

Лекція 2

Тема: Спадковий апарат еукаріотичних клітин та його функціонування на молекулярному рівні

План

1. Організація потоку біологічної інформації у клітині.
2. Нуклеїнові кислоти – ДНК і РНК. Реплікація ДНК.
3. Генетичний код, його основні властивості.
4. Будова гена. Поняття про геном.

Організація потоку біологічної інформації у клітині.

Ядро клітини є архіважливою складовою клітини, бо здійснює регуляцію всіма її життєвими процесами, а також виконує функцію збереження і передачі генетичної інформації. Ці функції забезпечуються ДНК, яка міститься в ядрі.

Встановлення структури ДНК відкрило нову епоху в біології, розкрило механізм точного відтворення собі подібних та кодування інформації, яка необхідна для регуляції її життєдіяльності.

Дж. Уотсон і Ф. Крік показали, що ДНК побудована із двох ланцюгів полінуклеотидів, які закручені в спіраль. Мономером ланцюга є нуклеотид. Послідовність амінокислот у поліпептидному ланцюзі визначає послідовність нуклеотидів. Одна амінокислота кодується триплетом нуклеотидів (генетичний код) (рис. 11).

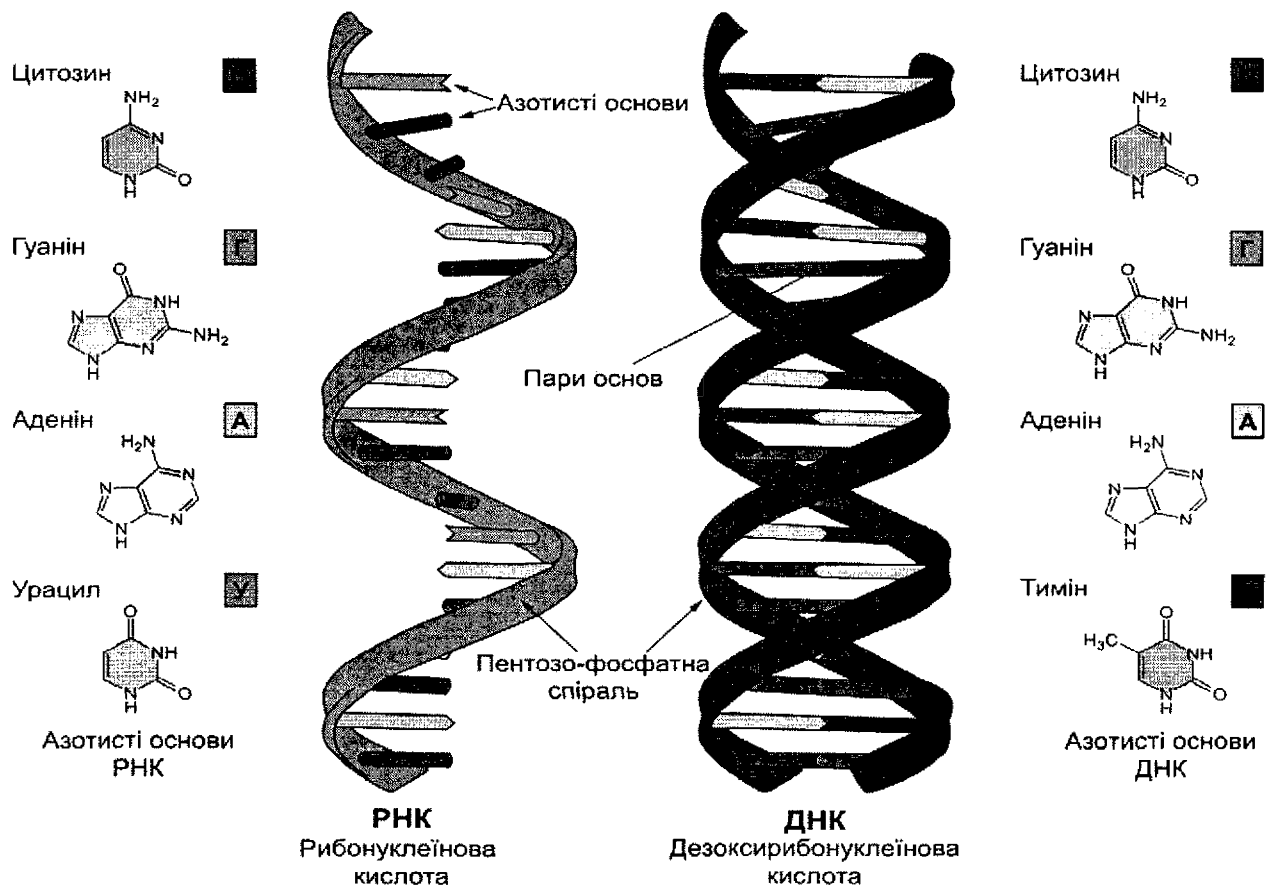


Рис. 11. Будова ДНК і РНК

Як здійснюється потік інформації в клітині?

Вона здійснюється поетапно:

I крок: **транскрипція (переписування) генетичної інформації з ДНК на РНК**. Спадкова інформація ДНК записана в лінійній послідовності нуклеотидів. **Передача (реплікація (копіювання, подвоєння))** інформації розпочинається поділом двох комплементарних ланцюгів ДНК, на кожному з яких утворюється нова молекула ДНК (рис. 12).

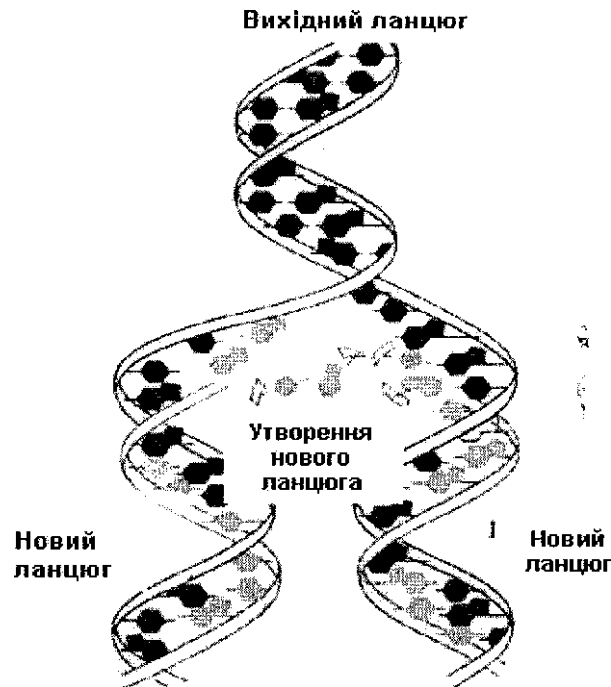


Рис. 12. Реплікація ДНК

Під час транскрипції розгорнутого ланцюга з певних ділянок ДНК утворюється РНК. Щойно після синтезу РНК подвійна спіраль ДНК відновлюється.

II крок: **трансляція (перенесення, передавання) мРНК**. Молекула мРНК покидає ядро, виходить у цитоплазму і скеровує синтез певного білка на рибосомах.

Отже, спадкова інформація зберігається в молекулі ДНК.

Проте ДНК не бере участі в життєдіяльності клітини. Роль посередників у передачі спадкової інформації від ДНК у цитоплазму відіграють РНК.

Отже, ДНК → РНК → синтез білка.

Розрізняють три типи РНК:

Інформаційна (є матрицею для синтезу білка) або **матрична РНК** (іРНК або мРНК), як ми вже зазначали, її молекули утворюються на певних ділянках ДНК і мають назву **структурних генів**. Вони (іРНК) несуть закодовану інформацію про первинну структуру білка в цитоплазму, де прикріплюються до рибосом і реалізують цю інформацію (рис. 13).

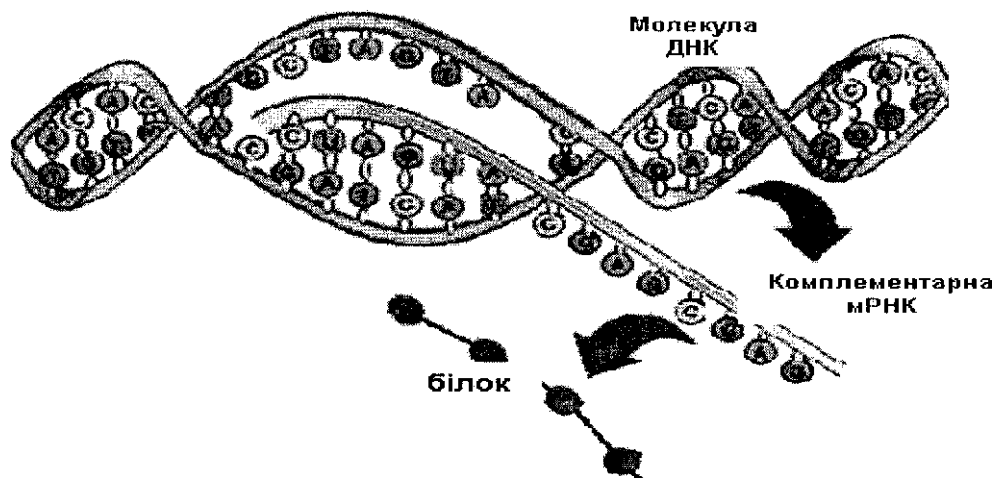


Рис. 13. Матрична РНК

Інформаційна РНК містить інформацію про порядок розташування амінокислот у синтезованому білку. Розташування амінокислот кодується чіткою послідовністю нуклеотидів у молекулі іРНК (генетичний код). Кожній амінокислоті відповідає свій **триплет нуклеотидів (кодон)**. Молекули іРНК складаються із 300-3000 нуклеотидів і несе інформацію про синтез **тільки однієї молекули білка**.

Транспортна РНК (тРНК), молекули якої утворюються на спеціальних генах. тРНК переносить до місця синтезу білка тільки відповідні їм амінокислоти з цитоплазми. Кожній амінокислоті відповідає своя тРНК.

Рибосомальна РНК (рРНК) – вона утворюється на спеціальних генах ДНК в ядерці. Рибосомальна РНК утворює структурний каркас рибосом, її належить важлива роль у процесі синтезу білка. Рибосомальна РНК забезпечує зв'язування іРНК з рибосомами за допомогою певних послідовностей нуклеотидів. Таким чином встановлюється початок і рамка зчитування інформації з іРНК (рис. 14).

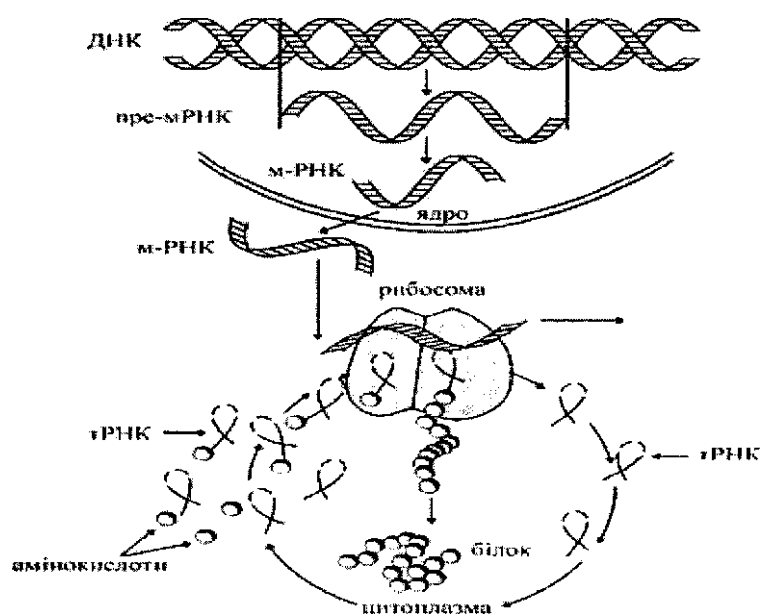


Рис. 14. Різні види РНК

Отже, генетична інформація записана в лінійній послідовності нуклеотидів ДНК. За участі РНК ця інформація надходить до рибосом, на яких відбувається синтез білка (рис. 15).

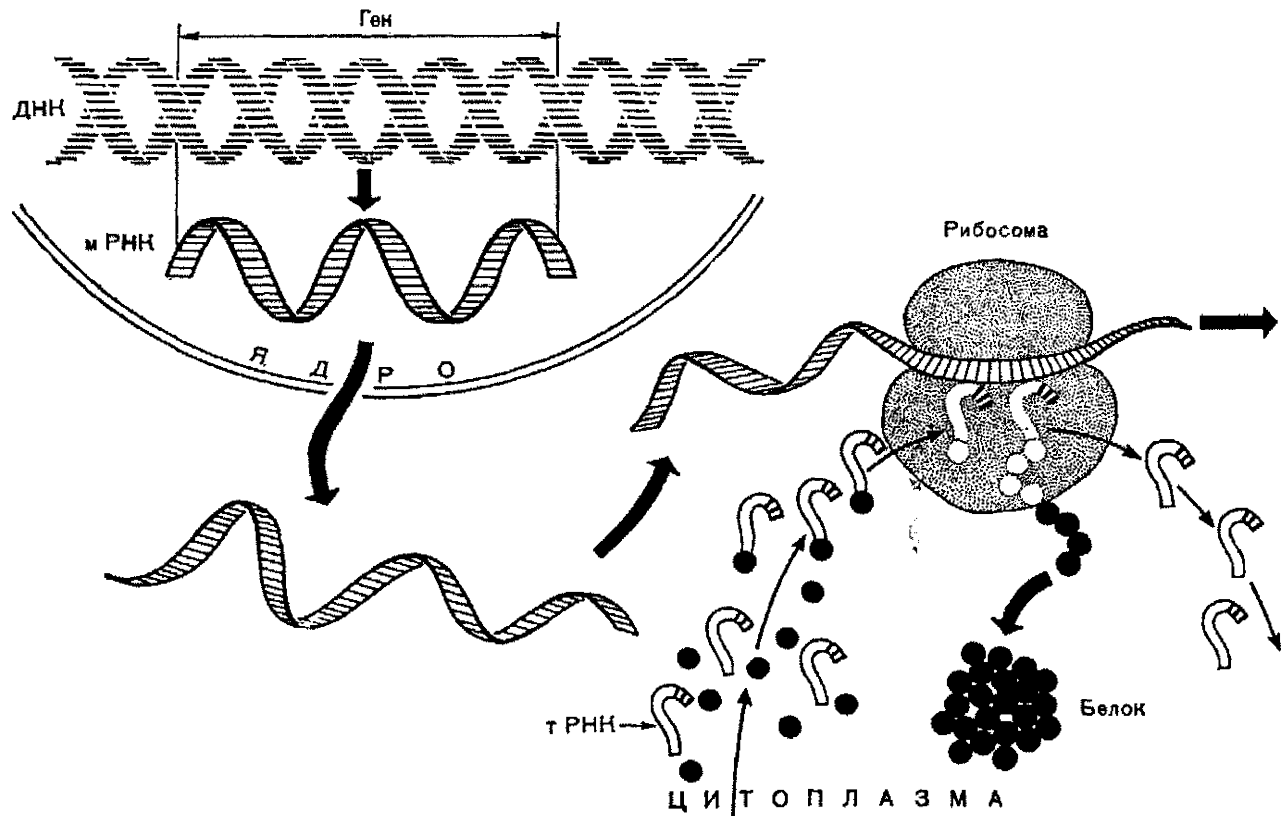


Рис. 15. Синтез білка в клітині

Нуклеїнові кислоти – ДНК і РНК. Реплікація ДНК.

ДНК і РНК. Реплікація (копіювання, подвоєння молекул) ДНК.

Вперше у 1869 р. Ф. Мішер виявив нуклеїнові кислоти. ДНК – це полімерна молекула, мономерами в якій є нуклеотиди. Сумарна довжина ДНК (**46 хромосом людини**) однієї клітини досягає **170-180 см**.

Кожна молекула ДНК складається з двох ланцюгів нуклеотидів, які з'єднані між собою. До кожного нуклеотиду входить 1. – азотиста основа, 2. – моносахариди, дезоксирибози і 3. – залишок фосфорної кислоти. Всього в ДНК є 4 види азотистих основ: аденін (А), гуанін (Г), тимін (Т), цитозин (Ц). Нуклеотиди відрізняються лише за азотистими основами.

Два ланцюги, які складаються із десятків і сотень нуклеотидів, скручуються між собою і утворюють подвійну спіраль.

Азотисті основи одного ланцюга сполучені з основами другого ланцюга за допомогою водневих зв'язків у такому порядку: **аденін (А)** одного ланцюга сполучені з **тиміном (Т)** другого ланцюга (А-Т); **гуанін (Г)** сполучений так само з **цитозином (Ц)** (Г-Ц). Сполучення інших типів **ніколи** в нормі не виникають. Це пояснюється тим, що між такими парами нуклеотидів як аденін (А) – тимін (Т) і гуанін (Г) – цитозин (Ц) існує особливий тип зв'язку, який отримав назву **компліментарності**

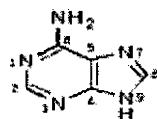
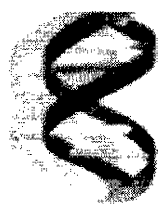
(доповнення з лат.). при цьому між А і Т утворюються два водневі зв'язки, а між Г і Ц – три.

Подвійна спіраль молекули ДНК здатна розкручуватись, при цьому водневі зв'язки розриваються і окремі ланцюги ДНК відходять один від одного.

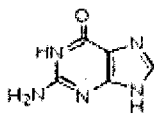
Редуплікація (лат. повторення) або **реплікація** (лат. подвоєння) ДНК – процес самовідтворення макромолекул нуклеїнових кислот, який забезпечує точне копіювання генетичної інформації та передавання її з покоління в покоління. Само подвоєння молекул ДНК відбувається в період інтерфази перед поділом клітини. При цьому молекула ДНК розкручується і розривається на два ланцюги. Починається синтез другого ланцюга ДНК, який відбувається за принципом комплиментарності (доповнення лат.). в результаті замість однієї молекули ДНК виникає дві молекули такого самого нуклеотидного складу, як і початкова. Один ланцюг у кожній новоутвореній молекулі ДНК походить від материнського ланцюга, а другий – синтезується заново (дочірний).

РНК – має дещо простішу будову і складається із одного полінуклеотидного ланцюга, до складу якого входять нуклеотиди 4-х видів: гуанін, цитозин, аденін та урацил, замість тиміну, який є в ДНК, а також простий цукор – **рибоза** (рис. 16).

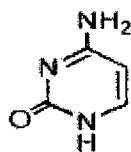
Значення реплікації: а) лежить в основі всіх поділів клітин про- й еукаріотів; б) забезпечує всі типи розмноження як одноклітинних, так і багатоклітинних організмів; в) підтримує сталість клітинного складу органів, тканин і організму внаслідок фізіологічної регенерації; г) забезпечує тривале існування видів організмів; д) процес сприяє точному подвоєнню інформації; е) у процесі реплікації можливі помилки (мутації), що може викликати патологічні зміни.



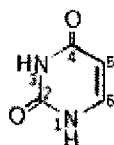
Аденін (А)



Гуанін (Г)



Цитозин (Ц)



Урацил (У)

- одним з чотирьох азотистих основ (А, Г, Ц, У) є урацил (У)

Рис. 16. Будова РНК

Генетичний код, його основні властивості.

Генетичний код ДНК. Унікальність кожної клітини полягає в унікальності її білків. Інформація про синтез свого специфічного білка записана у вигляді особливої послідовності азотистих основ (нуклеотидів) у ДНК і називається **генетичним кодом**. Порядок нуклеотидів у іРНК, що побудована у відповідності до матриці ДНК, визначає порядок зв'язування амінокислот у синтезованому поліпептиді.

Встановлено, що **кожна амінокислота кодується послідовністю трьох азотистих основ (триплетом, або кодоном).**

Генетичний код є не чим іншим як послідовністю триплетів у молекулі ДНК, що контролює порядок розташування амінокислот у молекулі білка.

Чотири азотистих основи в комбінаціях по три, тобто 4^3 , можуть утворити 64 різних кодони. Кодони розташовуються один за одним безперервно. Кожний триплет кодує тільки одну певну амінокислоту, що свідчить про його специфічність. Встановлено кодони для всіх 20 амінокислот. Послідовність триплетів у ДНК визначає порядок розташування амінокислот у молекулі білка. Численними дослідженнями встановлена універсальність генетичного коду. Це свідчить, що в усіх живих організмів (від бактерій до рослин, тварин і людини) той самий триплет кодує ту ж саму амінокислоту.

Отже, генетичний код ДНК має такі фундаментальні характеристики: 1) триплетність (три сусідні азотисті основи називаються кодоном і кодують одну амінокислоту); 2) специфічність (кожен окремий триплет кодує тільки одну певну амінокислоту); 3) не перекривність; 4) відсутність розділових знаків між триплетами; 5) універсальність; 6) відповідність гени – поліпептиди (клітина може мати стільки поліпептидів, скільки має генів).

Будова гена. Поняття про геном.

Ген – елементарна структурно-функціональна одиниця спадковості, яка визначає розвиток певної ознаки клітини чи організму.

1865 р. Г. Мендель вперше стверджував про одиницю спадковості і назвав її «спадковим чинником».

1909 р. Йогансен ввів термін ген, для позначення локуса (одиниці спадковості) у хромосомі.

1948 р. Тейт і Дж. Бідлі запропонували гіпотезу «один ген – один білок».

Гени – це ділянки ДНК, які кодують синтез певної РНК.

Більша частина генів клітини знаходиться в неактивному (репресованому) стані і лише 5-10 % генів активні. Геном людини містить $3,5 \times 10^9$ нуклеотидних пар, яких достатньо для утворення 1,5 млн. генів. Проте організм людини має 35-40 тис. генів, це свідчить, що ми з вами використовуємо лише 1 % записаної інформації.

Гени в ДНК розташовані у лінійному порядку. Кожен ген має своє місце розташування (локус).

Функціональні характеристики гена:

1. Ген є ділянкою ДНК.
2. Певний ген кодує синтез одного білка.
3. Дія гена специфічна, тому що ген може кодувати тільки одну амінокислотну, послідовність і регулює синтез одного конкретного білка.
4. На активність гена може впливати як зовнішнє, так і внутрішнє середовище.
5. Конститутивні гени – це гени, які постійно експресуються, бо білки, які ними кодуються, необхідні для постійної клітинної діяльності.
6. Неконститутивні гени – це неактивні гени, які експресуються лише тоді, коли білок, які вони кодують, необхідні клітині.
7. Мобільні гени – забезпечують рухливість генів і включають ген в роботу.

Мобільні гени є: важливим чинником біологічної еволюції; утворюють новий генетичний матеріал, впливають на мінливість організму, порушують роботу генетичного апарату і можуть приводити до новоутворень (пухлин).

Геном – сукупність всієї спадкової інформації організму. На сьогодні, під геномом розуміють сумарну ДНК гаплоїдного набору хромосом.

Контрольні запитання

1. Де локалізуються в клітині хромосоми із чого вони побудовані?
2. Яка будова ДНК за Дж. Уотсоном і Ф. Кріком? Назвіть етапи (кроки) потоку інформації в клітині.
3. Види РНК і їх функції.
4. Коли і ким вперше була виявлена ДНК.
5. Дати визначення, що таке ДНК.
6. Будова ланцюга ДНК.
7. Реплікація ДНК і значення.
8. Дати визначення генетичного кода.
9. Основні характеристики генетичного кода ДНК.
10. Будова гена.
11. Функціональна характеристика гена.