

Синтез білків

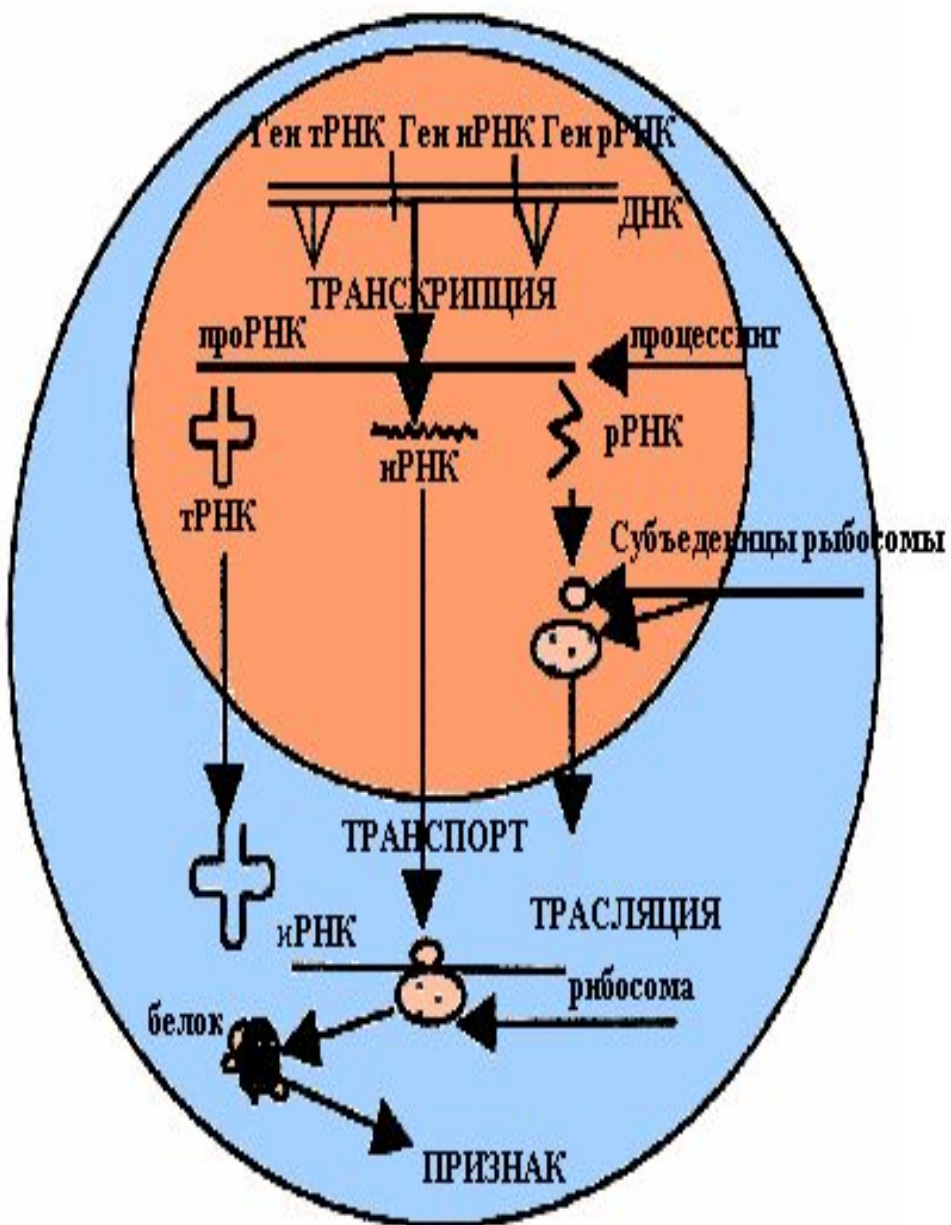
- 1. Транскрипція
- 2. Трансляція

В кожному етапі розрізняють підетапи:

- Ініціація;
- Елонгація;
- Термінація.

Загальна схема процесу білкового синтезу («ДНК-РНК-білок») в еукаріот.

Завдяки наявності ядерної оболонки транскрипція ДНК і трансляція мРНК в білковий продукт розділені рядом проміжних стадій, до яких входить транскрипція, трансляція, процесинг РНК і транспорт дозрілих молекул РНК в цитоплазму.



Транскрипція. Синтез РНК

Загальна характеристика процесу транскрипції

Молекули ДНК кожної клітини містять інформацію для синтезу всіх необхідних їй білків. Молекули ДНК містяться в ядрі, а синтез білків відбувається в цитоплазмі.

ДНК не може переміщуватися до місця синтезу білків в цитоплазму; вона передає інформацію про структуру білків через специфічні молекули мРНК, які утворюються на ДНК. Молекули мРНК переносяться з ядра в цитоплазму до місця синтезу білків. В синтезі білків приймають участь також і інші РНК (тРНК і рРНК). *Перенесення інформації з ДНК на РНК називається транскрипцією.*

Утворення молекул РНК з нуклеотидів на матриці ДНК називається синтезом РНК. Цей процес відбувається головним чином в період інтерфази.

На генах матриці ДНК утворюються всі три типи РНК – матрична, транспортна і рибосомна. РНК-полімераза починає синтезувати новий ланцюг у спеціальній послідовності нуклеотидів ДНК, що називається *промотором* і закінчує його біля стоп-сигналу (сигнал термінації транскрипції) після чого полімераза і синтезований готовий ланцюг РНК відділяються один від одного.

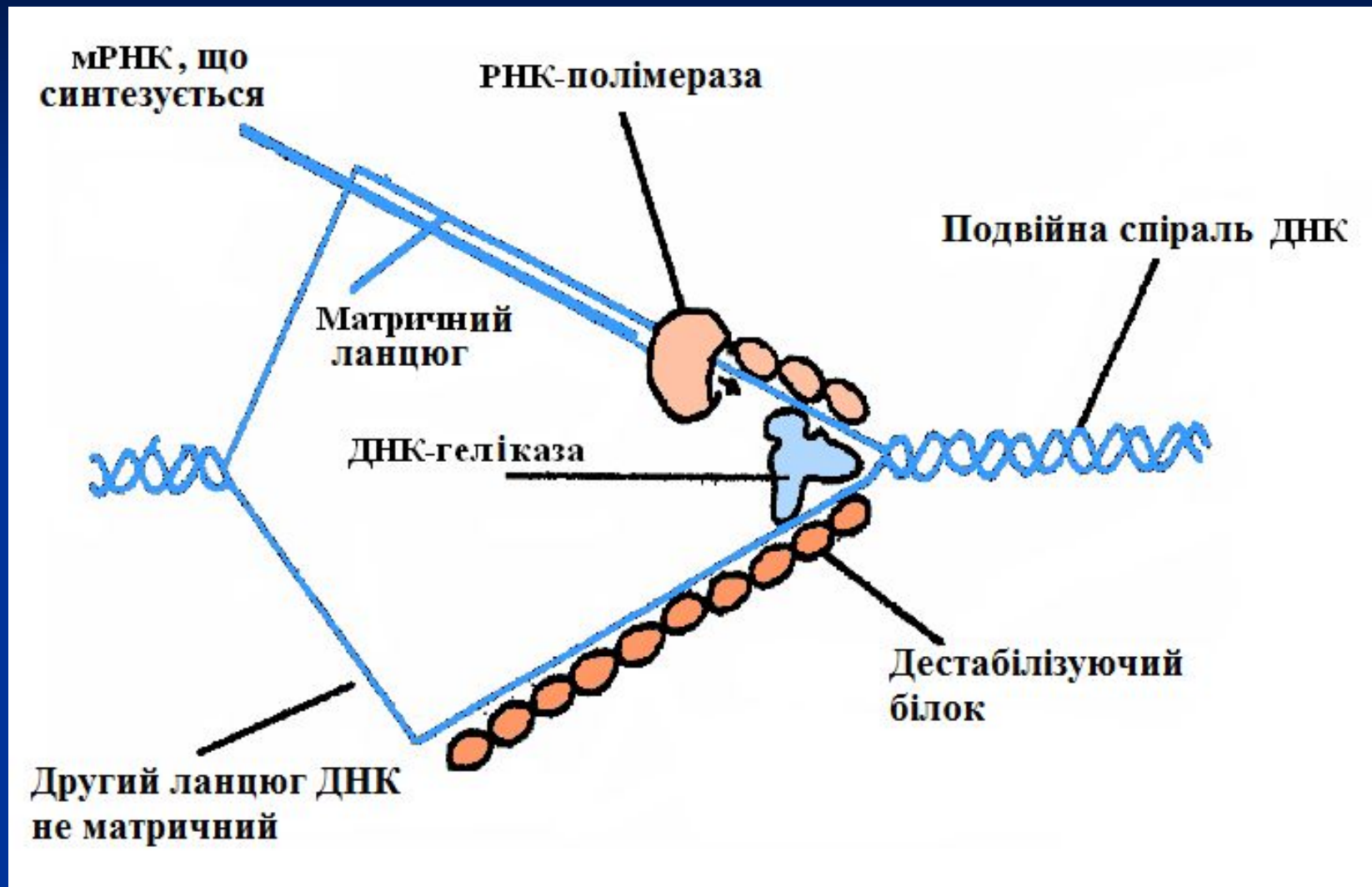
Швидкість полімеризації при 37°C складає приблизно 30-45 нуклеотидів за 1 с, тому синтез ланцюгу РНК довжиною 5000 нуклеотидів відбувається близько 3 хвилин (у прокаріот).

Зчитування спадкової інформації з генів регулюється спеціальними молекулами білків. Зокрема, гістонові білки не тільки забезпечують структурну організацію хроматину, але і є репресорами, так як перешкоджають зчитуванню генетичної інформації.

Початок зчитування інформації пов'язаний зі звільненням певної ділянки ланцюга ДНК (гену) від гістонів. Цей процес здійснюється за допомогою спеціальних білків, які прикріплюються до певних ділянок ланцюга ДНК. Молекули білків, що прикріпилися, фосфорилуються і набувають негативного заряду, завдяки чому з'єднуються з позитивно зарядженими гістонами і від'єднують їх з нитки ДНК. Ген, який звільнився від гістонів стає доступним для ферментів транскрипції.

Транскрипція складається з багатьох молекулярних процесів, умовно їх ділять на ряд етапів: ініціація, елонгація і термінація.

Схема утворення мРНК і основні ферменти, які беруть участь в процесі транскрипції.



Ініціація транскрипції

Згідно молекулярного сигналу з цитоплазми певна ділянка подвійної спіралі ДНК розгортається і розділяється на два ланцюги. Це відбувається за допомогою ферменту *гелікази*, який зв'язується з ДНК. Фермент *РНК-полімераза* зв'язується з *промоторною* областю ДНК, *ініціює* процес транскрипції, а потім забезпечує утворення молекули РНК, що росте в довжину залежно від просування ферменту уздовж нитки ДНК. Тільки одна нитка ДНК, що називається матричною, функціонує як шаблон (матриця).

Елонгація ланцюгу РНК

Трифосфати рибонуклеотидів (АТФ, ГТФ, ЦТФ, УТФ), є сировиною для синтезу РНК. Вони приєднуються до азотистих основ матричної ДНК за допомогою водневих зв'язків відповідно до правила комплементарності, тобто А-У, У-А, Ц-Г, Г-Ц. При цьому вони об'єднуються один з одним за допомогою залишку фосфатної кислоти. Пірофосфатні групи (P~P) відокремлюються, і трифосфати перетворюються в монофосфати рибонуклеотидів, які стають звичайними компонентами РНК. В результаті до ОН-кінця ланцюгу РНК, який росте, додається рибонуклеотидмонофосфат.

Новий ланцюг РНК росте в напрямку 5'-3' і є комплементарним матричному ланцюгу ДНК. Один із двох ланцюгів ДНК, на якому відбувається транскрипція, називається кодуючим ланцюгом (матричний ланцюг). Інший ланцюг ДНК називається *некодуючим*. Для різних білків кодуючими ланцюгами можуть бути як один, так і інший ланцюг ДНК.

Основним ферментом процесу є РНК-полімераза, яка полімеризує рибонуклеотиди в ланцюгу РНК, що росте. Процес потребує присутності двоховалентних іонів Mg^{2+} або Mn^{2+} . Утворення РНК відбувається антипаралельно відносно матричного ланцюгу ДНК.

Готовий РНК-продукт вивільнюється у вигляді одноланцюгової копії одного з двох ланцюгів ДНК.

Три різних типи РНК у еукаріотів, а саме: мРНК, рРНК і тРНК транскрибуються на різних ділянках (генах) молекул ДНК. Транскрипцію каталізують три різних типи РНК-полімераз:

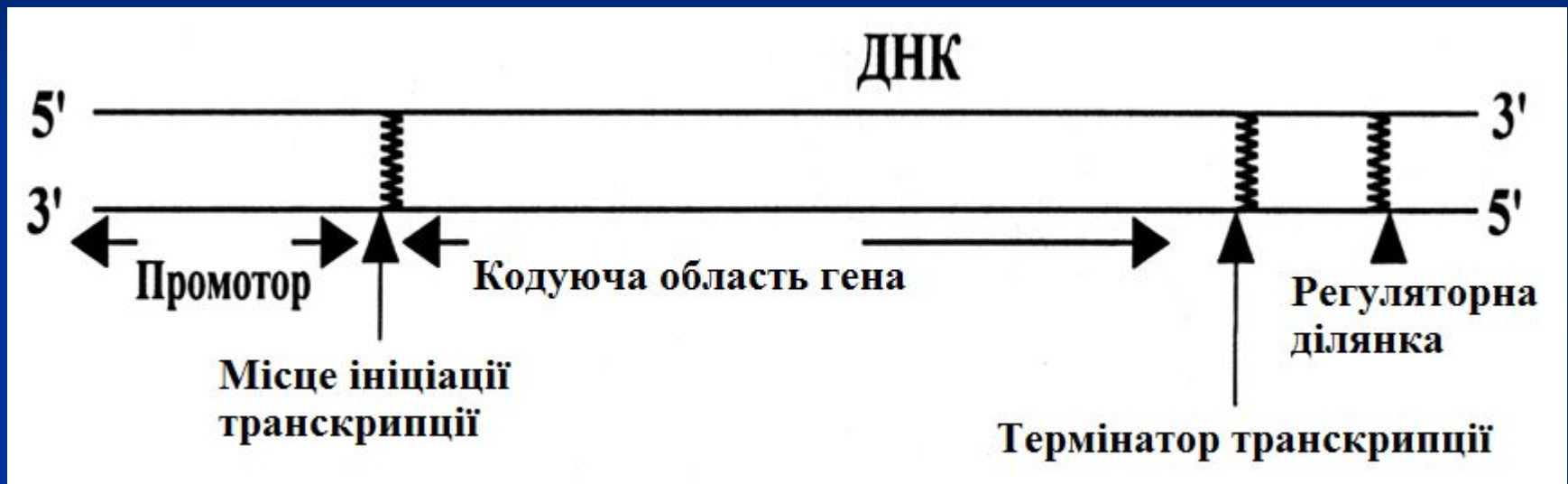
- ▣ *РНК-полімераза-1* синтезує великі рибосомні РНК;
- ▣ *РНК-полімераза-2* транскрибує гени, на яких утворюється мРНК;
- ▣ *РНК-полімераза-3* утворює короткі РНК, зокрема всі тРНК і малу рРНК.

РНК-полімерази – це великі ферменти, які складаються з декількох поліпептидних ланцюгів.

Термінація транскрипції

РНК-полімераза рухається вздовж ланцюга ДНК і переписує інформацію у вигляді про-РНК. Синтез РНК закінчується тоді, коли ферментом досягається специфічна нуклеотидна послідовність (стоп-кодон, або сигнал термінації транскрипції). Ланцюг про-РНК відділяється від матричного ланцюгу ДНК, підлягає переробці (процесингу) і переноситься в цитоплазму через пори в оболонці ядра. Ділянка молекули ДНК, в яку входить промотор, транскрибуєма послідовність і термінатор називають транскриптоном, геном або одиницею транскрипції.

Схема структурно-функціональної організації транскриптону (гену):
кожний з елементів гену має складну будову та певні функції.



Ділянка молекули ДНК, що звільнилася від РНК, знову зв'язується водневими зв'язками з комплементарною областю другого ланцюгу. ДНК закручується в спіраль і приймає початкову форму. Окрема молекула ДНК може бути матрицею для синтезу багатьох копій різних молекул РНК, які утворюються на матриці ДНК одна за одною.

Значення транскрипції:

- а) перенесення інформації з ДНК на РНК є першим етапом синтезу всіх різновидів білків організму;
- б) транскрипція забезпечує процеси диференціровки, морфогенезу та індивідуального розвитку всіх організмів;
- в) транскрипція є одним із головних етапів контролю метаболізму клітин;
- г) транскрипція – один із основних процесів контролю і тривалої підтримки структури і функцій клітин, органів та організму;
- д) будь-які порушення синтезу РНК призводять до змін білкового синтезу, порушення метаболізму клітин, їх функцій и захворювань.

Процесинг. Екзони та інтрони. Сплайсинг.

Молекулярні механізми, пов'язані з «дозріванням» різних типів РНК, називаються процесингом. Вони здійснюються в ядрі перед переходом РНК з ядра в цитоплазму.

В наш час з'ясувалося, що комплементарною ДНК є тільки молекула – попередник інформаційної РНК (про-мРНК). Молекули про-мРНК набагато більші зрілих мРНК. Синтез молекул про-мРНК здійснюється при дії ферменту – РНК-полімерази-2. Послідовність азотистих основ в молекулі про-мРНК, яка утворюється, точно відображає порядок чергування основ у ДНК.

- Молекула про-мРНК містить в собі ряд «інертних» ділянок (*інтронів*). В процесі «дозрівання» мРНК спеціальні ферменти вирізають інтрони і зшивають активні ділянки (екзони), які залишилися. Цей процес називається *сплайсингом*. Тому послідовність нуклеотидів в дозрілій мРНК є нетотожною нуклеотидам ДНК.

Модифікація про-мРНК починається одразу після закінчення його синтезу. На 5' кінці утворюється «ковпачок» - КЕП, який блокує 5' кінець мРНК в результаті приєднання до крайнього нуклеотиду гуанозинтрифосфату. Утворені КЕПи забезпечують розпізнавання молекул мРНК малими субодинами рибосом у цитоплазмі.

Наступним етапом модифікації про-мРНК є видалення частини нуклеотидів на 3' кінці і приєднання до нього послідовності зі 100-200 залишків аденілової кислоти (поліА). Ці модифікації сприяють переміщенню зрілої мРНК в цитоплазму і підвищують її стабільність в реакційному середовищі клітини до залучення в трансляцію.

- Після вказаних модифікацій починається процес видалення інтронних послідовностей (від 100 до 20000 нуклеотидів). На частку інтронів приходить приблизно 80% всієї про-мРНК. Одночасно з видаленням інтронів відбувається ферментативне зшивання екзонів. *Сплайсинг* – дуже точний процес. Його порушення призводить до зсуву рамки зчитування в період трансляції і відбувається синтез іншого пептиду.

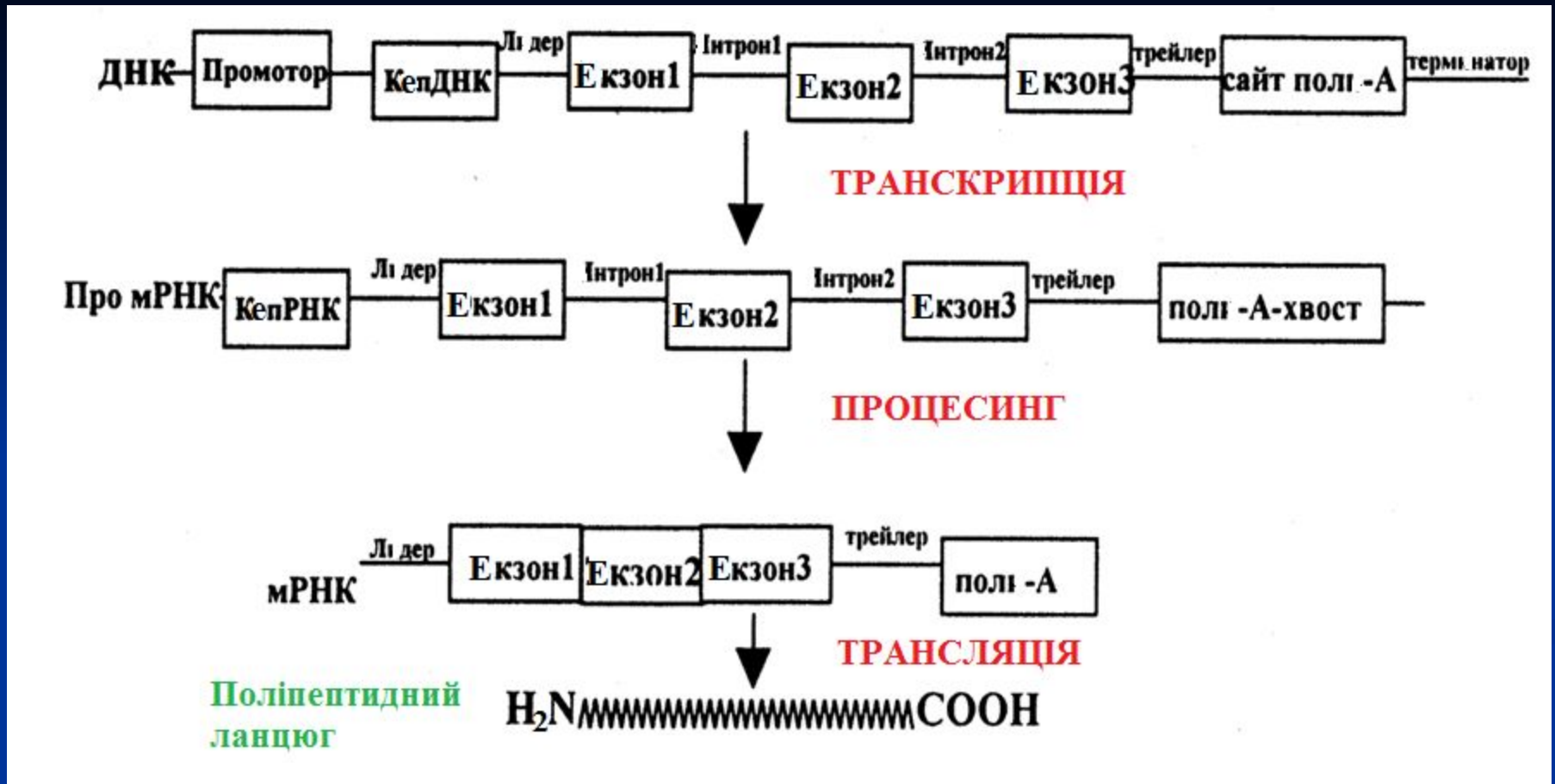
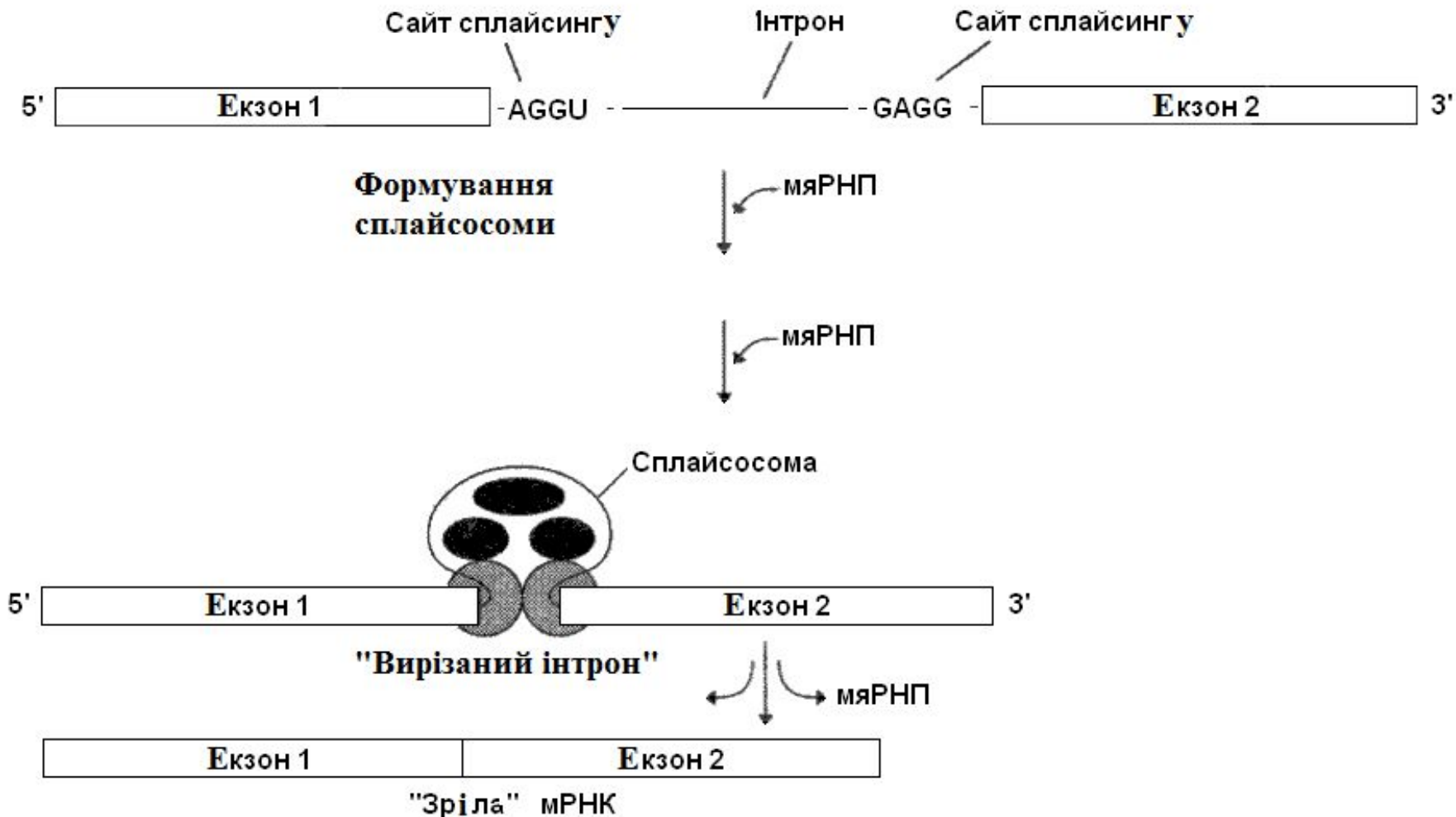
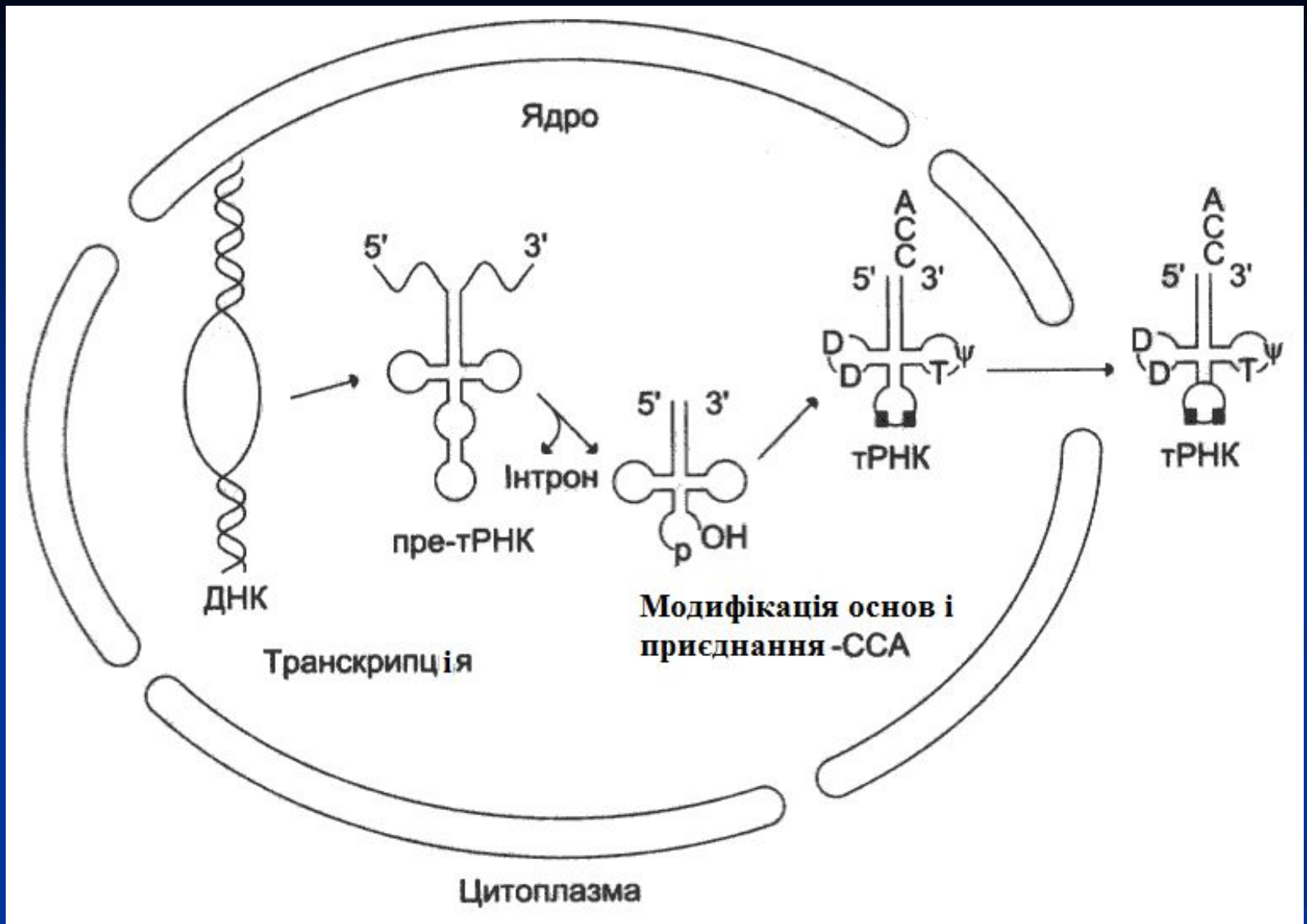


Схема процесингу мРНК і його місце в процесі експресії гену.

Транскрипція призводить до утворення великої молекули про-мРНК, яка містить багато «марної» інформації. В результаті процесингу з вихідної молекули видаляються некодогенні ділянки (інтрони).



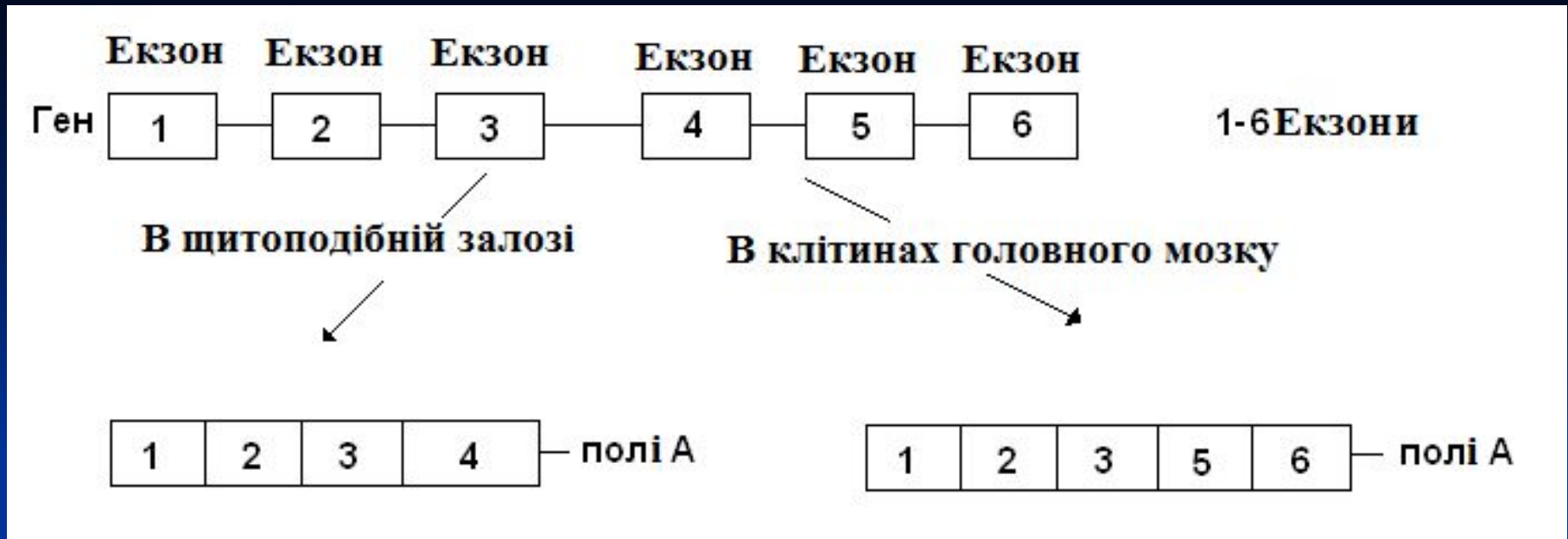
Сплайсинг РНК. В процесі сплайсингу приймають участь різні мяРНП, які формують сплайсосому. мяРНП, в результаті взаємодії РНК і один з одним, фіксують та орієнтують реакційні групи первинного транскрипту.



Процесинг пре-тРНК. Певні азотисті основи нуклеотидів тРНК в ході процесингу метилуються під дією РНК-метилази і перетворюються, наприклад, у 7-метилгуанозін та 2-метилгуанозін (мінорні основи).

В процесингу приймає участь цілий ряд ферментів. Наприклад, за допомогою *нуклеаз* вирізаються інтронні ділянки, а екзонні ділянки, які залишилися, зшиваються за допомогою *лігаз*. Синтезовані молекули РНК стають менших розмірів, ніж їх структурні гени. Наприклад, молекули про-мРНК мають молекулярну масу 10^7 дальтон, а після процесингу вона зменшується на порядок і складає 2×10^6 дальтон. Число інтронів у генах коливається від 1 до 50. Можна припустити, що інтрони є запасом інформації, що обумовлює мінливість.

Існує також *альтернативний процесинг*, в результаті якого з однієї і тієї ж молекули про-мРНК можуть видалятися різні нуклеотидні послідовності, як інтрони, так і екзони. В результаті цього з одного й того ж попередника можуть утворюватися різні мРНК і синтезуватися різні білкові молекули. Це має велике значення, так як суттєво збільшується кількість варіантів білків, які синтезуються. А це в свою чергу підвищує кількість і якість ознак, які проявляються.



Альтернативний сплайсинг гену кальцитоніну. В клітинах щитоподібної залози сплайсинг первинного транскрипту призводить до утворення кальцитонінової мРНК, до складу якої входить 4 екзона і поліА-послідовність, яка утворюється після розщеплення транскрипту в першій ділянці сигналу поліаденілування. В клітинах мозку утворюється мРНК, що містить: екзони 1,2,3,5,6 і поліА-послідовність, утворену після другого сигналу поліаденілування.

Таким чином, процесинг включає в себе декілька важливих процесів:

- а) кепування РНК,
- б) видалення частини нуклеотидів на 3' кінці,
- в) приєднання до цього кінця «хвоста» полі-А,
- г) сплайсинг,
- д) альтернативний сплайсинг.

Значення процесингу заключається в тому, що еукаріотична клітина може додатково контролювати процеси утворення білків, а значить краще регулювати свій метаболізм, структуру і функції.

Трансляція. Синтез білків

Загальна характеристика процесу

Інформація, що міститься в ДНК, передається білку, що синтезується, через РНК. *Процес перенесення інформації з молекул РНК на впорядковану структуру амінокислот в поліпептидному ланцюзі називається трансляцією (лат. translatio – перенесення).*

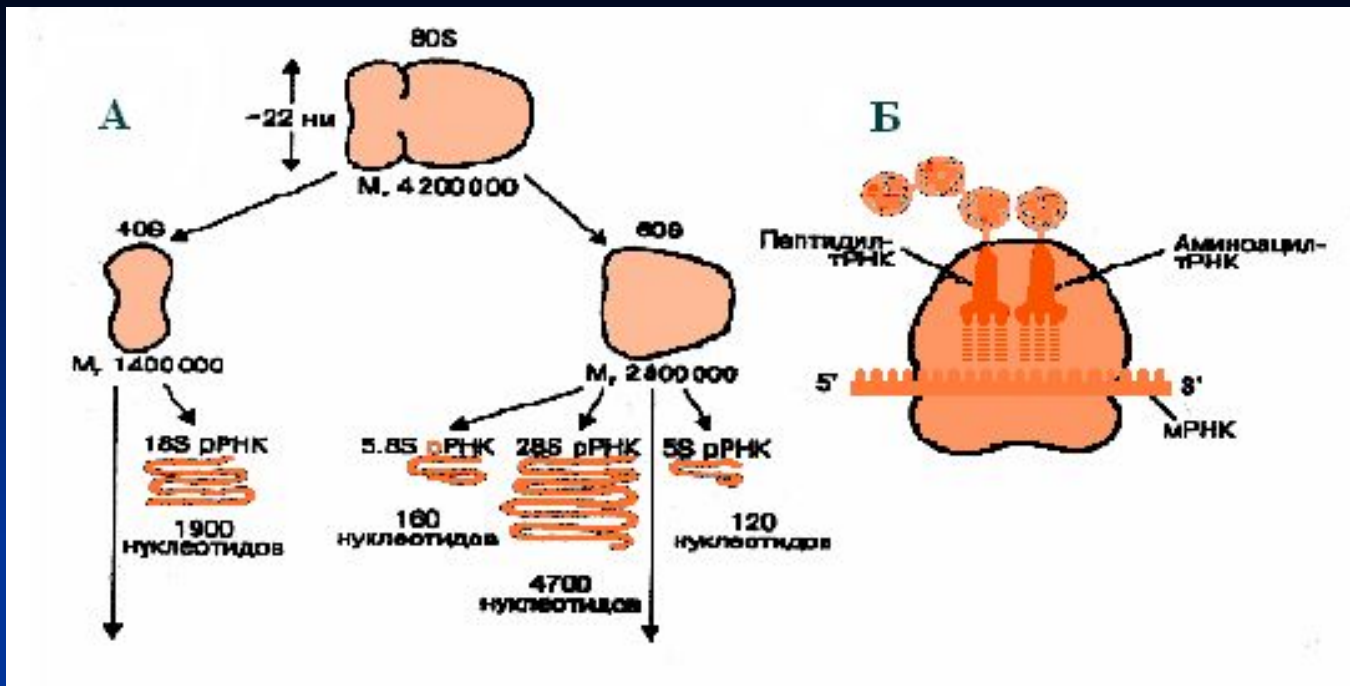
Процес біосинтезу поліпептидного ланцюгу на рибосомах згідно інструкції, записаної в молекулі мРНК у вигляді генетичного коду, називається синтезом білків.

Для синтезу білків необхідна енергія, наявність амінокислот, рибосом і багатьох ферментів. Амінокислоти присутні в значній кількості в цитозолі. Вони поступають в клітину ззовні, а також утворюються в результаті розпаду своїх же білків, які відслужили.

Утворення білків включає в себе етапи ініціації, елонгації, термінації та модифікації.

Після «дозрівання» мРНК (процесинг) переноситься в цитоплазму. Кепований кінець мРНК, розпізнається малою субодиницею рибосом, тому стартовий кодон мРНК АУГ виявляється у відповідній ділянці рибосоми. Об'єднання двох субодиниць рибосоми відбувається після приєднання до стартового кодону аміноацил-тРНК, що несе амінокислоту метіонін. Утворюється складний білоксинтезуючий комплекс і починається синтез поліпептиду.

Процес закінчується після проходження рибосоми по всій мРНК до стоп-кодону, який зупиняє синтез. Процеси синтезу білків запускаються особливими регуляторними білками – факторами ініціації, які зв'язуються з малою субодиницею. По закінченні фази ініціації вони відділяються від рибосоми.

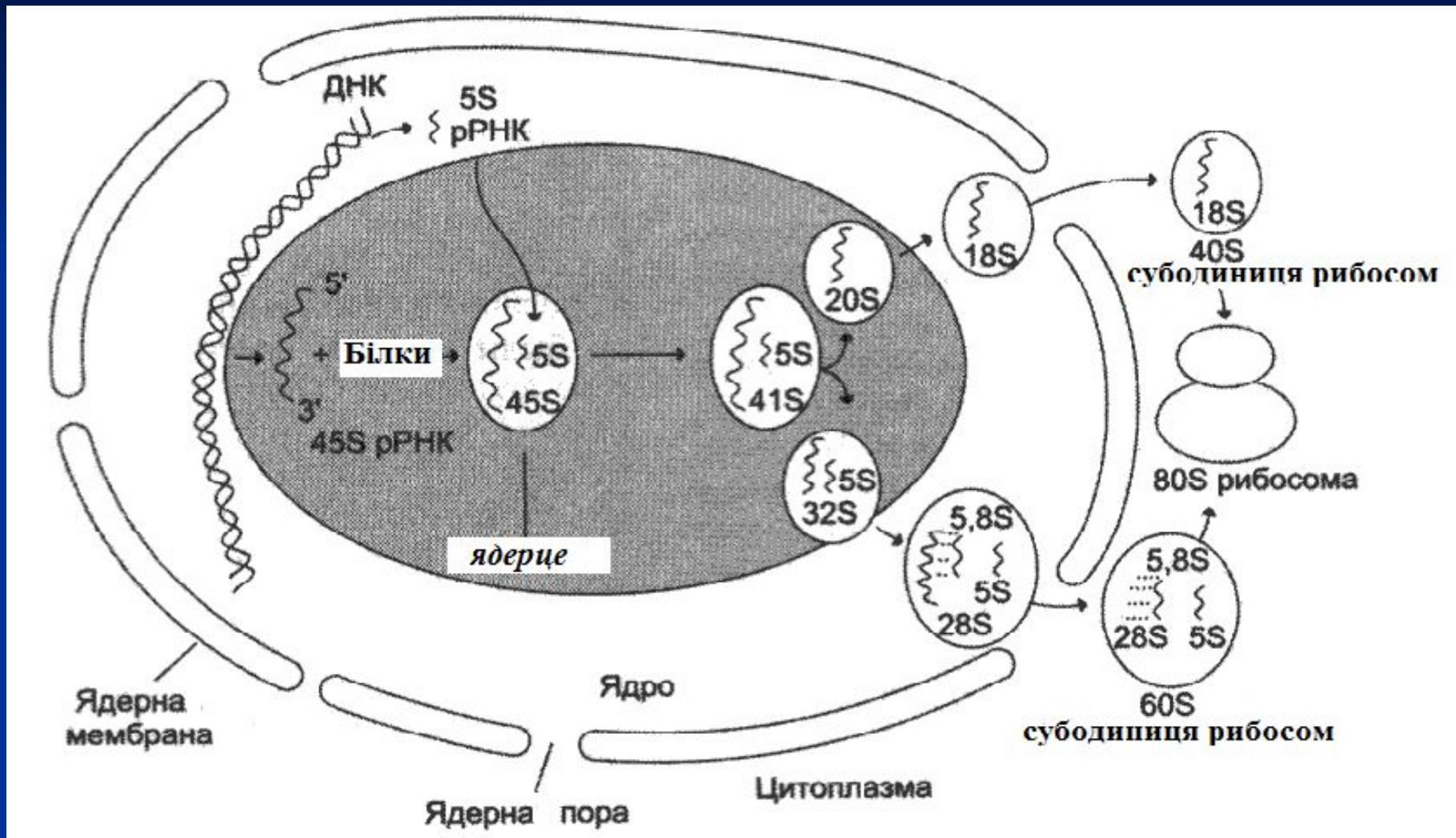


Рибосома еукаріот. А – рибосома 80S складається з великої і малої субодиниці. Велика субодиниця містить 5S, 28S, 5,85S рРНК і 49 різних білків, мала субодиниця - 18S рРНК і 33 білки; Б – рибосома має три різних ділянки зв'язування РНК – одна для мРНК і дві для тРНК. Пептидил-тРНК-зв'язуюча ділянка (П-ділянка) утримує молекулу тРНК, приєднану до кінця поліпептидного ланцюгу, що росте; розташована поруч аміноацил-тРНК-зв'язуюча ділянка (А-ділянка) фіксує молекулу тРНК, яка щойно надійшла в рибосому, з амінокислотою (aa).

Рибосоми – це органели клітин, що забезпечують синтез поліпептидів. Рибосоми побудовані з більшої і малої субодиниць, містять різні типи рРНК і білки.

Субодиниці утворюються в ядерці з рРНК і спеціальних білків, а потім окремо переходять через пори ядра в цитоплазму. Більші і малі субодиниці рибосом знаходяться в цитоплазмі роздільно, доки не залучені в синтез білків. Дві субодиниці рибосом утворюють комплекс з мРНК в момент початку синтезу білків і піддаються дисоціації, якщо він закінчується.

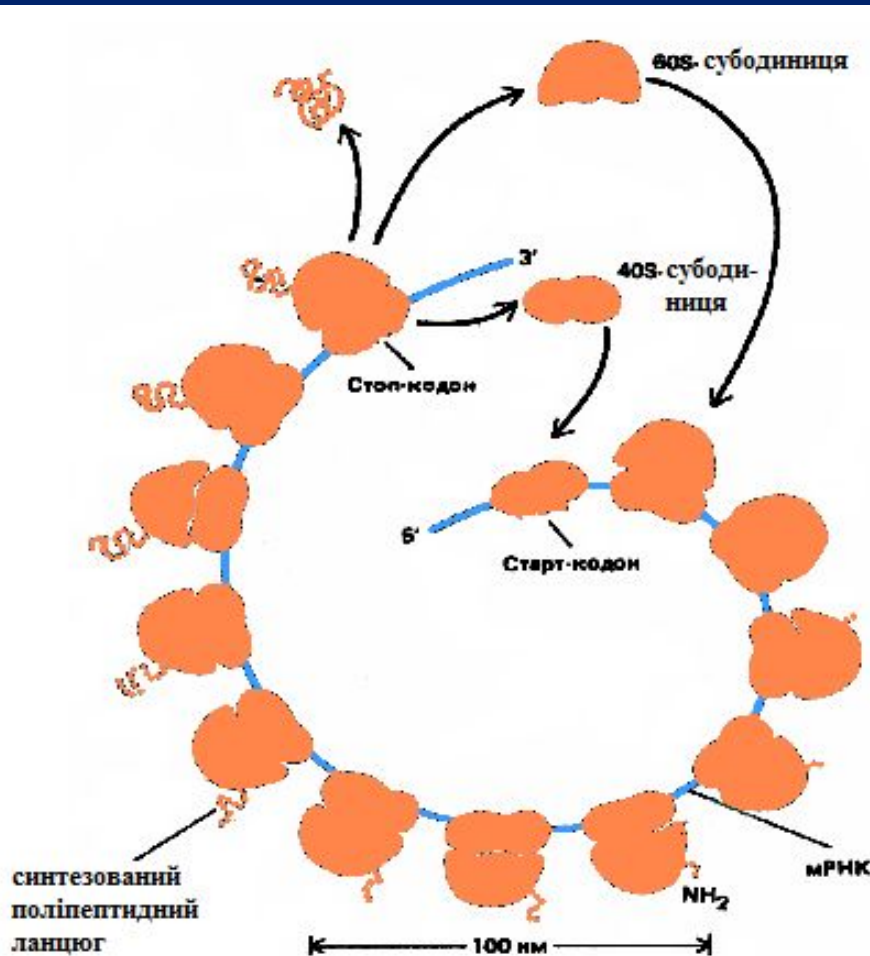
Утворення і вихід з ядра субодиниць рибосом



Спочатку мала субодиниця зв'язується з мРНК і активованою тРНК. Потім приєднується більша субодиниця, її пептидилтрансферази каталізують утворення пептидних зв'язків між амінокислотами. Термінуючі кодони УАА, УАГ і УГА контролюють відщеплення від рибосоми синтетичного поліпептиду і мРНК.

Схематичне зображення полірибосоми, яке показує як ряд рибосом одночасно здійснюють трансляцію на одній і тій же молекулі мРНК.

В еукаріотичних клітинах синтез поліпептидного ланцюга починається з приєднання малої рибосомальної одиниці до єдиного старт-кодону на молекулі мРНК і трансляція відбувається вздовж цієї молекули в напрямку 5-3. По закінченні синтезу даного поліпептидного ланцюгу обидві субодиниці рибосоми відділяються від молекули мРНК.



З ланцюгом мРНК одночасно може зв'язатися багато рибосом. Так утворюються *полірибосоми* (полісоми), що суттєво підвищує ефективність синтезу, так як одночасно утворюється декілька молекул такого ж протеїну. рРНК є не тільки структурним каркасом рибосом, але й забезпечують точне зв'язування з мРНК за допомогою певних послідовностей нуклеотидів. При цьому встановлюються початок і рамка зчитування генетичної інформації з мРНК. Різноманітні білки рибосом виконують як структурну, так і каталітичну функцію.

Модель молекулярного механізму роботи рибосом була запропонована А. Спіріним у 1968 році. Рибосома має дві бороздки: в одній розташовується мРНК, а інша утримує поліпептидний ланцюг, що росте. В момент синтезу білків у рибосомі знаходиться ділянка мРНК, яка складається приблизно з 30 нуклеотидів. При цьому забезпечується взаємодія тільки двох тРНК, що несуть дві амінокислоти.

Основні компоненти білоксинтезуючої системи

| Необхідні компоненти | Функції |
|---|---|
| 1. Амінокислоти | Субстрати для синтезу білків |
| 2. тРНК | тРНК виконують функцію адапторів. Вони акцепторним кінцем взаємодіють з амінокислотами, а антикодоном - з кодоном мРНК. |
| 3. Аміноацил-тРНК синтетази | Кожна aa-тРНК-синтеза каталізує реакцію специфічного зв'язування однієї з 20 амінокислот з відповідної тРНК |
| 4. мРНК | Матриця містить лінійну послідовність кодонів, визначаючих первинну структуру білків |
| 5. Рибосоми | Рибонуклеопротеїнові субклітинні структури, які є місцем синтезу білків |
| 6. АТФ, ГТФ | Джерела енергії |
| 7. Білкові фактори ініціації, елонгації, термінації | Специфічні позарибосомні білки, необхідні для процесу трансляції (12 факторів ініціації: eIF; 2 фактора елонгації: eEF1, eEF2, і фактори термінації: eRF) |
| 8. Іони магнію | Кофактор, стабілізуючий структуру рибосом. |

Ініціація синтезу білків

Активація амінокислот. Амінокислоти (АК) в цитозолі клітини вступають в реакцію з АТФ. Так формується АК-АМФ-комплекс. Цей комплекс називається *активованою амінокислотою*. Реакція каталізується ферментами *аміноацил-тРНК-синтетазами*. Для кожного виду амінокислоти існує свій особливий фермент.

фермент, Mg^{2+}



Амінокислота + АТФ $\xrightarrow{\text{фермент, } Mg^{2+}}$ Аміноациладенілат-ферментативний комплекс + $H_4P_2O_7$

Активована амінокислота приєднується до своєї специфічної тРНК. Реакція каталізується тим же ферментом. Утворений тРНК-амінокислотний комплекс називається *навантаженою тРНК* (аміноацил-тРНК). Процес розпізнавання амінокислот тРНК називають *рекогнацією*.

Аміноациладенілат-ферментативний комплекс + тРНК $\xrightarrow{\text{фермент, } Mg^{2+}}$ аміноацил-тРНК + АМФ + фермент

Аміноацил-тРНК комплекс надходить до місця синтезу білків, а вільний фермент може знову активувати наступну молекулу амінокислоти.

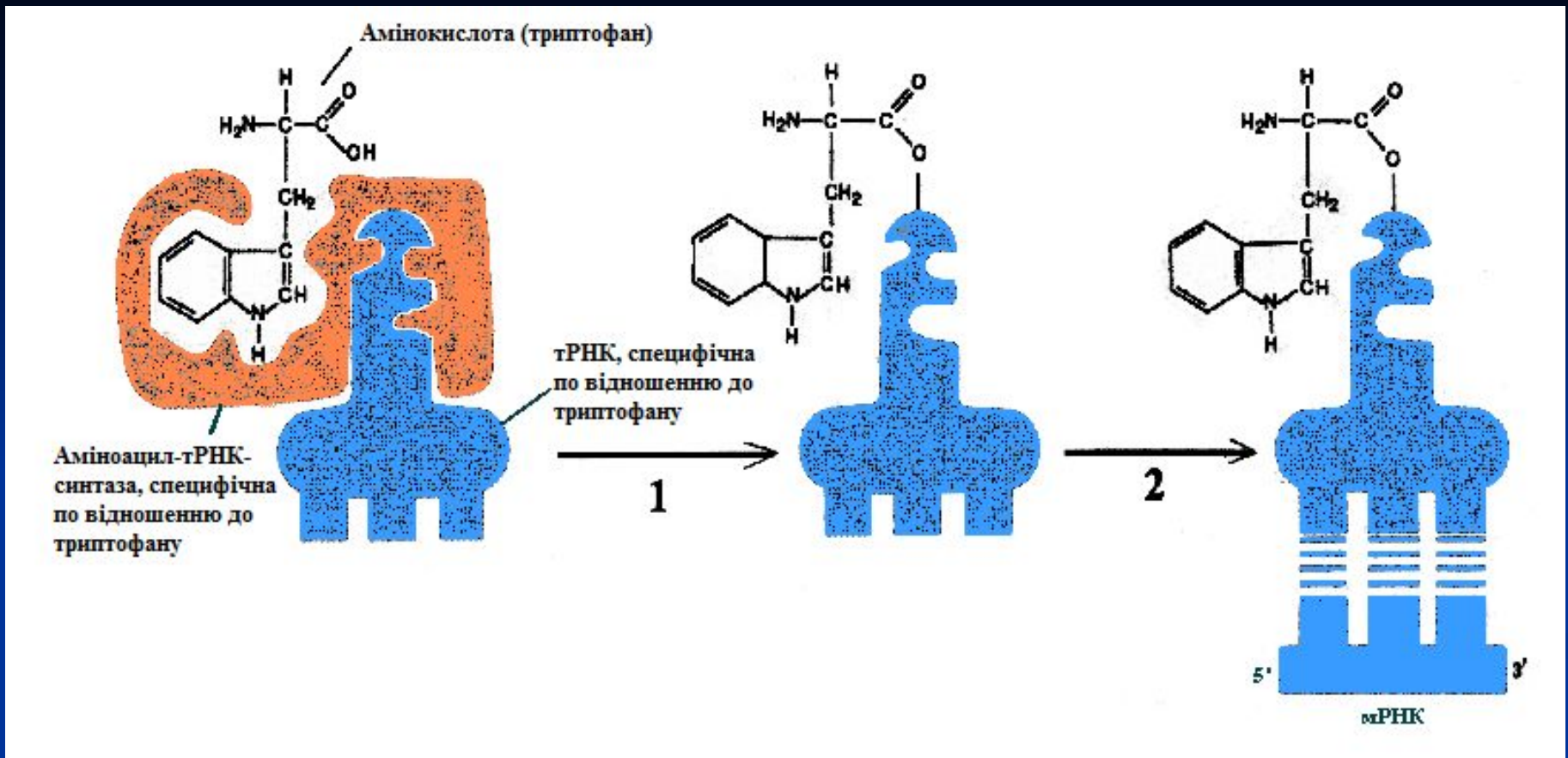
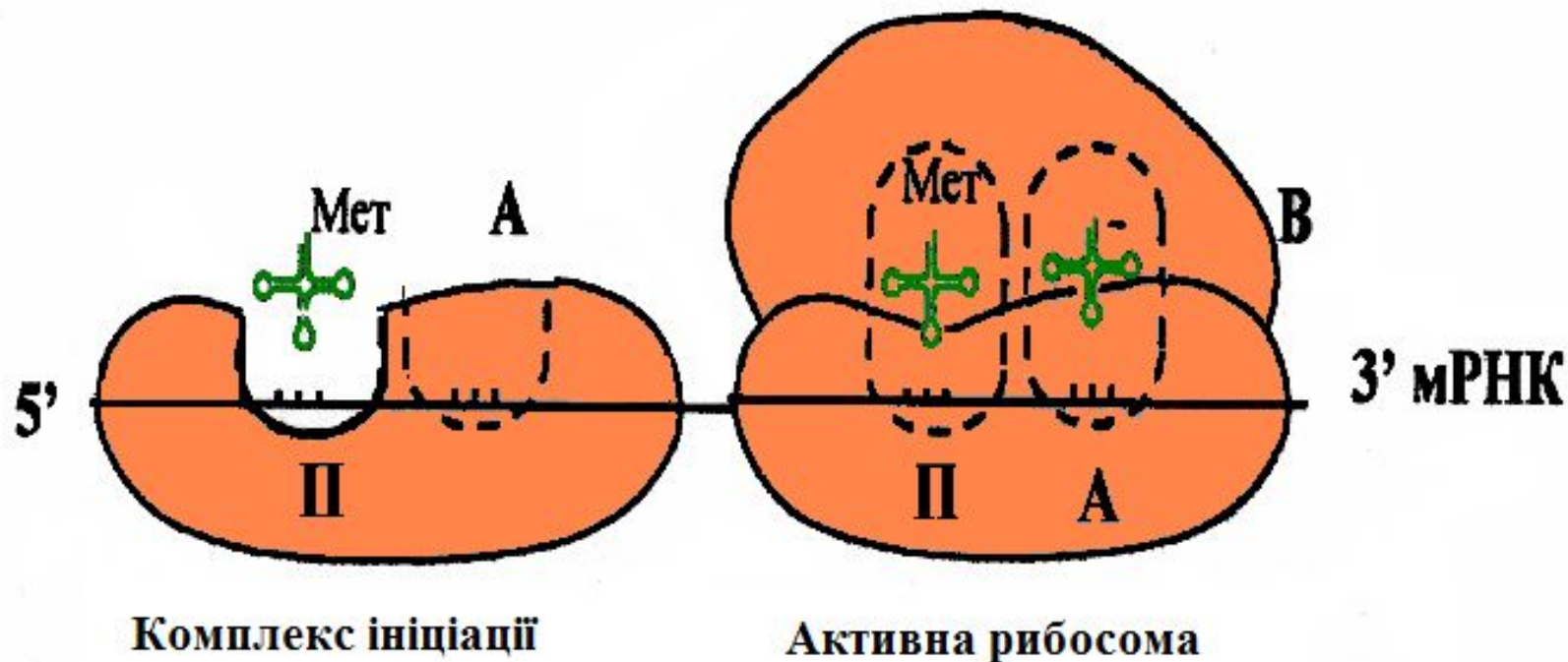


Схема ініціації:

1. Активація амінокислот – їх зв'язування з відповідною тРНК за допомогою ферменту аміноацил-тРНК-синтетази;
2. Приєднання «навантаженої» тРНК до відповідного кодону мРНК.

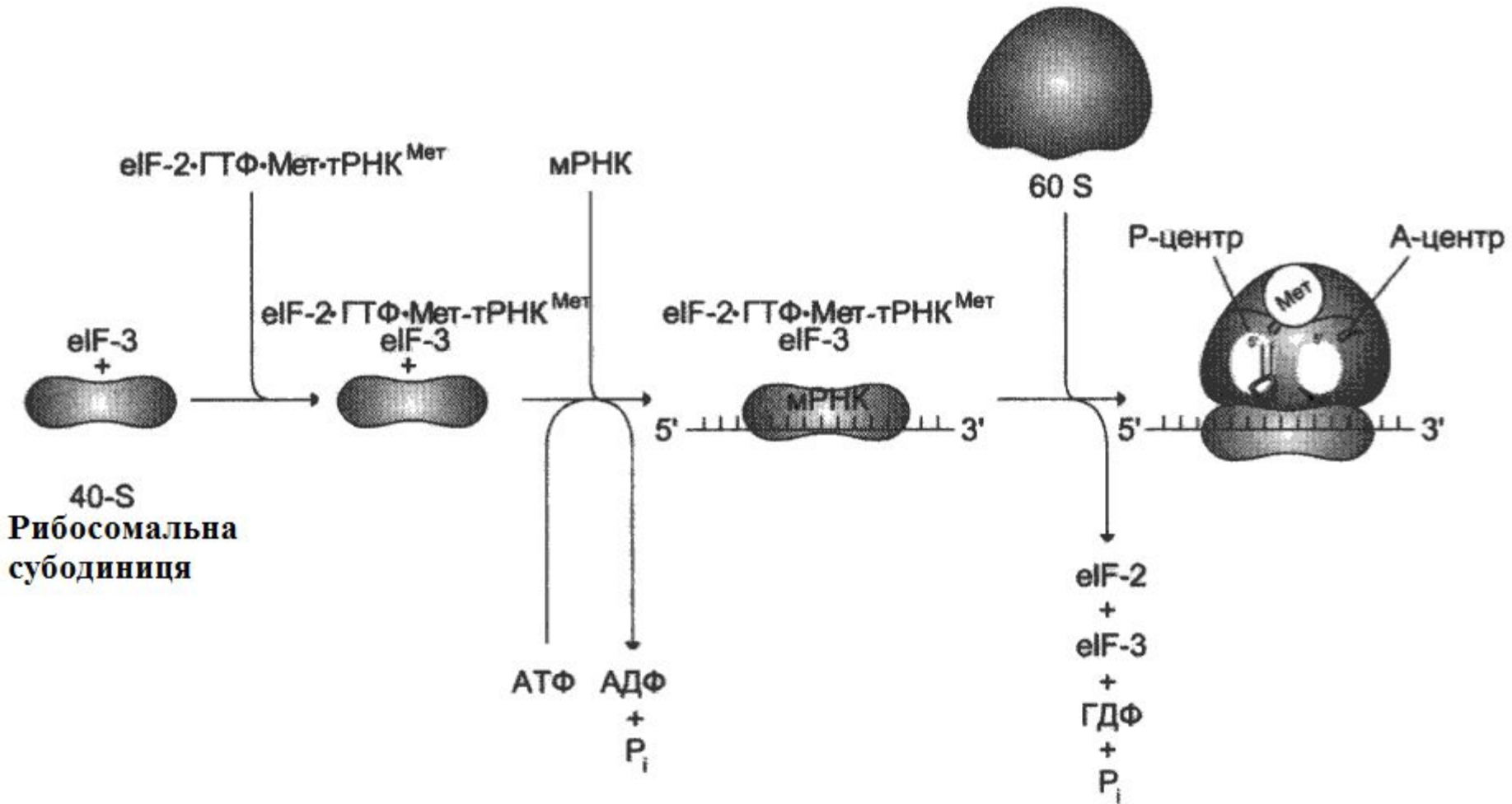
Активация рибосом і початок синтезу поліпептидного ланцюгу

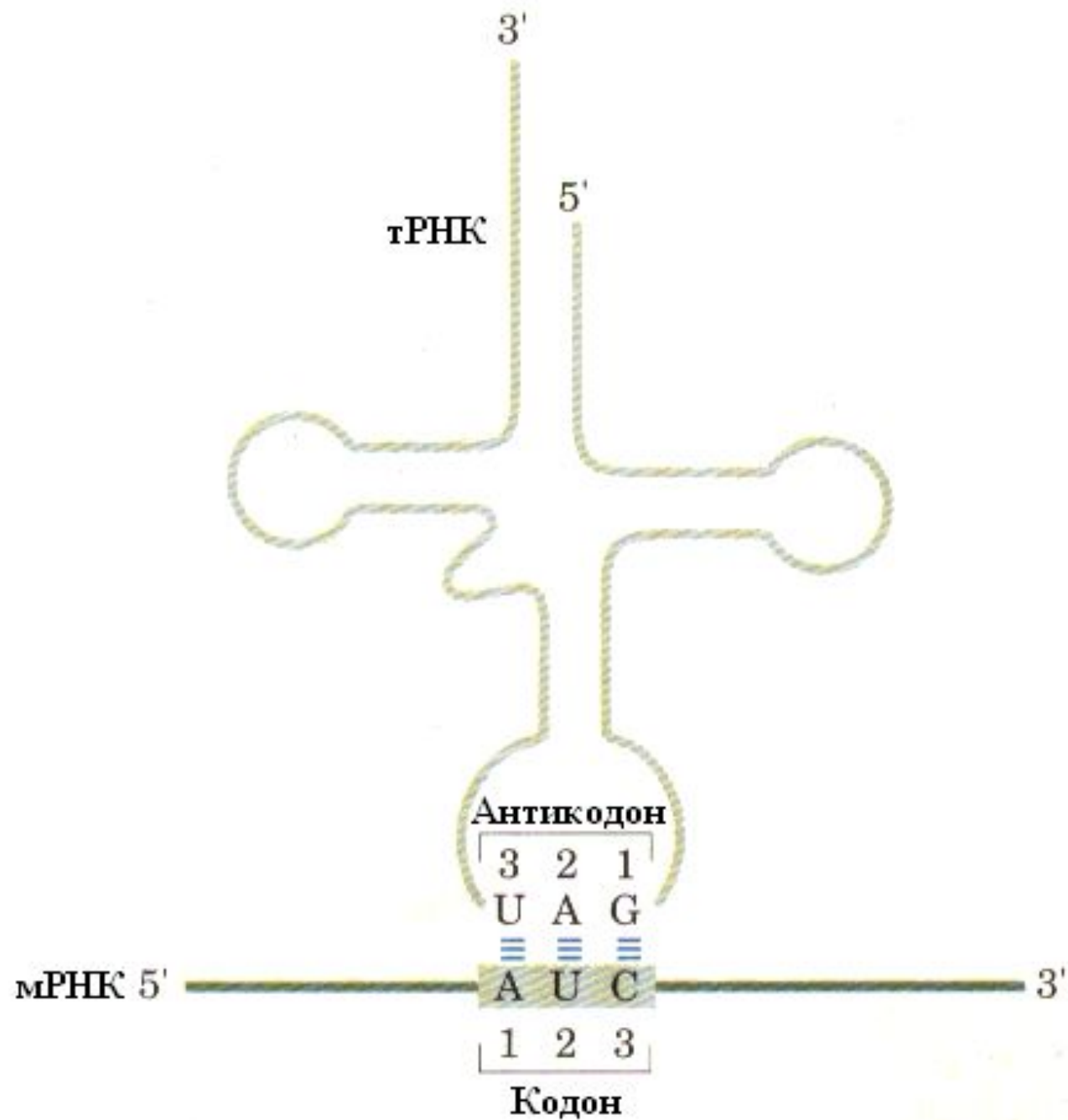
Ланцюг мРНК з'єднується з малою рибосомною субодиницею за допомогою спеціального триплету. Це забезпечується утворенням водневих зв'язків між комплементарними парами основ між відповідними азотистими основами мРНК і рРНК рибосом. Амінокислота метіонін ініціює процес синтезу. Її несе тРНК, що має УАЦ антикодон, який зв'язується з АУГ кодоном мРНК на ділянці П рибосоми. Утворений комплекс називається *комплексом ініціації*. Потім до малої субодиниці мРНК приєднується більша субодиниця, утворюючи *активну рибосому*, яка має сформовані (аміноциальний) А і П (пептидильний) ділянки. Процеси ініціації потребують присутності також специфічних факторів ініціації, що мають білкову природу і регуляторну активність.



Активація рибосом, утворення білок-синтезуючого комплексу і початок синтезу поліпептидного ланцюгу. А – приєднання малої субодиниці рибосоми до стартового кодону АУГ матричної РНК, а потім – транспортної РНК, яка несе початкову амінокислоту метіонін, до спеціальної П – ділянки рибосоми. В – об'єднання малої і великої субодиниці з формуванням П і А ділянок. Після цього до А-ділянки відповідно коду приєднується наступна тРНК, навантажена іншою амінокислотою.

Утворення ініціюючого комплексу в ході синтезу білку в еукаріотів



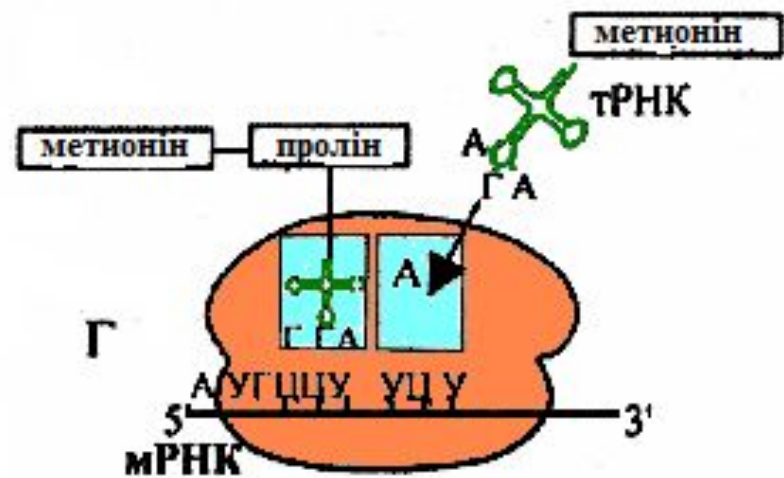
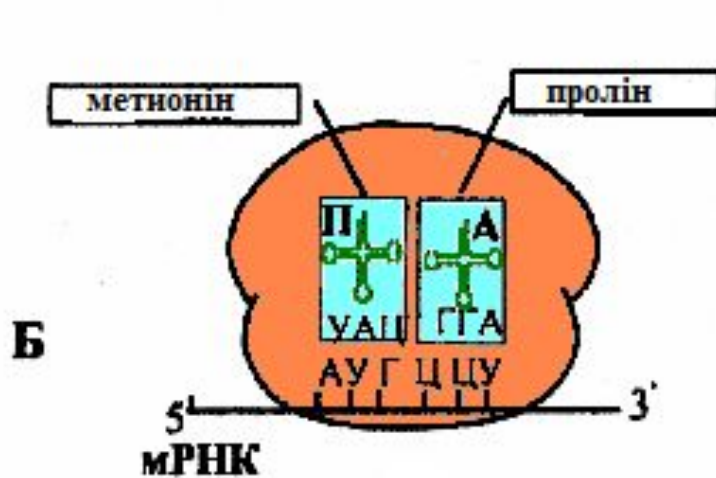
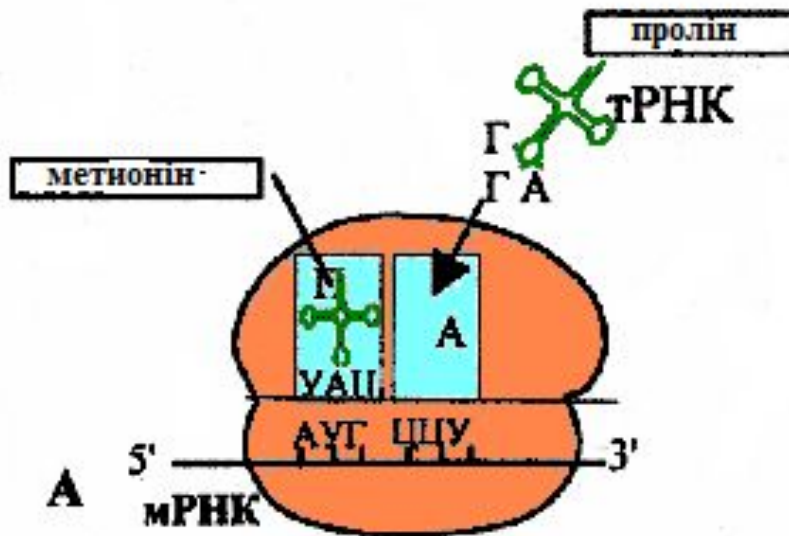


Елонгація поліпептидного ланцюгу

Подовження поліпептиду. Друга навантажена, наприклад проліном, тРНК з'єднується з рибосомою на ділянці А. Її антикодон зв'язується з комплементарним кодоном ланцюгу мРНК завдяки водневим зв'язкам. На ділянці П метіонін звільнюється від своєї тРНК і з'єднується пептидним зв'язком із проліном, що знову з'являється. Процес каталізується ферментом *пептидил-трансферазою*. В цьому процесі зв'язок між першою амінокислотою і її тРНК розривається і – COOH-група першої амінокислоти утворює пептидний зв'язок з вільної NH₂-групи другої амінокислоти. Таким чином, друга тРНК вже несе дипептид. Перша тРНК, тепер вільна, відділяється від П ділянки рибосоми і повертається в загальний фонд тРНК в цитоплазмі. Тут вона може знову зв'язуватися зі своєю амінокислотою.

тРНК-дипептидний комплекс на ділянці А рибосоми разом з мРНК переміщається відносно рибосоми в напрямку ділянки П. Цей процес називається *транслокацією*. Він потребує присутності енергії ГТФ і ферменту *транслокази*. ГТФ гідролізується до ГДФ та неорганічного фосфату, щоб вивільнити енергію для процесу. Тепер третя молекула тРНК зі специфічною їй амінокислотою, наприклад аргініном, надходить на А ділянку рибосоми і приєднується своїм антикодоном до комплементарного кодону мРНК. Дипептид метіонін-пролін знову приєднує амінокислоту аргінін за допомогою ферменту пептидилтрансферази. Таким чином, дипептид збільшується до трипептиду. Друга тРНК тепер вільна і залишає ланцюг мРНК, звільнюючи П ділянку. тРНК-трипептидний комплекс переноситься з А ділянки на П ділянку в процесі трансляції.

Механізм елонгації поліпептидного ланцюгу

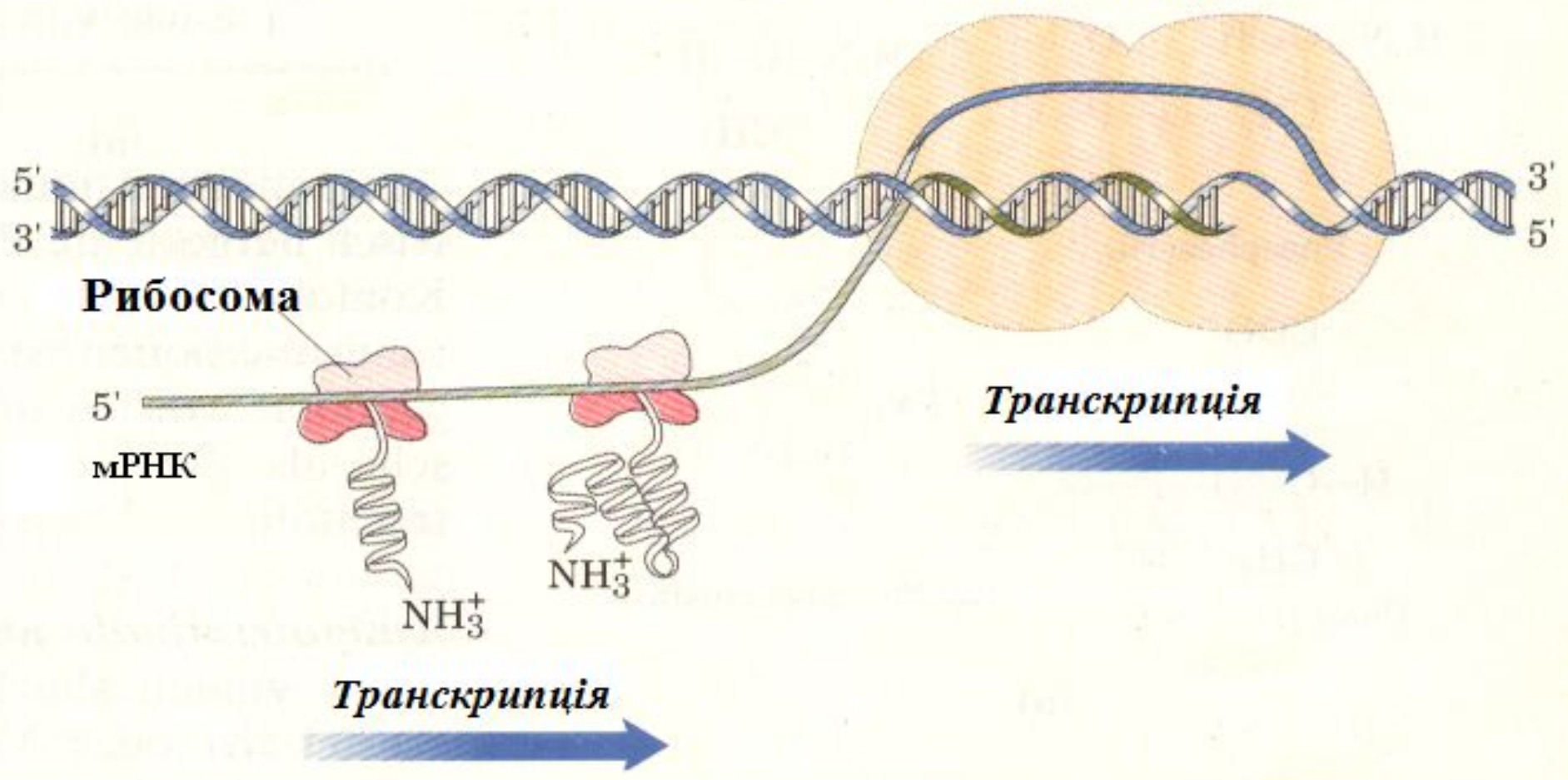


Весь процес, в який входить надходження тРНК-амінокислотного комплексу, утворення пептидного зв'язку і транслокації, багаторазово повторюється.

По мірі просування мРНК відносно рибосоми всі її кодони переміщуються на А ділянку один за одним, і пептидний ланцюг зростає. В процесі елонгації приймають участь спеціальні білкові фактори елонгації, які регулюють ці процеси.

Амінокислоти зв'язуються в поліпептид в тій послідовності, яка повідомляється їй від ДНК через мРНК. Мова з 4 літер ДНК (А, Т, Г, Ц) транскрибується в 4-х літерну мову мРНК (А, У, Г, Ц), яка перекладається (транслюється) в 20-літерну мову поліпептидів.

РНК-полімераза



Рибосома

5'
мРНК

NH₃⁺

NH₃⁺

Транскрипція

Транскрипція

Термінація синтезу білків

Закінчення синтезу і вивільнення поліпептидного ланцюгу. В кінці ланцюгу мРНК знаходиться один із "стоп"-кодонів (УАА, УАГ, УГА). Вони не розпізнаються ніякою тРНК. Фактор термінації (спеціальний білок) приєднується до цього кодону і блокує транслокацію рибосоми. Зв'язок між останньою тРНК і поліпептидним ланцюгом розривається спеціальними ферментами - факторами вивільнення. Рибосома від'єднується від ланцюгу мРНК і розпадається на 2 субодиниці. Синтезований поліпептид звільнюється у цитоплазму.

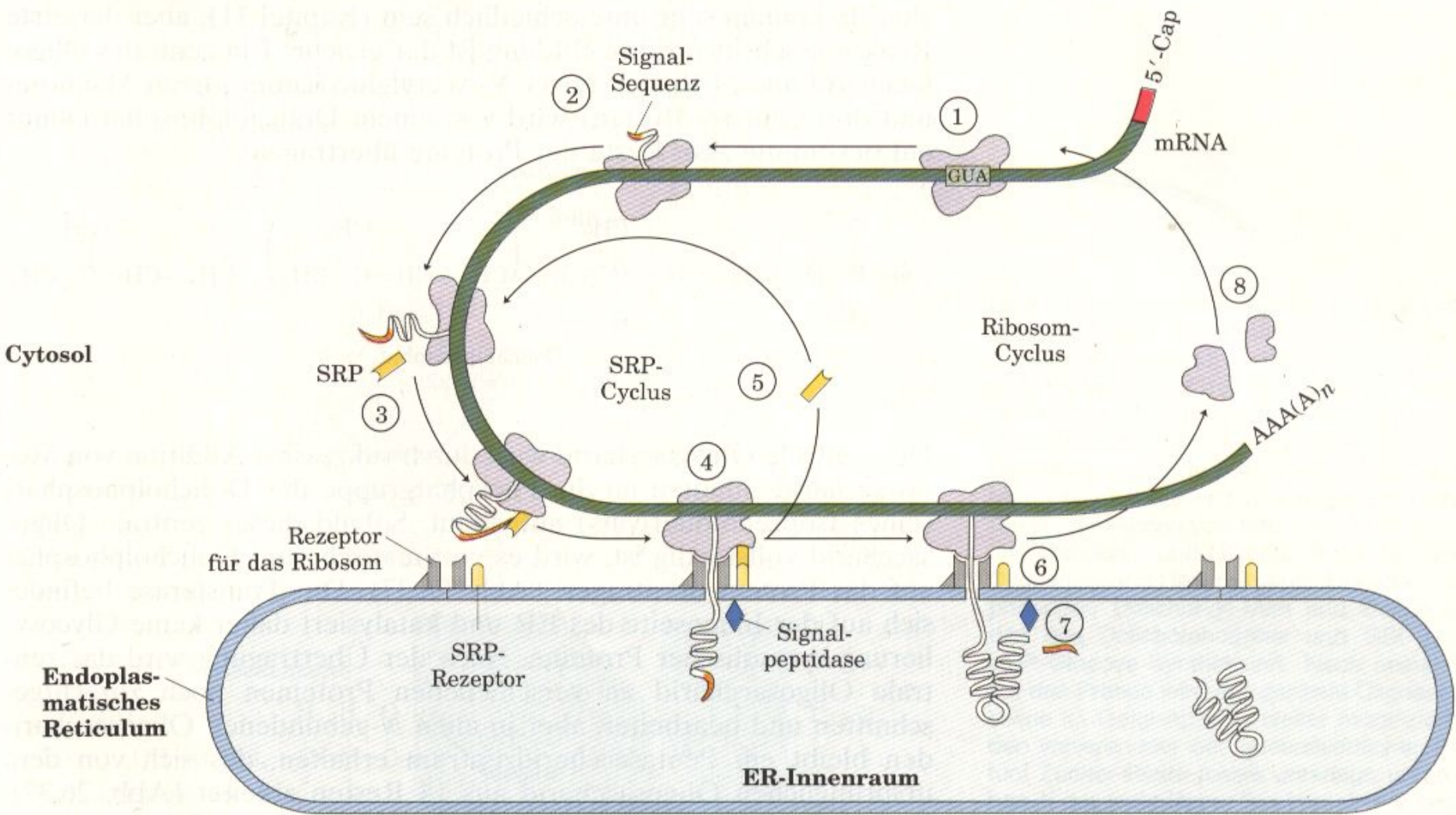
В середньому час «життя» мРНК складає приблизно 2 хв.

Посттрансляційна модифікація поліпептидного ланцюгу білка («дозрівання»)

Синтезований з амінокислот поліпептид - це практично прямолінійна молекула, яка не має метаболічної активності. Новий поліпептидний ланцюг вивільнюється в цитоплазму, ендоплазматичну сітку або комплекс Гольджі, де закінчується побудова білкової молекули. В процесі «дозрівання» вона може втрачати деякі кінцеві амінокислоти за допомогою ферменту *екзопептидази*, а потім утворювати вторинну і третинну структури.

Молекули можуть об'єднуватися з іншими поліпептидами для утворення четвертинної структури складних білків. Синтезовані макромолекули можуть об'єднуватися з вуглеводними або ліпідними молекулами, а також вбудовуватися в біомембрани або інші комплекси клітини.

Процеси зміни первісної структури поліпептиду і формування нової називаються посттрансляційною модифікацією. В результаті цього білки набувають специфічні властивості та функціональну активність.



Cytosol

Endoplasmatisches Reticulum

ER-Innenraum

Rezeptor für das Ribosom

SRP-Rezeptor

Signal-peptidase

Ribosom-Cyclus

SRP-Cyclus

mRNA

AAA(A)_n

Signal-Sequenz

GUA

5'-Cap

SRP

3

4

5

6

7

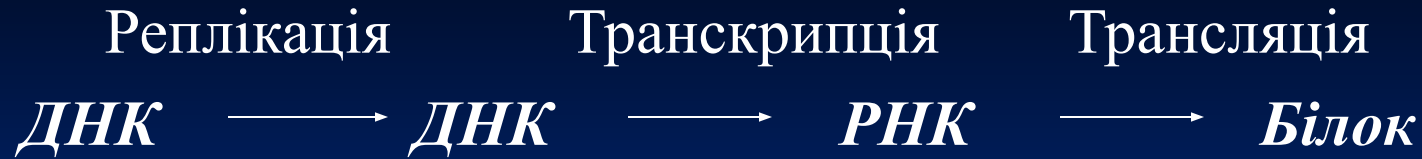
8

Значення синтезу білків

Білковий синтез лежить в основі ділення, диференціювання, росту і розвитку, забезпечує особливості метаболізму та функцій. Білки сприяють об'єднанню клітин у групи, що приводить до утворення тканин і органів. Будь-які порушення трансляції і синтезу білків тягнуть за собою порушення метаболізму, функцій, що призводить до прояву захворювань.

Основна догма молекулярної біології

Хромосомні ДНК містять повну інформацію про всі білки, які синтезуються в клітині. Ця інформація закодована в ДНК у вигляді особливої послідовності азотистих основ, що називається *генетичним кодом*. Специфічна послідовність нуклеотидів гену транскрибується в мРНК і потім транслюється на рибосомах, забезпечуючи точний порядок амінокислот у поліпептидному ланцюзі. Уявлення про те, що інформація зберігається в ДНК і реалізується шляхом передавання інформації від ДНК до мРНК, а потім до поліпептиду, а при розмноженні шляхом реплікації передається з одного покоління в інше, вважається *основною догмою (основним законом)* молекулярної біології. Вона була запропонована Ф. Кріком в 1958 р. Схематично її можна представити наступним чином:



В 1970 р. Темін повідомив про те, що РНК, яка функціонує як генетичний матеріал в деяких вірусах, може синтезувати комплементарну копію ДНК для введення в геном клітини-господаря. Отже, у вірусів інформація надходить не обов'язково від ДНК до РНК, але і може також від РНК до ДНК (*зворотна транскрипція*). Здійснюється вона за допомогою ферментів — ревертаз (лат. *reversio* — повернення). Ця властивість нуклеїнових кислот використовується в генній інженерії.