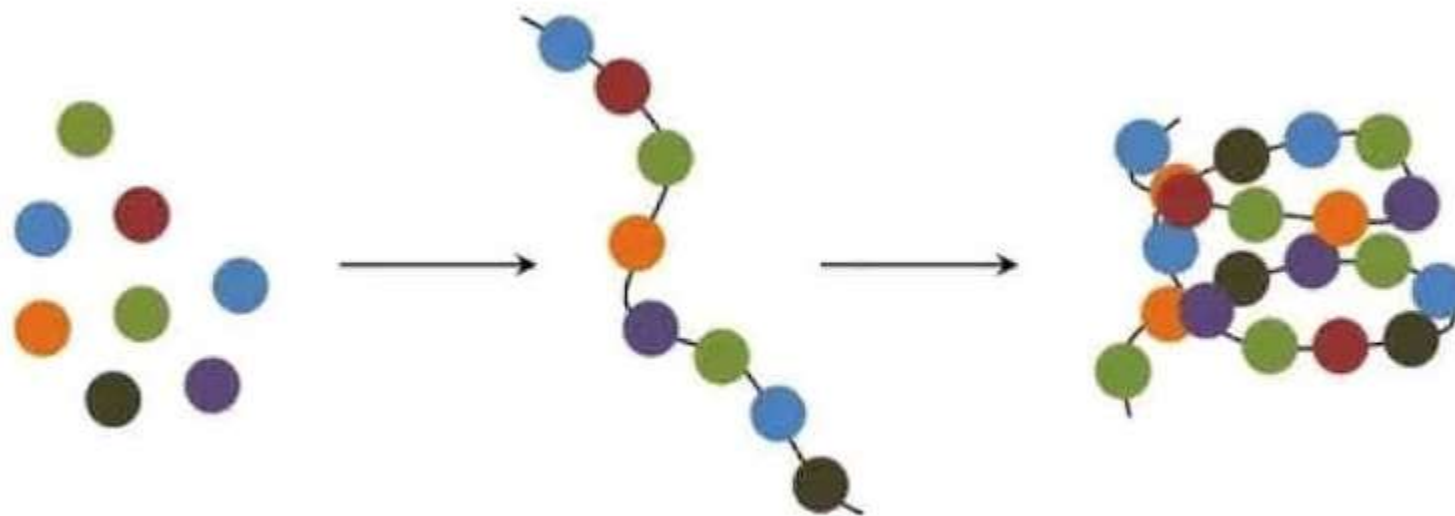


«Амінокислоти, пептиди, белки»



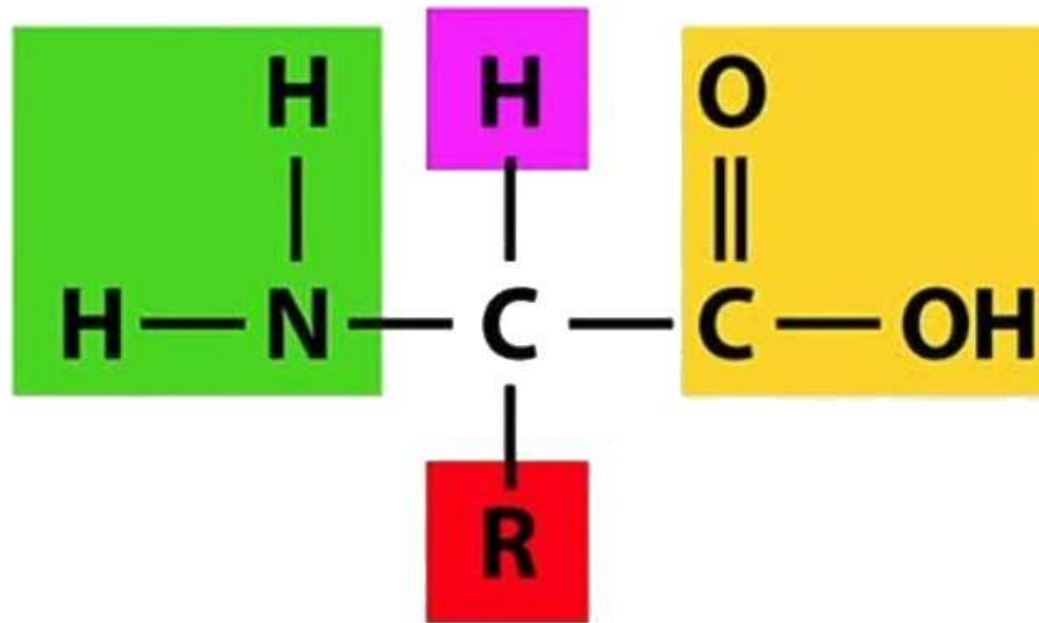
Лектор: викладач кафедри біологічної та біоорганічної хімії, к.біол.н. Хміль Д.О.

План лекції

- Будова та класифікації амінокислот
- Фізико-хімічні властивості протеїногенних амінокислот
- Природні пептиди: класифікація, біохімічна характеристика
- Будова та класифікація білків
- Фізико-хімічні властивості білків
- Рівні структурної організації білкових молекул
- Біологічні функції білків і пептидів

Амінокислоти - це гетерофункціональні сполуки, які містять дві функціональні групи: карбоксильну групу - **COOH** і аміногрупу - **NH₂**, пов'язані з вуглеводневим радикалом

Загальна формула



При гідролізі природних білків та пептидів вивільняється близько 20 різних α -L-амінокислот, розміщення кожної з яких у поліпептидному ланцюгу кодується триплетом нуклеотидів у ДНК геному.

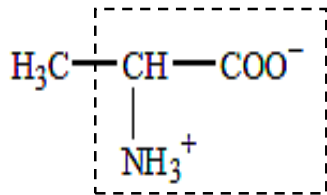
АМІНОКИСЛОТИ ПОДІЛЯЮТЬ НА

Протеїногенні (20 амінокислот, що входять до складу природних білків і пептидів)

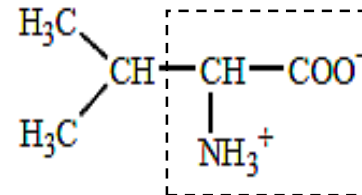
Непротеїногенні або природні (їх є більше 150, не входять до складу природних білків і пептидів).

Протеїногенні амінокислоти

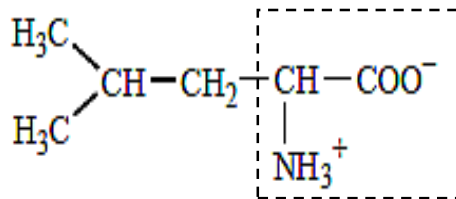
Рамкою обведено частину, яка є однаковою для всіх амінокислот. Відрізняються між собою амінокислоти за будовою бічного ланцюга (R-групи).



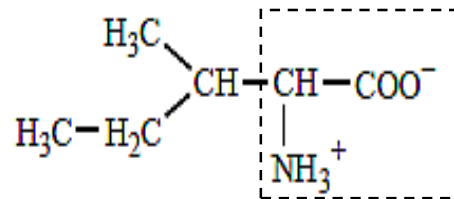
Аланін



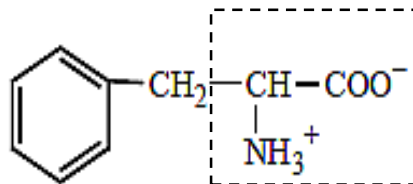
Валін



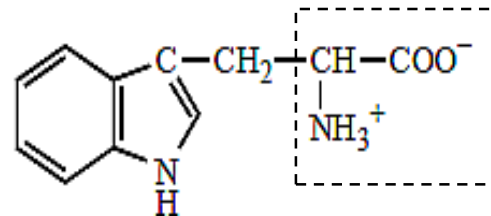
Лейцин



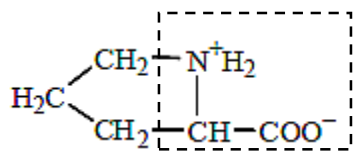
Ізолейцин



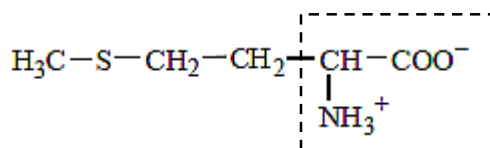
Фенілаланін



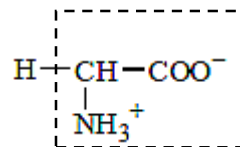
Триптофан



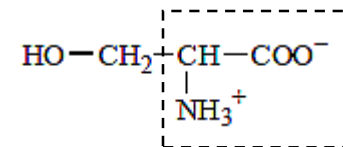
Пролін



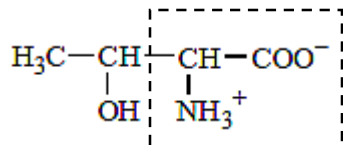
Метіонін



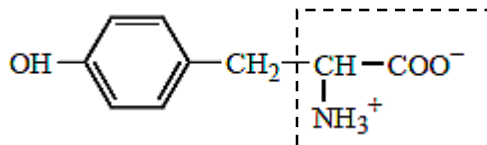
Гліцин



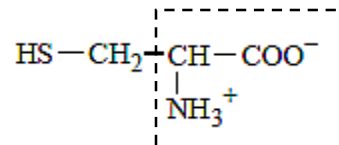
Серин



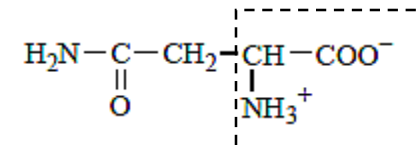
Треонін



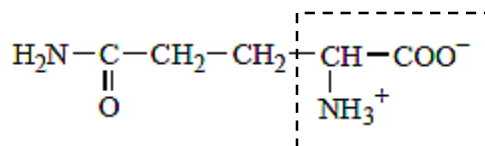
Тирозин



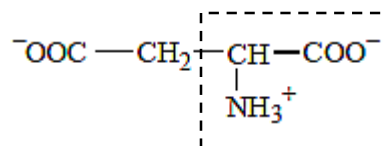
Цистеїн



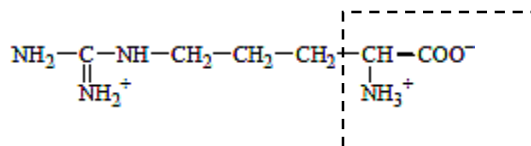
Аспарагін



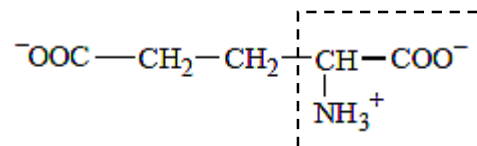
Глутамін



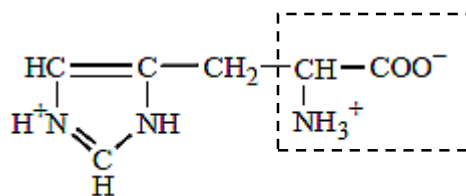
Аспарагінова кислота



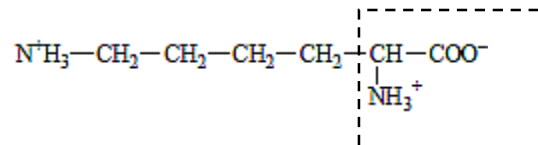
Аргінін



Глутамінова кислота



Гістидин



Лізин

Класифікація амінокислот

Амінокислоти класифікують декількома способами залежно від ознаки, за якою відбувається їх розподіл на групи. Прийнято такі **класифікації амінокислот**:

I. Структурна – за будовою бічного радикала:

1. Ациклічні амінокислоти

Аліфатичні незаміщені амінокислоти (моноаміно-монокарбонові) – гліцин, аланін, валін, лейцин, ізолейцин.

Аліфатичні заміщені амінокислоти

- **Гідроксіамінокислоти** (серин, треонін).
- **Сірковмісні** (метіонін, цистеїн).
- **Карбоксиамінокислоти** (моноамінодикарбонові кислоти) – аспарагінова кислота, глутамінова кислота.
- **Аміди дикарбонових кислот** (аспарагін, глутамін).
- **Діамінокислоти** (діаміномонокарбонові кислоти) – лізин, аргінін.

2.Циклічні амінокислоти

- *Ароматичні амінокислоти* (фенілаланін, тирозин).
- *Гетероциклічні амінокислоти* (триптофан, гістидин).
- *Циклічна імінокислота* (пролін).

II. За полярністю радикалів

Тобто здатністю амінокислот до взаємодії із водою при фізіологічних значеннях рН (близько рН 7,0):

- ***Неполярні (гідрофобні)*** (аланін, валін, лейцин, ізолейцин, пролін, фенілаланін, триптофан, метіонін).
- ***Полярні незаряджені*** (гліцин, серин, треонін, тирозин, цистеїн, аспарагін, глутамін).
- ***Полярні негативно заряджені*** (глутамінова кислота, аспарагінова кислота).
- ***Полярні позитивно заряджені*** (лізин, аргінін, гістидин).

III. За кислотно-основними властивостями:

- **Кислі** – із додатковими карбоксильними групами в боковому радикалі (моноамінодикарбонові кислоти: аспарагінова і глутамінова).
- **Основні** – діаміномонокарбонові (лізин, аргінін) і гістидин.
- **Нейтральні** – решта амінокислот, у яких боковий радикал не проявляє ні кислих, ні основних властивостей.

IV. Біологічна (фізіологічна) – за мірою незамінності амінокислот для організму:

Замінні амінокислоти. Серед 20 протеїногенних амінокислот 8 амінокислот в організмі людини у достатній кількості синтезуються de novo з інших інтермедіатів (аланін, аспарагінова кислота, аспарагін, глутамінова кислота, глутамін, пролін, гліцин, серин).

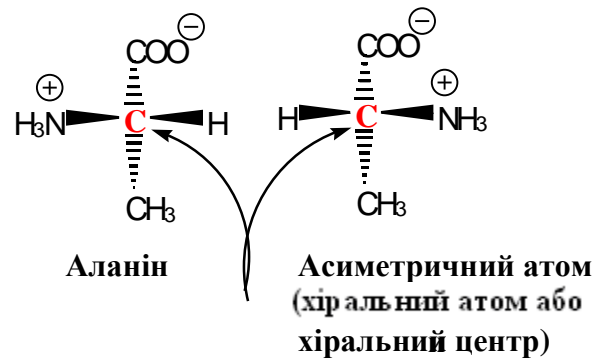
Незамінні (есенціальні) амінокислоти – не синтезуються ферментними системами організму людини, тому повинні обов'язково надходити із харчовими продуктами (валін, лейцин, ізолейцин, фенілаланін, триптофан, метіонін, треонін, лізин).

Частково замінні амінокислоти – синтезуються в організмі у недостатній кількості (аргінін, гістидин).

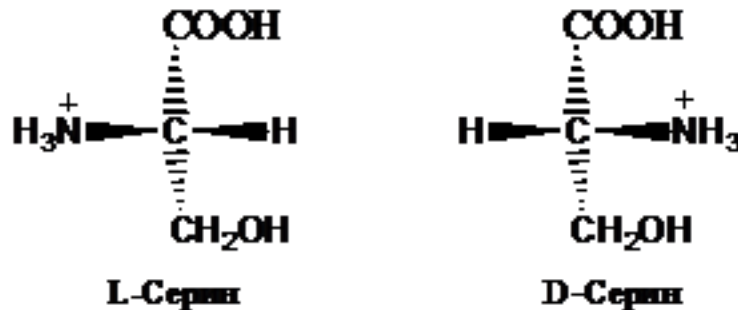
Умовно замінні амінокислоти – синтезуються в організмі із незамінних амінокислот: цистеїн (синтезується із незамінної амінокислоти метіоніну), тирозин (синтезується із незамінної амінокислоти фенілаланіну).

Стереοізомерія

Усі α -амінокислоти, крім гліцину, оптично активні і можуть існувати у вигляді L- або D-стереοізомерів. Стереοізомерія зумовлена наявністю в амінокислоті асиметричного α -вуглецевого атома (називається хіральний центр), біля якого розташовані чотири різні функціональні групи.



До складу білків організму людини і тварин входять тільки амінокислоти, що мають L-конфігурацію. У їх проекціях аміногрупа знаходиться ліворуч



Використання α -амінокислот L-ряду для біосинтезу білків людського організму має надзвичайно важливе значення у формуванні їх просторової структури та виявленні біологічної активності. Із цим безпосередньо пов'язана стереоспецифічність дії ферментів-білків. Залишки D- α -амінокислот входять до складу багатьох природних пептидів, насамперед антибіотиків. D-амінокислоти знайдено у складі біополімерів клітинних стінок бактерій. Наприклад, залишок D-глутамінової кислоти входить до оболонки бактерій сибірської виразки.

Залишки аспарагінової кислоти в метаболічно неактивних структурних білках зазнають повільної мимовільної неферментативної рацемізації: так, у білках дентину й емалі зубів L-аспартат переходить у D-форму зі швидкістю $\sim 0,1\%$ на рік, що може бути використано для визначення віку ссавців. Рацемізація залишків аспарагінової кислоти також виявлена при старінні колагену, передбачається, що така рацемізація специфічна для аспарагінової кислоти і відбувається за рахунок утворення сукцинімідного кільця при внутрішньо-молекулярному ацилюванні пептидного азоту вільною карбоксильною групою аспарагінової кислоти.

Спектральні властивості.

Усі амінокислоти поглинають світло в інфрачервоній області спектру. В ультрафіолетовій області поглинають світло три циклічних амінокислоти: тирозин, триптофан ($\lambda_{\max}=280$ нм) і фенілаланін ($\lambda_{\max}=260$ нм). Цю властивість широко використовують для аналітичного визначення білків.

Полярність.

Залежно від полярності бічних радикалів (R-груп) амінокислоти в більшій або меншій мірі взаємодіють із диполями води, тобто проявляють гідрофільні або гідрофобні властивості.

Методи виявлення та дослідження в біологічних рідинах амінокислот

Кольорові реакції на амінокислоти:

- *Нінгідрінова реакція.*
- *Флуорескамінова реакція.*
- *Ксантопротеїнова реакція.*
- *Реакція Мілона.*
- *Реакція Сакагучі.*
- *Реакція Ерліха.*
- *Реакція Фоля.*

Оскільки пептиди – потужні регулятори біологічних процесів, їх можна використовувати як **лікарські препарати**. Основна перешкода для терапевтичного використання – їх швидке руйнування в організмі. Одним із найважливіших результатів досліджень є не тільки вивчення структури пептидів, але й одержання синтетичних аналогів природних пептидів із цілеспрямованими змінами в їх структурі та функціях. Наприклад, синтезований пептид 1-дезаміно-8-D-аргінін-вазопресин (ДАВ). У структурі цього пептиду (порівняно із вазопресиноном) немає аміногрупи на N-кінці, і замість L-аргініну в положенні 8 стоїть D-аргінін. Такий синтетичний пептид має тільки антидіуретичну активність і хімічно стійкий, тобто при введенні в організм викликає тривалу реакцію. Такий штучний аналог гормону (порівняно із природним) більш ефективний при лікуванні гормональної недостатності.

Відкриті та вивчені на даний час пептиди можна класифікувати на групи за їх основною фізіологічною дією:

- **пептиди, що мають гормональну активність** (окситоцин, вазопресин, рилізінг-гормони гіпоталамуса, меланоцитстимулювальний гормон, глюкагон та ін.);
- **пептиди, що регулюють процеси травлення** (гастрин, холецистокінін, вазоінтестинальний пептид та ін.);
- **пептиди, що регулюють тонус судин і артеріальний тиск** (брадикінін, калідин, ангіотензин II);
- **пептиди, що регулюють апетит** (лептин, нейропептид Y, меланоцитстимулювальний гормон, β -ендорфіни);
- **пептиди, що мають знеболювальний ефект** (енкефаліни та ендорфіни та інші опіоїдні пептиди). Знеболювальний ефект цих пептидів у сотні разів перевищує анальгезуючий ефект морфіну;
- **пептиди, що беруть участь у регуляції вищої нервової діяльності**, в біохімічних процесах, пов'язаних із механізмами сну, навчання, пам'яті, виникнення почуття страху і т.д.;
- **пептиди-антиоксиданти** (глутатіон).

Білки

Білки — це високомолекулярні природні полімери, що складаються з амінокислотних залишків, з'єднаних пептидним зв'язком; є головною складовою частиною живих організмів і молекулярною основою процесів життєдіяльності.

Сучасна класифікація білків.

I. Функціональна

Залежно від функції, що білки виконують в організмі. Виділяють каталітичні, скоротливі, структурні, транспортні, захисні, регуляторні, рецепторні білки.

II. За формою молекули

- 1. Глобулярні білки** являють собою компактні сферичні молекули, водорозчинні (відношення довжини молекули до діаметра не перевищує 4); глобулярні білки виконують динамічні функції (ферменти, імуноглобуліни і транспортні білки гемоглобін і альбумін).
- 2. Фібрилярні білки** мають паличкоподібну витягнуту форму, нерозчинні в воді (відношення довжини молекули до діаметра більше 10); вони виконують в основному структурні і захисні функції (наприклад, колаген).

III. За ступенем складності молекули

1. *Прості білки* (складаються лише з амінокислот).

Класифікація *простих білків* базується на розчинності. До простих білків належать:

- Альбуміни
- Глобуліни
- Протаміни
- Гістони
- Проламіни
- Глютеліни
- Склеропротеїни

2. Складні білки (складаються з простого білка, зв'язаного із небілковим компонентом).

Класифікація **складних білків** базується на будові небілкового компонента. До складних білків належать:

- Хромопротеїни
 - 1) Гемопротеїни
 - 2) Флавопротеїни
- Глікопротеїни
- Ліпопротеїни
- Металопротеїни
- Нуклеопротеїни
- Фосфопротеїни

Фізико-хімічні властивості білків

Індивідуальні білки відрізняються за своїми фізико-хімічними властивостями: формою молекул, молекулярною масою, сумарним зарядом молекули, співвідношенням полярних і неполярних груп на поверхні нативної молекули білка, розчинністю, а також ступенем стійкості до впливу денатуруючих агентів.

1. Відмінності білків за формою молекул.

За формою молекул білки класифікують на глобулярні і фібрилярні. Глобулярні білки мають більш компакту структуру, їх гідрофобні радикали заховані в гідрофобне ядро, і вони значно краще розчинні в рідинах організму, ніж фібрилярні білки (виняток становлять мембранні білки).

2. Відмінності білків за молекулярною масою.

Білки – високомолекулярні сполуки, але можуть сильно відрізнитися за молекулярною масою, що коливається від 6000 до 1 000 000 Да і вище. Молекулярна маса білка залежить від кількості амінокислотних залишків у поліпептидному ланцюзі, а для олігомерних білків – і від кількості протомерів (або субодиниць), що входять до його складу.

3. Сумарний заряд білків.

За рахунок електролітичної дисоціації NH_2 і COOH груп білки проявляють властивості *амфотерних* сполук. Білки мають у своєму складі радикали лізину, аргініну, гістидину, глутамінової та аспарагінової кислот, що містять функціональні групи, здатні до іонізації (іоногенні групи). Крім того, на N- і C-кінцях поліпептидних ланцюгів є α -аміно- і α -карбоксільна групи, також здатні до іонізації. Сумарний заряд білкової молекули залежить від співвідношення іонізованих аніонних радикалів Глу і Асп і катіонних радикалів Ліз, Арг і Гіс. Ступінь іонізації функціональних груп цих радикалів залежить від рН середовища. Значення рН, при якому білок набуває сумарний нульовий заряд, називають *ізоелектричною точкою білка* (pI, IET). В ізоелектричній точці кількість позитивно і негативно заряджених груп білка однакова, тобто білок знаходиться в ізоелектричному стані. Оскільки більшість білків у клітині має у своєму складі більше аніоногенних груп ($-\text{COO}^-$), то IET цих білків лежить у слабкислому середовищі. IET білків, у складі яких переважають катіоногенні групи, знаходиться в лужному середовищі.

Заряджені білки можуть рухатися в електричному полі: аніонні білки, що мають негативний заряд, будуть рухатися до позитивно зарядженого анода (+), а катіонні білки – до негативно зарядженого катода (–). Білки, що знаходяться в ізоелектричному стані, не переміщуються в електричному полі.

4. Співвідношення полярних і неполярних груп на поверхні нативних молекул білків.

На поверхні більшості внутрішньоклітинних білків переважають полярні радикали, однак співвідношення полярних і неполярних груп відрізняється для індивідуальних білків. Так, протомери олігомерних білків в області контактів один з одним часто містять гідрофобні радикали. Поверхні білків, що функціонують у складі мембран або прикріплюються до них у процесі функціонування, також збагачені гідрофобними радикалами. Такі білки краще розчинні в ліпідах, ніж у воді.

5. Розчинність білків.

Розчинність білків у воді залежить від усіх перелічених вище властивостей білків: форми, молекулярної маси, величини заряду, співвідношення полярних і неполярних функціональних груп на поверхні білка. Крім того, розчинність білка визначається складом розчинника, тобто наявністю в розчині інших розчинених речовин. Наприклад, деякі білки легше розчиняються в слабкому сольовому розчині, ніж у дистильованій воді. З іншого боку, збільшення концентрації нейтральних солей може сприяти випадінню певних білків в осад (висолування).

6. Відмінності білків за ступенем стійкості до впливу денатуруючих агентів.

Денатуруючі агенти, що наявні в розчині, також знижують розчинність білків. Вплив денатуруючих факторів застосовують для стерилізації обладнання та інструментів, а також як антисептики.

Денатурація – порушення просторової структури білка (втрата вторинної, третинної та четвертинної (якщо вона була) структур зі збереженням первинної структури) та порушення характерних для даного білка фізико-хімічних властивостей. Денатурація супроводжується зниженням або втратою специфічної для даного білка біологічної активності (ферментативної, гормональної тощо). Механізм впливу денатуруючих агентів полягає в руйнуванні слабких зв'язків (водневих, іонних, дипольних, гідрофобних), що стабілізують вторинну, третинну та четвертинну структури білкових молекул. Первинна структура при цьому зберігається, оскільки вона утворена міцними ковалентними зв'язками. Денатурація може бути оборотною (структура білка відновлюється після усунення денатуруючого агента – *ренатурація*) або необоротною (просторова структура молекули не відновлюється).

Фактори, що викликають денатурацію білків, можна поділити на **фізичні і хімічні**.

До **фізичних факторів** належать:

- висока температура;
- ультрафіолетове опромінення;
- рентгенівське і радіоактивне опромінення;
- ультразвук;
- механічний вплив.

До **хімічних факторів** належать:

- концентровані кислоти і луги. Наприклад, трихлороцтова кислота (органічна), азотна кислота (неорганічна);
- солі важких металів (наприклад, CuSO_4);
- органічні розчинники (етиловий спирт, ацетон);
- рослинні алкалоїди;
- сечовина у високих концентраціях;
- інші речовини, здатні порушувати слабкі типи зв'язків у молекулах білків.

Рівні структурної організації білкових молекул

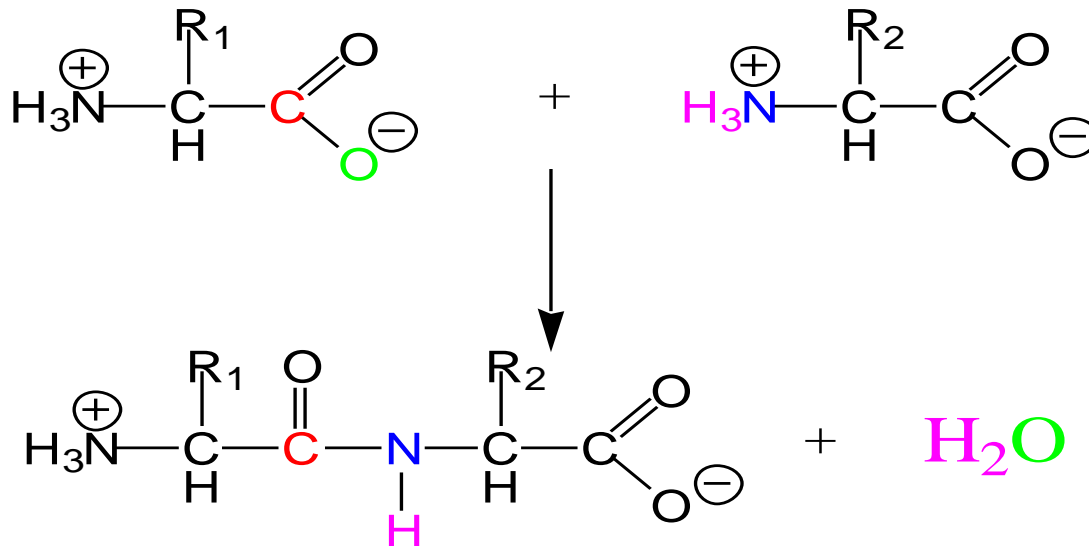
Окрім послідовності амінокислот поліпептиду, для функціонування білків у край важлива тривимірна структура, яка формується в процесі фолдинга. Ця структура утримується в результаті взаємодії структур нижчих рівнів. Тривимірна структура білків за нормальних природних умов називається нативним станом білка. Втрата нативного стану це денатурація.

Виділяють **чотири рівні** структурної організації білків

- **Первинна структура**
- **Вторинна структура**
- **Третинна структура**
- **Четвертинна структура**

Первинна структура

Це конфігурація поліпептидного ланцюга, яка формується в результаті утворення кислотоамідного (*пептидного*) зв'язку між залишками амінокислот. При синтезі пептиду **α-карбоксильна група** однієї амінокислоти взаємодіє з **α-аміногрупою** другої амінокислоти, утворюючи пептидний зв'язок із виділенням молекули води:



При взаємодії двох амінокислот утворюється дипептид, трьох – трипептид і так далі аж до утворення величезного поліпептиду. Умовно прийнято, що пептиди, які містять від 2 до 20 амінокислотних залишків, належать до **олігопептидів**; ті, що мають від 20 до 50 амінокислотних залишків, – до **поліпептидів**. Пептидні ланцюги, які об'єднують понад 50 амінокислот і мають молекулярну масу, більшу за 6000, належать до власне **білків**.

Первинна структура кожного індивідуального білка закодована в молекулі ДНК і реалізується в ході транскрипції (передача закодованої в ДНК інформації молекулам мРНК) та трансляції (синтезу білка).

Пептидні зв'язки дуже міцні, для їхнього хімічного неферментативного гідролізу використовують жорсткі умови. У живій клітині пептидні зв'язки можуть розриватися за допомогою протеолітичних ферментів, що мають назву протеази або пептидгідролази.

Первинну структуру білка стабілізують:

- **пептидні зв'язки** (між амінокислотними залишками);
- **дисульфідні зв'язки** (між вільними –SH-групами цистеїну).

Первинна структура білка несе інформацію про його просторову структуру.

Вторинна структура

Вторинна структура білків – локальна конформація, зумовлена обертанням окремих ділянок поліпептидного ланцюга навколо одинарних ковалентних зв'язків.

Основні зв'язки, які стабілізують вторинну структуру, – **водневі зв'язки** між атомами пептидних груп амінокислот у складі одного й того самого пептидного ланцюга або між різними пептидними ланцюгами.

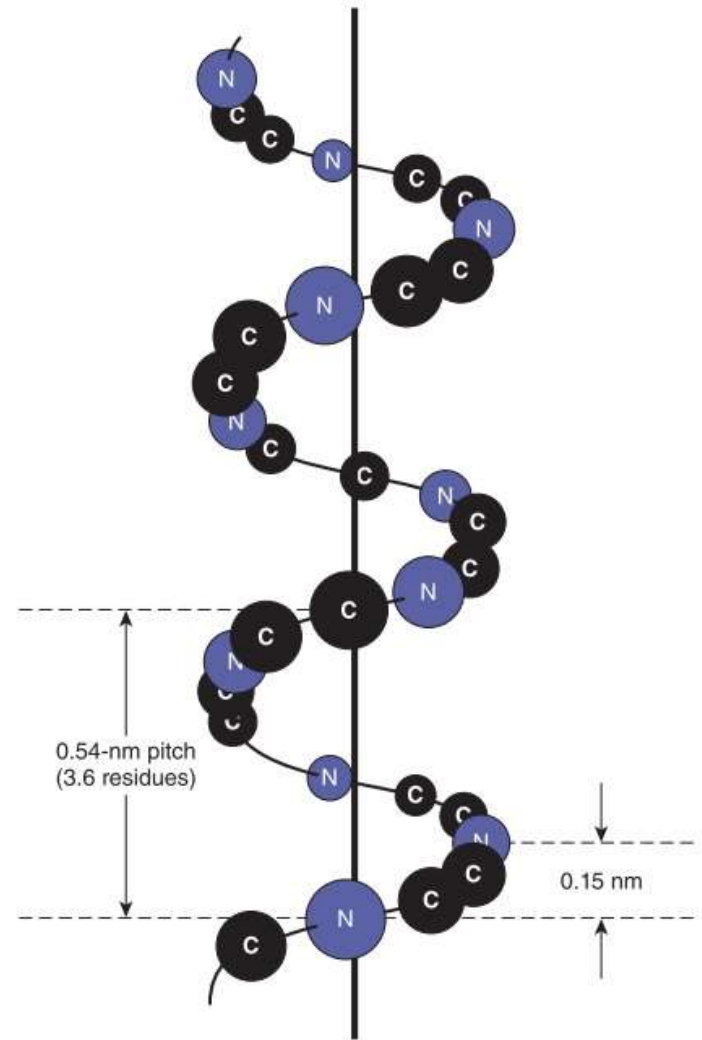
Види вторинної структури:

- **α -спіраль** (правозакручена)
- **β -складчаста структура**

α-спіраль

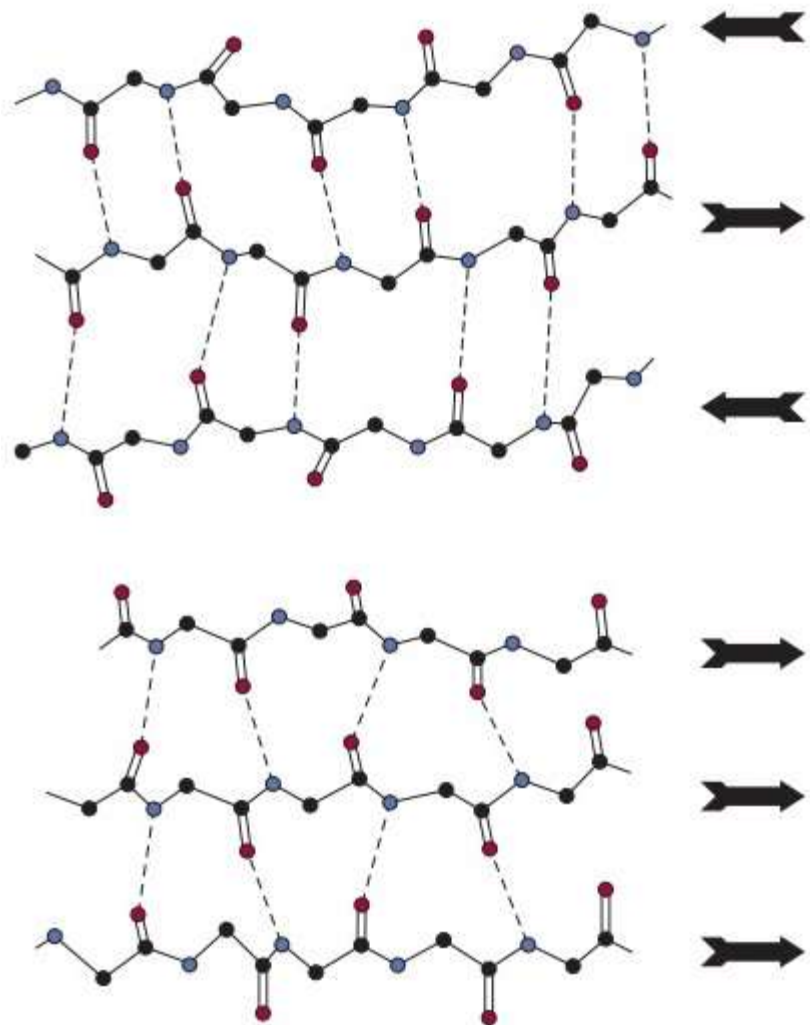
В α-спіралі водневі зв'язки утворюються між атомом кисню карбонільної групи і воднем амідного азоту 4-ї від нього амінокислоти.

Водневі зв'язки розташовані паралельно осі спіралі і повторюються багато разів, тому міцно утримують спіралеподібну структуру у дещо напруженому стані (як стиснуту пружину). Бічні радикали амінокислотних залишків розміщуються по периферії спіралі й не беруть участі в утворенні вторинної структури. Крок спіралі (один повний виток) 0,54 нм становлять 3,6 амінокислотних залишків на виток, а на один амінокислотний залишок припадає 0,15 нм.



β-складчаста структура

β-структура формується між лінійними ділянками пептидного каркасу одного поліпептидного ланцюга, утворюючи при цьому складчасті структури. Стабілізується β-структура водневими зв'язками між C=O та NH-групами. Поліпептидні ланцюги або їхні частини можуть формувати **антипаралельні** (←→←) або **паралельні** (→→→) β-структури. В антипаралельному складчастому листі ланцюги спрямовані у протилежні боки. У паралельному складчастому листі обидва пептидні ланцюги мають у просторі однаковий напрям. У природних білках і пептидах трапляються обидві структури, але антипаралельна є більш стабільною, тому і більш поширеною.



Декілька ділянок поліпептидного ланцюга, що організовані в просторі у формі α -спіралі чи β -структури, можуть об'єднуватися, формуючи **надвторинну структуру**. В результаті в молекулі білка утворюються **домени** (функціональні або структурні). За своєю структурою кожний домен нагадує окремий невеликий білок. Як правило, в одному домені міститься від 40 до 300 амінокислотних залишків. **Доменом** називається ділянка білкової молекули, що має глобулярну форму та утворена декількома вторинними або надвторинними структурами. У різних білках домени можуть бути однаково організованими ділянками і виконувати однакові функції. Вони часто мають специфічні функції, такі, як зв'язування невеликих молекул. У ряді випадків чітко визначити функції тих чи інших доменів не вдається. Між доменами в межах одного й того самого поліпептидного ланцюга встановлюються гідрофобні контакти.

Третинна структура

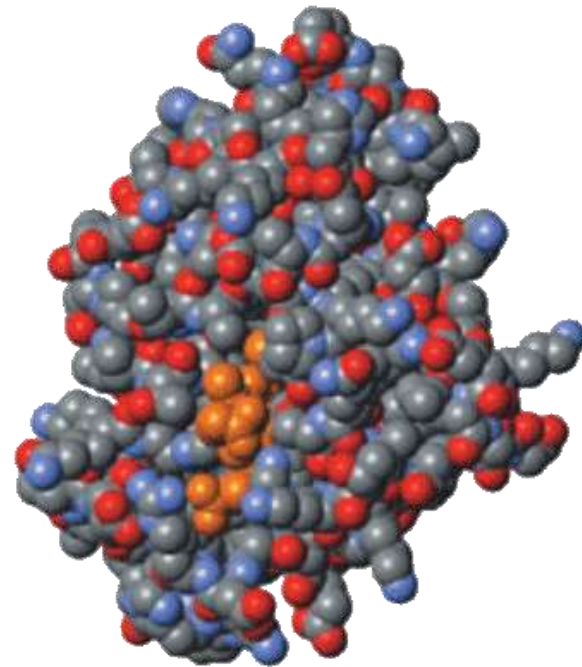
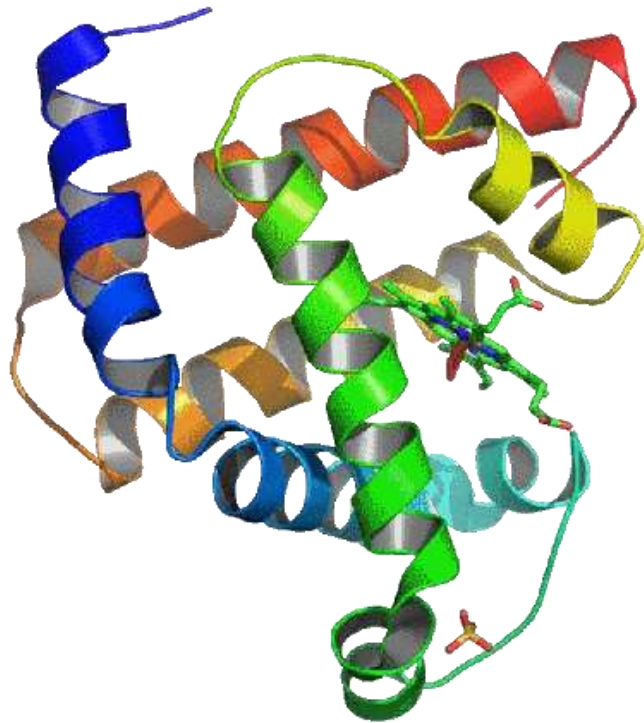
Третинна структура білків – це тривимірна просторова структура, що утворюється за рахунок взаємодій між радикалами амінокислот, які можуть розташовуватися на значній відстані один від одного в поліпептидному ланцюзі. Зв'язки, що беруть участь у формуванні третинної структури білків:

1) **гідрофобні взаємодії**. При укладанні поліпептидний ланцюг білка прагне набрати енергетично вигідної форми, що характеризується мінімумом вільної енергії. Тому гідрофобні радикали амінокислот прагнуть до об'єднання усередині глобулярної структури розчинних у воді білків. Між ними виникають так звані *гідрофобні взаємодії*, а також *сили Ван дер Ваальса* між близько прилеглими один до одного атомами. У результаті всередині білкової глобули формується гідрофобне ядро;

2) **іонні зв'язки.** Іонні зв'язки можуть виникати між негативно зарядженими (аніонними) карбоксильними групами радикалів аспарагінової і глутамінової кислот і позитивно зарядженими (катионними) групами радикалів лізину, аргініну або гістидину;

3) **водневі зв'язки.** Гідрофільні радикали амінокислот прагнуть утворити водневі зв'язки з водою і тому в основному розміщуються на поверхні білкової молекули. Усі гідрофільні групи радикалів амінокислот, що опинилися всередині гідрофобного ядра, взаємодіють один з одним за допомогою іонних і водневих зв'язків. Водневі зв'язки виникають між гідрофільними незарядженими групами (такими, як -ОН, -CONH₂, SH-групи) і будь-якими іншими гідрофільними групами. Білки, що функціонують у неполярному (ліпідному) оточенні, наприклад, білки мембран, мають іншу будову: гідрофільні радикали амінокислот розташовані всередині білка, в той час як гідрофобні амінокислоти локалізовані на поверхні молекули і контактують із неполярним оточенням. У кожному випадку радикали амінокислот займають найбільш вигідне біоенергетичне положення.

У білка, що має третинну структуру, на поверхні молекули формується ділянка, яка може приєднувати до себе інші молекули, що називаються *лігандами*. Ця ділянка називається *активним центром* і формується із радикалів амінокислот, які наближаються один до одного при формуванні третинної структури. Висока специфічність взаємодії білка із лігандом забезпечується *комплементарністю* структури активного центру до структури ліганду.

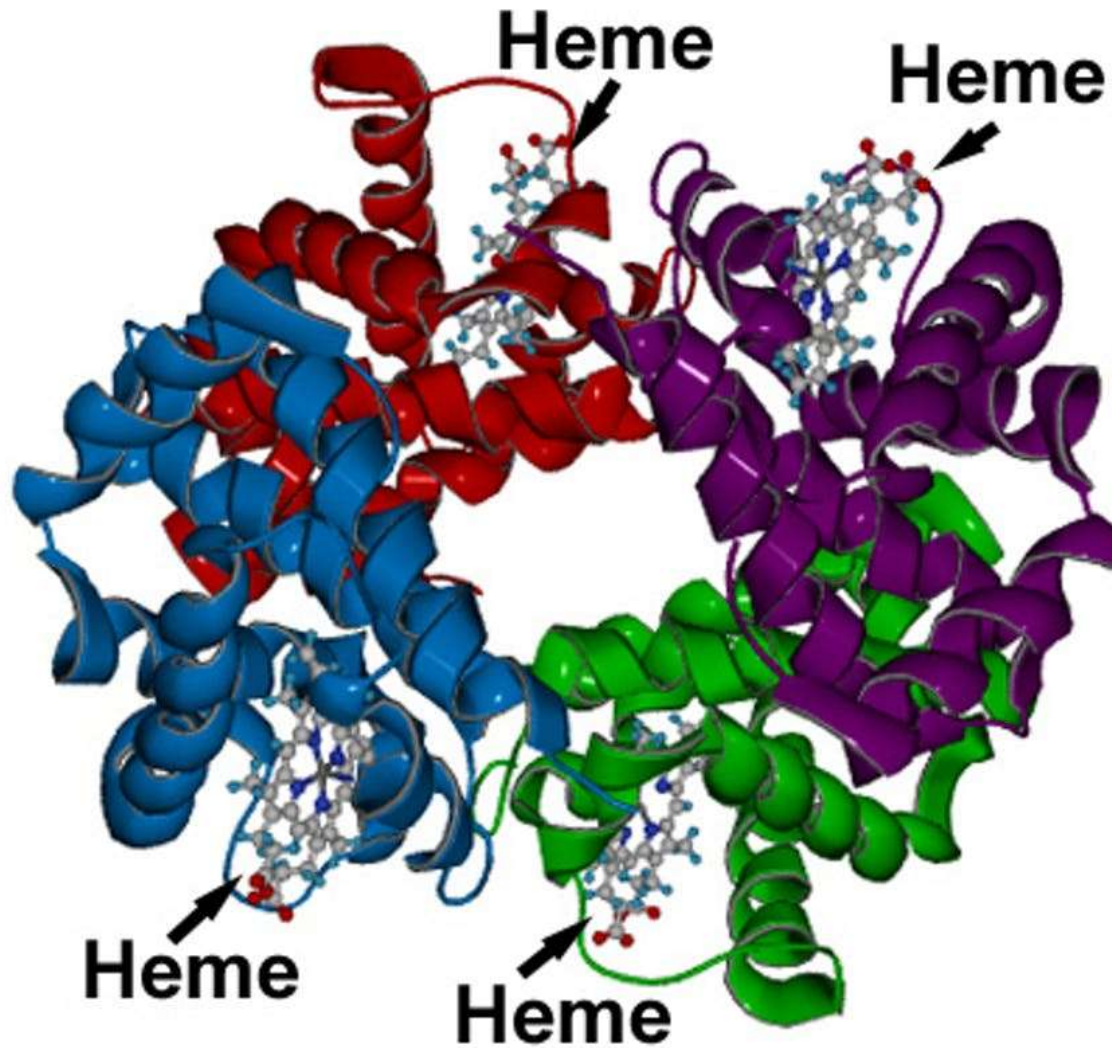


Четвертинна структура

Четвертинна структура формується при об'єднанні кількох поліпептидних ланцюгів, що мають третинну структуру. Утворений таким чином білок має нову функцію. Білки з четвертинною структурою називаються *олігомерними*, а індивідуальні поліпептидні ланцюги, що їх утворюють, – *протомерами або мономерами*. Такі об'єднання протомерів стабілізуються слабкими нековалентними зв'язками (водневими, гідрофобними, електростатичними взаємодіями) між амінокислотними залишками, розташованими на поверхні протомерів.

Прикладом білка із четвертинною структурою є гемоглобін. Його молекула побудована із чотирьох попарно однакових субодиниць – двох α - та двох β -поліпептидних ланцюгів, кожен з яких з'єднаний із небілковою сполукою гемом – порфіриновим похідним, що зв'язує молекулу кисню.

Структура гемоглобіну



Біологічні функції білків і пептидів

1. Каталітична функція. Більше 3400 білків є ферментами. Ферменти — тип білків, що характеризується специфічними каталітичними властивостями, тобто кожний фермент каталізує одну або декілька реакцій. Ферменти каталізують реакції розщеплювання (катаболізм) і синтезу (анаболізм) складних молекул, зокрема, синтез та деградацію ДНК, РНК, білків, ліпідів та цукрів. Крім того вони каталізують синтез та деградацію малих молекул, хімічні модифікації та ряд інших реакцій, необхідних для життєдіяльності.

2. Скорочувальна функція. Білки беруть участь у механічному скороченні для здійснення руху (мають, як правило, аденозинтрифосфатазну активність): актин і міозин м'язів, білки джгутиків та війок найпростіших, джгутиків сперматозоїдів, тубулін апарату руху хромосом у процесі мітозу та ін.

3. Структурна функція. Структурні білки часто грають роль арматури, що надає форму та жорсткість клітинам та тканинам. Зазвичай ці білки здатні формувати довгі філаменти або зв'язувати філаменти, сформовані іншими білками — частина структурних білків є фібрилярними, інші формують філаменти за допомогою полімеризації глобул білка за певних умов. Основними структурними білками є колаген, еластин (формують кістковий матрикс, судинну систему та ін. органи), α -кератин (наявний у епідермальній тканині), білки плазматичних мембран та ін.

4. Захисна функція. Багато білків, що входять до складу крові, беруть участь в захисній відповіді організму як на пошкодження, так і на атаку патогенів. До білків, що виконують дану функцію, належать антитіла (імуноглобуліни), які виробляються у відповідь на введення антигенів; білки системи згортання крові; білки системи комплементу; ферменти знешкодження ксенобіотиків; інтерферони, інтерлейкіни, лізоцим та ін.

5. Транспортна функція. Білки зв'язують та здійснюють транспорт у крові та клітині різних лігандів – біомолекул, іонів металів, чужорідних хімічних сполук (ксенобіотиків). Прикладами транспортних білків є альбумін сироватки крові (переносить жирні кислоти, білірубін, лікарські й токсичні сполуки), гемоглобін еритроцитів (транспортуює кисень), ліпопротеїни (транспортують ліпіди), трансферин (транспортуює залізо) та ін.

6. Регуляторна функція. Білкову та пептидну природу мають численні біорегулятори – гормони, медіатори та модулятори, що виробляються в ендокринній системі, нейронах головного мозку, імунній системі: прості білки (інсулін, соматотропін, пролактин тощо), глікопротеїни (тиреотропін, фолікулостимулювальний гормон, лютеїнізуючий гормон тощо), низькомолекулярні пептиди (вазопресин, окситоцин, опіоїдні пептиди мозку тощо). Прикладами регуляторних білків є також гістони, що стабілізують структуру ДНК і регулюють функціонування геному; білки теплового шоку (стресові білки); G-білки, що регулюють синтез циклічних нуклеотидів; онкобілки та антионкобілки, що визначають малігнізацію клітини.

7. Участь у підтриманні рН крові. Буферні властивості, які зумовлені наявністю вільних аміно- та карбоксильних груп у структурі білка. (гемоглобінова та білкова буферні системи).

8. Рецепторна функція. Рецепторні білки у внутрішньому середовищі організму служать для взаємодії із молекулами-біорегуляторами (сигнальними молекулами). Локалізуються в мембранних структурах клітин, а також можуть бути у розчиненому стані. Так, білкову природу мають мембранні рецептори для фізіологічно активних сполук, що приймають хімічний сигнал від гормонів, нейромедіаторів (адренорецептори, холіноорецептори, гістамінові рецептори тощо). Для сприйняття сигналів зовнішнього середовища відомі фоторецепторні білки (опсин), для сприйняття звуку холіноорецепторні білки тощо.

9. Підтриманні онкотичного тиску в клітинах і крові (альбумін) таким чином, беруть участь у регуляції водного обміну між кров'ю та позаклітинним простором.

10. Енергетична функція. (дуже незначною мірою, оскільки продукти гідролізу білка є джерелом енергії лише в особливих умовах, наприклад, при голодуванні).

11. Пластична функція. При аліментарній недостатності білка альбуміни можуть бути використані тканинами як пластичний матеріал для побудови власних білків.

Література

1. Біологічна і біоорганічна хімія: у 2 кн.: підручник. Кн. 2 Біологічна хімія / [Губський Ю.І., Ніженковська І.В., Корда М.М. та ін.]; за ред. Ю.І. Губського. – К.: ВСВ «Медицина», 2016. – 544 с.
2. Губський Ю.І. Біологічна хімія / Губський Ю.І. - Київ-Тернопіль, Укрмедкнига, 2000. – 508 с.
3. Гонський Я.І. Біохімія людини / Гонський Я.І., Максимчук Т.П., Калинський М.І Підручник. Тернопіль: Укрмедкнига, 2002.- 744 с.
4. Биохимия. Краткий курс с упражнениями и задачами / под редакцией Е.С. Северина, А.Я. Николаева.– М.: ГЭОТАР–МЕД, 2001.– 448 с.: ил.

Дякую за увагу!

