

Zülalların biokimyəvi xüsusiyyətləri: strukturu (aminturşular), struktur xüsusiyyətləri, nümayəndələri (sadə və mürəkkəb).

Zülallar (proteinlər) - α -aminturşuların peptid rabitəsi vasitəsilə ardıcıl şəkildə birləşməsindən əmələ gələn, unikal konformasiyalı yüksək molekulyar çəkisinə malik biomolekullardır. Zülallar canlı orqanizmlərin əsas tərkib hissəsidir. Aminturşulardan ibarət zəncir polipeptid zəncir 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 İnsanlara çox qədim zamanlardan məlum olan yumurta ağının adından götürülmüşdür. “Zülal” sözü ərəb dilində yumurta ağı və ya təmiz, şəffaf su deməkdir.

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

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

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 molekulyarının 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).

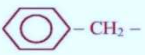


IV. Bioloji (fizioloji) roluna görə aminturşuların 3 qrupu ayırd edilir: əvəz edilən, qismən əvəz edilən və əvəz edilməyən aminturşular.

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 mühitdən – 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, dioksifenilalanin aiddir.

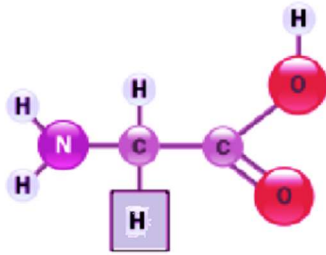
s.s.	Aminturşuların adı	Aminturşuların radikali
Qeyri-polyar (hidrofob) aminturşular		
1	Qlisin (qlikokol), α -aminsirkə turşusu, qli	H –
2	Alanin, α -aminpropion turşusu, ala	CH ₃ –
3	Valin, α -aminizovalerian turşusu, val	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \diagup \\ \text{CH} - \\ \diagdown \\ \text{H}_3\text{C} \end{array}$
4	Leysin, α -aminizokapron turşusu, ley	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \diagup \\ \text{CH} - \text{CH}_2 - \\ \diagdown \\ \text{H}_3\text{C} \end{array}$
5	İzoleysin, α -amin, β -metil- β -etilpropion turşusu, iley	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \diagup \\ \text{CH} - \\ \diagdown \\ \text{CH}_3 - \text{H}_2\text{C} \end{array}$
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	 – CH ₂ –
8	Triptofan, α -amin, β -indolilpropion turşusu, tri	 – CH ₂ –
9	Prolin, pirrolidin- α -karbon turşusu, pro	
Polyar yüklənməmiş aminturşular		
1	Serin, α -amin- β -hidroksipropion turşusu, ser	HO – CH ₂ –
2	Sistein, α -amin- β -tiopropion turşusu, sis	HS – CH ₂ –
3	Treonin, α -amin- β -hidroksiyəğ 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	$\text{N} \begin{array}{c} \diagup \text{CH}_2 - \\ \diagdown \end{array} \text{NH}$
Polyar mənfi yüklənmiş aminturşular		
1	Asparagin turşusu, aminkəhrəba turşusu, asp	$\text{COOH} - \text{CH}_2 -$
2	Qlutamin turşusu, α-aminqlutar turşusu, qlu	$\text{HOOC} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 -$

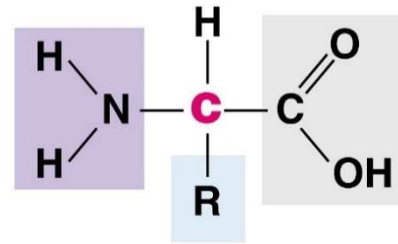
Qeyd: Qlisin radikalında yalnız H atomu olduğuna görə hidrofob hesab edilir. Belə ki, sərbəst halda qlisin hidrofil, zülalların tərkibində isə hidrofob sayılır. Bu səbəbdən də qlisinin təsnifatı şərtidir; bəzi ədəbiyyatlarda hidrofil - polyar yüklənməmiş aminturşulara aid edilir.

Aminturşuların fiziki - kimyəvi xassələri

Zülallarda rast gəlinən aminturşular – proteinogen α-aminturşulardır, yəni onların molekullarında amin qrupları bilavasitə karboksil qrupu ilə rəbitədə 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

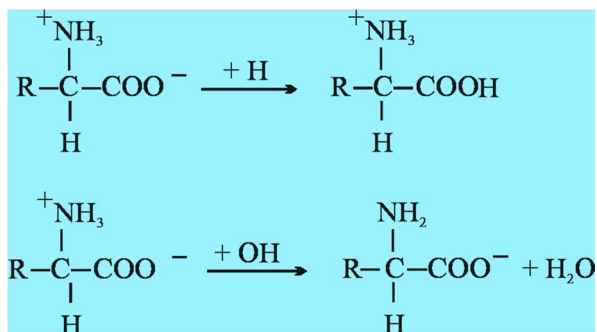
Asimmetrik karbon atomunun olmasına görə belə aminturşular optik fəaldır

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 ionlar (kationlar), qələvi mühitdə isə mənfi ionlar (anionlar) şəklində olur.

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.

Zülalların struktur xüsusiyyətləri

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

Zülalların birincili strukturu. Zülal molekulunda aminturşu qalıqlarının peptid rabitəsi (-CO-NH-) vasitəsilə yerləşmə ardıcılığı ilə xarakterizə olunur. 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.

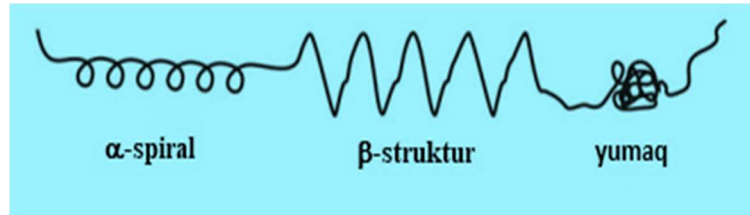
Polipeptid zəncirində yerləşən aminturşu qalıqları çox vaxt bir-birinə nisbətdə

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. Məsələn, normal fəaliyyət göstərən hemoqlobinin ardıcılığının bir çox variantı müəyyən edilmişdir.

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 bənzərən 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 qədər, 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.

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

Zülallar üçüncü 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 radikalara 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 yaranır. 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 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 xarakterindən, zülalın strukturundan və b. amillərdən asılıdır. Məsələn, tərkibində polyar xassəli aminturşu qalıqlarının miqdarı çox olan zülallar suda yaxşı, qeyri-polyar aminturşuları çox olan zülallar isə zəif həll olur; qlöbulyar zülalların həllolma qabiliyyəti fibrillyar zülallara nisbətən yüksəkdir. Albuminlər zəif duz məhlullarında, prolaminlər (bitki zülalları) 60-80%-li spirt məhlulunda həll olur, kollagen və keratin isə heç bir həlledicidə həll olmur.

Zülal hissəciklərinin davamlı kolloid məhlul şəklində olmasında onların 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 saxlanması 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 spiralabənzər 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 quanidin 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 çökürlər.

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.

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 50°C -dən yüksək qiymətlərində molekulda atomların istilik hərəkətləri artdığından zəif rabitələr qırılır və denaturasiyaya uğradılan zülalların əksəriyyəti laxtalanıb çökürlər. Belə çöküntü zülalları $70-100^{\circ}\text{C}$ -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 100°C -də belə denaturatlaşmır. Katalaza öz fəallığını 0°C -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.

Zülalları müxtəlif prinsiplərə görə (molekul strukturu, suda həllolma qabiliyyəti, bioloji funksiyaları və s.) təsnif edilir.

Zülalları 2 böyük qrupa bölmək olar:

1) sadə zülallar – hidroliz məhsulları yalnız aminturşulardan ibarət olan zülallardır;

2) mürəkkəb zülallar – hidroliz məhsulları arasında həm aminturşular, həm də aminturşu strukturu olmayan birləşmələr olan zülallardır.

Bu birləşmələr prostetik qrup adlanır.

Sadə zülallar

Sadə zülalların təsnifatı onların həllolma qabiliyyətinə əsaslanır. Albuminlər, qlobulinlər, prolaminlər, qlütelinlər, histonlar, protaminlər və skleroproteinlər sadə zülallara aiddir.

Albuminlər və qlobulinlər – qan serumunun, yumurta ağının, bitkilərin yaşıl hissəsinin, südün, paxlalı bitkilərin toxumlarının tərkibində geniş yayılmış

zülallardır. İnsanın qan serumu zülallarının 50%-ə qədərini albuminlər təşkil edir;

Albuminlər suda yaxşı həll olur. Qan serumu albuminlərinin tərkibində qlikokol olmur. Qan plazmasının onkotik təzyiqinin 70-80%-ə qədərini albuminlər yaradır. Bu zülallar qan serumunda sərbəst üzvi turşularla, lipidlərlə və bəzi hormonlarla kompleks birləşmə əmələ gətirərək, onların nəqlində iştirak edir.

Qlobulinlər – albuminlərə yaxın və onlarla eyni toxumalarda rast gəlinən zülallardır. İnsanın qan serumunun zülal əmsalı (yəni albumin/qlobulin nisbəti) 1,5-lə 2,3 arasında dəyişir. Bəzi xəstəliklər zamanı zülal əmsalı diaqnostik əhəmiyyətə malikdir. Qan serumu zülallarının elektroforezi zamanı qlobulinlər albuminlərdən sonra ayrılır; onların 3 fraksiyası (α , β , γ) və bir neçə yarımfaksiyası (α_1 , α_2 ; β_1 , β_2) ayırd edilir.

Protamin və histonlar – nüvəli hüceyrələrin xromosomlarının tərkibinə daxil olan qələvi xassəli zülallardır. Histonların tərkibində triptofan qalığı olmur; sistein və sistinə isə bəzi növlərinin tərkibində rast gəlinir, 20-30%-ə qədərini arginin və lizin (qələvi xassəli amin turşular) təşkil edir. Histonların molekul kütləsi çox böyük olmur (11-12 minə qədər).

Protaminlərin molekul kütləsi 5000-dən artıq olmur, buna görə onları peptidlər qrupuna daxil etmək olar.

Bu polipeptidlər nuklein turşuları və zülallarla asanlıqla birləşib, hidrolitik fermentlərin təsirinə qarşı davamlı olan komplekslər əmələ gətirir.

Skleroproteinlər – istinad toxumalarının (sümük, qıgırdaq, vətər, bağ, dırnaq, tük və s.) zülallarıdır. Digər zülallardan suda həll olmadıqlarına görə fərqlənirlər. Bunların bütün növləri (kollagen, elastin, keratin, fibroin) fibrillyar zülallar qrupuna aiddir.

Mürəkkəb zülallar

Prostetik qrupunun təbiətinə görə mürəkkəb zülallar 6 sinifə bölünür.

Metallı proteinlər – molekul strukturuna müxtəlif metallar daxil olan mürəkkəb zülallardır. Bunların tərkibində metal ionları (dəmir, mis, kalsium, maqnezium, kobalt, sink, molibden, qurğuşun və b.) bilavasitə zülal molekulları ilə rəbitəli vəziyyətdə olur. Tərkibinə dəmir ionları daxil olan ferritin, transferrin və hemosiderin metallı proteinlərin ən geniş yayılmış növləridir.

Ferritin – ümumi kütləsinin 17-23%-i üçvalentli dəmir ionlarından ibarət olan irimolekullu zülaldır. Ferritin orqanizm üçün dəmir deposu funksiyası daşıyır; qaraciyərdə, dalaqda və sümük iliyində toplanır.

Transferrin – suda yaxşı həll olan xırdamolekullu zülaldır, tərkibindəki

dəmirin miqdarı 0,13%-dir.

Transferrin qan serumu zülallarının β -qlobulinlər fraksiyasının zülalı dəmirin orqanizm daxilində bir orqandan digərinə daşınmasında iştirak edir.

Fosfoproteinlər – fosforla zəngin olan mürəkkəb zülallardır. Bu zülalların hidroliz məhsulları arasında aminturşulardan əlavə, fosfat turşusu da olur. Fosfoqlükomutaza, pepsin, fosforilaza, qlikogensintaza kimi fermentlər fosfoproteinlərin nümayəndələridir. Sütün tərkibində olan əsas zülali maddə – kazeinogen, yumurta sarısının zülalları (vitellin, vitellenin və vitin), yumurta ağında olan ovalbumin, balıq kürüsündə olan ixtulin zülalı fosfoproteinlər sinifinə aiddir; beyin toxumasının zülalları arasında çoxlu miqdarda fosfoprotein vardır.

Fosfoprotein molekulunda fosfat turşusu qalıqları əsasən serinin, nisbətən az hallarda isə treoninin hidrosil qrupu ilə rabitələnir.

Qlikoproteinlər - molekul strukturuna karbohidrat komponenti daxil olan mürəkkəb zülallardır. Bu birləşmələrin tərkibində karbohidrat komponentləri heterooliqosaxarid və ya heteropolisaxarid strukturuna malik olur. Buna görə də zülalları həqiqi qlikoproteinlər və proteoqlikanlar adlanan 2 qrupa bölmək olar.

Həqiqi qlikoproteinlərin tərkibində monosaxaridlərin 10-a qədər növü – D-qlükoza, D-qalaktoza, D-mannoza, D-ksiloza, L-arabinoza, dezoksişəkərlər (L-fukoza və L-ramnoza), N-asetilqlükozamin və N-asetilqalaktozamin – aşkar edilir. Bundan əlavə, qlikoproteinlərin əksəriyyətində neyramin turşusuna (sial turşuları) rast gəlinir. Qlikoprotein molekulalarında karbohidrat və zülal arasında rabitələrin 2 növü mövcuddur: 1) qlikozil-amid rabitələri (N-qlikozid) – monosaxaridlər zülalın tərkibində olan asparaginin amid qrupu ilə birləşir, 2) O-qlikozid rabitələri – monosaxaridlər zülalın tərkibində olan serin və ya treoninin –OH qrupu ilə birləşir. Qlikoproteinlər zülalların ən geniş yayılmış növləridir. Qan plazmasının zülalları, albuminlər istisna olmaqla qlikoprotein təbiətlidir. Bir sıra fermentlər (enterokinaza, xolinesteraza) və hormonlar (follikulstimulyasiyaedici hormon, qonadotrop hormonlar, tiroqlobulin və s.) qlikoprotein strukturlu zülallardır. Hüceyrələrin səthi membranlarında olan reseptorların hamısı qlikoprotein strukturlu zülallardır; fibrinogen, protrombin və qanın laxtalanmasında iştirak edən bəzi zülallar da qlikoproteinlərin nümayəndələridir.

Proteoqlikanların molekul kütləsi həqiqi qlikoproteinlərə nisbətən böyük olur. Mürəkkəb zülalların bu növünün molekullarında peptid hissəsi kiçik olur və çoxlu miqdarda heteropolisaxarid tipli irimolekullu karbohidrat zəncirləri ilə birləşir. Bu heteropolisaxaridlərin tərkibində aminşəkərlər və uron turşuları olur. Bunlara hialuron turşusu, xondroitinsulfatlar, heparin, heparansulfat və keratansulfat aiddir. Onurğalı heyvanların və insanın birləşdirici toxumasının ara maddəsini təşkil edən proteoqlikanlar bu toxumaların strukturunun

formalaşmasında mühüm rol oynayır. Bundan əlavə, dəridə, sümüklərdə, oynaq kisələrinin sinovial mayesində, gözün buynuz qişasında və şüşəyəbənzər cisminə, vətərlərdə, bağlarda, ürək qapaqlarında eləcə də toxumalarda olan proteoqlikanlar da bu toxumaların strukturunu və mexaniki möhkəmliyinin təmin edirlər.

Lipoproteinlər – yağbənzər maddələrin zülallarla kompleks birləşmələridir. Bunlar şərti olaraq 2 qrupa bölünür: sərbəst lipoproteinlər və struktur proteolipidləri.

Sərbəst lipoproteinlər (qan plazması lipoproteinləri) suda həll olur, üzvi həlledicilərdə (benzol, efir, xloroform və s.) həll olmur. Lipoprotein molekulunda kompleks birləşmənin daxilində lipid, xarici təbəqəsində isə zülal yerləşir. Bunlardan fərqli olan proteolipid molekullarında zülal kompleksin daxilində, lipid isə xarici hissədə yerləşir. Buna görə proteolipidlər üzvi həlledicilərdə yaxşı həll olur, suda isə həll olmur. Proteolipidlər bioloji membranların əsasını təşkil edir. Onlar miokarda, skelet əzələlərində, böyrəklərdə, ağciyərlərdə, bitki toxumalarında geniş yayılmışdır; sinir liflərinin mielin qişasında xüsusilə çox proteolipid olur.

Qanda olan lipoproteinlərin əksəriyyəti ya bağırsaqların selikli qişasının epitel hüceyrələrində, ya da qaraciyərdə sintez edilir. Qan lipoproteinlərinin aşağıdakı fraksiyaları ayırd edilir:

1. Xilomikronlar – ən aşağı sıxlıqlı zülal-lipid kompleksləridir. Bunların ümumi kütləsinin 98%-ə qədəri lipidlərdən ibarətdir.

2. Pre- β -lipoproteinlər – sıxlığı xilomikronlara nisbətən yüksək olub, çox aşağı sıxlıqlı lipoproteinlər – ÇASLP də deyilir; ümumi kütləsinin 80-90%-i lipidlərdən (əsasən triqliserinlər, az miqdarda fosfolipidlər, xolesterin və onun efirləri) təşkil olunmuşdur;

3. β -lipoproteinlər – bunlara aşağı sıxlıqlı lipoproteinlər (ASLP) də deyilir; ümumi kütləsinin 70%-ə qədərini lipidlər (əsasən xolesterin və xolesteridlər, bundan bir qədər az – fosfolipidlər, ən aşağı səviyyədə isə triasilqliserinlər) təşkil edir.

4. α -lipoproteinlər – yüksək sıxlıqlı lipoproteinlərdir (YSLP); tərkibindəki lipid komponenti ümumi kütlənin 50-60%-ni təşkil edir və bunlar arasında fosfolipidlərin payı daha artıqdır.

Qan plazmasının lipoproteinləri kürəşəkilli hissəciklərdir. Onların sıxlığı artdıqca, diametri kiçilir: hissəciklərin nüvəsini qeyri-polyar lipidlər (triasilqliserinlər, xolesterin efirləri) təşkil edir; nüvəciyin qişasına fosfolipidlər, zülal və sərbəst xolesterin daxil olur. Qanda aşağı və çox aşağı sıxlıqlı lipoproteinlərin (β - və pre- β -lipoproteinlər) artması nəticəsində ateroskleroz törənə bilər. Buna görə lipoproteinlərin adı çəkilən fraksiyalarına aterogen lipoproteinlər deyilir.

