

A 3D molecular model of a protein structure. A long, yellow, beaded chain representing a polypeptide backbone is shown. A large, blue, spherical structure is attached to the chain. The background is a soft, pinkish-purple gradient. The text "Білки та амінокислоти" is overlaid in large, bold, yellow font. The text "Motor protein" is visible in a smaller, white font in the background.

Білки та амінокислоти

Motor protein

План

1. Загальна характеристика білків
2. Фізико – хімічні властивості білків.
3. Хімічний склад білків
4. Фізико – хімічні властивості амінокислот
5. Структура білкової молекули
6. Класифікація білків

1. Загальна характеристика білків

Білки — високомолекулярні органічні сполуки, побудовані із залишків амінокислот, що складають структурну і функціональну основу будь-якого живого організму.



Каталітична
(ферменти)

Транспортна
(гемоглобін)

Захисна
(антитіла)

*Функції
білків*

Енергетична
(1г білка – 17.6 кДж
або 4,06 ккал)

Рухова
(м'язи)

Структурна
(колаген,
кератин)

Регуляторна
(гормони)

Білки в середньому становлять 18—21 % загальної сирової маси організму і до 40—50 % його сухої маси.

У складі сухої маси органів вміст білків:

| | | | |
|-------------------------|----|----------------|----|
| Селезінка | 84 | Шкіра | 63 |
| Легені | 82 | Серце | 60 |
| М'язи | 80 | Печінка | 57 |
| Нирки | 72 | Головний мозок | 45 |
| Тканини травного каналу | 63 | Кістки | 28 |

Елементний склад білків такий, %:

| | | | |
|---------|-------|--------|---------|
| Вуглець | 50—55 | Водень | 6,5—7,5 |
| Кисень | 21—24 | Сірка | 0,3—2,5 |
| Азот | 15—18 | Фосфор | 1—2 |

2. Фізико – хімічні властивості

Молекулярна маса білків коливається в межах: від кількох тисяч (інсулін — 5700) до сотень мільйонів (білок вірусу грипу — 322 млн.).

Є дві основні форми білків:

1. глобулярна (кулеподібна)
2. фібрилярна (витягнута).

Форма молекули білка змінюється під впливом факторів: рН, температури, іонної сили, концентрації розчину.

Довжина білкової молекули середньої молекулярної маси досягає кількох десятків нанометрів

Більшість білків розчиняється у воді. Вони утворюють ліофільні колоїдні розчини, для яких типові такі властивості:

1. молекулярно-кінетичні;
2. оптичні;
3. електрокінетичні.



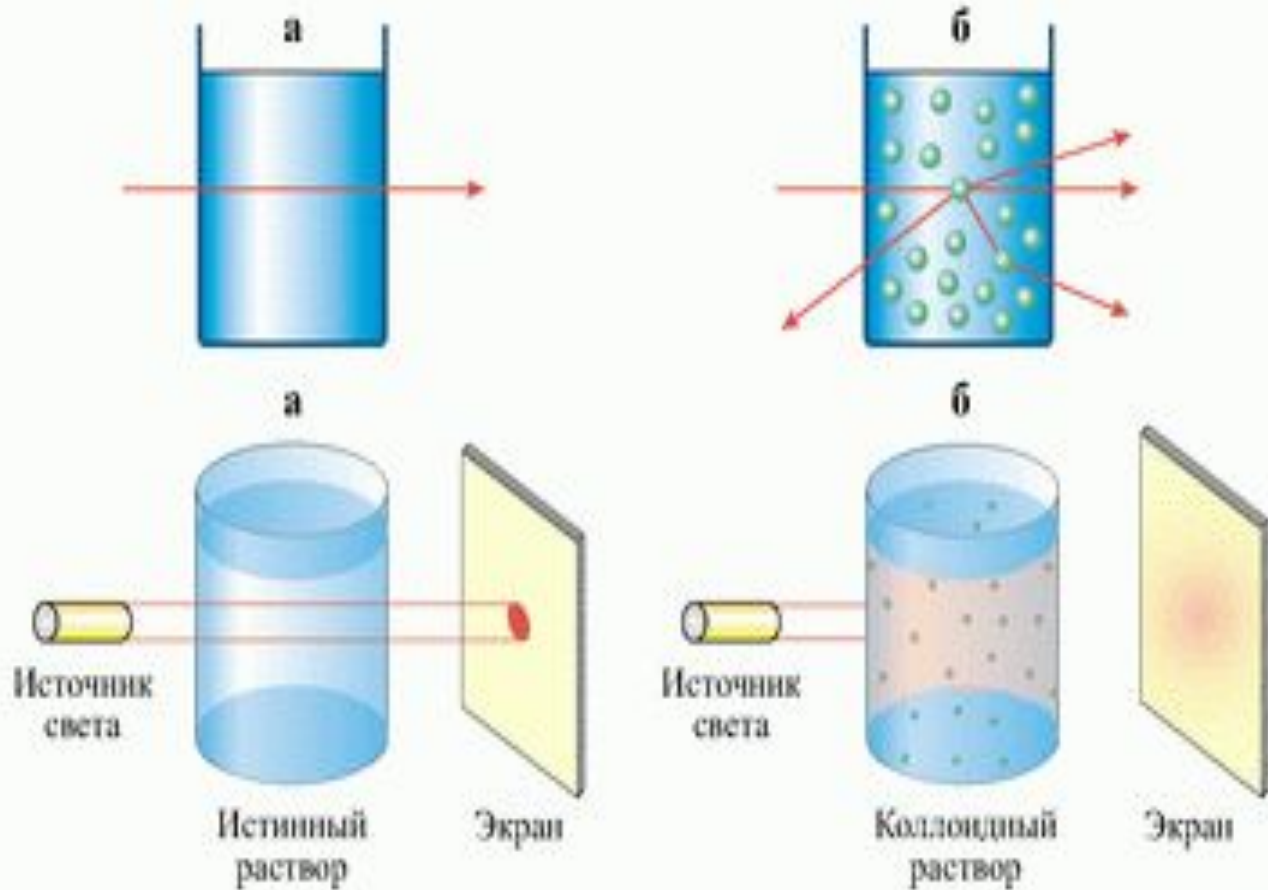
Молекулярно-кінетичні властивості

Пов'язані з розмірами і переміщенням колоїдних часточок у середовищі, рН розчину, температурою навколишнього середовища тощо.

Колоїдні розчини білків мають низький коефіцієнт дифузії, низький осмотичний тиск (0,273—0,364 Па), але високу відносну в'язкість і великий ступінь набрякання (білки зв'язують близько 80—90 % усієї води організму).

Оптичні властивості

ЭФФЕКТ ТИНДАЛЯ



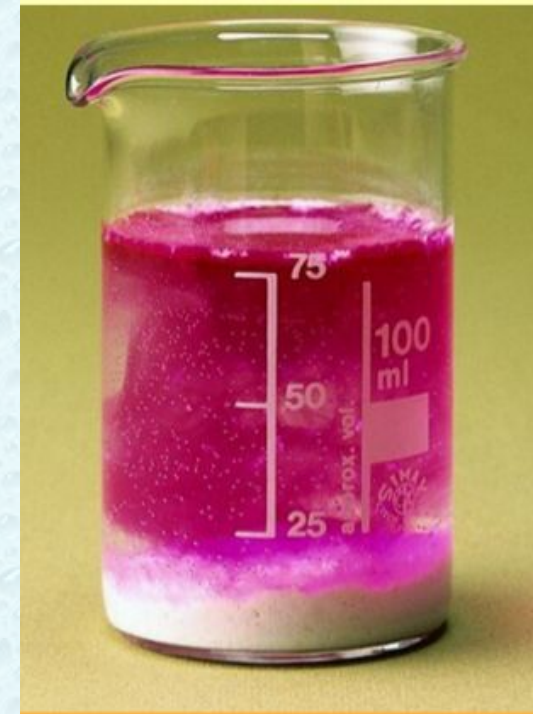
Зумовлені відношенням колоїдних часточок до проходження променів світла крізь розчин. Розчини білків звичайно каламутні. Вони здатні розсіювати промені світла (**ефект Тиндаля**). Контури колоїдних часточок видно в ультрамікроскопі (явище ультрамікроскопії) і в електронному мікроскопі.

Електрокінетичні властивості

Визначаються наявністю частинок подвійного електричного заряду (адсорбційний і дифузний шари). Між величинами позитивного і негативного зарядів виникає дзета-потенціал. Якщо $\zeta = 0$, настає **ізоелектричний стан** і колоїдна частинка седиментує (**седиментація** — самовільне осідання). Ізоелектричний стан настає при різних значеннях рН:

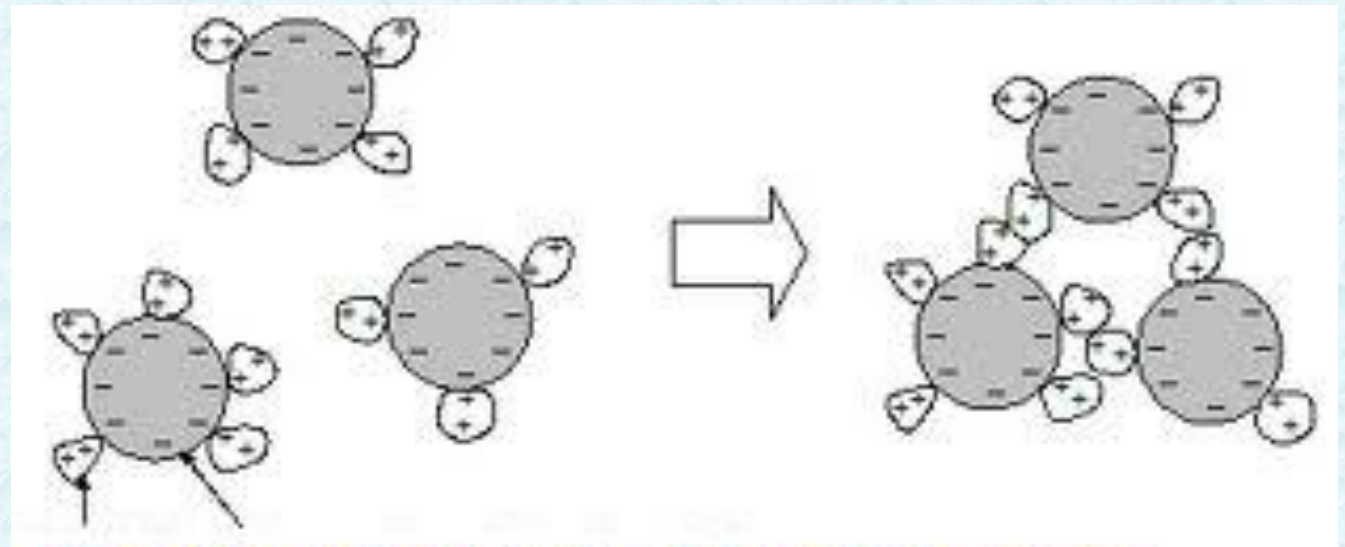
у яєчного білка — при рН = 4,8,
у гемоглобіну — при рН = 6,7,
у міозину — при рН = 5.

Значення рН, при якому настає ізоелектричний стан, визначає **ізоелектричну точку**.



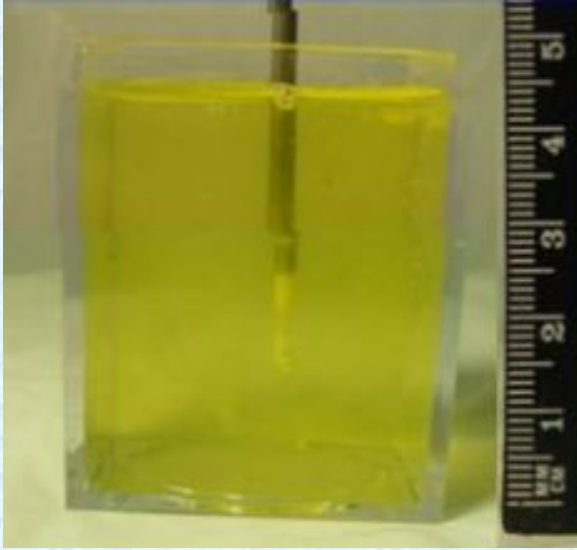
Під впливом факторів зовнішнього і внутрішнього середовища білки можуть випадати в осад — коагулювати. Коагуляцію використовують для виділення та вивчення білків у біологічних рідинах:

1. сироватці крові;
2. лікворі,
3. лімфі;
4. сечі;
5. молоці.



Коагуляція (з лат. «згущення» або «згортання») - процес злипання твердих часток колоїдної системи при їх зіткненнях в процесі теплового руху.

Коагуляція яєчного білка



Час нагрівання 1 сек.



Час нагрівання 20 сек.



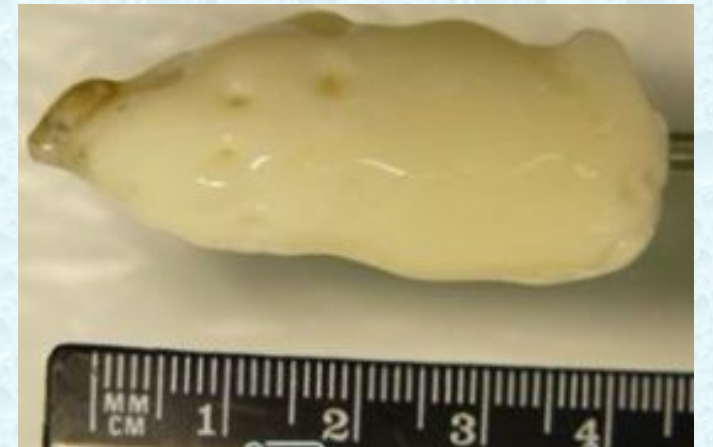
Час нагрівання 60 сек.



Час нагрівання 90 сек.



Час нагрівання 140 сек.



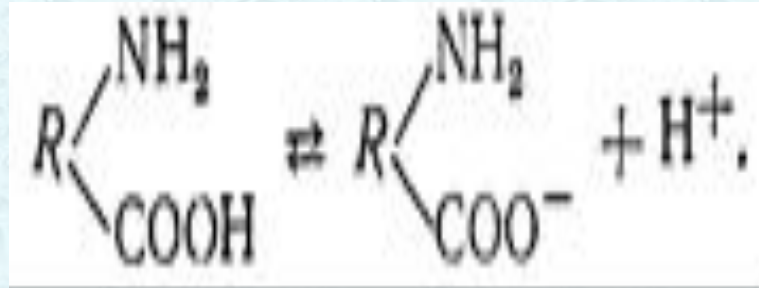
Час нагрівання 145 сек.

Захисні властивості білків характеризуються **золотим числом**. Це та кількість захисного колоїду (у міліграмах), якої достатньо для того, щоб запобігти зміні кольору 10 см³ червоного золю золота на фіолетовий при добавлянні 1 см³ 10 %-го розчину NaCl.

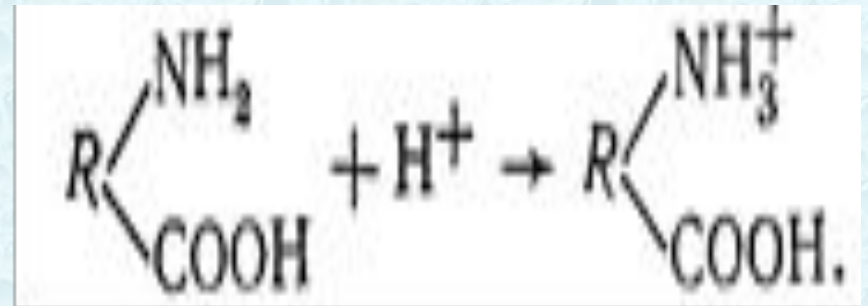
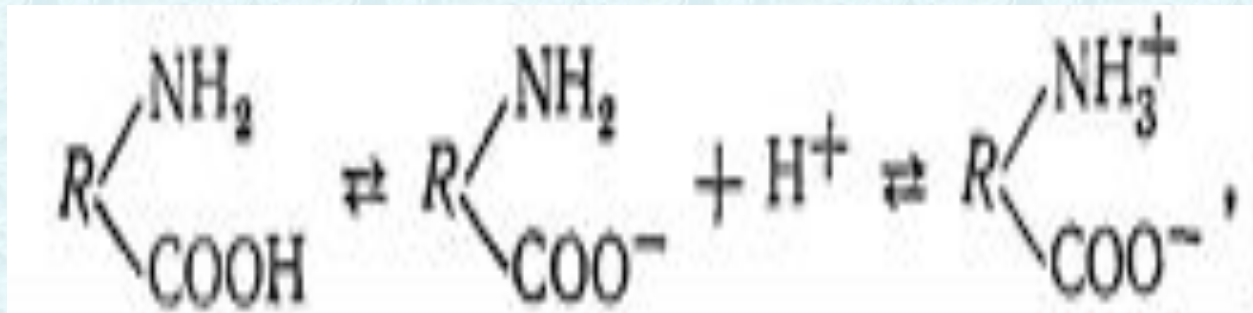
Чим менше золоте число, тим сильніша захисна дія колоїду

Білки — амфотерні електроліти. У молекулі білка містяться аміногрупи — NH₂ і карбоксильні групи —COOH.

Під час дисоціації карбоксильних груп білок набуває властивостей слабкої кислоти:



Іони водню можуть приєднуватися до аміногруп білкової молекули; білок набуває властивостей слабкої основи:



3. Хімічний склад білків

Хімічний склад білків встановлюють різними методами, основним з яких є гідроліз. Розрізняють:

| <i>кислотний</i> | <i>лужний</i> | <i>ферментативний</i> |
|--|---|---|
| білок вміщують на 6—20 год у 5—10-кратний об'єм 1 н. розчину AgCl або HCl при температурі 100— 110 °С. | проводять за тих самих умов у 2 н. розчинах лугів | застосовують протеолітичні ферменти- пепсин, трипсин, хімотрипсин |

Кінцевими продуктами гідролізу є амінокислоти та простетичні (небілкові) групи. Уявлення про склад білків можна одержати при зіставленні результатів трьох видів гідролізу.

4. Фізико – хімічні властивості амінокислот

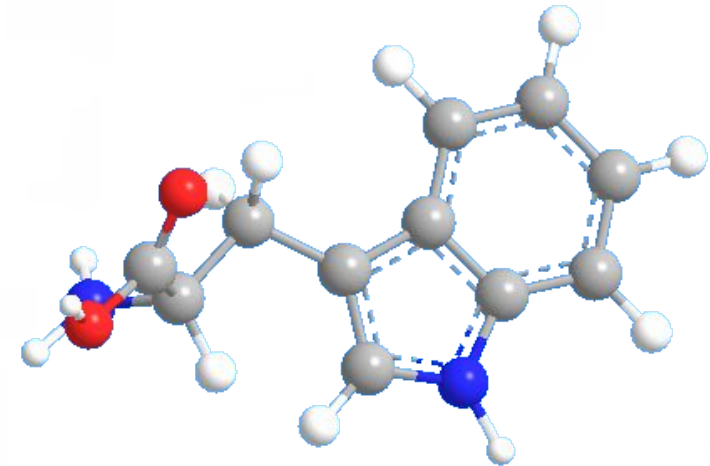
Амінокислоти — основні продукти гідролізу білків.

Амінокислоти є похідними карбонових кислот, у радикалі яких один чи кілька атомів водню заміщені на аміногрупи.

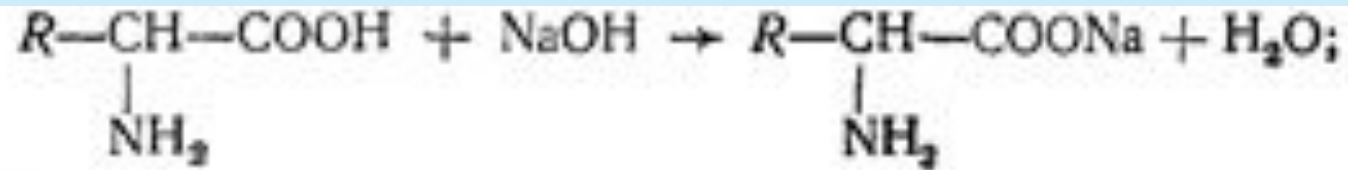
Це

- ✓ безбарвні кристалічні речовини,
- ✓ солодкі на смак,
- ✓ більшість з них розчиняються у воді,
- ✓ оптично активні (крім гліцину),
- ✓ мають високу температуру плавлення (220—315 °С),
- ✓ належать до L-ряду,

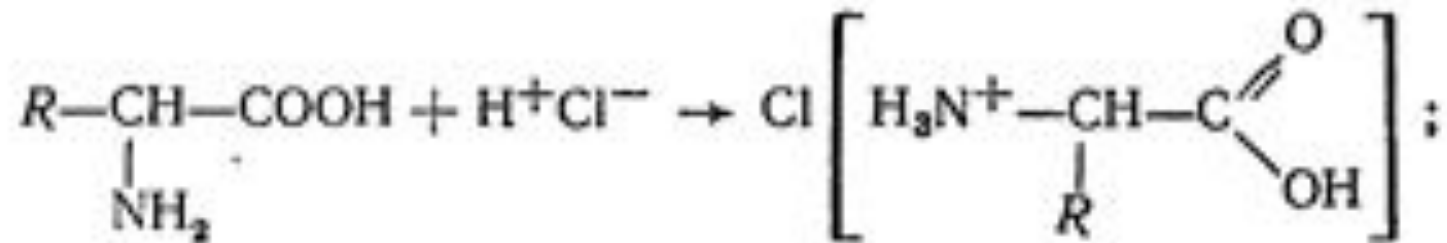
Амінокислоти D-ряду містяться в деяких антибіотиках і оболонках мікробів.



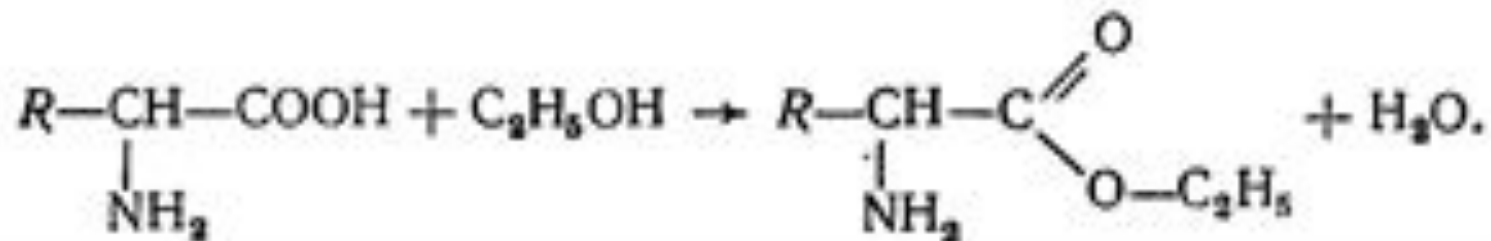
Амінокислоти мають високу хімічну активність. Вступають у хімічні реакції як за $-\text{NH}_2$ -, так і за $-\text{COOH}$ -групами, зокрема взаємодіють з лугами:



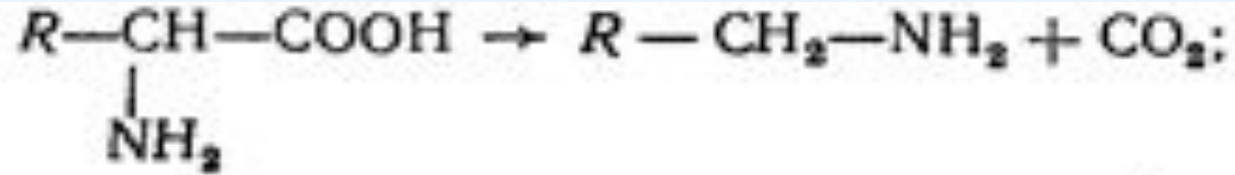
з кислотами:



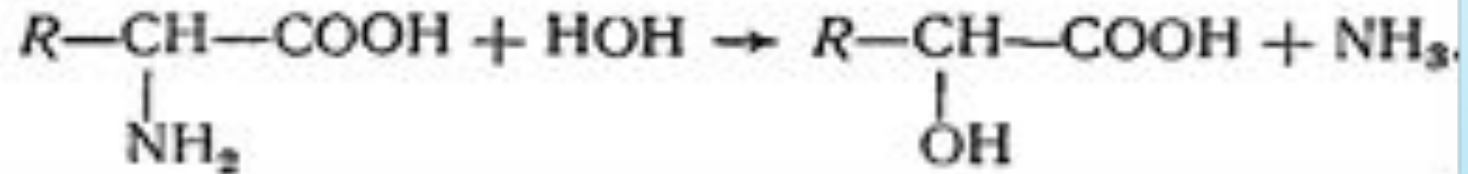
можуть утворювати складні ефіри:



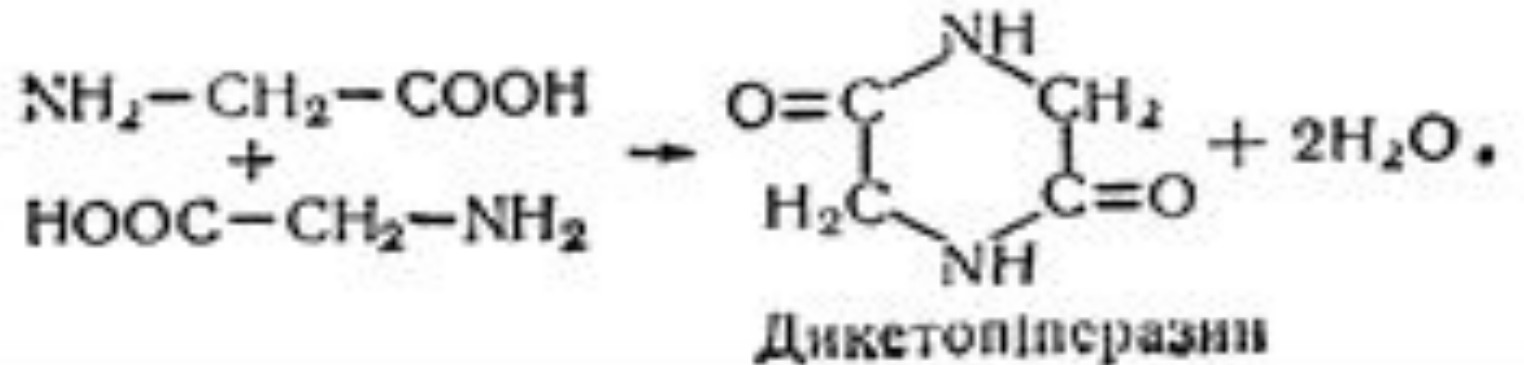
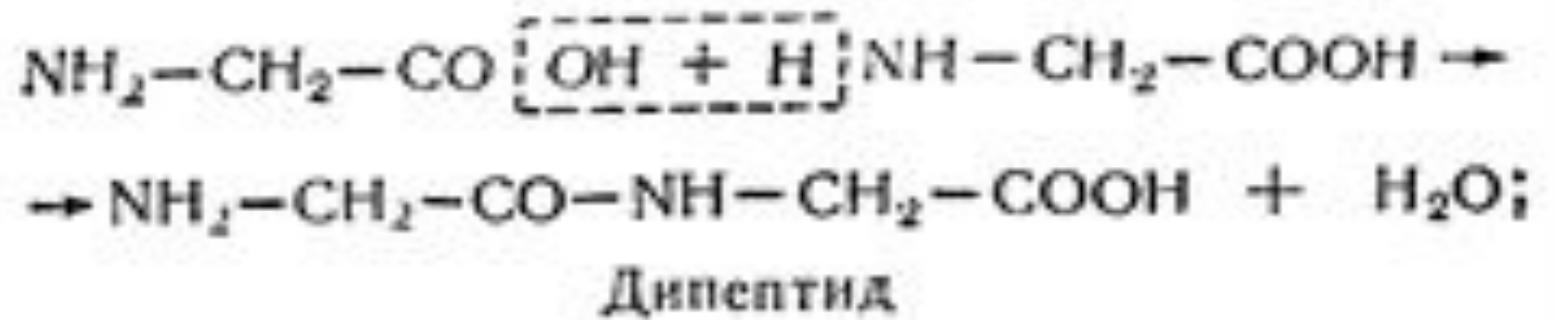
Для амінокислот характерні реакції декарбосилування:



дезамінування:



Амінокислоти
можуть
утворювати
пептиди:



Амінокислоти утворюють комплексні солі з багатьма металами міддю, цинком, свинцем тощо:



Класифікація АК за біологічною значимістю



Амінокислоти

```
graph TD; A[Амінокислоти] --> B[циклічні]; A --> C[ациклічні]; B --> D[ізоциклічні]; B --> E[гетероциклічні]; C --> F[моноаміномонокарбонові]; C --> G[моноамінодикарбонові]; C --> H[діаміномонокарбонові]; C --> I[діамінодикарбонові];
```

The diagram illustrates the classification of amino acids. It starts with a central box labeled 'Амінокислоти' (Amino acids). This box branches into two main categories: 'циклічні' (cyclic) and 'ациклічні' (acyclic). The 'циклічні' category further divides into 'ізоциклічні' (isocyclic) and 'гетероциклічні' (heterocyclic). The 'ациклічні' category is further divided into four sub-categories: 'моноаміномонокарбонові' (monoamino monocarboxylic), 'моноамінодикарбонові' (monoamino dicarboxylic), 'діаміномонокарбонові' (diamino monocarboxylic), and 'діамінодикарбонові' (diamino dicarboxylic).

циклічні

ациклічні

ізоциклічні

гетероциклічні

моноаміномонокарбонові

моноамінодикарбонові

діаміномонокарбонові

діамінодикарбонові

Моноаміномонокарбонові амінокислоти

Молекули цієї підгрупи амінокислот мають одну —NH₂- і одну —COOH-групи.

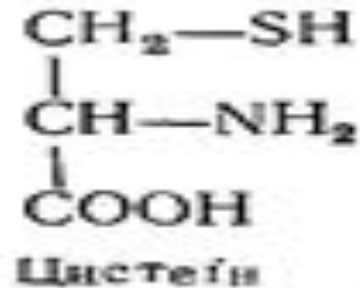
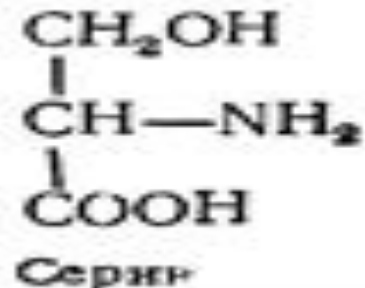
Гліцин (глікокол, амінооцтова кислота) NH₂—CH₂—COOH.

Солодка на смак. Синтезується в тканинах організму і утворюється під час гідролізу білків кормів.

Бере участь у біосинтезі глутатіону, гіпурової кислоти, порфіринів, креатину тощо.

L - Аланін (α-амінопропіонова кислота) часто трапляється у складі білків.

Є основою для біосинтезу серину і цистеїну:

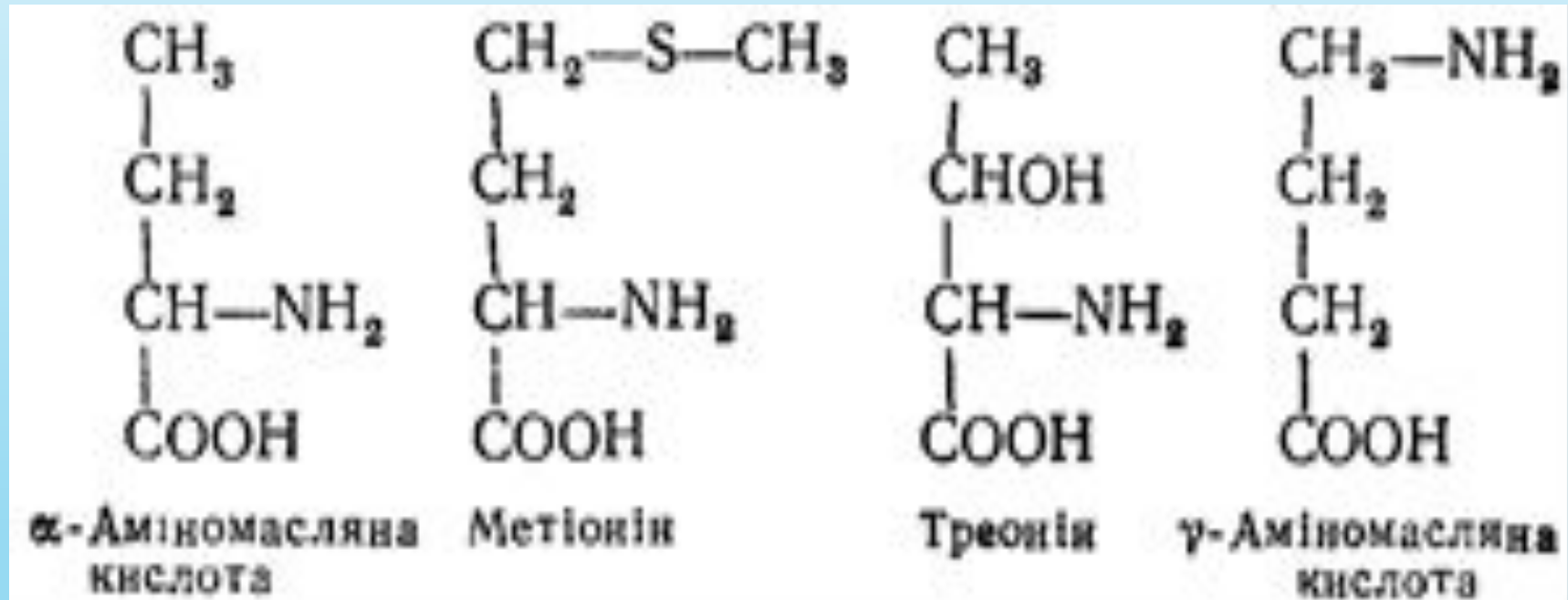


Аланін та його похідні (серин, цистеїн, фенілаланін, тирозин, триптофан, гістидин) становлять 60—65 % усіх амінокислот білків. Синтезується в тканинах організму і утворюється під час гідролізу білків кормів. Аланін — сировина для утворення коензиму А, пантотенової кислоти, карнозину та ансерину. У тваринних тканинах міститься β -аланін $\text{N}_4\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—COOH}$, складова частина ансерину.

L-Серин (α -аміно- β -оксипропіонова кислота) — складова частина багатьох білків. Синтезується в організмі тварини і утворюється під час гідролізу білків кормів. Похідними його є антибіотики циклосерин і азосерин.

L-Цистеїн (α -аміно- β -тіопропіонова кислота). Виділений з гідролізатів білків вовни, рогів та копит у 1890 р. Синтезується в організмі і утворюється під час гідролізу білків кормів. Містить сульфгідрильну групу —SH— обов'язкову частину молекул багатьох ферментів (тіолових).

Аміномасляна кислота міститься в багатьох тканинах тваринного організму у вільному стані. Джерело біосинтезу метіоніну і треоніну. В тканинах (особливо в нервовій) міститься γ -аміномасляна кислота. Чотири кислоти мають спільну молекулярну основу:

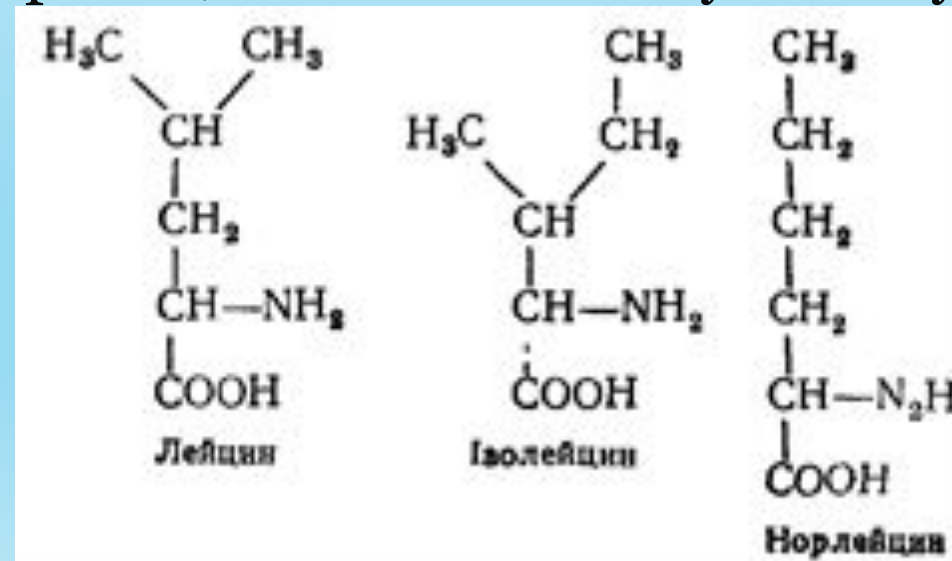


L (—) -Метіонін (α -аміно- β -метилтіомасляна кислота). Виділений з продуктів кислотного гідролізу казеїну в 1922 р. Незамінна амінокислота. Бере участь у біосинтезі холіну, адреналіну, та інших речовин.

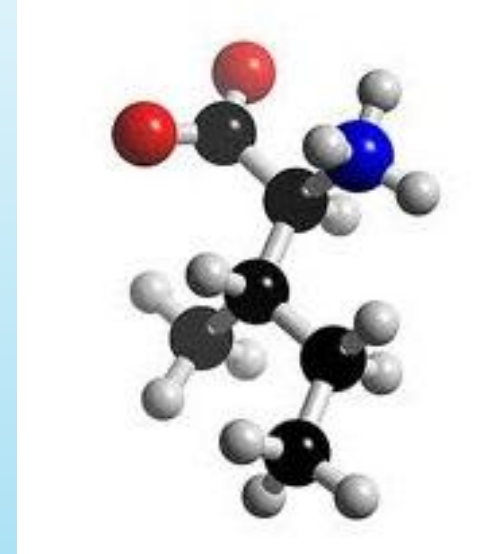
L (—)-Треонін (α -аміно- β -оксимасляна кислота). Добутий з гідролізату казеїну і фібрину в 1935 р. Незамінна амінокислота. Має два асиметричних атоми вуглецю (α - і β -положення) і чотири оптичних ізомери.

L (+) -Валін (α -аміноізовалеріанова кислота, α -аміно- β -метилмасляна кислота) $(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$. Незамінна амінокислота. Високий вміст валіну в еластині (13—14%) казеїні (7—8%) і міоглобіні (до 4,1%).

L (—) -Лейцин (α -аміноізовалеріанова кислота) вперше був добутий з гідролізату м'язової тканини в 1839 р. Входить до складу багатьох білків. Лейцин, ізолейцин та норлейцин мають спільну молекулярну основу:



Ізолейцин (α -аміно- β -метилвалеріанова кислота). Відкритий Ф. Ерліхом у 1904 р. в гідролізаті фібрину. Незамінна амінокислота. Міститься в білках у незначних кількостях.

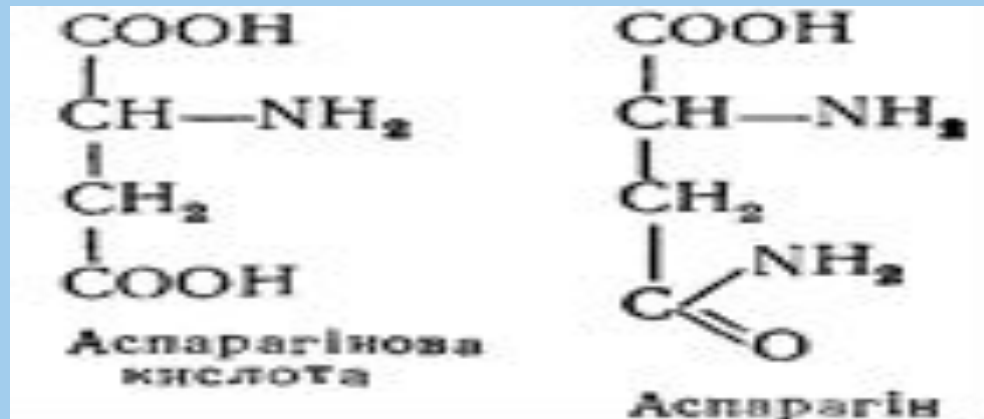


L (+) -Норлейцин (α -амінокапронова кислота). Синтезований з α -бромкапронової кислоти Е. Фішером у 1900 р. Не виділений з білків і не знайдений у тваринних тканинах у вільному стані.

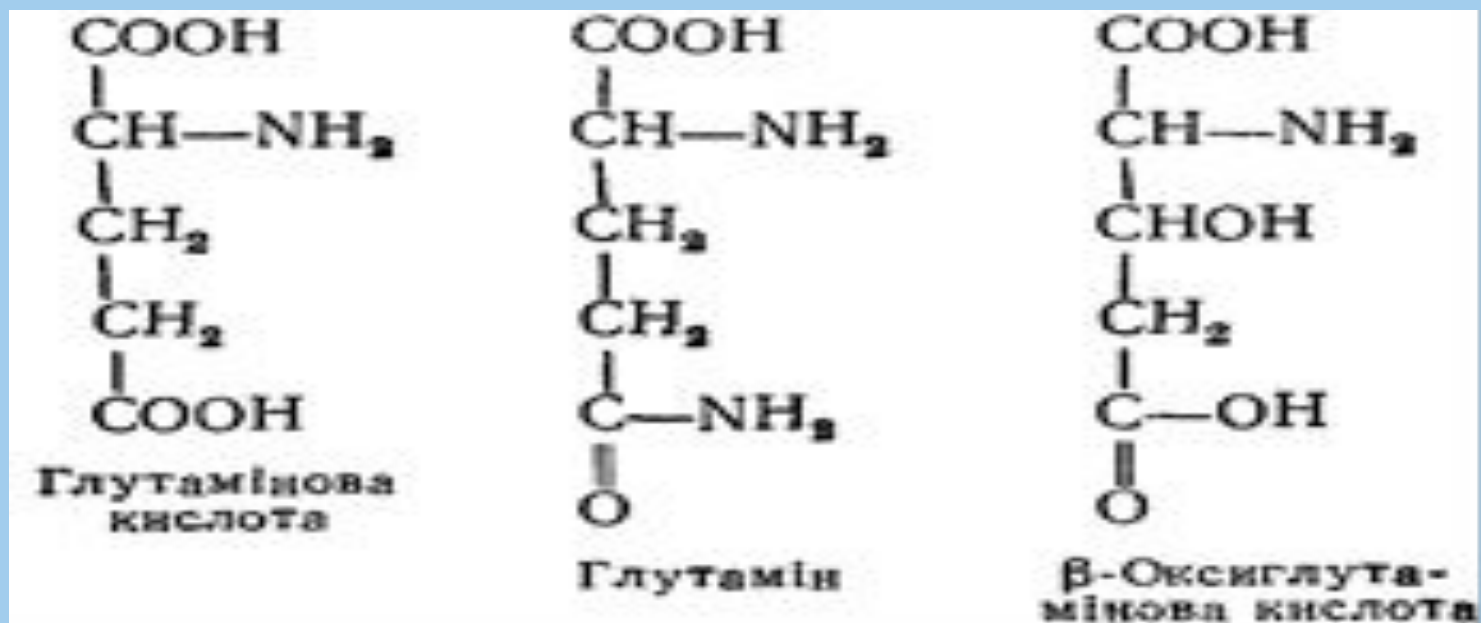
Моноамінодикарбонові амінокислоти.

До складу молекули цієї підгрупи амінокислот входить одна — NH₂ - і дві — COOH-групи.

L (+) -Аспарагінова кислота (аміноянтарна кислота).
Добута з гідролізатів рослинних білків у 1868 р. Синтезується в тваринних тканинах. Білки містять залишки аспарагінової кислоти та її амід — аспарагін:



L (+) -Глутамінова кислота (α-аміноглутарова кислота). Входить до складу багатьох білків та інших сполук (глутатіону, фолієвої кислоти) у вигляді кислоти та її амідів — глутаміну:

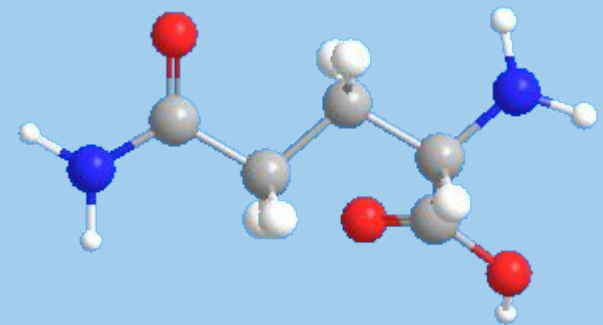
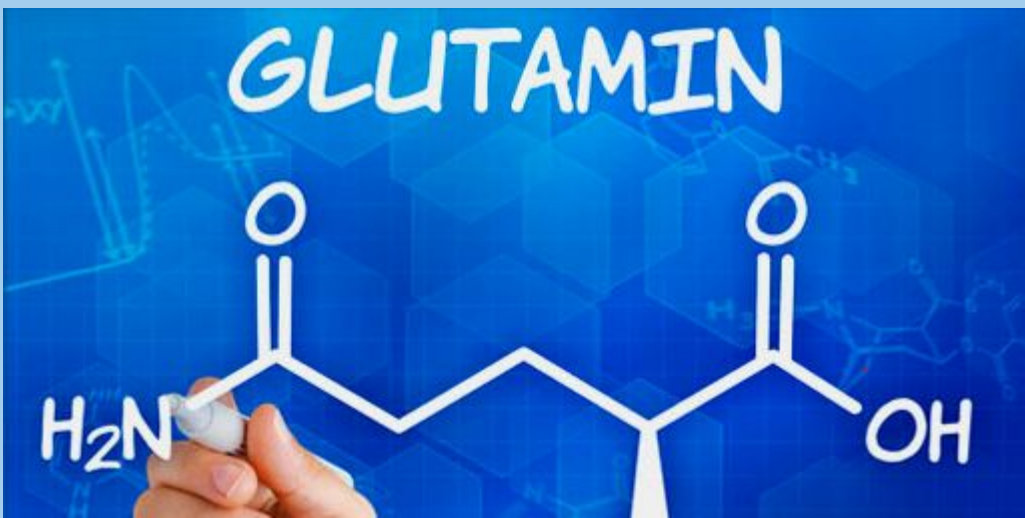


Амінокислота та її амід становлять 1/3 усіх вільних амінокислот плазми крові.

Бере участь у реакціях переамінування, окислювального дезамінування, декарбоксилювання амінокислот, в утворенні γ -аміномасляної кислоти, глутатіону, синтезі глюкози та орнітину.

Глутамін зв'язує аміак тканин і транспортує його до місця детоксикації (у печінку та нирки). Кислота синтезується в організмі і утворюється під час гідролізу білків кормів.

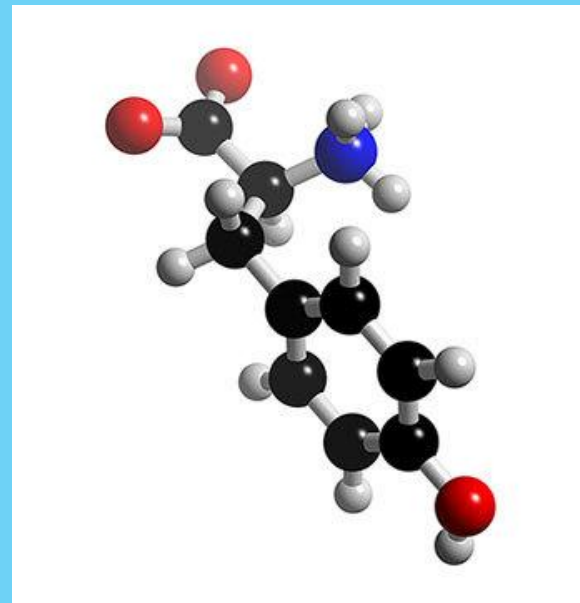
Використовується при лікуванні багатьох нервових хвороб (сировина для синтезу γ -аміномасляної кислоти). Особливо багато її в альбумінах і глобулінах крові, колагені.



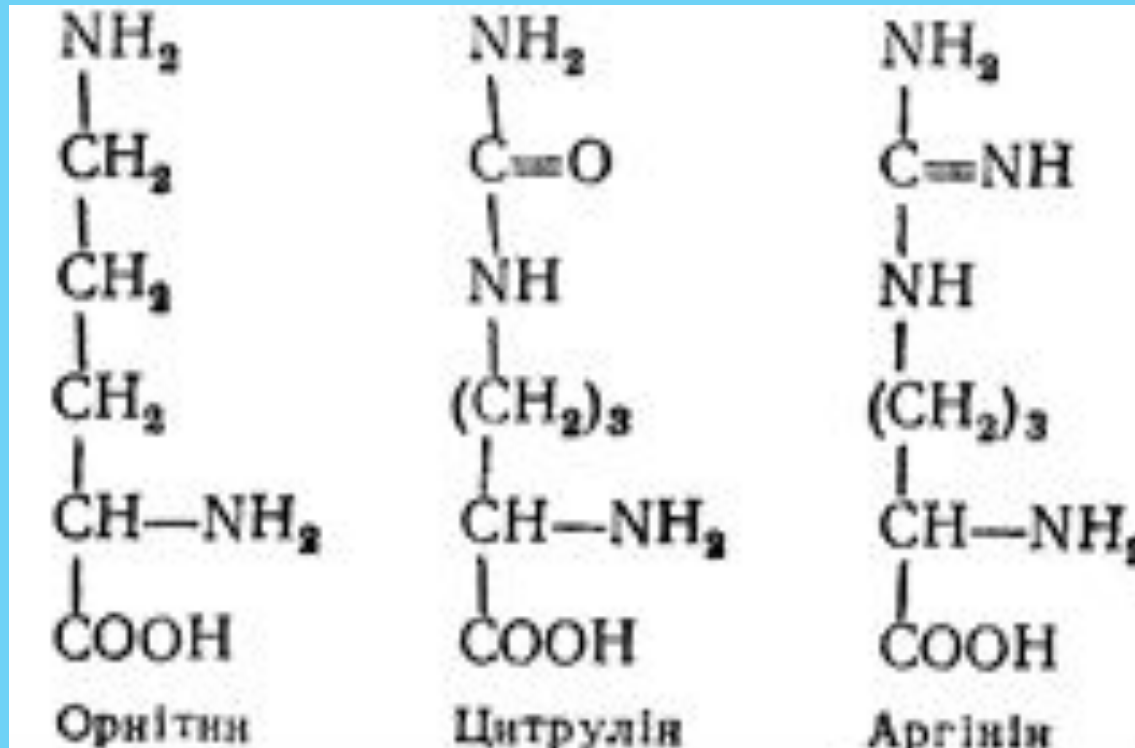
Діаміномонокарбонові амінокислоти

Містять дві — NH₂- і одну —COOH-групи.

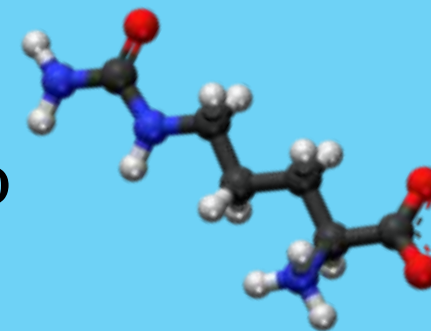
L(+)-Орнітин (α,β-діаміновалеріанова кислота). Входить до складу деяких білків печінки. Вільний орнітин трапляється в соках деяких рослин, у зв'язаному стані входить до складу багатьох антибіотиків. Орнітин є складовою частиною орнітинового циклу, в якому знешкоджується аміак.



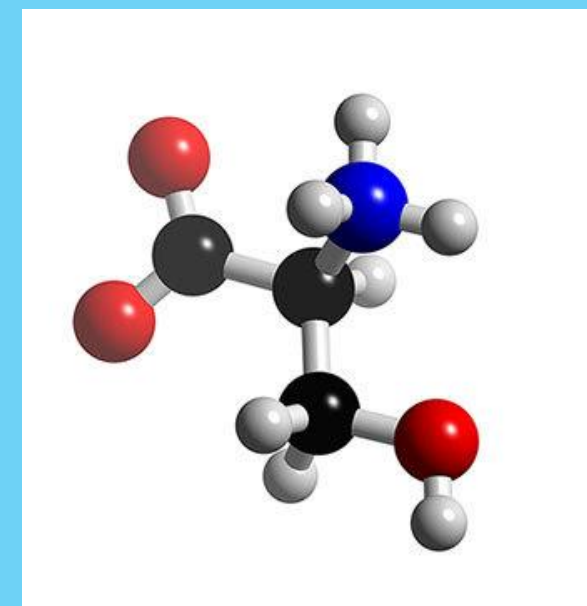
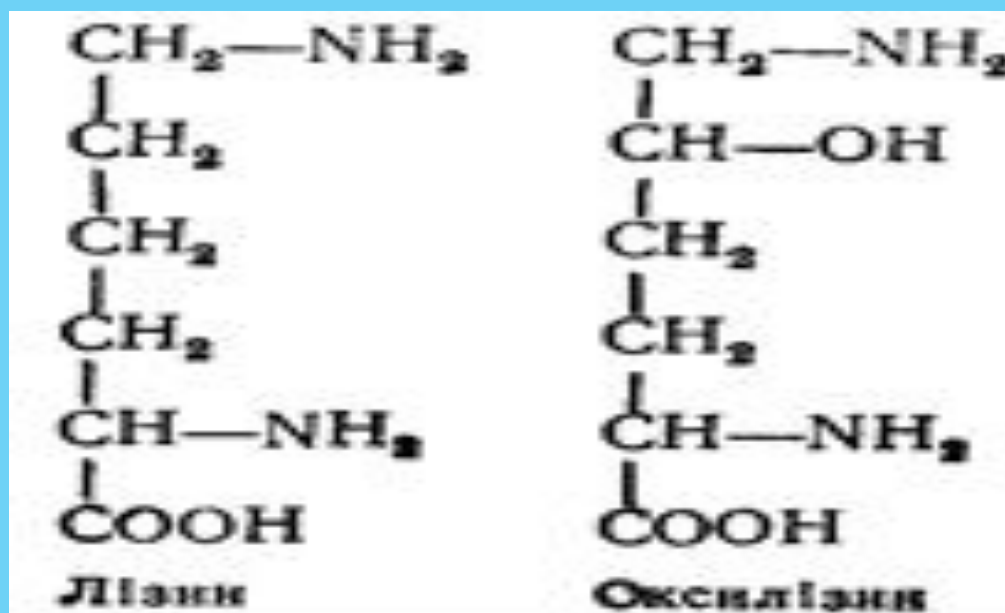
L (+) -Аргінін (α-аміно-β-гуанідинвалеріанова кислота).
 Вперше добутий з гідролізату проростків люпину в 1886 р.
 Входить до складу майже всіх білків. На нього багаті
 ембріональні тканини і пухлини. Аргінін бере участь в
 утворенні креатину, в складовою частиною орнітинового
 циклу:



L (+) -Цитрулін (α-аміно-β-уреїдовалеріанова кислота). У складі білків не виявлений. Є складовою частиною орнітинового циклу.



L (+) -Лізин (α, β-діамінокапронова кислота). Вперше добутий з гідролізату казеїну в 1889 р. Незамінна амінокислота. Лізин і оксилізін входять до складу майже всіх білків:



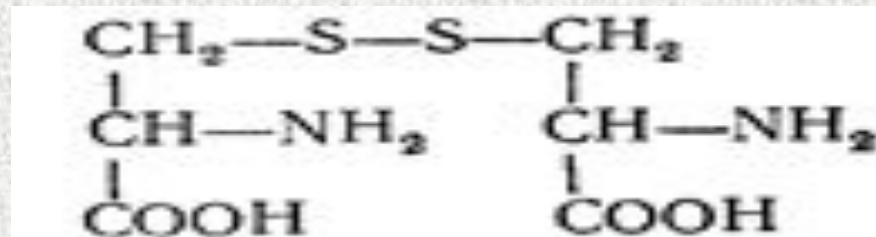
Аміногрупа лізину, розміщена в β-положенні, може приєднувати протон і перетворюватись на групу NH₂.

L (+) -Оксилізін (α, β-діаміно-β-оксикапронова кислота).
Добутий вперше з гідролізату сполучної тканини в 1938 р.

Діамінодикарбонові амінокислоти

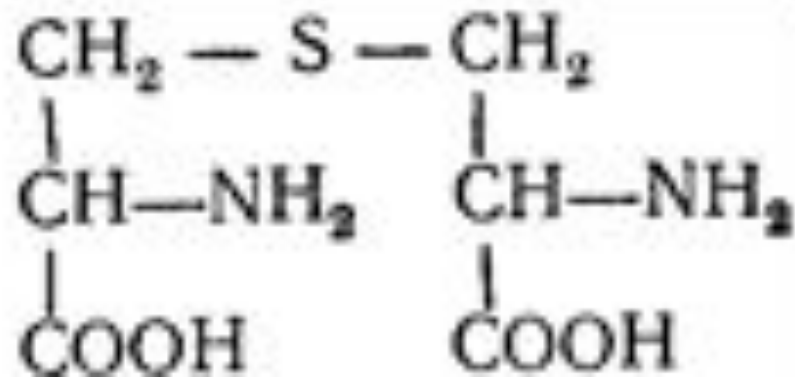
Містять дві $-\text{NH}_2$ - і дві $-\text{COOH}$ -групи.

Цистин (β -дитіоди- α -амінопропіонова кислота). Вперше добутий з сечового піску в 1810 р , в 1899 р.— з гідролізату волосся (кератину). Залишки цистину входять до складу білків, похідних шкіри. Молекула цистину утворюється під час окислення цистеїну:



Синтезується в тканинах організму і утворюється під час гідролізу білків корму.

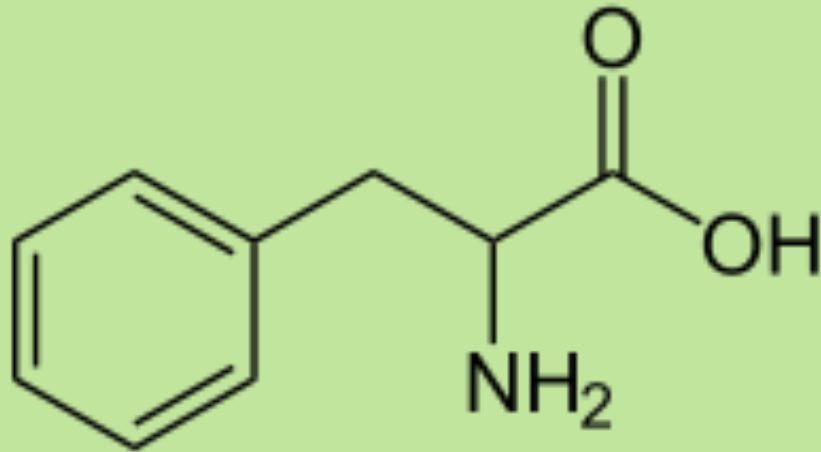
Лантіонін (S-β-аміно-β-карбоксіетилцистеїн). Вперше виділений з гідролізатів вовни. Залишки лантіоніну входять до складу антибіотиків (лізин, субтилін). За будовою нагадує цистин:



Ізоциклічні амінокислоти

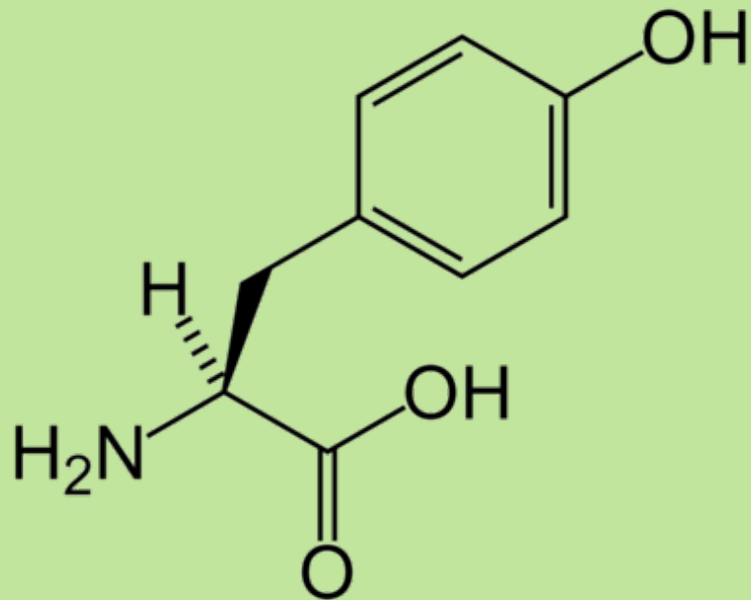
Це похідні бензолу і аланіну. Найбільше значення мають фенілаланін і тирозин.

L (—) -Фенілаланін (α -аміно- β -фенілпропіонова кислота):



Вперше добутий з проростків люпину в 1879 р. Сировина для біосинтезу гормонів адреналіну, норадреналіну і тироксину. Високим вмістом амінокислоти характеризується інсулін.

L (—) -Тирозин (α-аміно-β-параоксифенілпропіонова кислота):
 $C_9H_{11}NO_3$

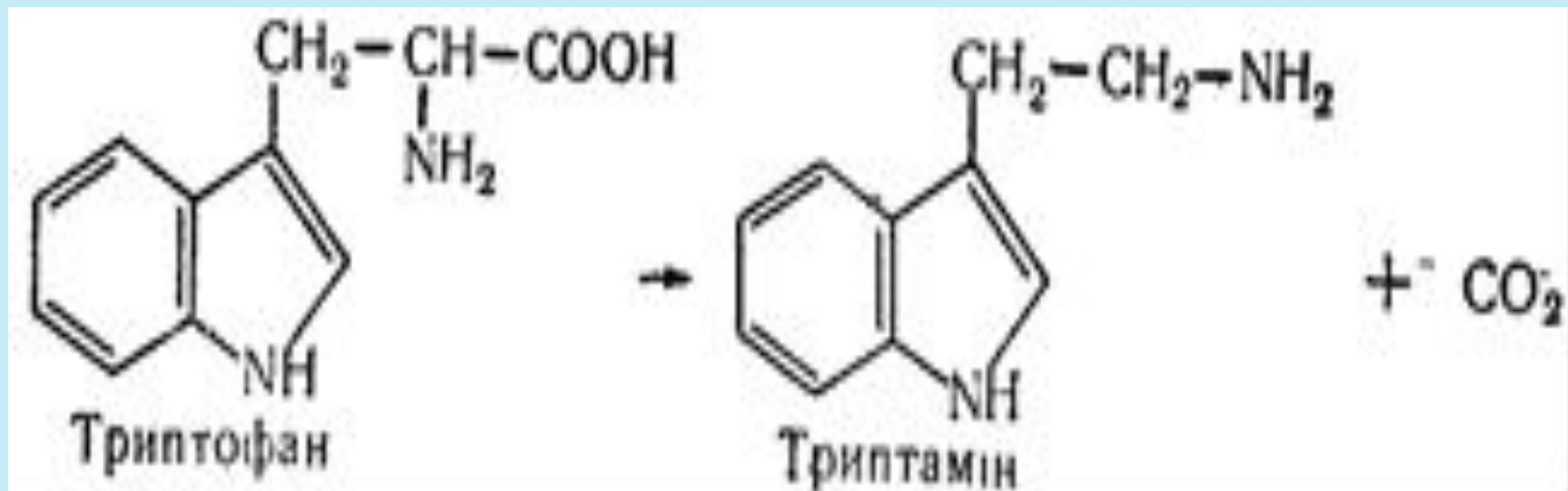


Одна з двадцяти амінокислот, що входять до складу білків. азва тирозин походить від грец. tyros, що означає сир, оскільки саме у сирі було вперше виявлено цю амінокислоту.

Гетероциклічні амінокислоти

Похідні гетероциклів індолу та імідазолу і амінокислоти аланіну.

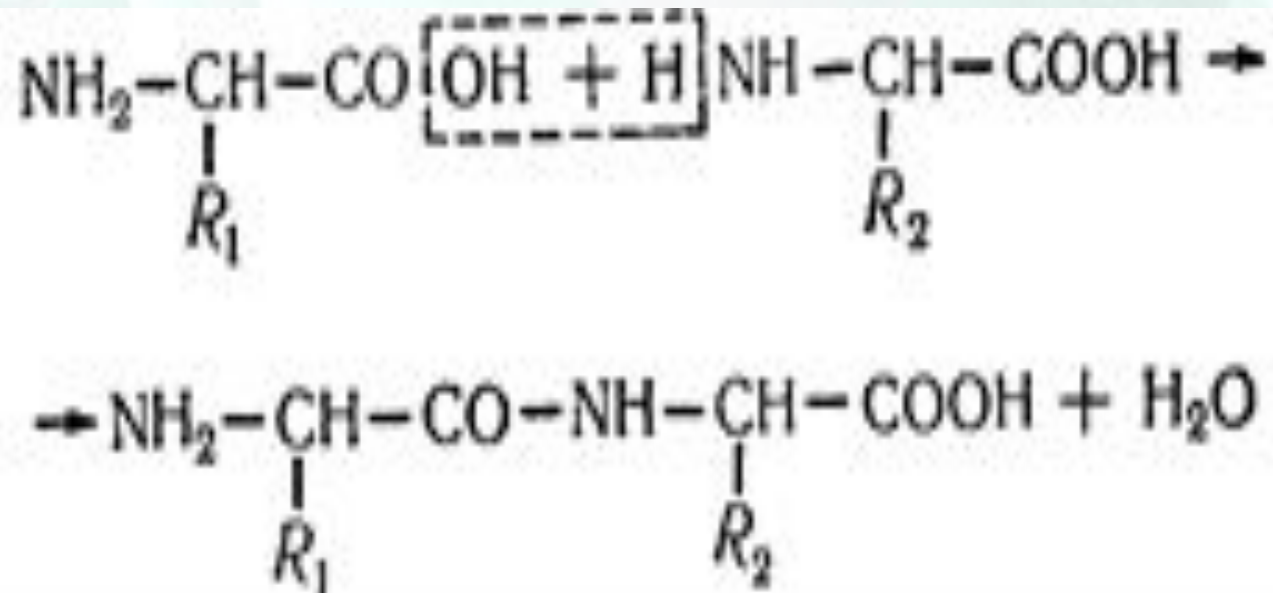
L (—) -Триптофан (α -аміно- β -індолілпропіонова кислота) вперше відкритий в гідролізаті казеїну в 1901 р. Входить до складу багатьох білків. Незамінна амінокислота. Після декарбосилування триптофану утворюється триптамін:



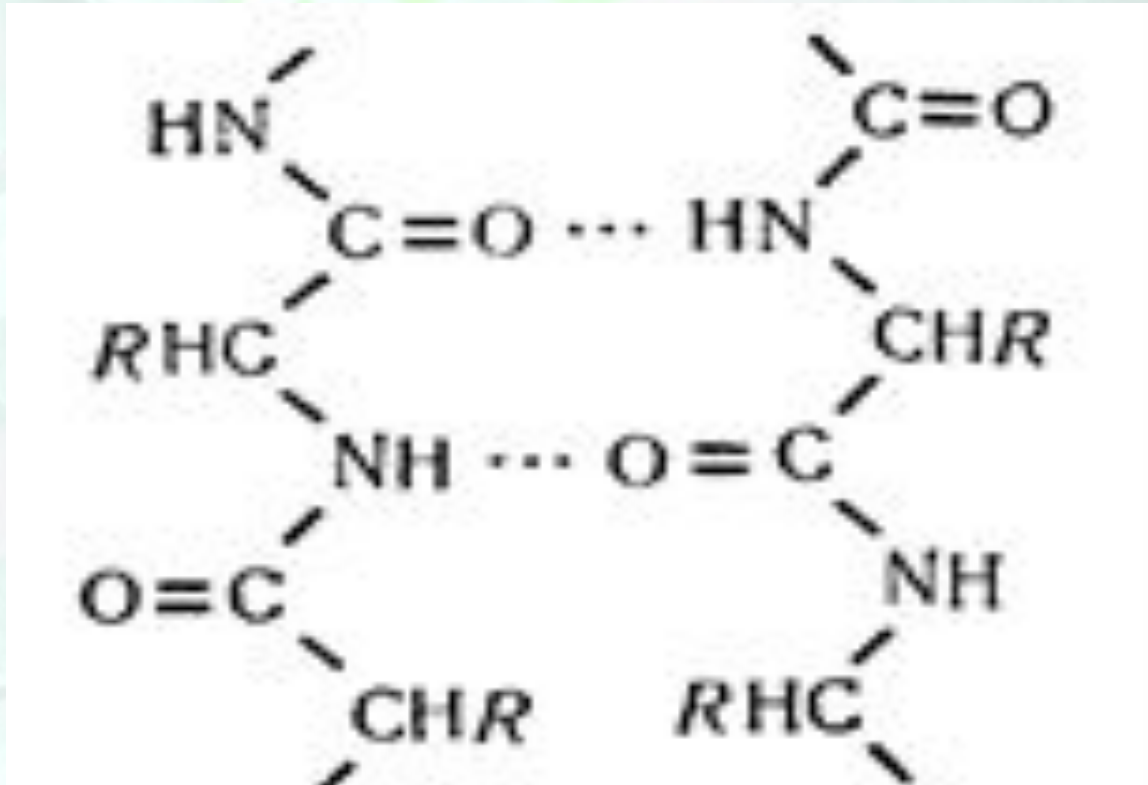
5. Структура білкової молекули

Хімічні зв'язки в білковій молекулі. Основною структурною одиницею є амінокислоти. Крім груп —COOH та —NH₂ білки містять інші функціональні групи, які визначають багатогранність їхніх властивостей. До них належать групи, розміщені в бічних відгалуженнях білкової молекули: карбоксильна група аспарагінової або глутамінової кислоти, аміногрупи лізину чи оксилізину, гуанідинова група аргініну, імідазольна група гістидину, гідроксильна група серину і треоніну, фенольна група тирозину, сульфгідрильна група цистеїну, дисульфідна група цистину, тіоефірна група метіоніну, бензольне ядро фенілаланіну, аліфатичні ланцюги інших амінокислот тощо.

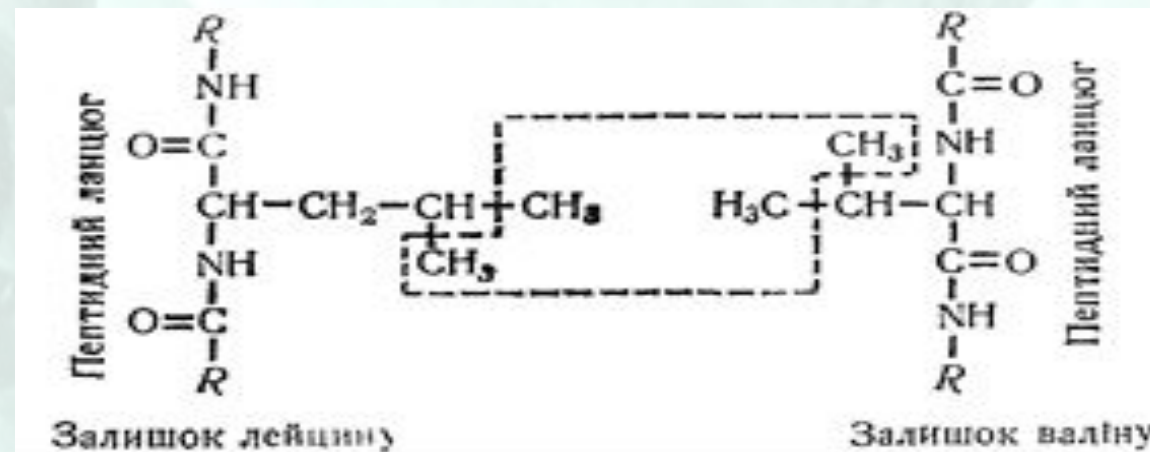
Пептидні зв'язки. О.Я. Данилевський (1888 р.), вивчаючи будову білків, встановив наявність у їхній молекулі зв'язків —NH—CO—, які пізніше почали називати *пептидними*. Вони утворюються в результаті взаємних реакцій між амінокислотами:



Водневі зв'язки. Утворюються між карбонільними (—CO—) та іміно- (—NH—) групами поліпептидних ланцюгів:



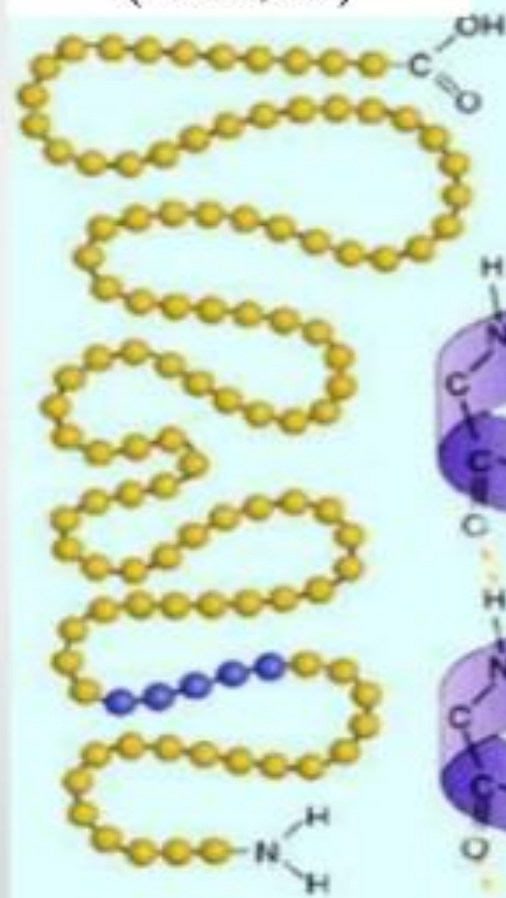
Гідрофобний зв'язок. Вуглеводневі радикали деяких амінокислот (аланіну, валіну та ін) під дією вандерваальсівських сил зближуються. Утворюються симетричні краплі, що мають найменшу поверхню контакту з водою. Завдяки структурі молекули води, яка формується водневими зв'язками, гідрофобні радикали залишків амінокислот відштовхуються. Виникає колоїдна часточка, всередині якої розміщена гідрофобна, зовні — гідрофільна частини молекули білка:



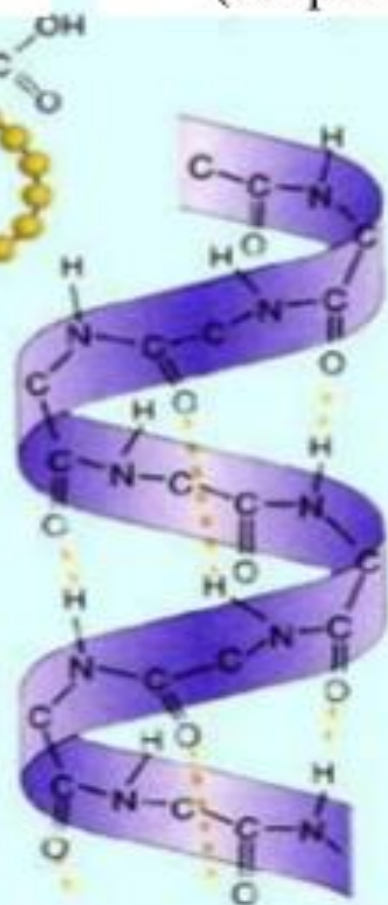
Рівні організації білкової

МОЛЕКУЛИ

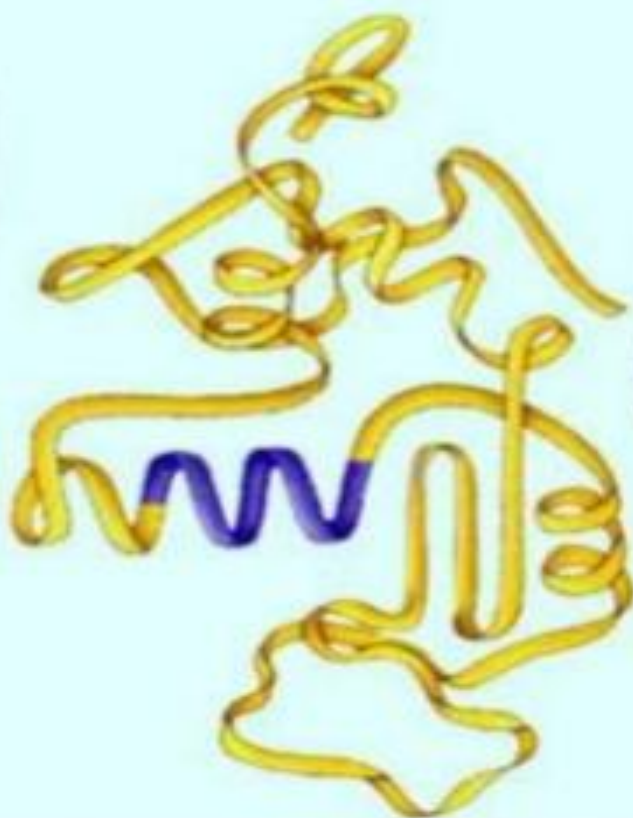
Первинна
структура
(ланцюг)



Вторинна
структура
(спіраль)



Третинна
структура
(глобула)

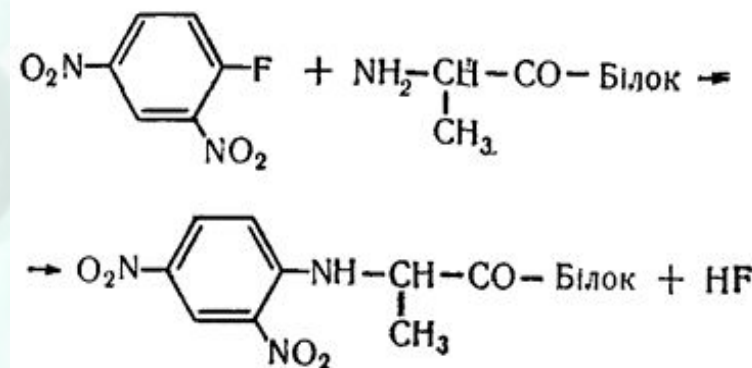


Четвертинна
структура
(кілька
поліпептидних
ланцюгів)



Первинна структура. Залишки амінокислот у молекулі білка сполучаються між собою пептидними зв'язками, утворюючи первинну структуру. Вона залежить від якісного складу амінокислот, їх кількості та порядку сполучення між собою.

Первинна структура білка найчастіше визначається за Сенгером. Досліджуваний білок обробляють розчином динітрофторбензолу (ДНФ), в результаті утворюється динітрофеніл-білок (ДФН-білок):



Вторинна структура. Л. Полінг та Р. Корі в 1951 р., використовуючи рентгеноструктурний аналіз, встановили, що білкові поліпептидні ланцюги найчастіше існують у вигляді α -спіралі, а іноді β -структур.

α -Спіраль порівнюють з гвинтовими сходами, де функцію сходинки виконують амінокислотні залишки. стійкість спіралі стабілізується водневими зв'язками

У молекулах фібрилярних білків (фіброїн шовку) поліпептидні ланцюги майже повністю «розтягнуті» (β -структура) і розміщені у вигляді шарів, стабілізованих водневими зв'язками.

α -Спіраль може спонтанно формуватися в синтетичних поліпептидах (нейлон, дедерон), які мають молекулярну масу 10—20 тис. В окремих ділянках молекули білків (гемоглобіну, інсуліну, РНК-ази) порушується α -спіральна конфігурація пептидного ланцюга і створюються спіральні структури іншого типу.

Третинна структура. Спіралеподібні ділянки поліпептидного ланцюга білкової молекули перебувають у різних взаємовідношеннях, які їй визначають третинну (тримірну) структуру, створюють об'єм і форму білкової молекули. Вважають, що третинна структура виникає автоматично як наслідок взаємодії амінокислотних радикалів з молекулами розчинника. При цьому гідрофобні радикали «втягуються» всередину білкової молекули, формуючи сухі зони, а гідрофільні групи орієнтуються в бік розчинника, що приводить до створення енергетичне вигідної конформації молекули. Цей процес супроводжується утворенням внутрішньо молекулярних зв'язків.

Четвертинна структура. Цей вид структури молекули білка виникає в результаті асоціації кількох субодиниць в єдину комплексну молекулу. Кожна субодиниця має свою первинну, вторинну і третинну структуру. Субодиниці прийнято називати *протомерами*, комплексну частинку — *мультимером*. Об'єднання протомерів у мультимер відбувається самовільно. Число протомерів, що входять у мультимер, різне — від чотирьох (у гемоглобіну) до кількох тисяч (у білка вірусу тютюнової мозаїки). Найдетальніше четвертинну структуру вивчено для міоглобіну і гемоглобіну. Молекула гемоглобіну складається з чотирьох субодиниць з молекулярною масою 17 тис. Дві з них належать до α -типу, дві — до β -типу. Субодиниця α -типу містить 141 залишок амінокислот, субодиниця β -типу — 146. Усі чотири субодиниці об'єднуються між собою в мультимер, який має вигляд правильного тетраедра.

6. Класифікація білків



Протеїни. Залежно від фізикохімічних властивостей, хімічного складу і значення розрізняють такі протеїни

Альбуміни. До альбумінів належать лактальбумін, сироватковий альбумін, легумелін (гороху) лейкозин (пшениці). Висолюються сульфатом амонію та іншими нейтральними солями лише при 80—100 %-му насиченні розчину Молекулярна маса коливається від 35 тис. до 70 тис. Добре розчиняються у воді та розчинах солей. Виконують пластичні функції в тканинах і клітинах. До складу альбумінів входять лейцин (до 15 %), лізин, аспарагінова і глутамінова кислоти, а також деяка кількість вуглеводів.

Глобуліни. За формою молекул глобуліни належать до глобулярних білків. Розрізняють сироваткові, молочні та яєчні глобуліни. До глобулінів належать міозин, тиреоглобулін, нейроглобулін, нейростромін, едестин коноплі, гліциній сої, фазеолін квасолі. Глобуліни висолюються 30—50 %-м розчином сульфату амонію. Молекулярна маса — від кількох тисяч до кількох мільйонів. Велике значення мають глобуліни плазми крові: α -, β - і γ -. γ -глобуліни — носії імунітету, їх використовують для пасивної імунізації проти інфекційних захворювань. Кількісне співвідношення між альбумінами і глобулінами виражають альбуміново-глобуліновим коефіцієнтом. У клінічне здорових тварин він дорівнює 2, зменшується при хворобах. До складу глобулінів входять амінокислоти гліцин (3—4 %), лейцин, валін, лізин, серин, глютамінова кислота, а також деяка частина вуглеводів.

Гістони. Мають молекулярну масу від 5 до 37 тис. Легко розчиняються у воді, при добавлянні розчину аміаку осаджуються, мають основні властивості, зумовлені високим вмістом діаміномонокарбонічних амінокислот (20—35 %). До складу гістонів входять аргінін, лізин, гістидин. Багаті на гістони тканини залоз внутрішньої секреції (зобна), сперма риб, лейкоцити, еритроцити. За вмістом лізину і гістидину гістони поділяють на кілька фракцій. Гістони утворюють комплексну сполуку з ДНК — нуклеогістон. Приєднання і відщеплення гістону до молекули ДНК регулює біосинтез РНК і білка. Гістони забезпечують унікальну структуру ДНК, є складовою частиною гемоглобіну і багатьох складних білків.

Протаміни. Відкриті у складі нуклеопротеїдів сперми риб. Виявлені в тканинах багатьох паренхіматозних органів (печінки, селезінки, нирок) та залозах внутрішньої секреції. Молекули протамінів побудовані переважно із залишків діаміномонокарбонових кислот, особливо багаті на аргінін (до 70—87 %). Мають основні властивості, утворюють солі з кислотами. Амінокислотний склад протамінів, наприклад сальміну сьомги, такий: 85 % залишків аргініну, решта серин, пролін, валін, гліцин, ізолейцин та аланін. У ядрах клітин протаміни асоціюють з ДНК. Виконують функції третьої спіралі ДНК, обмотуючи останню ззовні.

Проламіни. Усі проламіни — рослинні білки, цінні продукти харчування: гліадин пшениці і жита, гордеїн ячменю, зеїн кукурудзи, аверин вівса, оризин рису, каферин сорго. Вони важко розчиняються у воді, але добре—в 60—80 %-му етанолі. Добувають їх екстракцією в 70 %-му етанолі з наступною відгонкою спирту у вакуумі. Молекула проламіну на 10—15 % складається з проліну, на 20—50 % — з глютамінової кислоти, інші амінокислоти становлять незначний процент. Проламіни бідні на лізин. Молекулярна маса їх досягає 75 тис.

Глутеліни. Є важливими кормовими і харчовими білками. Містяться в зелених частинах рослин (до 43 % складу білків) і зерні злаків. Розчиняються в розбавлених розчинах лугів і кислот. Молекула глутелінів багата на залишки глютамінової кислоти і лізину. Виділені глутеліни пшениці і кукурудзи, оризенін рису. В зерні пшениці гліадин і глутенін утворюють клейковину, що визначає хлібопекарські якості зерна.

Протеїноїди (склеропротеїни). Мають молекулярну масу до 10 тис. Не розчиняються в холодній воді, розчинах лугів, кислот і солей, майже не розщеплюються протеолітичними ферментами, міцні і еластичні. Виконують опорні функції. Речовини, близькі до протеїноїдів, добуті в експериментах, які моделюють походження життя на Землі (О. І. Опарін, 1966).

Протеїди. розрізняють залежно від природи простетичної групи. нуклео-, хромо-, фосфо-, ліпо- і глікопротеїди. Іноді до них відносять протеїдні комплекси.

Нуклеопротеїди. Складні білки, що складаються з простих білків і нуклеїнових кислот. Відкриті Ф. Мішером у 1868 р. у клітинах гною. Пізніше виявлені в різних клітинах організмів людини, тварин, рослин, мікробах і вірусах. Прості білки представлені гістонами і протамінами, альбумінами і глобулінами. Залежно від природи нуклеїнової кислоти, яка входить до складу нуклеопротеїду, розрізняють дезоксирибонуклеопротеїди (ДНП) і рибонуклеопротеїди (РНП). Будову нуклеїнових кислот розглянуто в попередньому розділі.

Хромопротеїди. Складні білки, молекули яких складаються з простого білка і забарвленої простетичної групи. Простий білок частіше представлений гістонами, простетичні групи — похідними ізо-алоксазину (флавінові ферменти), каротину (родопсин) і порфірину (гемоглобін, міоглобін, гемінові ферменти — каталаза, пероксидаза, цитохромоксидаза тощо).

Фосфопротеїди. Молекули фосфопротеїдів під час гідролізу розщеплюються до простих білків і ортофосфорної кислоти.

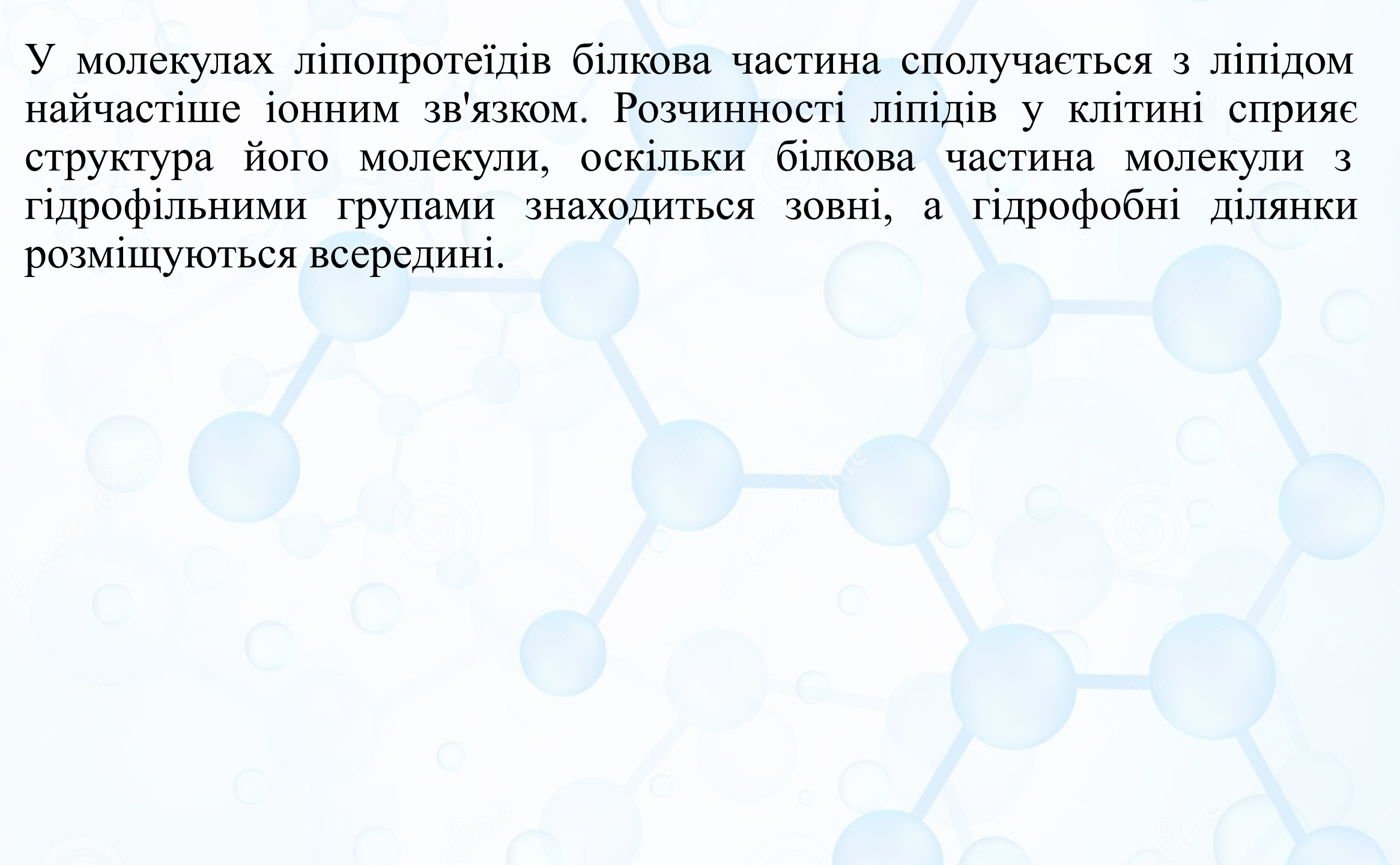
Наявність у складі білка залишків кислоти надає білкам кислого характеру. Ортофосфорна кислота в молекулі фосфопротеїду утворює моно- і дієфірні зв'язки, а в окремих випадках — пірофосфатні зв'язки, що сполучають поліпептидні ланцюги в білкову молекулу. Найбільше значення мають такі фосфопротеїди.

Казеїн — білок молока і молочних продуктів. Утворюється з казеїногену, від молекули якого при зсіданні відщеплюється пептид. Розчиняється в сольових розчинах. Під дією кислот випадає в осад.

Пепсин — основний фермент шлункового соку, найкраще діє в слабкокислому середовищі. Розщеплює білки до пептидів, іноді до амінокислот. Молекулярна маса близько 34500. Молекула являє собою довгий поліпептидний ланцюг, який складається з 340 амінокислотних залишків, трьох внутрішніх дисульфідних зв'язків і залишку фосфорної кислоти.

Ліпопротеїди. Це складні білки, молекула яких складається з простого білка і ліпиду. Ліпопротеїди розчиняються у воді і мало або зовсім не розчиняються в органічних розчинниках. Ліпопротеїди є основою біологічних мембран і пластинчастих структур — мієлінових оболонок нервових волокон, хлоропластів тощо. Трапляються у вільному стані в лімфі, крові, молоці, яєчному жовтку. Утворення ліпопротеїдів забезпечує транспортування і розчинність ліпідів (а також інших речовин) у тканинах і клітинах.

У молекулах ліпопротеїдів білкова частина сполучається з ліпідом найчастіше іонним зв'язком. Розчинності ліпідів у клітині сприяє структура його молекули, оскільки білкова частина молекули з гідрофільними групами знаходиться зовні, а гідрофобні ділянки розміщуються всередині.



Глікопротеїди. Молекули глікопротеїдів при гідролізі розщеплюються на простий білок і вуглеводну простетичну групу, яка звичайно складається з гіалуронової і хондроїтинсірчаної кислот, гепарину, деяких глікополісахаридів. Під час гідролізу простетичної групи утворюються гексози (маноза, галактоза, глюкоза), гексозаміни (глюкозамін, галактозамін) і кислоти (глюкуронова, оцтова, сірчана). Молекулярна маса — від кількох десятків тисяч до мільйонів. Білки містяться в усіх тканинах. Вміст вуглеводної частини в глікопротеїді варіює від кількох часток процента до 80 %. Зв'язок у молекулі глікопротеїду між білковою частиною і простетичною групою міцний і розщеплюється після тривалого гідролізу. Він формується за рахунок взаємодії вуглеводного компонента з групою — COOH залишку аспарагінової кислоти. Найбільший інтерес становлять муцини і мукоїди.

Муцини — слизові виділення епітеліальних покривів слизових оболонок травного каналу, дихальних і сечостатевого шляхів, слинних залоз. Виконують захисну функцію. Стійкі проти гідролізу.

Мукоїди — глікопротеїди хрящової (хондромукоїди) і кісткової (остеомукоїди) тканин, яєчного білка (овомукоїд), синовії, скловидного тіла ока, зв'язок та сухожилць тощо.