

*Белтъци. Градивни единици на белтъците. Пептидна връзка. Равнища на организация на белтъчната молекула-първична, вторична, третична и четвъртична структура. Свойства на белтъчната молекула. Биологични функции.*

чнат

Белтъците, наречени още протеини, са едни от най-важните макромолекули в клетките. Цялата клетъчна активност се дължи на тях. Повече от половината от сухата маса на клетката са белтъци. Те са задължителен компонент на клетъчните мембрани. Присъстват и в междуклетъчното пространство. Много белтъци образуват нишки, обвити едни около други изпълняват опорна функция, като свързват различни биологични структури. Формата на клетките се дължи на белтъците, изграждащи цитоскелета. Главен компонент на копринената нишка и на паяжината е белтъкът фибриноин.

Белтъците са хетерополимери. Независимо от произхода и функцията си всички белтъци са изградени от едни и същи мономерни-20 вида аминокиселини. Всички аминокиселини имат обща структура. Притежават две функционални групи: аминогрупа (-NH<sub>2</sub>) и карбоксилна група (-COOH). Всички аминокиселини имат централен C атом, към който са свързани -NH<sub>2</sub> група, водороден атом и страничен радикал (-R). Различията между аминокиселините се дължат на различните радикали, които определят специфичните свойства на белтъците. Аминокиселините се свързват помежду си чрез ковалентна връзка, наречена пептидна връзка. При свързването си едната аминокиселина отдава хидроксилна (-OH) група от карбоксилната си група, а другата губи водороден атом от аминогрупата си. Това е реакция на кондензация, при която се отделя молекула вода. Въглеродният атом от първата аминокиселина се свързва с азотния атом от втората. Образува се пептидна връзка. При свързването на две аминокиселини се образува дипептид. Молекулите, образувани от свързването на много аминокиселини, се наричат полипептиди, а веригата им-полипептидна. Белтъците могат да са изградени от една или от няколко свързани полипептидни вериги.

Белтъците са сложно устроени макромолекули. Функциите, които те изпълняват са в тясна връзка с устройството им. Пространствената структура на белтъчните молекули се разглежда на няколко равнища: първично, вторично, третично и четвъртично.

Първична структура. Белтъците са изградени най-често от стотици аминокиселини, свързани с дълги полипептидни вериги. Винаги единият край на полипептидната верига завършва с аминогрупа, а другият - с карбоксилна група. Първичната структура се определя от броя, вида на аминокиселините и последователността на свързването им. Първичната структура определя останалите равнища на организация на белтъчната молекула. Информацията за първичната структура е записана в ДНК. Понякога промяна само на една аминокиселина с друга може да доведе до сериозни промени в свойствата и в биологичната функция на даден белтък. Пример за връзката между промяната в първичната структура и биологичните свойства на белтъка е болестта сърповидноклетъчна анемия. Тази тежка наследствена болест, която довежда до изменение във формата на кръвните клетки и до намаляване на свързването на хемоглобина с кислорода, се дължи на заместването само на една аминокиселина с друга в една от полипептидните вериги на хемоглобина.

Вторична структура. Вторичната структура на белтъците се определя от взаимодействието между близко разположени аминокиселинни остатъци. Полипептидната верига може да е с

2.

формата на алфа спирала или В-листова структура. Алфа спиралната структура наподобява телефонен шнур, при който всяка извивка се поддържа от водородни връзки между пептидните

връзки на всяка първа и четвърта аминокиселина. Образуваните водородни връзки са успоредни на оста на спиралата.

В-листовата структура е нагъната като хармоника или като стъпалата на тълба. Водородните връзки се образуват между пептидните връзки от срещуположно разположени пептидни вериги (или доближени части от една и съща полипептидна верига).

Третична структура. Често полипептидната верига се огъва. Формата, която полипептидната верига заема в пространството, определя третичната ѝ структура. Пространствената форма на полипептидната верига, наречена конформация, се поддържа от слаби, нековалентни (водородни, хидрофобни, йонни) връзки, които възникват между страничните –R-групи на аминокиселините. Често срещана връзка, която стабилизира третичната структура е дисулфидната връзка. Това е ковалентна връзка (-S-S-), която се образува между два аминокиселинни остатъка на аминокиселината цистеин, съдържаща сулфхидрилна (SH-) група. В резултат на различните връзки белтъчната молекула се огъва, спирализира се и се извива, като образува енергийно стабилна структура, наречена нативна конформация. Това е и биологично активната форма на белтъците. При нея белтъчната верига се извива в пространството така, че аминокиселините с хидрофобни вериги остават във вътрешността на молекулата, а тези с хидрофилни остават на повърхността. Полипептидните вериги могат да заемат различни конформации, но нативната конформация е една единствена.

Според третичната си структура белтъците се разделят на две групи: глобуларни и фибриларни.

Глобуларните белтъци са със сравнително закръглена форма. Те са водоразтворими белтъци. Притежават както алфа спирала, така и В-лист и участъци със случайна, неподредена структура. При специфичното за всеки белтък нагъване хидрофилните аминокиселини се разполагат на повърхността на белтъчната молекула.

Повечето големи глобуларни белтъци имат добре оформени пространствени участъци, наречени домени. Това са области с определена структурна организация, които се свързват с биологичната функция на белтъците. Белтъците със сходна функция (например свързват метален йон, разпознават специфична молекула) обикновено са с еднакви домени.

Фибриларните белтъци са силно удължени. Обикновено те са свързани помежду си и образуват снопчета от усукани полипептидни вериги. Тези белтъци са неразтворими във вода. Имат или само алфа-спирала, или само В-лист.

Къдренето на косата е биохимична технология. Кератиновите влакна, изграждащи космите на косата, са алфа-спирални вериги, свързани помежду си с дисулфидни

връзки. Косата се навива на ролки, обработва се с вещество, което разрушава дисулфидните връзки, и се нагрива. Това предизвиква разрушаване на вторичната и третичната структура на белтъка, полипептидните вериги се разтягат, отдалечават се и се разместват една спрямо друга. След известно време косата се обработва с окисляващ агент, който предизвиква образуването на нови дисулфидни връзки на места, различни от първоначалните. След измиване и изсушаване на косата полипептидните вериги отново придобиват алфа-спирална структура. Косата вече е накъдрена и извивките се поддържат от новообразувани дисулфидни връзки.

Четвъртична структура. Свързването на две или повече полипептидни вериги с помощта на слби връзки определя четвъртичната структура. Типичен пример за белтък с четвъртична структура е

3.

хемоглобинът, който е изграден от 4 полипептидни вериги – две алфа- и две В-вериги. Не всички белтъци имат четвъртична структура.

Основен принцип при изграждането на макромолекулите е тяхната способност за самоорганизация. Това означава, че информацията за специфичното огъване на полимерните им вериги и формата, която заемат в пространството, се носи от самите мономерни единици, които ги изграждат. Пространствената структура на полимерната молекула се получава спонтанно. Тя може да бъде нарушена при промяна в условията на обкръжаващата среда. Високи температури, силни киселини и основи, тежки метали и други фактори разрушават връзките, поддържащи вторичната и четвъртичната структура.

Денатурираните белтъци губят биологичната си функция. При определени условия те могат да претърпят ренатурация и да възвърнат пространствената си структура. Това е доказателство, че първичната структура определя останалите равнища на организация в белтъчната молекула. Денатуриращите фактори могат да бъдат опасни за организма и да причинят смъртта на клетките. При човека температура над 41 градуса по Целзий предизвиква денатурация на белтъците, поради което те не могат да изпълняват функциите си и настъпва смърт.

Конюгатни съединения на белтъците.

Белтъчните молекули може да се свързват с различни биомолекули (липиди, въглехидрати, ДНК, РНК) и с различни малки молекули и метални йони. Така те формират голямо разнообразие от сложноустроени конюгатни съединения.

Мултибелтъчни комплекси. Разнообразните белтъчни молекули с различни функции могат да социират помежду си и да образуват много големи белтъчни комплекси. Такива комплекси са често пъти доста динамични структури. Белтъците, които ги изграждат, могат да се асоциират и да се дисоциират помежду си в зависимост от условията в клетката.

Взаимодействащите белтъци обикновено имат комплементарни (допълващи се) повърхностни участъци и свързването се осъществява с помощта на слаби връзки. Много различни процеси в клетката (синтезата на ДНК, на РНК, преобразуването на химичната енергия в използвана за клетките форма) се извършват от комплекси, изградени от голям брой взаимодействащи помежду си белтъци.

Биологични функции. Белтъците изпълняват много разнообразни функции, което определя голямото им значение:

1. Структурообразуваща. Здравината на скелета, на сухожилията и кожата се дължи на белтъка колаген. Друг белтък-кератинът, е главният компонент на косата, перата, ноктите, рогата и копитата. Белтъците са задължителен компонент на клетъчните мембрани.

2. Каталитична. Повечето химични реакции в организма се катализират от специализирани белтъци-ензими.

3. Транспортна. Малки молекули ( $O_2$ ,  $CO_2$ , холестерол, мастни киселини) се свързват към специфични белтъци, които ги пренасят през кръвния ток или през мембраните (белтъкът хемоглобин в еритроцитите пренася кислород от белите сробове до

клетките).

4.Енергийна.Семаната на някои растения (фасул,соя,грах) са богати с резервни белтъци,които са енергиен източник при покълването им.При животните и човека белтъците се използват като източник на енергия след изразходването на въглехидратите и мазнините.

5.Защитна.Антителата,образувани във висшите животни и човека,са белтъци,които разпознават и обезвреждат чуждите антигени.Защитна функция изпълняват и белтъците в змийската отрова.Фибриногенът и тромбинът участват в кръвосъсирването.

4.

6.Съкратителна и двигателна.Белтъците актин и миозин участват в мускулните съкращения. Предвиждането на сперматозоидите и някои едноклетъчни става с помощта на камшичета или реснички,съдържащи специфични белтъци.

7.Регулаторна.Много хормони са белтъци (инсулин,глюкагон) и участват в регулацията на обмяната на веществата.

8.Запасна.Семената на растенията (фасул,соя,ориз,пшеница) са богати с резервни белтъци,които са необходими в първите стадии при развитието на зародиша.Такава функция имат и яйчният албумин-основен компонент на белтъка на яйцето,и казеинът-белтък в млякото.В животинските тъкани желязото се съхранява в молекулата на белтъка феритин.

Белтъците са хетерополимери,изградени от аминокиселини.Те имат първична,вторична,третична,а някои-и четвъртична структура.Първичната структура определя останалите равнища на организация.Пространствената структура определя специфичните свойства на белтъците.

