

БІЛКИ

Білки - це складні органічні сполуки, що складаються з карбону, гідрогену, оксигену та нітрогену.

Молекули білків дуже великі, це *макромолекули*, молекулярна маса яких коливається від кількох тисяч до кількох мільйонів. У природних білках трапляється двадцять різних амінокислот. Потенційно різноманітність білків безмежна, оскільки кожному білку властива своя особлива амінокислотна послідовність, закодована в ДНК клітини, що виробляє даний білок. Білків в клітинах більше, ніж інших органічних сполук: на їхню частку припадає понад 50 % загальної маси клітин.

Білки – це біополімери, що складаються з амінокислот.

Біополімер – це речовина, що складається із *мономерів*. Мономером білку є *амінокислота*.

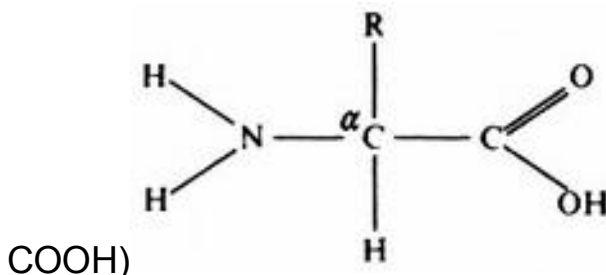
Приклади біополімерів: білки, нуклеїнові кислоти, полісахариди.

Загальна кількість амінокислот - біля 200. Амінокислоти можуть входити до складу білків або не входити (вільні амінокислоти).

Будь-яка амінокислота містить:

1. Аміногрупу **NH₂**
2. Карбоксильну групу **COOH**
3. Радикал – частина, за якою різні амінокислоти відрізняються одна від одної.

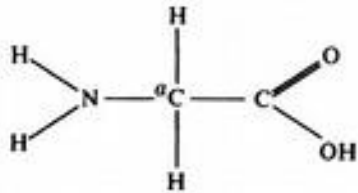
За винятком проліну, який є *імінокислотою*, всі інші сполуки є ***α-амінокислотами***, тобто містять аміногрупу (-NH₂), приєднаної до α-вуглецю (відлік вуглецевих атомів ведеться від карбоксильної групи).



Загальна формула амінокислот

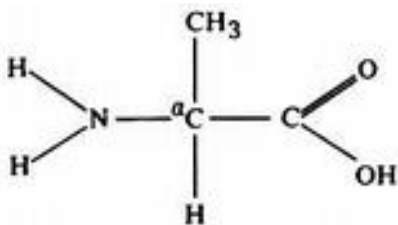
У найпростішій амінокислоті – гліцині роль R відіграє атом гідрогену H. У всіх інших випадках всі радикали – різні, так що амінокислота – асиметричний атом.

Всі амінокислоти, за винятком гліцину, оптично активні та можуть існувати у двох конфігураціях - в D-формі або L-формі. У природі амінокислоти зустрічаються винятково у *L-формі*



Гліцин

Якщо R являє собою метильну (—CH₃) групу, то утворюється амінокислота **аланін**



Рідкісні (нестандартні) амінокислоти

У живих організмах трапляється невелике число рідкісних амінокислот. Вони являють собою похідні деяких стандартних амінокислот. Наприклад, гідроксипролін – це похідне проліну, гідроксилізин – похідне лізину. У кодї ДНК немає кодонів для цих рідкісних амінокислот; вони утворюються шляхом модифікації відповідних стандартних амінокислот.

Амінокислоти, що не входять в складу білків

Таких кислот відомо біля 170. Вони трапляються в клітинах у вільному або зв'язаному вигляді, але ніколи не виявляються у складі білків. Наприклад, *гамма-аміномасляну кислоту* можна виявити тільки в нервовій тканині. Вона виконує гальмівну функцію у процесі передачі нервового імпульсу.

У розчині аміногрупа NH_3 перетворюється на NH_3^+ а карбоксильна група COOH на COO^- . Внаслідок цього амінокислота перетворюється на цвітеріон (в перекладі з німецької – «подвійний іон»).

Амінокислоти поділяються два види:

1. *Протеїногенні* – ті, що входять до складу білків.
2. *Непротеїногенні* – ті, що не входять до складу білків.

Види радикалів амінокислот:

1. *Неполярні* – ті, що не мають ані аміногрупи, ані карбоксильної групи (тобто жодної зарядженої групи).
2. *Полярні* – містять або аміногрупу (позитивно заряджену) або карбоксильну групу (негативно заряджену).

Види амінокислот за хімічними властивостями:

1. *Нейтральні* – не містять в радикалі ані аміногрупу, ані карбоксильну групу.
2. *Кислі* – містять в радикалі карбоксильну групу.
3. *Основні* – містять в радикалі аміногрупу.

Види амінокислот за здатністю до синтезу

Замінні – ті, які організм людини або тварин може синтезувати самостійно.

1. *Незамінні* – ті, які організм людини або тварин НЕ може синтезувати самостійно. Кількість незамінних амінокислот – вісім у дорослих (десять у дітей).

Рослини синтезують всі необхідні їм амінокислоти з простіших речовин. На відміну від них тварини не можуть синтезувати всі амінокислоти, яких вони потребують; частину з них вони повинні отримувати в готовому вигляді, тобто з їжею. Ці останні прийнято називати *незамінними амінокислотами*. Слід підкреслити, що назва "незамінні" зовсім не означає, що ці амінокислоти в чомусь

важливіше за інших. "Незамінні" вони лише в тому сенсі, що організм тварини не здатний їх синтезувати.

Прості пептиди – складаються з 2-50 амінокислот.

Прості пептиди від 10 до 50 амінокислот називаються *олігопептидами*.

Прикладом олігопептиду є *глюкагон* (гормон підшлункової залози, антагоніст інсуліну) – складається з 21 амінокислоти.

Сполуки понад 50 амінокислот називаються *білками*.

Найменший білок – *інсулін* (гормон підшлункової залози). Він складається з 51 амінокислоти.

Найбільший білок – *трімін* (міститься у м'язах). Він складається з 34 350 амінокислот.

Перші дослідження щодо з'ясування амінокислотної послідовності білків були виконані англійським вченим Фредеріком Сенгером, двічі удостоєним Нобелівської премії. Сенгер працював з гормоном інсуліном і це був перший білок, для якого вдалося з'ясувати амінокислотну послідовність. Робота зайняла рівно 10 років (1944-1954 рр). В даний час роботи з визначення амінокислотних послідовностей автоматизовані, й наразі первинна структура відома вже для кількох сотень білків.

<i>Білок</i>	<i>Молекулярная масса (M)¹⁾</i>	<i>Число аминокислотных остатков</i>	<i>Число полипептидных цепей</i>
Рибонуклеаза	12 640	124	1
Лизоцим	13 930	129	1
Миоглобин	16 890	153	1
Гемоглобин	64 500	574	4
α -Амилаза	97 600	Неизвестно	2
ВТМ (вирус табачной мозаики)	~ 40 000 000	~ 336 500	2130

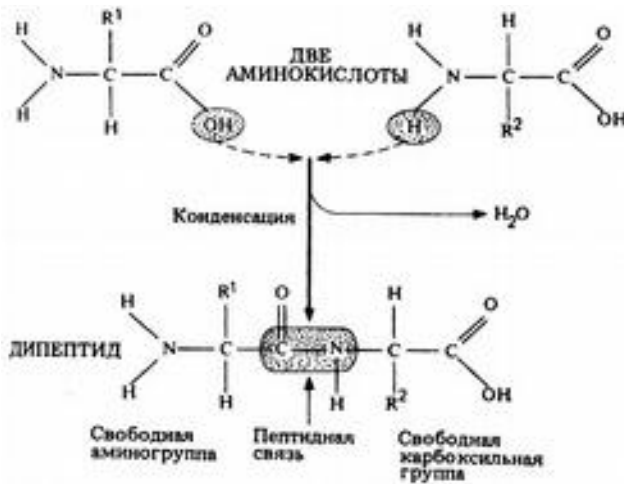
Сполука з двох амінокислот – *дипептид*, трьох - *трипептид* тощо.

Структури білків

Структура полімеру – це спосіб його просторового укладання. Тобто яку просторову конфігурацію може приймати полімер.

Первинна структура – послідовність амінокислот в поліпептидному ланцюгу. Первинна структура утворена за допомогою **пептидних зв'язків**.

Пептидний зв'язок утворюється в результаті виділення молекули води при взаємодії аміногрупи однієї амінокислоти з карбоксильною групою іншої. Реакція, що йде з виділенням води, називається реакцією **конденсації**, а ковалентний азот-вуглецевий зв'язок, що виникає при цьому - **пептидним зв'язком**.



Вторинна структура

Для будь-якого білка характерна ще й вторинна структура. Зазвичай білкова молекула нагадує розтягнуту пружину. Це так звана **α - спіраль**, яка стабілізується безліччю водневих зв'язків, які виникають між CO- і NH - групами, що знаходяться поблизу одна від одної. Атом гідрогену NH- групи однієї амінокислоти утворює **водневий зв'язок** з атомом кисню CO- групи іншої амінокислоти.



Повністю α - спіральну конформацію має білок кератин. Це структурний білок волосся, вовни, нігтів, кігтів, дзьоба, пір'я і рогів.

Другий тип вторинної структури – це **β -шар**, або складчастий шар. Білок шовку фіброїн що виділяється залозами гусениць шовкопряда при завивці коконів, представлений цілком саме цією формою. Фіброїн складається з декількох паралельних поліпептидних ланцюгів, витягнутих сильніше, ніж ланцюги з конформацією α -спіралі.

Фіброїн має високу міцність на розрив і не піддається розтягуванню, але подібна організація поліпептидних ланцюгів робить шовк дуже гнучким.

Третинна структура

Це – тривимірна конформація (глобула).

Третинна структура стабілізується завдяки таким зв'язкам:

1. Водневі зв'язки

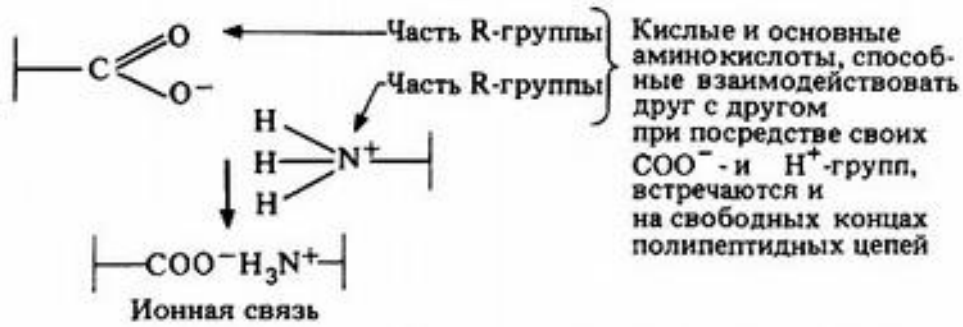
2. Дисульфідні зв'язки

Коли з'єднуються дві молекули амінокислоти *цистеїну*, їхні сульфгідрильні (-SH) групи окислюються і утворюють дисульфідні зв'язки:



2. Іонні зв'язки

При відповідному значенні рН іонізована аміногрупа може взаємодіяти з іонізованою карбоксильною групою, в результаті чого виникає іонний зв'язок:



3. Гідрофобні зв'язки (точніше – гідрофобні взаємодії). Це з'єднання неполярних (гідрофобних) радикалів.



Четвертинна структура

Багато білків складаються з декількох поліпептидних ланцюгів. Спосіб спільного укладання цих поліпептидних ланцюгів називають *четвертинною* структурою білка. Четвертинна структура є, наприклад, у гемоглобіну. Його молекула складається з чотирьох окремих поліпептидних ланцюгів двох різних типів: з двох α -ланцюгів і двох β -ланцюгів. α -ланцюги містять по 141 амінокислотному залишку, а два β -ланцюги-по 146 залишків.

Четвертинна структура – це не обов'язково чотири поліпептидні ланцюги. Кількість ланцюгів у різних білках варіює від двох до 72.

Зв'язки, що стабілізують четвертинну структуру – такі самі, як у третинній структурі.

Денатурація білків. Під денатурацією розуміють втрату тривимірної конформації, властивої білкової молекули. Ця зміна може носити тимчасовий або постійний характер, але амінокислотна послідовність білка залишається незмінною. При денатурації молекула розгортається і втрачає здатність виконувати свою звичайну біологічну функцію.

Ренатурація – відновлення природної структури білку.

Деструкція – розщеплення пептидних зв'язків під впливом екстремальних чинників.

Види білків за формою молекули

Фібрилярні – молекула має форму фібрили (волокна).

Приклади: колаген, кератин, фіброїн.

Глобулярні - молекула має форму глобули (кулі).

Приклади: ферменти, антитіла, токсини.

Види білків за структурою

Прості (протеїни) – при гідролізі розпадаються лише на амінокислоти.

Складні (протеїди) – складаються з білку та небілкової частини – *простетичної групи*.

Простетична група	Назва білку	Приклад
ліпід	ліпопротеїд	хіломікрони – частинки жиру, оточені білковою оболонкою
фосфатна кислота	фосфопротеїд	казеїн – білок молока
вуглевод	глікопротеїд	муцин – речовина слизу
пігмент	хромопротеїд	гемоглобін
нуклеїнова кислота	нуклеопротеїд	хромосоми

Функції білків

1. **Структурна функція.** Білки входять до складу будь-яких клітинних мембран. Також структурну функцію виконують колаген, кератин, фіброїн.
2. **Захисна функція.** Наприклад, антитіла захищають від чужорідних структур і речовин (антигенів). Фібриноген бере участь у зсіданні крові.
3. **Енергетична функція.** При розщепленні 1 граму білків виділяється 17,6 кДж.
4. **Транспортна функція.** Певні складні білки – дихальні пігменти – переносять кисень і вуглекислий газ.
5. **Рухова функція.** Різні види руху (м'язовий, джгутиковий, амебоїдний) здійснюються за допомогою певних білків.
6. **Гормональна функція.** Значна частина гормонів мають білкову природу.
7. **Каталітична функція.** Цю функцію виконують білки-ферменти.

Тести до теми "Білки"

1. Невеликий бічний ланцюг амінокислот називається:

- а) радикал
- б) пептид
- в) цвіттеріон
- г) стерол

2. Радикал амінокислоти може містити:

- а) хром
- б) гелій
- в) сульфур
- г) жодного

3. Яка речовина руйнує зв'язки між амінокислотами?

- а) амілаза
- б) пепсин
- в) ліпаза
- г) всі

4. Що може трапитися з людьми, які не споживають достатню кількість білку?

- а) затримка росту
- б) втрата м'язової маси
- в) депресія імунної системи
- г) все

5. Який амінокислота НЕ є незамінною?

- а) лізин
- б) метіонін
- в) аспарагінова кислота
- г) триптофан

6. Скільки калорій в одному грамі білка?

- а) 2
- б) 4
- в) 7
- г) 9

7. У якому відділі кишечника починається перетравлення білків?

- а) ротова порожнина
- б) стравохід
- в) шлунок
- г) тонка кишка

9. Якщо амінокислоту аланін (радикал містить CH_3) додати до розчину рН 7 аланін стає:

- а) катіоном
- б) неполярним
- в) цвіттеріоном
- г) ізотопом

10. Яка амінокислота має найбільшу молекулярну масу:

- а) фенілаланін
- б) триптофан
- в) тирозин
- г) гістидин

11. Яка з амінокислот може утворювати водневі зв'язки за рахунок свого радикалу:

- а) аспарагін
- б) аспарагінова кислота
- в) глютамін
- г) всі

12. D-Аланін і L-аланін по відношенню один до іншого є:

- а) наномерами
- б) енантіомерами
- в) епімерами
- г) полімерами

13. Середня маса амінокислотного залишку:

- а) 110
- б) 118
- в) 80
- г) 150

14. Яка з амінокислотою є незамінною?

- а) триптофан
- б) метіонін
- в) лізин
- г) всі

15. Бета – листи є прикладом структури:

- а) первинної
- б) вторинної
- в) третинної
- г) четвертинної

16. Яка речовина належить до біополімерів:

- а) фосфоліпід
- б) пепсин
- в) дезоксирибоза
- г) поліетилен

17. Вкажіть елементарний склад білків:

- а) С, Н
- б) С, Н, О, N, S, P
- в) С, Н, N, О
- г) С, К, О, N, S, Mg

18. Вкажіть функціональні групи мономерів білків:

- а) COOH, OH б) C=O, COOH
в) COOH, NH₂ г) OH, C=O

19. Який вид зв'язку підтримує первинну структуру білку:

- а) водневий б) пептидний
в) йонний г) дисульфідний

20. Який вид зв'язку підтримує вторинну структуру білку:

- а) водневий б) пептидний
в) йонний г) Ван-дер-Ваальса

21. Яку функцію білки НЕ виконують?

- а) енергетичну б) транспортну
в) будівельну г) теплоізоляції

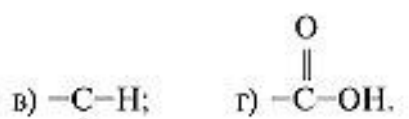
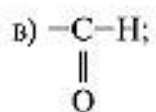
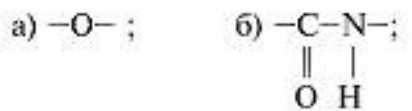
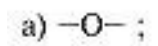
22. Склад білків вивчається за допомогою реакції:

- а) гідролізу б) електролізу
в) гідратації г) гідрування

23. Яка хвороба є прикладом визначальної ролі первинної структури білку?

- а) подагра б) серпоподібно клітинна анемія
в) атеросклероз г) цукровий діабет

24. Вкажіть, на якому з рисунків зображено пептидний зв'язок:



25. Які речовини мають білкову природу:

- а) ферменти
- в) алкалоїди
- г) стероїди
- д) пігменти

26. Дисульфідні зв'язки виникають за рахунок залишків:

- а) метіоніну
- б) цистеїну
- в) гліцину
- г) аланіну

27. Вкажіть вид хімічного зв'язку, що НЕ виникає в білку:

- а) водневий
- б) гідрофобний
- в) пептидний
- г) гідрофільний

28. Який з білків виконує рухову функцію:

- а) гемоглобін
- б) тубулін
- в) фібриноген
- г) трипсин

29. Фермент каталаза має структуру:

- а) первинну
- б) вторинну
- в) третинну
- г) четвертинну

30. Лактаза належить до класу ферментів:

- а) ізомерази
- б) лігази
- в) оксидоредуктази
- г) трансферази

31. Амінооцтова кислота і аланін – це:

- а) структурні ізомери
- б) одна і та ж речовина
- в) геометричні ізомери
- г) гомологи

32. Лужні властивості амінокислот визначає:

- а) гідроксильна група
- б) карбонільна група
- в) нітрогрупа
- г) аміногрупа

33. Аланін не взаємодіє з речовиною:

- а) кисень
- б) гідроксид натрію
- в) хлороводородна кислота
- г) сульфат натрію

34. При утворенні дипептиду кількість молекул води, що виділяються, дорівнює:

- а) 1
- б) 2
- в) 3
- г) 4

35. Амфотерні властивості амінокислот обумовлені наявністю:

- 1) карбоксильної та аміногрупи
- 2) гідроксильної та аміногрупи
- 3) карбоксильної та карбонільної груп
- 4) карбоксильної та нітрогрупи

36. Для білків не характерна реакція:

- 1) гідролізу
- 2) денатурації
- 3) термічного розкладання
- 4) полімеризації

37. Що спостерігається при дії на розчин білків сульфату амонію:

- 1) випадання білого осаду
- 2) випадання чорного осаду
- 3) червоно - фіолетове забарвлення
- 4) жовте фарбування

38. Білкову природу має:

- 1) бавовна
- 2) віскоза
- 3) шерсть
- 4) капрон

39. Для білків НЕ характерна реакція:

- 1) окислення
- 2) термічного розкладу
- 3) денатурації
- 4) поліконденсації

40. Що спостерігається при дії на розчин білку ацетату свинцю і гідроксиду натрію:

- 1) випадання білого осаду
- 2) випадання чорного осаду
- 3) червоно - фіолетове забарвлення
- 4) жовте забарвлення

41. Що спостерігається при дії на розчин білку сульфату міді (II) і гідроксиду натрію:

- 1) випадання білого осаду
- 2) випадання чорного осаду
- 3) червоно - фіолетове забарвлення
- 4) жовте забарвлення

42. Що спостерігається при дії на розчин білку концентрованої азотної кислоти:

випадання білого осаду

випадання чорного осаду

червоно - фіолетове забарвлення

жовте забарвлення

43 . Білкову природу має:

- | | |
|-----------|----------|
| 1) нітрон | 3) енант |
| 2) аніл | 4) шовк |

44. Білки, які містять усі незамінні амінокислоти називають:

- | | |
|-----------------|-------------------|
| 1) повноцінними | 3) неповноцінними |
| 2) замінними | 4) незамінними |

45. Вторинна структура характеризується тим, що:

- 1) радикали розташовані з внутрішнього боку спіралі
- 2) радикали розташовані із зовнішнього боку спіралі
- 3) структура закручується в глобулу
- 4) утворена кількома протомерами

46. Білок, який надає пружності кісткам, називається:

- | | |
|------------|------------|
| 1) осеїн | 3) колаген |
| 2) еластин | 4) тубулін |

47. Білок, які виконує скоротливу функцію:

- | | |
|---------------|---------------|
| 1) гемоглобін | 3) гемоціанін |
| 2) актин | 4) фібрин |

48. Група, за якою амінокислоти розрізняються між собою:

- | | |
|---------------|-----------------------|
| 1) аміногрупа | 3) карбоксильна групи |
| 2) радикал | 4) мономери |

49. Дисульфідні зв'язки виникають між залишками амінокислот:

- | | |
|--------------|-------------|
| 1) метіоніну | 3) гліцину |
| 2) валіну | 4) цистеїну |

50. Білком крові є:

- | | |
|------------|-------------|
| 1) колаген | 3) міозин |
| 2) фібрин | 4) тубулін. |