**Лекція «Білки: огляд будови й біологічної ролі. Роль ферментів у забезпеченні процесів метаболізму клітини та цілісного організму.»**

**План**

1. **Білки: вміст в організмі та хімічний склад.**
2. **Будова та структури білкової молекули.**
3. **Властивості білків.**
4. **Функції білків.**
5. **Характеристика ферментів.**

**1.Білки: вміст в організмі та хімічний склад**

         З якими матеріальними об'єктами пов'язана таємниця життя? Це одне з головних запитань, на яке намагалася дати відповідь наука на протязі своєї історії. І вже досить давно вчені зрозуміли, що найголовнішу роль в усіх життєвих процесах відіграють білки, оскільки вони становлять основну структуру всіх живих систем і виконують ряд важливих функцій.

            Ще на початку ХІІІ ст. було встановлено, що речовини, які містяться в соках рослин, екстрактах тваринних тканин, мають однакову природу. Вперше почав вивчати хімію білкових речовин Я. Бекаррі. У 1728 р. він виділів із пшеничного борошна білок-клейковину і дослідив деякі його властивості. У той же час білки вивчав і француз А. Фуркруа. Він ґрунтовно дослідив білки сироватки крові і назвав її три компоненти - желатин, альбулін, фібрин. Пізніше, у 1839 р. галандський хімік Г. Мульдер назвав білки протеїнами (з гр. - перший).

*Вміст білків в організмі людини:*у м'язах - 80%,
в шкірі - 63%,
в печінці - 57%,
в кістках - 28%.

*Хімічний склад білків.*          У 1810 р. вчені Ж. Гей-Люссик і Л. Біснор встановили елементарний склад білків. Вони з'ясували, що до їх складу входять такі елементи: *вуглець, водень, кисень, азот, сірка.*

          За хімічною природою **білки** - біополімери, мономерами, яких є амінокислоти - відносно низькомолекулярні сполуки. В склад кожної амінокислоти входить карбоксильна група (-СООН), яка надає молекулі кислотних властивостей, аміногрупа (-NH2) надає властивостей основ, які приєднані до одного і того ж атома вуглецю. До цього ж атома вуглецю приєднана і одна із багатьох бокових груп (радикалів - "R").

            Існує багато тисяч різних білків, проти вся ця різноманітність досягається відповідним поєднанням усього лише 20 амінокислот, які відрізняються одна від одної своїми боковими групами (радикалами). Амінокислоти поділяють на замінні та незамінні. Замінні амінокислоти можуть синтезуватись в організмі людини і тварини з продуктів обміну речовин. Незамінні амінокислоти не можуть синтезуватись в організмі в процесі обміну і повинні надходить з рослинною їжею (лізин, триптофан, фенілаланін, мятіонін, треонін, лейцин, ізолейцін, валін).

**2.Будова та структури білкової молекули**

           Білки - біополімери, мономерами яких є амінокислоти, які сполучаючись між собою утворюють довгий ланцюг, який називають поліпептидом.

            Молекули амінокислот мають здатність з'єднуватись між собою так званими пептидними зв'язками, що виникають внаслідок взаємодії групи -NH2 однієї молекули з групою - СООН другої з виділенням води. Так утворюються лінійні полімери амінокислот - *поліпептиди* (білки).

          Як приклад, розглянемо механізм з'єднання амінокислоти (гліцин) з такою ж амінокислотою (гліцин):

Формула амінокислоти:



           Оскільки під час цієї реакції виділяється певна кількість молекул води - то дану реакцію називають реакцією **поліконденсації.**

**Просторова структура білків.**

             Білок - це хімічна індивідуальність, макромолекула з молекулярною масою від 46 (Ммаси спирту) до 500.000 (Ммаси міозину), які розрізняються за:
а) складом аміноксилот;
б) числом амінокислотних ланочок;
в) порядком розташування в ланцюжку.

              Відомо чотири рівні структурної організації білків: первинний, вторинний, тритинний і четвертинний (мал. 9 підр. стор. 24). (Розповідь вчителя паралельно з заповненням таблиці вчителем на дошці, учнями в зошиті).

*Просторова конфігурація білків.*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|

|  |  |
| --- | --- |
| **Структура білка** | **Просторова конфігурація** |
| ПервиннаА - А - А - А  | Послідовне, лінійне сполучення залишків амінокислот за допомогою пептидних зв'язків. Первинна структура представлена у вигляді довгого ланцюга. |
| Вторинна(дослідували американські вчені Л. Полінг та Р. Корі) | Спіралізація поліпептидного ланцюжка. Зв'язки водневі, гідрофобні, іонні. |
| Третинна (клубок; шар; глобула) (досліджував англійський вчений Дж. Кендрю в 1957 р.) | Поліпептидна спіраль закручується певним чином у глобулу за рахунок гнучкості вторинної спіральної структури і скріплення спіралей дисульфідними містками, в результаті чого утворюється об'ємне структурне утворення з характерною чітко визначеною для кожного білка поверхнею. Також зв'язки - іонні, водневі, гідрофобні. |
| Четвертинна(Об'єднання декількох глобул в єдине функціональне утворення) | Гідрофобні, водневі і іонні зв'язки. Четвертинну структуру має гемоглобін. Його молекула складається із 4-х окремих поліпептидних ланцюгів двох різних типів: із двох a-ланцюгів і двох b-ланцюгів. Два a-ланцюгів містять по 141 амінокислотному залишок, а два b-ланцюги - по 146 залишків. Повну структуру гомоглобіну визначили Кендрю і Перуц.  |

 |

**3.Властивості білків**

 Одна з основних властивостей білків - це їхня здатність під впливом різних факторів змінювати свою структуру і властивості. Ця зміна може мати тимчасовий або постійний характер, але в обох випадках амінокислотна послідовність білка залишається незмінною. Такий процес порушення природної структури (вторинної - четвертинної) білка називається **денатурацією**.
При денатурації молекула розгортається і втрачає здатність виконувати свою біологічну функцію.
               Спричинити денатурацію білків можуть такі фактори:
1. Нагрівання або дія інфрачервоного або ультрафіолетових променів.
(Кінетична енергія викликає сильну вібрацію атомів білка, внаслідок чого слабкі водневі і іонні зв'язки розриваються. Білок згортається (коагулює).)

2. Сильні кислоти, сильні луги і концентровані розчини солей.
(Іонні зв'язки розриваються і білок коагулює. Довготривала дія реагенту може викликати розрив і пептидних зв'язків.)

3. Важкі метали.
(Катіони утворюють міцні зв'язки з карбоксил-аніонами і часто викликають розриви іонних зв'язків. Вони також знижують електричну поляризацію білка, зменшуючи його розчинність. Внаслідок цього білок, який містився в розчині, випадає в осад.)

4. Органічні розчинники.
(Дані реагенти порушують гідрофобні взаємодії і утворюють зв'язки з гідрофобними (неполярними) групами. В результаті розриваються і внутрішньомолекулярні водневі зв'язки. Використання спирту як дезинфікуючого засобу основане на тому, що він викликає денатурацію білка тих чи інших бактерій. Інколи денатурований білок може спонтанно відновити свою початкову структуру. Це може відбутись на початкових стадіях денатурації за умови припинення дії факторів, що спричиняють цей процес. Таке явище має назву ренатурації (від лат. ре - префікс, який означає поновлення).

              Процес порушення первинної структури білків називають **деструкцією** (від лат. деструкціо - руйнування). Він завжди має незворотний характер.

**4.Функції білків**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|

|  |  |
| --- | --- |
| **Функції білків** | **Приклади білків** |
| 1. Структурна (Входять до складу клітинних мембран, мембран органоїдів) | Еластин (зв'язки) Колаген (хрящі, сухожилки) Олеїн (кістки) Кератини (нігті, пір'я) |
| 2. Транспортна (Переносять кисень у крові і м'язах, переносять жирні кислоти, жири) | Гемоглобін, гемоціанін, міоглобін |
| 3. Скорочувальна (Скоротливі білки, забезпечують рух) | Актин і міозин (м'язи) Тубулін (війки, джгутики, мікротрубочки) |
| 4. Захисна (Важлива частина імунної системи - антитіла, зсідання крові) | Імуноглобуліни (антитіла) Фібриноген, тромбопластин, тромбін (зсідання крові) |
| 5. Енергетична (Розпадаються з виділенням енергії) | 1 г білка утворює 17,2 кДж |
| 6. Сигнальна (Через білки передаються сигнали і направляються у внутрішньоклітинні центри. При цьому подразники - хімічні чи механічні - зумовлюють певні зміни в структурі білків, що є своєрідною реакцією на зовнішнє подразнення. Такий принцип діяльності нервової системи) | Родопсин |
| 7. Регуляторна | Гормони (інсулін, гормон росту) |
| 8. Запасаюча | Яєчний альбумін, казеїн молока |
| 9. Каталітична (Прискорюють хімічні реакції в клітині)**4.Характеристика ферментів** | Ферменти |

 |

**Ензимологія як наука. Основні властивості ферментів.**
     Щодо останньої функції, то ферменти, як нам відомо, - біокаталізатори, які здатні прискорювати хімічні реакції в клітині в десятки тисяч разів. Наука, яка займається вивченням ферментів, називається ензимологія.

**ФЕРМЕНТИ** (від лат. fermentum – закваска), або ензими, – високо специфічні білкові молекули, або РНК-молекули, які є біологічними каталізаторами процесів обміну речовин і перетворення енергії у клітинах та організмі. Термін «фермент» запропонував ще в XVII ст. нідерландський хімік і фізіолог Я. ван Гельмонт (1580–1644). Наука про ферменти виокремилася в окрему галузь біохімічної науки – ферментологію (ензимологію), що інтенсивно розвивається в тісному зв'язку з хімією, фізіологією, токсикологією, мікробіологією, генетикою, фармакологією та ін.

***Загальними особливостями усіх ферментів є:***

• наявність активних (каталітичних) центрів  – ділянок, до яких приєднуються молекули субстрату. Ці ділянки у простих ферментах утво-

рюють амінокислоти, а у складних – небілкові частини-кофактори (вітаміни,

йони Купруму, Феруму, Магнію);

• наявність регуляторних центрів , до яких можуть приєднуватися різні молекули й спричиняти збільшення або зменшення каталітичної актив-

ності. Через ці центри на активність ферментів впливають такі регуляторні

чинники, як продукти реакцій, гормони, нейромедіатори та ін. Регуляторні

чинники, що підвищують активність ферментів, називають активаторами

(йони кислот, жовчні кислоти для ліпаз), а ті, що зменшують, – інгібіторами

(наприклад, катіони важких металів);

специфічність, що визначається здебільшого комплементарною відповідні-

стю між ділянкою ферменту й молекулою субстрату;

• залежність активності від певних умов (рН, температури, тиску, концентра-

ції субстрату та ферментів);

• невитратність – прискорюють реакції, але самі при цьому не витрачаються

та ін.

Отже, здатність ферментів впливати на швидкість біохімічних реакцій є вирішальною умовою для процесів обміну речовин і перетворення енергії у клітинах та організмах.

***Як класифікують ферменти?***

У сучасній ензимології відомо понад 3000 ферментів; їх класифікують за

різними критеріями.

*За місцем утворення* ферменти поділяють на *ендо- й екзоферменти.* Переважна більшість ферментів діють всередині клітин або організму, де вони утворилися, тобто є ендоферментами. Зазвичай фермент іменують за типом реакції, яку він каталізує, додаючи суфікс –аза до назви субстрату (наприклад, лактаза – фермент, що бере участь у перетворенні лактози).

Паразитичні бактерії та гриби-паразити використовують екзоферменти як чинники, що послаблюють організм хазяїна, руйнують його захисні системи, розщеплюють макромолекули. Травні ферменти хижих тварин (павуки, змії, личинки жуків-плавунців) секретуються для зовнішнього травлення, захисту від хижаків .

Класифікація ферментів *за хімічним складом* включає прості та складні ферменти. Прості ферменти (однокомпонентні) містять лише білкову частину.

Більшість ферментів цієї групи можуть кристалізуватися. Прикладами простих ферментів є рибонуклеаза, гідролази, уреаза та ін. Складні ферменти (двокомпонентні) складаються з білкового (апоферменту) й небілкового (кофактора) компонентів. Білковий компонент визначає специфічність ферментів, синтезується, як правило, організмом та є чутливим до зміни температури. Небілковий компонент визначає активність складних ферментів і, як правило, надходить організм у вигляді попередників або в готовому вигляді та зберігає стабільність за несприятливих умов. Кофактори можуть бути як неорганічними молекулами (наприклад, йони металів), так і органічними (наприклад, флавін). Прикладами складних ферментів є оксидоредуктази (наприклад, каталаза), лігази (наприклад, ДНК-полімераза, тРНК-синтетази), ліази та ін.

Існує класифікація ферментів і *за типом реакцій*, згідно з якою їх поділяють на 6 класів: оксидоредуктази, трансферази, гідролази, ліази, ізомерази та лігази.

Отже, ферменти класифікують за місцем утворення, хімічним складом і типом каталітичних реакцій.

За біологічним значенням ферменти поділяють на метаболічні, травні й

захисні.

*Метаболічні ферменти* – група ферментів, що каталізують анаболічні й катаболічні реакції у клітинах. Вони можуть міститися в гіалоплазмі (ферменти бродіння), в ядрі (РНК-полімераза, ДНК-полімераза), в мітохондріях (дегідрогенази й цитохроми дихального ланцюга), на рибосомах (синтетази білків), у хлоропластах рибулозобіфосфаткарбоксилаза, або РуБісКо, – фермент фіксації СО2)

та ін. У клітинах метаболічні перетворення субстратів здійснюються послідовно декількома ферментами. Кожний з цих ферментів каталізує певну ділянку загального метаболічного шляху. Сукупність ферментів, які каталізують перетворення субстрату через ланцюг послідовних реакцій, називається мультиферментним комплексом (мультиферментною системою). Метаболічні ферменти беруть участь у процесах дихання, росту, подразливості, скорочення м’язів тощо.

*Травні ферменти* – група ферментів, що розщеплює складні органічні сполуки та їх комплекси до простіших. Ці ферменти в живій природі спостерігаються в лізосомах твариноподібних організмів, секреторних міхурцях грибів, травних секретах комахоїдних рослин, травній системі

тварин . Травні ферменти належать до групи гідролаз, що каталізують реакції гідролізу. Так, у травному тракті хребетних тварин й людини наявні протеази (каталізують розщеплення білків), ліпази (ферменти розщеплення ліпідів), амілази (ферменти розщеплення вуглеводів),нуклеази (розщеплюють нуклеїнові кислоти до нуклеотидів).

Серед ферментів є й такі, що захищають від токсичних речовин (наприклад,

антиоксидантні ферменти пероксидаза, каталаза й супероксиддисмутаза), від

втрат крові (наприклад, ферменти зсідання крові – тромбін, фібрин). Основним захисним ферментом багатьох організмів є лізоцим, що міститься в лейкоцитах, яєчному білку, шкірі, слизових оболонках і рідинах організму (слини, слізної рідини). Лізоцим розщеплює речовини, що є основою клітинної оболонки бактерій і захищає слизові оболонки ока, порожнини рота, кишечнику від інфекцій.

Отже, роль ферментів полягає в забезпеченні метаболізму клітин,

перетравлюванні складних речовин до простіших і забезпеченні захисту від несприятливих чинників.