

Белоктар

Негізгі сұрақтары:

1. Пептидтік байланыстар
2. Белок молекуласы құрылымының деңгейлері:
 - бірінші реттік құрылымы;
 - екінші реттік құрылымы;
 - үшінші реттік құрылымы;
 - төртінші реттік құрылымы.
6. Домендер.

Белоктардың ашылу тарихы

- ❖ Алғаш рет белокты 1728 ж. итальян ғалымы **Яконо Бартоломео Беккари** (1682— 1766) бидай ұнынан (желімтік түрінде) алды. Бұл жаңалық белок химиясының өмірге келуі болып есептеледі.
- ❖ «**Белок**» «**протеин**») деген термин орыс тілінде жұмыртқаның ақуызы деген сөзден шыққан. **Протеин**» деген термин грек тілінде «**protēios**» деген сөзден шыққан.
- Белок жөнінде ең алғаш ғылыми мәлімет берген – голландиялық ғалым **Мульдер** (1838). Ол белоктың құрамында азот бар екенін анықтады және «**протеин**» деген терминді енгізді.



Белоктардың ашылу тарихы



1820 жылы А. Браконно қышқыл ортада желатинді гидролиздеп, дәмі тәтті аминсірке қышқылы түзгендігін байқады. Бұл гликокол болатын, оны глицин деп атады.



1871 жылы Н.Н. Любавин сүт белогы казеиннің ас қорыту сөлінің қатысуымен ферменттік гидролиз жолымен амин қышқылдарына ыдырайтындығын ашты.



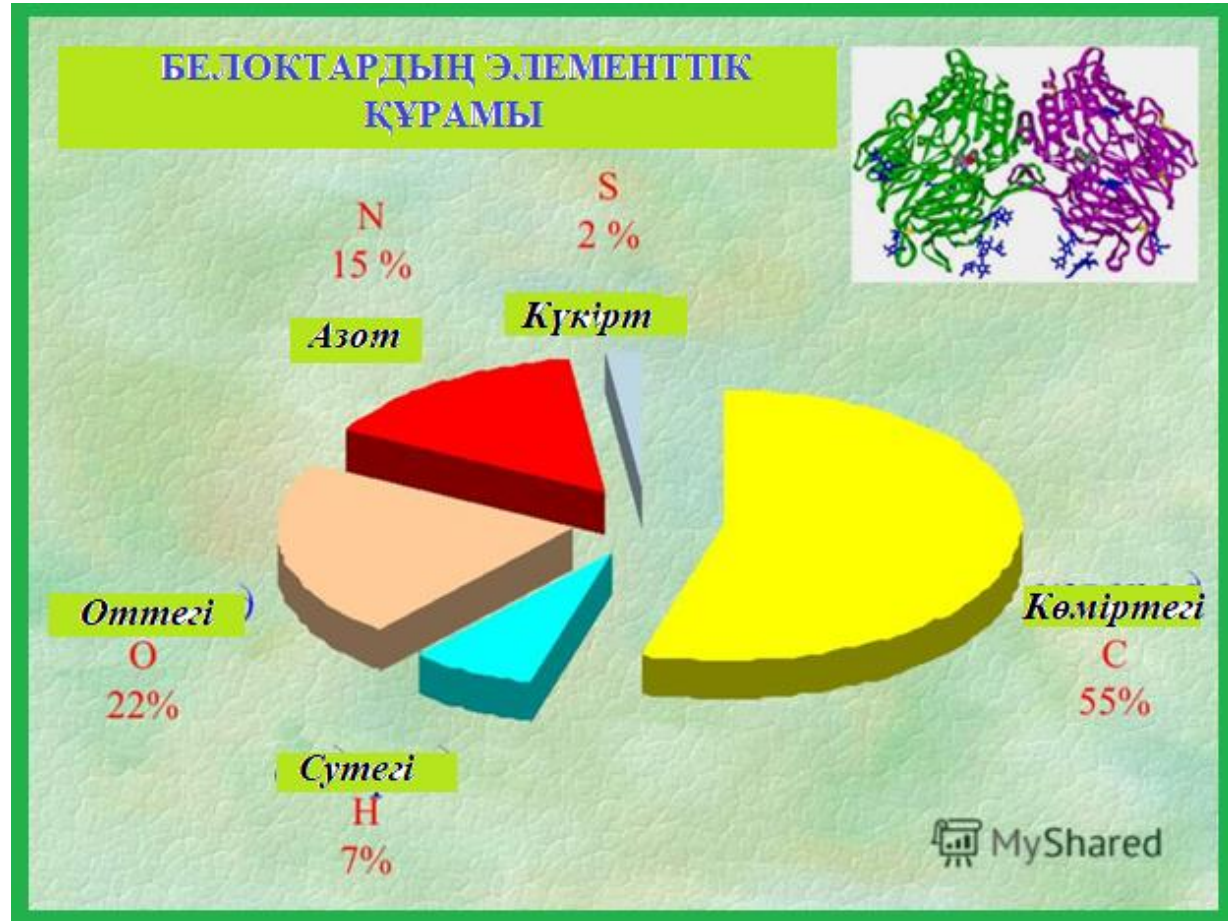
1901-1902 ж.ж. Э. Фишер белоктарды қышқылдың қатысуымен 10-16 сағат қыздырғанда гидролизге ұшырайтынын ашты.

Белоктар

Белок – тірі организмдерде әртүрлі маңызды қызметтер атқаратын биологиялық макромолекулалар. Клетканың құрғақ массасының 50%-ін белоктар құрайды.

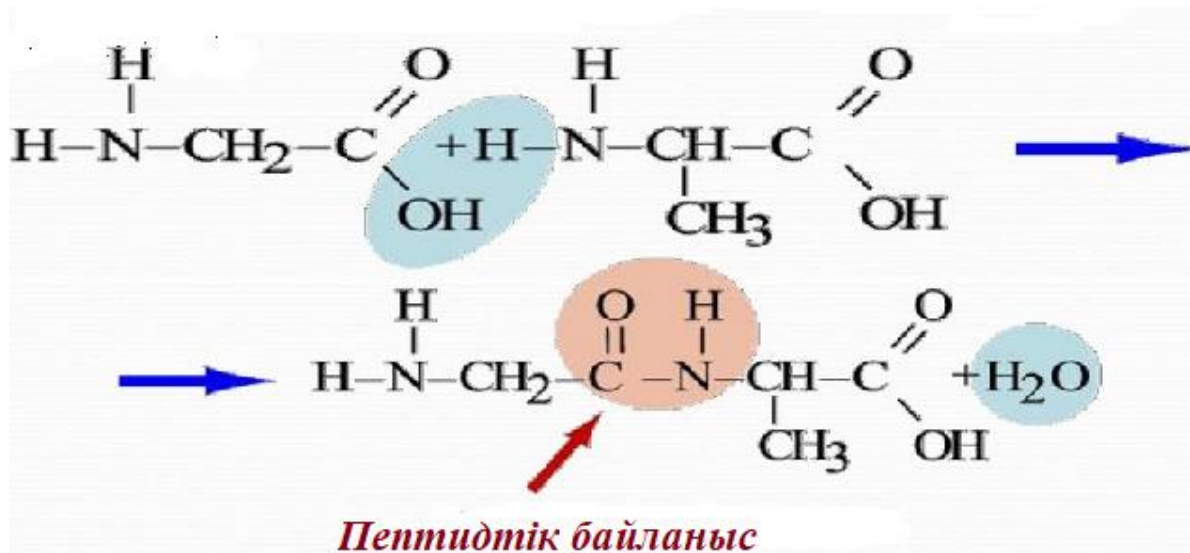
Белоктардың құрылымдық элементтері – ***α-амин қышқылдары***. Белоктардың құрамында амин қышқылдарынан басқа заттар (металдардың атомдары, фосфат топтары, липидтер, көмірсулар, нуклеин қышқылдары) болуы мүмкін.

Белок молекулаларының құрамына **20 түрлі *α-амин қышқылы*** кіреді,



Полипептидтік тізбек

Белоктардың молекулаларында амин қышқылдарының қалдықтары өзара бірімен-бірі байланысып, полипептидтік тізбекті құрайды. Полипептидтік тізбекте бір амин қышқылының карбоксил тобының көміртек атомы екінші амин қышқылының NH_2 -тобының азот атомы коваленттік байланысады. Бұл байланысты (-CO-NH-) пептидтік байланыс деп атайды.



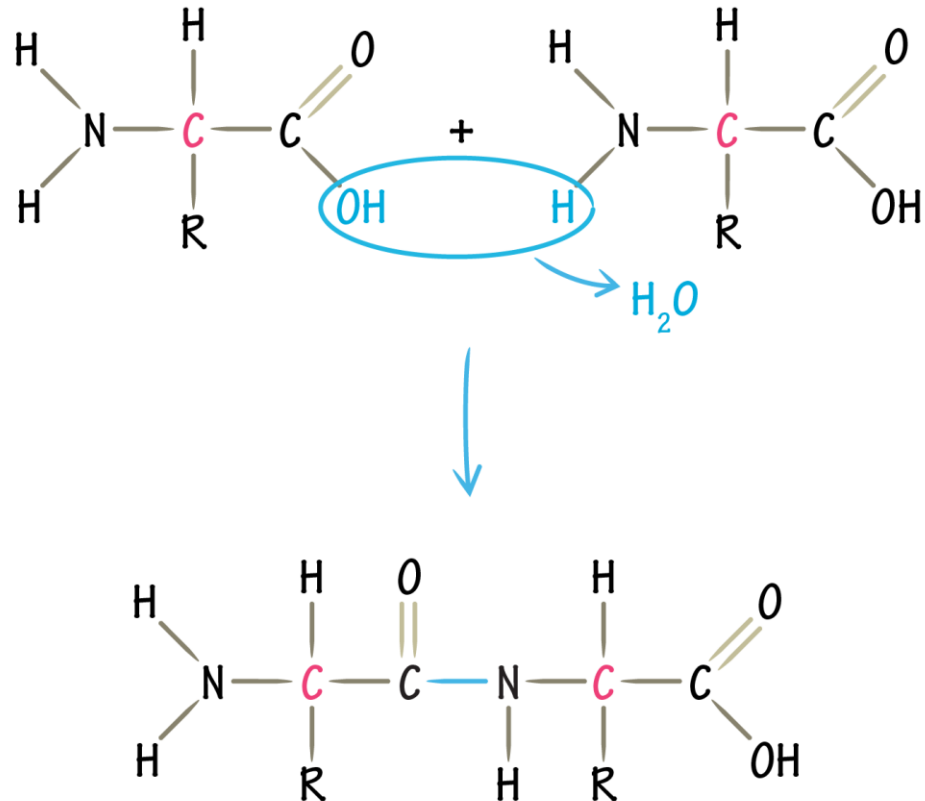
Полипептидтік тізбек бір белгілі бағытта жазылады, оң жақта бос NH_2 -тобы бар, сол жақта бос COOH -тобы бар амин қышқылының қалдығы орналасады. Полипептидтік тізбекті үнемі қайталанатын (NH-CH-CO) және өзгеріске ұшырайтын (R - бүйірлік топтары) бөліктерге бөлуге болады.

Полипептидтің үнемі қайталанатын бөлігін (-NH-CH-CO-) ең басты тізбегі дейді, бұл полипептидтің кесіндісіне амин қышқылдарының келесі бөліктері кіреді: амин тобы, карбонил тобы және α -көміртек атомы.

Полипептидтің өзгертін кесіндісіне амин қышқылдарының бүйірлік топтары кіреді.

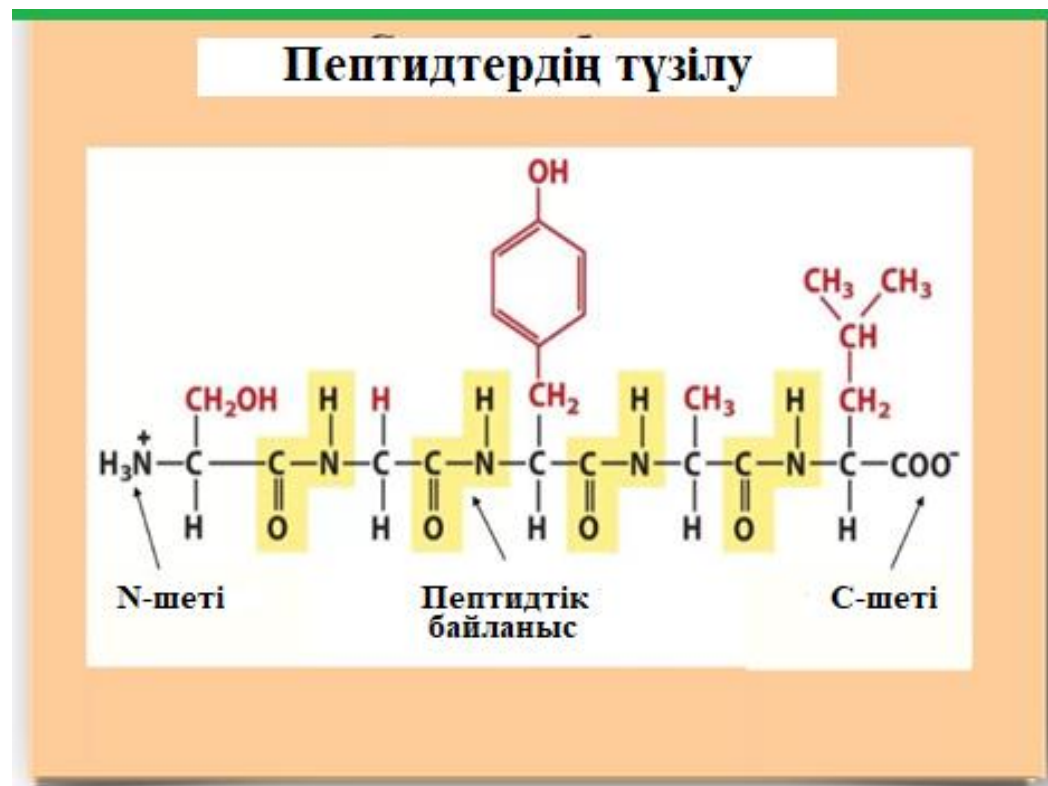
Дипептидтің түзілуі

Peptide Bond Formation



Белок молекуласындағы химиялық байланыстар

- 1888 ж орыс ғалымы – биохимик **А.Я. Данилевский** өз тәжірибелері бойынша белок молекуласындағы амин қышқыл қалдықтарының арасында пептид байланысының болуы туралы болжам айтты.
- Кейінірек, XX ғасырдың басында неміс ғалымы **Э.Фишер** пептид байланысының болуын тәжірибе жүзінде дәлелдеді. Ол 19 амин қышқылдарының қалдығынан тұратын полипептидті синтездеп алды.

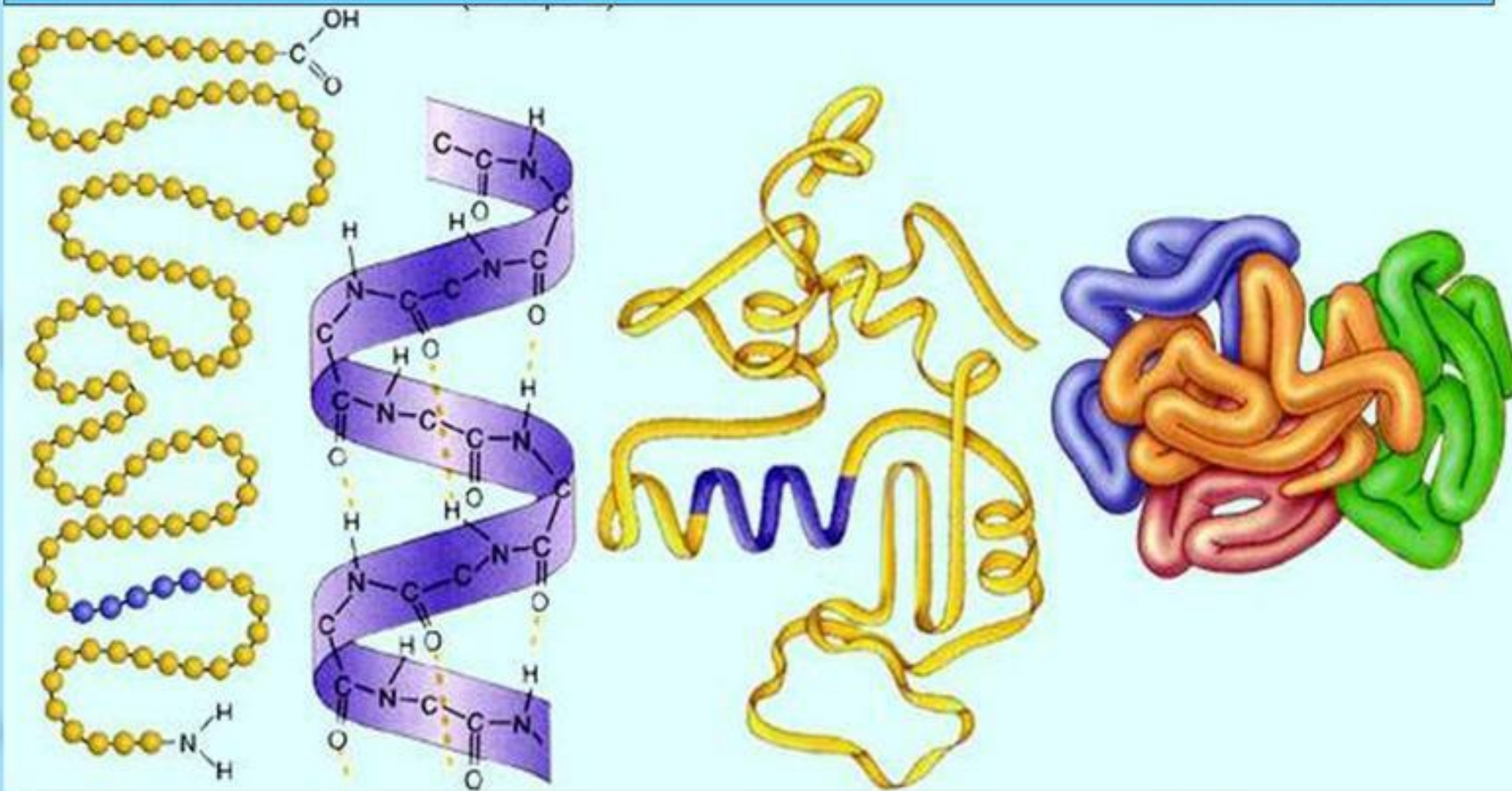


Белоктың құрылым деңгейлері

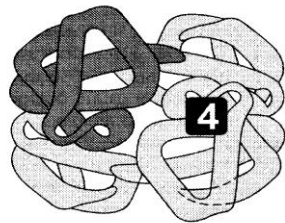
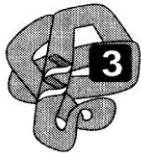
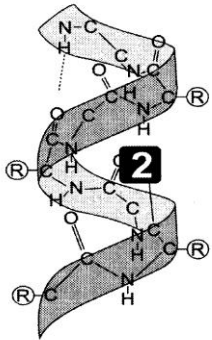
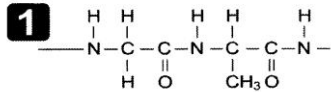
Бірінші реттік
(аминқышқылының тізбегі)

Екінші реттік **Үшінші реттік**
(α – орама)

Төртінші реттік



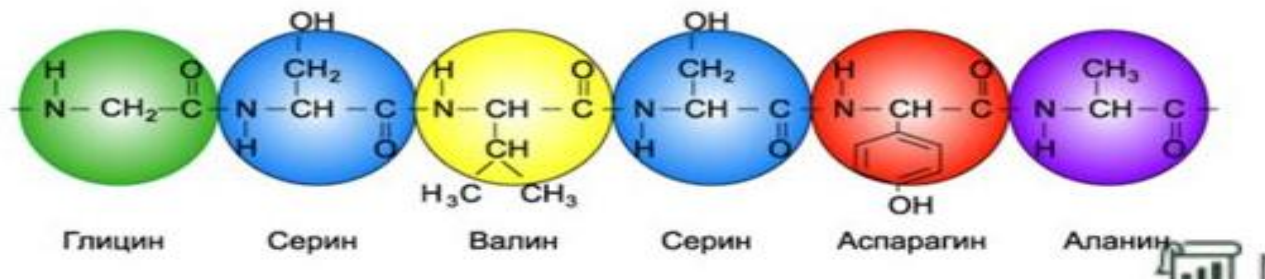
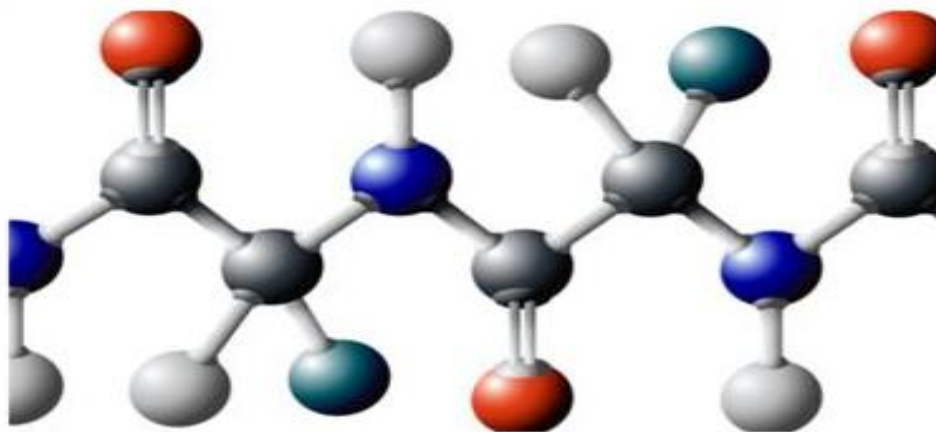
Белок молекуласының құрылымы



Белок молекуласының құрылымы төрт деңгейде болады: бірінші, екінші, үшінші және төртінші реттік құрылымдар. Екінші, үшінші, төртінші реттік құрылымдары белоктың кеңістік құрылымы деп аталады.

1. Белоктың **бірінші реттік құрылымы** – полипептидтік тізбекте амин қышқылдарының белгілі бір ретпен жалғасып орналасуы.
2. Белоктың **екінші реттік құрылымы** – полипептидтік тізбекте жақын орналасқан амин қышқылы қалдықтарының кеңістікте өзара байланысып орналасуы.
3. Белоктың **үшінші реттік құрылымы** – полипептидтік тізбекте алыс орналасқан амин қышқылы қалдықтарының кеңістіктегі құрылысы.
4. Белоктың **төртінші реттік құрылымы** – екі, үш, төрт немесе одан да көп полипептидтік тізбектерден (суббөліктерден) құрылған белок молекуласында суббөліктердің кеңістіктегі өзара орналасуы.

Белок молекуласының бірінші реттік құрылымы



Екінші реттік құрылым

Белоктың *екінші реттік құрылымының* кең таралған түрлері – α -спираль және β -қатпарлы қабат.

- **Оң жақты α -спираль** тұрақты, полипептид тізбегіндегі барлық СО-топтары мен NH-топтары өзара сутек байланыстар арқылы байланысқан. Әр амин қышқылы қалдығындағы **C=O** тобы полипептид тізбегі бойында амин қышқылының төрт қалдығынан кейінгі орналасқан амин қышқылының **NH**-тобымен, **сутектік байланыс** түзеді.
- Ондай сутектік байланыстар спиральдің белдігі бойымен бағытталады. Амин қышқылдарының **барлық бүйірлік топтары спиральдан тыс орналасады**. α -спиральдің бір айналымына 3,6 шамасындай амин қышқылының қалдығы сәйкес келеді, спиральдің әр қадамы – 0,54 нм (3,6 x 0,15 нм).

Екінші реттік құрылым

β -құрылым (қатпарланған жапырақ) – созылған полипептидтік тізбектен түзіледі. β -құрылым екі түрлі болады:

- қосарланған (параллельденген) β -құрылым – бұл β -құрылымының түрінде екі полипептидтік тізбектің бағыты бір жақты;
- антипараллельденген β -құрылым – екі полипептидтік тізбектің немесе бір полипептидтік тізбектің екі бөлігінің бағыты қарама-қарсы параллельденген.
- β -құрылым полипептидтегі карбонильдік және аминдік топтар арасындағы сутектік байланыс арқылы тұрақтандырылады.
- қарама-қарсы параллельденген β -құрылым бір полипептидтік тізбек бойында түзілуі мүмкін. Бір полипептид болғанда, онда полипептидтік тізбек бұрылады да, β -иірілім түзіледі.

Белоктың екінші реттік құрылымын құру қабілетіндегі амин қышқылдарының үлесі

Полипептид тізбектің екінші реттік құрылымның біреуін түзу қабілеті амин қышқылдарының кезектесуіне және олардың бүйірлік топтарының табиғатына байланысты. 20 амин қышқылын олардың екінші реттік құрылымын (α -спираль, β -құрылым) түзу қабілетіне қарай бірнеше топқа бөлуге болады (кесте).

Белоктың полипептидтік тізбегінің екінші реттік құрылымын құру қабілетіндегі аминқышқылдарының үлесі

	α -спираль	β -құрылым
Белсене түзеді	Аланин, глутамин, лейцин	Валин, лейцин, метионин
Түзілуге бейімдігі бар	Гистидин, фенилаланин валин, глутамин қышқылы,	Треонин, фенилаланин тирозин, цистин, лейцин, триптофан,
Нашар түзеді	Лизин, изолейцин	Аланин
Бұл құрылымына парықсыз	Аспарагин қышқылы, аргинин, серин, треонин, цистин	Аспарагин қышқылы, аргинин, глицин
Түзілуіне қарсы әсер етеді	Аспарагин, тирозин	Гистидин, лизин, серин, аспарагин қышқылы, пролин
Құрылымды бұзады	Глицин, пролин	Глутамин қышқылы

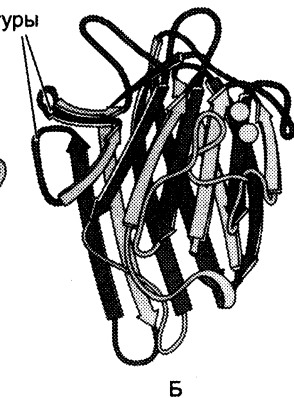
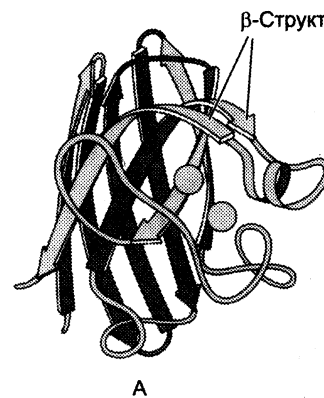
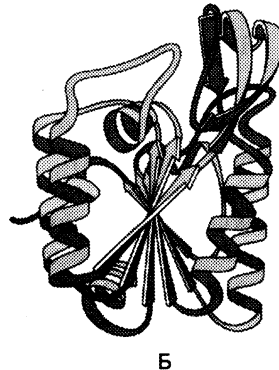
Белоктардың үшінші реттік құрылымы

Белоктардың үшінші реттік құрылымы. Бұл тығыз және ықшам оралған екіншілік құрылым. Мұнда сутектік байланыстардан басқа өзара әрекеттесудің басқа түрлері пайда болады - бұл Ван-дер-Ваальстың өзара әрекеттесуі және электростатикалық тарту күштері, гидрофильді-гидрофобты байланыс.

1. Лактатдегидрогеназа (А) және фосфоглицераткиназаның домендерінде α -спиральдар мен β -құрылымдар болады.
2. Иммуноглобулин доменінде (А) және супероксиддисмутазаның молекуласында (Б) β -қатпарлы екінші реттік құрылым болады.

1

2



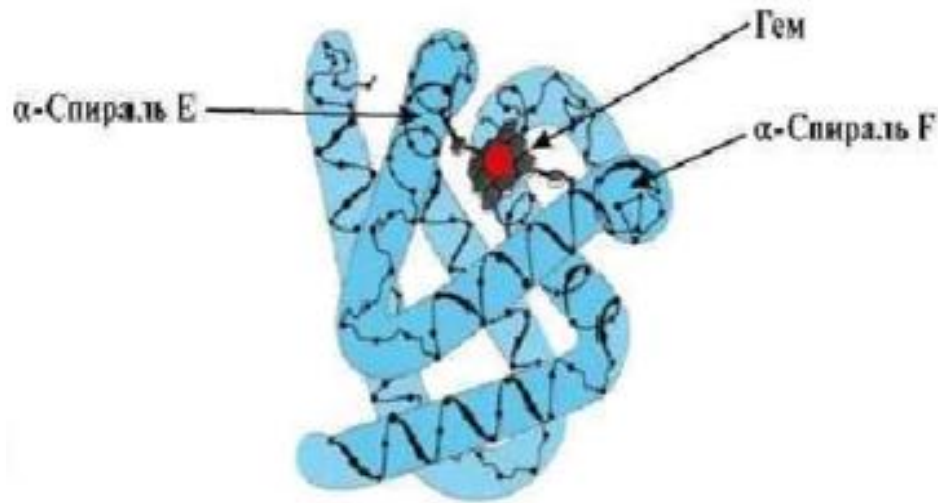
Белоктардың үшінші реттік құрылымы

Белоктың үшінші реттік құрылымы деп полипептидті тізбектің белгілі бір көлемде кеңістікте орналасуын айтамыз. Үшінші реттік құрылымның пішініне қарай, белоктарды глобулярлы және фибрилярлы түрлерге бөледі. Белок молекуласы пішініндегі иіліп бұралу, қат-қабат қатпарлар, қисық бұрылыстар негізінен төмендегідей әрекеттесуге байланысты:

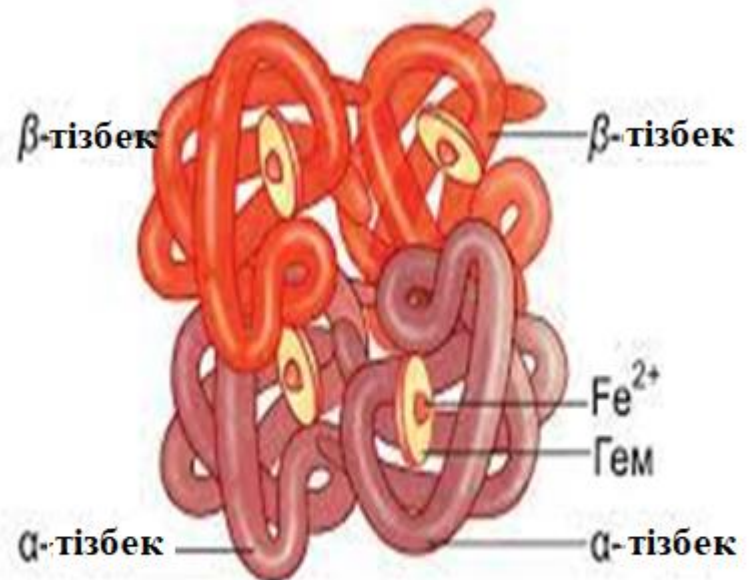
1. Амин қышқылдары қалдықтары арасындағы сутектік байланыс.
2. Қарама-қарсы зарядтары бар бүйірлік топтардың өзара әрекеттесуінің электростатикалық күштері (лизин мен аргинин т.б.)
3. Амин қышқылдарындағы полярсыз радикалдар арасындағы гидрофобтық әрекеттесу.
4. Белок молекуласындағы металл иондарының және аминқышқылдарындағы бүйірлік топтардың өзара әрекеттесуі (мысалы, цистеин молекулалары арасындағы – S – S – дисульфидтік байланыстар).

Белоктың төртінші реттік құрылымы

- Белоктың молекуласы бір, екі, үш, төрт және бұдан да көп полипептидтік тізбектен құрылуы мүмкін, мысалы **миоглобин** молекуласы (А) бір полипептидтік тізбектен, ал **гемоглобин** (Б) құрамына 141 аминқышқылының қалдығы кіретін төрт полипептидтік тізбектен және құрамында темір атомы бар ақуызды емес бөлшек гемнен комплекс түзеді. Гемоглобин тек осы құрылымда ғана **оттегін** тасымалдай алады.
- Төртінші реттік құрылыммен реттелу процестерінің құпиясын ашқан – француз ғалымы, Нобель сыйлағының лауреаты – **Жак Моно** (1961).



**Миоглобулиннің
құрылымы**



**Гемоглобиннің төртінші реттік
құрылымы**

Белоктардың молекулалық массалары

- **Дальтон** – берілген белок молекуласының сутегі атомынан қанша есе ауыр екенін көрсететін шама. Әдетте «дальтон» термині мен «молекулалық масса» ұғымы бірін – бірі алмастыра алады. Мысалы, 16 000 Д белоктың молекулалық массасы да 16 000 болады.
- Ал кейде молекулалық массаны **килодальтон** (КД) өлшемімен де береді. 1Д сутегі атомының массасына тең болады ($1,6 \cdot 10^{-24}$ г.).
- Белоктар **амфотерлі** қосылыстар.

Белоктардың молекулалық массалары

- Рибонуклеаза 12 400 Д немесе 12,4 КД
- Миоглобин 17 000 Д немесе 17 КД
- Жұмыртқа альбумині 45 000 немесе 45 КД
- Гемоглобин 68 000 Д немесе 68 КД
- Уреаза 480 000 немесе 480 КД

- **Белоктардың молекулалық массаларын анықтау:**

Мұндай әдістерді іске асыру үшін қымбат жабдықтар мен химиялық реактивтер қажет:

- ультрацентрифуга, электрофорездік прибор және т.б.

Лабораториялық жағдайда белоктардың молекулалық массасын **бағаналы гель – фильтрлеу** әдісімен немесе **полиакриламид геліндегі электрофорез** әдісімен оңай анықтайды.

Амин қышқылдарын бөліп алу ферменттердің көмегімен (**С-шеткі, N-шеткі амин қышқылдары**) іске асырылады. **Эндопептидазалар, экзопептидазалар.**

Белоктардың ерігіштігі

Белоктардың ерігіштігі:

- еріткіштің табиғатына,
- ортаның рН көрсеткішіне,
- ерітіндінің иондық күшіне,
- молекула құрылымына байланысты.

Кейбір белоктар **суда** ериді, екінші біреулері **тұздардың сұйық ерітіндісінде**, үшінші біреулері **су мен спирт қоспаларында** ериді.

Іс жүзінде ешқандай еріткіште ерімейтін белоктар да бар.

Белоктардың ерігіштігі

Бұл формуладан мынандай қорытынды шығаруға болады: **иондық күш төмен болған** кезде белоктың **ерігіштігі артады**. Ерітіндінің **иондық күші артқан кезде** белоктың **ерігіштігі төмендейді** де, белок ерітіндінің түбіне шөгеді. Тұздың концентрациясы жоғары болған кезде белоктарды тұнбаға шөктіру осыған негізделген.

Белоктардың тұнбаға шөгуі су молекулаларына қатысты тұз бен белоктың өзара бәсекесіне байланысты. Бұл кезде тұз иондары судың көпшілік бөлігімен байланысып алады да, белокты ерітетін судың азғантай ғана бөлігі қалады, сондықтан белоктың ерігіштігі төмендейді де, ол тұнба болып шөгеді.