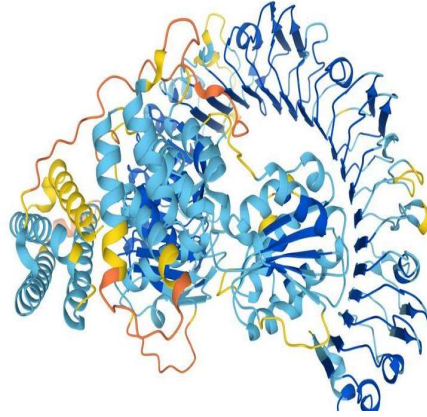


Zülalların biokimyəvi xüsusiyyətləri

Zülallar (proteinlər) - α -aminturşuların peptid rabitəsi vasitəsilə ardıcıl şəkildə birləşməsindən əmələ gələn, unikal konformasiyalı yüksək molekul çəkisinə malik biomolekullardır. Zülallar canlı orqanizmlərin əsas tərkib hissəsidir. Aminturşulardan ibarət zəncir polipeptid zəncir adlanır. Funksional cəhətdən polipeptid zəncir 2 qrupa ayrılır, əgər aminturşuların sayı 50-dən azdırsa belə polipeptid zəncir peptid, 50-dən çox olduqda zülal adlanır. Heyvan orqanizminin quru kütləsinin 40-50%-i zülallardan ibarətdir; bitkilərdə isə heyvan orqanizminə nisbətən az (20-25%-ə qədər) zülal olur.



Orta bədən kütləsinə (70kq) malik insan orqanizmində 15 kq-a qədər zülal olur və bu zülalların 30 mindən artıq növünə rast gəlinir.

Azərbaycan dilində “zülal” sözü insanlara çox qədim zamanlardan məlum olan yumurta ağının adından götürülmüşdür. “Zülal” sözü ərəb dilində yumurta ağı və ya təmiz, şəffaf su deməkdir.

Zülalların funksiyaları və kimyəvi təbiəti

Bütün bioloji proseslərdə iştirak edən zülallar orqanizmdə müxtəlif funksiyaları yerinə yetirirlər :

- ❖ Katalitik (amilaza, pepsin);
- ❖ Nəqləyici (hemoqlobin, albuminlər);
- ❖ Təqəllüs və hərəkət (aktin, miozin);
- ❖ İmmun müdafiə (anticisimlər);
- ❖ Hüceyrəyə məlumatın ötürülməsi (reseptor zülallar);
- ❖ Metabolizmin tənzimi (hormonlar);
- ❖ Struktur, istinad (kollagen, keratin).

Zülal və peptidlərin funksiyalarına əsaslanan təsnifatı

Zülal qrupu	Nümayəndələr
Katalitik zülallar (fermentlər)	Tripsin
	Qlutamatdehidrogenaza
	Laktatdehidrogenaza
Ehtiyat maddə rolunu daşıyan zülallar	Yumurta albumini Kazein
Mühafizəedici zülallar	Anticisimciklər-immunqlobulinlər Fibrinogen
Nəqləyici zülallar	Hemoqlobin
	Qan serumu albuminləri
Struktur zülallar	Kollagen α -Keratin Elastin
Əzələ təqəllüsü zülalları	Miozin Aktin
Tənziməedici zülallar	İnsulin Qlükaqon AKTH
Toksik zülallar	İlan zəhəri
	Difteriya toksini
Reseptor zülallar	İon kanalı zülalları, membran reseptorları, G zülallar

Zülalların kimyəvi təbiəti. Zülallar – polipeptid zəncirində α -aminturşuların peptid rabitələri vasitəsilə ardıcılıqla birləşən irimolekullu azotlu üzvi maddələrdir. İndiyə qədər müxtəlif canlıların orqanizmində 300-ə qədər aminturşu növü aşkar edilmişdir. İnsan orqanizmində 60-a qədər aminturşu və onların törəmələrinə rast gəlinir. Lakin bu aminturşuların yalnız 20-si zülalların strukturuna daxil olur. Zülalların tərkibinə daxil olan aminturşulara “zülal törədən (proteinogen) aminturşular” deyilir; heç bir zülal molekulunun strukturuna daxil olmayan aminturşulara isə “zülal törətməyən (qeyri-proteinogen) aminturşular” adı verilmişdir.

Aminturşuların təsnifatı bir neçə prinsipə əsaslanır

I. Yan zəncirinin (R) fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərindən asılı olaraq, aminturşuların aşağıdakı növləri ayırılır:

- ❖ qeyri-polyar, hidrofob (radikalı karbohidrogen-C_xH_y) yan zəncirə malik aminturşular (qlisin, alanin, valin, leysin, izoleysin, metionin, prolin, fenilalanin, triptofan);
- ❖ polyar, lakin ion yükü olmayan yan zəncirinə malik aminturşular (serin, treonin, sistein, asparagin, qlutamin);
- ❖ mənfi yüklü polyar zəncirə malik aminturşular (asparagin və qlutamin turşuları);
- ❖ müsbət yüklü polyar yan zəncirə malik aminturşular (lizin, arginin, histidin).

II. Yan zəncirinin elektrokimyəvi xüsusiyyətlərinə görə aminturşular 3 qrupa bölünür:

- ❖ turş xassəli aminturşular (asparagin və qlutamin turşuları);
- ❖ qələvi xassəli aminturşular (lizin, arginin, histidin);
- ❖ neytral aminturşular

III. Funksional qruplarının (amin və karboksil qruplarının) sayına görə aminturşuların 4 qrupu ayırd edilir:

- ❖ monoaminmonokarbon turşuları (qlisin, alanin, valin, leysin, izoleysin, serin, treonin, sistein, metionin, qlutamin, asparagin, triptofan, tirozin, fenilalanin);
- ❖ diaminmonokarbon turşuları (lizin, arginin)
- ❖ monoamindikarbon turşuları (asparagin və qlutamin turşuları);
- ❖ diamindikarbon turşuları (sistin).

IV. Bioloji (fizioloji) roluna görə aminturşuların 3 qrupu ayırd edilir: əvəz edilən, qismən əvəz edilən və əvəz edilməyən aminturşular.

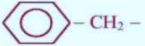

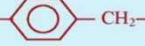
Əvəz edilən aminturşular insan və heyvanların toxumalarında digər aminturşulardan və başqa üzvi birləşmələrdən sintez edilə bilər. Əvəz edilən aminturşular qrupuna alanin, asparagin, asparagin turşusu, qlisin, qlutamin, qlutamin turşusu, prolin, serin, tirozin və sistein daxildir.

Qismən əvəz edilən aminturşular insan orqanizmində sintez edilir. Lakin orqanizmin tələbatını tam ödəyə bilmir. Buna görə, belə aminturşular qidanın tərkibində də orqanizmə daxil olmalıdır. İnsan orqanizmi üçün qismən əvəz edilən aminturşulara arginin, histidin aiddir.

Əvəz edilməyən aminturşular orqanizmdə sintez edilmir. Buna görə, belə aminturşular orqanizmə yalnız xarici mühətdən – qida vasitəsilə – daxil olmalıdır. Proteinogen aminturşulardan valin, leysin, izoleysin, treonin, lizin, metionin, fenilalanin və triptofan insan üçün əvəz edilməyən aminturşular hesab edilir.

Zülalların strukturuna daxil olmayan aminturşuların ən mühüm növlərinə β-alanin (koenzim A-nın, pantoten turşusunun, karnozin və anserinin tərkibində), l-ornitin, homosistein, l-sitrullin, γ-aminyaq turşusu, dioksifenilalanini misal göstərmək olar.

Aminturşuların radikallarına görə təsnifatı

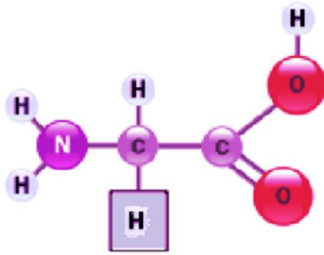
s.s.	Aminturşuların adı	Aminturşuların radikalı
Qeyri-polyar (hidrofob) aminturşular		
1	Qlisin (qlikokol), α-aminsirkə turşusu, qli	H –
2	Alanin, α-aminpropion turşusu, ala	CH ₃ –
3	Valin, α-aminizovalerian turşusu, val	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \diagdown \\ \text{CH} - \\ \diagup \\ \text{H}_3\text{C} \end{array}$
4	Leysin, α-aminizokapron turşusu, ley	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \diagdown \\ \text{CH} - \text{CH}_2 - \\ \diagup \\ \text{H}_3\text{C} \end{array}$
5	İzoleysin, α-amin, β-metil-β-etilpropion turşusu, iley	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \diagdown \\ \text{CH} - \\ \diagup \\ \text{CH}_3 - \text{H}_2\text{C} \end{array}$
6	Metionin, α-amin-γ-tiometilyağ turşusu, met	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \\ \\ \text{S} - \text{CH}_3 \end{array}$
7	Fenilalanin, α-amin-β-fenilpropion turşusu, fen	
8	Triptofan, α-amin, β-indolilpropion turşusu, tri	
9	Prolin, pirrolidin-α-karbon turşusu, pro	
Polyar yüklənməmiş aminturşular		
1	Serin, α-amin-β-hidroksi propion turşusu, ser	HO – CH ₂ –
2	Sistein, α-amin-β-tiopropion turşusu, sis	HS – CH ₂ –
3	Treonin, α-amin-β-hidroksiyağ turşusu, tre	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \\ \\ \text{OH} \end{array}$
4	Tirozin, α-amin-β-hidroksifenilpropion turşusu, (parahidroksifenilalanin), tir	HO –  – CH ₂ –
5	Asparagin (asparagin turşusunun amidi), α-amin-γ-amidkəhrəba turşusu, asn	H ₂ NOC – CH ₂ –
6	Qlutamin (qlutamin turşusunun amidi), α-amin, δ-amidqlutar turşusu, qln	H ₂ NOC – CH ₂ – CH ₂ –

s.s.	Aminturşuların adı	Aminturşuların radikalı
Polyar müsbət yüklənmiş aminturşular		
1	Lizin, α, ε-diaminkapron turşusu, liz	$\text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{NH}_2$
2	Arginin, α-amin, δ-quantinvalerian turşusu, arg	$\text{NH}_2 - \text{C}(\text{NH}) - \text{HN} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 -$
3	Histidin, α-amin-β-imidazolilpropion turşusu, his	$\text{N} \begin{array}{c} \diagup \text{CH}_2 - \\ \diagdown \text{NH} \end{array}$
Polyar mənfi yüklənmiş aminturşular		
1	Asparagin turşusu, aminkəhrəba turşusu, asp	$\text{COOH} - \text{CH}_2 -$
2	Qlutamin turşusu, α-aminqlutar turşusu, qlu	$\text{HOOC} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 -$

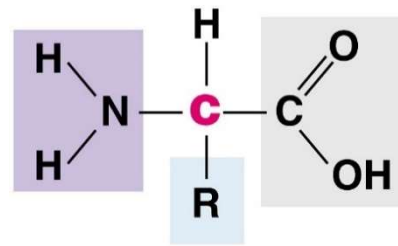
Qeyd: Qlisin radikalında yalnız H atomu olduğuna görə hidrofob hesab edilir. Belə ki, sərbəst halda qlisin hidrofil, zülalların tərkibində isə hidrofob sayılır. Bu səbəbdən də qlisinin təsnifatı şərtidir; bəzi ədəbiyyatlarda hidrofil - polyar yüklənməmiş aminturşulara aid edilir.

Aminturşuların fiziki - kimyəvi xassələri

Zülallarda rast gəlinən aminturşular α-aminturşulardır, yəni onların molekullarında amin qrupları bilavasitə karboksil qrupu ilə rabitədə olan karbon atomuna birləşmişdir. Buna görə, qlisindən başqa, bütün aminturşuların molekullarında yerləşən α- karbon atomu müxtəlif radikallarla birləşmiş olur (asimmetrik karbon atomu):



Aminturşuların ümumi quruluşu



Qlisin

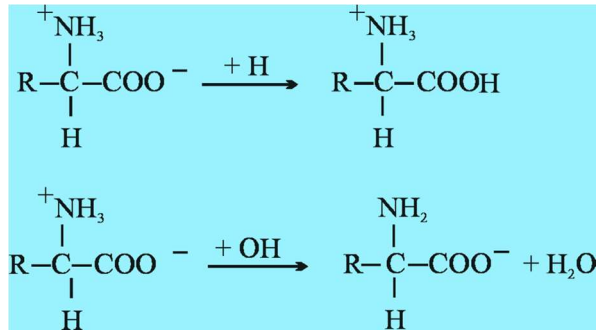
Asimmetrik karbon atomunun olmasına görə qlisin istisna olmaqla digər aminturşular optik fəaldırlar və polyarizasiya müstəvisini müxtəlif istiqamətdə fırlada bilir. Aminturşuların L- və D- izomeri vardır. Təbii zülalların tərkibində

aminturşuların yalnız L-izomerlərinə rast gəlinir.

Bütün α -aminturşular sulu məhlullarda bipolyar ionlar (svitter-ionlar) şəklində olur; onların karboksil qrupları dissosiasiyaya uğrayaraq mənfi, amin qrupları isə proton qəbul edərək müsbət yüklü hissəciyə çevrilir.

Mühitin pH-ından asılı olaraq, aminturşular anion, kation, elektroneytral (izoelektrik) vəziyyətdə ola bilər. Aminturşular turşu məhlullarında müsbət (kationlar), qələvi mühitdə isə mənfi yükə (anionlar) malik olurlar.

Beləliklə, aminturşular - amfoter elektrolitlərdir:



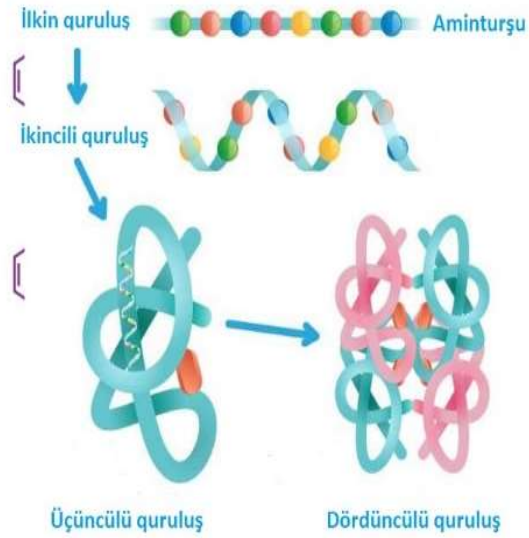
Aminturşunun ümumi ion yükünün sıfıra bərabər olması izoelektrik vəziyyəti, buna səbəb olan məhlulun pH-ı isə **izoelektrik nöqtəsi** (pI) adlanır. İzoelektrik nöqtəsinə müvafiq gələn mühitdə aminturşu elektrik sahəsində nə anoda, nə də katoda doğru hərəkət edə bilər.

Hidrofob aminturşuların izoelektrik nöqtəsi pH-ın neytral qiymətlərinə yaxın olur, turş xassəli aminturşuların (monoamindikarbon turşuları) izoelektrik nöqtəsi pH-ın aşağı qiymətlərinə, qələvi xassəli aminturşuların isə (arginin, lizin, histidin) izoelektrik nöqtəsi qələvi mühitə müvafiqdir. Məsələn, fenilalanin üçün bu göstərici 5,74-ə, qlisin üçün 5,97-yə, asparagin turşusu üçün 2,8-ə, qlutamin turşusu üçün 3,2-yə bərabərdir, insan və heyvan orqanizminin daxili mühiti (hüceyrədaxili və hüceyrədənənar mayelər) neytral səviyyəyə yaxındır. Bu şəraitdə orqanizmin daxili mühitində qələvi xassəli aminturşuların ion yüklərinin cəmi müsbət, turş xassəli aminturşuların – mənfi olur, digər aminturşular isə orqanizmin mayələrində bipolyar hissəciklər şəklində dövr edir. Buna görə də, pH-ın fizioloji qiymətlərində aminturşuların əksəriyyəti duzlar şəklində olub, və bufer məhlulları yarada bilər.

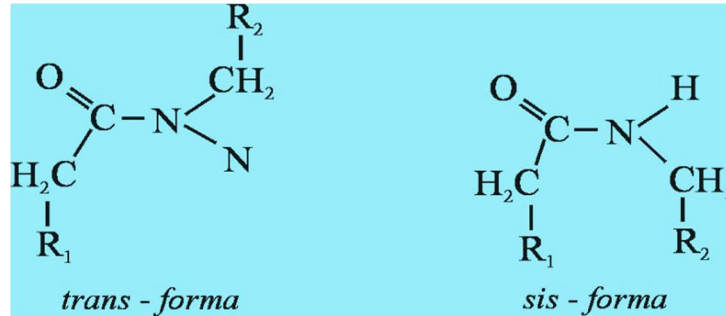
Zülalların struktur xüsusiyyətləri

Müasir dövrdə zülal molekullarının struktur mütəşəkkilliyinin 4 səviyyəsi ayırd edilir. Bunlara birincili, ikincili, üçüncülü və dördüncülü quruluşlar deyilir.

Zülalların birincili strukturu. Zülal molekulunda aminturşu qalıqlarının peptid rabitəsi (-CO-NH-) vasitəsilə yerləşmə ardıcılığı onların birincili quruluşunu təşkil edir. Zülalların birincili quruluşunun əmələ gəlməsində disulfid rabitəsi də (-S-S-) iştirak edir. Polipeptid zəncirlərinin bir ucunda sərbəst amin qrupu (N-terminal hissə), digər ucunda isə karboksil qrupu (C-terminal hissə) yerləşir. Polipeptid zəncirinin amin qrupu sərbəst qalan hissəsi molekulun başlanğıcı hesab edilir. Ribosomlarda zülal molekullarının sintezi də məhz N-terminal hissədən başlanır.



Polipeptid zəncirində yerləşən aminturşu qalıqları çox vaxt bir-birinə nisbətə trans- vəziyyətdə olur və bu forma sis- formaya nisbətən davamlıdır.



Zülalların bioloji xassələri birincili strukturdan əhəmiyyətli dərəcədə asılıdır. Belə ki, ilkin strukturda baş verən kiçik bir dəyişiklik zülalın xüsusiyyətlərini ciddi şəkildə dəyişə bilər.

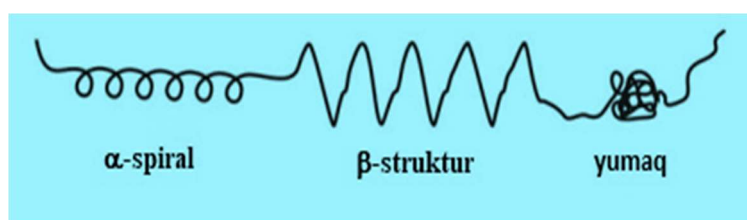
Zülalların müxtəlifliyinin və spesifikliyinin səbəbləri zülal molekulunda 20 kodlaşdırılmış aminturşuların sayı və onların müxtəlif kombinasiyalarda olmasıdır (cədvəl 1.3). Məsələn, normal fəaliyyət göstərən hemoqlobinin ardıcılığının bir çox variantı müəyyən edilmişdir.

Zülalların müxtəlifliyi

Zülal molekulunda müxtəlif aminturşuların sayı	Zülal variantlarının sayı
2	2
3	$3 \times 2 \times 1 = 6$
20	10^{18}

Zülalın ikincili strukturunun əmələ gəlməsində polipeptid zəncirlərinin peptid qrupları arasında hidrogen rabitələri iştirak edir və onların vasitəsilə yaranan fəza strukturunun 2 növü vardır:

- ❖ α -spiral;
- ❖ β -struktur və ya təbəqəli-büküşlü forma.



α -Spiral strukturu eyni bir polipeptid zəncir üzərində molekul daxili hidrogen rabitələri hesabına əmələ gəlir. Bu rabitələr polipeptid zəncirində yerləşən istənilən aminturşunun (prolin istisna olmaqla) peptid rabitəsinin karbonil qrupu ilə özündən sonra gələn 4-cü aminturşunun amin qrupu arasında əmələ gəlir. Bunun sayəsində polipeptid zənciri burğuya və ya spirala bənzəyən fəza konfigurasiyası əldə etmiş olur.

Zülal molekullarında polipeptid zəncirlərinin ümumi uzunluğunun orta hesabla 70%-ə qədər α -spiral şəklində olur; müxtəlif zülallar üçün bu göstərici bir-birindən fərqlənir. Məsələn, hemoqlobin molekulunun α - və β - polipeptid zəncirlərinin ümumi uzunluğunun 75%-ə, lizosimin uzunluğunun 42%-ə qədər spirallaşmış vəziyyətdə olur. Polipeptid zəncirlərinin spiral şəklində olmayan hissələrində digər struktur törəmələri əmələ gəlir. Bu, aminturşu qalıqlarının xassələri ilə əlaqədardır. Məsələn, prolin aminturşusunda sərbəst amin qrupu olmadığına görə, bu aminturşu hidrogen rabitəsi və α -spiral əmələ gətirmir.

Burulmuş polipeptid zəncirinin hər bir dövrəsinə orta hesabla 3,6 aminturşu qalığı düşür.

Polipeptid zəncirin bükülmüş hissələrində yaranan müxtəlif polipeptid zəncirləri arasında da peptid qrupları hidrogen rabitələri əmələ gətirir və zülalların

β -struktur və ya təbəqəli-büküşlü fəza konfigurasiyasının formalaşması baş verir. Eyni istiqamətli iki polipeptid zəncirinin hidrogen rabitələri vasitəsilə birləşməsi nəticəsində yaranan β -struktura paralel β -struktur deyilir. Yəni bu polipeptid zəncirlərinin başlanğıc hissələri (N-terminal hissə) bir istiqamətdə olur. Başlanğıc hissələri əks-istiqamətdə olan polipeptid zəncirlərinin törətdiyi β -struktur isə antiparalel struktur adlanır. İkincili strukturun variantları üçüncülü strukturu formalaşdırır.

Zülalların üçüncülü quruluşunun formalaşması nəticəsində zülal molekulları üçölçülü fəza konfigurasiya əmələ gətirir.

Zülallar üçüncülü strukturlarına görə 2 qrupa bölünür:

- ❖ qlobulyar;
- ❖ fibrillyar zülallar.

Qlobulyar zülallar çox vaxt ellips şəklində, fibrillyar zülallar isə uzunsov olur. Əksər hallarda qlobulyar zülalların molekullarında α -spiral, fibrillyar zülalda isə β -struktur quruluş üstünlük təşkil edir.

Zülalların üçüncülü strukturunun yaranmasında disulfid, ion, hidrogen və hidrofob rabitələr (Van-der Vaals qüvvələri) iştirak edir. İon rabitəsi və ya elektrostatik rabitə arginin, lizin, histidin aminturşularının yan zəncirlərində müsbət yüklü amin hissəcikləri ilə monoamindikarbon turşularının (asparagin və qlutamin turşuları) karboksil qruplarının əks işarəli hissəcikləri arasında əmələ gəlir. Aminturşuların karboksil qrupları dissosiasiyaya uğrayaraq mənfi yüklənmiş olur. Hidrofob radikallara malik aminturşuların qeyri-polyar yan zəncirləri arasında Van-der Vaals qüvvələrinin hesabına cazibə rabitəsi əmələ gəlir.

Nadir hallarda efir rabitələrinə də təsadüf edilir; monoamindikarbon turşularının karboksil qrupları ilə hidroksuminturşuların (serin, treonin) –OH qrupları arasında efir rabitələri yaranı bilər. Peptid zəncirinə 200-dən artıq aminturşu qalığı daxil olan zülal molekullarının fəza strukturunda çox vaxt bir neçə (2 və daha artıq) struktur-funksional hissələr (domen) aşkar edilir.

Zülalların dördüncülü strukturu. Bəzi zülalların molekulları bir neçə üçüncülü struktura malik olan polipeptid zəncirlərinin birləşmələrindən ibarətdir. Bu birləşmələri təşkil edən polipeptid zəncirləri arasında ion və hidrogen rabitələri nəticəsində zülalların dördüncülü strukturu yaranır. Dördüncülü struktura malik olan zülallara oliqomerlər, onları təşkil edən polipeptid zəncirlərinə isə protomerlər və ya submolekulyar vahidlər deyilir. Məsələn, hemoqlobinin zülali hissəsi – qlobin – hər biri ayrılıqda birincili, ikincili və üçüncülü struktura malik olan 4 protomerdən ibarətdir. Bunlardan ikisi α -, ikisi β -polipeptid zənciri adlanır.

Hər bir polipeptid zəncirinə hem adlanan 1 ədəd prostetik qrup birləşir. İndiyə qədər 1000-ə yaxın zülal növünün oliqomer struktura malik olduğu sübut

edilmiş və onların bir hissəsinin dördüncülü strukturu tam müəyyənləşdirilmişdir.

Zülalların fiziki – kimyəvi xassələri

Zülallar molekul hissəciklərinin formalarına görə 2 qrupa bölünür: 1) qlobulyar zülallar (latınca: qlobulus–kürə) – kürəşəkilli və ya ellips formalı molekulardan ibarətdir. Bu zülallar suda və zəif duz məhlullarında yaxşı həll olur; 2) fibrillyar zülallar (latınca: fibrila – lif) – molekulları lifə və ya sapa bənzəyən zülallardır. Bu zülallar suda uzun müddət saxlanıldıqda şişir, lakin həll olmur. Qan serumunun albumin və qlobulinləri, hemoqlobin, həzm fermentləri – qlobulyar, miozin (əzələ zülalı), keratin (buynuz toxumasının zülalı), kollagen və elastin (birləşdirici toxuma zülalları) isə fibrillyar zülalların nümayəndələridir.

Zülalların həllolması. Zülallar suda, duz məhlullarında və bəzi üzvi həlledicilərin sulu məhlullarında (məsələn, spirt məhlulunda) həll olur və kolloid məhlullar əmələ gətirirlər. Zülalların həllolma qabiliyyəti tərkibindəki aminturşuların eləcə də zülalın quruluş xüsusiyyətlərindən və b. amillərdən asılıdır. Məsələn, tərkibində polyar aminturşu qalıqlarının miqdarı artıq olan zülallar suda yaxşı, qeyri-polyar aminturşular olan zülallar isə zəif həll olur; qlobulyar zülalların həllolma qabiliyyəti fibrillyar zülallara nisbətən yüksəkdir. Albuminlər zəif duz məhlullarında, prolamınlər (bitki zülalları) 60-80%-li spirt məhlulunda həll olur, kollagen və keratin isə heç bir həlledicidə həll olmur.

Zülal hissəciklərinin davamlı kolloid məhlul əmələ gətirməsində ion yükünün və hidratlaşma qabiliyyətinin böyük rolu vardır. Hər bir zülal molekulu polyar kimyəvi radikallarının dissosiasiyaya uğraması sayəsində müəyyən elektrik yükü əldə edir və eyni yüklü hissəciklər bir-birini dəf etdiyinə görə, məhlulda qalır. Buna görə, molekulun ion yükünün və su qişasının saxlanmasına şərait yaradan amillər zülalların həll olmasını asanlaşdırır.

Zülalların optik xassələri. Bu xassə həm zülalların tərkibində olan aminturşu qalıqlarından (asimmetrik karbon atomu) , həm də polipeptid zəncirlərinin spesifik spirala bənzər strukturundan asılıdır. Kimyəvi cəhətdən təmiz halda olan bütün zülallar polyarizasiya müstəvisini müəyyən dərəcədə sola fırladır. Zülalların optik fəallığı mühitin pH-dan asılı olaraq dəyişir.

Zülalların amfoterliyi və izoelektrik nöqtəsi. Zəncirinin uc hissələrində yerləşən amin və karboksil qrupları, asparagin və qlutamin turşularının peptid rabitəsinə sərf edilməyən – COOH qrupu, lizinin ε-amin qrupu, argininin guanidin qalığı zülalların amfoterliyinə təsir göstərir. Nəticədə zülal molekulu həm mənfi, həm də müsbət yüklü hissəciklərə malik olur, yəni amfionlara (amfoter

hissəciklərə) çevrilir və kimyəvi reaksiyalarda həm turşu, həm də qələvi kimi iştirak etmək imkanı əldə edir.

Bütün elektrolitlər kimi, zülal məhlullarından da elektrik cərəyanı keçirildikdə, burada olan yüklü hissəciklər müəyyən bir elektroda doğru hərəkət edir

Zülal molekulunda mənfi və müsbət yüklənmiş hissəciklərin sayı bir-birinə bərabər olduqda (yəni zülalın elektroneytral vəziyyətində) onun elektrik sahəsindəki hərəkəti dayanır. Elektrik sahəsində zülal hissəciklərinin hərəkətinin dayanmasına şərait yaradan mühitin pH-ı izoelektrik nöqtəsi adlanır. İzoelektrik nöqtəsinə uyğun gələn pH-ın qiymətində zülallar çökmələr.

Zülalların denaturasiyası. Zülal molekullarının struktur mütəşəkkilliyini (ikincili, üçüncülü və dördüncülü strukturları) pozan müxtəlif amillər vasitəsilə onlara təsir edildikdə öz ilkin (təbii, nativ) xassələrini itirirlər. Bu dəyişiklik denaturasiya adlanır. Denaturasiya zülalların əsas xassələrindən biridir. Denaturasiya zamanı zülalların həllolma qabiliyyəti, optik fəallığı, molekul konfiqurasiyası, əsasən də spesifik bioloji fəallığı azalır və ya itir. Denaturasiya zamanı zülalların birincili quruluşunda dəyişiklik baş vermir. Deməli, kovalent rabitələrin tamlığının saxlanılması şərti ilə ikincili, üçüncülü, dördüncülü quruluşlarda baş verən dəyişikliklər denaturasiya adlanır.

Denaturasiya törədən amillərin fiziki (temperatur, təzyiq, rentgen, ultrabənövşəyi, radioaktiv şüalar) və kimyəvi (turş və qələvi mühit, ağır metal duzları, üzvi həlledicilər - aseton, spirt, fenol, karbamid və s., alkaloidləri çökdürən reaktivlər - tannin, pikrin turşusu və s.) növləri vardır. Temperaturun 50⁰C-dən yüksək qiymətlərində molekulda atomların istilik hərəkətləri artdığından zəif rabitələr qırılır və denaturasiyaya uğradılan zülalların əksəriyyəti laxtalanıb çökmələr. Belə çöküntü zülalları 70-100⁰ C-yə qədər qızdırdıqda müşahidə olunur. Bəzi zülallar yüksək temperatura qarşı davamlı olurlar. Bunlara bioloji membranlarda olan bəzi zülalları, tripsini, ximotripsini, lizosimi misal göstərmək olar. Miokinaza fermenti 100⁰C-də belə denaturatlaşmır. Katalaza öz fəallığını 0⁰C-də saxlaya bilir.

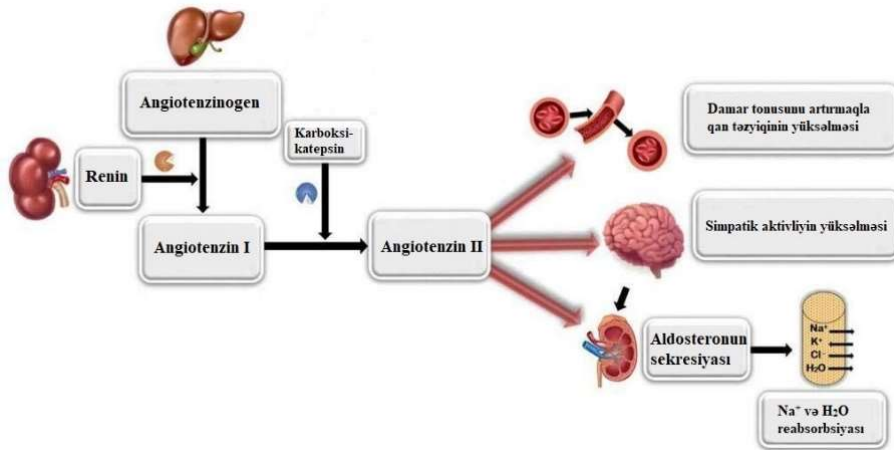
Denaturasiya əsasən dönməyəndir, lakin təsiredici amil qısa müddətli və zəif olduqda dönmə də ola bilər. Denaturasiyaya uğramış zülalın ilkin vəziyyətinin bərpa edilməsi renativasiya və ya renaturasiya adlanır. Müəyyən şəraitdə qızdırılmaqla denaturasiyaya uğradılmış zülal məhlulunu tədricən soyutduqda təbii (ilkin) konformasiyasını bərpa edə bilər - renativasiya olunur. Bu, zülalın peptid zəncirinin düzülüş xüsusiyyətini təsdiq edən birincili quruluşdan asılı olmasına dəlalət edir. Canlı hüceyrədə də zülallar yüksək sürətlə baş verməyən denaturasiyaya uğraya bilər. Lakin hüceyrə şəraitində zülalların qatılığı çox olduğuna görə denaturasiyaya məruz qalan zülalın renativasiyası çətinliklə həyata keçir.

Təbii peptidlər

İnsan və heyvan orqanizmində sintez edilən təbii peptidlər təsir spesifikliyinə görə 4 qrupa bölünür:

- ❖ peptid quruluşlu hormonlar (vazopressin, oksitosin, adrenokortikotrop hormon, melanositstimulyasiyaedici hormon, liberinlər, statinlər və s.);
- ❖ həzm peptidləri (qastrin, sekretin, pankreozimin və s.);
- ❖ qan serumunun α_2 -qlobulin fraksiyasına daxil olan zülalların hissəvi proteolizi nəticəsində əmələ gələn peptidlər (angiotenzin, bradikinin, kallidin və s.);
- ❖ neyropeptidlər.

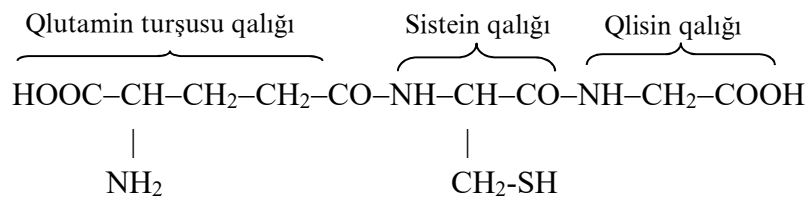
Təbii peptidlərin bəziləri zülalların hissəvi proteolizi nəticəsində əmələ gəlir (angiotenzin, bradikinin), bəziləri isə sərbəst peptid şəklində fəaliyyət göstərirlər (qlutation, karnozin, anserin). Lakin onlardan bir qrupu orqanizmdə sintez edilən müəyyən zülallardan əmələ gəlir; angiotenzin və kininlər belə peptidlərə misal ola bilər. Məsələn, damar tonusunun təbii tənzimləyicilərindən biri – angiotenzin qan serumu zülallarının α_2 - qlobulinlər fraksiyasına daxil olan angiotenzinogenin biokimyəvi dəyişikliklərə uğraması nəticəsində əmələ gəlir: angiotenzinogen molekuluna tripsinin və böyrək parenximasının yukstaqlomerulyar hüceyrələrində sintez edilən reninin təsiri nəticəsində angiotenzin I ayrılır. Bundan sonra qaraciyərdə sintez edilən karboksikatepsin adlı spesifik fermentin katalizatorluğu şəraitində qeyri-aktiv angiotenzin I molekulundan 2 aminturşu qalığı ayrılır və yüksək bioloji fəallığa malik olan angiotenzin II əmələ gəlir. Təbii vazopressor (damar tonusunu artıran) maddələrdən ən qüvvətli olan II angiotenzin 8 aminturşu qalığının birləşməsindən ibarətdir:



Bundan əlavə, angiotenzin böyrəküstü vəzilərin qabıq maddəsində aldosteronun sintezini sürətləndirir. Aldosteron isə böyrək borucuqlarında natrium ionlarının və suyun reabsorbsiyasını artırır.

Zülalların parçalanması nəticəsində əmələ gələn təbii peptidlərin mühüm bir qrupu kininlərdir. Bunlardan bradikinin və kallidinin bioloji təsiri daha ətraflı öyrənilmişdir. Bradikinin qan damarlarını genişləndirir, arterial təzyiği azaldır, damar divarının keçiriciliyini artırır. Bundan əlavə, bradikinin müxtəlif orqanlarda prostaqlandinlərin sintezini stimulyasiya edir.

Qlutation bütün heyvan toxumalarında və bəzi bitkilərdə geniş yayılmış tripeptiddir: tərkibinə qlutamin turşusu, sistein və qlisin qalıqları daxildir:



Qlutation (SH-qlutation, reduksiyaya uğramış forma)

Toxumalarda qlutationun həm reduksiyaya uğramış (SH-qlutation), həm də oksidləşmiş (S-S-qlutation) formaları olur. Qlutation bəzi fermentlərin tərkibində hidrogen atomlarının ötürücüsü funksiyasını daşıyır. Qlutation heyvan və insan eritrositlərində qlutationperoksidazanın tərkibində antioksidant kimi lipid peroksidləşməsi məhsullarının zərərsizləşdirilməsində iştirak edir.

Patoloji vəziyyətlər zamanı (böyrək və qaraciyər çatışmazlığı, iltihabi proseslər) endogen intoksikasiyasının vəziyyətinin qiymətləndirilməsi üçün neytrofillərin və digər immunaktiv hüceyrələrin aktivləşməsinin nəticəsi kimi qan serumunda endogen antimikrob peptidləri təyin edirlər.