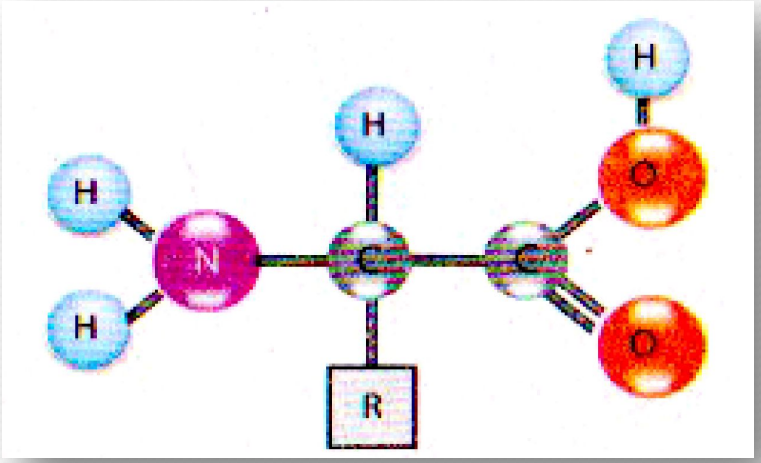
Тема 10. СТРУКТУРА ТА ФУНКЦІЇ БІЛКІВ.
Тема 11. БІОСИНТЕЗ БІЛКА

- **Біополімери** – це органічні речовини, що складаються з повторюваних структурних одиниць – мономерів. До біополімерів належать мономери білків, що становлять 10 – 20% від сирої маси та 50 – 80% від сухої маси клітини.
- **Білки** – це органічні сполуки, полімери, мономерами в яких є амінокислоти.
- **Амінокислоти** – це невеликі за розміром органічні сполуки , у молекулі яких одночасно містяться аміногрупа та карбоксильна група.



Білки – це високомолекулярні природні полімери, молекули яких побудовані із залишків амінокислот, з'єднаних пептидними групами

- Число амінокислотних залишків може бути від декількох десятків до декількох тисяч
- Молекулярна маса білків від 6500 (інсулін) до 32 млн. (білок вірусу грипу)
- Молекулярна маса гемоглобіну крові

$$(C_{738}H_{1166}N_{203}O_{208}S_2Fe)_4$$

РІЗНОМАНІТНІСТЬ білків

за складом

прості - протеїни

амінокислоти

складні - протеїди

амінокислоти
+
небілкова частина
(нуклеопротеїди, глікопротеїди, ліпопротеїди)

за формою молекули

глобулярні

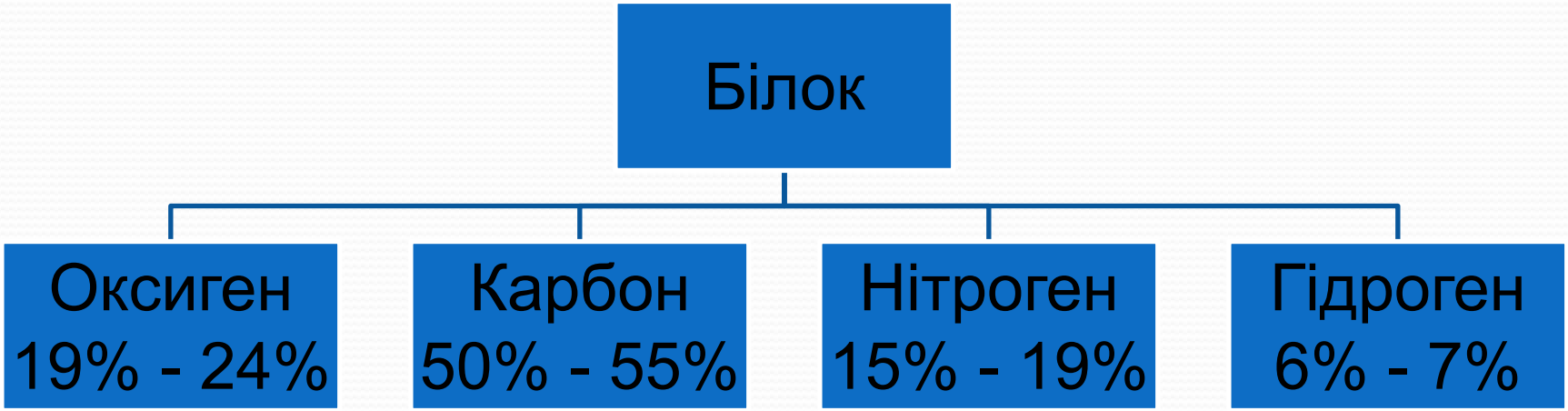
глобула, грудочка
добре розчиняються у воді

фібрилярні

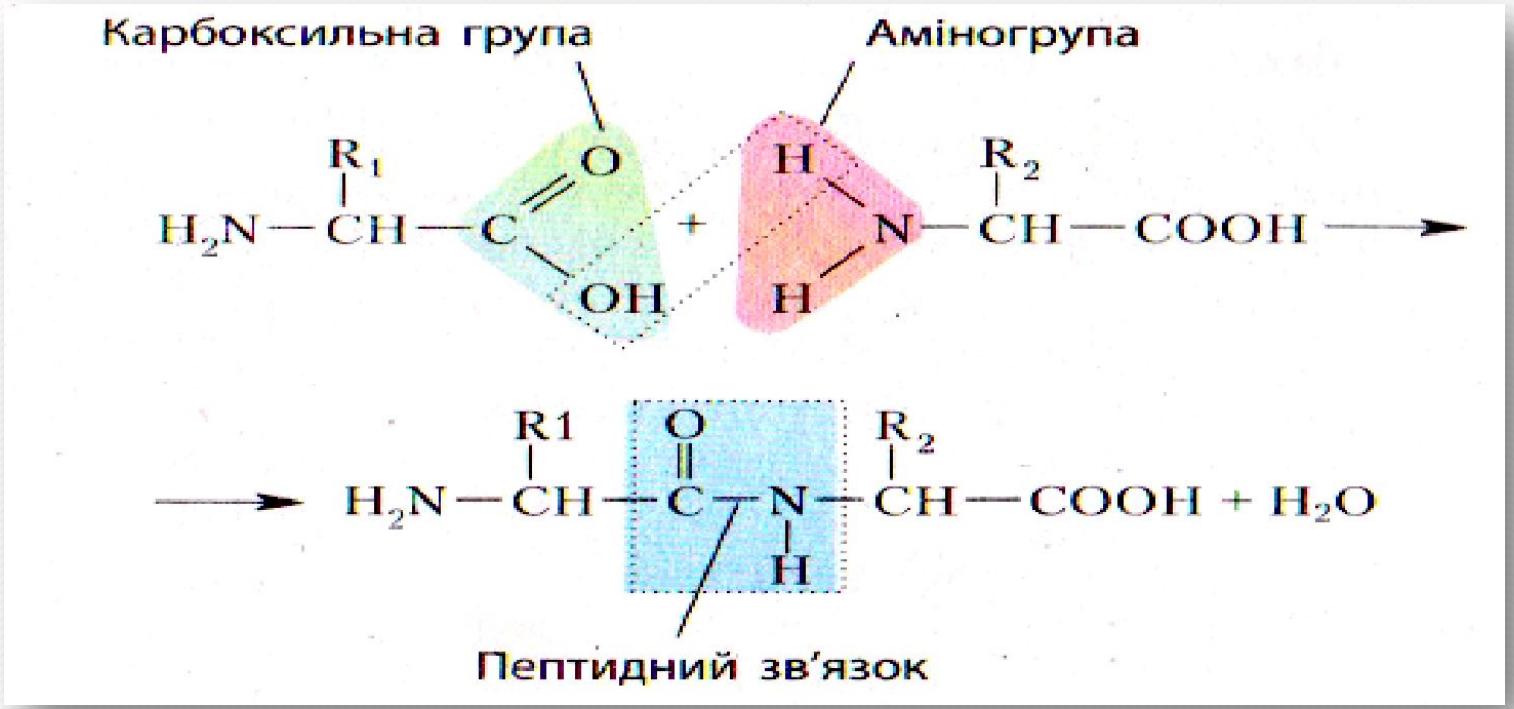
нитка, волокно
нерозчинні

Якісний склад білків

- До складу білкових речовин входять: Карбон, Гідроген, Оксиген, Нітроген, Сульфур, Фосфор.
- Гемоглобін – $C_{3032}H_{4816}O_{872}N_{780}S_8Fe_4$.
- Молекулярна маса білків коливається від декількох тисяч до декількох мільйонів.
- Mr білка яйця = 36 000,
- Mr білка мязів = 1 500 000

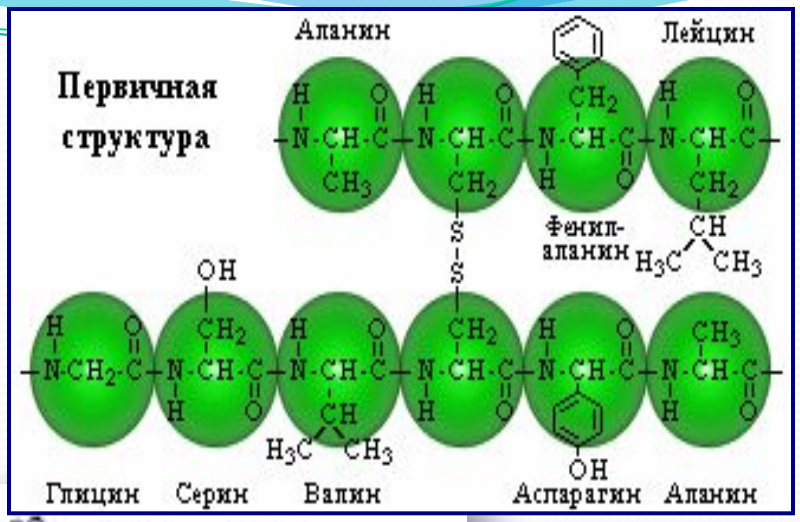


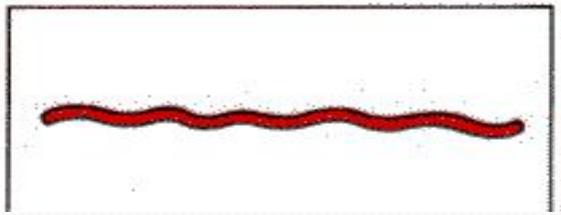
- У процесі біосинтезу білка до його складу включаються 20 амінокислот.
- Амінокислоти можуть з’єднуватися одна з одною через спільні для них групи. Між амінокислотами, що з’єдналися, виникає пептидний зв’язок.

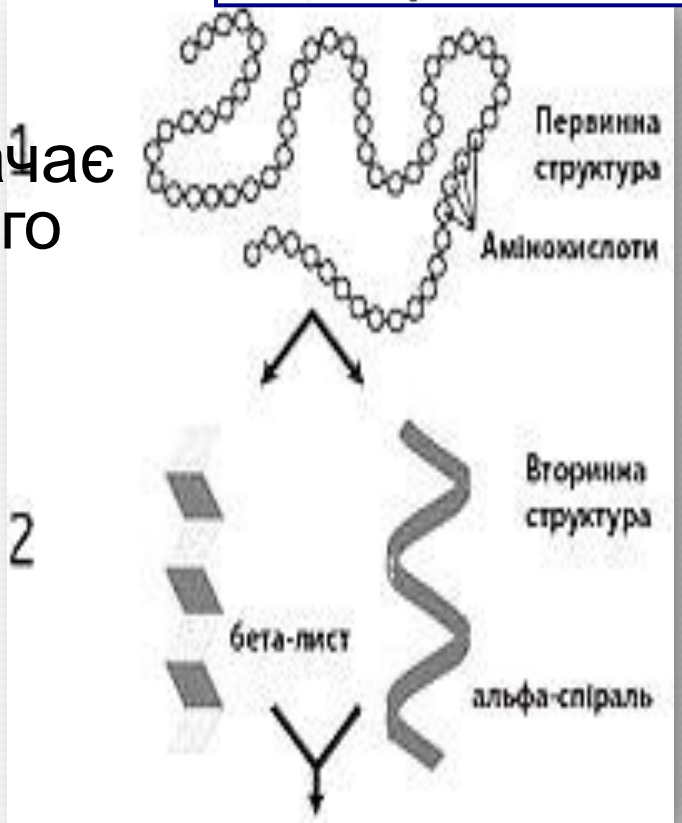


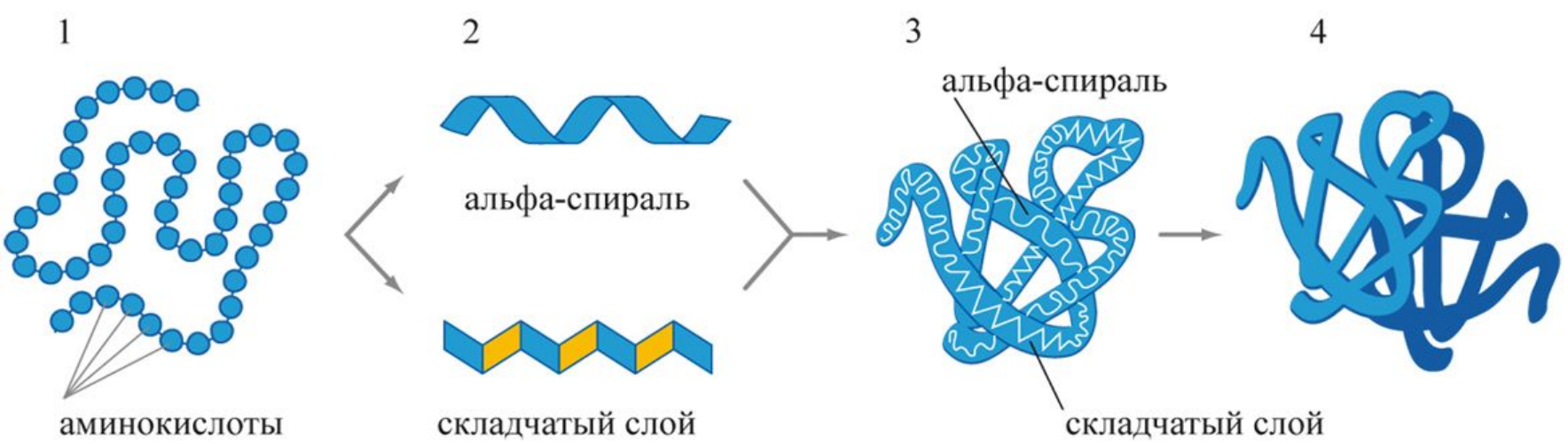
Рівні організації білкової молекули

- **Первинна структура** — пептидна або амінокислотна послідовність, тобто послідовність амінокислотних залишків у пептидному ланцюжку. Саме первинна структура кодується відповідним геном і найбільшою мірою визначає властивості сформованого білка.

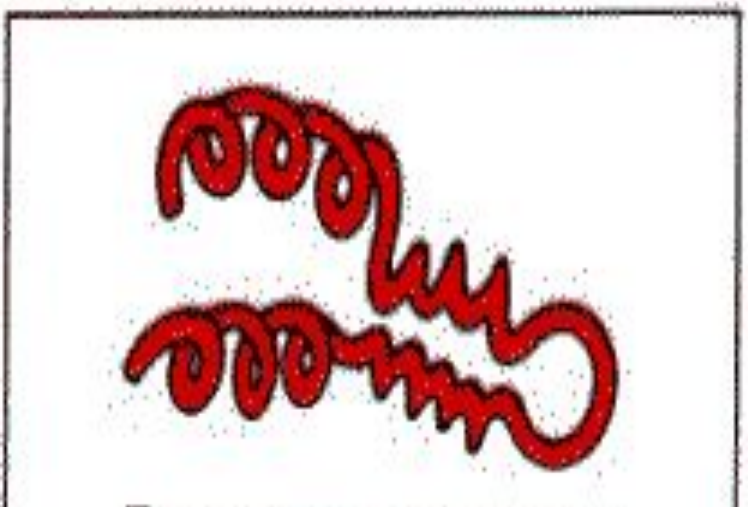


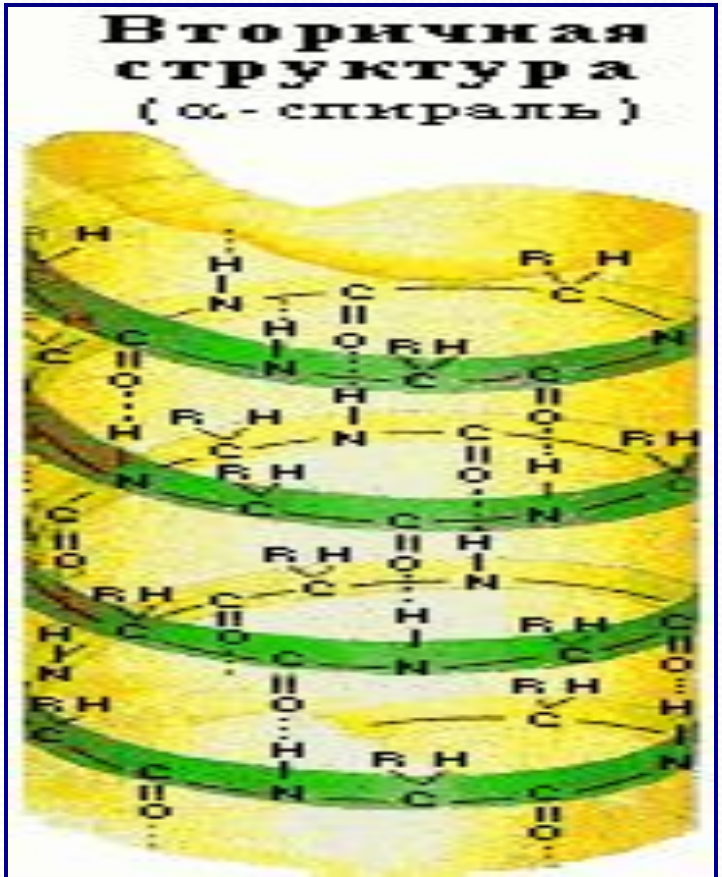






- **Вторинна структура** — локальне впорядковування фрагменту поліпептидного ланцюжка, стабілізоване водневими зв'язками і гідрофобними взаємодіями.

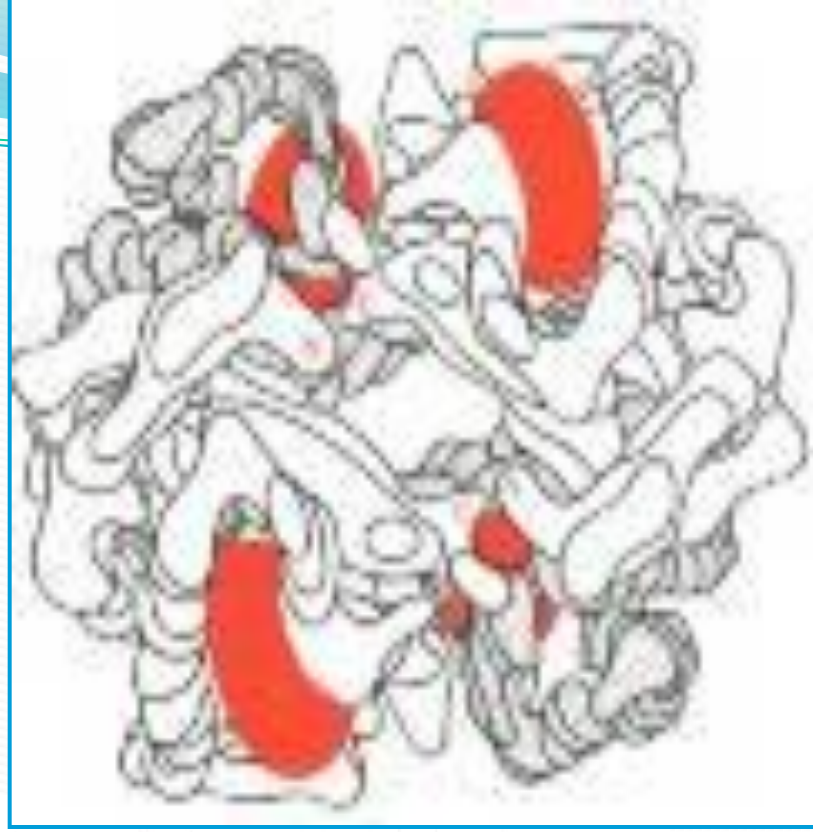


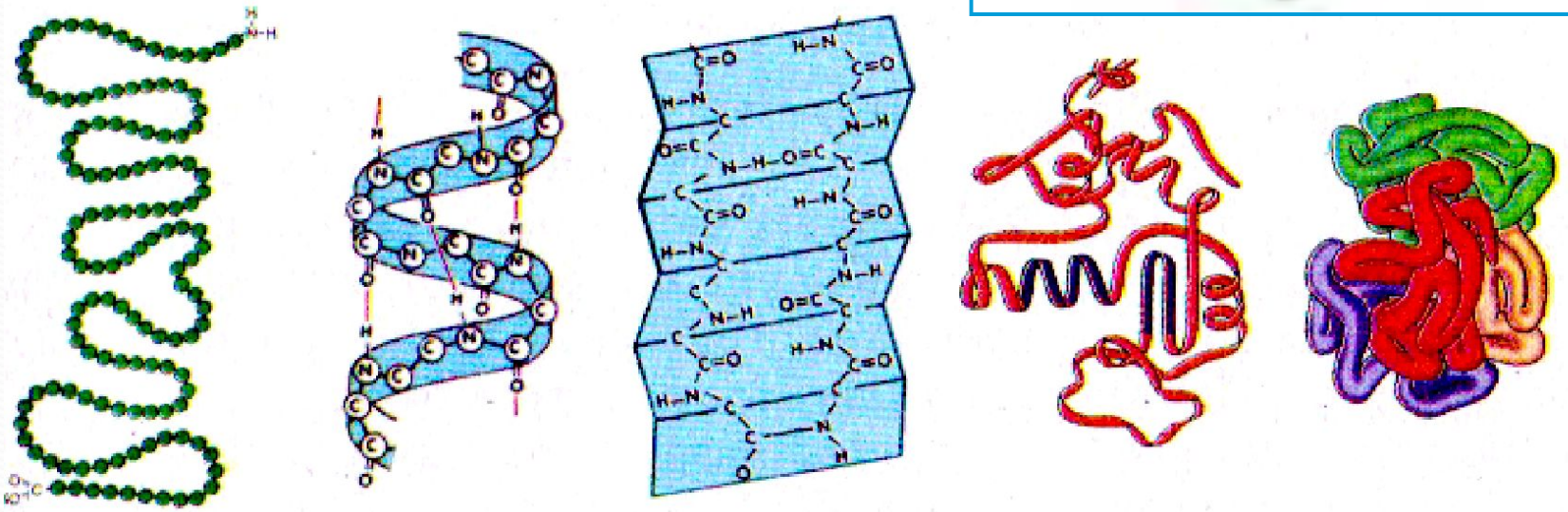


- **Третинна структура** — повна просторова будова цілої білкової молекули, просторове взаємовідношення вторинних структур одна до одної. Третинна структура загалом стабілізується нелокальними взаємодіями, найчастіше формуванням гідрофобного ядра, а також завдяки утворенню водневих зв'язків, солевих містків, інших типів іонних взаємодій, дисульфідних зв'язків між залишками цистеїну.

Четвертинна структура

— структура, що виникає в результаті взаємодії кількох білкових молекул, які в даному контексті називають субодиницями. Повна структура кількох поєднаних субодиниць, що разом виконують спільну функцію, називається білковим комплексом.





Хімічні властивості білків

- **Денатурація** (згортання, втрата природних властивостей, зберігається первинна структура білка)

  Чинники денатурації: концентровані кислоти та луги; отрути рослинного та тваринного походження; високі температури; ультрафіолетове та радіоактивне опромінення.

- **Гідроліз** (повна втрата усіх структур білка та утворення вільних амінокислот)

  Білок+ H_2O амінокислоти

- **Кольорові реакції**

  ксантопротеїнова реакція (взаємодія розчину білка з нітратною кислотою, утворений білий осад нагрівають до появи жовтого забарвлення);

  біуретова реакція (взаємодія розчину білка з купрум (II) гідроксидом до утворення фіолетового розчину).

- * **Ренатурація** – процес відновлення структури білка

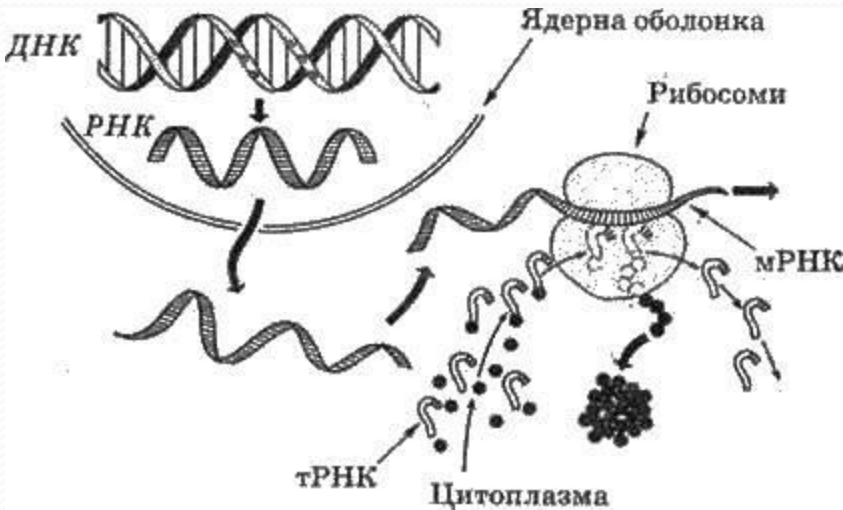
Функції білків в організмі

- ✔ **Будівельна** – вони є основою біологічних мембран. З білків складаються мікротрубочки та мікронитки, які виконують роль скелета. Скріплюють клітинні структури. У хрящах і сухожиллях – колаген, у зв'язках – еластин, у кістках – осин, волосся, нігті, пір'я – кератин
- ✔ **Захисна** – запобігання ушкодженням клітин, органів і організму в цілому, захист від паразитів і сторонніх білків.
- ✔ **Регуляторна** – регулювання активності обміну речовин. Це гормони білкової породи чи ферменти

- ✔ **Сигнальна** – здатність “розпізнавати” специфічні хімічні сполуки і певним чином на них реагувати.
- ✔ **Скорочувальна** – забезпечує здатність клітини, тканини чи організму змінювати форму, рухатись
- ✔ **Запасаюча** – деякі білки відкладаються про запас

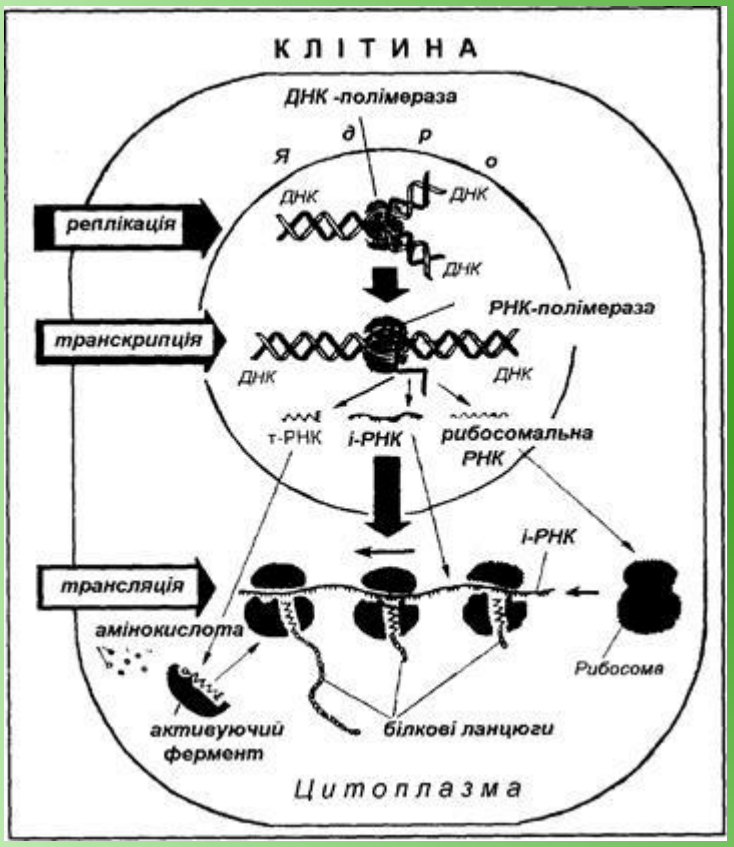
- ✔ **Транспортна** – транспорт неорганічних іонів і специфічних органічних речовин
- ✔ **Енергетична** – при їхньому розщепленні вивільняється енергія
- ✔ **Каталітична** – виконується певним класом білків – ферментами, що прискорюють біохімічні реакції
- ✔ **Поживна** – на деяких етапах розвитку зародок споживає їх

Біосинтез (або просто синтез) **білків** — процес, за допомогою якого клітини будують білки. Термін іноді використовується для посилання виключно на процес трансляції, але частіше означає багатокроковий процес, що включає біосинте амінокислот, транскрипцію, процесинг (включаючи с плайсинг), трансляцію та посттрансляційну модифікацію білків. Біосинтез білків, хоча й дуже подібний, дещо відрізняється між представниками трьох доменів життя — еукаріотами, археями та бакте ріями.



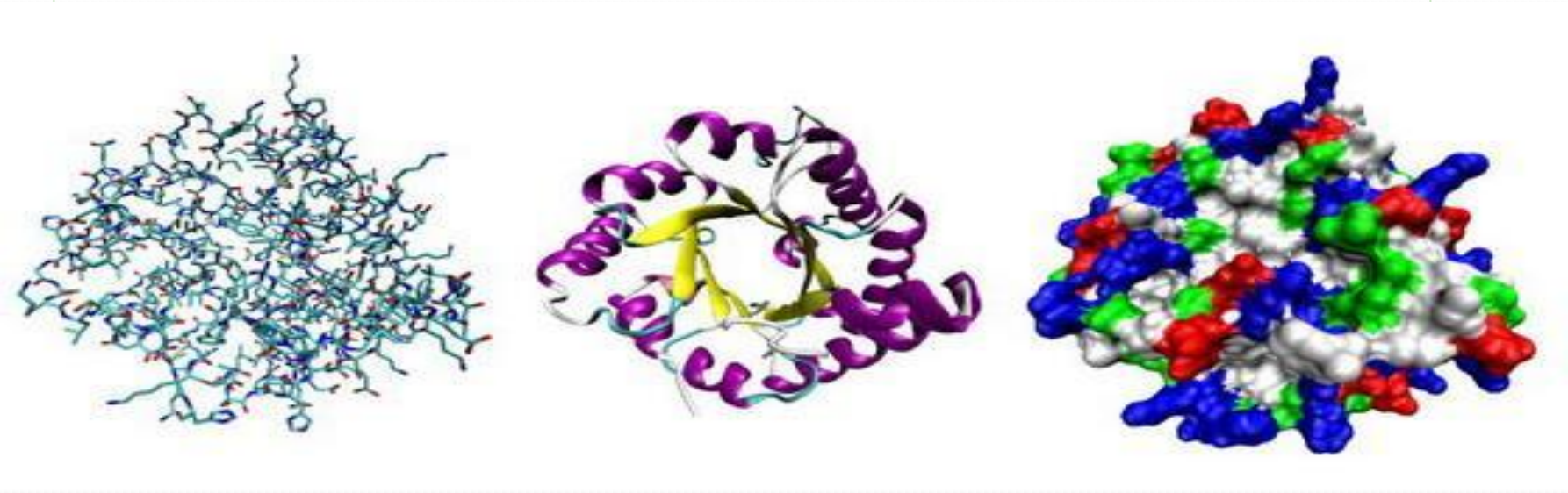
Біосинтез білка проходить у 4 етапи.

І етап



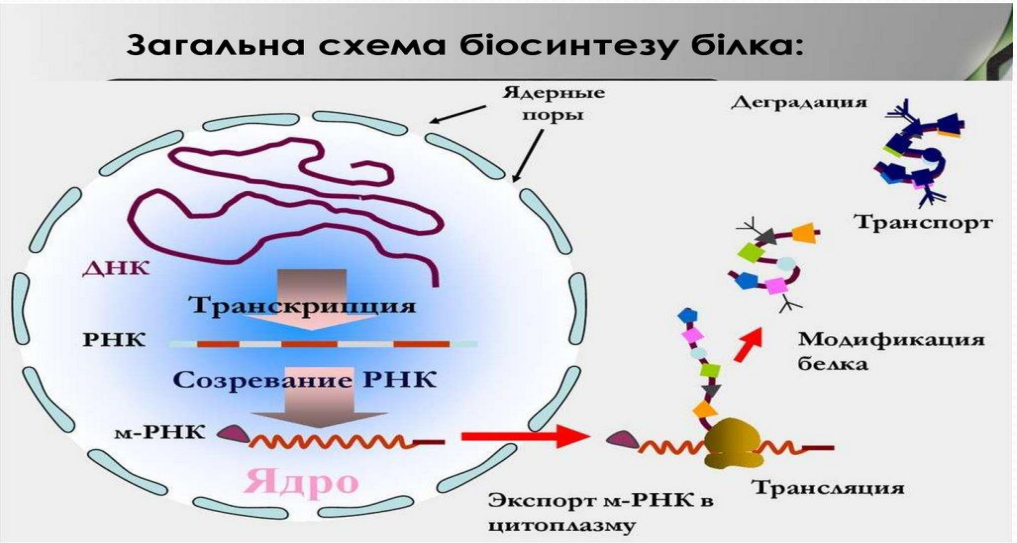
Транскрипція — передача інформації про структуру білка з молекули ДНК на ІРНК. Особливий фермент РНК-полімераза, просуваючись по молекулі ДНК, за принципом комплементарності підбирає нуклеотиди і з’єднує їх в один ланцюг. Ділянка ДНК (ген або група генів) є матрицею для відповідної іРНК. На початку кожної групи генів є своєрідний посадочний майданчик для ферменту РНК-полімерази — промотор. Тільки приєднавшись до неї, РНК-полімераза здатна почати синтез іРНК. У кінці групи генів РНК-полімераза зустрічає стоп-сигнал — термінатор (у вигляді певної послідовності нуклеотидів), який сигналізує про припинення процесу транскрипції. Синтезовані молекули іРНК переходять із ядра в цитоплазму, а ДНК відновлює свою структуру.

II етап **Активація амінокислот. Цей процес відбувається в цитоплазмі. Активовані молекули амінокислот з'єднуються з відповідними молекулами транспортних РНК. У молекулі тРНК є дві важливі ділянки: акцепторна ділянка, до якої прикріплюється відповідна амінокислота, антикодон — триплет нуклеотидів, який комплементарний кодону ІРНК даної амінокислоти. Активовані амінокислоти, сполучені з тРНК, надходять до рибосом.**

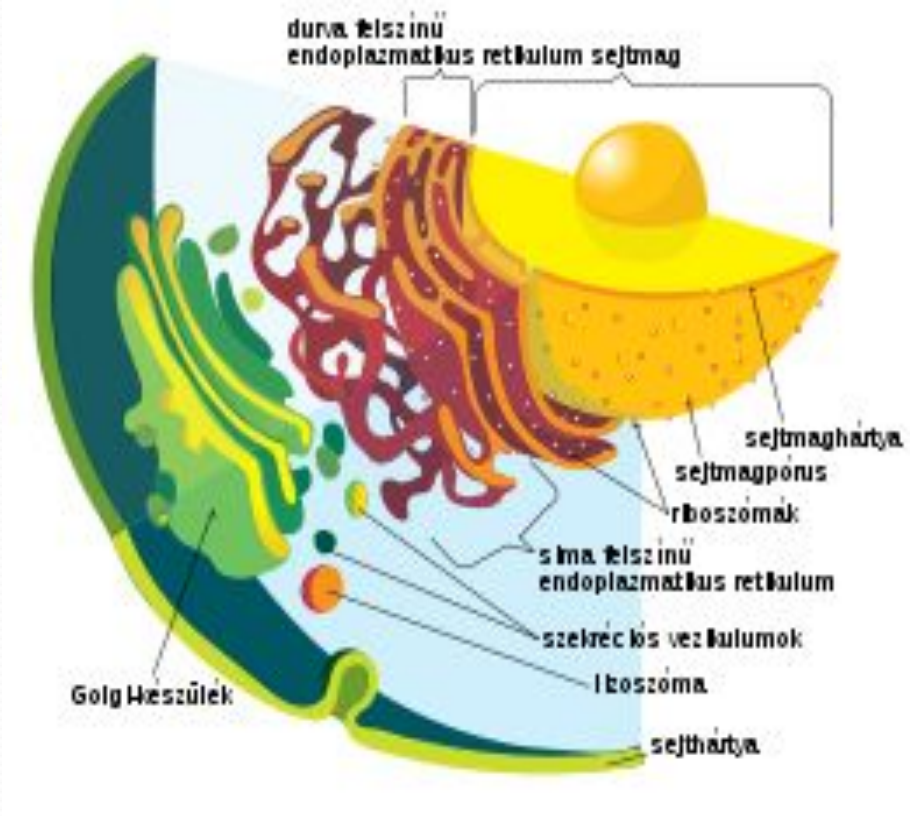


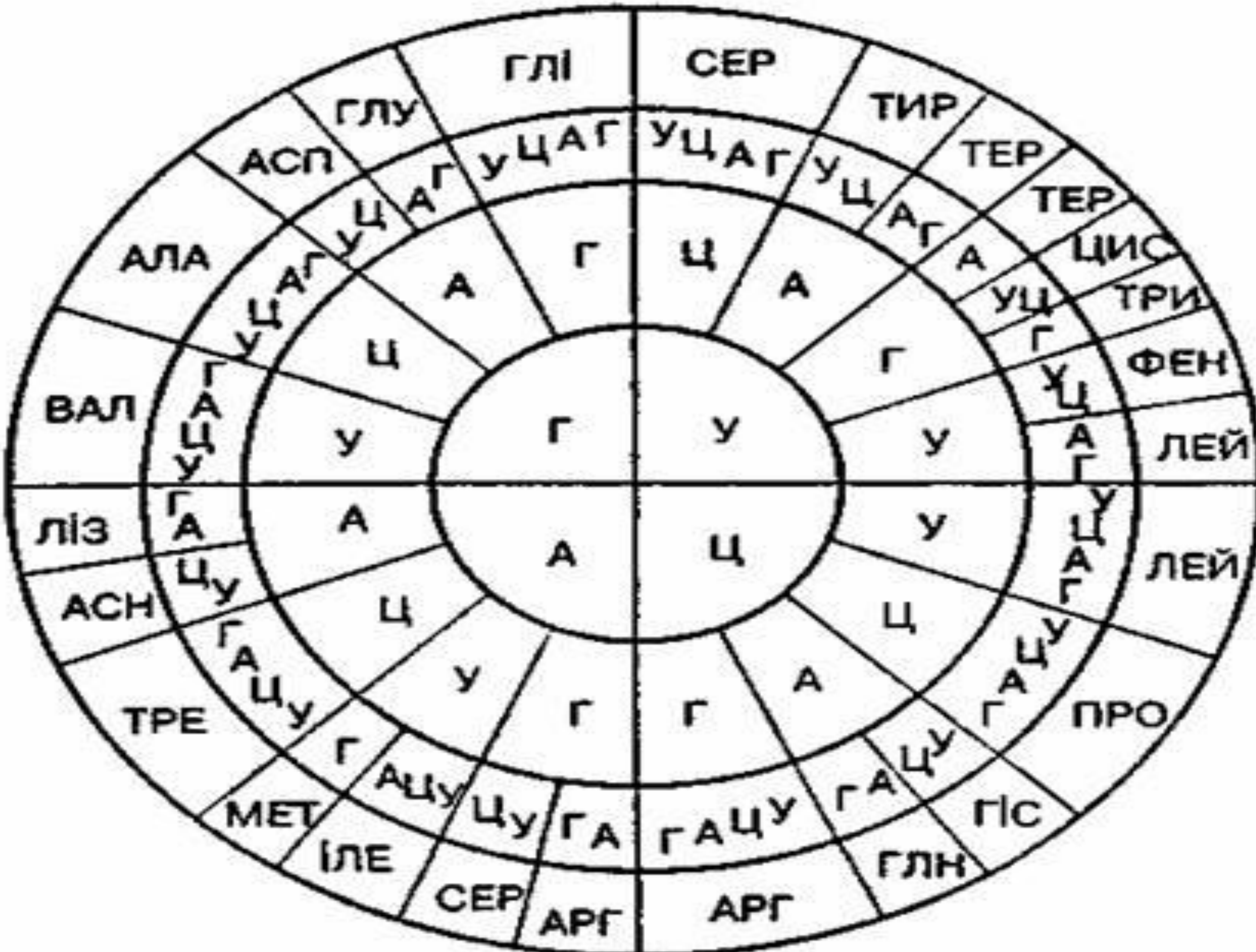
III етап **Трансляція — синтез поліпептидних ланцюгів. Відбувається так: молекула іРНК рухається між двома субодиницями рибосом, і до неї послідовно приєднуються молекули тРНК з амінокислотами. При цьому за принципом комплементарності кодони ІРНК вступають у зв' язок з антикодонами тРНК. Послідовність розташування амінокислот при цьому визначається порядком чергування триплетів у молекулі ІРНК. Про завершення синтезу поліпептидного ланцюга сигналізує термінуючий кодон іРНК (УАА, УАГ, УГА). Процес синтезу молекули білка потребує великих витрат енергії. На сполучення кожної амінокислоти з тРНК витрачається енергія двох молекул АТФ. Крім того, енергія ще двох молекул АТФ потрібна для пересування рибосоми по ІРНК.**

Синтез одного білка триває від 20 до 560 секунд. Але ця швидкість буде підвищена, якщо синтез поліпептидного ланцюга відбудеться на полірибосомальному комплексі (полісомі) — скупченні рибосом (до 80 й більше), коли вони об'єднані однією ІРНК в групу.



IV етап **Утворення вторинної і третинної структур білкової молекули. Цей етап здійснюється в цитоплазмі шляхом скручування, згортання поліпептидного ланцюга. Потім до нього приєднуються різні органічні молекули — вуглеводи, жирні кислоти тощо.**

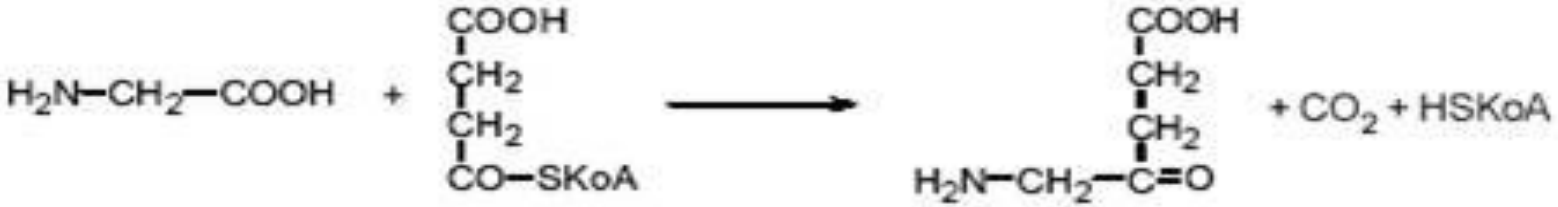




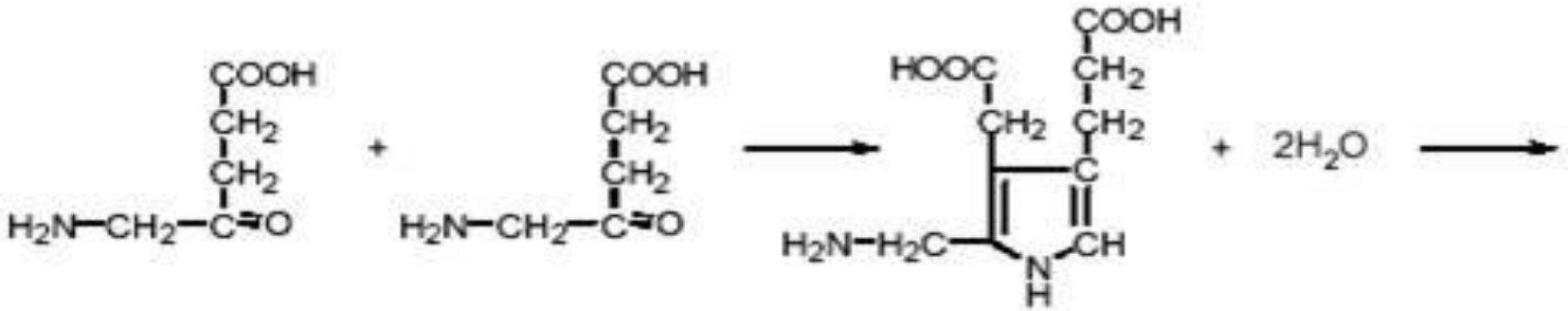
Г
У
А
Ц
Г
А
Ц
У
А
Ц
У
Г
Ц
А
Г
У
У
Ц
А
Г
ГЛІ
СЕР
ТИР
ТЕР
ТЕР
ЦИС
ТРИ
ФЕН
ЛЕЙ
ЛЕЙ
ПРО
ГІС
ГЛН
АРГ
АРГ
СЕР
ІЛЕ
МЕТ
ТРЕ
АСН
ЛІЗ
ВАЛ
АЛА
АСП
ГЛУ

Етапи біосинтезу білка

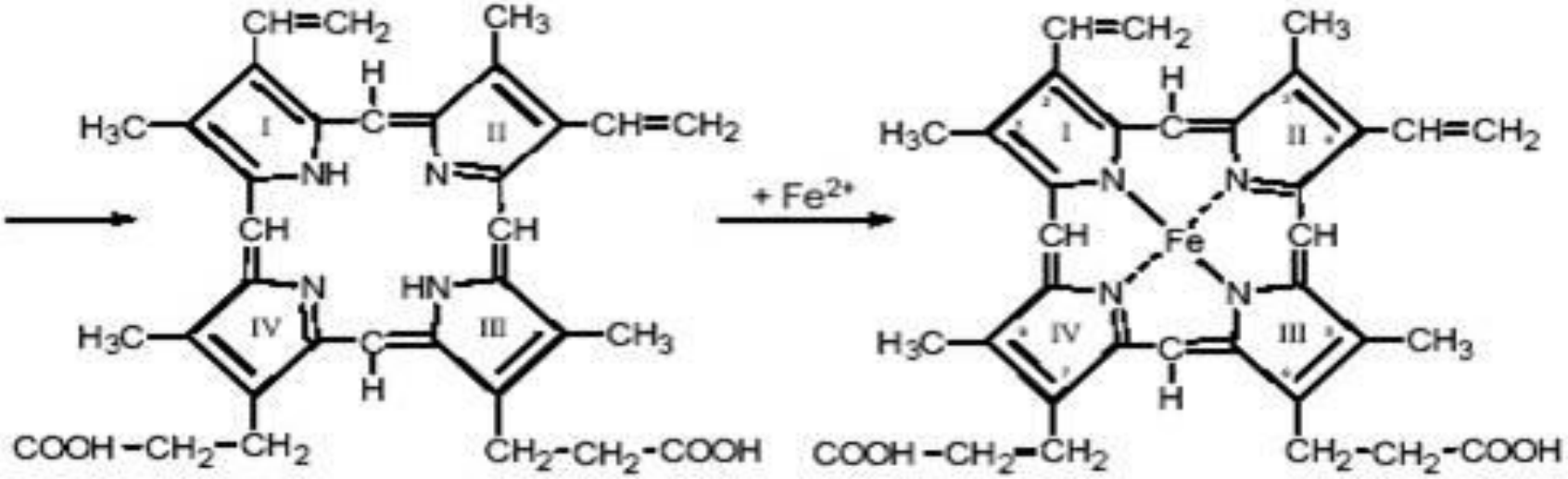
Етапи	Характеристика
I. Транскрипція	Передача інформації про структуру білка з молекули ДНК на ІРНК. Ділянка ДНК є матрицею для відповідної ІРНК. Синтезовані молекули ІРНК переходять із ядра в цитоплазму, а ДНК відновлює свою структуру
II. Активація амінокислот	Відбувається в цитоплазмі. Активовані молекули амінокислот з'єднуються з відповідними молекулами тРНК. У молекулі тРНК є дві ділянки: акцепторна, до якої прикріплюється відповідна амінокислота, та ділянка, що містить антикодон — триплет нуклеотидів, який комплементарний кодону ІРНК даної амінокислоти. Активовані амінокислоти, сполучені з тРНК, надходять до рибосом
III. Трансляція	Синтез поліпептидних ланцюгів. Молекула ІРНК рухається між двома субодиницями рибосом, до неї послідовно приєднуються молекули тРНК з амінокислотами. За принципом комплементарності кодони ІРНК вступають у зв'язок з антикодонами тРНК. Про завершення синтезу сигналізує термінуючий кодон ІРНК (УАА, УАГ, УГА)
IV. Утворення вторинної і третинної структур білкової молекули	Здійснюється в цитоплазмі шляхом скручування, згортання поліпептидного ланцюга. Потім до нього приєднуються органічні молекули — вуглеводи, жирні кислоти тощо. Цей процес відбувається в ЕПС та комплексі Гольджі



Гліцин *Сукциніл КоА* *δ-амінолевулінова кислота*



Порфобіліноген



Протопорфірин IX *Гем*

(1,3,5,8-тетраметил-2,4-дивініл-6,7-дипропіоновокислий порфін)

Структури та речовини, що беруть участь у біосинтезі

ДНК	**Зберігає інформацію про первинну структуру білка**
ІРНК	Копіює спадкову інформацію з ділянки молекули ДНК-гена і переносить її до місця збирання поліпептида
тРНК	Приєднує амінокислоти і переносить їх в рибосоми
рРНК	Структурна основа рибосом
Ферменти	Біокаталізатори
Амінокислоти	Мономери білка
АТФ	Енергоносій
Рибосоми	Білково-синтезуючий апарат. Утворює на ІРНК полірибосоми