному з ланцюгів ДНК. Відбувається за схемою, представленою на рис.



Транскрипція (лат. transcriptio – переписування) – це етап передачі генетичної інформації в форму всіх класів РНК. На відміну від реплікації, це процес синтезу РНК на окремих (а не на всій молекулі) ділянках ДНК.

Процес транскрипції іде у декілька етапів:

ініціація –

елонгація –

процесінг –

Первинний транскрипт у еукаріотів містить інформаційні ділянки (**екзони**) та неінформаційні (**інтрони**). Тому процесінг у еукаріотів є складним, він проходить у декілька етапів:

сплайсинг –

модифікація 5'-кінця мРНК –

модифікація 3'-кінця мРНК –

Трансляція (лат. translatio – передача) – другий етап реалізації генетичної інформації, переклад з нуклеотидного коду у певну послідовність амінокислот в білку. „Правило” такого перекладу називається **генетичним кодом** (рис.): послідовність нуклеотидів молекул мРНК у вигляді триплетів-кодонів визначає включення однієї амінокислоти в поліпептид, який синтезується.

Біосинтез білку – складний процес, який регулюється великою кількістю ферментів та потребує енергії та участі іонів-активаторів. Він складається з наступних етапів:

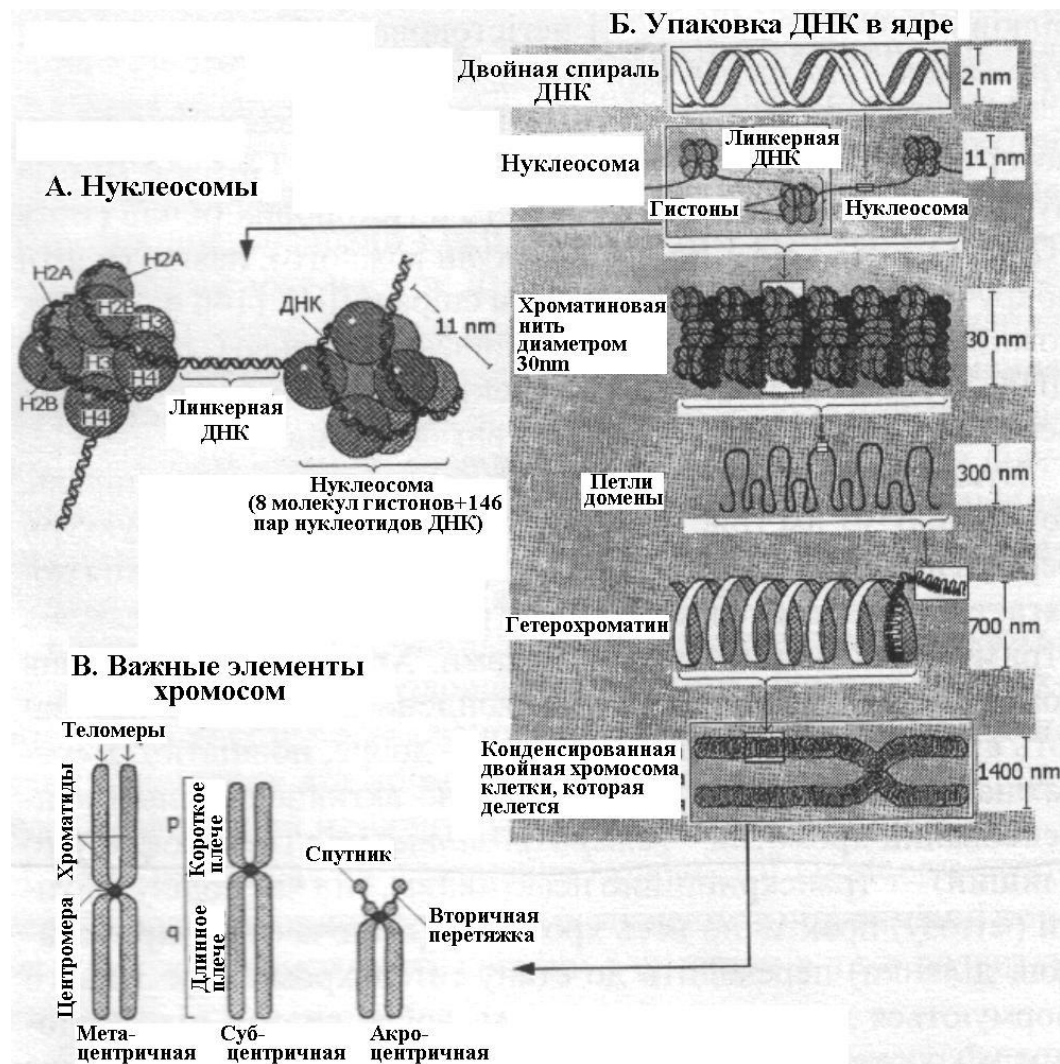
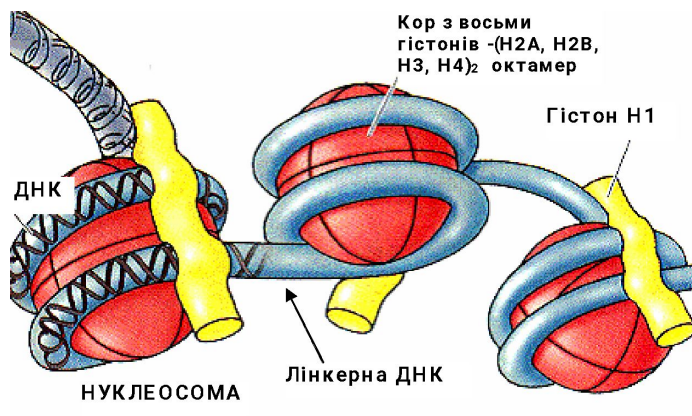
- **вихід зрілої мРНК з ядра у цитоплазму,**
- **активація амінокислот.**
- **утворення ініціюючого комплексу за участю мРНК і рибосоми та ініціація поліпептидного ланцюга.**
- **елонгація –**
- **термінація – закінчення синтезу поліпептидного ланцюгу у вигляді первинної структури, коли на мРНК зустрічається один з трьох стоп-кодонів UAA, UAG, UGA.**
- **процесінг –**

Морфо-функціональна організація хромосом.

хроматин – комплекс ДНК (30-45%) з гістонами (30-50%)

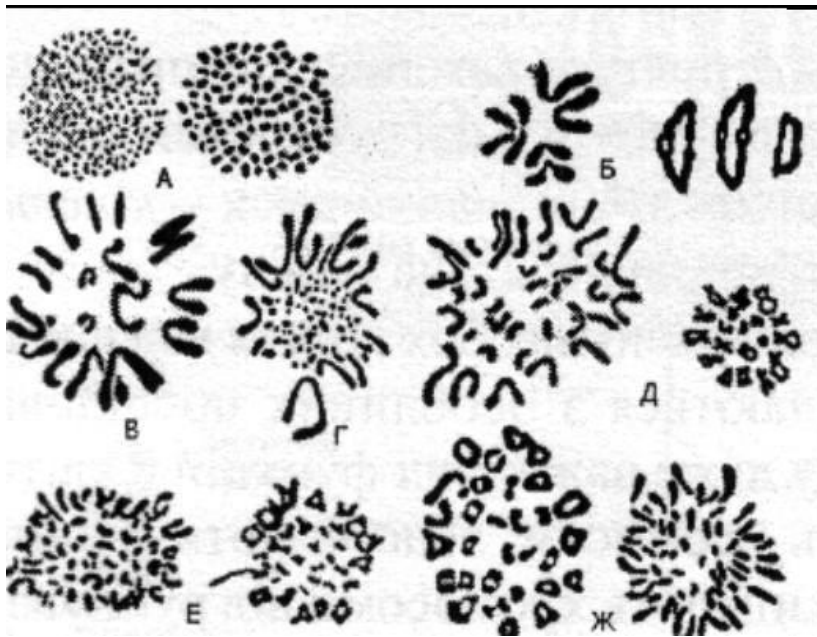
Під час поділу клітини (мітозу) практично весь хроматин (включаючи еухроматинові ділянки) переходить до стану гетерохроматину. З нього формуються **хроматиди** хромосом

нуклеосома – комплекс ДНК з гістонами
гетерохроматин –
 транскрипційно неактивний

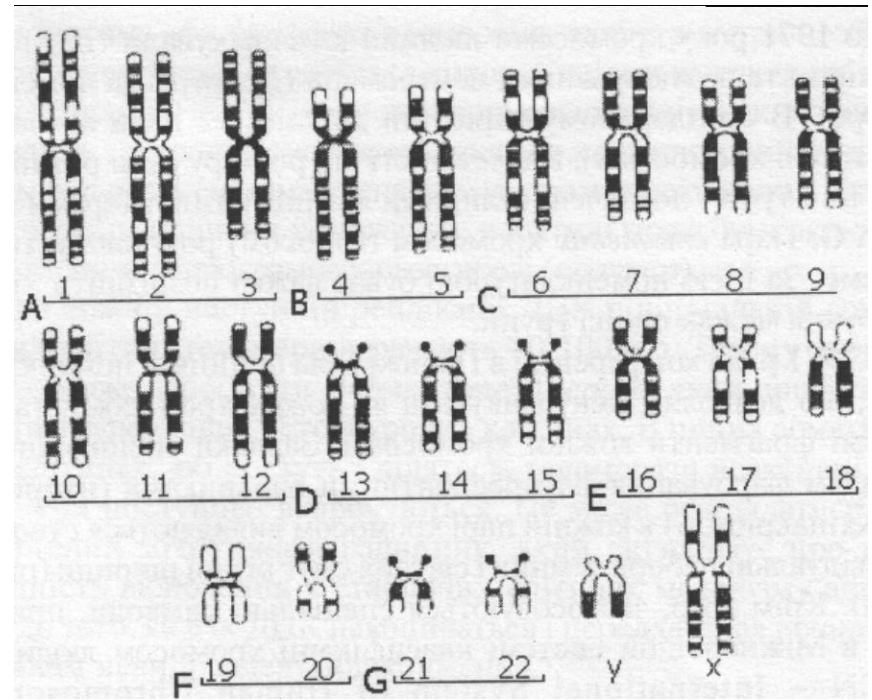




політенні хромосоми -після кількох циклів реплікації гомологічні хромосоми не відокремлюються одна від одної, а формують єдині гігантські хромосомні комплекси



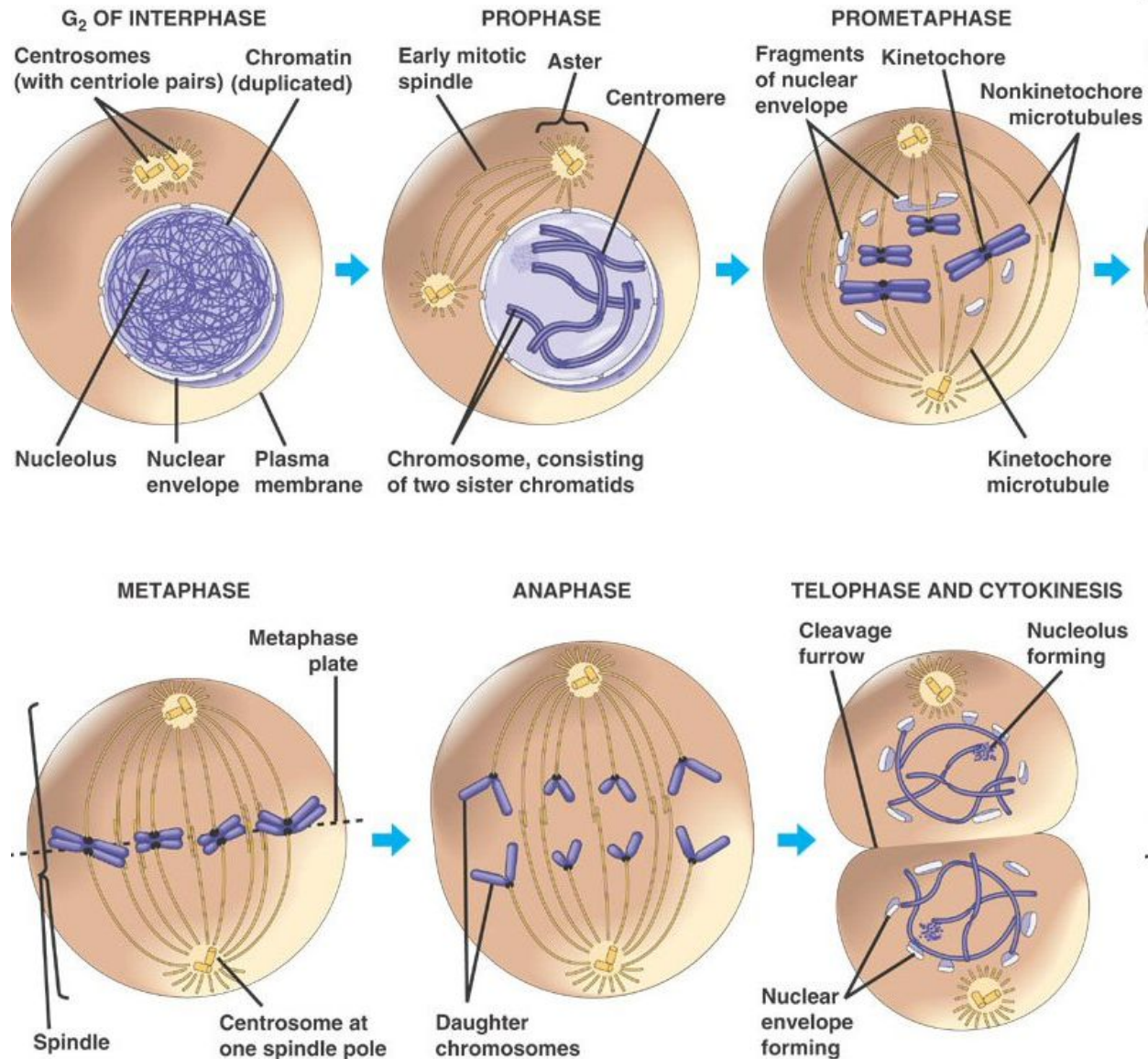
Приклади каріотипів різних видів тварин
 А – річковий рак; Б – комар; В – щука;
 Г – курка; Д – кішка; Е – кінь; Ж – бик.



Ідіограма хромосом людини,
 побудована і пронумерована згідно
 Паризької класифікації. А - G – групи
 хромосом за Денверською
 номенклатурою

Клітинний цикл

Клітинний цикл – це закономірна послідовність процесів, які дають змогу клітині виконати свої біологічні функції та провести поділ клітини.



Клітинний цикл

Будь який живий організм має певний життєвий цикл. Для клітини – це клітинний цикл.

Клітинний цикл – це закономірна послідовність процесів, які дають змогу клітині виконати свої біологічні функції та провести поділ клітини.

Клітинний цикл клітини складається з

1. Репродукція

А) *мітоз*,

Б) *ендорепродукція* (утворення поліплоїдної клітини або політенних хромосом),

В) *амітоз*,

Г) *мейоз*.

2. Ріст

А) збільшення обсягу ядра у G1 стадії інтерфази

Б) збільшення обсягу цитоплазми у G1 стадії інтерфази

3. Диференціювання

А) встановлення ядерно-цитоплазматичного співвідношення,

Б) формування органел спеціального призначення,

В) зміни структури ядра (пікноз, лізіс),

Г) молекулярно-генетичне диференціювання.

4. Старіння та смерть

А) дегенерація.

Клітинний цикл (або цикл розвитку чи життєвий цикл) становить період існування клітини від моменту утворення клітини (в результаті поділу материнської клітини) до її власного поділу або смерті.

Він включає в себе мітоз (**М-фаза**) та **інтерфазу**. В інтерфазі послідовно розрізняють фази G1, S, G2. У випадку, коли клітина взагалі не вступає у поділ (наприклад, еритроцити, м'язові та нервові клітини у зрілому стані), фазу G1 називають G₀-фазою.

Мітотичний цикл - це сукупність процесів, які відбуваються при підготовці клітини до мітозу.

Клітини різних тканин поділяються з різною швидкістю.

У вищих хребетних та людини **поділ клітин регулюється** за принципом зворотних зв'язків багатьма зовнішніми факторами, в тому числі наявністю вільного простору, секрецією оточуючими клітинами стимулюючих або інгібуючих факторів.

Мітоз –

це процес поділу ядра клітини, внаслідок якого з материнської клітини утворюються дві генетично подібні до материнської дочірні клітини,

виник внаслідок еволюційного розвитку,

його необхідність зумовлена зростанням кількості ДНК і збільшенням чисельності хромосом,

в ході мітозу поділяється ядро (**каріокінез**) та цитоплазма (**цитокінез**).

Ендомітоз

- полягає в редуплікації хромосом без руйнування ядерної оболонки та розподілу тіла клітини,
- в середині ядра можуть спостерігатися процеси компактизації хромосом, розділ на складові їх хроматид та наступну деконденсацію,
- в результаті ендомітоза подвоюється кількість хромосом та виникають поліплоїдні клітини,
- може повторюватись, і таким чином можуть утворюватися гігантські клітини,
- у ссавців описаний в клітинах печінки, нирок, в нервовій клітині тощо.

Амітоз.

- є поділом клітини без утворення мітотичного апарату і без конденсації хромосом,
- в результаті утворюються або рівні, або нерівні за розмірами клітини з однаковою, або неоднаковою кількістю генетичного матеріалу,
- нормальне явище для ряду клітин, яке пов'язане з їх диференціюванням,
- в інших випадках - настає при патологічних станах, після опромінювання та інших впливів, які порушують мітотичний апарат, при зміні умов існування, наприклад, в культурі тканин,
- в деяких випадках до амітоза відбувається реплікація ДНК.

Політенія

- реплікація хромосом, як правило чисельна, без збільшення їх числа, гомологічні хромосоми залишаються нерозділеними,
- так утворюються **політенні хромосоми**,
- політенія зустрічається у двокрилих комах, інфузорій, деяких рослин.