

**A.M. MƏHƏRRƏMOV,
M.Ə. ALLAHVERDİYEV**

HƏYAT FƏALİYYƏTİNİN KİMYƏVİ ƏSASLARI

Dərslik

Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi 09.01.2009-cu il tarixli 07 sayılı iclas protokolu ilə təsdiq edilmişdir.

BAKI – 2009

REDAKTOR: A.Ə.QULİYEV
Biologiya elmləri doktoru, professor

RƏYÇİLƏR: İ.V.ƏZİZOV
AMEA-nın müxbir üzvü, professor
E.M.QURBANOV
Biologiya elmləri doktoru, professor

A.M. Məhərrəmov, M.Ə.Allahverdiyev. Həyat fəaliyyətinin kimyəvi əsasları, Ali məktəblər üçün dərslik, Bakı: «Bakı Universiteti» nəşriyyatı, 2009, 288 s.

Oxucuların nəzər-diqqətinə catdırılan A.M.Məhərrəmov və M.Ə.Allahverdiyevin «Həyat fəaliyyətinin kimyəvi əsasları» dərsliyi son onilliklərdə kimya fakültəsində bakalavr pilləsi üçün tədris olunan proqrama uyğun hazırlanmışdır. Dərslikdə bioloji kimyanın elementlərindən bəhs edilir. Dərslikdən həmçinin bioloji kimya ilə maraqlanan digər oxucular da istifadə edə bilər.

$M \frac{1701000000 - 05}{M - 658(07) - 005} - 005 - 2009$

© «Bakı Universiteti» nəşriyyatı, 2009

ÖN SÖZ

Bəşər cəmiyyətinin bütün tarixi inkişafında təbiətşünaslar və filosoflar həyatın yaranması və onun dərk olunmasının mənasının axtarılması yolunda çalışmışlar. Riyaziyyat, fizika, kimya kimi fundamental elm sahələrində görkəmli ixtiraların olmasına baxmayaraq, canlı aləmin çoxlu sualları hələ də həll edilməmişdir. Həyatın müxtəlif formalarının anlaşılmasında canlı orqanizmin kimyəvi fəaliyyətinin təyin edilməsinin birinci dərəcəli əhəmiyyəti vardır. Bioloji kimya canlı orqanizmin, xüsusilə, insan orqanizminin kimyəvi tərkib hissələrinin öyrənilməsi sahəsində çox mühüm müvəffəqiyyətlərə nail olmuşdur. Təbiətdə kimyəvi proseslərin öyrənilməsində canlı orqanizmdə və eləcə də izolə edilmiş üzvlərin toxumalarında, hüceyrələrində baş verən dəyişikliklərin tədqiqinin mühüm əhəmiyyəti vardır.

XX əsrin sonralarını əhatə edən II-III onilliklərdə biokimyada çox mühüm ixtiralar edildi. Xüsusilə, enzimologiya, biokimyəvi genetika, bioenergetika və digər fundamental elm sahələrində əldə olunan nailiyyətlər biologiya və tibbin mühüm problemlərinin həll edilməsinə xidmət etməyə başladı. Müasir bioloji kimyanın metodologiyasının prinsiplərindən istifadə edilmədən biologiya və tibb elmi inkişaf edə bilməzdi. Gen məlumatlarının öyrənilməsi, onların saxlanması, zülal və nuklein turşularının quruluş prinsipləri və eləcə də bu polimer molekullarının biosintezinin mexanizminin müəyyənləşdirilməsi biokimyanın əsasını təşkil edir. Kitabda vitaminlər, hormonlar, hətta prostaqlandinlərin quruluşu və onların funksiyalarından bəhs edilir. Vitaminlərin koferment funksiyalarından ətraflı danışılır.

Dərslinin əsas məziyyəti bioloji kimyanın - həyat fəaliyyətinin konsepsiyasının fundamental anlayışları haqqında ətraflı məlumat verməkdir. Çünki hər bir kimyaçı ixtisasına yiyələnən mütəxəssis canlı orqanizmin kimyəvi komponentləri, onların quruluşu və fizioloji funksiyaları barədə məlumatlı olmalıdır. Məhz bu nöqtəyə nəzərdən kitabda orqanizmin kimyəvi tərkibinin əsasını təşkil edən edən karbohidratlar, zülallar, lipidlər haqqında, həmçinin onların maddələr mübadiləsindəki rolu barədə ətraflı məlumat verilmişdir.

Dərslinin kompüterdə yığılmasında bizə yaxından kömək edən aspirant və əməkdaşlardan Ə.N.Xəlilova, S.H.Muxtarovaya və S.A.Yaqubovaya öz təşəkkürümüzü bildiririk. Dərslük haqqında oxucuların tənqidi münasibəti, təklifləri və digər qeydləri müəlliflər tərəfindən məmnuniyyətlə qəbul edilir və onun gələn nəşrlərdə aradan qaldırılacağına söz verilir.

GİRİŞ

Müasir biokimya və ya başqa sözlə, həyat fəaliyyətinin kimyəvi əsasları elmi bir müstəqil elm sahəsi kimi XIX əsrin axırı, XX əsrin əvvəllərində xaricdə yaranmışdır. Konkret olaraq, 1903-cü ildə K.Neyberq biokimya terminini elmə daxil etmişdir. Qeyd edilən vaxtdan əvvəl biokimyaya dair məsələlər üzvi kimya və fiziologiyaya aid edilirdi. Tarixən uzun dövrü əhatə edən əlkimya biokimyaya dair heç bir konkret məsələləri həll etməmişdir. Yalnız XVI-XVII əsrlərdə hökm sürmüş yatrokimya irəliyə doğru bir addım ataraq kimya ilə tibb arasında əlaqə yaratmışdır. Heç də təsadüfi deyildir ki, yunanca «iatros» sözü həkim deməkdir. Yatrokimyanın ən görkəmli nümayəndəsi alman həkim və təbiətşünası T.Parasels olmuşdur. O, hesab edirdi ki, insanın həyat fəaliyyətinin əsasını kimyəvi proseslər təşkil edir. Ona görə də insanda hər hansı bir xəstəliyin səbəbini kimyəvi prosesin pozulmasında axtarmaq lazımdır. Lakin canlı orqanizmin həyat fəaliyyətinin əsasını təşkil edən kimyəvi qanunauyğunluqlar və fermentativ proseslərin dərk edilməsində yatrokimyaçılar da aciz idilər. Çünki qeyd edilən vaxtda fiziki və kimyəvi qanunlar haqqında biliklər yox dərəcəsində idi. Digər tərəfdən üzvi maddələrin element analizi üsulları hazırlanmamışdı. Bundan əlavə, ən vacibi, istər yatrokimyaçıların və istərsə də əlkimyaçıların dünya-görüşlərində vitalist (həyat qüvvəsi) nəzəriyyə hökm sürürdü.

Biokimyanın elmi əsaslarının ilk rüşeymləri XVIII əsrin ikinci yarısında fiziologiyada kimya metodlarının tətbiqi ilə yarandı. 1770-ci ildə A.Lavuazye insanın və heyvanların tənəffüsünün kimyəvi nöqtəyi-nəzərdən oksidləşmə olduğunu sübut etdi. 1772-ci ildə C.Pristli və 1779-cu ildə Y.İntexanz fotosintez prosesini kəşf etdilər. İtalyan keşişi L.Spallansani həzm prosesinə mürəkkəb zəncirvari çevrilmə kimi baxırdı.

1828-ci ildə alman alimi F.Völer ammonium-sianatı qızdıraraq karbamidə çevirdi. O, bununla da vitalist (həyat qüvvəsi) nəzəriyyəsinin puç olduğunu sübut etdi. Qıvcırma sahəsində aparılan tədqiqatlar əsasında yeni məlumatlar toplandı. Hələ 1815-ci ildə J.Qey-Lüssak qlükozanın etil spirtinə çevrilməsi təklifini verdi. Y. Berselius qıvcırmanın katalitik proses olması postulatını irəli sürdü. L.Pasterə görə qıvcırma yalnız canlı orqanizmlərdə gedir. Y.Libix hesab edirdi ki, qıvcırmanı aparan maya əslində katalizator rolunu oynayır. N.M.Manasseina 1877-ci ildə Rusiyada şəkərin ölmüş maya ilə qıvcırma prosesini nümayiş etdirdi. V.Künne ilk dəfə «enzim» elmə daxil etdi. Onun yunanca maya demək olduğunu göstərdi. 1897-ci ildə E.Büxner və P.Büxner qardaşları mayanın hüceyrəsiz ekstraktından zimazanı aldılar və onun qıvcırma apardığını təcrübədən keçirdilər. Bununla da müxtəlif maya ekstraktlarının alınması və onlardan geniş istifadə edilməsi müasir enzimologiya elminin əsasını qoydu.

XIX əsrin ikinci yarısının ən böyük müvəffəqiyyətlərindən biri K.Bernar tərəfindən 1850–1855-ci illərdə qaraciyərdən qlükogeni ayıraraq ondan qlükoza əldə etməsidir. F.Mişer 1869-cu ildə ilk dəfə dezoksiribonuklein turşusunu kəşf etmişdir. 1890-cı ildə Emil Fişer fermentativ katalizin səciyyəvi xassəsini aşkar etmiş və «açar-qıfıl» konsepsiyasını irəli sürmüşdür. F.Qofmeystr ilə E.Fişer 1902-ci ildə zülalların quruluşu haqqında polipeptid nəzəriyyəsinə əsaslandırmışlar. Q.Alfman 1890-cı ildə mitoxondirin ayrılması ilə bağlı metod işləyib hazırlamışdır. İlk dəfə X.Eykman 1896-cı ildə vitaminlər haqqında nəzəriyyənin əsas müddəalarını işləyib hazırlamışdır. A.N.Bax 1897-ci ildə bioloji oksidləşmə nəzəriyyəsinə təklif etmişdir. 1887-ci ildə S.N.Vinogradski mikroorqanizmlərdə xemosintez prosesini aşkar etmişdir. 1902-ci ildə İ.P.Pavlov həzmedici fermentlərin təbiətini izah etmişdir. 1862-ci ildə A.Y.Danilevski pankreatik amilazanı tripsindən ayrılmasını həyata keçirmişdir.

XX əsrin birinci yarısı biokimyanın fundamental konsepsiyalarının yaradılması dövrüdür. Məhz bu vaxtlarda (1913-cü il) L.Mixaelis və M.Menten enzimologiyada fermentativ reaksiyaların kinetikasının nəzəri əsaslarını işləyib hazırlamışlar. XX əsrin 20-30-cu illərində C.Samner, C.Nortrop ureaza, pepsin və tripsin fermentlərini kristal şəkildə aldılar. 20-ci illərin axırlarında ferment substrat komplekslərini öyrənmək üçün fotometrik üsullardan (B. Çans) geniş istifadə edilmişdir. Əzələ ekstraktından 1939-cu ildə V.A.Engelqart və M.N.Lyubimov tərəfindən ATF və kreatinfosfat ayrılmış və miozin ATF-azanın aktivliyi öyrənilmişdir.

XX əsrin 40-cı illərində F. Lipman fosfatlarda yüksək enerjini öyrənmiş və hüceyrənin bioenergetikasında ATF-in mərkəzi rol oynamasını müəyyənləşdirmişdir.

Bioloji oksidləşmə sahəsində 1912-ci ildə O.Varburq sitoxromoksidaza «tənəffüs fermenti»ni ixtira etdi. V.A.Engelqart 1931-ci ildə tənəffüs fosforlaşması konsepsiyasını işləyib hazırladı. 1937-ci ildə V.A.Beliser qlükoliz reaksiyalarında oksidləşdirici fosforlaşmanı miqdarı cəhətdən öyrəndi.

1938-ci ildə A.E.Braunşteyn transaminləşmə reaksiyasını müəyyənləşdirdi. H.Krebs 1937-ci ildə üçkarbonlu turşular dövrəni və 1938-ci ildə karbamid dövrəni ixtira etmişdir. O.Varburq və U.Eyler ilə birlikdə 1932-ci ildə flavoproteidləri, 1936-cı ildə isə nikotinamidnukleotidləri biokimya elminə məlum etdilər. R.Vilşetter və A.Ştol xlorofilin quruluşunu müəyyənləşdirdilər. M.Kalvin 1943-cü ildə fotosintezin mexanizminin izah edilməsində əhəmiyyətli dərəcədə müvəffəqiyyət qazandı.

XX əsrin 40-cı illərində L.Leluar karbohidratların biosintezinin əsas yolunu elmə məlum etdilər, A.Sent-Derdi təmiz halda askorbin turşusunu təbii mənbələrdən ayırmağa müvəffəq oldu. A.N.Belozerski ilk dəfə (1936-cı il) bitkilərdən dezoksiribonukleın turşusunu ayırdı və sübut etdi ki, bitkilər və heyvanlar aləmində biokimyəvi vahidlik vardır.

Bu vaxtlarda müxtəlif fiziki-kimyəvi analiz metodları yaradıldı. 1906-cı ildə rus alimi M.S. Svet tərəfindən xromatoqrafiya üsulunun əsası qoyuldu. Keçən əsrin 20-ci illərində T.Svedberq ultrasentrafuqanın köməyi ilə zülalları sedimentasiya etməyə və bununla da bəzi virusları ayırmağa nail oldu. 30-cu illərdə A.Tizelius tərəfindən elektroforezin əsası qoyuldu. 1944-cü ildə A.Martini və başqaları bölücü xromatoqrafiya üsulunu yaratdılar. Keçən əsrin 40-cı illərində təbii birləşmələrin quruluşunun öyrənilməsində D.K.Xoçkin rentgenstruktur analizindən geniş istifadə etdi. Keçən əsrin ortalarında fiziki-kimyəvi üsulların geniş tətbiqi hesabına iki mühüm biopolimer birləşmələrinin zülallarını və nukleın turşularının öyrənilməsi sahəsində çox mühüm nailiyyətlər əldə edildi. 1953-cü ildə C.Uotson və F.Krik tərəfindən dezoksiribonukleın turşusunun ikiqat spiralın quruluşu kəşf edildi. Elə həmin ildə ingilis alimi F.Senger insulin hormonunda aminturşular ardıcılığını müəyyən etdi.

Dyu-Bino isə (1953) polipeptid hormonları olan oksitosin və vazopresini sintez etdi. Amerika kimyaçısı, iki dəfə Nobel mükafatı ilə təltif olunan L.Polinq 1951-ci ildə zülalların fəza quruluşunun spiralvarı olduğunu sübut etdi. P.Zameçnik tərəfindən zülalın ribosomlarda sintezinin öyrənilməsi mümkün olduğunu sübut edildi.

Klassik biokimyayın əsasında müstəqil molekulyar biologiya və bioüzvi kimya elmləri yaradıldı. Bu elmlərin biofizika elmi ilə birləşməsi fiziki-kimyəvi biologiya adlı elmin yaranmasına səbəb oldu. Hazırkı dövrdə biokimya elminin inkişafı canlı orqanizmin (materiyanın) yeni nailiyyətləri ilə xarakterizə olunur.

Enzomologiya sahəsində yüzlərlə ferment sistemi öyrənilmiş və əksər hallarda onların katalitik təsirinin mexanizmi müəyyənləşdirilmişdi. Hormonların biokimyası sahəsində yeni konsepsiya yaradılmış, xüsusilə onların təsir mexanizmlərində tsiklik-AMF adenilattsiklaza sisteminin iştirakı və rolu müəyyən edilmişdir. Hazırda genetik məlumatların ötürülməsinin ümumi mexanizmi müəyyənləşdirilmişdir. Ayrı-ayrı genlərin quruluşu müəyyənləşdirilmiş və onların alınması üsulu işlənib hazırlanmışdır.

Biokimyayın nailiyyətləri tibb, heyvandarlıq, bitkiçilik, mikrobiologiya, virologiyada geniş istifadə edilir. Bu isə yeni elm sahələrinin gen mühəndisliyi və biotexnologiya elmlərinin yaranmasına səbəb olmuşdu. Müasir cəmiyyətdə biokimyayın yüksək inkişaf səviyyəsi elmi-texniki tərəqqinin zəruri şəraitinin yaradılması, insanların həyat şəraitinin yaxşılaşması və onların sağlamlığına xidmət edir.

Biokimya – canlı orqanizmin tərkibinə daxil olan maddələrin quruluşu, funksiyaları və həmin maddələrin orqanizmin həyat fəaliyyəti ilə bağlı olan çevrilmələri və bu çevrilmələrin ardıcılığı, qanunauyğunluğu və mexanizmini öyrənən elmdir.

Müasir biokimyayın inkişafı və onun bir elm kimi təşəkkül tapması üzvi kimyanın inkişafı ilə bağlı olub, XIX əsrin axırı və XX əsrin əvvəllərinə təsadüf edir. Tarixən biokimya 3 mərhələdən keçib:

1. Statik biokimya;
2. Dinamik biokimya;
3. Funksional biokimya;

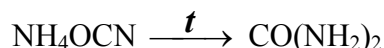
Statik biokimya – canlı materiyadan ayrılmış bioloji birləşmələri öyrənir.

Dinamik biokimya – canlı orqanizmdəki kimyəvi çevrilmələri tədqiq edir.

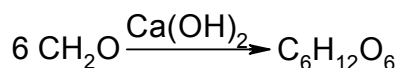
Funksional biokimya – canlı orqanizmdə fəaliyyət göstərən maddələrin funksiyasını öyrənir.

Orta əsr alimi Əbu Əli-İbn-Sina özünün “Həkimlik elminin qanunları” əsərində tibbdə istifadə edilən maddələri təsnifatlara bölmüşdür. Sidiyə orqanizmin şirəsi adı veriləndir. XVI əsrin əvvəllərində Parasels orqanizmdə yaranan xəstəliyi xəstə bədəndə kimyəvi proseslərin pozulması ilə bağlamış və həmin xəstəliyi kimyəvi maddələrlə müalicə etməyin mümkünlüyünü göstərmişdir.

Biokimyayın bir elm kimi inkişafında üzvi kimya sahəsində edilən ixtiraların çox böyük əhəmiyyəti vardır. Biokimyayın yaranma tarixi 1828-ci ildə F.Völerin ammonium-sianatdan sidik cövhərinin alınması ilə bağlıdır:



$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ – kristallik maddəni Völer ilk dəfə canlı orqanizmdən kənarında laboratoriyada sintez etdi. Bununla da F.Völer vitalist nəzəriyyəsinə böyük zərbə endirmiş oldu. Sonralar Kolbe 1845-ci ildə sirkə turşusunu sintez üsulu ilə aldı. 1854-cü ildə Fransız kimyaçısı M.Bertlo sintetik yolla yağ aldı. 1861-ci ildə Butlerov qlükozanı formaldehidin kalsium hidroksidin iştirakı ilə sintezinə nail oldu:



1902-ci ildə E.Fişer ilk dəfə aminturşulardan süni yolla polipeptid sintez etmişdir.

Azərbaycanda biokimyayın inkişaf tarixi

Dünyada «Biokimya» elminin sürətli inkişafı, onun bir fundamental və tətbiqi elm kimi müxtəlif sahələrdə, sirayət etməsi Azərbaycanda da bu elmin formalaşdırılmasını və inkişafını labüd edirdi.

Respublikamızda «Biokimya» kafedrası ilk dəfə 1940-cı ildə Bakı Dövlət Universitetində yaranmışdır. Həmin kafedraya prof. V.Malenyuk, sonralar H.Səfərov və Ə. Abdullayev rəhbərlik etmişlər. 1956 –cı ildə bu kafedranın fəaliyyəti dayandırılmışdır. Lakin, 1972-ci ildə prof. A. Quliyevin təşəbbüsü ilə «Biokimya» kafedrası yenidən fəaliyyətə başlamış və yarandığı gündən hal-hazırkı dövrə qədər bu kafedraya prof. A.Ə.Quliyev rəhbərlik edir. Bu dövrdən etibarən kafedranın elmi-tədqiqat və pedaqoji fəaliyyətində yüksək canlanma yaranmış və qısa müddət ərzində dünyanın bir sıra dövlətlərinin (Rusiya, Fransa, Çexiya, Bolqarıstan, Misir, İngiltərə, Belçika) müvafiq elm və tədris mərkəzləri ilə əlaqədar qurulmuşdur. Hazırda BDU-nun «Biokimya və biotexnologiya» kafedrasında bitki biokimyası üzrə şirəli meyvələrin yetişməsi və qocalması proseslərinin biokimyəvi mexanizmlərinin araşdırmaqla, onların stimullaşdırılması və qida məhsullarının ekoloji təhlükəsizliyinin təmin olunması məqsədi ilə süd turşusu bakteriyalarından təbii qoruyucuların - bakteriosinlərin alınması istiqamətində intensiv tədqiqat işləri aparılır.

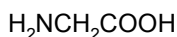
Son 6 ildə əldə olunan 4 qrant layihəsində iştirakı «Biokimya və biotexnologiya» kafedrasının və bütövlükdə Bakı Dövlət Universitetinin elmi uğurlarının bariz nümunəsidir.

Hazırda biokimyayın tədrisi Respublikamızın əksər ali məktəblərdə həyata keçirilir. Bunlardan Azərbaycan Tibb Universiteti, Neft Akademiyası, İdman Akademiyası, Gəncə Kənd Təsərrüfatı Akademiyası və s. kimi aparıcı ali təhsil müəssisələri qeyd etmək olar. Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının müxbir üzvü M.Əlizadə nuklein turşusunun öyrənilməsi sahəsində fundamental elmi-tədqiqat işləri aparmışdır. Elmlər Akademiyasının Botanika, Genetik ehtiyatlar, Fiziologiya, Mikrobiologiya və digər elmi-tədqiqat institutlarında isə, biokimya və molekulyar biologiya üzrə fundamental elmi-tədqiqatlar aparılmışdır. Bu institutlarda biokimya elminin inkişafı, bu sahədə peşəkar tədqiqatçı kadrların hazırlanması sahəsində akademik M.H.Abutalıbovun, C.Ə.Əliyevin və onun davamçıları olan AMEA-nın müxbir üzvləri N.Quliyev, İ.Hüseynova, İ.Əzizov kimi alimlərin rolunu xüsusi qeyd etmək lazımdır.

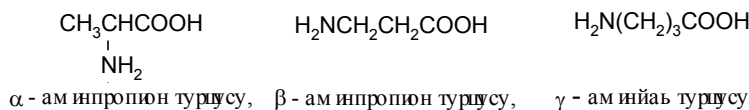
AMİNTURŞULAR

Nomenklaturası və izomerliyi

Molekulunda eyni zamanda amin və karboksil qrupu saxlayan birləşmələrə aminturşular deyilir.
Aminturşuların ən sadə nümayəndəsi qlisindir:



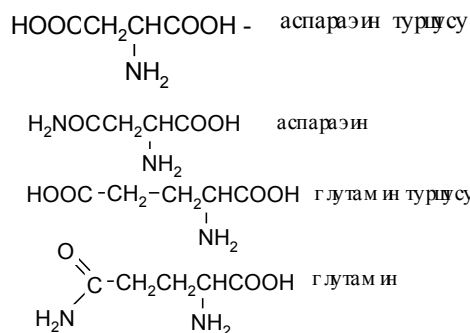
Amin qrupunun karboksil qrupuna nəzərən yerləşməsinə görə aminturşuları α , β , γ və s. olur:



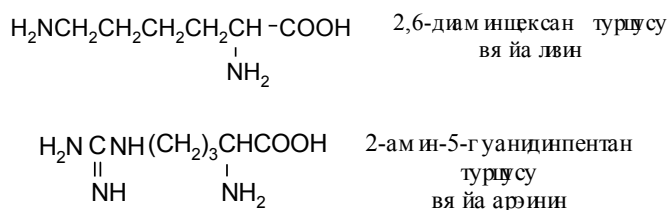
Aminturşuları oxuyarkən sistemativ və empirik üsullardan istifadə edilir:

Formulu	Empirik	Sistemativ	Şərti işarəsi
$\text{CH}_3(\text{NH}_2)\text{COOH}$	aminsirkə turşusu	aminetan turşusu	qlisin
$\text{CH}_3\text{CH}_2(\text{NH}_2)\text{COOH}$	α -aminpropion turşusu	2-propan turşusu	alanin
$\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	α -amiinizovalerian turşusu	2-amin-3-metilbutan turşusu	valin
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	α -amiinizokapron turşusu	2-amin-3-metilpentan turşusu	izoleyisin
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	β -aminizokapron turşusu	2-amin-4-metilpentan turşusu	leysin

Aminturşu molekulunda bir və ya bir neçə karboksil qrupu olur. Məsələn:

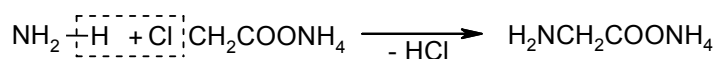


Aminturşu molekulunda bir və bir neçə amin qrupu yerləşə bilər. Məsələn:



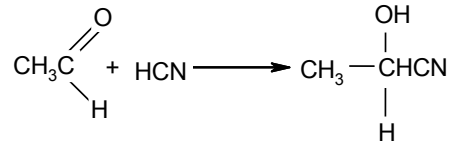
Alınma üsulları

1. Aminturşular monohalogenəvzli turşuların duzuna ammoniyakın təsiri ilə alınır:



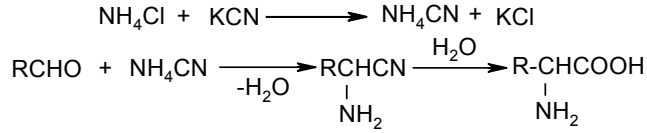
Hazırda əsasən bu üsulun köməyiylə sənayedə aminturşular alınır.

2. Sianhidrin üsulu. Bu üsulda əvvəlcə oksinitril alınır:

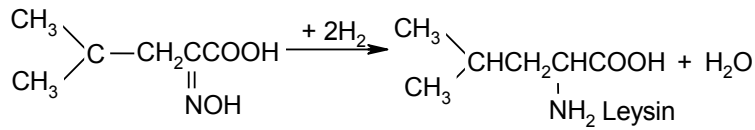
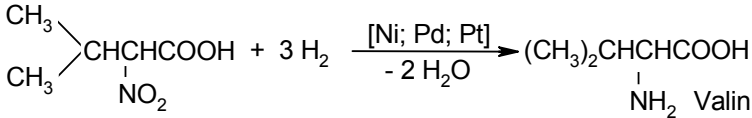


Sonra ona ammoniyak ilə təsir edilir.

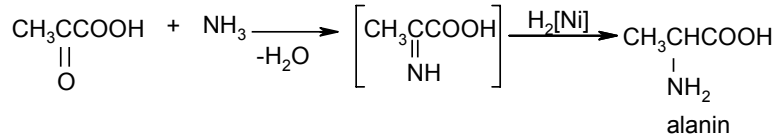
N.D.Zelinski göstərmişdir ki, aldehid və ketonlara kalium-sianidin və ammonium-xloridin sulu məhlulu ilə təsir edib, sonra isə onu hidroliz etdikdə aminturşuları almaq olur:



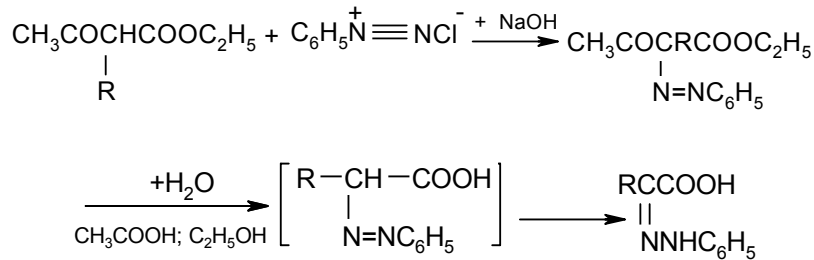
3. α -Nitroturşuları, α -okstoturşuları, oksim və ya hidrazonları reduksiya etdikdə α -aminturşular alınır:



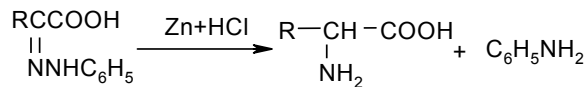
Ketoturşuları katalitik reduksiya etdikdə α -aminturşular alınır:



4. α -Aminturşuların V.V.Feofilaktov üsulu ilə alınması. Əvəz edilmiş asetosirkə turşusunun efrinə fenildiazonium duzu ilə qələvi mühitində təsir etdikdə diazolaşma gedir. Sonra hidroliz baş verir. Sirkə turşusu ayrılır və davamlı olmayan azobirləşmə alınır və sonradan α -ketoturşunun fenilhidazonuna izomerləşir:



Ketoturşunun fenilhidazonunu reduksiya etdikdə, aminturşuya çevrilir:

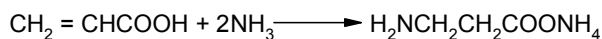


5. Zülalları hidroliz etdikdə, təxminən 25 müxtəlif aminturşu alınır. Qarışıqda aminturşuları bir-birindən ayırmaq olduqca çətin məsələdir. Adətən hidroliz zamanı bir-iki aminturşu daha çox alınır. Belə halda onları ayırmaq asan olur.

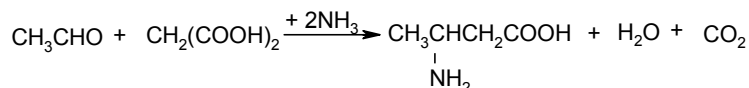
6. Mikrobioloji üsulla yemlərə əlavənin alınması. Kənd təsərrüfatı heyvanlarına və quşlarına yem kimi mikrobioloji üsulla aminturşu qarışığı alınır. Nişasta, şəkər çuğundurunun tullantısından (melassa), tam şəkərləşməmiş nişastadan (patka) xammal kimi istifadə edərək biotexnoloji yol ilə qlutamin, asparagin, treonin, alanin, triptofan, metionin və lizin kimi aminturşuları almaq mümkün olur. Mikrobioloji kütlə kimi tərkibində kreatin olan buynuz, dırnaq və lələkdən istifadə edilir.

β -Aminturşuların sintezi

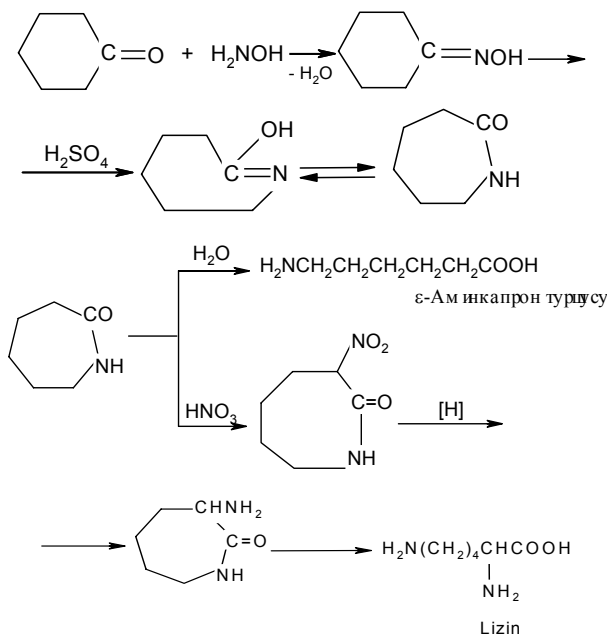
1. Doymamış turşulara ammoniyakın birləşməsi ilə β -alanin alınır:



2. V.M. Rodionov üsulu ilə malon turşusundan β -aminturşu alınır:



1. Funkisional qrupları karboksil qrupundan uzaq yerləşən aminturşuları almaq üçün aşağıdakı üsullardan istifadə edilir:



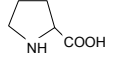
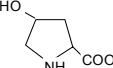
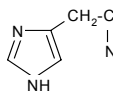
Fiziki xassələri

Aminturşular yüksək temperaturda əriyən və bu xassəsinə görə bir-birindən fərqlənməyən maddələrdir. Ərimə temperaturunda parçalanırlar. Suda yaxşı həll olurlar və məhlulları onların quruluşundan asılı olaraq neytral reaksiya verir. Spekrtdə karboksil və amin qrupuna xarakter zolaqların olmaması, yüksək temperaturda əriməsi aminturşuların səciyyəvi xüsusiyyətidir. Aminturşuların bəzi fiziki-kimyəvi xassələri cədvəl 1-də verilmişdir.

Cədvəl 1

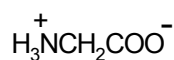
Aminturşuların fiziki-kimyəvi sabitləri

Formulu	Adı	Qısa adı	T _{ər} , °C
$\text{H}-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$	Qlisin	Qli	292
$\text{CH}_3\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}\text{COOH}$	Alanin	Ala	297
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagdown \\ \text{CH} \\ \diagup \\ \text{CH}_3 \end{array} \underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}\text{COOH}$	Valin	Val	315
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagdown \\ \text{CH} \\ \diagup \\ \text{CH}_3 \end{array} \text{CHCH}_2\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}\text{COOH}$	Leysin	Ley	337
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagdown \\ \text{CH} \\ \diagup \\ \text{C}_2\text{H}_5 \end{array} \underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}\text{COOH}$	İzoleysin	İle	284
$\text{HOOCCH}_2\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}\text{COOH}$	Asparagin turşusu	Asp	279

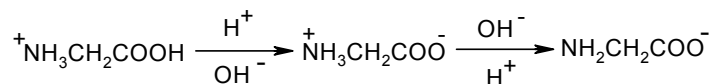
Formulu	Adı	Qısa adı	T _{er} , °C
$\begin{array}{c} \text{HOOCCHCH}_2\text{CONH}_2 \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Asparagin	Asn	270
$\begin{array}{c} \text{HOOCCH}_2\text{CH}_2\text{CHCOOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Qlütaamin turşusu	Qlu	249
$\begin{array}{c} \text{HOOCCHCH}_2\text{CH}_2\text{CONH}_2 \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Qlütaamin	Qln	185
$\begin{array}{c} \text{CH}_2(\text{CH}_2)_2\text{CH-COOH} \\ \quad \quad \\ \text{NH}_2 \quad \quad \text{NH}_2 \end{array}$	Ornitin	Orn	140
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHCOOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Lizin	Liz	224
$\begin{array}{c} \text{HOCH}_2\text{CHCOOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Serin	Ser	228
$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCHCOOH} \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	Treonin	Tre	253
$\begin{array}{c} \text{HSCH}_2\text{CHCOOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Sistein	Sys	178
$\begin{array}{c} \text{SCH}_2\text{CHCOOH} \\ \quad \\ \text{NH}_2 \quad \\ \text{SCH}_2\text{CHCOOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Sistin	Sys-S Sys-S	260
$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{SCH}_2\text{CH}_2\text{CHCOOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Metionin	Met	283
$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CHCOOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Fenilalanin	Phe	275
$\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2\text{CHCOOH}$ $\quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad \text{NH}_2$	Tirozin	Thr	344
$\text{C}_6\text{H}_4(\text{NH})-\text{CH}_2\text{CHCOOH}$ $\quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad \text{NH}_2$	Triptofan	Trp	382
	Prolin	Pro	299
	Oksiprolin	Opr	270
	Histidin	His	277
$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \\ \text{CNHCH}_2\text{CHCH}_2\text{CHCOOH} \\ \quad \quad \\ \text{NH} \quad \quad \text{NH}_2 \end{array}$	Arginin	Arg	238

Kimyevi xassələri

Aminturşular daxili düz əmələ gətirir:



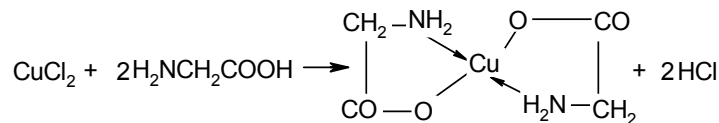
Belə ionlar turş mühitdə özlərini kation, qələvi mühitdə isə anion kimi aparır:



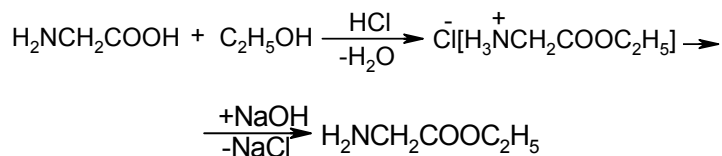
İzoelektrik nöqtədə bipolyar ionun qatılığı maksimum həddə çatır və onlar elektrik sahəsinə doğru yönəlirlər. Tarazlıq mühitin pH-ından asılıdır.

Aminturşular həm turşulara, həm də aminlərə xas reaksiyalara daxil olur. Bəzi hallarda hər iki qrupun birinə qarşılıqlı təsiri özünü göstərir.

1. *Aminturşular əsaslar ilə duz əmələ gətirir.* Ağır metallar ilə daxili komplekslər əmələ gətirir. Bütün α -aminturşuları mis duzları ilə göy rəngli daxili kompleks (xelat) əmələ gətirir:



2. *Efirlərin əmələ gəlməsi.* Aminturşular spirtlərlə hidrogen xloridin iştirakında efirləşir:

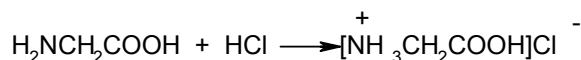


3. *Halogenanhidridlərin alınması.* Tionixloridin və PCl_5 -ün təsiri ilə α -aminturşular müvafiq halogenanhidridlərə çevrilir:

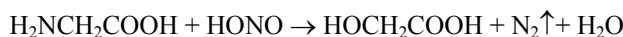


Aminturşuların amin qrupunda gedən reaksiyaları

1. Turşular ilə duz əmələ gətirir:

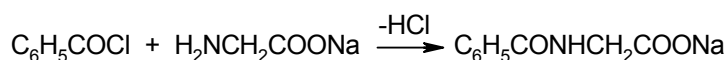


2. Nitrit turşusunun təsiri ilə aminturşular oksiturşulara çevrilir:



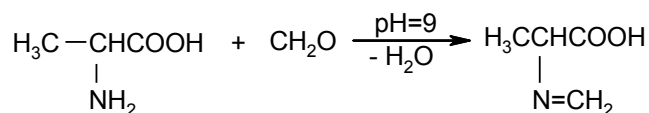
Bu reaksiyaların köməyi ilə aminturşularda amin qrupunu təyin etmək olur.

3. Xloranhidridlər və anhidridlər ilə aminturşular reaksiyaya girir və aminturşuların N-asil törəmələrini əmələ gətirir:



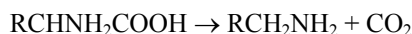
Peptidlərin sintezində N-asil törəmələrinin mühüm əhəmiyyəti vardır.

4. Formalinin aminturşularla qarşılıqlı təsirindən N-metilen törəmələri alınır:



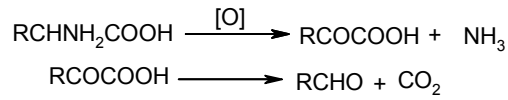
α -Aminturşuların xarakter reaksiyaları

1. Dekarboksilaza və bəzi mikroorqanizmlərin təsiri ilə α -aminturşular dekarboksilləşmə reaksiyasına uğrayaraq aminlərə çevrilir:

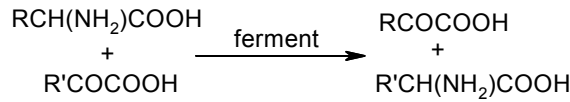


Məsələn, zülallar çürüyəndə dekarboksilləşməyə uğrayır, ornitin və lizin kimi aminturşuları putressin $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_4\text{NH}_2$ və kadaverinə $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_5\text{NH}_2$ çevrilir.

2. Aminturşular aminsizləşmə reaksiyasına uğrayır və ketoturşuları əmələ gətirir. Ketoturşular da aldehid və karbon qazına parçalanır:



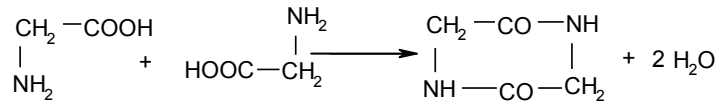
3. Ketoturşular aminturşular ilə qarşılıqlı reaksiyaya girərək yenidən aminləşir:



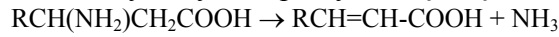
Aminsizləşmə, dekarboksilləşmə və yenidən aminləşmə reaksiyaları heyvan və bitki orqanizmlərində xüsusi fermentlərin təsiri ilə mülayim şəraitdə baş verir.

Aminturşularını qızdırdıqda çevrilmələri

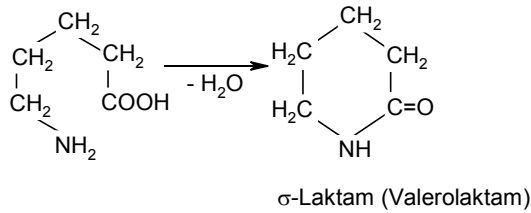
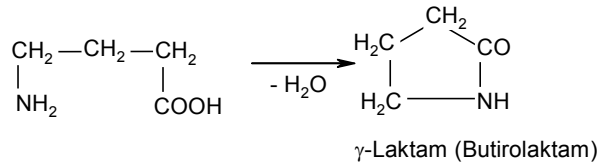
α -Aminturşular və onların efirlərini qızdırdıqda halqavari amidlər əmələ gətirir. Bunlara *diketopiperazinlər* deyilir:



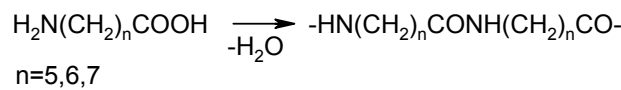
β -Aminturşular isə özlərindən ammoniyak ayıraraq, doymamış turşulara çevrilir:



γ və σ -Aminturşuları molekulundan asanlıqla su ayırır və daxili amidlərə – *laktamlara* çevrilir:



Aminturşu molekulunda karboksil qrupu amin qrupu ilə beş və daha çox karbon atomu ilə ayrıldıqda, qızma zamanı su ayrılmaqla polikondensləşmə reaksiyasına uğrayır və «*baş-quyruq*» tipində polipeptid zəncirli polimerləri əmələ gətirir:



Aminturşuların elektrokimyəvi və ya turşu – əsas xassələri

Aminturşular zəncirdəki radikala görə turşu və ya əsas xassə daşıyır. Məsələn, qlisin neytral xassə göstərir.

Turşuluq xassəsi daşıyan aminturşulara karboksil qrupu amin qrupundan çox olan aminturşular daxildir. Məsələn: asparagin və qlütamin turşuları.

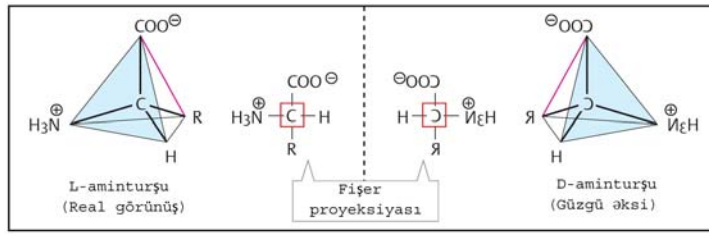
Bəzi müəlliflər qeyd edir ki, serin, triozin, sistein turşuluq xassəsi daşıyan aminturşulara daxildir. Əsasi xassə daşıyan aminturşulara lizin, histidin və arginin misal göstərmək olar.

Yerdə qalan bütün aminturşular neytraldır.

Aminturşular bioloji və fizioloji əhəmiyyətinə görə 3 yerə bölünür:

1. Əvəzədməz; 2. Yarıməvəzədilən; 3. Əvəzədilən.

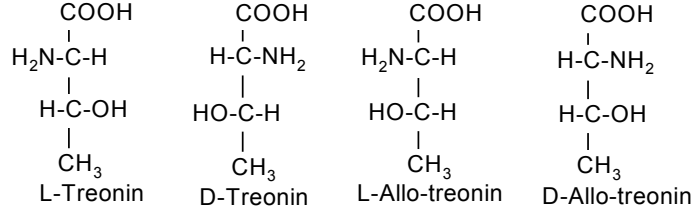
Əvəzədməz aminturşular orqanizmdə sintez olunmur. Ona görə də onlar qida ilə birlikdə qəbul edilir. Əvəzədməz aminturşuların sayı səkkizdir: valin, leysin, lizin, izoleysin, treonin, metionin, fenilalanin, triptofan.



Şəkil 1. Aminturşuların stereokimyası

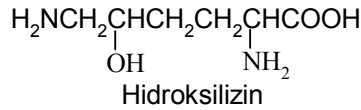
Elə birləşmələr var ki, orada iki assimetrik karbon atomu vardır. Məsələn, treonin, izoleysin. Bunların 4 fəza izomeri var.

L,D izomerləri fəza izomeridir. Şəkil 1-dən görüldüyü kimi onlar sanki güzgüdə bir-birinin əksidir. Ona görə də bunlara güzgü izomeri və ya **enantiomerlər** deyilir. Məsələn, treoninin L, D izomerlərindən başqa L-allo-treonin və D-allo-treonin kimi **fəza izomeriləri** də vardır:

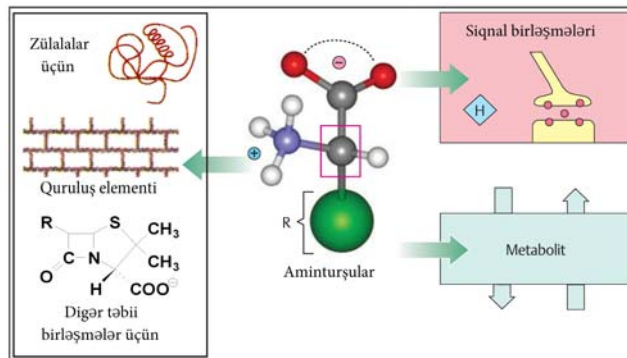


Zülalların tərkibinə daxil olan aminturşular L-izomer halındadır. D-Aminturşulara canlı aləmdə rast gəlinmir. Lakin onlara müxtəlif antibiotiklərin tərkibində rast gəlinir. Məsələn, D-qlütamin turşusu spor daşıyan bakteriyalarda və Sibir yarasının çöplərində tapılmışdır. Antibiotiklərin qoruyucu funksiyasını D-aminturşuların olması ilə izah etmək olar (immunitet xassəsi yaratmaq). Qlütamin, alanin, fenilalanin, leysin və digər aminturşuların D-fəza izomeri bakteri -yaların hüceyrə divarlarında yerləşir. Bəzi antibiotiklərin, xüsusilə, aktinomissinlərin, basitrasitlərin və hal-hazırda çoxlu sayda mikrob, bitki, heyvan zülallarının tərkibində aminturşular müəyyən edilmişdir. Aparılan tədqiqatlardan məlum olmuşdur ki, zülalların tərkibində daha çox rast gəlinən aminturşular aşağıdakılardır: alanin, qlisin, leysin, serin.

Məsələn: protamində (balina) 85 % arginin olur. Təbii ipək zülalı olan fibroində 50 % qlisin olur. Kollagen zülalında nadir aminturşusu hidrosilizin olur:



L-sırasına daxil olan aminturşuların hamısı şirindir. D-aminturşular isə dadsız və ya acı dadlıdır. Aminturşular canlı orqanizmdə bir sıra funksiyaları həyata keçirir. Bunu 2-ci şəkildən aydın görmək olur:



Şəkil 2. Aminturşuların bioloji funksiyaları

Proteinogen amin turşular

Alifatik					Kükürdsaxlayan	
Qlisin (Gly, G)	Alanin (Ala, A)	Valin (Val, V) *	Leysin (Leu, L) *	Izoleysin (Ile, I) *	Sistein (Cys, C)	Metionin (Met, M) *
H	CH ₃	H ₃ C-CH CH ₃	CH ₂ H ₃ C-CH CH ₃	H ₃ C-CH CH ₂ CH ₃	CH ₂ SH pK _s	CH ₂ CH ₂ S CH ₃
-2.4	-1.9	-2.0	-2.3	-2.2	-1.2	-1.5
İminturu						
Aromatik				Neytral		
Fenilalanin (Phe, F) *	Tirozin (Tyr, Y)	Triptofan (Trp, W) *	Prolin (Pro, P)	Serin (Ser, S)	Treonin (Thr, T) *	
				CH ₂ OH	H ₃ C-CH OH	
+0.8	+6.1	+5.9	+6.0	+5.1	+4.9	
* əvəzlənməyən amin turşular				□ Xiral mərkəz		
Neytral		Turş		Əsasi		
Asparagin (Asn, N)	Qlutamin (Gln, Q)	Asparagin turşusu (Asp, D)	Qlutamin turşusu (Glu, E)	Histidin (His, H)	Lizin (Lys, K) *	Arginin (Arg, R)
CH ₂ CONH ₂	CH ₂ CH ₂ CONH ₂	CH ₂ COO [⊖] 4.0	CH ₂ CH ₂ COO [⊖] 4.3	CH ₂ 	CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ NH ₃ [⊕] 10.8	CH ₂ CH ₂ CH ₂ NH C NH ₂ NH ₂ 12.5
+9.7	+9.4	+11.0	+10.2	+10.3	+15.0	+20.0
$^* \text{H}-\text{CH}-\text{C}=\text{O}$ $ $ NH_2		<p>Cədvəl qlisin molekulundakı hidrogen atomunun müxtəlif radikallarla əvəzlənməsi üzərində qurulmuşdur. (Phe,F)-amin turşuların qəbul olunmuş beynəlxalq işarəsi</p>				

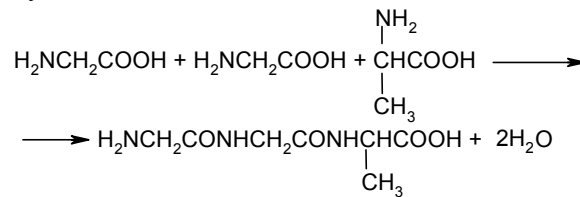
ZÜLALLAR

Zülalların kimyəvi tərkibi

Zülallar və ya proteinlər (*protos*-birinci, vacib) canlı orqanizmin hüceyrələrinin ən vacib atributudur. Onlara cansız təbiətdə rast gəlinmir. Harada həyat varsa, orada mütləq zülal vardır. Zülallar canlı orqanizmin fəaliyyətində mühüm rol oynayırlar. İlk dəfə 1728-ci ildə **Behkari** taxıl unundan zülal ayırmış və ona *kleykavina* adı vermişdir. Sonralar müəyyən etmişdir ki, həmin zülal toyuq yumurtasının zülalı ilə eynilik təşkil edir. Zülal sahəsində görkəmli alman alimi, Nobel mükafatı laureatı **E. Fişerin** əməyini də qiymətləndirmək lazımdır.

1953-cü ildə **F. Senger** insulin zülalın aminturşu ardıcılığını müəyyən etmişdir. 1963-cü ildə **Tsan** ilk dəfə insulin zülalını sintez etdi. 1958-ci ildə **Kendryu və Peruç** mioqlobin və hemoqlobini üçölçülü quruluşda olmasını müəyyən etdi.

Peptid (CONH) əlaqəsi ilə birləşən aminturşu zəncirinin əmələ gətirdiyi irimolekullu mürəkkəb quruluşlu birləşmələrə zülallar deyilir.



Zülalların aşağıdakı xarakterik əlamətləri vardır:

1. Zülalların tərkibində azotun miqdarı quru kütləyə görə təxminən 16 % təşkil edir;
2. Aminturşu manqalarının daimi quruluşu mövcuddur;
3. Aminturşular bir-biri ilə peptid (NHCO) əlaqəsi ilə birləşir və polipeptid zənciri əmələ gətirir;
4. Yüksəkmolekul kütləsinə malik olurlar (4-5 mindən milyona qədər).

Tərkibində 2–10 sayda aminturşu olan *zülallara peptidlər*, 10–40 sayda olanlara *polipeptidlər* deyilir. Əgər bir aminturşunun orta molekul kütləsini 100 qəbul etsək, onda peptidlərin molekul kütləsi 1000-ə bərabər olar. Polipeptid və zülallarınki 4000-dən daha yüksəkdir. Bəzi zülalların molekul kütləsi cədvəl 3 -də verilmişdir.

Cədvəl 3

Bəzi zülalların molekul kütləsi

Zülal	Mol. Küt.,
Qlükoqon	4000
İnsulin	6000
Ribonukleaza	137000
Tripsin	23800
Fibrinogen	341000
İlbizin qemasiani	9000000

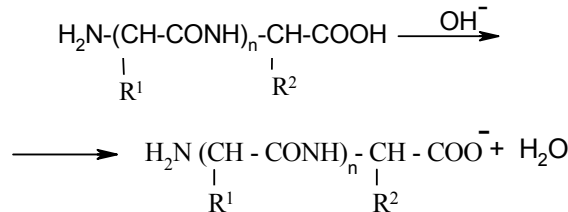
Bütün zülalların tərkibində C, H, O, N, P, S elementləri olur. Bəzən Fe, Cu, Co və digər elementlərə də rast gəlinir.

Hazırda canlı aləmin müxtəlif sahələrində 200-ə qədər aminturşu tapılmışdır. İnsan orqanizmində 60-a qədər aminturşu və onun törəmələri vardır. Lakin onların heç də hamısı zülalların tərkibinə daxil olmur. Aminturşular 2 yerə bölünür: *proteinogen* və *qeyri-proteinogen*. Canlı orqanizmlərin tərkibinə daxil olanlara protoqen aminturşular deyilir (bax cədvəl 2). Protinogen aminturşularının sayı 20-dir və onlar «*sehrli*» aminturşular adlanır. Proteinogen aminturşular çox sayda zülalların əmələ gəlməsində iştirak edirlər.

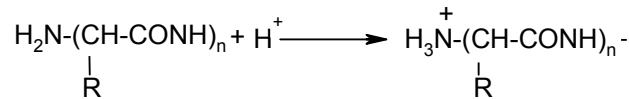
Zülalların fiziki və kimyəvi xassələri

Hər bir zülalın aminturşu tərkibi və fəza quruluşu onun fiziki-kimyəvi xassəsini təyin edir. Zülallar turşu-əsas, bufer, kolloid və osmos xassələrinə malikdir. Zülallar irimolekullu birləşmələr olub, amfoter polielektrolitlərdir. Çünki özlərində amin və turşu (karboksil) qruplarını saxladığına görə həm əsas, həm də turşu xassəsi daşıyırlar. Onların amfoterliyi ilə aminturşuların amfoterliyini eyniləşdirmək olmaz. Tərkibində asparagin, qlütamin, aminlimon turşuları olan zülallar turşu xassəsi, lizin, arginin, histidin olan zülallar isə əsasi xassə daşıyır. Zülalın tərkibində nə qədər çox turşu xassəsi daşıyan aminturşular olsa, bir o qədər kəskin turşu xassəsi göstərəcəkdir. Aminturşu molekulunda hidrosil və sulfidril qrupları turşuluq xassəsinə təsir etmir.

Bufer xassəsi. Zülallar bufer xassəsinə az da olsa malik olmasına baxmayaraq, onların bufer tutumu fizioloji qiymətlərdən məhduddur. Müstəsna hal olaraq, tərkibində histidin olan zülallar bufer xassəsinə malik olur və onların pH qiyməti fizioloji qiymətə yaxındır. Belə zülallar çox azdır. Yeganə zülal olan hemoqlobində histidin miqdarı 8%-ə çatır. Bu isə eritrositlərdə hüceyrədaxili bufer əmələ gətirir. Beləliklə, qanda pH-ın qiyməti sabit saxlanır. Zülal yükü onun tərkibində olan turşu və əsasi aminturşuların miqdarından asılıdır:



Analoji olaraq, amin hissə özünə H^+ birləşdirir:



Ümumi zülal molekulunun yükünün cəmi təbii ki, mühitin pH-dan asılı olacaq. Əgər mühit turşu olsa, müsbət yük, əsasi olsa mənfi yük daşıyacaq. Elə bir hal olur ki, zülal molekulunda müsbət yüklərin cəmi mənfi yüklərin cəminə bərabər olur. Bu halda zülalın yükü sifirə bərabər olur. Belə olan hala **izoelektrik nöqtəsi** deyilir. Bu nöqtədə zülal elektrik sahəsinə münasibətdə hərəkətsiz olur. Əgər mühit turşu olarsa, $\text{pH} < 7$, neytraldə $\text{pH} = 7$, əsasi mühidə $\text{pH} > 7$ olacaqdır.

pH-ın qiyməti izoelektrik nöqtədən (İEN) kiçik olsa, zülal müsbət yük, böyük olsa mənfi yük daşıyır. Sitoplazmanın zülalının İEN $\text{pH} = 5.5$ olur. Alanində $\text{pH} = 6.02$ olur.

İEN qiyməti məhlulda zülalların stabilliyi üçün çox əhəmiyyətlidir. Çünki zülallar İEN-də olduqca dayanıqsız olur. Başqa sözlə, yüksüz zülal hissəcikləri bir-birinə yapışır və çökür.

Kolloid və osmos xassəsi. Məlumdur ki, kolloid məhlullar yalnız stabilizatorun köməyi ilə əmələ gəlir. Stabilizator bunların çökməsinə mane olur. Zülalların suda məhlulu möhkəm tarazlığa malikdir. Vaxt keçdikcə çökmür və ya pıxtalaşmır. Beləliklə, heç bir stabilizatora ehtiyac olmur. Zülal məhlulları homogen sistemdir, yəni bircinslidir. Bu baxımdan onları həqiqi məhlullara aid etmək olur. Lakin onların irimolekullu olması kolloid sisteminə daxil edilməsinə imkan verir və aşağıdakı xüsusiyyətləri daşıyır:

1. Onlar xarakterik optiki xassə daşıyır;
2. Diffuziya sürəti azdır;
3. Yarımsızdırıcı membrandan keçə bilmir;
4. Məhlulların özlülüyü yüksəkdir;
5. Gel əmələgətirmə qabiliyyətinə malikdir.

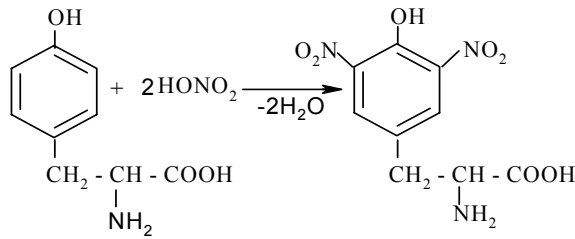
Zülalların optiki xassəsi. Zülalların qatı məhlullarına yandan işıq düşdükdə, parlayan konusvarı şəkil alınır. Bu hadisəyə **Tindal hadisəsi** və ya **Tindal effekti** deyilir. Zülalların işıq səpələmə xassəsindən istifadə edərək, onların nefelometriya üsulu ilə miqdarını təyin etmək olur.

Zülalın osmos xassəsi. Birtərəfli diffuziya hadisəsi osmos adlanır. Zülallar irimolekullu birləşmələr olduğuna görə, yarımsızdırıcı membrandan diffuziya edib keçə bilmirlər. Lakin kiçik molekullar, məsələn, su keçə bilər. Bu üsuldən istifadə edərək, zülalın tərkibində olan qarışıqları ayırmaq olur. Bu prosesə *dializ* deyilir. Zülal molekullarının yarımsızdırıcı membrandan keçməməsi hesabına osmos hadisəsi yaranır. Həllədicinin birtərəfli diffuziyası nəticəsində yaranan təzyiqa *osmos təzyiqi* deyilir.

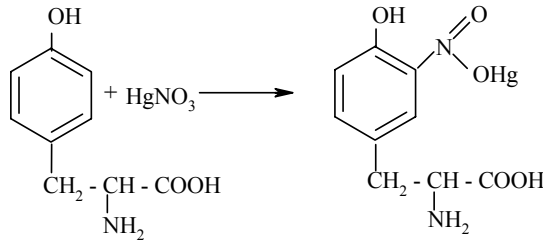
Zülalların denaturasiya və renaturasiyası. Müxtəlif amillərin təsirindən zülalların ikincili, üçüncülü, dördüncülü quruluşlarının müvəqqəti və ya həmişəlik itməsinə denaturasiya deyilir. Qeyd etmək lazımdır ki, sintetik və təbii peptidlər denaturasiyaya uğramır.

Denaturasiyanı törədən faktorlar aşağıdakılardır:

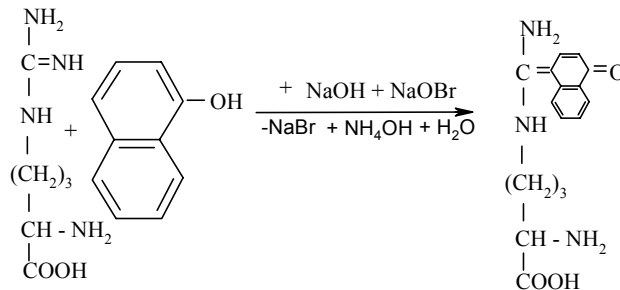
1. *Fiziki amillər:* temperatur, təzyiq, mexaniki təsir, ultrasəs və ionlaşdırıcı şüaların təsirindən zülallar



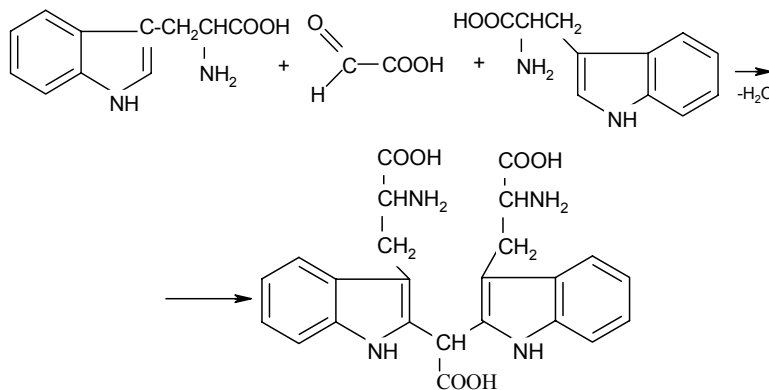
4. Milon reaksiyası. Zülalları Milon reaktivi ilə ($\text{Hg} + \text{HNO}_3 + \text{HNO}_2$) qarşılıqlı təsirindən qəhvəyi-qırmızı rəngli çöküntü alınır:



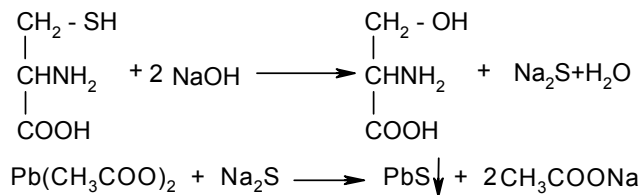
5. Sakaquçi reaksiyası. Zülallara α -naftol, natrium-hipobromit və natrium hidroksid ilə təsir etdikdə qırmızı rəng alınır:



6. Adamkeviç reaksiyası. Zülal məhluluna az miqdarda qluksal, sonra isə sulfat turşusu əlavə etdikdə qırmızı-bənövşəyi rəng alınır:

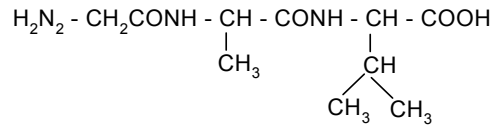


7. Føl reaksiyası. Zülal məhlulunu qatı natrium qələvisi və qurğuşun 2-asetat ilə qızdırdıqda qara çöküntü alınır:



Nomenklaturası

Peptidləri oxumaq üçün onu təşkil edən aminturşuların axırındakı «in» şəkilçisi «il» ilə əvəz olunur. Axırdakı isə «in» oxunur. Məsələn, aşağıda verilmiş peptid qlisilalanilvalin kimi oxunur:



Zülalların sintezi

Zülallar canlıların bədənində dinamik vəziyyətdə olur. Başqa sözlə, canlıların toxumasına daxil olan zülallar daim parçalanır və yenidən əmələ gəlir. Zülallar müxtəlif orqanlarda müxtəlif sürətlə parçalanır. Məsələn, insanın qaraciyərində bir gün ərzində 40-50 qram zülal sintez olunur. Onun da bir qismi qaraciyərin öz strukturuna, digər qismi isə qan zərdabına daxil olur. Eritrositlərdə olan hemoqlobin də fasiləsiz olaraq öz funksiyasını itirir, çünki eritrositlərin yaşama müddəti 120 gündür. Qan daima funksiyasını itirmiş eritrositlərdən təmizlənməlidir. Bunun üçün qan yaradıcı hüceyrələr fasiləsiz hemoqlobin sintez edir. Yuxarıda deyilənlərdən aydın olur ki, hüceyrələrdə zülalın sintezi maddələr mübadiləsinin ən mühüm və ayrılmaz hissəsidir. Canlıların toxumalarında zülal sintezi hüceyrənin müxtəlif sahələrində müəyyən ardıcılıqla gedən kimyəvi sintez proseslərindən ibarətdir. Zülal sintezinin ən əsas xüsusiyyəti onun dəqiqliyi olub, onun molekulyar quruluşunun genetik proqramı orqanizm tərəfindən mühafizə olunur və nəsil-dən-nəsilə verilir. Məhz buna görə də orqanizmdə eyni bir zülalın molekulları dəfələrlə sintez edilməsinə baxmayaraq, onlarda aminturşularının qalıqlarının yerləşmə ardıcılığı bir-birindən fərqlənmir.

Canlı orqanizmin funksiyasının quruluşunu və əsasını zülallar təşkil edir. F.Engelsə görə həyat zülalın yaşayış formasıdır. F.Krikə görə zülallar ona görə çox əhəmiyyətli-dir ki, onlar çoxlu sayda funksiyaları qeyri-adi yüngüllüklə və gözəlliklə yerinə yetirir. Hesablamalara görə təbiətdə təxminən 10^{10} - 10^{12} sayda müxtəlif zülal vardır. Onlar virusdan başlamış insana qədər 10^6 növ canlı orqanizmin yaşamasını təmin edir. Bu qədər çoxlu miqdarda təbii zülalın yalnız 2500-ə qədərinin dəqiq quruluşu məlumdur. Hər bir orqanizm xüsusi yığılmış zülal toplusundan ibarətdir.

E. coli hüceyrəsinin tərkibi 3000 müxtəlif zülaldan təşkil olunmuşdur. İnsan orqanizmində isə 50000 müxtəlif zülal vardır. Təbii zülallar 20 aminturşudan təşkil olunmuşdur. Bu aminturşular müxtəlif ardıcılıqla düzülüb çoxlu sayda olduqca müxtəlif zülal əmələ gətirə bilər. Məsələn, iki aminturşu yalnız iki izomer əmələ gətirir. Dörd aminturşu isə nəzəri olaraq 24 izomeri, 20 aminturşu isə $2,4 \cdot 10^{18}$ müxtəlif zülal əmələ gətirə bilər. Asanlıqla görmək olur ki, aminturşuların qalıqlarının ardıcılığının artması əmələ gələn izomerlərin sayını astronomik kəmiyyətə çatdırır. Təbiətdə aminturşuların ardıcılığı hər bir növ üçün xarakter olan xüsusi zülalların formalaşmasını təmin edir. Bu ardıcılıq isə canlı orqanizmdə olan DNT-nin köməyi ilə kodlaşdırılır. Belə ki, DNT-dəki nukleotidlərin ardıcılığı sintez olunan zülaldakı polipeptid zəncirindəki aminturşuların ardıcılığının xəttini təyin edir.

Sadə zülallar

Quruluş əlamətlərinə görə zülallar iki yerə bölünür: sadə və mürəkkəb.

Sadə zülallara histonlar, protaminlər, albuminlər, qlobulinlər, prolaminlər, qlutelinlər, protenoidlər daxildir.

Histonlar

Yunanca *"histos"* - toxuma deməkdir. Histonlar toxuma zülalı kimi çoxhüceyrəli orqanizmin DNT xromatidlərində olur. Onların molekulyar kütləsi 11400–24000 arasında dəyişir. Elektrokimyəvi nöqtəyi-nəzərdən onlar əsasi xassəlidir. Histonlar H₁, H_{2a}, H_{2b}, H₃, H₄, H₅ tipində olur. Histonabənzər zülallar hüceyrənin ribosomlarında olur. Histonların iki əsas funksiyası var: *quruluş və nizamlayıcı*. Quruluş funksiyası: onlar DNT-nin fəza quruluşunun stabilizasiyasında iştirak edir.

Nizamlayıcı funksiya irsi məlumatların DNT-dən RNT-yə verilməsini təmin etmək qabiliyyətilə əlaqədardır.

H₁ – lizininlə olduqca zəngindir.

H_{2a} – argininlə zəngindir.

H_{2b} – lizinin miqdarı azdır.

H₃ – argininlə zəngindir.

H₄ – arginin və lizinlə zəngindir.

H₅ – balığın, quşların eritrositlərində olur.

Protaminlər

Protaminlər histonların bioloji əvəzediciləri olub, aminturşu tərkibi və quruluşları ilə histonlardan fərqlənir. Onların molekul kütləsi azdır (4000–12000). Protaminlərin tərkibində 80 % arginin olduğuna görə, onların əsasi xassəsi hiss ediləcək dərəcədə yüksəkdir. Protaminlər alındığı mənbəyə uyğun olaraq adlandırılır. Məsələn: lasos (qızıl balıq) balığından alınan protamin **salmin** adlanır. Farel balığının toxum vəzindən alınan protaminə **trutin** deyilir.

Prolaminlər

Prolaminlər əsasən taxıl bitkilərinin dənələrində olur. Onlar suda, duz məhlulunda, turşularda həll olur və yalnız 70 % -li etil spirti ilə ekstraksiya edilir. Bu zülallar da alındığı mənbədən asılı olaraq adlandırılır. Məsələn, buğda dənindən alınana **qliadin**, arpadan alınana **qordein**, qarğıdalıdan alınana **zein** deyilir.

Qlutelinlər

Bu tip zülallar da bitkilərdən alınan zülallara aid olub, suda, duz məhlulunda, etil spirtində həll olmur. Bunlar zəif qələvidə həll olur. Onların tərkibində arginin və az miqdarda prolin olur.

Albuminlər və qlöbulinlər

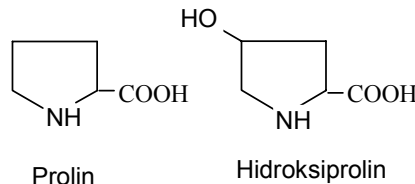
Bu qrup zülalları ayırmaq üçün onların məhlulu hazırlanır. Na₂SO₄ və ya (NH₄)₂SO₄ ilə doydurulur. Duzun qatılığı 50 % olduqda qlöbulin çökür. 100 % -li duz məhlulu olduqda isə albuminlər ayrılır.

Albuminlər və qlöbulinlər qanın plazmasında, hüceyrələrdə, orqanizmin bioloji mayelərində olur. Onların molekul kütləsi 15000–70000 arasında dəyişir. Albuminlər turşu xassəsi daşıyır. Çünki onların tərkibində qlütamin turşusu olur. Onlar yüksək adsorbsiya qabiliyyətinə malikdir.

Qlöbulinlərin molekul kütləsi yüksək olub 100000-ə çatır. Onlar təmiz suda həll olmur. Zəif turşu məhlulunda həll olur. Qlöbulinlər zəif turşu və neytral xassə daşıyır. Onlar elektrik sahəsində müxtəlif mütəhərrikiyə malik olduqlarına görə elektroforez prosesində onları ayırmaq olur. Albuminlər çox anionlu zülallar olduğundan qlöbulinlərə nisbətən anoda daha tez hərəkət edir.

Protenoidlər

Belə zülallar tükün, qığırdagın, sümüyün, yunun və s. tərkibinə daxildir. Bunların hamısı fibrilyar zülallara aiddir. Onlar xüsusi həlledicilərdə həll olur. Fibrilyar zülalların tipik nümayəndəsi **kollagen**dir. Bu zülal insan orqanizmində ən çox yayılmış zülal olub, orqanizmdəki zülalların 1/3 hissəsini təşkil edir. Kollagen bütün toxumalarda olur və ona möhkəmlik verir və az dartılmasına imkan verir. Kollagen zülalların 1/3-ni qlisin təşkil edir, 1/4-i isə prolin və hidroksprolindən ibarətdir:



Mürəkkəb zülallar və zülal olmayan komplekslər

Mürəkkəb zülallara aşağıdakılar aiddir: qlikoproteidlər, xromoproteidlər, fosfoproteidlər, metaloproteidlər, nukleotidlər və ya nukleoproteidlər.

Qlikoproteidlər və ya polisaxarid-zülal kompleksinin 80–90 %-i zülalların payına düşür.

Qlikoproteidlərdə aşağıdakı əlaqə var:

1. *Qlikozil–amid əlaqəsi*. Belə halda asparagin amid əlaqəsi ilə qlükozidlə birləşir. İmmunoqlobulinlərdə belə əlaqə olur və bu əlaqəyə qlikoproteid fermentində və hormonunda rast gəlinir.

2. *O–qlikozid əlaqəsi*. Belə halda monosaxarid serinin və treoninin hidroksil qrupu ilə birləşir.

Zülal molekuluna sulu karbonun daxil edilməsi ona yeni xassə verir. Yəni qlikoproteidlər proteinlərdən fərqli olaraq, termiki cəhətdən stabil olur. Qanın tərkibində çoxlu miqdarda qlikoproteidlər var. Onlar hüceyrə daxilində və hüceyrənin membranında olur.

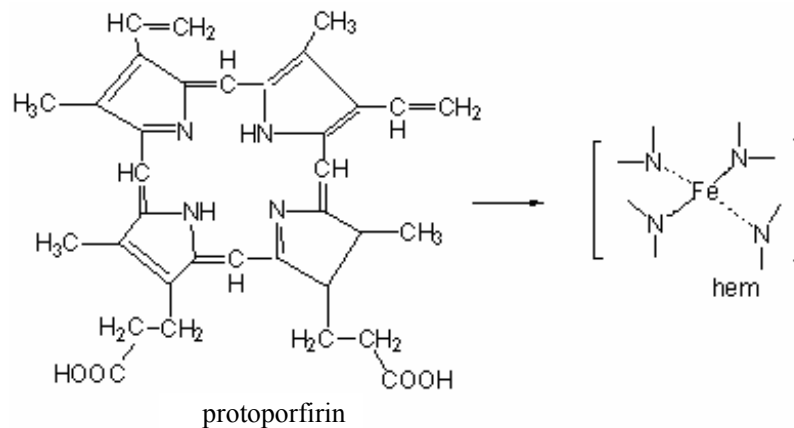
Qlikoproteidlərə xolinesteraza, ribonukleaza kimi fermentlər və kortikotropin, qonadotropin kimi hormonlar daxildir.

Xromoproteidlər

Zülalların rəngli birləşmələrlə əmələ gətirdiyi proteidlərə **hemproteidlər** deyilir. Bunlara hemproteidlər, xlorofilproteidlər, kobamidproteidlər, retinalproteidlər və flavinproteidlər daxildir. «Chroma» sözü yunanca «boyaq» deməkdir.

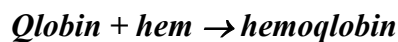
Hemproteidlər

Hemproteidlərə öz bioloji funksiyasına görə ferment olmayanlar hemoqlobin, mioqlobin və ferment olanlar (sitoxromlar, katalaza, peroksidaza) daxildir. Hemproteidlərdən olan **hem** dəmir metalı ilə protoporfirin əmələ gətirdiyi kompleksdir:



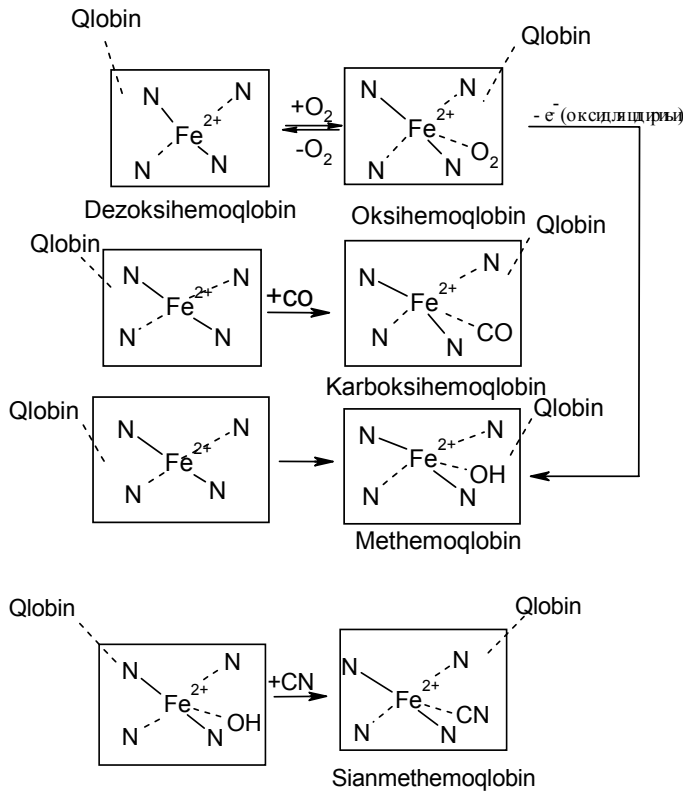
Hemoqlobin

Hemoqlobin dördüncü quruluşa malikdir. Onun molekul kütləsi 66000 – 68000 arasında dəyişir. Adından görüldüyü kimi, hemoqlobin hem adlanan Fe⁺² ilə qlobin zülalının birləşməsinin məhsuludur.



Hemoqlobinin əsas funksiyası ağıciyərdən oksigeni bədənin toxumalarına daşımaqdır. Hemoqlobində oksigen daşıyıcısı Fe²⁺ ionudur. Oksigenin hemoqlobinlə birləşməsi *oksihemoqlobin* adlanır. O müxtəlif liqandlarla (CO, CN) qarşılıqlı təsirdə olur. Məsələn, dəm qazının hemoqlobinə birləşməsi oksigendən 300 dəfə güclüdür və bu birləşmə daha davamlıdır.

Hemoqlobin törəmələrinin əmələ gəlmə sxemi



Hemoqlobinin tipləri

Zülal tərkibinə görə hemoqlobinlər bir-birindən fərqlənir və iki cür olur: *fizioloji* və *anomal* hemoqlobin. İnsan orqanizminin inkişafının müxtəlif mərhələlərində fizioloji hemoqlobinlər olur. Zülal molekulunda aminturşu ardıcılığı pozulduqda anomal hemoqlobinə çevrilir. Fizioloji hemoqlobin insan orqanizminin inkişafının müxtəlif mərhələlərində polipeptid zəncirinin yığılımı ilə bir-birindən fərqlənir və məhz buna görə müxtəlif hemoqlobinlər olur:

- 1) HbP – primitiv hüceyrədəki hemoqlobin adlanır (rüşeymdə).
- 2) HbF – fetal hemoqlobin. «*Fetus*» – sözümdən götürülmüşdür və meyvə, döl mənasını verir.
- 3) HbA₁ və HbA₂ – böyüklük, yaşlılıq (*adultus*) hemoqlobini adlanır.

İndiyə kimi yüzə qədər anomal hemoqlobin tapılıbdır. Bu hemoqlobinlər peptid zəncirindəki aminturşu qallığı ilə fərqlənir.

Anomal hemoqlobinlərə HbS və HbH (*Barta*) aiddir. HbS oraşşəkilli eritrosit hüceyrələrində müşahidə olunur. Bu tip hemoqlobinlərdə β-zəncirində qlutamin turşusu valinlə əvəz olunur.

Mioqlobin

Mioqlobin üçüncülü quruluşa malikdir. Hemoqlobinin bir zəncirini təşkil edir. Mioqlobin hemoqlobulindən fərqli olaraq, oksigeni özünə beş dəfə asan birləşdirir. Mioqlobin əzələ toxumasında olur.

Hemproteid fermentləri

Bu fermentlərə *a*, *b*, *s*, *d* sitoxromları aiddir. Sitoxrom *a*, *b*, *s*, *d* özünə oksigeni birləşdirmir. Lakin *a*₃ onlardan fərqli olaraq, tərkibində Cu²⁺ kationu olduğu üçün oksigeni birləşdirir. Bu hemproteid (*sitoxrom a*₃) mitoxondrinin tənəffüs zəncirində yerləşir. Katalaza və peroksidaza hemproteidləri isə H₂O₂ – nin parçalanmasında iştirak edir.

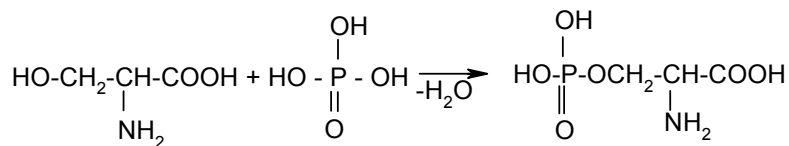
Metalproteidlər

Metalproteidlər həm fermentli, həm də fermentsiz olur. Məsələn, metalfermentlərə tərkibində sink metalı olan dipeptidaza və alkoqoldehidrogenazanı, ferment olmayanlara isə tərkibində dəmir metalı olan transferrini misal göstərmək olar. Bəzi metal proteidlər hemoqlobinin funksiyasını yerinə yetirir. Məsələn,

hemsianin, hemeretrin, hemvanadin hemoqlobinin rolunu oynayır.

Fosfoproteidlər

Fosfoproteidlər serinlə ortofosfat turşusunun qarşılıqlı reaksiyasından alınır:



Fosfoproteidlər süddəki kazeinin tərkibində olur. Zülalların fosforlaşması onlara yeni funksional xassə verir. Məsələn, histonlar fosforlaşdırıldıqda onların DNT-yə birləşmə qabiliyyəti aşağı düşür və DNT-nin tənzimlənməsi azalır.

Nukleoproteidlər

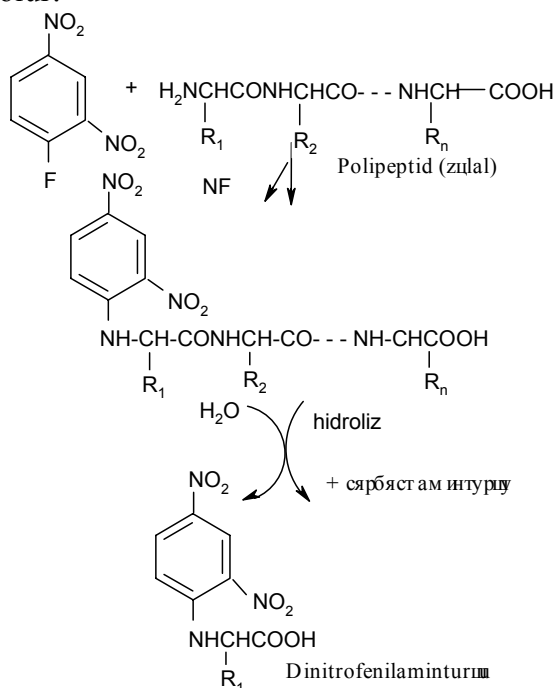
Nukleoproteidlər hüceyrənin nüvəsində yerləşir. Hidroliz etdikdə, zülallara və nuklein turşusuna çevrilir. Nuklein turşusunu hidroliz etdikdə, fosfat turşusuna, karbohidratlara (riboza və dezoksiriboza) və tərkibində pirimidin və purin halqası olan azot heterotsikllərinə parçalanır.

Zülalların quruluşu haqqında müasir təsəvvürlər

Hazırda 2500-ə qədər zülalın birinci quruluşu ayrıldıqca edilmişdir. Əgər təbiətdə olan zülalın sayının 10^{12} -ə bərabər olduğunu yada salsaq, onda edilənlər çox azdır. Birincili quruluşu - polipeptid zəncirində aminturşu qalıqlarının ardıcıl düzülüşündən ibarətdir. Zülalın birincili quruluşunu bildikdə, onun struktur formulunu yazmaq olur. Əgər zülalın tərkibinə bir neçə polipeptid zənciri daxildirsə, onun birincili quruluşunu təyin etmək çətindir. Çünki əvvəlcə gərək həmin zəncirləri bir-birindən ayırmaq lazımdır. Zülal molekulunda aminturşu qalıqlarının ardıcılığını müəyyənləşdirmək üçün onu hidroliz edirlər və polipeptid zəncirində sonda olan aminturşuları təyin edilir. Nəticədə sonda olan sərbəst NH_2 və COOH qrupları müəyyənləşdirilir.

N-Sonlu aminturşularını təyin etmək üçün müxtəlif üsullar mövcuddur. Məsələn, Friderik Senger polipeptidi 1-flüor-2,4-dinitrobenzol ilə arılaşdırmış və N-sonlu aminturşusunun sarı rəngli 2,4-dinitro törəməsini almışdır.

Turşu hidrolizindən sonra reaksiya məhsulu N-sonlu aminturşusunun dinitrofenilpeptidi stabil 2,4-dinitrofenilamin turşusu alınır. Digər sərbəst aminturşularından fərqli olaraq o sarı rəngli olur. Xromatoqrafiya ilə onu ayırmaq olur:



Keçən əsrin (ortalarında) otuzuncu illərində U. Astbyuri və sonralar L.Polinq və R.Kori zülalın ilk rentgenoqrammasını aldıqdan sonra müəyyənləşdirdilər ki, zülallarda düz zəncirdən əlavə spiralvari hissədə vardır. Zülalın ikinci quruluşu dedikdə, polipeptid zəncirinin fəza konfigurasiyası alması və spiralvari olması nəzərdə tutulur. Müəyyənləşdirilmişdir ki, ikinci quruluşun əmələ gəlməsində kovalent əlaqələrlə yanaşı hidrogen rabitələri də iştirak edir. Hidrogen rabitəsi peptid rabitəsində olan karbonil qrupundakı oksigen ilə amin qrupundakı azot atomu arasında əmələ gəlir. L.Polinq 1954-cü ildə bu işlərə görə Nobel mükafatı alıbdir. Ona görə qlobulyar zülalı α -spiral formasındadır. Polipeptid zənciri saat əqrəbi istiqamətində əyilir və daxili hidrogen rabitələrinin hesabına α -spiralını əmələ gətirir. Spiral formasında dəfələrlə burulmuş polipeptid zəncirini hər bir dövrəsinə orta hesabla 3-6 aminturşu qalığı düşür. Spiralın qonşu dairələri arasındakı məsafə 0,54 nm ($5,4 \text{ \AA}$) bərabərdir.

α -Spirallar β -spirallara nisbətən davamlı olur. Molekul kütləsi 10000-20000 arasında olan sintetik polipeptidlər (neyron, dederon) öz-özünə α -spiral strukturu əmələ gətirir. Bəzi zülallarda α -struktur bütün zülalı əhatə etmir. Məsələn, kollagen zülallarda prolin və oksiprolin aminturşuları hidrogen rabitəsində iştirak etmədiklərinə görə α -struktur əmələ gətirmir. β -Strukturlu polipeptid zəncirləri α -spirallara nisbətən davamsız olur və az rast gəlinir. Bunlarda hidrogen rabitəsi əsasən molekullar arasında olur. Tərkibində çoxlu qlisin və alanin qalıqları olan zülallar β -struktur əmələ gətirir.

Zülallarda polipeptid zəncirlərinin ümumi uzunluğunun 70%-ə qədəri α -spiral formasında olur. Qalan hissə isə spiralın əmələ gəlməsində iştirak etmir. Polipeptid zəncirin spirallaşmış və spirallaşmamış hissələrinin növbələşməsi nəticəsində zülal molekulları elastik yumaq şəkilli fəza konfigurasiyası əldə edir. Bu zülalların üçüncülü quruluşu adlanır. Zülalların üçüncülü quruluşlarının əmələ gəlməsində hidrogen, disulfid, ion rabitələri və molekullararası cazibə qüvvələri iştirak edir. Zülal molekullarının xarici forması üçüncülü quruluşdan asılıdır. Bu qlobulyar zülallar üçün xarakterikdir. Üçüncülü quruluş pozulduqda zülallar öz spesifik bioloji aktivliyini itirir.

Zülallar arasında ilk dəfə mioqlobinin üçüncülü quruluşu öyrənilmişdir. Onun tərkibində 151 aminturşu qalığı vardır. Onun molekul kütləsi 16700-dir. J.Kendryu rentgenstruktur analizi ilə müəyyən etmişdir ki, mioqlobinin polipeptid zənciri yumaq şəkilli borucuq formasındadır. Hemoqlobin, pepsin, tripsin, ximotripsin, ribonukleaza, lizosim, insan immunoqlobulinin bəzi fraqmentləri, sitoxrom C, insan karbonhidrazası, aspartatamintransferaza, insulin və digər zülallarının üçüncülü quruluşu müəyyənləşdirilmişdir.

Bəzi zülalların molekulları bir neçə ədəd bir-birilə ion, hidrogen və ya qeyri-polyar əlaqələrlə birləşmiş struktur vahidlərindən ibarətdir. Məsələn, hemoqlobin və laktatdehidrogenaza molekulları hər biri ayrılıqda birincili, ikincili və üçüncülü quruluşa malik olan dörd polipeptid zəncirinin birləşməsindən əmələ gəlmişdir. Müxtəlif polipeptid zəncirlərinin bir zülal molekulu şəklində birləşməsinə zülalların dördüncülü quruluşu deyilir. Onları təşkil edən struktur vahidləri eyni və ya müxtəlif quruluşlu ola bilər. Hemoqlobin molekulundakı dörd struktur vahidindən ikisi α , ikincisi isə β -polipeptid zənciridir.

Dördüncülü quruluşa malik olan zülalları təşkil edən polipeptid zəncirləri protomerlər adlanır. Çox zaman onlar ayrılıqda bioloji fəallığa malik olmur. Belə zülallar yalnız protomerlər bir-birilə müəyyən əlaqə növləri ilə birləşib, səciyyəvi fəza quruluşu əldə etdikdən sonra öz spesifik bioloji funksiyalarını yerinə yetirir. Onların birləşməsindən əmələ gələn zülal molekulu multimer adlanır.

Hazırda dördüncülü quruluşa malik çoxlu sayda zülallar aşkar edilmişdir. İki struktur vahidindən ibarət olan prokollageni, laktoqloblini, pepsini və amalizanı misal göstərmək olar. Ferment təbiətli zülallar denaturatlaşdırıcı amillərin təsiri ilə dördüncülü quruluşunu itirir.

Zülalların bioloji funksiyaları

Zülalların bioloji funksiyaları aşağıdakılardan ibarətdir:

- 1) katalitik və ya fermentativ,
- 2) struktur,
- 3) hormonal,
- 4) nəqliyyat,
- 5) ehtiyat və ya trofik,
- 6) gen nizamlayıcı,
- 7) immun və ya zəhərlənmə əleyhinə,
- 8) zərərsizləşdirici,
- 9) homeostatik.

1. Katalitik və ya fermentativ funksiya. Ən çox, ən vacib və öz bioloji əhəmiyyətinə görə zülallardan ferment əmələ gətirməsidir. Məndən çox ferment vardır ki, müxtəlif növ kimyəvi reaksiyaya katalitik təsir göstərir. Ferment homoloqları müxtəlif növ orqanizmlərdə kimyəvi cəhətdən müxtəlif xassə göstərir. Hətta eyni bir reaksiyada katalitik təsir göstərmələrinə

baxmayaraq, onlar fərqlənirlər. Məsələn, donuzdakı tripsin fermenti, inəkdə olan tripsindən fərqlənir və ayrı-ayrı birləşmələrdir.

2. Çoxlu miqdarda zülallar struktur elementi rolunu oynayır. Ali heyvanlarda fibroblastlarda sintez olunan fibrilyar zülal - kollagen birləşdirici və sümük zülallarının tərkibinə daxildir. Mikroproteidlər selikli şirələrə və oynaq mayələrə onurğa bağlantısı, yağlayıcı xassəsi verir.

3. Hormonal funksiyasına insulini misal göstərmək olar. Onun təsiri ilə karbohidrat, zülal, yağlar və digər maddələrin mübadiləsi nizamlanır.

4. Toxumalar arasında və membran hüceyrələrinə maddələrin birləşdirilməsi və daşınmasında zülalların nəqliyyat funksiyası mühüm əhəmiyyətə malikdir.

5. Ehtiyat və trofiq funksiyanın köməyi ilə inkişafda olan hüceyrələr ehtiyatda olan zülal materiallarından istifadə edir.

6. Gen nizamlayıcı funksiyanın köməyi ilə bəzi zülallar nuklein turşusuları matris funksiyasını nizamlayır və genetik məlumatların daşınmasında iştirak edir.

7. A, M.G və s. immunoqlobulinlərin (antitel) köməyi ilə yad mikroorqanizmlərin antigenləri (zəhərləri) antigen-antitel kompleksi əmələ gətirir (zərərsizləşdirirlər) və bununla da immun və ya antitoksiki funksiya daşıyır.

8. Zülallarda olan funksional qrupların təsiri ilə zəhərli birləşmələr (ağır metallar, alkaloidlər) zərərsizləşdirilir və bununla da zərərsizləşdirmə funksiyasını yerinə yetirir. Məsələn, albumin ağır metalları özünə birləşdirir.

9. Homostatik funksiyanın köməyi ilə trombun əmələ gətirməsində iştirak edir və qanaxmanın qarşısını alır. Məsələn, fibrinogen zülalı qanı laxtalandırır və polimerləşərək tor şəklində maddə (fibrin) əmələ gətirir.

NUKLEİN TURŞULARI

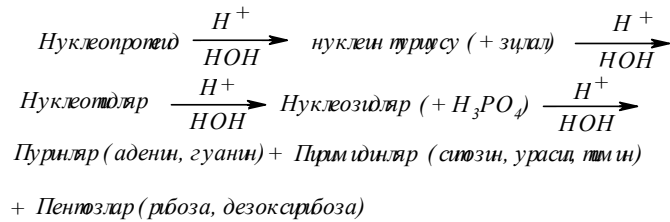
Nuklein turşularının quruluşu

1869-cu ildə İsveç biologu F.Mişer hüceyrənin nüvəsindən aldığı maddəni **nuklein** (latınca “*nucleus*” nüvə deməkdir) adlandırdı. Müasir təsəvvürlərə görə alınan birləşmə əslində dezoksiribonuklein və ribonuklein turşuları (DNT və RNT) idi.

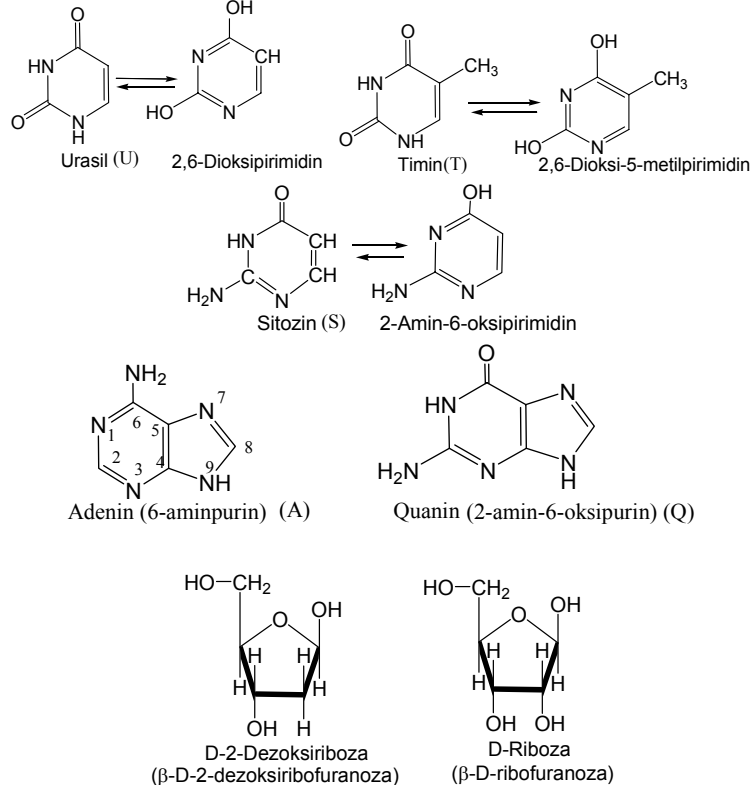
Nuklein turşuları və ya polinukleotidlər bir-biri ilə 3'- və 5'-fosfodiefir əlaqəsi ilə birləşmiş nukleotidlərdən təşkil olunan irimolekullu birləşmələrdir. İnsan hüceyrəsindən alınan DNT molekulunun uzunluğu təxminən 3–5 sm-ə, 23 cüt xromosomda olan DNT-nin ümumi uzunluğu isə təxminən 1.5 m-ə bərabərdir. RNT molekulunun uzunluğu çox qısa olub 0.01 mm-dən artıq olmur.

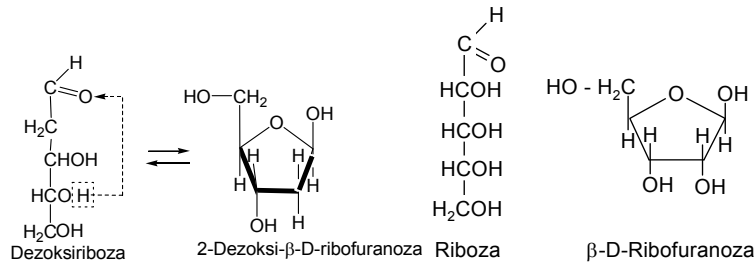
DNT-nin əsas hissəsi xromatinin tərkibində – hüceyrənin nüvəsində, az bir hissəsi – təxminən 2%-i mitoxondrilərdə yerləşir. RNT isə hüceyrənin bütün hissələrində müşahidə olunur.

Nuklein turşularının ən yaxşı mənbəyi çəngələbənzər vəzin (timus) böyük nüvəli hüceyrələridir. Timusdan alınan nuklein turşusunu hidroliz etdikdə purin əsaslı adenin, quanin və pirimidin əsaslı sitozin, timin və həmçinin 2-dezoksiriboza və fosfat turşusu alınır. Mayanı hidroliz etdikdə isə adenin, quanin, sitozin, urasil, D-riboza və fosfat turşusu alınır. Nuklein turşularının quruluşunun müəyyənləşdirilməsində hidroliz reaksiyası mühüm rol oynayır. Nukleoproteidin hidrolizini aşağıda verilmiş sxem üzrə mərhələlərlə aparmaq olur. Hidroliz prosesini istənilən mərhələdə saxlamaq mümkündür:

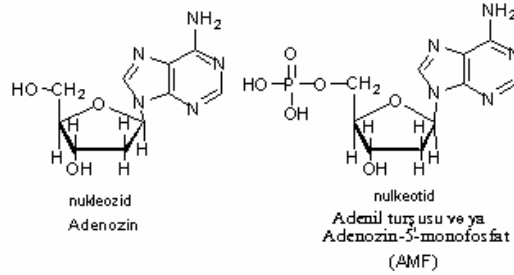


Azot əsaslarının və pentozların quruluşu aşağıda verilmişdir.

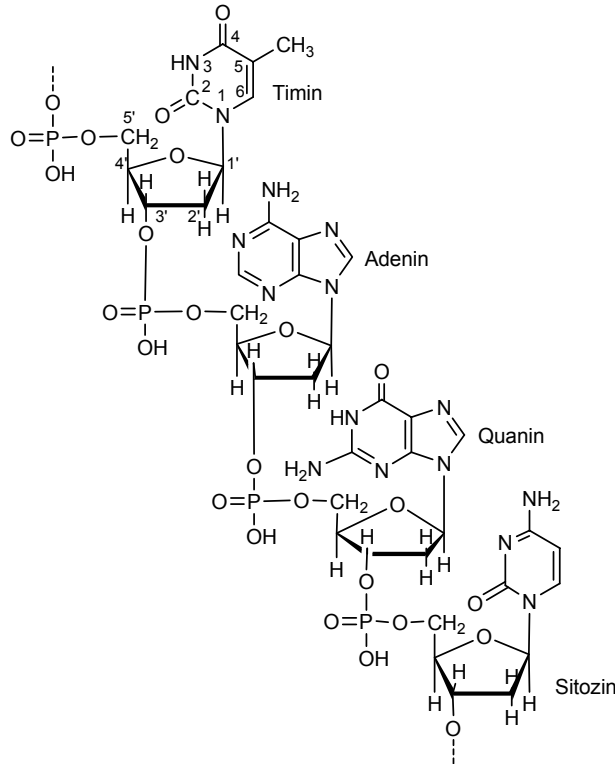




Beşüzvlü pentozlar olan dezoksiriboza və riboza kimi karbohidratlar ilə azot əsaslarının birləşməsindən **nukleozidlər** alınır. Nukleozidlərin fosfat turşusu ilə birləşməsi isə **nukleotidlər** əmələ gətirir (Bax cədvəl 3).



Dezoksiribonuklein turşusunun quruluşunun bir hissəsini aşağıdakı kimi göstərmək olar (Şəkil 3):



Şəkil 3. DNT zəncirinin bir sahəsinin quruluşu.

Cədvəl 3

Ən çox yayılmış nukleozid və nukleotidlərin nomenklaturası

Ribonukleozidlər	Nukleozid monofosfatlar	Qısaldılmış şəkildə yazılışı
Adenozin	Adenozin-5'-monofosfat (Adenil turşusu)	AMF
Quanozin	Quanozin-5'-monofosfat (Quanil turşusu)	QMF
Sitozin	Sitidin-5'-monofosfat (Sitidil turşusu)	SMF
Uridin	Uridin-5'-monofosfat (Uridil turşusu)	UMF
Dezoksiribonukleozidlər	Dezoksiribonukleozid monofosfatlar	Qısaldılmış şəkildə yazılışı
Dezoksiadenozin	Dezoksiadenozin-5'-monofosfat (Dezoksiadenil turşusu)	dAMF
Dezoksiquanozin	Dezoksiquanozin-5'-monofosfat (Dezoksiquanil turşusu)	dQMF

	turşusu)	
Dezoksisitidin	Dezoksisitidin-5'-monofosfat (Dezoksisitidil turşusu)	dSMF
Timidin	Timidin-5'-monofosfat (Timidil turşusu)	dUMF

Yuxarıdakı 3-cü şəkildə verilmiş dezoksiribonuklein turşusunu qısa şəkildə T-A-Q-S nukleotidlər ardıcılığı kimi yazmaq olar.

Pentoza qalığmdan asılı olaraq, nukleotidlər 2 yerə bölünür: **dezoksiribonukleotid** və **ribonukleotidlər**.

Dezoksiribonukleotidlər orqanizmdə RNT-nin əmələ gəlməsi üçün istifadə olunur. Ribonukleotidin vəzifəsi isə müxtəlifdir. Əsas hissə RNT-nin əmələ gəlməsinə sərf olunur. Ribonukleotidlərin müəyyən hissəsi transferaz reaksiyalarında koferment rolunu oynayır. Adenil ribonukleotidlər NAD, NADF, FAD və HSKoA kofermentlərin tərkibinə daxildir. Xüsusilə, karbohidratların sintezində mühüm rol oynayır. Adenozintrifosfat (ATF) orqanizmdə enerjinin çevrilməsində əvəzəlməz enerji mənbəyidir.

Nuklein turşularının birincili quruluşu

Nuklein turşuları da birincili, ikincili və üçüncülü quruluşda olur və nukleaza fermentinin təsiri ilə nuklein turşuları nukleozid monofosfatlara parçalanır. Nukleozid monofosfatlar nuklein turşularının monomerləridir. Nuklein turşusu molekulunda monomerlər bir-birilə mürəkkəb efir əlaqəsi ilə birləşmişlər. Başqa sözlə, bir nukleotiddəki pentozada yerləşən 3' karbon atomundakı hidroksil qrupu ilə digər nukleotiddəki pentozada yerləşən 5' karbon atomundakı hidroksil qrupu fosfat turşusu ilə qarşılıqlı təsirdə olaraq fosfodiefir əlaqəsini əmələ gətirir (3',5'-fosfodiefir əlaqəsi). Ribonuklein turşusu hidroliz olunanda dörd tip ribonukleozidmonofosfata çevrilir. Hər ikisində üç azot əsasları eynidir (adenin, quanin, sitozin).

RNT-də UMF var. DNT-də TMF var. Adətən, nuklein turşusunu qısaldılmış şəkildə göstərilir. Dörd nukleotid əsasında olduqca çoxlu kombinasiyada birincili quruluşda nuklein turşusu düzəltmək olur. Bu cəhətdən onlar da zülallara oxşayır.

DNT-nin ikincili quruluşu

DNT-nin ikincili quruluşu **Çarqaf qaydaları** ilə müəyyənləşdirilmişdir:

1. Purin nukleotidlərinin sayının cəmi pirimidin nukleotidlərinin cəminə bərabərdir:

$$\frac{A + Q}{T + S} = 1 \text{ və ya } A + Q = T + S$$

2. Adenin miqdarı timinə bərabərdir:

$$A = T$$

3. Quaninin miqdarı sitozinə bərabərdir:

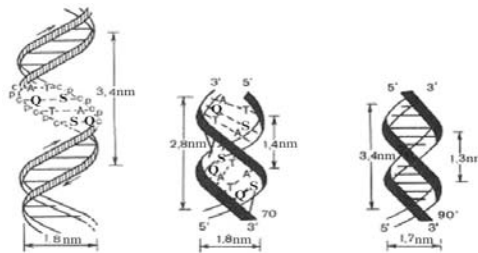
$$Q = S$$

4. 6-Amin qruplarının sayı 6-keto qruplarının sayına bərabərdir:

$$Q + T = A + S$$

5. $A + T$ və $Q + S$ nisbəti dəyişir. Əgər $A + T > Q + S$ olarsa, onda DNT **AT** tipli olur. Əgər $Q + S > A + T$ olarsa, onda DNT **QS** tipli olur.

İngilis alimləri C. Uotson və F Krik rentgenostruktur analizinin köməyi ilə müəyyənləşdirdilər ki, DNT-nin ikincili quruluşu ikiqat spiral şəkildədir (Şəkil 4). Onlar bu modeli 1953-cü ildə vermişlər. Əldə etdikləri nailiyyətlərə görə onlar M.Uilkinson ilə birlikdə 1962-ci ildə Nobel mükafatı laureatı adını almışlar. Bu modelin müddəaları aşağıdakı kimidir.



Şəkil 4 . DNT molekulunun ikincili quruluşu.

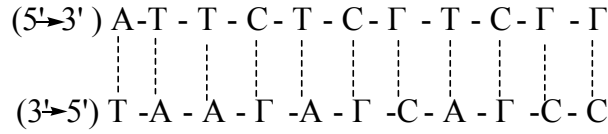
DNT molekulu bir-birinə sarınmış və bir-biri ilə əks istiqamətdə olan iki polinukleotid zəncirindən ibarətdir. Zəncirlər bir-biri ilə hidrogen əlaqələri ilə birləşir.

1. Adenin qalığı zəncirdə timin ilə, quanin qalığı isə sitozinlə hidrogen əlaqəsi əmələ gətirir:

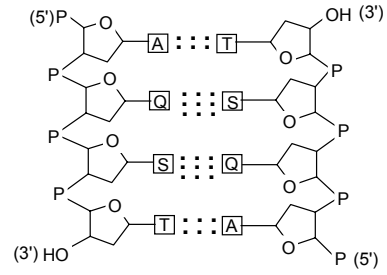
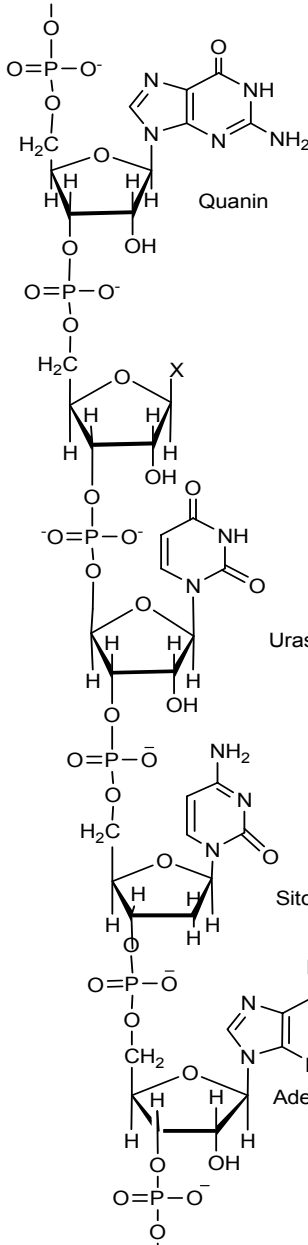


6). Azot əsaslarının əmələ gətirdiyi cütlər **komplementar cütlər** adlanır, onlar bir-birini tamamlayır (bax şəkil

2. DNT-nin zəncirindən birinin birincili quruluşu digər zəncirin birincili quruluşu ilə tamamlanır:



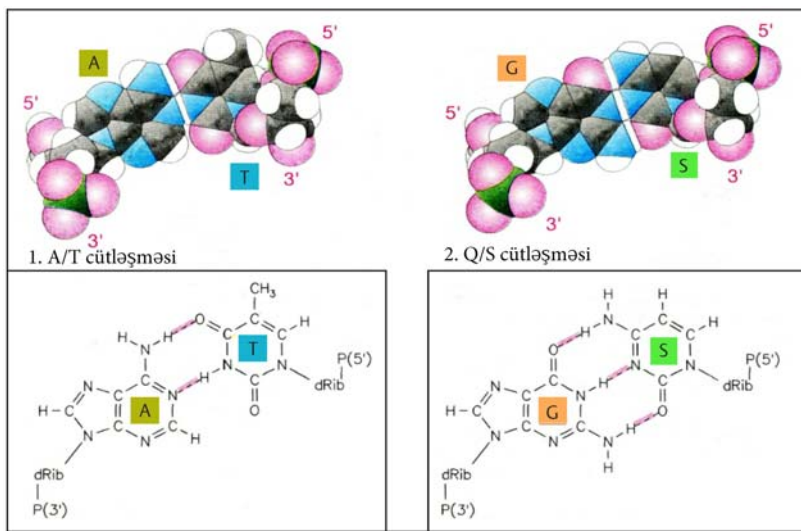
3. Hər iki zəncir bir ox ətrafında spiral kimi bir-birinə dolaşmışdır. Onları ayırmaq üçün spirali əksinə fırlatmaq lazımdır.



Şəkil 5. DNT molekulunun quruluşunda komplementarlıq prinsipi.

Şəkil 4 və 6-dan göründüyü kimi azot əsasları bir-birinə doğru yönələrək spiralın daxili hissəsində, karbohidrat və fosfat turşusu qalıqları isə xarici hissəsində yerləşmişlər.

DNT-nin üçüncü quruluşu ikiqat spiral molekulunun fəzada əlavə dolaşması hesabına yaranır. Bu hal bəzi bioloji hadisələrin mexanizmini izah etməyə kömək edir. Məsələn, özünü yenidən hasil etmək, irsiyyət, dəyişkənlik. Ona görə də, C.Uotson və Krikin DNT molekulunu modelini hazırlanması 1953-cü ildə *molekulyar biologiyanın* yaranmasının başlanğıcı hesab edilir.



Şəkil 6. Amin əsaslarının cütləşməsində komplementarlıq prinsipi

RNT quruluşunun xüsusiyyətləri

Yuxarıda DNT molekulu üçün nəzərdən keçirdiyimiz **Çarqaf qaydaları** ribonuklein turşusu üçün xarakter deyildir. Ən fərqli cəhət ondan ibarətdir ki, DNT-də timin olduğu halda, RNT-də urasil mövcuddur. RNT-nin monomerlərinin miqdarca münasibətində 6-keto qrupların sayı 6-amin qruplarının sayına bərabərdir:

$$Q+U=A+S$$

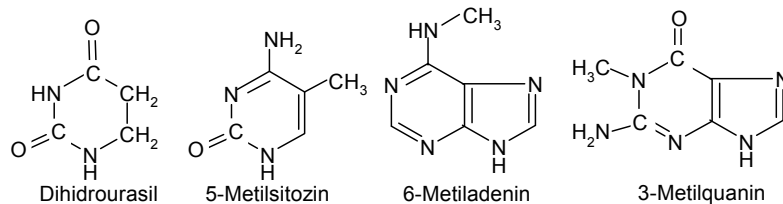
RNT molekulu bir ədəd polinukleotid zəncirindən təşkil olunmuşdur. Zəncirdə monomerlərin yerləşmə ardıcılığı RNT-nin birincili quruluşunu xarakterizə edir.

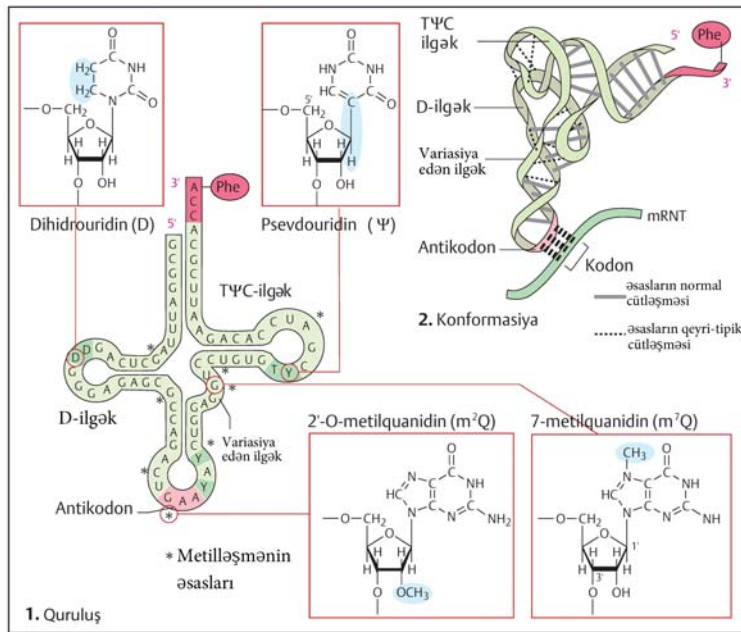
RNT quruluş və funksiya etibarilə üç cür olur:

- 1) Ribosom RNT-si (r-RNT)
- 2) Məlumat RNT-si (m-RNT)
- 3) Nəqliyyat RNT-si (n-RNT)

r-RNT-nin RNT hüceyrədəki payı 80 % təşkil edir. Onun bir neçə növü var: **a)** 28S – r-RNT, molekul kütləsi 1,5 mln. Bu isə 4000 nukleotid qalığı deməkdir, **b)** 5S – r-RNT, molekul kütləsi 30000-dir. Bu 100 nukleotid qalığından ibarətdir. Bunun molekul kütləsi 3000-dir.

n-RNT-hüceyrə RNT-nin 15 %-ni təşkil edir. Birincili quruluşu fərqlənməklə n-RNT-nin onlarla növü vardır. n-RNT-nin molekul kütləsi 25000-dir. Birincili quruluşlu n-RNT-nin xarakterik xüsusiyyətlərindən biri də odur ki, onda məlum nukleotidlərdən başqa **minor nukleotidlər** vardır. Bunların kimyəvi quruluşu aşağıdakı kimidir:

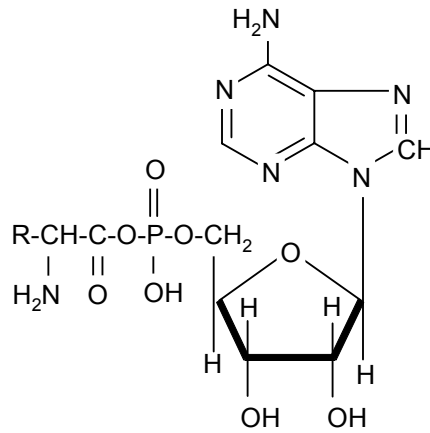




Şəkil 7. Nəqliyyat RNT-si (mRNT)

m-RNT- hüceyrə RNT-nin 2%-ni təşkil edir. Hüceyrədə bir-birindən birincili quruluşu ilə fərqlənən çoxlu miqdarda m-RNT vardır.

Aparılan tədqiqatlardan məlum olmuşdur ki, hüceyrələrdə RNT-nin miqdarı hüceyrənin tipindən, toxumanın növündən, orqanizmin yaşından və digər faktorlardan asılı olaraq dəyişə bilər. Embrional toxumalarda, sekretor orqanlarda və eləcə də tez artan və böyüyən hüceyrələrdə RNT toplanır. Digər tərəfdən məlumdur ki, hüceyrənin böyüməsi və protoplazmada zülal kütləsinin biosintezi ilə əlaqədardır. Hüceyrənin ribosomunda 40-50% RNT olur. Məhz buna görə də zülalın sintezi də ribosomda gedir. Buradan da aydın olur ki, RNT-nin əsas bioloji funksiyası canlı hüceyrədə zülalın sintezi ilə əlaqədardır. Protoplazmanın ribosomunda zülalın biosintezi prosesi xüsusi ferment sisteminin köməyi ilə sərbəst aminturşuların fəallaşdırılması ilə başlanır. Məsələn, aminturşu və adenozintrifosfat turşusundan (ATF) *aminasiladenilatlar* əmələ gəlir:



İkinci mərhələdə hüceyrənin sitoplazmasında rast gəlinən xüsusi n-RNT-si işə başlayır. Həll olunan RNT-nin vəzifəsi aktivləşmiş aminturşuları ribosoma daşımaqdan ibarətdir. Ribosomda ATF və fəallaşdırıcı ferment aminturşudan ayrılır və yeni aminturşusunu fəallaşdırmağa başlayır. Məlumdur ki, zülal sintezində 20 aminturşunun hərəsinin özünə məxsus nəqliyyat RNT-si və fermenti olmalıdır.

Zülalların biosintezində n-RNT və r-RNT ilə bərabər RNT-nin xüsusi növü olan məlumat RNT-si də iştirak edir (Bax şəkil 8). Məlumat RNT-si nüvədə DNT üzərində saxlanılan və qorunan kodlaşdırılmış informasiyanı (hər hansı bir zülalın və ya zülalların quruluşu haqqında) bir növ öz üzərində köçürərək hüceyrədə zülal sintez olunan orqanellərə – ribosomlara gəlir. Ribosomlarda bu informasiya xüsusi mexanizmin köməyi ilə aminturşu ardıcılığı dilinə çevrilir, yeni zülal sintez olunur.

DNT m-RNT-nin molekulunun matrisidir. m-RNT isə zülal molekulunun matrisidir. Çünki n-RNT tərəfindən daşınan aminturşu qalıqları m-RNT tərəfindən müəyyən ardıcılıqla yerləşdirilir.

Ribosomlar 60% r-RNT və 40% zülaldan təşkil olunmuşdur. Onlar zülal sintez zamanı m-RNT

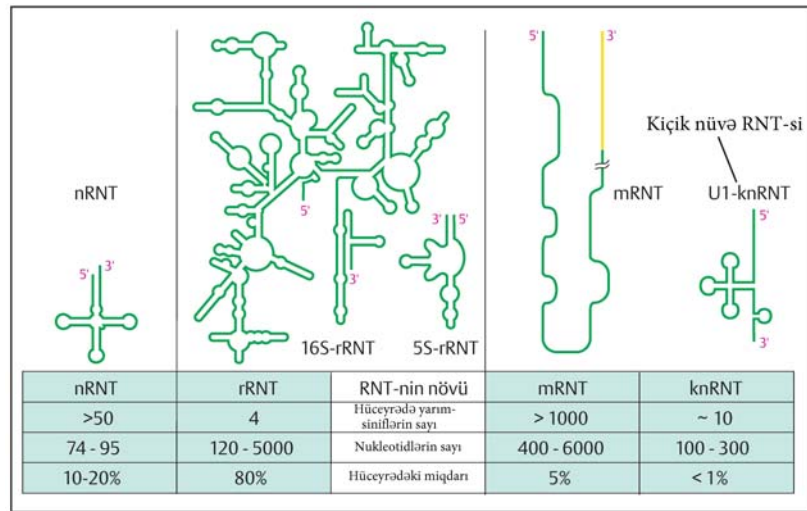
üzərində hərəkət edir. n-RNT sintez yerinə elə aminturşuları daşıyır ki, o, koda müvafiq olur. Beləliklə, m-RNT zülal sintezində dolayısı yolla iştirak edir.

Aminturşular m-RNT molekulunda yazılan kodda müəyyən ardıcılıqla düzülüşdür. Məsələn, m-RNT sahəsindəki quanin-sitozin-sitozin, quanin-sitozin-quanin, quanin-sitozin-urasil zülal molekuluna alanini birləşdirməyi tələb edir. Sitozin-adenin-adenin və sitozin-adenin-quanin sahəsi isə qlisini birləşdirir.

Zülal biosintezi hüceyrənin metabolizmində təbiətdə mövcud olan ən vacib prosesdir.

RNT-nin ikincili quruluşu

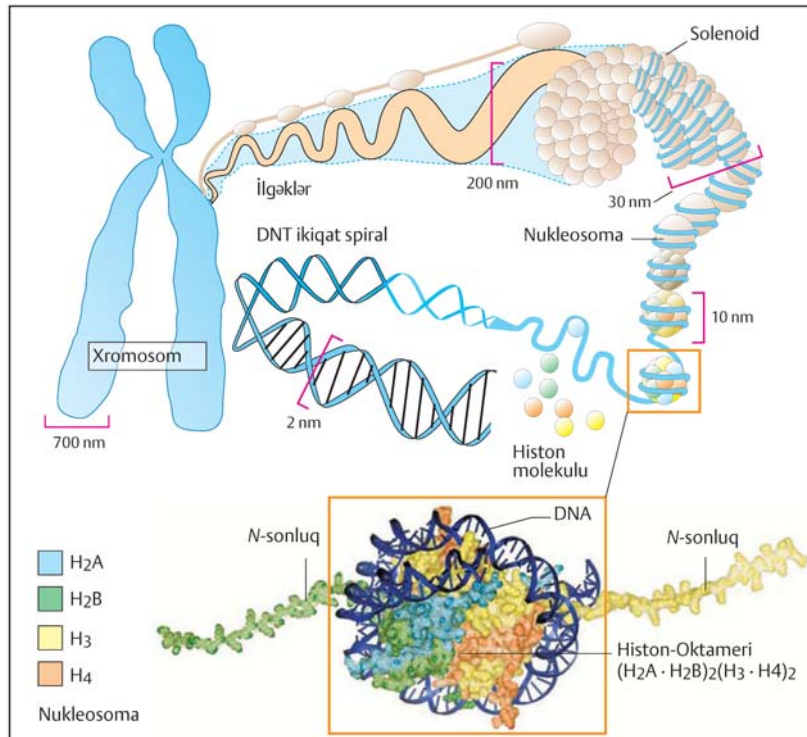
RNT DNT-dən fərqli olaraq, bir polinukleotid zəncirindən ibarətdir. Lakin bu zəncirin elə sahələri var ki, onlar bir-biri ilə komplementardır. Yəni onlar bir-biri ilə qarşılıqlı təsirdə olurlar. İkiqat spiral əmələ gətirən sahələr hər 20-30 nukleotiddən bir təkrar olunur.



Şəkil 8. RNT-nin növləri

Xromatinlərin quruluşu

Nuklein turşuları canlı hüceyrədə zülallarla birləşmiş şəkildə olub, *nukleoproteinlər* formasında mövcuddur. Əsl nukleoproteinlər quruluşca *xromatin* dezoksiribonuklein və *ribonukleindən* ibarətdir. Xromatinlərin quruluşu olduqca mürəkkəb olub, bu günə qədər tam öyrənilməyibdir. Onların quruluşu hüceyrənin vəziyyətindən asılı olaraq dəyişir. Məsələn, sakit halda xromatin bütün nüvə boyu yayılmışdır.



Şəkil 9. Xromatinin quruluşu

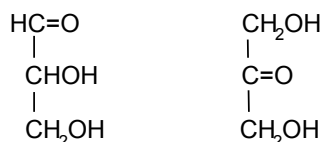
Belə halda onu adi mikroskopla müəyyən etmək olmur. Hüceyrə bölünərkən xromatin *xromosom* hissəciyini yaradır. Belə halda onu adi mikroskopla müəyyən etmək olur. Xromatinin 2/3 hissəsi zülaldan ibarətdir, 1/3-i isə DNT – dən təşkil olunub. Onda həmçinin 10% RNT vardır. Xromatində olan zülalın yarısı *histonlardan* təşkil olunubdur (Bax şəkil 9). İnsanın DNT molekulunun uzunluğu 3-5 sm-dir. Ancaq xromosomların uzunluğu isə çox kiçik olub, bir neçə *nm*-dir. Nuklein turşuları, xüsusilə, DNT irsiyyət daşıyıcısı olub, orqanizmin bütün irsi xüsusiyyətlərini təyin edir. DNT-nin əhəmiyyəti o qədər böyükdür ki, onun haqda olan biliklər heç vaxt mükəmməl ola bilməz (F.Krik).

FƏSİL 4

KARBOHİDRATLAR (ŞƏKƏRLƏR)

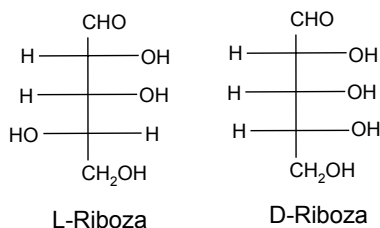
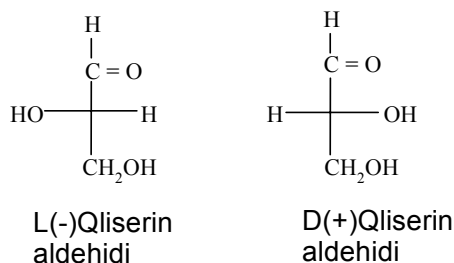
Karbohidratlar zülallar kimi hüceyrənin qurulmasında və onun həyat fəaliyyətində iştirak edən və ən geniş yayılmış birləşmələrdəndir. Bitkilərin quru kütləsinin 80 %-ni, heyvan orqanizminin quru kütləsinin 20 %-i karbohidratlardan ibarətdir. Karbohidratlar bitkilərin istinad toxuması olub, həmçinin qida maddəsini (nişasta) təşkil edir. Karbohidratlar heyvani və insan orqanizmində qaraciyərdə və əzələlərdə qlikogen şəklində yerləşir. Onlar orqanizmin canlı həyat funksiyasının saxlanması və fiziki işi üçün enerji mənbəyidir.

Tərkibində ən azı iki hidroksil və bir karbonil (aldehid və ya keton) qrupları olan polioksikarbonil birləşmələrə karbohidratlar deyilir. Məsələn, buna qliserin aldehidi və dihidroksiasetonu misal göstərmək olar:



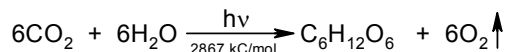
Qliserin aldehidi Dihidroksiaseton

Monosaxaridlərə qliserin aldehidi, riboza, dezoksiriboza, qlükoza, fruktoza, qalaktoza, monnoza aiddir. Monosaxaridlər monozalar da adlanır. Beş karbon atomuna malik monosaxaridlərə aldehid qrupu olduğu halda aldopentozalar, keton olduqda ketopentozalar deyilir. Altı karbona malik monosaxaridlərə isə aldoheksoza, müvafiq olaraq ketoheksoza adlanır:



Təsnifatı

Əksər karbohidratların ümumi formulu $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_n$ şəklində olur. Məsələn, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{12}$. Bitkilərdə karbohidratlar qeyri-üzvi birləşmələr olan karbon qazı və sudan alınır:



Canlı orqanizmdə karbohidratlar bioloji prosesləri enerji ilə təmin edir və orqanizmdə bir sıra maddələrin alınması üçün ilkin məhsullar rolunu oynayır.

Karbohidratlar iki qrupa bölünür:

1. Monosaxaridlər (monozlar); 2. Polisaxaridlər (poliozlar).

Polisaxaridlər də öz növbəsində iki yerə bölünür;

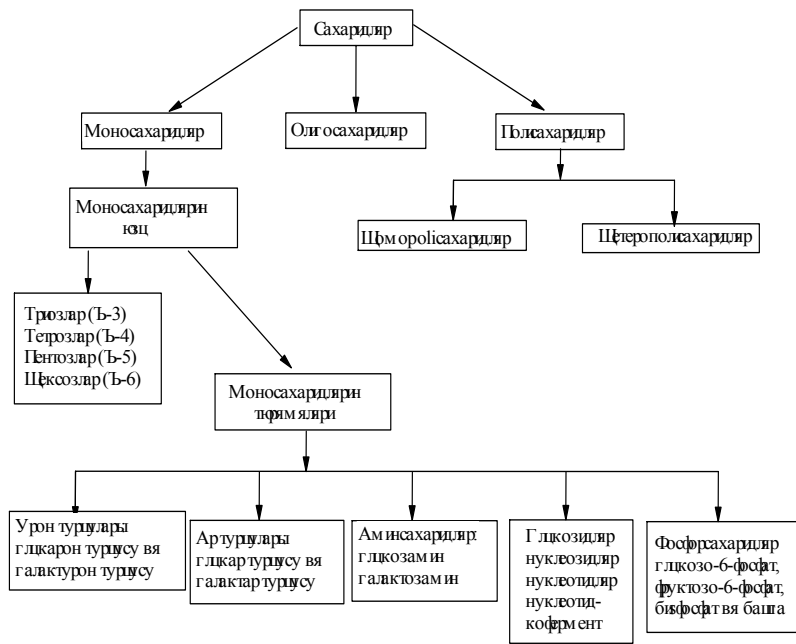
a) Şəkərxəşarlar (oligosaxaridlər); b) Şəkərxəşamayanlar.

Şəkərxəşarlara *disaxaridlər* (biozlar), *trisaxaridlər* və s. aiddir.

Mono- və oligosaxaridlər suda yaxşı həllolan, molekulyar kütləsi az olan maddələrdir. Şəkərxəşamayan karbohidratların molekulyar kütləsi yüksək olub, sudakı məhlulları kolloid halında olur.

Oliqo- və polisaxaridlər hidrolizə uğradıqda monozları əmələ gətirirlər. Onların molekulları 2,3,4 və daha çox monozlardan qurulmuşdur. Şəkərxəşamayan karbohidratlar (nişasta, sellüloz) çoxlu sayda monozlardan təşkil olunmuşdur.

Şəkərlərin quruluş təsnifatı



Şəkil 10.

Monosaxaridlər

Karbohidratların ən sadə nümayəndəsi monozlardır. Təbiətdə iki növ monozlar – pentozalar ($C_5H_{10}O_5$) və heksozalar ($C_6H_{12}O_6$) ən çox yayılmışdır. Bir növ monosaxaridlər özlərini oksialdehidlər (aldozalar), digərləri isə oksiketonlar (ketozalar) kimi aparırlar. Təbiətdə aldozalar daha çox rol oynayır.

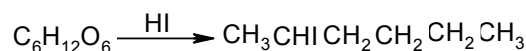
Ən çox rast gəlinən monosaxaridlər qlükoza və fruktozadır. Hər ikisi heksozlara aiddir. Daha dəqiq desək, qlükoza aldozalara, fruktoza isə ketozaların nümayəndələridir.

Monozların quruluşu

Qlükozanın və fruktozanın quruluşu bəzi reaksiyalar vasitəsilə təsdiq olunmuşdur.

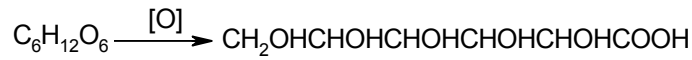
Qlükozaya aid reaksiyalar

1. Qlükozanı HI ilə reduksiya etdikdə 2-yodheksan alınır:



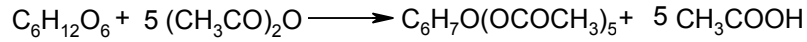
Bu çevrilmə onu göstərir ki, tədqiq olunan birləşmədə budaqlanma yoxdur və karbohidrogen zənciri düz haldadır.

2. Mülayim şəraitdə qlükoza oksidləşərək qlükon turşusuna çevrilir:



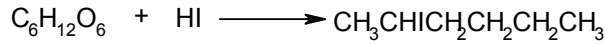
Bu isə qlükoza molekulunda aldehid qrupunun olduğunu sübut edir.

3. Asilləşmə və alkilləşmə yolu ilə müəyyən edilmişdir ki, qlükoza molekulunda beş hidroksil qrupu mövcuddur:

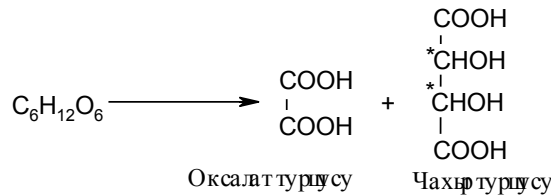


Fruktozaya aid reaksiyalar

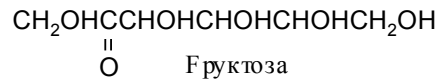
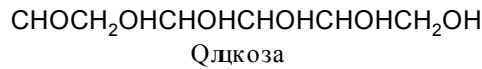
1. HI-in təsiri ilə fruktozadan 2-yodheksanın əmələ gəlməsindən məlum olur ki, fruktoza molekulunda karbohidrogen zənciri budaqlanmayıb:



2. Fruktozanı oksidləşdirdikdə zəncirin iki vəziyyətdən parçalanması, fruktozanın ketoza olmasını sübut edir:



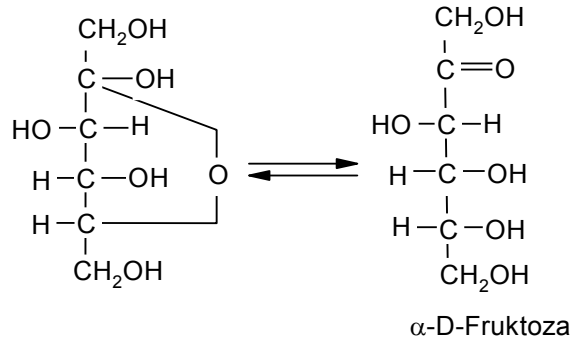
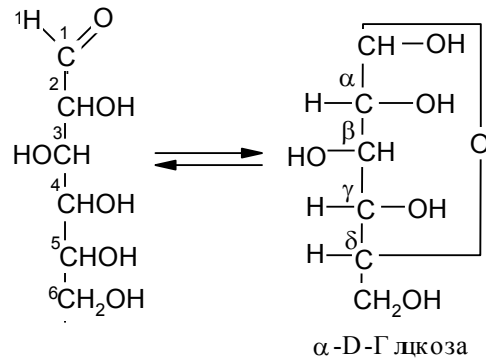
3. Qlükoza kimi fruktoza da beş molekul sirkə anhidridi ilə asilləşir. Belə nəticəyə gəlmək olur ki, fruktoza molekulunda da beş hidroksil qrupu asilləşməyə məruz qalır. Nəticədə məlum olur ki, qlükoza və fruktozanın formulları aşağıdakı kimidir:



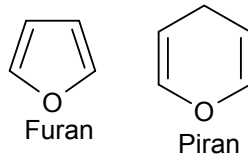
Göstərilən formullara əsasən güman etmək olar ki, hər iki birləşmə NaHSO₃ ilə reaksiyaya daxil olmalıdır. Əslində reaksiya getmir. Digər tərəfdən heksozlar adı qatılıqda fuksinsulfat turşusunun rəngini dəyişdirmir. Verilmiş formula görə, hər iki molekulda olan beş hidroksil qrupunun hamısı eyni olmalıdır. Lakin təcrübədən görünür ki, qlükozaya CH₃I və Ag₂O təsir etdikdə, pentametilqlükoza alınır. Lakin CH₃OH və HCl ilə qarşılıqlı reaksiyadan yalnız bir hidroksil qrupu reaksiyaya daxil olur. Qlükozanı və fruktozanı alkilləşdirdikdə onların aldehid və keton xassəsi itir.

Yuxarıda qeyd edilən faktlar bir daha onu təsdiq edir ki, qlükoza və fruktoza yarımasetal formulunda olurlar. Təbii ki, yarımasetalın əmələ gəlməsində bir neçə hidroksil qrupu iştirak edə bilər. δ-Yarımasetalın əmələ gəlməsi üstünlük təşkil edir.

Yarımasetal (halqavı) tautomer formanın əmələ gəlməsi üçün qlükoza molekulunun beşinci karbonundakı hidroksil qrupundakı hidrogen (C=O) qrupuna yaxınlaşır və qlikozid hidroksilini əmələ gətirir:

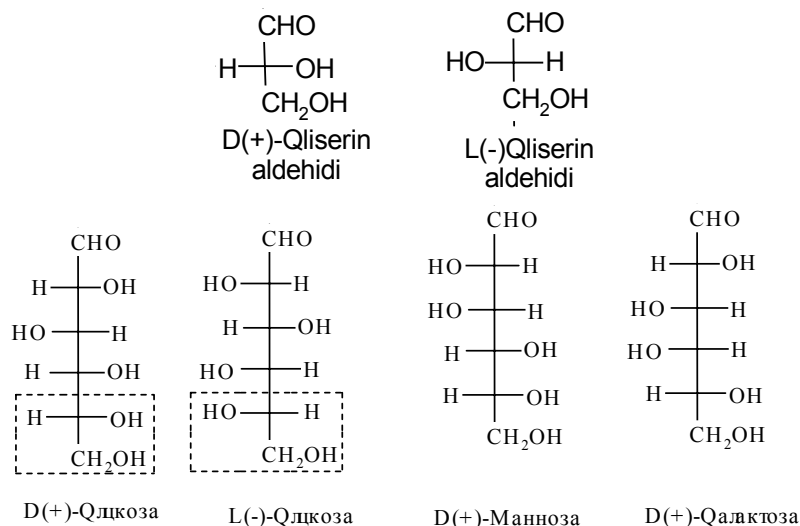


Beşüzlü oksigen saxlayan heterotsiklik birləşmə furan, altüzlü isə pıran adlanır. Uyğun olaraq, beşüzlü monozalara furanozalar, altüzlülərə isə pıranozalar deyilir:

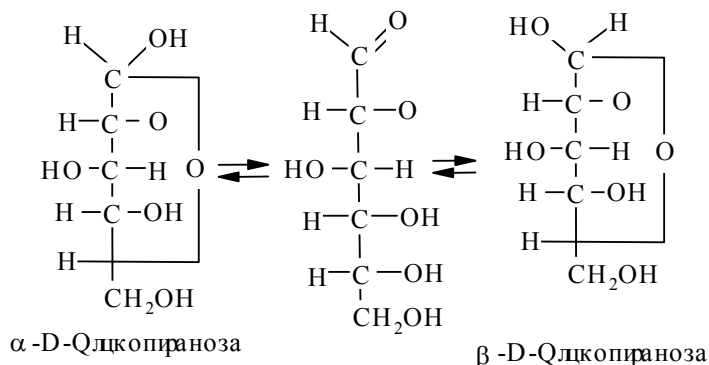


Qlükoza açıq formada aldehidlərə xarakterik olan reaksiyalara daxil olur. Halqavı formada isə spirtlərə xas olan reaksiyalara girir. Birinci növbədə qlükozid formada yerləşən hidroksil reaksiyaya daxil olur. Halqavı formada olan qlükozada dörd asimmetrik karbon atomu olduğuna görə 16 heksoza izomeri 8 D sırası və 8 L sırası olmasını tələb edir. Bu izomerləri nəzərdən keçirmək üçün proyeksiya formulərindən istifadə etmək lazımdır. Belə halda karbon zəncirinə nəzərən fəzada yerləşən hidroksil və hidrogen atomları bir-birindən fərqlənir.

Monozaların (şəkərlərin) L və D sırasına aid edilməsi fırlanmanın qiyməti ilə əlaqədar deyildir, sxemdə göstərildiyi kimi 5-ci tetraedrin quruluşundan asılıdır. Monozaların D-sırası D-qliserin aldehidi ilə əlaqədar olub, ehtimal ki, genetik olaraq ondan alınmışdır. Analoji olaraq, L-sırası monozaı da L-qliserin aldehidi ilə əlaqədardır:



İkinci tetraedr quruluşları ilə bir-birindən fərqlənən şəkərlərə **epimerlər** deyilir. Məsələn, D(+)-qlükoza və D(+)-manna bir-birinin epimeridir. Halqanı yarımasetal formulunda beş asimmetrik karbon atomunun olduğu üçün 32 (2⁵) sayda heksoza izomerlərinin olması zərurətini ortaya qoyur. Bunların 8 izomeri D sırasına, 8-i isə L sırasına aid olub, α və β formalar adlanan **anomerləri** də əmələ gətirir. Anomerlər tetraedrdə yuxarıda yerləşən hidrogen və hidroksil qrupunun vəziyyətinə görə bir-birindən fərqlənir:



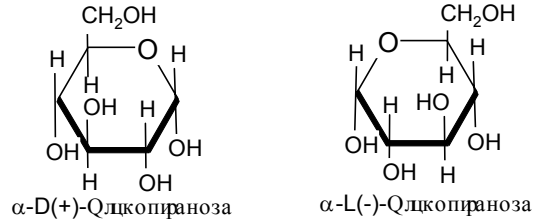
Şəkərlərin (monozaların) təzə hazırlanmış sulu məhlulları vaxt keçdikcə polyarizasiya müstəvisinin fırlanma bucağının qiymətini bir qədər dəyişir.

Şəkil 11. Mono- və disaxaridlərin ən mühüm nümayəndələri

Bu hadisəyə **mutarotasiya** deyilir. Bu onunla əlaqədardır ki, məhlulda α- və β- anomer formaları bir-birinə keçir və mütəhərrik tarazlıq yaranır.

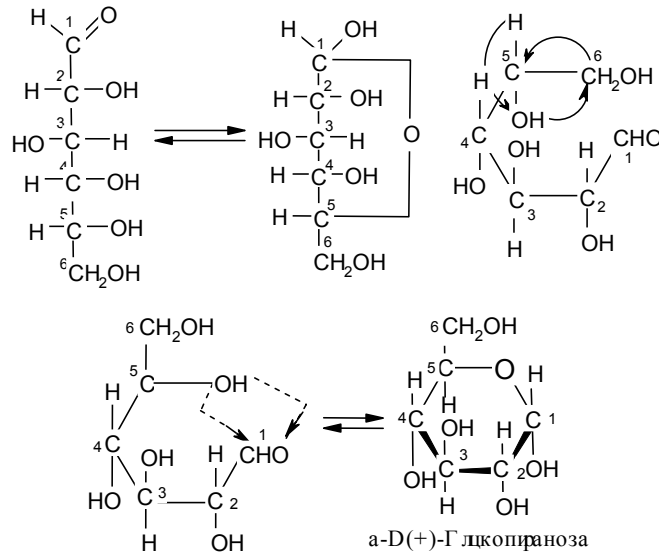
Çünki anomerlər polyarizasiya müstəvisini müxtəlif bucaq altında fırladır. Məhlulda anomerlərin qatılığı dəyişdiyinə görə tarazlıq da dəyişir və bununla da məhlulun fırlanma bucağı da dəyişir. Məsələn, α-qlükozanın xüsusi fırlanma bucağının qiyməti [α]²⁰₈ = +110,1° olduğu halda, β-qlükozanınkı +19,3°-dir. Qatılıqların tarazlığı xüsusi fırlanma bucağına [α]²⁰₈ = 52,3° cavab verir.

Şəkər (monoz) molekulunu daha aydın görünüşlü təsvir etmək üçün **Xeuors** formulundan istifadə edilir. Proyeksiya formulundan görünüşlü formulaya keçdikdə proyeksiya formulunun sol tərəfində yerləşmiş atom və qrupları halqanın yuxarisında, sağda yerləşənləri isə halqanın aşağısında yazmaq lazımdır:

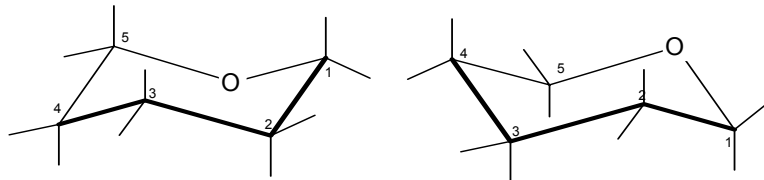


α -Formada qlikozid hidroksili həmişə CH_2OH qrupuna nəzərən *trans*- vəziyyətində yerləşir.

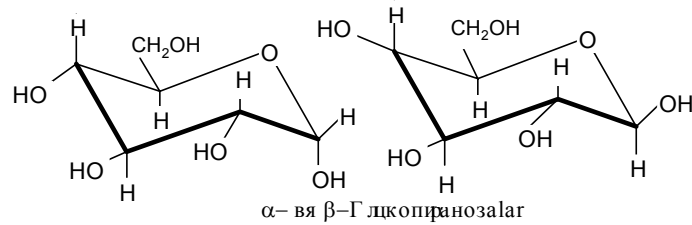
Yuxarıdakı formullarda ona diqqət yetirmək lazımdır ki, proyeksiya formullarında beşinci karbondakı hidrogen atomu **Xeuors formulunda** aşağıda yerləşir. Bu onunla izah edilir ki, 4-cü və 5-ci karbon atomlarında oksigen körpüsü yarananda molekulun bir hissəsi valent oxu ətrafında dönmək zərurətində qalır. Belə dönmədə beşinci karbon atomu elə bir vəziyyətdə olur ki, hidrogen atomunun karbonil ($\text{C}=\text{O}$) qrupuna yaxınlaşması üçün əlverişli şərait yaranır və halqa qapanır:



Halqavı quruluşda olan monozalar altıüzvlü halqanın karbon atomlarının fəzada yerləşməsinə görə yeni bir izomeriyanın – **dönmə izomeriyasını** da əmələ gətirirlər. Piranoza halqası tsikloheksan halqasına bənzər müxtəlif davamlılığa malik müxtəlif növ konformerlər əmələ gətirə bilər. Tsikloheksandan fərqli olaraq, piranozada oksigen atomunun olması qeyri-simmetrikiyə gətirib çıxarır və bunun nəticəsində konformasiya izomerlərinin sayı artır. Eyni zamanda tsikloheksanda iki izomer olduğu halda, piranoza 8 gərginliyi olmayan konformasiya forması əmələ gətirir. Onlardan ikisi *kürsüyəbənzər*, altısı isə *vannayəbənzər* olur. Vannayəbənzər 6 izomer enerji cəhətdən davamsız olduğuna görə, onlar nəzərə alınmır. İki davamlı *kürsüyəbənzər* konformasiyalar piranoza halqasının elə konversiyasında olur ki, nəticədə aksial əvəzedicilər ekvatorial olur və ya əksinə:



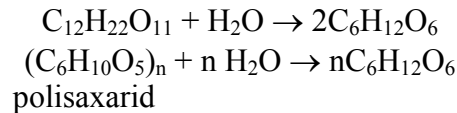
Bu və ya digər konformasiyanın üstünlüyü piranoza halqasında əvəzedicilər və onların fəzada yerləşməsi ilə təyin edilir. Məsələn, D-qlükozanın α - və β -anomerləri aşağıda verilmiş konformasiyada olur:



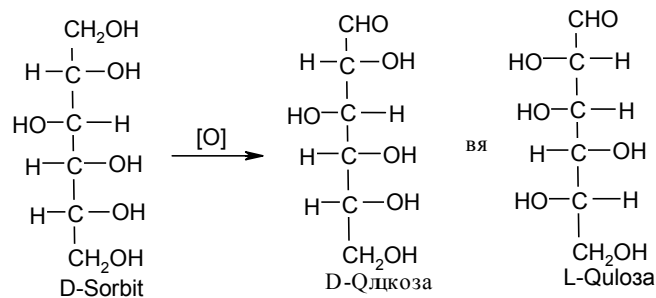
Monozların alınma üsulları

Monosaxaridlər adətən təbii xammaldan alınır.

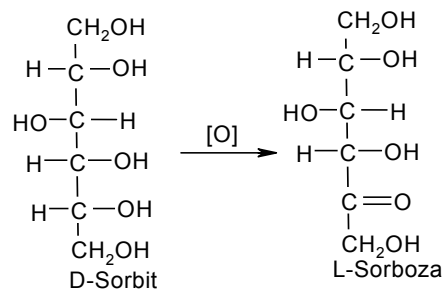
1. Turşuların və ya fermentlərin təsiri ilə di- və polisaxaridlərin hidrolizindən müxtəlif monosaxaridlər alınır:



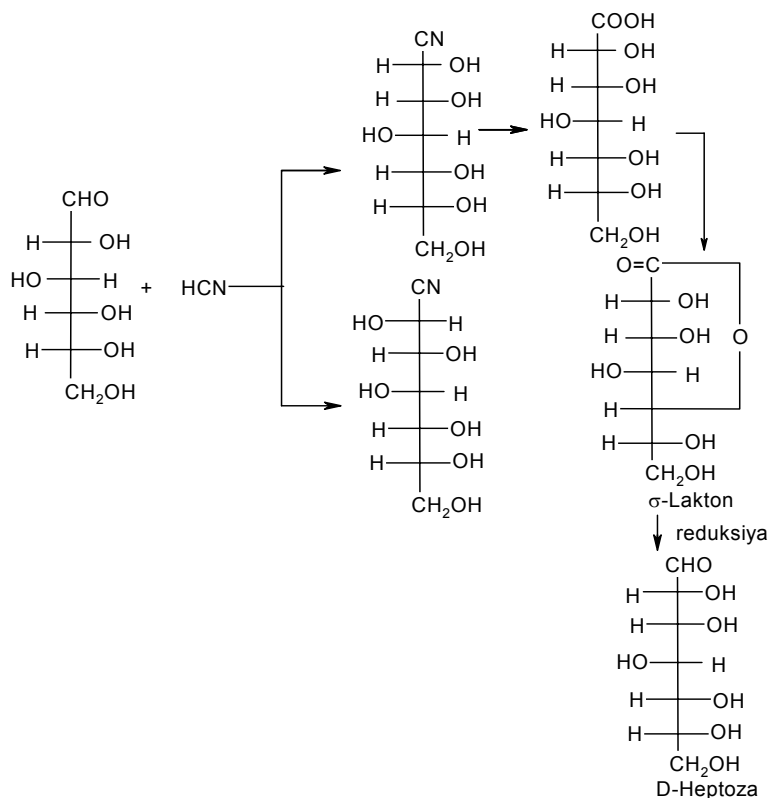
2. Çoxatomlu spirtlərə adi oksidləşdiricilərin və fermentlərin təsiri ilə monosaxaridləri almaq olur. Adı oksidləşmədə müxtəlif maddələrin qarışığı alınır. Məsələn, altıatomlu D-sorbiti oksidləşdirdikdə, D-qlükoza ilə yanaşı L-quloza da alınır. Birincisi yuxarıdakı (CH₂OH) hesabına, ikincisi ondan aşağıdakı CH₂OH hesabına alınır:



Fermentativ oksidləşmə yolu ilə istənilən qrupu oksidləşdirmək olur. Məsələn, *Asetobacter xylinum* bakteriyasından alınan fermentinin təsiri ilə D-sorbitdən L-sorboza alınır:



3. Oksinitril üsulu ilə sintez aşağıdakı sxem üzrə aparılır:

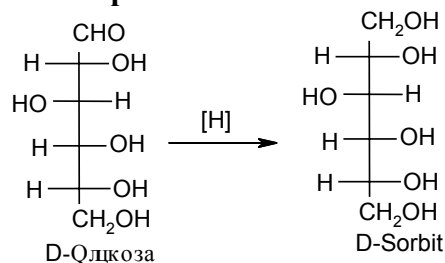


Reduksiyaedici vasitə kimi natrium amalqaması, nikelin və ya mis 2-xromitin iştirakı ilə hidrogenlə, LiAlH_4 və NaBH_4 -dən istifadə edilir.

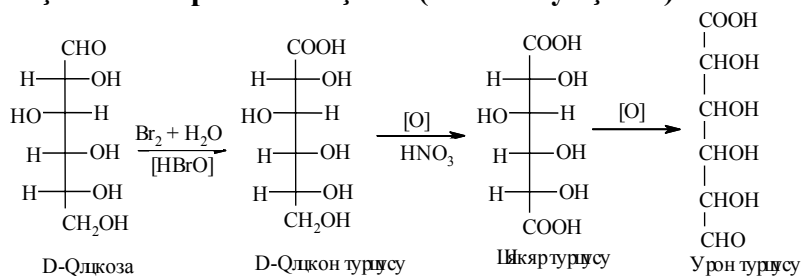
Fiziki və kimyəvi xassələri

Monosaxaridlər suda həllolan kristallik maddələrdir. Əksəriyyətinin dadı şirindir. Onlar optiki fəaldır.

1. Şəkərlərin reduksiyası ilə çoxatomlu spirtlərin alınması:

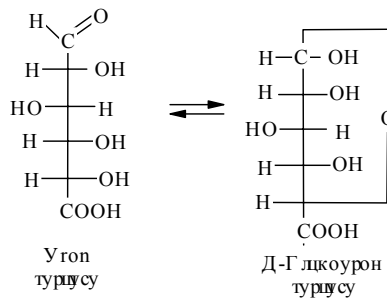


2. Şəkərlərin oksidləşməsindən polioksitürşular (aldon və ya şəkər) alınır:

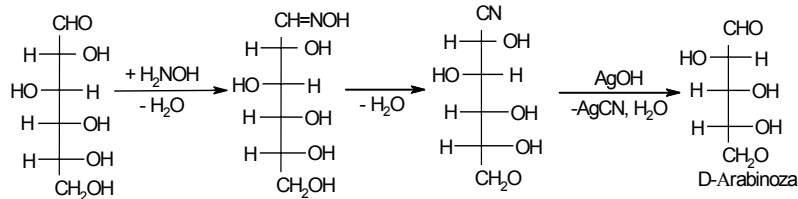


Yumşaq şəraitdə (bromlu su) oksidləşəndə birəsaslı qlukon turşusu, qüvvətli oksidləşdiricilər (nitrat turşusu) ilə oksidləşdikdə ikiəsaslı oksitürşü olan şəkər turşusunu əmələ gətirir. Mannozə bromlu su ilə birəsaslı mannon turşusunu verir.

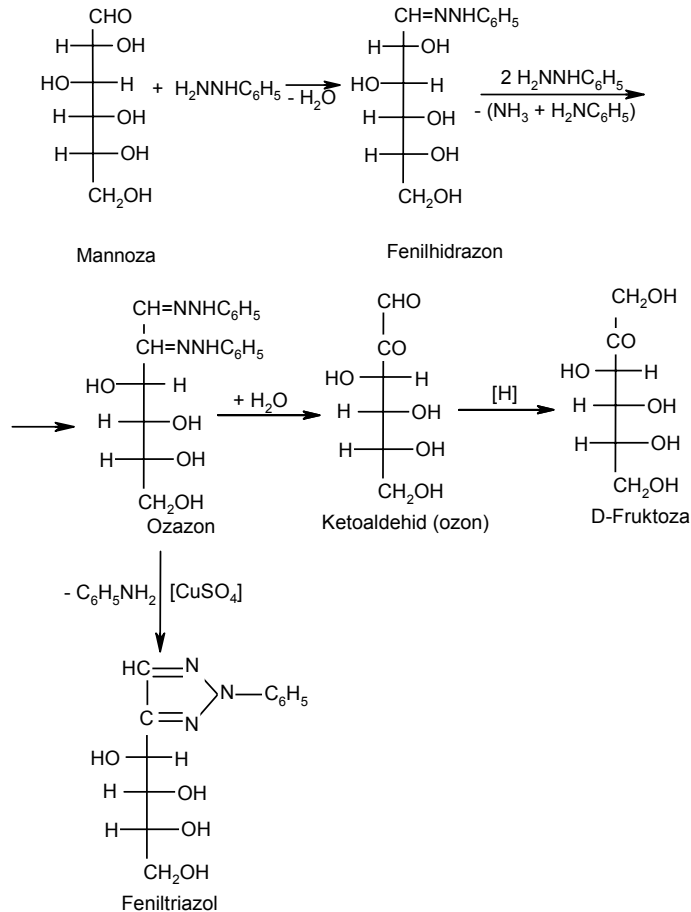
Aldon və ya şəkər turşularında aldehid qrupu olmadığına görə halqəvi tautomeriya əmələ gətirmir. Tərkibində həm aldehid, həm də karboksil qrupu saxlayan uron turşusunda halqəvi quruluş əmələ gəlir:



4. Hidroksilamin ilə reaksiya. Monozlar asanlıqla oksim əmələ gətirir. Oksimləri dehidratasiyaya uğratdıqda oksinitrillər alınır. Alınmış oksinitrilləri nəm Ag_2O ilə işlədikdə sian turşusu ayrılır, zəncirdə bir karbonun sayı azalır və oksialdehid əmələ gəlir:



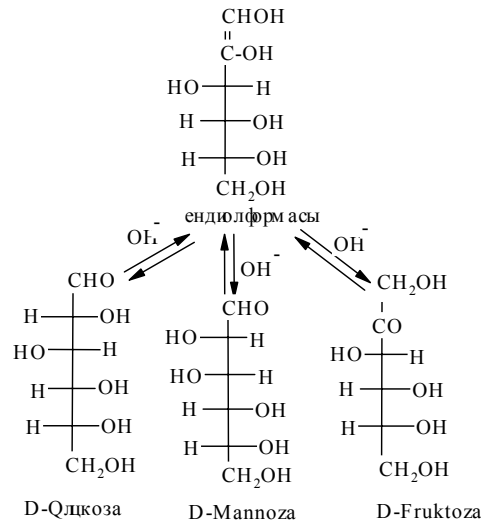
5. Fenilhidrazinlə reaksiya. Bu reaksiyanın köməyiylə aldozadan ketozaya keçmək olur:



Mannoza, qlükoza və fruktoza epimerləri eyni ozazonu verir. Ozazonu oksidləşdirdikdə, (CuSO_4 ilə) asan kristallaşan feniltriazol əmələ gəlir. Monozları ayırmaq üçün bu üsuldan istifadə edilir.

5. Monosaxaridlərin epimerləşməsi. Duru qələvi məhlulu və ya üzvi əsaslarla aldoza epimerlərini qızdırdıqda onlar bir-birinə və ketozaya keçir. Məsələn, D-qlükozanı $2N$ NaOH məhlulu ilə qızdırdıqda ilkin D-qlükozadan başqa D-mannoza, D-qlükoza epimeri və D-fruktoza qarışığı alınır. Bu şəraitdə ketozalar da ketoza qarışığından başqa aldoza epimerlərinə çevrilir. D-qlükoza, D-mannoza və D-fruktozanın enollaşmasından eyni *endiol* alınır. Qələvi enollaşmaya kömək edir.

Ehtimal ki, endiolun əks çevrilməsindən yuxarıda qeyd edilmiş üç monosaxarid alınır:

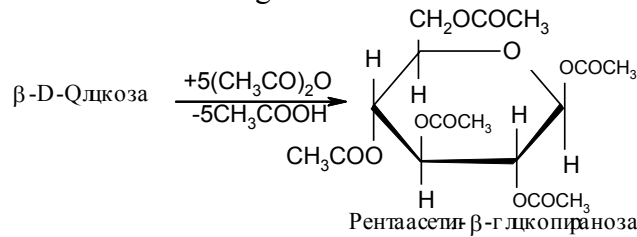


Qlükozaya piridin ilə təsir etdikdə, yüksək çıxım ilə fruktoza alınır. Orqanizmdə buna oxşar proses xüsusi fermentlərin təsiri ilə baş verir.

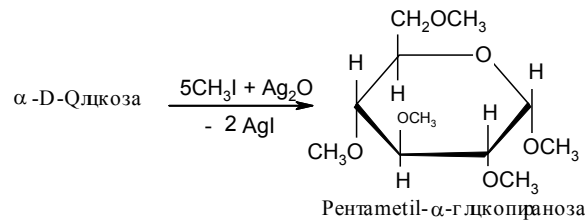
Qatı qələvi ilə monosaxaridlərə təsir etdikdə məhlul qonur rəngə boyanır.

6. Saxaratların alınması. Qələvi, qələvi-torpaq metallar, mis və digər metallarla monosaxaridlərə təsir etdikdə, birinci növbədə asetal hidroksilindəki hidrogen, sonra isə digər hidroksildəki hidrogenlər metalla əvəz olunur və saxaratları əmələ gətirir.

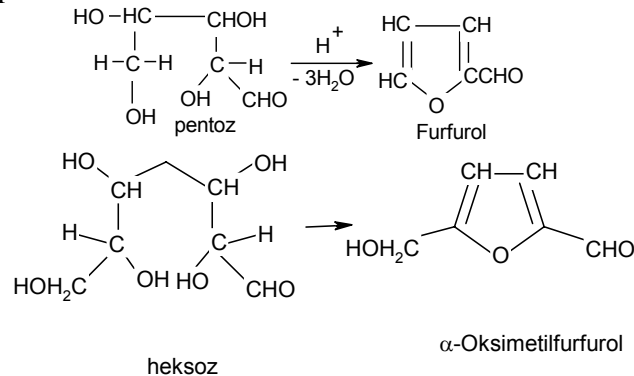
7. Asetilləşmə reaksiyası. Monosaxaridlərə və ya saxaratlara turşu anhidridləri ilə və ya digər asilləşdirici agentlər ilə təsir etdikdə monoqların mürəkkəb tsiklik efirləri əmələ gəlir. Məsələn:



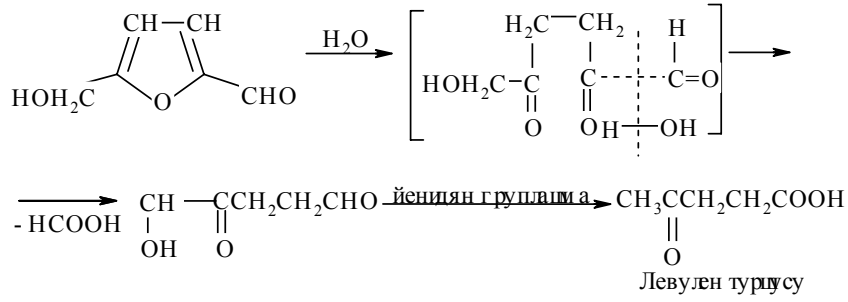
8. Monosaxaridləri metilləşdikdə halqavi poliasetal tautomer formasında reaksiyaya girir:



9. Monoqların dehidratlaşması və tsiklləşməsi. Pentozaları durulaşdırılmış sulfat turşusu ilə qızdırdıqda furfurool əmələ gəlir. Analoji olaraq heksozlardan oksimetilfurfurool alınır:

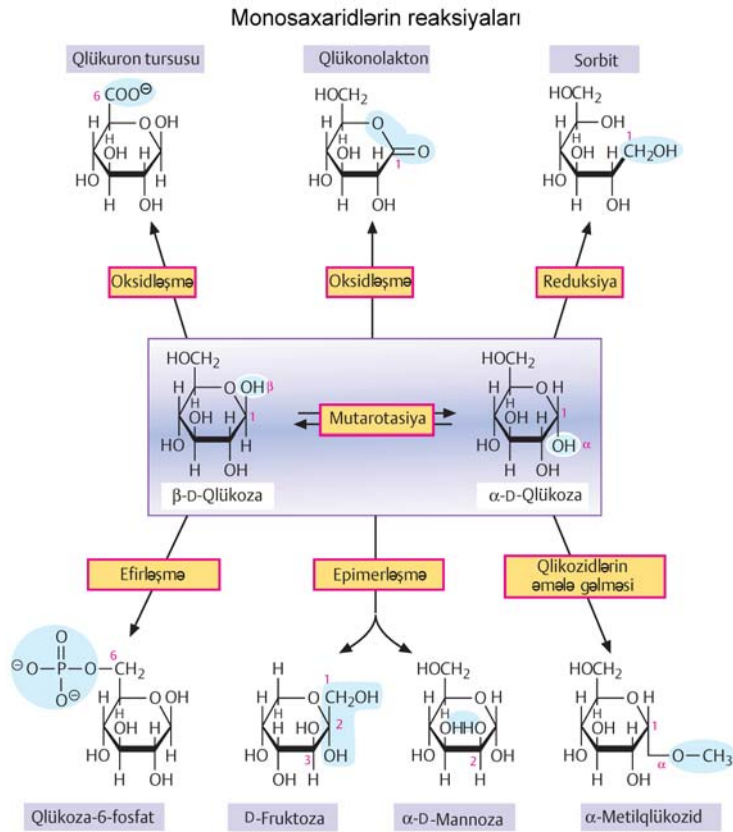
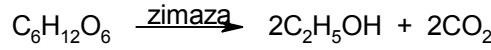


Furfurooldan fərqli olaraq, α -oksimetilfurfurool davamlı olmadığına görə, asanlıqla levulən turşusuna çevrilir:



Bu reaksiyanın köməylə asanlıqla heksozları pentozalardan ayırmaq olur.

10. Şəkərlərin qıvcırdılması. Fermentlərin təsiri ilə şəkər molekulunun parçalanması və karbon qazının ayrılması ilə gedən prosədə qıvcırma deyilir:



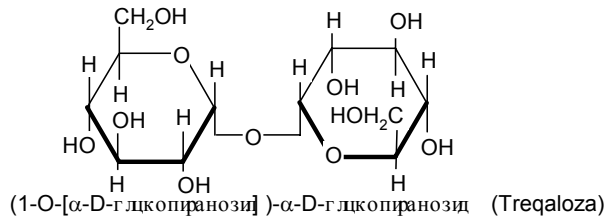
Şəkil 12. Monosaxaridlərin reaksiyalariının sxemi

Disaxaridlər

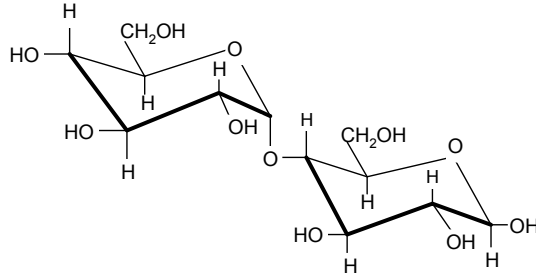
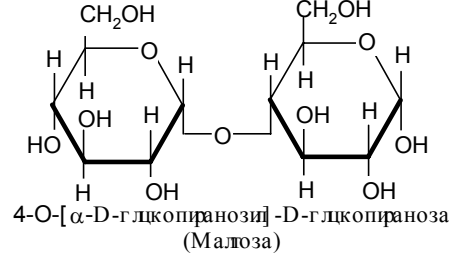
Oliqosaxaridlərin tərkibinə 2–10 qədər saxaridlər daxil ola bilər. «Oliqo» sözü yunanca «bir neçə» deməkdir. Oliqosaxaridlərə misal olaraq saxaroza, laktoza, maltoza, sellülobioza və treqaloza aiddir. Bunlara disaxaridlər də deyilir. Onların kimyəvi tərkibi $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ kimi göstərilir.

Disaxaridləri (biozlar) hidroliz etdikdə iki eyni və ya müxtəlif monosaxaridlər alınır. Disaxaridlərin hansı monosaxaridlərdən ibarət olduğunu müəyyən etmək üçün onların quruluşu təyin edilir. Bunun üçün onların α- və ya β-epimerdə olması, furanoza və piranoza quruluşda olduğu və həmçinin disaxarid əmələ gələndə hansı hidroksil ilə bir-biri ilə birləşməsi təyin edilir.

Disaxaridlər *reduksiya olunan* və *reduksiya olunmayan* iki sinfə bölünür. Birinci qrupa *treqaloza* (göbələk şəkəri) aiddir. Bu şəkərdə tautomeriya mövcud deyildir. Treqaloza iki qlükozadan əmələ gəlmişdir:



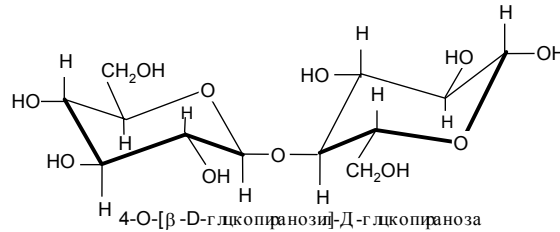
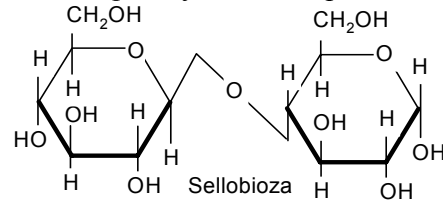
İkinci qrupa *maltoza* (səməni şəkəri) aiddir:



Maltoza tautomeriya xassəsinə malikdir. Çünki qlikozid hidrksili efir əlaqəsinin əmələ gəlməsində iştirak edibdir. Ona görə də maltozanın tərkibində gizli formada aldehid vardır. Aldehid qrupu olduğu üçün çoxatomlu spirt əmələ gətirir və oksidləşərək bion turşusunu əmələ gətirir. Həmçinin hidrksilləşmə və asilləşmə reaksiyalarına da daxil olur.

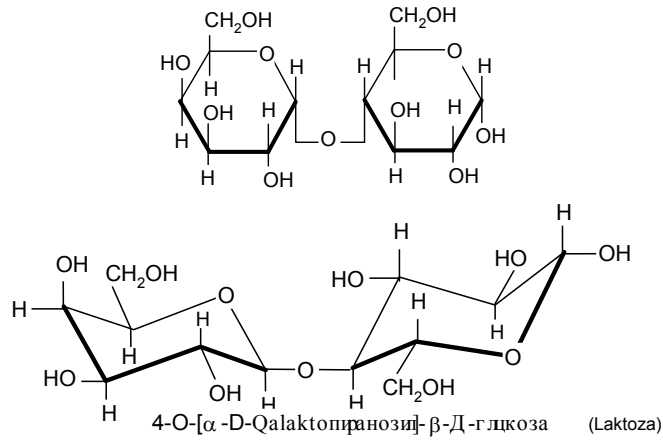
Maltoza nişastanın və qlükogenin fermentativ hidrolizi zamanı əmələ gəlir. Maltoza arpa, buğda, çovdar bitkilərinin cücərməsi zamanı meydana gəlir. Maltoza bitki nişastasının qismən hidrolizindən də alınır. Treqalaza göbələklərdə olur. Onlar hüceyrələrdə və bioloji mayelərdə sərbəst halda və ya karbohidrat–zülal kompleksi şəklində (qlikoprosizm) göbələklərdə olur.

Sellobioza maltozadan β -qlükozid konfigurasiyası ilə fərqlənir:

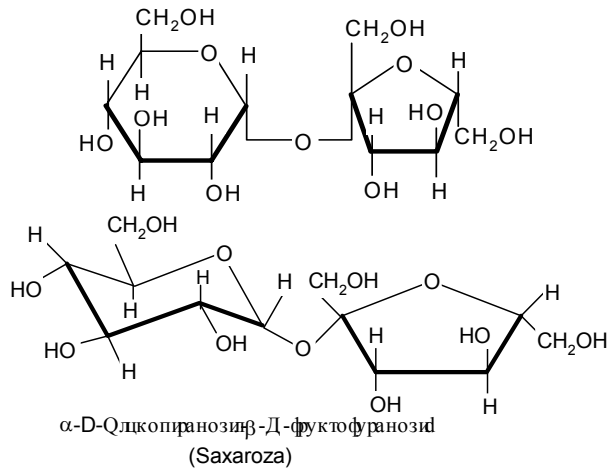


Sellobioza sellülozun hidrolizinin əlavə məhsuludur. Hidroliz etdikdə qlükozaya çevrilir. Bu şəkər reduksiya olunur və oksidləşdikdə sellobion turşusunu əmələ gətirir.

Laktoza (süd şəkəri). Laktoza insan və heyvan orqanizmində sintez olunan yeganə disaxariddir. Anna südündə 6-7 % laktoza olur. Onun şirinliyi saxarozaya nisbətən azdır. Hidrolizə uğradıqda qalaktoza və qlükozaya çevrilir. Reduksiya olunan şəkərlərə aiddir:



Saxaroza (çuğundur, qamış şəkəri). Saxaroza təbiətdə geniş yayılmışdır. Şəkər çuğundurundan və şəkər qamışından saxaroza alınır. Şəkər çuğundurunun tərkibində 27%, şəkər qamışının gövdəsində 20% olur. Saxaroza həzm prosesində invertaza fermentinin təsiri ilə qlükoza və fruktozaya hidroliz olunur. Saxaroza reduksiya olunmayan şəkərdir. Çünki oksigen körpüsü hər iki qlikozid hidrksillərindən əmələ gəlmişdir.



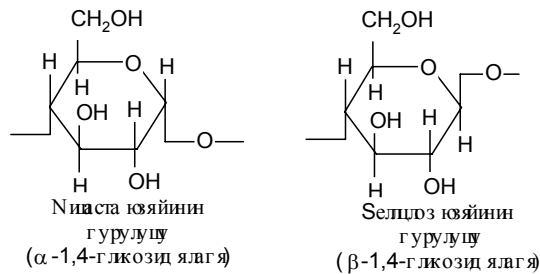
Saxaroza hidrolizə məruz qaldıqda, qlükoza və fruktoza əmələ gəlir. Fruktoza saxarozada furanoza formasındadır. Sərbəst halda fruktoza piranoza formasında olur. Hidroliz zamanı sağa fırlanma üstünlük təşkil edir və fırlanmanın işarəsi dəyişir. Çünki əmələ gələn fruktoza sağa fırlanan qlükozaya nisbətən sola qüvvətli fırladır. Bu hadisə **inversiya** adlanır. Fermentlər və turşular inversiyada katalizator rolunu oynayır.

Katalizatorların iştirakı ilə inversiya şəkəri hidrogenin köməyiylə reduksiya olunur, mannit və sorbit kimi çoxatomlu spirtləri əmələ gətirir. Alınmış heksitlərdən su ayırdıqda anhidridə bənzər birləşmə alınır. Onun metil və etil efirləri qiymətli plastifikatorlardır. Heksitlərin akril- və metakril efirləri polimerləşir və şüşəyabənzər qatran əmələ gəlir.

Saxarozanın müxtəlif turşularla əmələ gətirdiyi birləşmələr süni qatranların, yapışqanların, örtüklərin, plastmasların və digər faydalı maddələrin alınmasında mühüm rol oynayır.

Şəkərəoxşamayan polisaxaridlər

Niştasta və sellüloz polisaxaridləri qlükoza qalıqlarından ibarətdir. Onların ümumi formulu $(C_6H_{10}O_5)_n$ -dir. Sellüloz və niştastanın elementar özəyi $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$ -dən ibarətdir. Polisaxarid molekulunun əmələ gəlməsində adətən qlikozid və dördüncü hidrksil iştirak edir, 1,4-qlikozid əlaqəsini əmələ gətirir:



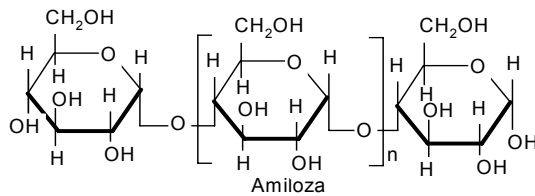
Bəzi hallarda altıncı hidroksilin hesabına 1,6-qlikozid əlaqəsi də yaranır.

Nişasta

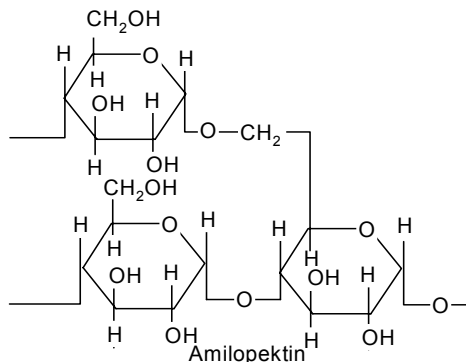
Nişasta taxıl bitkilərində, kartofda ehtiyat qida maddəsi kimi toplanır. Sənayedə onu kartofdan alırlar. Nişasta ağ rəngli tozvarı maddədir. Reduksiyaedici qabiliyyətə malik deyil. O hidrolizə uğradıqda həllolan nişasta → dekstrinlər → maltoza kimi aralıq məhsulları əmələ gətirir. Müxtəlif katalizatorlardan istifadə edərək, hidrolizi istənilən mərhələdə saxlamaq olur. Səmənidən istifadə etdikdə, nişastadan maltozanı almaq olur. Maya fermentindən və sulfat turşusundan katalizator kimi istifadə edildikdə hidroliz nəticəsində qlükoza alınır.

Nişasta ehtiyat polisaxaridi kimi iki müxtəlif formada—*amiloza* (20-30%) və *amilopektin* (70-80%) kimi bitkilərin tərkibində olur (bax şəkil 13). Nişastanın amiloza forması qarğıdalı və kalış mumunda heç rast gəlinmir. «Beyin noxudunda» isə amiloza əsas komponentdir.

Amiloza α-1,4-əlaqəsi ilə yüzrlərlə qlükoza qalıqından ibarət olan birləşmədir. Əmələ gəlmiş zəncir heç bir yerdə budaqlanmır. Budaqlanmaya olduqca az miqdarda rast gəlinir:



Aşağıdakı birləşmə hər biri 20-dən 25-ə qədər α-1,4-əlaqələri ilə qlükoza qalıqlarından təşkil olunmuş və bir neçə yüz zəncir fraqmentlərindən qurulmuş çox budaqlanmış molekul amilopektindir. Ayrı-ayrı zəncirlər bir-biri ilə əsasən α-1,6 əlaqəsi ilə birləşibdir:



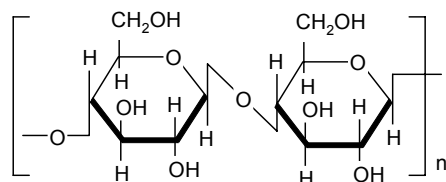
Nişasta yeyinti məhsullarının tərkibinə daxil olur. Yarışqanın hazırlanmasında və qlükozanın alınmasında tətbiq edilir.

Nişastaya ən yaxın birləşmə qlikogen (heyvani nişasta) qaraciyərdə və digər orqanlarda toplanır. İnsanın və heyvanın orqanizmində ehtiyat maddəsidir. Qlikogenin molekul kütləsi nişastaya nisbətən daha böyükdür və budaqlanma daha çoxdur.

Qlikogen nişastadan fərqli olaraq, insan və heyvan toxumasında olan ehtiyat polisaxarididir. Qlikogen az miqdarda bakteriyalarda olur. Onun molekul kütləsi 10–20 milyona çatır. Qlikogen amilopektindən daha çox budaqlanmışdır. Qlikogen əsasən qaraciyərdə və əzələlərdə olur. Çoxlu karbohidrat qəbul etdikdə qlikogenin miqdarı qaraciyərin quru kütləsinin 10%-ni təşkil edir. Qlikogen sərbəst halda və amorf halda olur. Suda kolloid məhlul əmələ gətirir.

Sellüloz

Təbiətdə sellüloz ən geniş yayılmış maddədir. Bitkilərin hüceyrələri ondan qurulmuşdur. Pambıq, süzgəc kağızı 90% sellülozdan ibarətdir. Oduncağın tərkibi əsasən sellüloz və *liqmindən* təşkil olunmuşdur:



Селлюлоз

Sellülozun molekulyar kütləsi 50000 – 500000 arasında dəyişir. Nişasta və qlükogendən fərqli olaraq sellüloz hətta qatılaşdırıldıqda belə su ilə hidroliz olunmur və yoda təsir etmir. O yalnız fermentlərin təsiri ilə hidroliz olunduqda sellüloz adlanan polisaxarid əmələ gətirir. Sellüloz molekulu bir-birilə 1-4 – qlükosid rabitəsilə birləşmiş qlükopiranoz formalı monomerlərdən təşkil olunmuşdur.

Sellülozun hidrolizindən qlükoza alınır. Aralıq məhsul kimi sellobiozaya rast gəlinir.

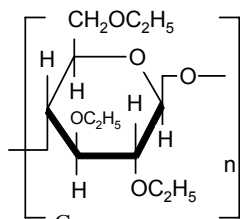
Sellüloz nişastadan halqa ilə xətti xarakterdə olan zəncirin arasında olan β -konfigurasiya əlaqəsi ilə fərqlənir.

Qlükozanın ayrı-ayrı qalıqlarının stereokimyası və xaricdən budaqlanmamış uzun zəncirdəki tək-cə yerləşmiş OH qrupunun hesabına hidrogen əlaqəsinin yaranması üçün ideal şərait yaranmışdır. Nəticədə cod suda həllolmayan lif materialı alınır. Bu isə hüceyrə divarının qurulması üçün ideal haldır.

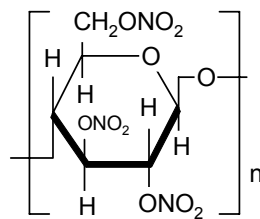
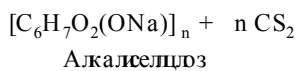
β -Əlaqəli sellüloz insan orqanizmində fermentlər tərəfindən hidroliz olunmadığı üçün qida kimi istifadə olunmur. Lakin gövşəyən heyvanların mədəsində sellülaza fermenti olduğuna görə, onlar sellülozu qida komponenti kimi istifadə edirlər.

Sellüloz *Sveyser reaktivində*, sink-xloridin qatı məhlulunda və qatı sulfat turşusunda həll olur.

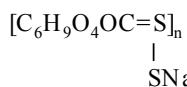
Sellüloz molekulyarında yerləşən üç hidrosil qrupundan etil efiri, nitrosellüloz, ksantogenatsellüloz, asetilsellüloz almaq olur:



Селлюлозун там
этилэфри
этилселлюлоз
 $[C_6H_7O_2(OC_2H_5)_3]_n$



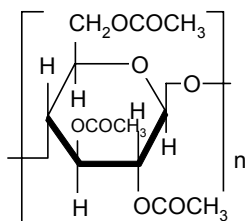
Тринитроселлюлоз
(пироксилин)
 $[C_6H_7O_2(NO_2)_3]_n$



Ксантоэнатселлюлоз

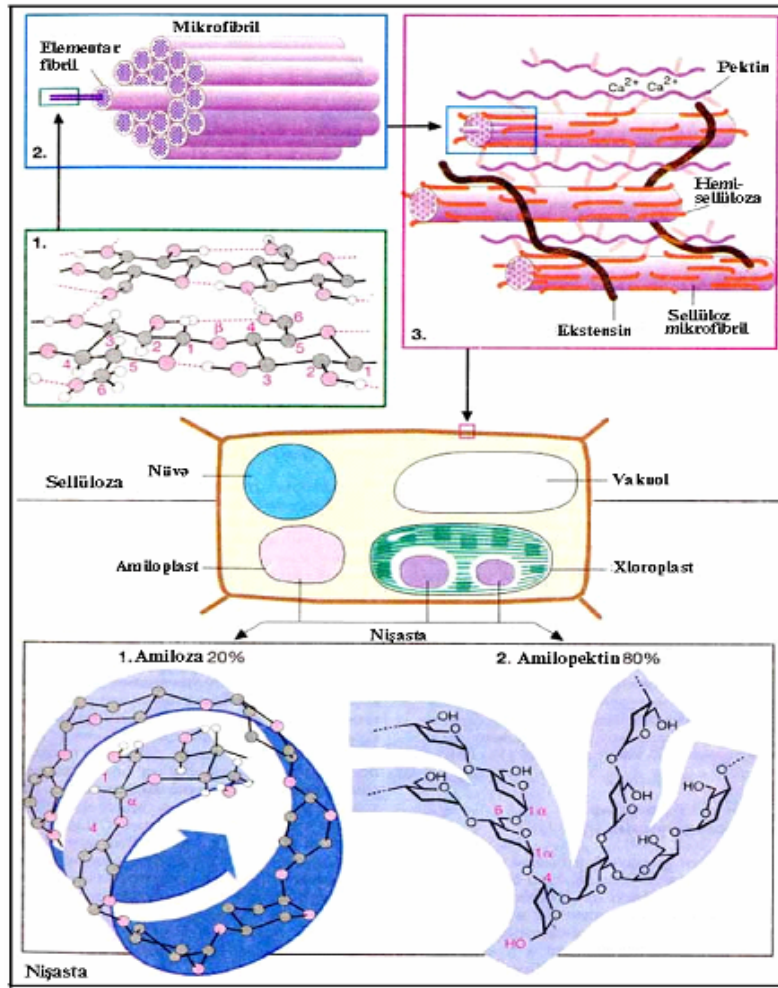
Sellüloz tam nitrolaşdırıldıqda tüstüsüz barıt deyilən partlayıcı **piroksilin** alınır. Asetilsellülozun mühüm əhəmiyyəti vardır. O nitrosellüloz kimi odadavamlı maddədir. Asetilsellülozdan örtüklər, süni ipək və kino lentləri hazırlanır.

Qlükozanın alınmasında və etil spirtinin qıvcırdılmasında sellülozdan geniş istifadə olunur:



Ацетилселлюлоз





Şəkil 13. Polisaxaridlər

LİPIDLƏR

Lipidlərin quruluşu

Bitki və heyvan mənşəli yağlar və yağabənzər maddələr lipidlərə aiddir. Lipid yunanca *lipoz*-sözündən götürülüb, mənası piy deməkdir. Adətən lipidləri iki yerə bölürlər:

1. Sadə lipidlər. Bura yağlar, sabunlar və mumlar aiddir;
2. Mürəkkəb lipidlər. Bu qrup maddələrə isə fosfatidlər, serebrozidlər və fosfosfinqozidlər aiddir. Bəzən lipidlərə azad uzunzəncirli yağ turşularını, sterinləri və mumları da aid edirlər.

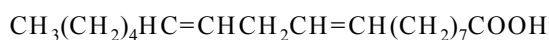
Yağların oksidləşərək parçalanması həyat fəaliyyəti üçün zəruri olan, bütün canlı orqanizmlərdə baş verən və onları enerji ilə təmin edən universal biokimyəvi reaksiyadır.

Son zamanlar lipidlərin hüceyrə membranını funksiyalaşdıran olduqca mühüm rolu aşkar edilmişdir. Hüceyrə membranının tərkibi zülal və polisaxaridlərdən başqa, 20–75%-ə qədər polyar, qeyri-polyar və neytral lipidlərdən (fosfolipidlər, sfinqolipidlər, xolesterin və yağ turşuları) təşkil olunmuşdur. Lipidlər hüceyrə membranında qalınlığı 5 nm olan polyar bimolekulyar təbəqə əmələ gətirir.

Yağlar və yağ turşuları

Təbii bitki mənşəli və heyvani yağlara əsasən qliserinin C₁₀-C₁₈ karbon atomu olan turşularla əmələ gətirdiyi mürəkkəb efirləri (*qliseridlər*) daxildir. Yağların tərkibində əsasən üç turşu palmitin, stearin, olein və az miqdarda digər turşular olur.

Təbii yağlar normal zəncirli, cüt sayda karbon atomları olan turşulardan təşkil olunmuşdur. Çox nadir hallarda bəzi yağların tərkibində izovalerian və bir sıra halqavı turşular da olur. Doymamış turşulardan təbii yağların tərkibində ən çox yayılanı olein turşusudur. Bu turşu turşuların ümumi kütləsinin 50%-dən çoxunu təşkil edir. Bəzi hallarda isə bu rəqəm 10% olur. Digər iki linol və linolen turşuları da yağlarda çox rast gəlinən turşulardır. Lakin onların miqdarı olein turşusuna nisbətən azdır.



Линолтуршусу



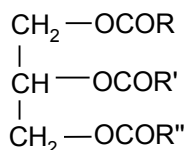
Линолен туршусу

Linol və linolen turşuları bitki yağlarında hiss ediləcək dərəcədə rast gəlinir. Heyvan orqanizmlərində isə bu yağlar əvəzəilməz yağ hesab edilir. Təbiətdə doymamış turşular *sis*-formada mövcuddur.

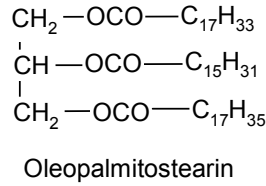
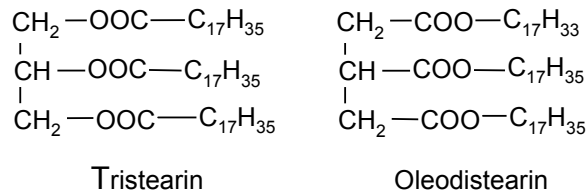
Doymuş turşular içərisində palmitin turşusunun yağlarda yayılması təxminən olein turşusuna bərabərdir. Palmitin turşusu bütün yağlarda geniş yayılaraq, yağ turşularının 15–50%-ni təşkil edir. Stearin və miristin (C₁₃H₂₇COOH) turşuları da yağlarda geniş yayılmışdır. Qoyun quyruğunda (ehtiyat yağ) və eləcə də kakao yağında stearin turşusunun faizlə miqdarı 25% və ya daha çox olur.

Qliseridlərin quruluşu

Qliseridlərin ümumi quruluşu aşağıdakı kimidir:



Qliserin molekulundakı üç hidrosil qrupu eyni turşu ilə efirləşə bilər və ya iki turşu qalığı daxil ola bilər. Elə hala rast gəlinir ki, hər bir hidrosil qrupu müxtəlif turşular ilə də efirləşə bilər:

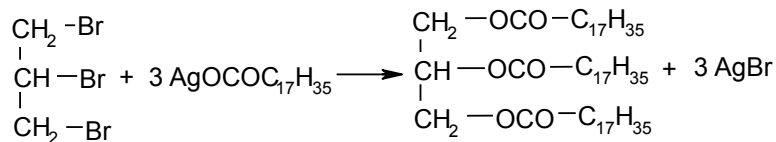


Qliseridlərdə «bərabər paylanma prinsipinə» görə turşular ehtə paylanır ki, çoxlu sayda qarışıq qliseridləri əmələ gətirir. Başqa sözlə, hər bir qliserid molekulu daha çox heterogen tərkibə malik olmağa çalışır. Məsələn, kakao yağında palmitin, stearin və olein turşusu bərabər molyar nisbətdə olur. Onun tərkibi 55% oleopalmitostearin tərkibdə, çox az miqdarda tripalmitin, triolein və tristearin halında olur. Zeytun yağının tərkibində 80% olein turşusu olmasına baxmayaraq, 30% triolein, 45% diolein ilə birlikdə palmitin, stearin və 25% linoleodiolein mövcuddur.

Qliseridlərdə turşuların müxtəlif qaydada paylanması hesabına yağlar müxtəlif fiziki xassə daşıyır.

Məsələn, kakao yağı və qoyun piyi əsas etibarilə palmitin, stearin və olein turşularının bərabər qarışığından təşkil olunmasına baxmayaraq, onlar müxtəlif fiziki xassələrə malikdir. Kakao yağı 34°C-də əridiyi halda, qoyun piyi 44-49°C-də əriyir. Həmçinin kakao yağı öz görünüşünə görə tez ovulan olduğu halda, qoyun yağı qatılaşmış ağ rəngdə olur. Birinci yağ özünü fərdi maddə kimi apardığı halda, ikincisi mürəkkəb qarışıq kimi aparır.

İlk dəfə M.Bertlo 1854-cü ildə 200°C-də mineral turşu iştirakında qliserinin yağ turşuları ilə qarşılıqlı təsirindən qliseridləri almışdır. Sonralar Vürs 1859-cu ildə 1,2,3-tribrompropanın yağ turşularının gümüş duzları ilə qarşılıqlı reaksiyasından qliserid almışdır:



Yağların fiziki xassələri

Yağları, hətta aşağı təzyiqdə vakuumda distillə etdikdə belə parçalanırlar. Doymuş karbon turşularının əmələ gətirdiyi yağlar bərk haldadır və müəyyən ərimə temperaturuna malikdir. Doymamış turşulara uyğun gələn yağlar isə maye haldadır (məsələn, kokos və balıq yağı). Əksər qliseridlər iki ərimə temperaturuna malikdir. Məsələn, təmiz tristearin yağı 71°C-də əriyir. Lakin tristearin yağını əritsək və tez dondursaq, 55°C-də əriyir. Sonradan yenidən dondursaq 71°C-də əriyəcək. Müəyyən edilmişdir ki, tristearin üç poliamorf kristallik formada əriyir: β-forma 71,5°C, β'-forma 65°C və α-forma 54,5°C-də.

Yağlar efirdə, polihalogenli törəmələrdə, karbon 2-sulfiddə, benzolda, toluolda və benzində həll olur. Yağlar suda həll olmur. Lakin su ilə emulsiya əmələ gətirirlər.

Cədvəl 4

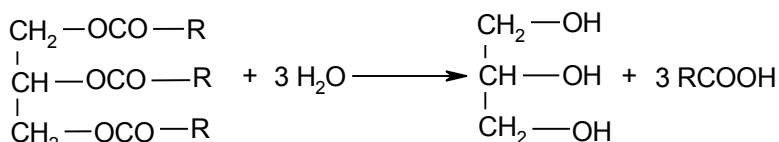
Təbii yağlardan alınmış bəzi turşular

Turşuların adları	Karbon atomlarının sayı	Formulu
Kapron	C ₆	CH ₃ (CH ₂) ₄ COOH
Kapril	C ₈	CH ₃ (CH ₂) ₆ COOH

Kaprin	C ₁₀	CH ₃ (CH ₂) ₈ COOH
Laurin	C ₁₂	CH ₃ (CH ₂) ₁₀ COOH
Miristin	C ₁₄	CH ₃ (CH ₂) ₁₂ COOH
Palmitin	C ₁₆	CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH
Stearin	C ₁₈	CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH
Araxidon	C ₂₀	CH ₃ (CH ₂) ₁₈ COOH
Doymamış turşular:		
Olein	C ₁₈	CH ₃ (CH ₂) ₇ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH
Linol	C ₁₈	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH=CHCH ₂ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH
Linolen	C ₁₈	CH ₃ CH ₂ (CH=CHCH ₂) ₃ (CH ₂) ₆ -COOH
Eruk	C ₂₂	CH ₃ (CH ₂) ₇ CH=CH(CH ₂) ₁₁ COOH

Kimyəvi xassələri

1. Hidroliz. Yağlar turşuların və qələvilərin iştirakı ilə hidrolizə və ya sabunlaşmaya məruz qalır:



Yağların hidrolizi mərhələlərlə gedir. Məsələn, tristearin əvvəlcə distearinə, sonra monostearinə və axırda stearin turşusu və qliserinə hidroliz edir. Hidrolizin aparılmasında ən səmərəli katalizator sulfoturşular hesab olunur. Yağların hidrolizində gənəgərçək bitkisindən alınan lipaza fermentindən də istifadə olunur.

2. Birləşmə reaksiyası. Maye yağların tərkibində doymamış turşular olduğuna görə hidrogeni, brom və yodu özünə birləşdirir.

Maye fazada, 160–200°C-də 2–15 atmosfer təzyiqində, nikel katalizatorunun iştirakı ilə yağlar hidrogenləşir. Hidrogenləşmədən alınan marqarini uzun zaman saxlamaq üçün təbii emulqatorlardan – yumurta sarısı və ya lesitindən istifadə edilir.

3. Yağların qaxsıması. Yağlar havada qaldıqda qaxsıyır və pis iy verir. Eyni zamanda acı dadı olur. İki cür qaxsıma mövcuddur: hidrolitik və oksidləşmə. Hidrolitik qaxsınma fermentlərin və ya mikroorqanizmlərin təsiri ilə baş verir və sərbəst turşuların əmələ gəlməsinə səbəb olur. İnek yağı qaxsımaya uğrayanda kiçik zəncirli yağ turşuları əmələ gəlir, yağın dadı acı olur və pis iy verir.

Oksidləşmə qaxsımasında yağ molekulu kiçik zəncirli aldehidlərə və ketonlara çevrilir. Yağların oksidləşməsi temperaturun, işığın, nəmin artması ilə sürətlənir. Bunun qarşısını almaqdan ötrü antioksidantlardan (polifenollar, ionol) istifadə edilir.

4. Yağların polimerləşməsi. Yağların polimerləşməsi və avtooksidləşməsi çox mühüm reaksiyalardan biridir. Bu nöqtəyi-nəzərdən bitki yağları quruyan, yarımquruyan və qurumayan yağlara bölünür.

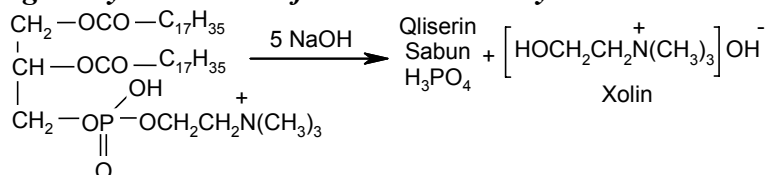
Quruyan yağlar havada qaldıqda üzvi həlledicilərdə həllolmayan nazik örtük əmələ gətirir. Onların bu xüsusiyyətlərindən lakların və boyaların alınmasında istifadə edilir. Quruyan yağlara kətan yağını, yarımquruyanlara günəbaxan və pambıq yağını, qurumayanlara zeytun və badam yağını misal göstərmək olar.

Mürəkkəb lipidlər

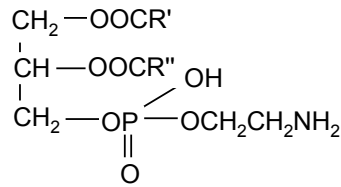
Baş və onurğa beyinin toxumalarında zülal, xolesterin və fosfolipidlər–fosfatidlər olur.

Fosfatidləri hidroliz etdikdə qliserin, ali karbon turşuları, fosfat turşusu, aminspirtlər və ya digər birləşmələr alınır.

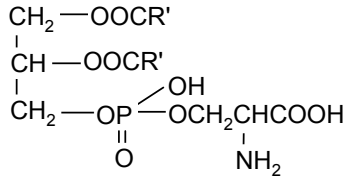
Tərkibində qliserinin iki hidrosil qrupunun müxtəlif turşularla (stearin və olein), digər birinin isə fosfoxolin qrupu ilə əmələ gətirdiyi mürəkkəb efirlərə lesitinlər deyilir:



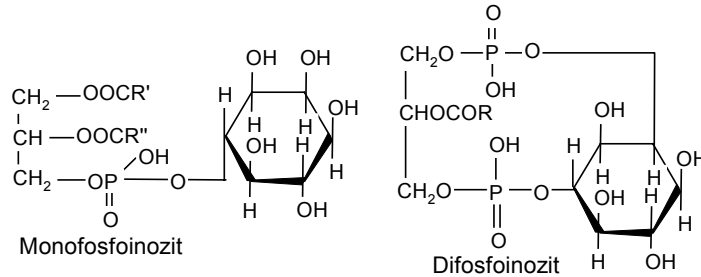
Qliserinin digər mürəkkəb efirləri kefalinlərdir. Kefalinlər (*kephale*-yunanca baş deməkdir) baş beyin toxumalarında olur. Kefalinlərin tərkibinə palmitin, stearin, olein turşuları və etanolamin daxil olur:



Serinfofatidin tərkibində serin amin turşusu olur:

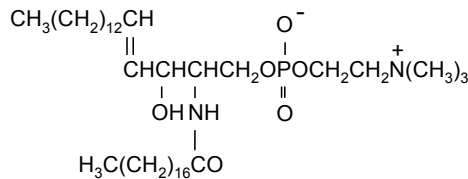


İnozinfofatidlərin tərkibinə altı atomlu halqavı inozit spirti daxildir:

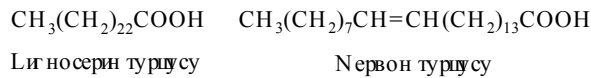


Fosfatidlər konsistentli mumlar olub, ağ rəngli hiqroskopik maddələrdir. Onlar səthi-aktiv xassə göstəririlər. Su ilə digər mayelərin sərhədində fosfatidlər səthi gərilməni aşağı salır.

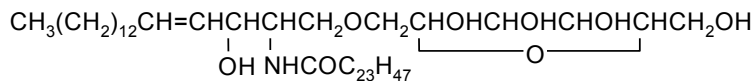
Bəzi yağa oxşar maddələrə fosfosfinqozidlər və serebrozidlər də daxildir. Fosfosfinqozidlər və ya sfinqomielinlər yağ turşularından, fosfat turşusu, əsasi xassə daşıyan xolin və sfinqozindən ibarətdir:



Sfinqomielinləri hidroliz etdikdə, palmitin, stearin, liqnoserin və nervon (selaxol) kimi dörd turşunu əmələ gətirir:



Serebrozidlər və ya qlikosfinqozidlər mürəkkəb efirlər olub, qlikozidlərə aiddir. Onlar sfinqozin, yağ turşuları, D-qlükoza və ya D-qalaktozadan təşkil olunubdur:



Mumlar

Mumlar əsasən ali doymuş və doymamış birəsaslı turşuların biratomlu spirtlər ilə (C₁₆-C₃₆) əmələ gətirdiyi mürəkkəb efirləridir. Mumların tərkibində sərbəst turşular, sərbəst spirtlər və karbohidrogenlərə rast gəlinir.

Öz tərkibinə və təbiətdə yayılmasına görə mumlar bitki və heyvani mənşəli olur. Bitkilərdə mumlar qoruyucu vasitə rolunu oynayır. Yarpaqlar, meyvələr mumlar ilə örtüldüyünə görə onlar xarici zərərvericilərdən qorunur.

Bitki mumlarına palma yarpağından alınan karnaib və kandelil mumunu misal göstərmək olar. Spermasit heyvani muma aiddir. Onu qaşalotun (dişli balina) beynindən alırlar. Spermasitin tərkibi əsasən palmitin turşusunun efirindən ibarətdir:



Arı mumunun tərkibini C₂₄-C₃₄ spirtlərinin palmitin və serotin turşuları ilə əmələ gətirdiyi efirlər təşkil edir:



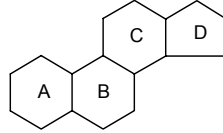
Çin mumu isə serotonin turşusunun seril efrindən ibarətdir:



Mumlar litoqrafiyada, qalvanoplastikada və müxtəlif kremlərin, məlhəmlərin, eləcə də pomada və sabunların hazırlanmasında istifadə edilir.

Steroidlər

Molekullarında tsiklopentanfenantren skeletinin tam hidrogenləşmiş məhsulunun mövcudluğu təbii birləşmələrin geniş yayılmış sinfi olan steroidlərin əsasını təşkil edir:



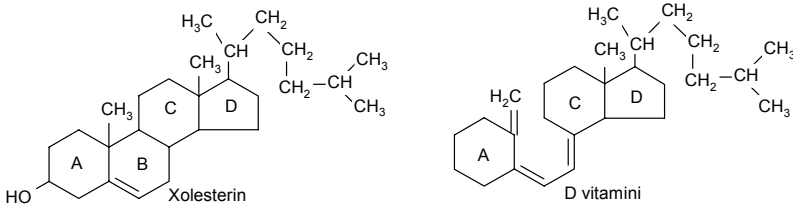
Bu sinif birləşmələrə öd turşuları, cinsiyyət və böyrəküstü vəzilərinin hormonları, sterinlər, müxtəlif strofant növləri və digər maddələr daxildir.

Sterinlər

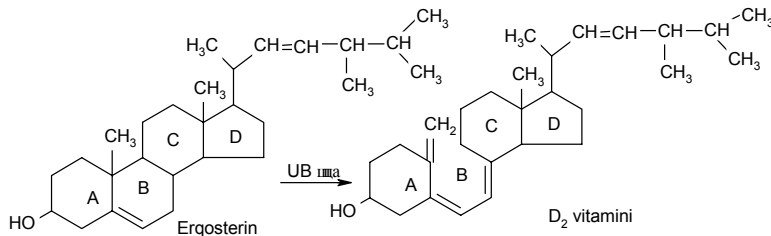
Tərkibində üç altüzlü və bir beşüzlü halqadan ibarət olan dörd kondensləşmiş (A,B,C,D) tsikl saxlayan biratomlu spirtlərə sterinlər deyilir. Heyvanlar və bitkilər aləmində sterinlər geniş yayılmışdır.

Sterinlər içərisində ən tez elmə məlum olanı xolesterindir. Xolesterin yunan sözü olub, mənaca *xole* öd, *stereo* isə bərk deməkdir. Onun brutto formulu $C_{27}H_{45}OH$ şəklindədir.

İnsan orqanizminin bütün üzvlərində xolesterinə efir şəklində rast gəlinir. Xüsusilə, əsəb hüceyrələrinin və beynin tərkibində çoxlu miqdarda xolesterin vardır. Onun quruluş formulundan görünür ki, **B** halqasında bir ikiqat əlaqə, **A** halqasında isə hidroksil qrupu yerləşir:



D vitaminin quruluş formuluna nəzər yetirdikdə onun xolesterinə oxşadığını görürük. Bitki mənşəli sterin olan erqosterin də ($C_{28}H_{43}OH$) sterinlərə aiddir. Erqosterini mayadan ayırmaq mümkündür. Erqosterini ultrabənövşəyi şua ilə şualandırdıqda **B** halqası açılır, balıq yağının tərkibində olan və *antiraxit* xassə göstərən D vitamini əmələ gəlir.



VİTAMİNLƏR

Uzun müddət fizioloqlar arasında belə rəy hökm sürürdü ki, canlı orqanizmin iş fəaliyyəti və sağlamlığı üçün zülallar, yağlar, sulu karbonlar və az miqdarda mineral duzlar lazımdır. 1882-ci ildə Rus alimi N.İ.Lunin müəyyən etdi ki, yuxarıdakı qeyd edilən maddələrdən başqa xüsusi maddələrin olması da zəruridir. Polyak alimi K.Funk bu maddənin vitamin olmasını sübut etdi. O, ilk dəfə düyüdən alınan tiamin (B₁) vitaminində azot elementi olduğu üçün vitamin adını vermişdir. Vitamin sözü «vita» latınca həyat mənasını verir. Ona görə də vitamin həyatın amini deməkdir. Əslində sonralar müəyyən edildi ki, heç də vitaminlərin hamısının tərkibində azot və ya amin yoxdur. Məsələn: A, C, K, D, E və digərləri.

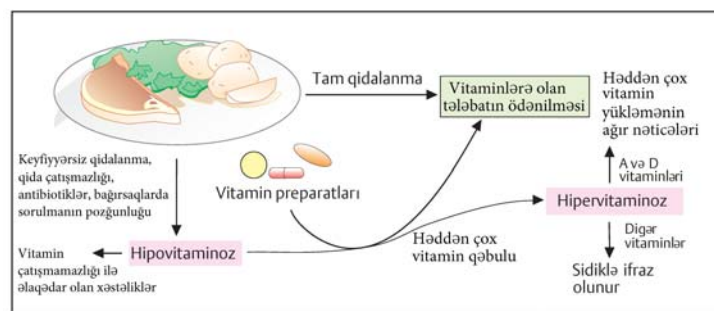
Vitamin nədir? – *Canlı orqanizmin normal fəaliyyətində zəruri olan, sintezi orqanizmdə məhdud və ya bütünlüklə mümkün olmayan kiçikmolekul çəkili üzvi maddələrə vitamin deyilir.* Orqanizmdə vitamin sintezi olduqca məhdud və ya yoxdur. Qidada vitaminlərin çatışmazlığı bir neçə xəstəliklərin (skorbut, beri-beri, raxit, kseroftaliya) baş verməsinə səbəb olur. Məlumdur ki, vitaminlərin mənbəyi insanın qəbul etdiyi qidadır və bağırsağ bakteriyalarıdır. Bağırsağ bakteriyaları bir sıra vitaminlərin sintezində iştirak edir. Vitaminlər digər qida məhsullarından fərqli olaraq, kofermentlərin əmələ gəlməsində iştirak edir. Onlar olmasa fermentlərin normal funksiyası mümkün deyil. Məhz buna görə də, vitaminlər bioloji proseslərin tənzimləyicisidir.

Orqanizmdə vitaminlərin çatışmazlığı iki formada özünü göstərir: az olduqda «mənfi» balans; artıq olduqda «müsbət» balans.

Orqanizmdə vitamin çatışmazlığı hipovitaminoz adlanır. Olduqca məhdud halda çatmadıqda buna avitaminoz deyilir. Orqanizmin toxumalarında vitaminlərin artıq miqdarda toplanmasına hipervitaminoz deyilir. Bu yağda həllolan vitaminlərə aiddir. Hipovitaminoz və avitaminoz halları orqanizmin böyüməsini dayandırır. Hipovitaminoz iki cür olur: ekzogen və endogen. Ekzogen hipovitaminoz rəssional qidalanmadıqda baş verir. Endogen hipovitaminoz zamanı vitaminlərin sorulması pozulur və daşınmasında koferment yaranmır. Xüsusilə, hamilə qadınlarda E vitamini və hemoqlobin azalır. Hipovitaminoz zamanı müəyyən simptomlar üzə çıxır: iştah azalır, mədə-bağırsağ pozğunluğu, güclü baş ağrısı, sinir sisteminin pozulması, saçın tökülməsi, dərinin qabıq qoyması və s. Hipovitaminoz bəzən ölümlə nəticələnir. Hipervitaminozda tutulmaq çoxlu qida maddələri və s. qəbul edilməsi (yağda həllolan A vitamini ağ ayının və balinanın ciyəri) nəticəsində olur.

Provitaminlər

Bəzi vitaminlər qida ilə daxil olduqda toxumalarda vitaminlərə çevrilir (yarımvitamin çevrilir lazımi vitaminə). Buna provitaminlər deyilir. Başqa sözlə bunlar, toxumalarda bir-birinə ötürülür, suda həllolan hala keçir, kofermentlərə çevrilir və mürəkkəb fermentlərin tərkibini təşkil edir (Bax şəkil 14). Sonra isə koferment metabolizmə uğrayır və orqanizmdən kənar edilir. Fermentlərin orqanizmdə yaşama müddəti azdır.



Şəkil 14. Orqanizmin vitaminlərlə təmin olunması

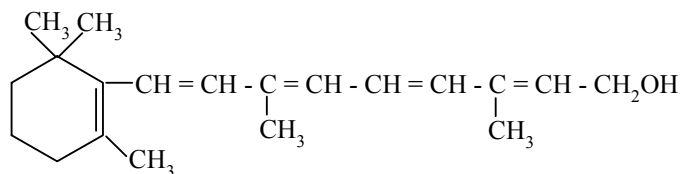
Vitaminlərin təsnifatı

Hal-hazırda otuza qədər üzvi birləşmələr vardır ki, onları vitaminlərə aid edirik. Vitaminlər öz fiziki-kimyəvi xassələrinə görə iki yerə bölünür:

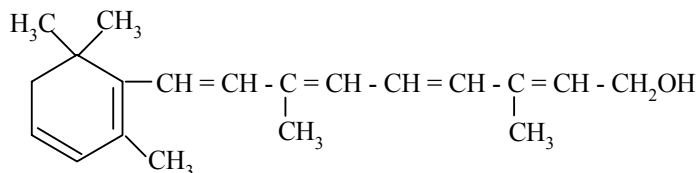
1. Yağda həllolanlar-A(retinol), D(kalsiferol), E (tokoferol), K (naftoxinon) (Bax şəkil 15)
2. Suda həllolan vitaminlər–B₁ (tiamin), B₂ (riboflavin), B₃ (pantoten turşusu), B₅ (PP vitamini, niasin), B₆ (piridoksin), B₉ (folasin və ya fol turşusu), B₁₂ (sianokobalamin), H (biotin), C (askorbin turşusu). Vitaminəoxşayan yağda həllolan vitaminlər: F (yağ turşusunun esensiyası), Ubixinon (koferment). Vitaminlərə oxşayan suda həllolan maddələr: B₄ (xolin), vitamin P (bioflavonoidlər), B₈ (inozit), lipoy turşusu, B_t (karnitin), B₁₃ (orat turşusu), B₁₅ (panqam turşusu), U vitamini (S-metilmetionin) və p-aminobenzoy turşusu (PABT)

Yağda həllolan vitaminlər

Vitamin A (Retinol)



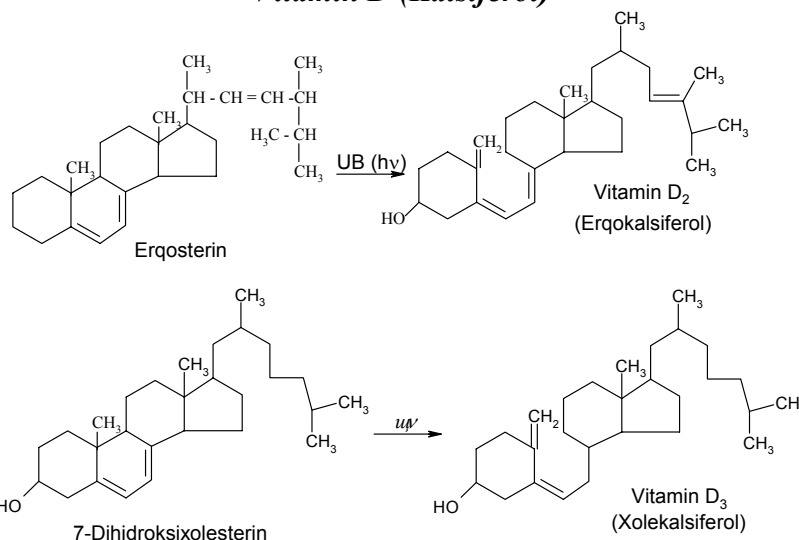
A₁-Retinol



A₂-Retinol

Vitamin A əsasən heyvanların toxumalarında, donuzun və qara malın qaraciyərində, yumurta sarısında, süddə olur. Yerkökü, çuğundur, pomidor, kəmərinin tərkibində rast gəlinir. Vitamin A əsasən asetat və palimtat şəklində istifadə olunur. Dəri yaralananda, göz xəstəliklərində, mədə-bağırsaq xəstəliklərində tətbiq olunur. İnsanın A vitamininə olan gündəlik tələbatı gündə 2,5 mq-dır. A qrupuna daxil olan vitaminlər müxtəlif bioloji aktivliyə malikdir. Məsələn: retinal boy artma və sümük və epitelial toxumanın qoruma funksiyasını daşıyır. Digər tərəfdən o cinsiyyət hormonlarını da stimullaşdırır. Retinal isə (aldehid qrupu) opsin zülalı ilə birləşərək görmə pigmenti olan rodopsini əmələ gətirir. Orqanizmdə vitamin A-nın çatışmazlığı toyuq korluğu və digər xəstəliklərə qarşı müqaviməti azaldır.

Vitamin D (Kalsiferol)

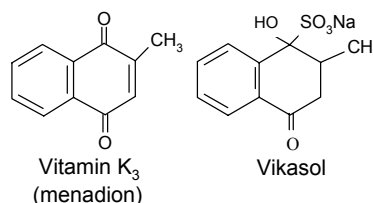
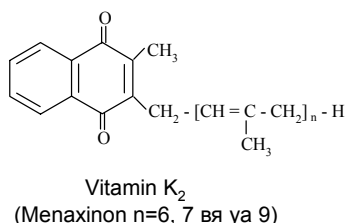
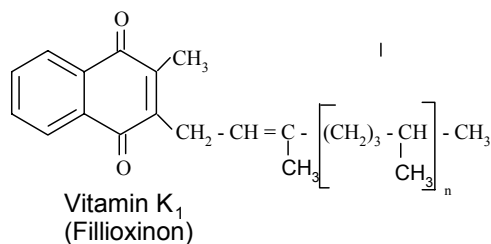


Vitamin D qaraciyər, kərə yağı kimi heyvani məhsullarda və həmçinin mayada, bitki yağlarında rast gəlinir. Vitamin D ilə zəngin olan balıq qaraciyəridir. D vitamini çatmayan xəstələr balıq yağından istifadə edir. Vitamin D-yə uşaqlarda gündəlik tələbatı 12-25 mq-dır. Böyüklərdə isə bundan 10 dəfə azdır. Vitamin D kalsium kationunu və fosfat anionunu hüceyrə membranı vasitəsilə qana daşınmasını tənzim edir. Bu tənzimləyici əsasən aşağıdakı üç prosesdə özünü göstərir:

1. Kalsium və fosfat ionlarının daşınması nazik bağırsağın epitel qişası ilə sorulur;
2. Kalsium ionları sümük toxumasında səfərbər olunur;
3. Böyrək kanallarında göstərdiyimiz ionlar absorbsiya olunur.

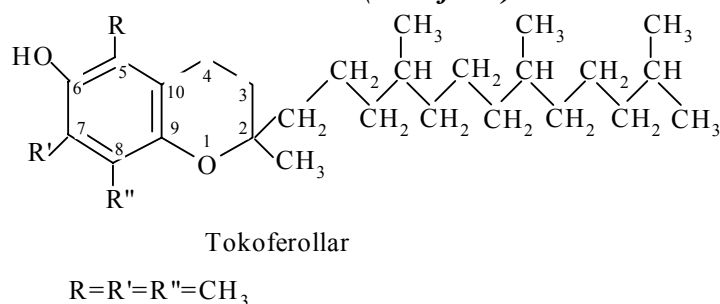
D vitamini çatışmazlığı raxit xəstəliyinin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Raxit xəstəliyinə tutulduqda, yuxarıdakı üç proses baş verir. Bu hadisələrin nəticəsində kalsium və fosfat ionları azalır və sümükdə mineralaşma pozulur. Raxitə tutulmuş xəstələrdə döş qəfəsindəki və kəllədəki sümüklər deformasiyaya uğrayır. Təbabətdə raxit xəstəliyi və sümük vərəmini müalicə etmək üçün balıq yağından və erqokalsiferol (D₂) və ya xolekalsiferoldan (D₃) istifadə edilir.

Vitamin K₁ (Naftoxinonlar)



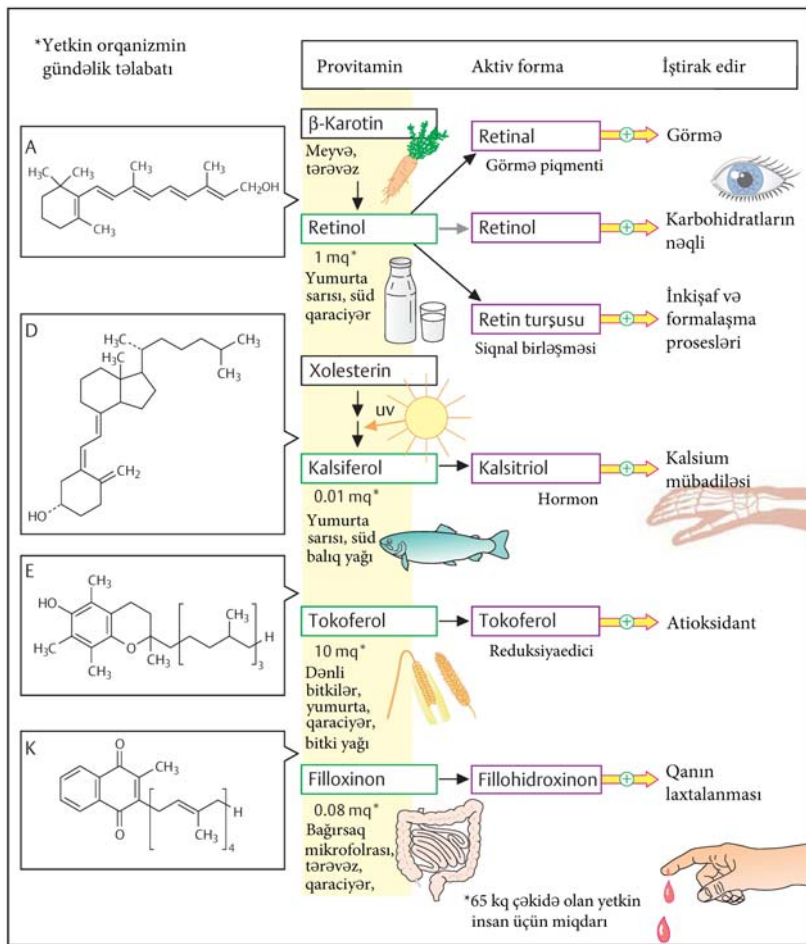
Vitamin K əsasən bitkilərdə (kələm, ispanaq) və bəzi meyvələrdə və qaraciyərdə rast gəlinir. Bundan əlavə nazik bağırsaqda olan bakteriyalar K vitaminini sintez edir. Vitamin K-ya gündəlik tələbat 0.2-0.3 mq-dır. Filloxinon və onun törəmələri əsasən bitkilərdə olur və qida ilə insan qəbul edir. Menaxinon (K₂) isə bağırsaq bakteriyaları vasitəsilə yaranır və ya orqanizmin toxumalarında naftoxinon dəyişikliyə uğrayır, nəticədə menaxinon əmələ gəlir. Vitamin K-nın sintetik dərmanları menadion, vikasol və sinkavitdir. Vitamin K orqanizmdə qanın laxtalanmasını tənzim edir və onun bəzi komponentlərinin yaranmasına kömək edir. Faktor (2) protrombin, faktor (7) prokonvertin, faktor (9) kristmasa, F (10) stüaratdır. Vitamin K protrombinin əlavə məhsulu olan preprotrombinin əmələ gəlməsində iştirak edir. Bu proses qaraciyərdə baş verir. K vitamininin çatışmamasının əlaməti qanaxmadır və bu zaman qan laxtalanmır. Tibbdə K vitamini kimi menadion və vikasoldan istifadə edilir.

Vitamin E (Tokoferol)



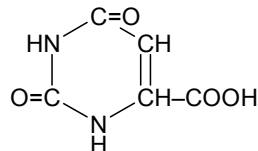
Tokoferol sözü yunancadan tokos – döl, phero – daşıyan sözlərinin birləşməsindən ibarət olub döldaşıyan mənasını verir.

Tokoferolların əsas mənbəyi bitki mənşəli: zeytun, günəbaxan, qarğıdalı, pambıq yağıdır. Qeyd etmək lazımdır ki, vitamin E ilə ən zəngin buğdanın rüşeymidir. İnsanın E vitamininə olan gündəlik tələbatı 15 mq-dır. Tokoferollar canlı hüceyrədə baş verən sərbəst radikal reaksiyanın sürətini azaldır. Bununla da bioloji membranlardakı doymamış lipidlərdə baş verən oksidləşmə reaksiyasına mane olur. Vitamin E əsasən sonsuzluğun, vaxtından əvvəl hamiləliyin pozulması, qaraciyər xəstəliklərində istifadə olunur.



Şəkil 15. Yağda həllolan vitaminlər

Orot turşusu (B₁₃)

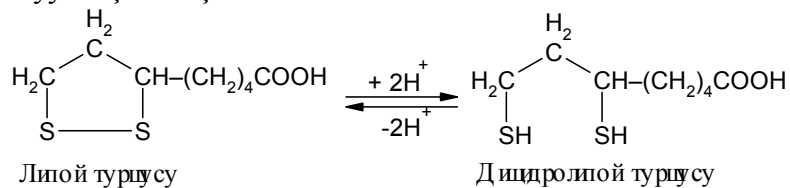


Orot turşusu heyvani məhsullarda geniş yayılmışdır. Pirimidin əsaslarının (urasil, timin, sitozin) və nukleotidlərin biosintezində orot turşusu ilkin məhsul (sələf) rolunu oynayır.

O zülalın sintezini stimülə edir, hüceyrənin bölünməsində heyvanların və bitkilərin inkişafına kömək edir. Vaxtsız doğulmuş uşaqların boyunun artmasında, bəzi anemiya hallarında, qanın əmələ gəlmə prosesində orot turşusundan istifadə edilir. Həmçinin infarkt miokarda, əzələlərin distrofiyasında orot turşusu tətbiq edilir.

Lipoy turşusu

Keçən əsrin 50-ci illərində mayada və qaraciyər toxumalarında heç bir vitamindən aid olmayan, turş süd bakteriyalarının artmasına təsir edən faktoru olan birləşmə tapılmışdır. Bu kristallik maddənin α-lipoy turşusu və ya başqa sözlə, 1,2-tioliol-5-valerian turşusu olduğu müəyyənləşdirilmişdir:



Yuxarıdakı reaksiya formullarından görünür ki, lipoy turşusu oksidləşmiş (-S-S) formada və reduksiya olunmuş (SH) formada olaraq, koferment funksiyasını həyata keçirir. Lipoy turşusu, xüsusən çoxkomponentli fermentativ sistemlərin tərkibində oksidləşmək və asil qrupunun köçürülməsində əvəzsiz rol oynayır. Onun əsas

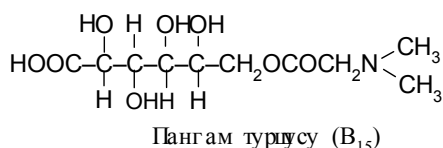
funksiyası toxumalarda piroüzüm və α -ketoqlutar turşularının oksidləşdirici dekarboksilləşməsində birbaşa dekarboksilləşməsidir. Lipoy turşusu, həmçinin tiaminpirofosfatın prostatik qrupu olmaqla yanaşı AK_6SH mürəkkəb multiferment piruvat və ketoqlutar-dehidrogenaza sisteminə xidmət edir. Təəssüflər olsun ki, hal-hazırda lipoy turşusunun istər canlıların, istər bitkilərin və eləcə də mikroorqanizmlərin toxumalarında biosintezi haqqında dəqiq məlumatlar yoxdur.

Tibbi praktikada qaraciyərin zədələnməsində, şəkərli diabetdə, ağır metallarla zəhərləndikdə lipoy turşusundan və ya onun amidindən istifadə olunur.

Vitamin B₁₅ (Panqam turşusu)

İlk dəfə 1950-ci ildə öküzün qaraciyərinin ekstraksiyasında vitamin B₁₅ müşahidə olunmuşdur. Elə buna görə də, panqam sözü yunanca pan – hər yerdə, qami – toxum sözündən götürülmüşdür. Hal-hazırda tibbdə panqam turşusundan bir sıra xəstəliklərin – maddələr mübadiləsində, xüsusilə, transmetilləşmə reaksiyasında istifadə edilməsinə baxmayaraq, insanda B₁₅ vitamini ilə əlaqədar nə avitaminoz, nə də hipervitaminoz halı müşahidə olunmamışdır. Panqam turşusunun preparatı bəzi oksigen aclığında və qaraciyərin yenidən yağlanması yaxşı təsir göstərir.

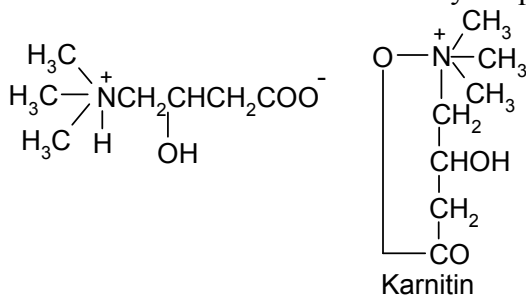
Kimyəvi nöqteyi-nəzərdən panqam turşusu qlükon turşusunun dimetilləşməsilə əmələ gətirdiyi efirdən ibarətdir:



Vitamin B₁₅-in bioloji rolu hələ tam öyrənilməmişdir. Bəzi ədəbiyyat məlumatlarına görə xolin, xolinfosfatid və kreatinin biosintezində B₁₅ vitamini metil qruplarının mənbəyi rolunu oynayır. İnsan üçün B₁₅ vitamini mənbəyi rolunu qaraciyər, bitkilərin toxumu, maya və s. oynayır. İnsanın B₁₅ vitamininə olan gündəlik tələbatı hələ müəyyən edilməmişdir.

Karnitin (vitamin B₁)

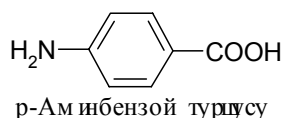
Karnitin ət məhsullarında geniş yayılmışdır. Karnitin latınca cansız sözündən götürülüb, mənaca ət deməkdir. Karnitin heyvanların əzələlərində, bakterialarda və bitkilərdə rast gəlinir. Bəzi həşəratların süfrələrində də karnitin olur. Ali heyvanlarda karnitin lizinin çox mərhələli sintezindən alınır. Onun kimyəvi quruluşu aşağıdakı kimidir:



Karnitin yağ turşularının uzun zəncirli qrupu lipid fazadan membrana və oradan mitoxondriyə və digər orqanlara daşınmasında iştirak edir. Ona görə də karnitin yağ turşularının oksidləşmə prosesinə həlledici təsir göstərir və ondan enerji alınır. Tibbdə D, L və L-karnitinxloriddən steroid olmayan anabolik vasitə kimi istifadə olunur.

p-Aminbenzoy turşusu

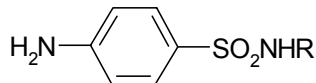
p-Aminbenzoy turşusunun öyrənilməsi, onun ixtira edilməsi və onun mikroorqanizmlərinin çoxalma faktoru kimi təsiri birinci növbədə praktikada sulfamid preparatlarının tətbiqi ilə sıx əlaqədardır. Mayanın ekstraktının tərkibində təmiz halda ayrılan və onun boy artımına təsiri öyrənildikdən sonra p-aminbenzoy turşusunun aşağıdakı quruluşa malik olduğu sübut edildi:



p-Aminbenzoy turşusunun vitamin xassəsi daşınması ehtimal ki, onun fol turşusunun tərkibinə daxil olması ilə

əlaqədardır. p-Aminbenzoy turşusu bərk ağ kristal halında olub, suda pis, etil spirti və etil efirində yaxşı həll olur. O, turş qələvi mühitdə belə qaynadıldıqda parçalanmır. p-Aminbenzoy turşuya ehtiyac olduqda, onu mikroorqanizmlər, məsələn, vərəmin mikrobakteriyaları və eləcə də heyvanların orqanizmində sintez olunur. Artıq tamamilə sübut edilmişdir ki, saçın piqmentləşməsində, yunun, lələyin və dərinin normal böyümə prosesində p-aminbenzoy turşusuna ehtiyac vardır. Həmçinin bu vitaminə bənzər birləşmənin dəriyə normal rəng verən melaninin biosintezində həlledici ferment olan tirozinazaya aktivləşdirici təsiri müəyyən edilmişdir.

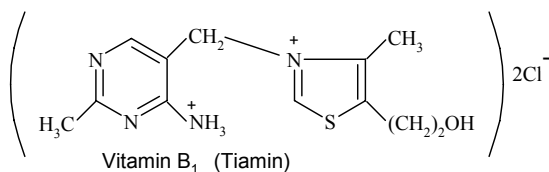
Tibbi praktikada p-aminbenzoy turşusunun sturuktur analoqu olan antibakterial xassə daşıyan sulfamid preparatlarından geniş istifadə olunur.



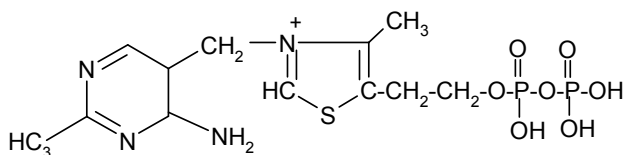
Ehtimal edilir ki, p-aminbenzoy turşusu sulfamid preparatları quruluşca oxşar olduğuna görə mikroorqanizmin ferment sisteminin boy artmasına və çoxalmasının dayandırılmasında rəqabət apara bilər. p-Aminbenzoy turşusunun koferment funksiyası bu günə qədər aydınlaşdırılmamışdır. Lakin o fol turşusunun kofermenti olaraq mübadilə prosesində iştirak etdiyi müəyyən edilmişdir.

İnsan orqanizmi üçün p-aminbenzoy turşusunun qida mənbəyi qaraciyər, böyrək, ət, maya hesab olunur. Süddə, yumurtada, kartof, çörək, yerləyində və ispanaqda azlıq təşkil edir.

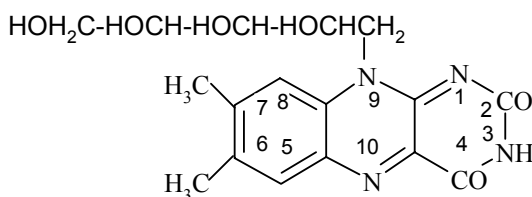
Suda həll olan vitaminlər *Vitamin B₁ (Tiamin)*



Vitamin B₁ (bax şəkil 16) kobud üyüdülmüş buğda ununda, noxud, lobya, ətdə rast gəlinir. Gündəlik tələbat 1–3 mqr-dır. Tiaminfosfat–transketolaza, piruvatdehidrogenaza və 2-oksaqlütardehidrogenaza ferment kompleksinin tərkibinə daxildir. Tiamin toxumaları metabolizmə uğradan tiamindifosfatın tərkibinə daxildir. Tiamindifosfat (TDF) mitoxondrilərdə piruvatın və 2-oksiqlütaratın oksidləşməsinə kömək edir. TDF orqanizmdə baş verən biokimyəvi proseslərin, məsələn: yağların, steroidlərin, nuklein turşularının, ribozo-5-fosfatın sintezinə kömək edir. Vitamin B₁ çatışmadıqda beri-beri xəstəliyi, ürək-damar və əsəb xəstəlikləri baş verir. Habelə həzm orqanlarının pozulmasına səbəb olur. Vitamin B₁ çatmadıqda aşağıdakı əlamətlər olur: əzələ toxuması yığılır, iştah və mədə şirəsi azalır. Belə halda taxikardiya, ürək çatışmazlığı, qıcolma olur. Tibbdə tiaminin və tiamindifosfatın müxtəlif formalarından istifadə edilir. Məsələn, kərkəboksilaza – tiamindifosfatdan taxikardiyanın müalicəsində istifadə olunur.



Vitamin B₂ (Riboflavin)

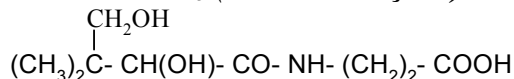


Riboflavin

B₂ qida ilə qəbul edilir və yə bağırsaqlarda bakteriyaların köməyiylə əmələ gəlir. Riboflavin qaraciyərdə, böyrəklərdə, yumurtanın sarısında və kəsmikdə olur. Bitkilərdə riboflavinə az rast gəlinir. İnsanın riboflavinə olan gündəlik tələbatı 2-4 mqr-dır. Flavin kofermentləri hüceyrədə baş verən çoxsaylı oksidləşmə reaksiyasında iştirak edir. Tənəffüs

zəncirində elektron və protonların daşıyıcısı rolunu oynayır. Piruvatın, suksinatın, 2-oksiqlütaratın, α -qliserofosfatın, yağ turşularının mitoxondridə oksidləşməsində, həmçinin biogen aminlərin oksidləşməsində iştirak edir. Orqanizmdə riboflavin çatışmadıqda toxumalarda onların koferment forması azalır. Həmçinin dərinin epitelinin pozulması baş verir. Dodaqda, ağızda selikli qişanın qurumsı baş verir. Bunun nəticəsində ağız boşluğunda, dodaqda çatlar əmələ gəlir. Tibbi təcrübədə bir sıra riboflavin və onun kofermentlərindən istifadə edilir. Xüsusilə, flavinmononukleotid (FMN) preparatlarından istifadə edilir. Tibbi təcrübədə riboflavin və onun koferment preparatları hiporiboflaminoz və həmçinin dəri və göz xəstəliklərinin müalicəsinə kömək edir.

Vitamin B₃ (Pantoten turşusu)

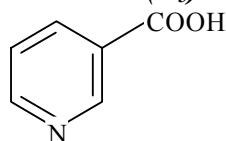


Pantoten turşusunun AK_0SH tərkibinə daxildir. Pantoten turşusunun mənbəyi bağırsaqlarda olan bakteriyalardır. Digər tərəfdən pantoten turşusu qaraciyərdə, yumurta sarısında, balıqda, süddə və paxlalı bitkilərdə olur. Vitamin B₃-ə gündəlik tələbat 10 mq-dır. Pantoten turşusu bir sıra biokimyəvi reaksiyalarda koferment rolunu oynayır. Hüceyrələrdə HSK₀A-da olur və aşağıdakı proseslərin getməsində iştirak edir:

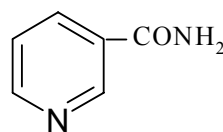
1. Yağ turşularında asetatları aktivləşdirir;
2. Yağ turşularını oksidləşdirir;
3. Xolesterin və digər steroidləri sintez edir;
4. Asetilxolini sintez edir;
5. Piruvat və oksiqütaratı oksidləşdirir;
6. Hippur turşusunu əmələ gətirir;
7. Biogen aminləri zərərsizləşdirir;
8. Asetilqlükozamini sintez edir.

Vitamin B₃ çatmadıqda dəri zədələnir, saç tökülür, sinir sistemi pozulur. Ona görə də, tibbi təcrübədə kalsium-pantotenatdan geniş istifadə edilir.

Vitamin PP (B₅) nikotin turşusu və ya niasin



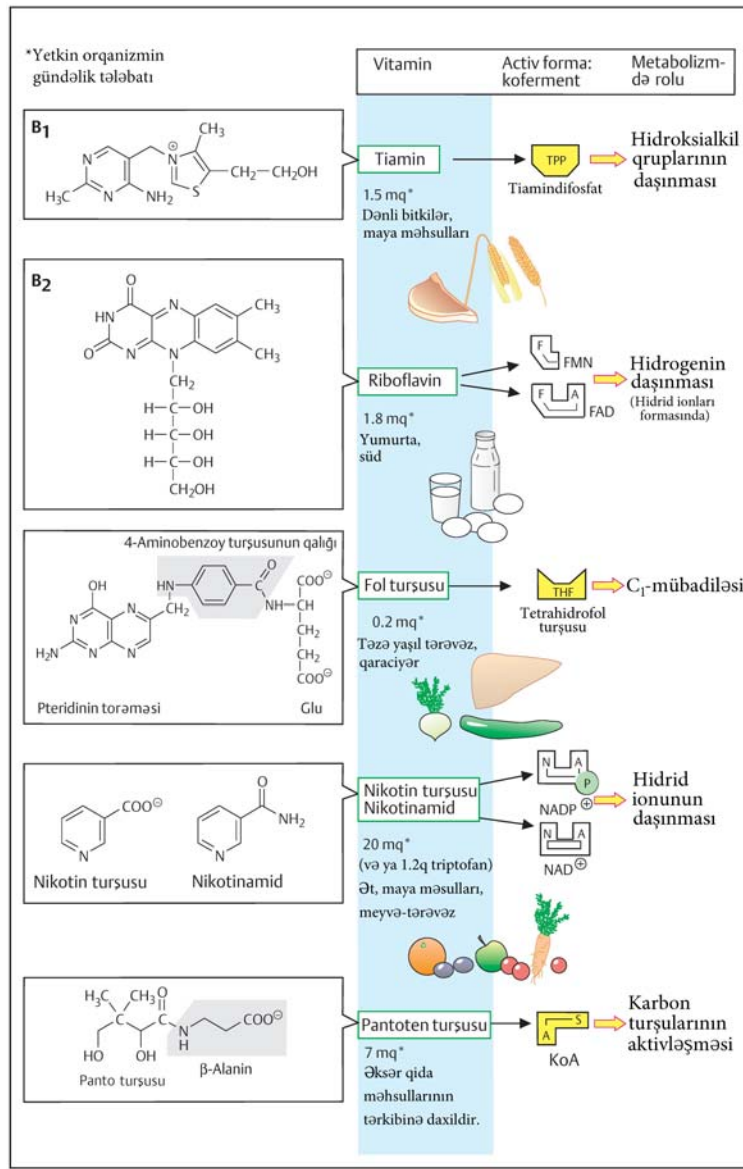
Никотин туршусу



Никотинамид

Vitamin B₅ orqanizmə qida vasitəsilə daxil olur. Ətdə, böyrəkdə, xüsusilə, qaraciyər və bəzi bitkilərdə (düyü, buğda və s.) rast gəlinir. Orqanizmdə B₅ vitamini triptofandan da alınır. B₅ vitamininə olan gündəlik tələbat 25 mq-dır. Vitamin B₅ bir sıra kofermentlərin tərkibində olub aşağıdakı biokimyəvi reaksiyalarda iştirak edir:

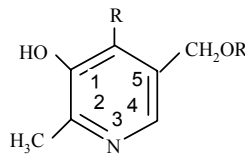
1. Oksidləşmə-reduksiya reaksiyasında hidrogen daşınma funksiyasını yerinə yetirir;
2. Allosterik effektor kimi nizamlayıcı rolunu oynayır;
3. Sintetik reaksiyalarda substrat rolunu oynayır.



Şəkil 16. Suda həllolan vitaminlər

Orqanizmdə B₅ vitamini çatmadıqda pellaqra xəstəliyi əmələ gəlir. Pellaqra sözü yunanca pelle və aqra sözündən götürülüb, mənaca dərinin kələ-kötürləşməsi deməkdir. Əlamətləri aşağıdakılardan ibarətdir: dəridə yara əmələ gəlir, həzm sisteminin funksiyası pozulur, əqlin zəif inkişaf etməsi və s. hallar baş verir. Tibbi təcrübədə nikotin turşusu və onun amidindən istifadə edilir.

Vitamin B₆ (Piridoksin)



Piridoksin R=CH₂OH; Piridoksal R=CHO

Piridoksamin R=CH₂NH₂

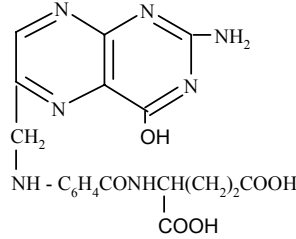
R=H

Vitamin B₆ qida ilə orqanizmə qəbul edilir. Bağırsağ bakteriyaları vasitəsilə sintez edilir. B₆ vitamini, həmçinin balıqda, ətdə, paxlalı bitkilərdə olur. İnsanın B₆ vitamininə olan gündəlik tələbatı 2-3 mq-dır. B₆ vitamininin əsas koferment forması piridoksal-5-fosfatdır. Piridoksal-5-fosfat bütün ferment siniflərinin oksid-reduktaza, transferaza, hidrolaza, lipaza, izomeraza tərkibinə daxildir. Uşaqlarda B₆ vitamininin çatışmazlığı baş verir. Nəticədə mərkəzi sinir sistemi pozulur və qıcolma baş verir. Uzun müddət böyrəklərdə vərəmə qarşı izoniazidlə müalicə apardıqda B₆ vitamininin çatışmazlığı müşahidə edilir. Odur ki, tibbi təcrübədə piridoksinin kofermenti olan piridoksal-5-

fosfatdan istifadə edilir.

Vitamin B₉ (Fol turşusu)

Bu vitamin bağırsaq bakteriyalarının köməyiylə sintez olunur. Əsasən bitkilərdə, məsələn, kələm, pomidor, çiyələk və ispanağın tərkibində olur. Həmçinin ətdə, qaraciyərdə, yumurta sarısında rast gəlinir. İnsanın ona gündəlik tələbatı 400 mq-dır. Hamilə qadınlarda B₉ vitamininə olan tələbat iki dəfə artıq olur.

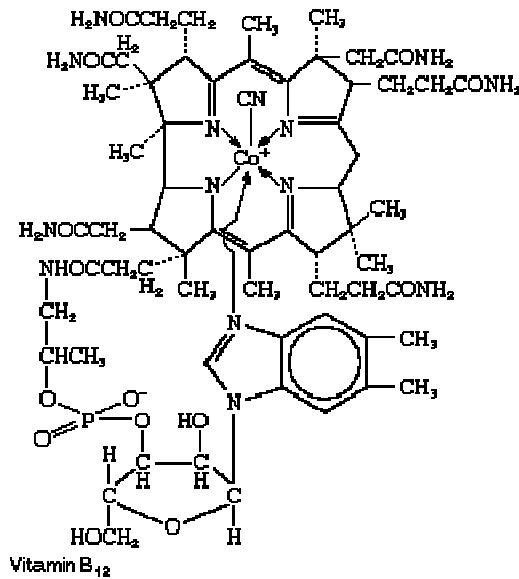


6-Metil-2-amin-4-oksipteridin

B₉ vitamini kofermentlərin tərkibinə daxil olur. Fol turşusu nuklein turşularının sintezində, hüceyrə bölünməsində müstəsna əhəmiyyət kəsb edir. Fol turşusu çatışmadıqda qanda eritrositlərin və hemoqlobinin və həmçinin leykositlərin miqdarı azalır. Tibbi təcrübədə fol turşusu preparatından istifadə olunur.

Vitamin B₁₂ (Sianokobalamin)

Vitamin B₁₂ qida ilə qəbul edilir. Bitkilərdə bu vitamin olduqca azdır. Qaraciyər və böyrəkdə olur. İnsanın B₁₂ vitamininə olan gündəlik tələbatı 2 mq-dır. İndiyə qədər məlum olmuşdur ki, B₁₂ kofermenti fermentativ iki reaksiyada iştirak edir. Metil B₁₂ homosisteinmetiltransferazanın kofermenti olub, metildemerizasiyasında iştirak edir və metionini əmələ gətirir. Dezoksiadenizilkobalamin DA-B₁₂ metilalanin-K₀A mutazanın kofermentidir. Metilalanin-K₀A suksinil K₀A-ya çevirir. Vitamin B₁₂ qida ilə qəbul edilir. Bitkilərdə bu vitamin olduqca azdır. Qaraciyər və böyrəkdə olur. İnsanın B₁₂ vitamininə olan gündəlik tələbatı 2 mq-dır. İndiyə qədər məlum olmuşdur ki, B₁₂ kofermenti fermentativ iki reaksiyada iştirak edir.



Vitamin B₁₂

Vitamin B₁₂ qida ilə qəbul edilir. Bitkilərdə bu vitamin olduqca azdır. Qaraciyər və böyrəkdə olur. İnsanın B₁₂ vitamininə olan gündəlik tələbatı 2 mq-dır. İndiyə qədər məlum olmuşdur ki, B₁₂ kofermenti fermentativ iki reaksiyada iştirak edir. Metil B₁₂ homosisteinmetiltransferazanın kofermenti olub, metildemerizasiyasında iştirak edir və metionini əmələ gətirir. Dezoksiadenizilkobalamin DA-B₁₂ metilalanin-K₀A mutazanın kofermentidir. Metilalanin-K₀A suksinil K₀A-ya çevirir. Bu reaksiya karbon atomu cüt olmayan yağ turşularının oksidləşməsində lazımdır. Həmçinin xolesterinin yan zəncirinin, eləcə də bəzi aminturşuların karbohidrogen radikalının oksidləşməsində iştirak edir. B₁₂ vitamini çatmadıqda fol turşusunda olan əlamətlər üzə çıxır. Tibbi təcrübədə sianokobalamindən (B₁₂) və DA-B₁₂ istifadə edilir. Bu preparatlar müxtəlif növ qan azlığında, şüa xəstəliyində, qaraciyər, sinir sistemi və digər xəstəliklərdə istifadə edilir. Kobalamindən fol turşusu və dəmir ilə birlikdə istifadə etmək lazım gəlir. Çünki onların birgə istifadəsi nəticəsində qan əmələ gətirən hüceyrələrdə hemoqlobin yaranır. Böyrəklərdə B₁₂ vitamininə gündəlik tələbat 0,003 mq- dır.

Vitamin H (Biotin)

Biotin B qrupu vitaminlərinə aid olub, üzvi turşuların karboksilləşməsində koferment rolunu oynayır.

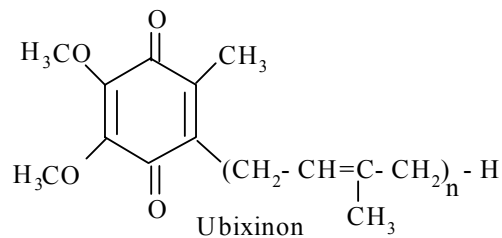
bioloji oksidləşmə reaksiyalarında iştirak edir. İnsanın C vitamininə olan gündəlik tələbatı 50-100-mq-dır. Vitamin C aşağıdakı funksiyaları yerinə yetirir:

1. Triptofanı hidrosidləşdirərək, 5-hidroksitriptofana çevirir;
2. 3,4-Dihidrooksifeniletamini adrenalinə çevirir;
3. Hidroksifenilpiruvatı homohemtizin turşusuna çevirir;
4. Xolesterində böyrəküstü vəzin qabıq maddəsinin sintezində iştirak edir.

Orqanizmdə vitamin C çatışmadıqda sinqa xəstəliyinin yaranmasına səbəb olur. Bu zaman hemoqlobinin sintezi üçün dəmirin ehtiyatı sümük iliyində azalır. Bunun əlaməti aşağıdakılardır: damaqda qanaxma baş verir, dişlər çürüyür və s. Vitamin C hipovitaminozda fol turşusu ilə birlikdə qanın əmələ gəlməsində iştirak edir. Bəzi xəstəliklərdə qanaxma zamanı kapilyarların möhkəmlənməsi üçün B₁₂, dəmir preparatları ilə birlikdə C vitaminindən də istifadə edilir.

Yağda həllolan vitaminəbənzər maddələr

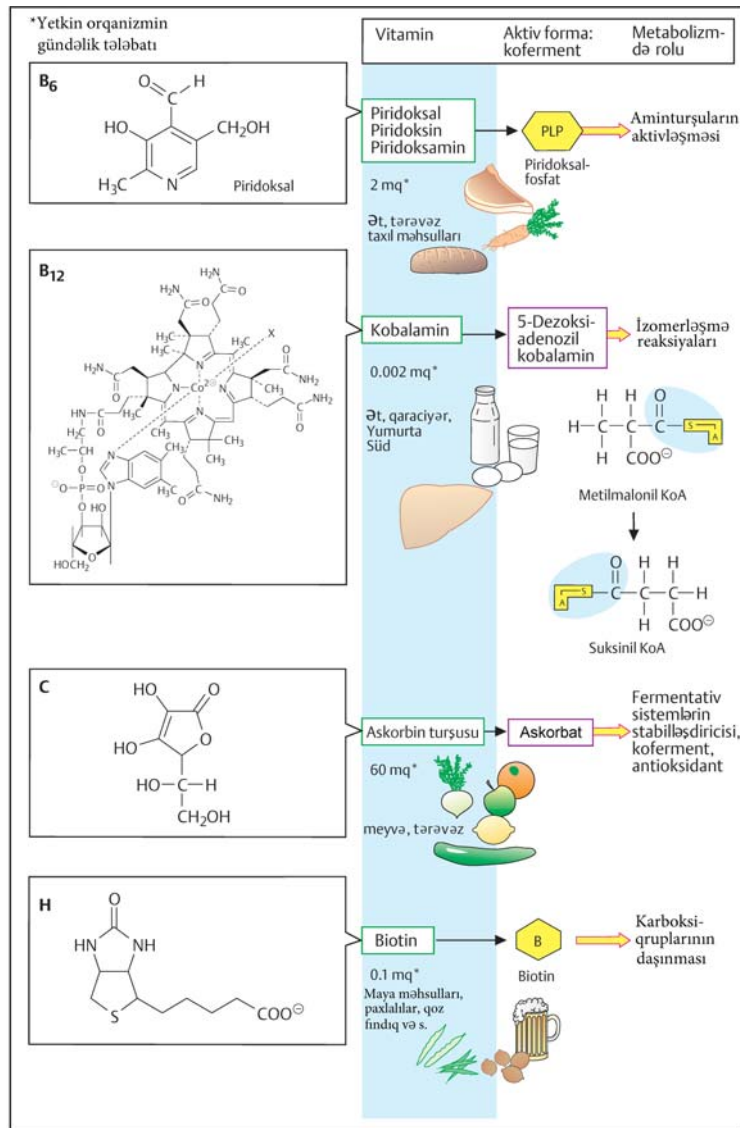
Ubixinon (Koenzim Q)



Ubixinon membranın lipid təbəqəsindən hidrogeni daşıyan koferment funksiyasında iştirak edir. Ubixinon insanın toxumalarında sintez olunur. Onun mənbəyi mevalon turşusudur. Fenilalaninin və tirozinin çevrilmə məhsullarıdır. İnsanda ubixinonun çatışmazlıq əlamətləri hələ də öyrənilməyibdir. Ona görə də, onu vitaminəbənzər maddələr sinfinə daxil edirlər. Ubixinonun koferment xassəsi K_oQ-ə malikdir. O, mitoxondrinin membranında olur. Ubixinon oksidləşmə-reduksiya xassəsinin köməyi ilə mitoxondri zəncirinə elektron və proton daşınır. İnsanın ubixiona olan gündəlik tələbatı hələlik məlum deyildir.

Yağ turşularının esensiyası və ya vitamin F

Vitamin F-in mənbəyi bitki yağlarıdır. İnsanın vitamin F-ə olan tələbatı 5–10 q-dır. Bir sıra doymamış yağ turşularının cəmindən ibarət olub, orqanizmin toxumalarında sintez olunmur və orqanizmin normal fəaliyyəti üçün zəruridir.



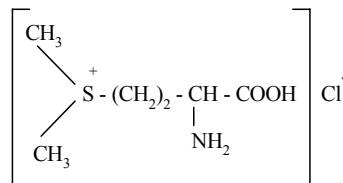
Şəkil 17. Suda həllolan vitaminlər (davamı)

Ona görə də, onu qida ilə qəbul etmək lazımdır. Vitamin F boyun normal inkişafında və dəri epitelinin bərpa edilməsində çox mühüm nizamlayıcı maddə olan prostoqlandinlərin əmələ gəlməsində böyük rol oynayır.

$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH=CH-CH=CH-(CH}_2\text{)}_7\text{-COOH}$ Linol turşusu
 $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH=CH-(CH}_2\text{)}_4\text{-COOH}$ Linolen turşusu
 $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH=CH-(CH}_2\text{)}_3\text{-COOH}$ Araxidon turşusu

Suda həllolan vitaminəbənzər maddələr

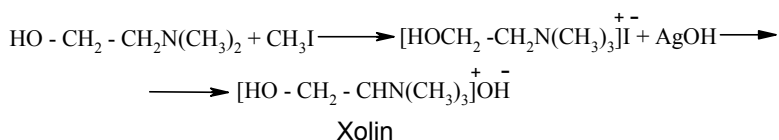
Vitamin U (S – Metilmationin)



Vitamin U-nun tərkibi metilmationinsulfoniumxloriddən ibarətdir. İlk dəfə 1950-ci ildə bəzi bitkilərdə və qaraciyərdə tapılıb.

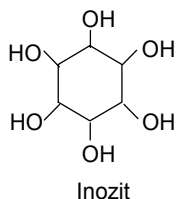
Vitamin U əsasən kələmdə, cəfəridə, yerkökündə, soğanda, çayda, bananda rast gəlinir. Mədə yarası, qastrit, onikibarmaq bağırsağ xəstəliklərində istifadə edilir. Latınca "ulcus" sözü mənaca yara deməkdir. Hazırda vitamin U kələm şirəsindən kristal halda alınır. Onu kimyəvi yolla da sintez etmək mümkündür. Vitamin U suda həll olur. Neytral və qələvi mühitində 100⁰ C-də parçalanır.

Vitamin B₄ (Xolin)



Xolin taxıl bitkisinde və ətdə rast olur. Bağırsaqlarda da sintez edilir. Xolin hüceyrədə asetilxolinin və fosfatidilxolinin sintezində iştirak edir. Xolinə olan gündəlik tələbat 250–600 mqr-dır. Xolin transmetilləşmə qabiliyyətinə malik olub, metil qrupu verən maddədir. Qaraciyər zədələnməsində istifadə edilir.

Vitamin B₈ (İnozit)



İnozit beyin fosfatidlərin tərkibinə daxil olub, bütün toxumalarda rast gəlinir. O, xüsusilə əsəb toxumalarında olur. İnozit bitki aləmində və heyvan orqanlarında da rast gəlinir. Həmçinin beyində, yumurta sarısında, qaraciyərdə rast gəlinir. Eləcə də, çörəkdə, kartofda, yaşıl noxudda və göbələkdə olur. Qidada inozit çatmadıqda heyvanlarda triasilqliserinin miqdarı artır və qaraciyərdə fosfolipidlərin miqdarı azalır. Beləliklə, qaraciyərdə yağ distrofiyası inkişaf edir. Tibbi təcrübədə ionizitdən əzələ toxumalarının distrofiyasında və kosmetikada saçlar (bəzi qidalı maddələrlə birlikdə) üçün istifadə edilir.

Antivitaminlər

Antivitaminlər vitaminlərin analoqu olub, antikoferment təsir göstərir. Ainvitaminlər vitaminlərin törəmələri olan kofermentləri əvəz edir və beləliklə, onların çatışmazlığı fermentativ reaksiyaların funksiyasını yerinə yetirmir. Başqa sözlə, antivitaminlərə vitaminlərin orqanizmdəki təsirini zəiflədən maddə kimi baxmaq olar. Antivitaminlərin bu xassəsindən istifadə edərək, avitaminoza tutulmuş heyvanlarda infeksiya və şiş xəstəliklərini müalicə etmək olar.

Hazırda antivitaminlərin iki qrupa bölünməsi təklif edilir:

1. Nativ vitaminlərin quruluşuna oxşar antivitaminlər. Bu qrup antivitaminlər vitaminlər ilə qarşılıqlı rəqabətdə olurlar;

2. Vitaminlərin dəyişikliyə uğraması ilə əlaqədar antivitaminlər vitaminlərin sorulmasına, daşınmasına və onların bioloji fəaliyyətinin təsirini azaldırlar. Beləliklə, antivitamin termini ilə istifadə olunan bütün maddələr təsir mexanizmindən asılı olaraq, vitaminlərin bioloji fəallığının azaldılması və ya onun təsirinin tamamilə yox olmasına xidmət edir.

Vitaminlərin quruluşuna oxşar antivitaminlər mahiyyət etibarilə antimetabolitlər olub, apofermentlər ilə qarşılıqlı təsirdə olaraq, aktiv olmayan ferment sistemi yaradırlar. Bununla da, nəticədə vitaminin aktivliyi zəiflədir. Digər tərəfdən vitaminin quruluşuna oxşar antivitaminlər həqiqətən də avitamoz prosesini inkişaf etdirir və vitaminlərin fermentlərlə, zülallarla birləşmiş əlaqəsini parçalayır və onun fizioloji xassəsini yox edir. Buna misal olaraq B₁ vitamini molekulunu parçalayan I və II tiaminazanın, vitamin C-ni parçalayan aksorbatoksidazanı, biotin bioloji qeyri-fəal komplekslə əlaqəsini parçalayan abidon zülalını göstərmək olar.

Qeyd edilən əksər antivitaminlər tibbdə biokimyəvi və fizioloji proseslərin istiqamətlənməsində müalicəvi vasitə kimi dikumarol, varfarin, tromeksandan istifadə olunur. Tiiminin antivitaminini oksitiamin piri- və neopiritamindir. Vitamin B₂-nin (riboflavin) antivitaminini aterbin, akrixin, qalaktoflavin və izoriboflavindir. Qeyd edilən antivitaminlər B₂ ilə rəqabətdə olaraq FAD kofermentinin sintezinə mane olur. B₆ vitaminin (piridoksin) antivitaminini dezoksipiridoksin, sikloserin, izoniazid və rəmin mikrobakterialarına antibakterial təsir edənlərdir. Fol turşusunun antivitaminləri amin və amepterinlərdir. B₁₂ vitaminin antivitaminini onun törəməsi 2-aminometilpropanol-B₁₂-dir. Nikotin turşusunun antivitaminləri izoniazid, 3-asetilpiridin, sulfamid preparatları və p-aminobenzoy turşusudur. Bütün qeyd edilən antivitaminlər şişəleyhinə və antibakterial vasitə kimi istifadə olunur. Onlar hüceyrədə zülal və nuklein turşularının sintezinə mane olurlar.

HORMONLAR

Hormonların təsnifatı

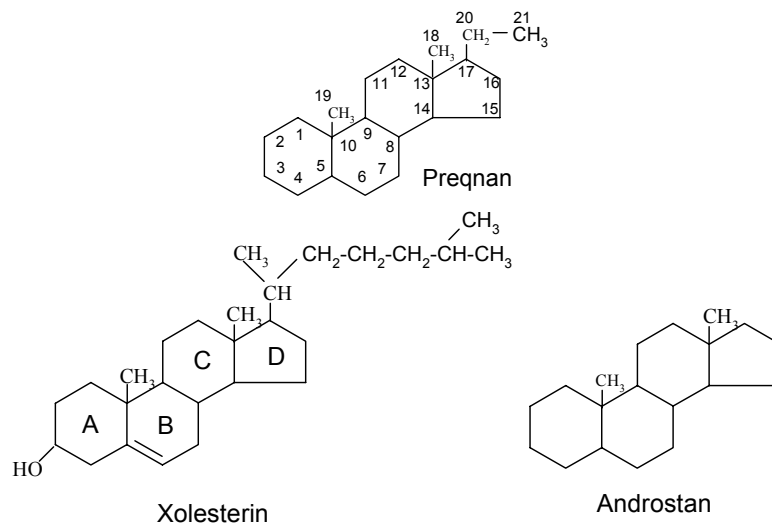
"Hormon" sözü – yunanca "hərəkətə gətirmək" deməkdir. Hormon termini 1905-ci ildə E. Starling tərəfindən elmə daxil edilmişdir.

Xüsusi üzv və toxumalarda hazırlanaraq, qana və limfaya ifraz edilən, hazırlandığı yerdən kənarında orqanizmin müxtəlif üzvlərinin funksiyasına təsir göstərən spesifik bioloji fəal maddələrə hormon deyilir. Hormonlar maddələr mübadiləsini tənzim edir, hüceyrə və hüceyrə membranının keçiricilik qabiliyyətini artırır. Orqanizmin spesifik funksiyasına təsir göstərir. İndiyə qədər insan və heyvan mənşəli 40 hormon aşkar edilmişdir. Kimyəvi quruluşuna görə onları 3 qrupa bölmək olar:

1. Aminturşuların törəmələri;
2. Steroid tipli;
3. Peptid tipli

1-ci qrupa aid olan hormonlar: adrenalin, noradrenalin, izopropiladrenalin, trioksin.

2-ci qrupa aid olan hormonlar. Bu hormonların tərkibində tsiklopentanperhidrofenantren halqası olur. Karbon atomlarının sayına görə, steroid hormonlar 3 yerə bölünür: a) böyrəküstü vəzinin qabıq maddəsinin hormonları və proqesteronlar (C_{21} steroidlər).



b) Kişi cinsi hormonlar. (C_{19} steroidlər). $R=CH_3$ androgen;

v) C_{18} steroidinə malik hormonlar. $R=H$ estran.

3-cü qrup olan peptid hormonlarını şərti olaraq 4 əlavə qrupa bölmək olar:

1. Peptidlər (vazopressin, oksitosin);
2. Polipeptidlər (adrenokortikotrop, insulin, kalsitonin, qlükaqon);
3. Sadə zülallar (plasentar laktogeni, prolaktin, somatotropin);
4. Qlükoproteinlər (lüteinləşdirici, follikul stimulyedici və tireotrop hormonlar).

Mədəaltı vəzin hormonları

Bu vəzə xüsusi qrup hüceyrələrə aid olub, Langerhans adadığı adlanır. Onlar daxili sekresiya vəzi hormonlarını qana buraxır. Langerhans adadığı üç cür hüceyrədən ibarətdir: α , β , γ . β -Hüceyrələr insulin hormonları hasil edir. α -Hüceyrələri qlükaqon hormonu ifraz edir. γ -Hüceyrələrinin funksiyası hələ indiyə qədər məlum deyildir.

Ehtimal edilir ki, γ -hüceyrələri somatostatın hormonu ifraz edir. Bu işə boy əmələ gəlməsinə mane olur, bəzi həzmedici fermentlərdə iştirak edir.

İnsulin hormonu

İnsulin zülal təbiətli mədəaltı vəzin hormonu olub, orqanizmdə çatışmadıqda şəkərli diabet xəstəliyinin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Bu sadə cümləni yazmaq imkanına malik olmaq üçün çoxlu tədqiqatçıların çoxillik əməyi tələb olunmuşdur. İnsulin kimya, biokimya və tibb tarixində xüsusi yer tutur. O birinci hormon olaraq, zülal təbiətlidir. Birinci zülal kimi birincili quruluşu müəyyən edilmişdir. Ən nəhayət, birinci zülal kimi ilk dəfə sintetik yolla əldə edilmişdir.

İnsulin haqqında çoxlu kitablar yazılmışdır. Nəzərinizə çatdırılan məlumatda insulinin ixtira tarixi, canlı

orqanizmdə rolu və təsir mexanizmi haqqında qısa bəhs etməyə çalışacağıq. Bizə elə gəlir ki, hər şeydən əvvəl, ən vacib problem olan insulin ilə şəkərli diabet arasında olan əlaqəni nəzərdən keçirmək daha yerinə düşərdi. Hələ çox qədim zamanlarda diabet xəstəliyi yunan həkimlərinə məlum idi. Onlara görə diabetə tutulmuş xəstələr halsız, tez yorulan və əldən düşən, tez-tez su içən və çoxlu miqdarda sidik ifraz edən olur. Məhz axırıncı əlamətə görə diabet sözü də yunanca «sızma» və ya «damma» mənasını verir.

XVII əsrin ortalarında London Kral Cəmiyyətinin əsasını qoyanlardan biri, məşhur ingilis həkimi Tomas Villis müşahidə etmişdir ki, əksər diabet xəstələrinin sidiyi şirin dadır. Bu hadisədən təxminən yüz il keçəndən sonra, Dobson familiar ingilis həkimi apardığı tədqiqatlar əsasında müəyyən etmişdir ki, diabetiklərin sidiyində şəkər vardır. Məlumdur ki, sonralar aydın olmuşdur ki, əslində sidikdə qlükoza olur. Həqiqətdə bütün diabetiklərdə bu hal müşahidə olunur. Çünki şəkərli diabet olmayan xəstələrdə, başqa sözlə, ikinci növ diabetiklərdə insulin ilə heç bir əlaqə olmayan proses gedir. Bu barədə danışmaq başqa söhbətin mövzudur.

Az bir vaxt keçəndən sonra müəyyən edildi ki, qanda qlükozanın miqdarı kəskin artdığına görə sidikdə onun miqdarı artır. Bunun necə baş verməsini anlamaq üçün böyrəklərin iki mərhələdə işləməsinə yada salaq. Birinci mərhələdə qan böyrək yumaqcıqlarına süzülür. Ayrılmış filtrat və ya başqa sözlə, birinci adlanan sidik və eləcə də onda həll olan maddələr, o cümlədən qlükoza qana keçir. İkinci mərhələdə birinci sidik böyrək kanalcıqlarından keçir və əks proses baş verir. Birinci sidiyin bütün komponentləri əks olaraq qana sorulur. Böyrək kanalcıqlarında qalan hissə isə böyrək ləyənlərində toplanır və sidik kisəsinə tökülür. Bu isə artıq son sidik adlanır. Qlükozanın qatılığı qanda 5.5 mmol/l olan halda normal hal hesab edilir. Əgər qanda qlükozanın qatılığı 10-12 mmol/l olduqda böyrək kanalcıqları artıq qlükozanın öhdəsindən gələ bilmir və qlükozanın miqdarı sidikdə artır. Diabetin ağır formalarında gündə sidikdə qlükozanın miqdarı onlarla qrama çatır.

XVIII əsrin sonu və XIX əsrin əvvəllərində aparılan axtarışlardan məlum olmuşdur ki, şəkərli diabet xəstəliyinin baş verməsi bilavasitə mədəaltı vəzin iş fəaliyyətinin pozulması ilə əlaqədardır. Lakin bu məsələ yalnız 1889-cu ildə təcrübədə təsdiq edildi.

Alman alimləri İ.Merinq və O.Minkovski diabet xəstəliyi ilə məşğul olmuşlar. Onlar sadəcə olaraq mədəaltı vəzin həzm sistemində rolunu tədqiq etmək məqsədi ilə heyvanların mədəaltı vəzinin kənar edilməsinin təsirini öyrəndilər. Aparılan müşahidələrdə məlum olmuşdur ki, mədəaltı vəzi olmadan heyvan yaşaya bilmir. Məsələnin ikinci tərəfi tədqiqatçıların diqqətindən heç də yayınmamışdır. Laboratoriyanın təcrübəli xidmətçisi müşahidə etmişdir ki, cərrahiyyə əməliyyatından sonra itin cəsədi milçəklərlə örtülmüşdür. İt cəsədinin milçəkləri özünə cəlb etməsi bilavasitə onun qanında olan artıq miqdarda qlükozanın olması ilə əlaqədardır.

Sonrakı təcrübələr gösiərdi ki, mədəaltı vəzini kənar etdikdə şəkərli diabetin əlamətləri inkişaf edir. O vaxta qədər belə ehtimal edirdilər ki, mədəaltı vəzi həzm prosesində qidanın parçalanması üçün xüsusi fermentlər buraxır. Lakin bunun diabet ilə heç bir əlaqəsi yoxdur.

İyirminci əsrin ilk illərində, yəni 1901-ci ildə rus patoloqu L.V.Sobolev müəyyən etdi ki, heyvanların mədəaltı vəzindən axan xüsusi maddə diabetin qarşısını alır. Əgər belədirsə, onda ehtimal etməyə əsas var ki, mədəaltı vəzində nəinki xarici, həm də daxili sekresiyası vardır. Başqa sözlə, həmin vəzi xüsusi maddə – hormon ayırır və diabetin qarşısını alır.

1869-cu ildə Paul Langerhans mədəaltı vəzində funksiyası məlum olmayan xüsusi qrup hüceyrələri müşahidə etmişdir. Həmin hüceyrələr sonralar həmin alimin şərəfinə Langerhans adacıqları adlandırılmışdır. 1916-cı ildə hələ ayrılmamış hormona latınca «*insula*» adacıq mənasını verən insulin adının verilməsi təklifini irəli sürmüşdür. Lakin mədəaltı vəzindən insulini ayırmaq üçün edilən çoxlu təcrübələr heç bir nəticə verməmişdir. Belə ehtimal edilirdi ki, mədəaltı vəzində olan proteolitik fermentlərin təsirindən zülal təbiətli insulin hormonu parçalanır və ona görə də onu ayırmaq mümkün olmur. Lakin təxmin edilirdi ki, nə vaxt isə onu ayırmaq günü gəlib çatacaqdır. Çünki təmiz halda insulinin alınması hər şeydən əvvəl, heç bir müalicəsi mümkün olmayan diabet xəstəliyi üçün ən səmərəli dərman vasitəsi ola bilərdi. Təmiz halda insulinin alınması kanadalı, Qərbi Ontarno Universitetinin assistenti 29 yaşlı Frederik Bantinqə nəsb olmuşdur. O, 1920-ci ildə mədəaltı vəzin axınını bağladıqda həzmetmə fermentlərindən fərqli olaraq, Langerhans adacıqları saxlanılır və beləliklə, şəkərli diabet xəstəliyi inkişaf etmir. Digər tərəfdən F.Bantinq normal mədəaltı vəzindən deyil, başqa şəkllə salınmışından insulini ayırmaq ideyasını irəli sürmüşdür. Çünki belə insulinin fermentlər vasitəsilə parçalanması təhlükəsi aradan qalxır. Bu ideya ilə F. Bantinq Toronto Universitetinin «Fiziologiya» kafedrasının müdiri, professor Con Makleoda müraciət etdi.

Professor C.Makleod nəinki F.Bantinqin mənəvi cəhətdən tərəfini saxladı, həmçinin onun elmi-tədqiqatlarını sürətləndirmək məqsədilə qanda şəkərin miqdarını çox dəqiqliklə təyin edən, beşinci kurs tələbəsi Çarlz Besti onunla birlikdə işləmək şəraitini yaratdı.

F.Bantinq bir sıra çətinliklərə sinə gərərək, tezliklə yüksək müvəffəqiyyətə nail oldu. 1921-ci ilin avqust-

tunda o, artıq ilk insulin preparatını almış və ondan diabet xəstəliyinin ağır formasının müalicəsində istifadə etmişdir. Sonralar insulin hormonu buzovların və inəklərin mədəaltı vəzindən alınmışdır.

İlk vaxtlar F.Bantinq və Ç.Best insulin hormonunun adını dəyişdirib ingiliscə adacıq mənasını verən «aylit» qoymaq təşəbbüsündə olmalarına baxmayaraq, J.Makleod buna razılıq verməmişdir.

Bir az vaxt keçəndən sonra insulinin alınması laboratoriya çərçivəsindən kənara çıxaraq dünyanın bir sıra əczaçılıq fabriklərində istehsal edilməyə başlamışdır. Bununla da uzun müddət diabet xəstəliyinə düşər olmuş bir milyona qədər insanın həyatı təhlükədən xilas edilmişdir.

C.Makleod və F.Bantinqin insulin hormonu sahəsində apardığı elmi- tədqiqatları 1923- cü ildə fiziologiya və tibb sahəsində Nobel mükafatı laureatı adına layiq görülmüşdür. F. Bantinq aldığı mükafatı nümayişkarcasına Ç. Best ilə yarı bölmüşdür. Bundan 18 il keçəndən sonra 50 yaşlı Frederik Bantinq təyyarə qəzasında həyatdan köçmüşdür.

Bu qərar dünya alimlərin qızgın reaksiyasına səbəb oldu. İnsulin ayrılmasına dair tədqiqatları diqqətlə izləyən əksər mütəxəssislər C.Makleodun həlledici təcrübələrdə iştirak etmədiyini və həmin vaxtlarda onun laboratoriyaya belə daxil olmadığı iddiası ilə çıxış etdilər. Digər tərəfdən heç kimə məlum olmayan Ç.Best də Nobel mükafatına layiq görülməmişdir. Laboratoriya əməkdaşlarından biri bəyanət vermişdir ki, insulinin ayrılması sxemini V kurs tələbəsi Ç. Best təklif etmişdir. Lakin sonrakı işlərdə onu ixtisasının aşağı olmasına görə işdə iştirak etməyə imkan verməmişdilər. Bununla da vəziyyət daha da gərginləşmişdir. Belə olan halda Stokholmda mükafatın təqdim olunması mərasimində heç kim iştirak etmədiyinə görə, mükafat İngiltərə səfirinə verilmişdir. C.Makleod isə aldığı pul mükafatını laboratoriyada insulinin ayrılması üçün ən səmərəli üsul işləyib hazırlayan C.Komen ilə yarı bölmüşdür. 1926-cı ildə J.Abel və V.Dyu-Vinyu tərəfindən sadə zülal olan insulin kristal halında alınmışdır.

Həmin ildən etibarən insulin üzərində elmi-tədqiqatlar iki istiqamətdə aparılmağa başlandı. Birinci istiqamətə əsasən təcrübə olaraq insulindən səmərəli dərman preparatı almaq, ikincisi isə həmin hormonun quruluşunun aydınlaşdırılması və onun bioloji təsir mexanizminin öyrənilməsindən ibarət idi.

İnsulinin zülal təbiətli olması heç də şübhə doğurmurdu. Lakin həmin vaxtlar zülal kimyası rüşeym halında idi. Çünki həmin maddənin zülal olması dedikdə, onun yalnız aminturşu qalıqlarından ibarət olması fərz edilirdi.

1943-cü ildən başlayaraq 25 yaşlı ingilis alimi Frederik Senger elmi fəaliyyətini insulinin quruluşunun öyrənilməsinə həsr etmişdir. O, müxtəlif üsullardan, o cümlədən özünün işləyib hazırladığı 2,4-dinitro-1-flüorbenzol metodunun köməyiylə peptidlərin sonunda olan amin qalıqlarını təyin etmişdir. Alınmış birləşməni hidroliz etdikdə, sarı rəngli 2,4-dinitrofeniləvəzli aminturşular alınır. Onu çox asanlıqla xromatoqrafiya və elektroforez üsulları ilə təyin etmişdir. Bu qayda ilə F. Senger insulin molekulunu müxtəlif uzunluqda peptidlərə parçalamış, onların quruluşunu, aminoturşunun N-qalığını təyin etmişdir.

Alınmış fraqmentləri quraşdıraraq, ölçülərini dəyişdirmiş və müqayisə etmişdir. Həmçinin digər üsullardan istifadə edərək insulin molekulunda sistein aminoturşusunun hesabına yaranmış disulfid (S-S) körpüsünün varlığını aşkar etmişdir. F. Senger bütün ayrılmış qarışıqlardan mozaikanın düzülüşünə 8 il sərf etmişdir. O, müəyyən etmişdir ki, insulin 51 aminturşu qalığından təşkil olunmuş iki polipeptid zəncirindən ibarətdir. 20 aminturşu qalıqlarından ibarət olan zənciri A- ilə, 31-dən ibarət olanı isə B zənciri adlandırılmışdır. Hər iki zəncir bir-biri ilə üç yerdə sistein vasitəsilə disulfid körpüsü ilə birləşir. Disulfid rabitələri A zəncirində 7 və 20 molekulaları ilə, B zəncirindəki 7 və 19 molekulaları ilə birləşir. Üçüncü disulfid körpüsü A zəncirində olan 6 və 11 molekulalarını bir- birinə birləşdirir (şəkil 19).

Yeri gəlmişkən, onu qeyd etmək lazımdır ki, disulfid körpülərinin A və B zəncirində yeri insulinin bioloji fəallığına əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Çünki insulinin quruluşu F. Senger tərəfindən təyin edildikdən sonra, onun sintezi üzərində bir neçə laboratoriya məşğul olmuşdur. Məsələn, Almaniyanın Ahen şəhərindəki kimyaçıları 221 mərhələdə keçərək insulin sintez etmiş və oraya disulfid körpüsünü də məlum olmayan molekulalar ilə birləşdirmişlər. Alınmış sintetik insulinin bioloji fəallığı təbii insulinə nisbətən 100 dəfə zəif olmuşdur. İnsulinin tərkibi $C_{254}H_{377}N_{65}O_{75}S_6$ olub, molekul kütləsi 5727- ə bərabərdir.

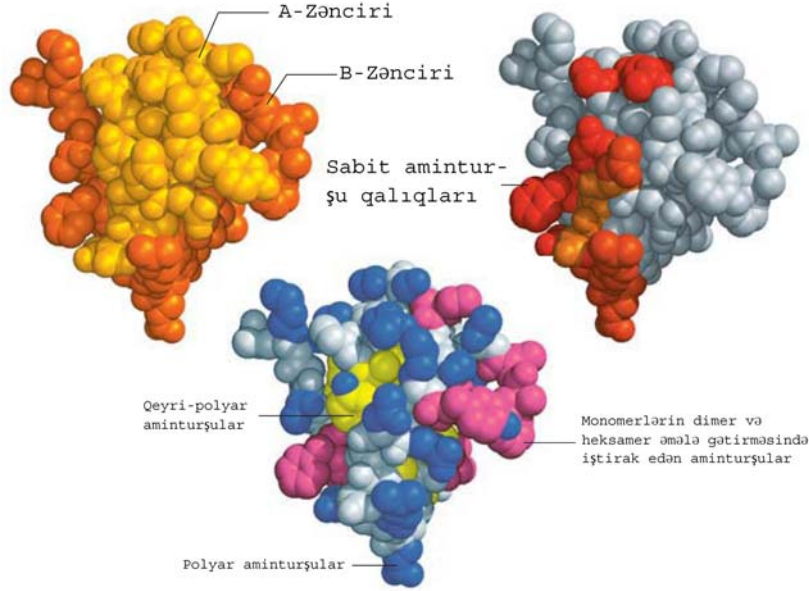
F.Sengerin zülalların və eləcə də insulinin quruluşlarının təyini sahəsindəki tədqiqatları 1958-ci ildə Nobel mükafatı laureatı adına layiq görülmüşdür.

O, sonralar öz elmi fəaliyyətini genlərin – nuklein turşularının quruluşunun təyininə həsr etmişdir. İrimolekullu biopolimerlərdə nukleotidlərin düzülüş ardıcılığını təyin etdiyinə görə 1980-ci ildə ikinci dəfə kimya üzrə Nobel mükafatı laureatı kimi şərəfli adı daşımaq Frederik Sengerə nəsib olmuşdur.

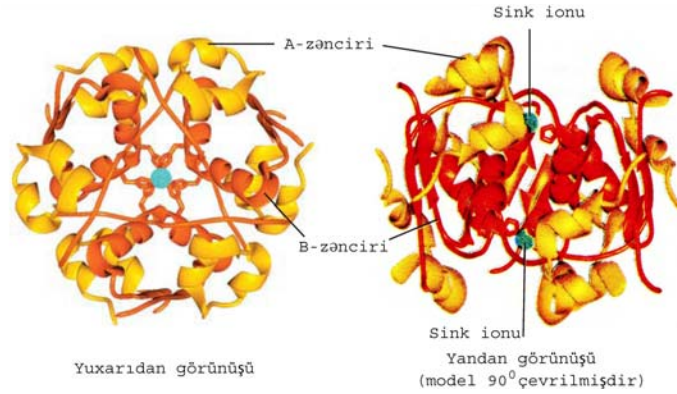
Müxtəlif heyvanların orqanizmində olan insulin hormonunun quruluşunun ətraflı tədqiqi nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, onların hamısı heç də eyni deyildir. Bütün onurğalılarda insulinə rast gəlinir. İri məməlilərdə insulin molekulunu yalnız bir-biri ilə A zəncirindəki 8,9 və 10 vəziyyətindəki aminturşu qalığı ilə, B zəncirində isə 30 vəziyyətindəki ilə fərqlənir. Balıqlarda, quşlarda və sirçovullarda isə insulin hiss ediləcək dərəcədə fərqli olur. Azca da

olsa onlarda fərq vardır. Belə olan halda bir heyvanın insulini digəri üçün istifadə edilir. Ən başlıcası ondan ibarətdir ki, heyvanların mədəaltı vəzindən alınan insulinin köməyi ilə insanlarda şəkərli diabet müalicə edilir. Öz quruluşuna görə insan orqanizmində olan insulina ən yaxını donuzun mədəaltı vəzindən alınan insulindir. Onlar arasında fərq yalnız B zəncirinin 30-cu vəziyyətində treonin əvəzinə alaninin yerləşməsidir.

Müasir təsəvvürlərə görə insulinin biosintezi Langerhans (pankreatin) adacıqlarındakı beta-hüceyrələrində hasil edilən proinsulindən əmələ gəlir. Hazırda nəinki proinsulinin quruluşu müəyyən edilmiş, hətta onun kimyəvi sintezi həyata keçirilmişdir. Proinsulin 84 amin turşu qalıqından təşkil olunmuş, bir polipeptid zəncirindən ibarət olan və hormonal fəallığı olmayan zülal təbiətli maddədir. Proinsulin xüsusi fermentin təsiri ilə S-peptid hissəsini ayırır. Hazır insulin hormonu və S-peptid ilə birlikdə hüceyrədən çıxır və qana daxil olur. İnsulin orqanizmdə əsasən iki formada mövcud olur – monomer və heksamer formasında (Şəkil 18):



İnsulin (monomer)



İnsulin (heksamer)

Şəkil 18. İnsulin

Uzun illərdir ki, dünyanın bir sıra elm mərkəzlərində insulinin təsir mexanizmi öyrənilir. Lakin problem bütünlüklə həll edilməmişdir. Orqanizmdə insulinin nə etdiyi barədə çox bilirik. Bununla bərabər biz hələ də bütün bunları insulinin necə etdiyi barədə heç bir şey bilmirik. Müəyyən edilmişdir ki, insulin çoxlu miqdarda maddələr mübadiləsinə təsir edir. İnsanlarda və eləcə də heyvanlar üzərində hüceyrədə və toxumalarda aparılan təcrübə müşahidələrdən müəyyən olunmuşdur ki, insulin yağların sintezini sürətləndirir və onların parçalanma sürətini azaldır. Zülalların sintezini qüvvətləndirir və qlükozadan qlikogenin alınmasını sürətləndirir. Lakin amin turşulardan qlikogenin əmələ gəlməsini və qlikogenin parçalanmasını ləngidir. Bu misalların sayını daha da artırmaq olardı. Ümumiyyətlə, ehtimal edilir ki, insulin ən azı maddələr mübadiləsinin 22 reaksiyasını aparır. Onu da nəzərə almaq lazımdır ki, bu reaksiyaların heç biri digərindən asılı deyildir. Lakin bununla belə çətinliklə fərz etmək olur ki, 22 müxtəlif mübadilə prosesinə müdaxilə edən insulinin təsiri bütünlüklə müxtəlif olsun. Son vaxtlarda əksər mütəxəssislər belə hesab edirlər ki, digər hormonlara oxşar olaraq insulin də hüceyrənin səthinə, onların plazmatik və xarici membranına təsir edir. Bu vaxt hansı isə kimyəvi siqnallar əmələ gəlir. Başqa sözlə, maddənin qatılığı dəyişir. Bu isə bu və ya digər mübadilə

prosesinə təsir edir.

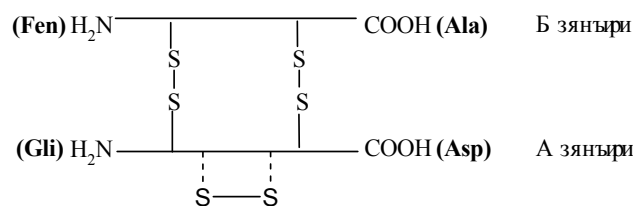
İnsulinin əsas hədəf yeri əzələ hüceyrələri, qaraciyər və yağ toxumalarıdır. Ehtimal edilir ki, insulinin bilavasitə hədəf yeri xüsusi zülal olan insulin reseptorudur. Bu reseptor haqqında da müəyyən məlumat vardır. Müəyyən edilmişdir ki, onun molekulyar kütləsi 300000 və tərkibində karbohidrat komponenti daxil olan maddədir. Onu qeyd etmək lazımdır ki, hələ bu günə qədər insulinin reseptor ilə hansı formada birləşməsi anlaşılmaz olaraq qalır.

Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, orqanizmdə insulinin təsiri çoxcəhətlidir. Lakin tarixi olaraq, insulin hər şeydən əvvəl karbohidrat mübadiləsinə təsir ilə əlaqədar şəkərli diabet xəstəliyinin meydana gəlməsi problemi həkimlərin, bioloqların, kimyaçıların həmişə diqqət mərkəzində olaraq, onların daima marağına səbəb olmuşdur. Məlumdur ki, insulin çatışmadıqda qanda qlükozanın miqdarı kəskin sürətdə artır. Əgər orqanizmə insulin daxil edilsə, qanda qlükozanın miqdarı aşağı düşür. Hazırda bunun mexanizmi haqqında az-çox məlumat vardır. Ehtimal edilir ki, hüceyrə hədəfinin səthinə düşən insulin zülal reseptoru ilə birləşərək iki bir-birindən asılı olmayan prosesin getməsinə kömək edir. Birincisi – qlükoza asan və tezliklə qandan hüceyrəyə daxil olur. Bu onunla izah edilir ki, insulinin təsiri ilə qlükoza üçün hüceyrə membranının keçiriciliyi artır. İkincisi – qlükozanın hüceyrələrdə sərfi, xüsusilə onun qlükogenə çevrilməsi yaxşılaşır. Çünki bu halda heksakinaza fermentinin fəallığı artır və maddələr mübadiləsinə daxil ediləcək qlükozanın qlükozo-6-fosfata çevrilməsinə katalitik təsir göstərir. Orqanizmdə insulin çatışmadıqda və ya şəkərli diabet xəstələrində əks proses baş verir. Yəni qandan qaraciyər hüceyrələrinə, skelet əzələlərinə, yağ toxumalarına qlükoza yavaş keçir və bu zaman hüceyrələr onu çox az istifadə edir. Başqa sözlə, hüceyrələrdə aclıq baş verir. Orqanizm vəziyyəti düzəltməyə çalışır. Getdikcə qanda qlükozanın miqdarı artır və hüceyrələr doymağa başlayır. Lakin bu onlara kömək etmir. Elə şərait yaranır ki, onu «bolluq içərisində ölüm» adlandırmaq olar. Onu da əlavə etmək lazımdır ki, belə vəziyyət yalnız insulinin bilavasitə hücum etdiyi hədəf hüceyrələrində yaranır. Digər hüceyrələrdə isə məsələn, beyin, ürək əzələlərində qlükozanın sərfi hətta özünü daha çox göstərən diabetiklərdə yaxşı olur və qanda şəkərin artması buna təsir etmir. Lakin butünlüklə bunlar orqanizmi xilas edə bilmir. Orqanizmdə olan yağın, skelet əzələlərinin və qaraciyərin ümumi həcmi o qədər böyükdür ki, onlarda olan toxumalarda maddələr mübadiləsinin pozulması faciəyə gətirib çıxarır. Bu vəziyyətdən çıxmağın yeganə yolu insulinin orqanizmə daxil edilməsi ilə əldə edilmiş olur.

Tibbi məqsədlər üçün donuz və iribuynuzlu mal-qaranın mədəaltı vəzindən alınmış insulindən istifadə edilir.

1963-cü ildə B.Çsan sintetik yolla insan insulini almağa müvəffəq olmuşdur. Heyvan insulini də insanlara köçürmək üsulu işlənib hazırlanmışdır. Gen mühəndisliyinin köməyi ilə insulinin sintezi həyata keçirilmişdir. Təəssüflər olsun ki, uzun illərin cəhdlərinə baxmayaraq, hazırda təmiz insulinin alınması texnologiyası işlənib hazırlanmamışdır. Ən yaxşı preparatlarda 15-20% qarışıq olur. Bu qarışıqlar əsasən müxtəlif peptid və zülallardan ibarət olur. Onları təkrarən orqanizmə daxil etdikdə müxtəlif allergiya xəstəliklərinə gətirib çıxarır. Xoşbəxtlikdən 80% belə baş vermiş reaksiyalar, digər növ preparatlardan istifadə etdikdə təkrarən baş vermir. Başqa sözlə, ilk dəfə öküzdən alınmış insulindən sonra qoyundan, balıqdan alınmış insulin ilə və nəhayət donuzunkü ilə müalicə etmək müsbət nəticə verir. Hazırda dünyada 200 milyon insan diabet xəstəliyindən əziyyət çəkir. Müstəqil respublikamızda 90 min diabetik qeydə alınmışdır. Onlardan 30 mini Bakı şəhərində yaşayır.

Yuxarıda deyilənlərdən belə nəticəyə gəlmək olur ki, insulinin çatışmazlığı nəticəsində orqanizmdə baş verən şəkərli diabet xəstəliyi müasir tibb, biologiya və kimya elminin qarşısında duran mühüm problemlərdən biridir. Bu sahədə həllini gözləyən problemlər vardır. Heç şübhəsiz, insan oğlu gələcəkdə həmin problemin həllinin öhdəsindən şəərəflə gələcəkdir. İnsulin hormonunu qısa şəkildə aşağıdakı şəkildə ifadə etmək olar:



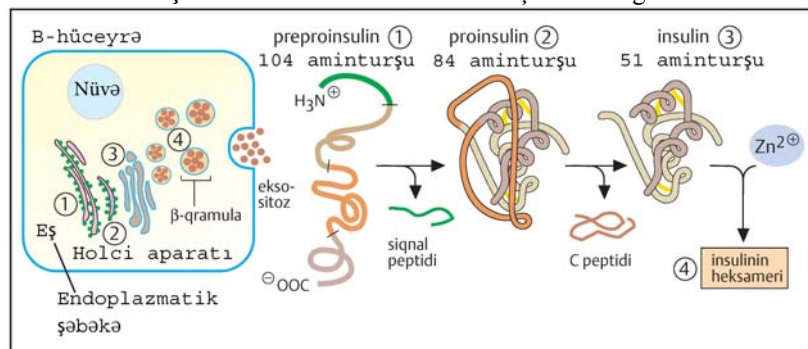
İnsulinin tam quruluşunu isə belə göstərmək olar.

İnsulin β-hüceyrələrdə əvvəlcə preproinsulin halında olur. Sonra isə hidrolizə uğrayaraq, proinsulinə çevrilir. Proteiaza fermenti proinsulini parçalayır və tərkibində 51 amin turşu qalığı olan insulin əmələ gəlir. İnsulin bir-birilə disulfid körpüsü ilə birləşmiş A və B iki zəncirdən ibarətdir. Molekulyar kütləsi 5727-dir.

Əvvəlcə qeyd etdiyimiz kimi, İnsulinin vəzifəsi qanda qlükozanın miqdarını tənzim etməkdir. İnsulin qlükozanın toxumalarda mənimsənilməsi və onun qlükogenə çevrilməsinə kömək edir və hüceyrələrə asan keçməsinə tənzim edir. İnsulin plazmatik membranın səthində olur. İnsulin plazmatik membranın sızdırıcı qabiliyyətini artırır. O, qaraciyərdə, əzələlərdə qlükogenin sintezinə kömək edir.



Şəkil 19. Öküz insulinin aminturşu ardıcılığı



Şəkil 20. İnsulinin biosintezi

Həmçinin qaraciyərdə və yağ toxumalarında yağın sintezinə də təsir edir. Qaraciyərdə zülalların sintezinə kömək edir. Təcrübədə maddələr mübadiləsi pozulduqda orqanizmdə insulin çatışmazlığı və ya artıqlığı müşahidə edilir. Langerhans adacığında şişlər olduqda, insulin artıqlığı baş verir. Belə hala ginogeniya deyilir. İnsulin orqanizmdə çatmadıqda şəkərli diabet xəstəliyi inkişaf edir. Hal-hazırda əvvəldə qeyd etdiyimiz kimi, dünyada şəkərli diabetə tutuluların sayı 200 milyona çatmışdır. Şəkərli diabet xəstəliyi zamanı toxumalarda maddələr mübadiləsi pozulur, qanda yağ

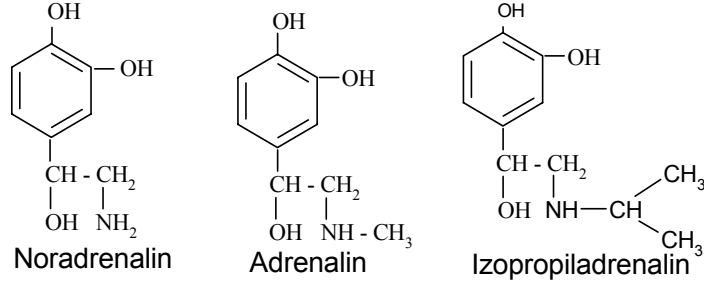
turşularının, qliserinin, xolesterinin miqdarı artır. Tibbi təcürbədə şəkərli diabeti müalicə etmək üçün insulindən istifadə edilir.

Qlükaqon hormonu

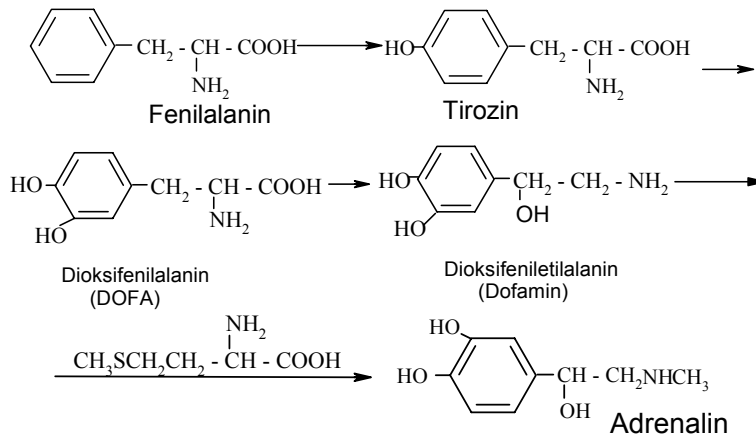
Qlükaqonun molekul kütləsi 3495-dir. 29 aminturşudan təşkil olunub. Əvvəlcə α -hüceyrələrində tərkibində 37 aminturşu qalığı olan proqlükaqon əmələ gəlir. Sonra isə hidrolizə uğrayaraq, aktiv qlükaqona çevrilir. Qlükaqon qanda kalsium kationunun və arginin aminturşusunun miqdarını yüksəldir və qlükoza, somatostatinin miqdarını azaldır. Qlükaqon əzələlərdəki toxumaların membran reseptorları ilə birləşir.

Böyrəküstü vəzilərinin beyin maddəsinin hormonları

Daxili sekresiya vəziləri içərisində böyrəküstü vəzin beyin maddəsinin hormonları xüsusi yer tutur. Böyrəküstü vəzin beyin maddəsinin hormonları aşağıdakılardır:



Adrenalin və noradrenalin nəinki böyrəküstü vəzin beyin maddəsinin, həmçinin əsəb sisteminin hüceyrələrində olur. Bu hormonlar orqanizmdə fenilalanin və triozin kimi aminturşuların feniloksidaza fermentinin təsirindən oksidləşərək əmələ gəlir:



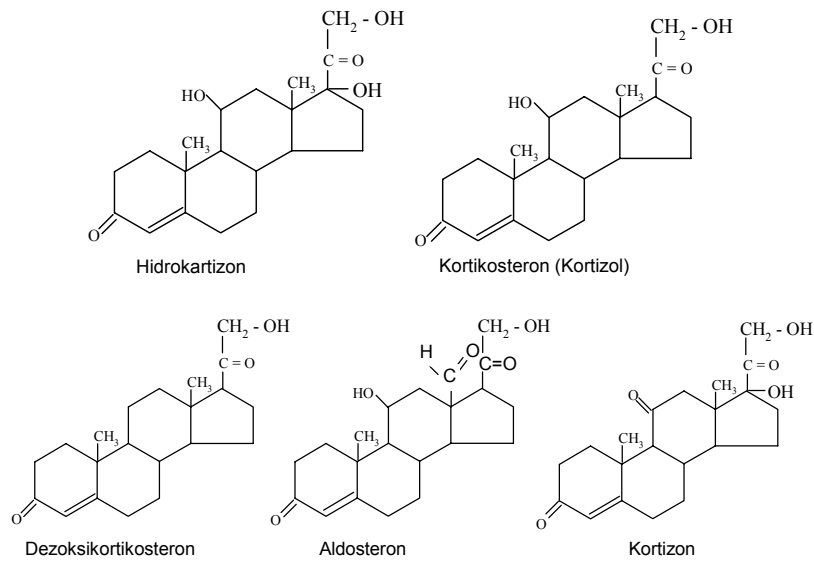
Adrenalin və noradrenalin əsəb sisteminin uclarına təsir edərək, ürək-damar sisteminin fəaliyyətini tənzim edir. Həmçinin karbohidratın dəyişməsinə təsir edir və orqanizmi xarici mühitə hazırlayır. Adrenalin həmçinin bağırsaq əzələlərini, bronxları boşaldır. Onlar təcürbədə az istifadə edilir. Hər ehtimala görə, qan təzyiqinin artması, ürək döyüntüsünü gücləndirir.

Böyrəküstü vəzilərin qabıq maddəsinin hormonları

Böyrəküstü vəzin qabıq maddəsi 50 müxtəlif hormon hazırlayır. Bunlardan səkkizi bioloji aktivliyə malikdir. Böyrəküstü vəzin qabıq maddəsi steroid tipli hormonlar hazırlayır. Bu hormonlara kortikosteroidlər deyilir. Kortikosteroidlər öz fiziki təsirinə görə, 3 qrupa bölünür:

1. Qlükokortikoidlər karbohidrat mübadiləsinə təsir edir;
2. Mineralokortikoidlər su mübadiləsi və mineral maddələri tənzim edir;
3. Cinsiyyət hormonları: kişilərdə androgen, qadınlarda estrogenlərdir.

Müalicə təcürbəsində kortikosteroidlərin aşağıdakı nümayəndələri geniş yer tutur:



Kortikosteronlar mübadilə prosesinə fəal təsir edir. Ən başlıcası isə orqanizmin xarici mühitə uyğunlaşmasında mühüm rol oynayırlar.

Qlükokortikoidlər qanın α -qlobulin plazması ilə birləşərək transportin əmələ gətirir. Bu isə ətraf toxumalara nəql olunur. Qlükokortikoidlər limfoid, qaraciyər, böyrək toxumasında olur. Limfoid toxumalara: limfa qovşaqları, dalaq, timus, limfositlər daxildir. Bağlayıcı toxuma – sümük, dərialtı birləşdirici toxuma, yağ toxuması. Qaraciyərdə və böyrəklərdə qlükokortikoidlər aminturşularının qlükogenaza keçməsinə kömək edir. Başqa sözlə, qlükogenaza fermentlərinin sintezində mühüm rol oynayır.

Qlükogenaza fermentləri aşağıdakılardır: piruvatkarboksilaza, fosforpiruvatkarboksilaza, qlükozo–6–fosfataza, fruktobifosfataza.

Hipokortizm və ya kortikosteroidlər çatışmadıqda Addison və ya bronz (tunc) xəstəliyi baş verir. Qlükogenazanın təsiri ilə qaraciyərdə qlükogen əmələ gəlir.

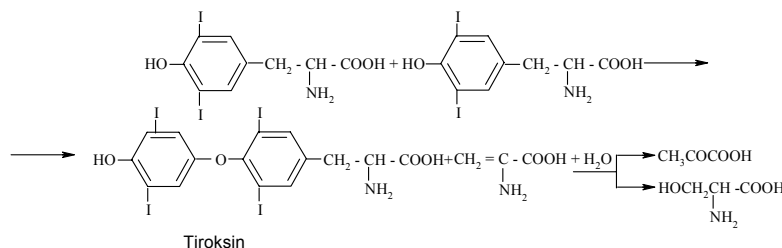
Aldosteron orqanizm üçün zəruri olan natrium, kalium və xlor ionlarının balansını nizamlayır. Ona görə də, aldosteron olmasa, orqanizmin normal fəaliyyəti mümkün deyildir. Qlükokortikoidlər və onların çoxsaylı analoqları bir sıra allergiya və autoimmun xəstəliklərində istifadə olunur. Revmatizm, dəri xəstəlikləri, bronx xəstəlikləri və s. tətbiq olunurlar.

Tibbi təcrübədə kortikosteroidlərin sintetik analoqlarından da istifadə olunur. Böyrəküstü vəzin qabıq maddəsinin hormonları artıq olduqda (hiperfunksiya) İtsenko – Kuşinq xəstəliyi baş verir.

Qalxanabənzər vəzilərin hormonları

Qalxanabənzər vəzi iki qrup müxtəlif təsirə malik hormonlar hasil edir: 1) tiroksin; 2) triyodtironin.

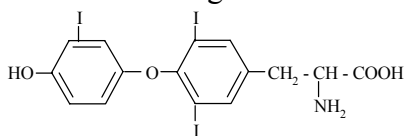
Bu hormonlar orqanizmin inkişafını təmin edir, enerji mübadiləsini tənzim edir, hüceyrə bölünməsinə təsir edir. Kalsitonin ($M=3 \cdot 10^4$) fosfor–kalsium mübadiləsini tənzim edir. O, qalxanabənzər vəzinin hormonu olan parathormonla birlikdə kalsium mübadiləsinin tənzimində iştirak edir.



Yodtironin treoqlobulin zülalının tərkibinə daxil olub, qalxanabənzər vəzin kolloid follikullarında yerləşir. Yodtironin orqanizmdə olan bütün toxumalara təsir edir. Ona, xüsusilə, qaraciyər, ürək, böyrək əzələləri həssasdır. Əsəb toxuması və yağ toxumasına qarşı həssas deyildir. Yodtironin maddələr mübadiləsinə iki cür təsir göstərir: 1) Nüvədə olan xromosomların sitozol reseptorları vasitəsilə; 2) Tsiklik AMF.

Tireodin hormonlarının əsas funksiyası hüceyrənin genetik aparatına göstərilən təsir ilə xarakterizə olunur. Bu hormonlar hüceyrənin nüvəsinə daxil olaraq xromatinlərdən olan zülallarla birləşir. Belə ehtimal edilir ki, bu hormonlar hüceyrə

nüvəsində transkripsiya prosesinə təsir edərək zülalların əmələ gəlməsini sürətləndirir. Digər tərəfdən tireoidin hormonlarının təsiri ilə oksigenin toxumalar tərəfindən sərf olunması yüksəlir və hüceyrə bölünməsi baş verir. Heyvanlar üzərində aparılan təcrübələrdən müəyyən olunmuşdur ki, bu hormonlar orqanizmdə olan 100 fermentin aktivliyini yüksəldir. Tireoidin hormonları zülal, karbohidrat və yağ mübadiləsini tənzim edərək, orqanizmin boy- artma və inkişafını sürətləndirir. Tireoidin hormonları sinir sisteminin inkişafına təsir edir. Bu hormonların sintezinin azalması hipotireozm, artması isə hipertireozm adlanır. Tireoidin hormonları kifayət qədər az olduqda cırtanboyluluq, eybəcərlik və əqli inkişaf çatışmazlığı baş verir. Qanda tiroksindən başqa 3,5,3'-triyodtironinə də rast gəlinir:

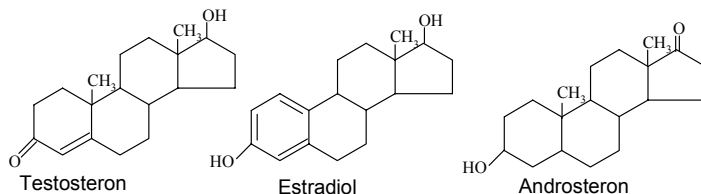


Artıq miqdarda olduqda isə tireotoksikoz və ya Bazedov xəstəliyi əmələ gəlir. Belə xəstələrə bəzən mitoxondriya xəstəliyi də deyilir. Normal qalxanabənzər vəzi 30–35 qır. olur. Endemin ur xəstəliyinə tutulduqda isə çəkisi 200 – 300 q olur. Bəzən isə 2–3 kq-a çatır.

Bazedov xəstəliyini müalicə etmək üçün cərrahiyyə və ya dərman preparatlarından istifadə edilir (diyodtirozin, betazin). Bu dərmanların köməyiylə hipofizin treodinin aktivliyi və qalxanabənzər vəzin sekresiyası azalır. Xəstəliklərin müalicəsində, həmçinin tiokarbamid, merkazolil və metiltiourasildən istifadə edilir. Qeyd edilən dərmanlar təsir etmədikdə radioaktiv yoddan (J^{131}) tətbiq edilir.

Cinsiyət hormonları

Cinsiyət hormonları qadın və kişi cinsiyət vəzlərinin interstisial hüceyrələrində və qismən böyrəküstü vəzinin qabıq maddəsində sintez olunur. Aparılan tədqiqatlardan məlum olmuşdur ki, kişi cinsiyət vəzində (cüzi miqdarda) qadın hormonları, yumurtalıqlarda isə az miqdarda kişi cinsiyət hormonları vardır. Orqanizmin həyat fəaliyyətində iki hormon: kişilərdə testosteron, qadınlarda estradiol xüsusi rol oynayır.

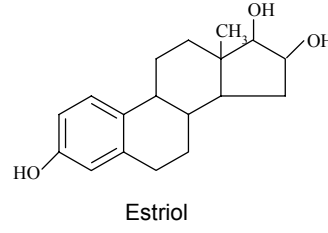
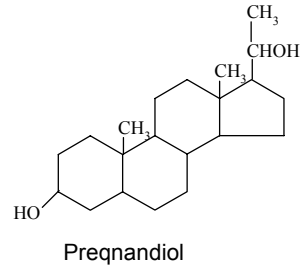
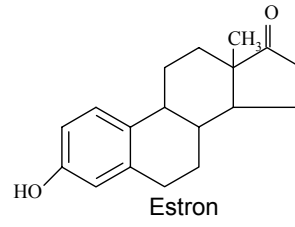
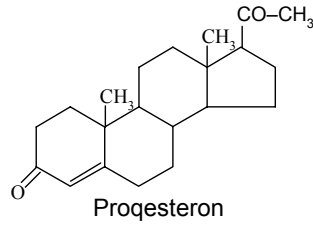


Cinsiyət hormonları cinsiyəti ayırır və nəslin artırılmasını təmin edir.

Testosteron və estradiol hormonları təsir effektivinə görə fərqlənir, lakin quruluş etibarını ilə bir-birinə oxşayırlar. Testosteron estradioldan bir karbon və dörd hidrogen atomunun artıq olması ilə fərqlənir. Qadınlarda orqanizmində olan testosteron estradiolun alınması üçün aralıq məhsul rolunu oynayır (bax şəkil 21). Cinsiyət hormonlarının sintezi və sekresiyası hipofizin qonadotrop hormonları vasitəsilə tənzimlənir. Qanda cinsiyət hormonları xüsusi qlikoprotein zülalları ilə birləşmiş olur. Cinsiyət hormonları digər steroid hormonları kimi maddələr mübadiləsinə təsir edir. Müəyyən genlərin transkripsiya sürətini dəyişir və müvafiq zülalların sintez sürətinə təsir edir. Hormonların katabolizmi (parçalanma) qaraciyərdə gedir. Məsələn, testosteron katabolizmdə androsterona çevrilir.

Androgenlər (testosteron) kişi cinsiyət vəzisinin inkişafına, boyartmaya, cinsi əlamətlərin və reflekslərin meydana çıxmasını tənzim edir. Orqanizmə androgen vəzlərinin daxil edilməsi maddələr mübadiləsinə sürətləndirir, qanda eritrositlərin sayını artırır və skelet əzələlərinin inkişafını sürətləndirir. Bu hormonlar, həmçinin sinir sisteminin funksional vəziyyətinə və ali sinir fəaliyyətinə təsir göstərir.

Kişi cinsi hormonlarının metabolizmindən alınan məhsullar sidiklə orqanizmdən xaric olunur. Qadın cinsiyət hormonu olan estradiolun əsas hissəsi estron, estriol, proqesteron və preqnanidiola çevrilir. Estradiol yumurtalıq follikullarında sintez olunur. Estron, estriol estradiolun toxuma daxili çevrilmələr zamanı əmələ gəlir. Estradiol öz fizioloji funksiyasına görə estrondan 10 dəfə, estrioldan 20 – 25 dəfə aktivliyə malikdir.

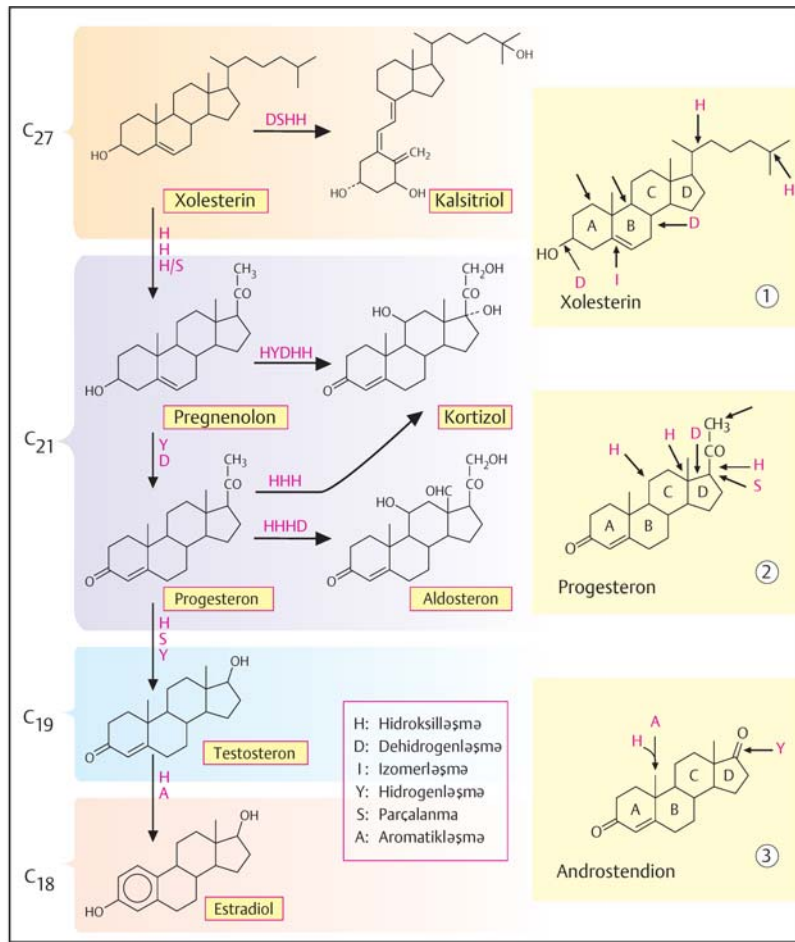


Progesteron isə sarı cisimdə sintez olunur. Estrogenlər (hamısı) qan və limfanın tərkibində sərbəst halda, ya da zülallarla birləşmiş halda olur. Estrogenlər qaraciyərdə bir sıra çevrilmələrə uğrayaraq, sonra qlükoron və sulfat turşusu ilə birləşərək sidiklə xaric edilir.

Hormonların təsir mexanizmi

1. Hüceyrə membranlarında müəyyən maddələrin (qlükoza, aminturşular) keçməsinə sürətləndirir.
2. Fermentlərin aktivliyini allosterik mexanizm üzrə dəyişdirir.
3. Genetik aparata təsir etməklə, fermentlərin sintezini tənzim edir.
4. Fermentlərin zülal hissələrinin, kofermentlərin əmələ gəlməsini və parçalanmasını tənzim edir.
5. Reseptorların xüsusiyyətinə görə hormonlar 2 yerə bölünür.
6. Hüceyrə içərisinə daxil olmayan və yalnız hüceyrə membranının xarici hissəsində yerləşən və onlara təsir göstərən hormonlar. Bunlara katexoaminlər (adrenalin, noradrenalin) və zülal təbiətli polipeptidlər aiddir.
7. Hüceyrə membranından keçərək sitoplazmada yerləşən reseptorlara təsir edən hormonlardır. Bunlara steroid təbiətli və qalxanabənzər vəzi hormonları aiddir.

Hormonların tətbiqi



Şəkil 21. Steroid hormonlarının biosintezi

Hormonlar əsasən endokrin xəstəliklərində tətbiq edilir. Məsələn, şəkərli diabetdə insulin hormonu istifadə edilir. Belə halda endogen hormonları çatmır, ya da heç olmur. Bəzi hallarda endokrin vəzilərin funksiyasını gücləndirir və ya zəiflədir. Hipofiz vəzin çatışmazlığında cırdan boyluluq olur. Hormonlar ən çox ginekologiyada istifadə edilir. Məsələn, qonadotropin sonsuzluqda, oksitosin doğum fəaliyyətini qaydaya salmaq üçün, steroid cinsi hormonlar bir sıra xəstəliklərin müalicəsində işlədilir. Qadın cinsiyyət hormonları prostat vəzin şişlərində, süd vəzisinin şişində isə kişi cinsi hormonlarından istifadə edilir. Hormonlar, həmçinin endokrin xəstəliyi olmayanlarda da istifadə edilir. Məsələn, allergiya, nefrit, revmatizm, podaqra, qeyri-spesifik infeksiyon poliatrit və eləcə də bir sıra göz xəstəliklərinin müalicəsində tətbiq olunur.

PROSTAQLANDİNLƏR

Tsiklopentan molekuluna birləşmiş birinin ucunda karboksil qrupu olan iki karbohidrogen zəncirini daşıyan prostan turşularının törəmələrinə prostaqlandinlər deyilir. Prostan turşusu molekulunun müxtəlif yerlərində hidroksil, karbonil və bəzən də ikiqat rabitələrin əmələ gətirdiyi birləşmələr isə təbii prostaqlandinlərdir.

Prostaqlandinlərin kəşfi tarixindən

Prostaqlandinlərin kəşfi keçən əsrin otuzuncu illərinə təsadüf edir. 1933–1935-ci illərdə ingilis alimi Qoldblatt və İsveç alimi U.Eyler bir-birindən asılı olmayaraq toxum mayesinin və toxum plazmasının qeyri-adi xassəyə malik olmasını müşahidə etmişlər. Onlara görə tədqiq edilən maddə heyvanların qan təzyiqini aşağı salır və uşaqlığın yığılma qabiliyyətini artırır. Ulf Eyler prostat vəzinin ekstraktından aldığı hormona oxşar maddəyə prostaqlandin adını vermişdir. Sonralar müəyyən edildi ki, prostaqlandinin nəinki insan orqanizmində, habelə müxtəlif heyvan orqanizmlərinin müxtəlif üzvlərində tapılmışdır. Məsələn, toxumluqda, yumurtalıqda, mədədə, bağırsaqda, qaraciyərdə, gözün əlvan təbəqəsində, timusda, böyrəklərdə, əsəb toxumlarında və digər orqanlarda prostaqlandinlərə rast gəlinir. Eyler toxum plazmasını, insan və heyvan prostat vəzisini ekstraksiya edərək onun kimyəvi və farmakoloji xassələri üzərində tədqiqat aparmışdır. Aparılan tədqiqatlardan məlum olmuşdur ki, prostaqlandin suda, asetonda, spirtə, xlorformda və efirə yaxşı həll olur. Qızdırılmaya qarşı davamsız, turş mühitə davamlı və turş xassəyə malik maddədir. Lakin təmiz halda prostaqlandinin alınması Eylerə nəsib olmadı. Təmiz kristallik halda prostaqlandinin alınması və onun ətraflı tədqiqi Eylerin tələbəsi Sune Berqstremə məxsusdur. Təxminən otuz il keçdikdən sonra S. Berqstrem 1957-ci ildə ilk dəfə olaraq vezikulyar vəzindən bir neçə milliqram F prostaqladini kristallik halda almağa nail oldu. Prostaqlandinin ekstraksiyasında fosfat buferindən istifadə edildiyinə görə F prostaqladini kimi işarə edilmişdir. Alınmış F prostaqladini 102–103⁰C- də əriyən, molekul kütləsi 356 olan, doymamış turşu təbiətli birləşmə olduğu müəyyən edildi. Bir neçə il keçdikdən sonra vezikulyar vəzini efir ilə ekstraksiya etdikdə, ərimə temperaturu 115–117⁰C, molekul kütləsi 350 olan ikinci müvafiq E prostaqladini də kristal halda ayırmağa müvəffəq oldular. Sonralar S.Berqstrem rəhbərliyi altında E₁, F₁, F₂ prostaqlandinləri ekstraksiya yolu ilə ayırmış və quruluşları fiziki və kimyəvi üsullarla təsdiq edilmişdir.

Prostaqlandinlər sahəsində elmi- tədqiqat işləri yalnız İsveç, Norveç və digər Şimal ölkələrinin birgə yaratdığı xüsusi proqramdan sonra daha da genişlənməyə başladı. Prostaqlandinlər sahəsində elmi-tədqiqat işlərinin ilkin mərhələsi 1964-cü ildə başa çatdı. Məhz bu ildə S. Berqstrem və onun əməkdaşları bir neçə ton dondurulmuş qoyun prostat vəzini emal edərək, ekstraksiya yolu ilə kristallik prostaqladini almış, onun bioloji xassələrini öyrənmək üçün geniş sınaqlar keçirmişlər.

1964-cü ilin may ayında ilk dəfə olaraq bir-birindən asılı olmayaraq İsveçdə Berqstrem, Hollandiyada isə Vandorunun rəhbərliyi ilə tərkibində dörd ikiqat rabitəsi olan araxidon turşusundan ferment katalizatorundan istifadə etməklə E₂ prostaqlandinin sintezinə nail olundu. Ferment katalizatoru kimi qoyunun vezikulyar vəzindən istifadə olunmuşdur. Beləliklə, prostaqlandinlər tamamilə yeni əsasda fermentativ sintez üsulu ilə alınmağa başlandı. Axır on illiklərdə bu və ya başqa yol ilə onlarla müxtəlif növ prostaqlandinlər alınmış və quruluşları müxtəlif üsullarla təsdiq edilmişdir.

Göründüyü kimi ilk prostaqlandinin alınmasından 80 ildən artıq il keçir. Bu sahədə görülən elmi işlərin aktuallığını nəzərə alan Nobel mükafatı təqdim edən elmi komissiya əldə edilən nəticələri iki dəfə fiziologiya və təbabət üzrə mükafatlandırmışdır.

1971-ci ildə prostaqlandin sahəsində aparılan elmi işlərin ilk yaradıcısı Ulf Eyler, ingilis fizioloqu Bernard Kaç və ABŞ farmakoloqu Julnus Akselrod əsəb impulsları mexaniziminin tədqiqi sahəsində əldə edilən müvəffəqiyyətlərə görə Nobel mükafatı laureatına layiq görülmüşdür. U. Eylerin Nobel mükafatı məruzəsi bütünlüklə prostaqlandinlərə həsr edilmiş və onun tərəfindən xüsusilə vurğulanmışdır ki, böyrəküstü beyin maddəsinin və ya əsəb toxumalarının hormonu olan adrenalin E₂ prostaqlandinin rəqibidir.

Təxminən on il keçəndən sonra, 1982-ci ildə Sune Berqstrem, onun davamçısı, ixtisasca kimyaçı Benkt Samuelson və həmçinin ingilis «Uelkam» kimya-farmasiya şirkətinin elmi rəhbəri J.Veyn «Prostaqlandinlər və onlara qohum olan bioloji fəal birləşmələr» sahəsindəki elmi işlərə görə fiziologiya və təbabət üzrə Nobel mükafatına layiq görüldülər.

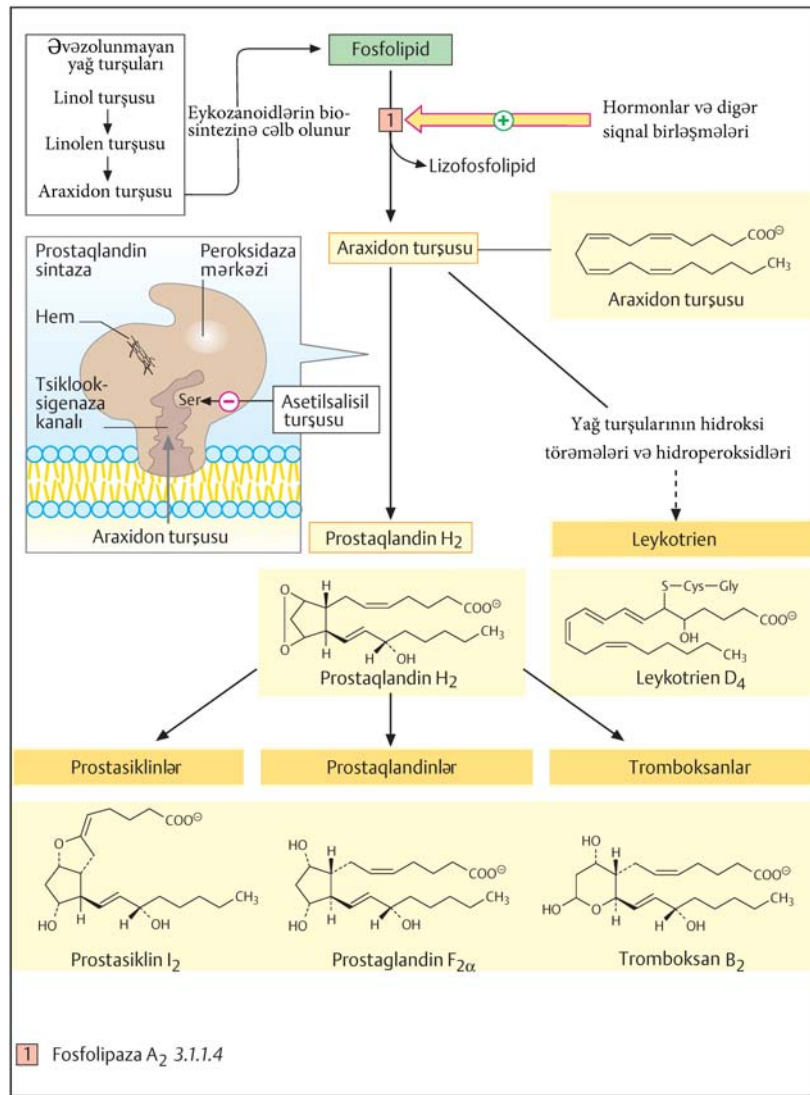
Benkt Samuelson prostaqlandinlər sahəsində elmi-tədqiqat işlərini 1960-cı ildən başlamışdır. Vaxtı ilə S.Berqstrem aspirantı olmuşdur. Sonralar Stokholmda yerləşən Karolin İnstitutundakı tibb fakültəsinin dekanı olmuş və rəhbəri S.Berqstremi əvəz etmişdir. Hal-hazırda rəhbəri ilə birlikdə prostaqlandinlər sahəsində

elmi işlərini davam etdirir. O, prostaqlandinlərin quruluşunun tədqiq edilməsi sahəsində, xüsusilə araxidon turşusunun çevrilməsində fəal iştirak etmişdir. 1978-ci ildə leykositlərdə araxidon turşusunun çevrilməsi nəticəsində yeni növ bioloji fəal maddə olan leykotrienlərin alınması, onun çevrilmələri və quruluşunun araşdırılması B. Samuelsonun adı ilə bağlıdır. Leykotrienin qlütation ilə əmələ gətirdiyi lipid-zülal birləşməsi yüksək bioloji aktivliyə malikdir. Leykotrienlər prostaqlandinlər sahəsində aparılan elmi-tədqiqat işlərinin ən öncül hissəsi olub, bütün alimlərin diqqətini özünə cəlb etmişdir. Son vaxtlarda məlum olmuşdur ki, leykotrienlər immun proseslərində, soyuqdəymə və al-lergiya reaksiyalarında fəal iştirak edir.

Nobel mükafatı laureatlarından biri də ingilis professoru J.Veyndir. O, ilk dəfə olaraq, araxidon turşusundan prostatsiklini sintez etmişdir. Alınan birləşmə qandaşayan damar əzələlərini zəiflədir və tromb əmələ gəlməsinə mane olur. Digər tərəfdən J. Veyn sübut etmişdir ki, aspirin və ona qohum olan birləşmələri prostaqlandinlərin əmələ gəlməsində iştirak edən tsiklooksigenaza fermentinin fəallığını azaldır və ya başqa sözlə, onun inhibitoru rolunu oynayır. Aspirin və onun analoqlarının müalicə təsir mexanizmi qeyd edilən hadisəyə əsaslanır. Ən nəhayət, J.Veyn prostaqlandinlərin canlı hüceyrələrə təsirinə əsaslanaraq, onların bioloji yolla müxtəlif fərdi prostaqlandinlərə ayrılması üsulunu işləyib hazırlamışdır. İşlənib hazırlanmış üsul bütün dünyanın laboratoriyalarında geniş tətbiq olunur.

Ayrı-ayrı prostaqlandinlərin yüksək bioloji fəallığını nəzərə alan alimlər bu sahədəki elmi-tədqiqat işlərini daha da dərinləşdirməyə başladılar. Sintezi edilmiş və ya canlı orqanizmdən ayrılmış prostaqlandinlər oksigenli əvəzedicinin təbiətindən və ya sayından, həmçinin ikiqat rabitələrin tsiklopentan halqasındakı vəziyyətindən asılı olaraq, onları A, B, J, D, E, F, G, H və s. latın hərfləri ilə işarə edərək müxtəlif tiplərə bölmüşlər. Hər bir prostaqlandin tipinin daxilində də bir neçə sıra vardır. Yan zəncir hissəsində yerləşən ikiqat rabitənin sayı və yerlərinə görə bir-birindən fərqlənir və PGE₁, PGF₂, PGF₃ (prostaqlandin-PG) kimi 1,2,3 və s. rəqəmləri indeks şəklində işarə edilir. Onlar prostaqlandin molekulunda olan ikiqat rabitələrinin sayını göstərir. Adətən hidrosil qrupu (OH) tsiklopentan halqasının müxtəlif vəziyyətlərində yerləşə bilər. Belə halda rəqəm indekslərinin axırına α, β, γ kimi yunan hərfləri də yazılır. Məsələn: PGF_{2α}, PGF_{1β} və s. Təbii prostaqlandinlər hamısı α-konfigurasiyada olur.

Əvvəldə qeyd etdik ki, prostaqlandinlər orqanizmin istənilən üzvünün toxumalarında rast gəlinir. Lakin onların miqdarı olduqca az olur. Çünki orqanizm özü üçün nə qədər prostaqlandin lazımdırsa o qədər istehsal edir və sonra da onu sərf edir. Başqa sözlə, orqanizmdə prostaqlandin ehtiyatını yaratmır. Ortaya belə sual çıxır. Hansı maddələr prostaqlandinlər üçün ilkin maddə (substrat) rolunu oynayır? Aparılan tədqiqatlardan məlum olmuşdur ki, prostaqlandinlərin biosintezi üçün lazım olan ilkin substrat rolunu eykozatrien, eykozatetraen (araxidon) və eykozapentaen kimi polien turşuları oynayır (bax səh.160). Qeyd edilən polien turşuları orqanizmin toxumalarında tərkibində ikiqat əlaqəsi olan linol turşusundan əmələ gəlir. Lakin linol turşusu canlı orqanizmdə sintez edilmir və yalnız qida ilə orqanizmə daxil olur. Orqanizmdə linol turşusu araxidon turşusuna çevrilir. Araxidon turşusu isə orqanizmdə sərbəst halda yaşaya bilmədiyindən tez toxumalarda olan fosfolipidlərə qoşulur. Beləliklə, hüceyrədaxili fosfolipidlərin əsas hissəsini təşkil edən araxidon turşusu prostaqlandinlərin alınması üçün ilkin maddə rolunu oynayır. Toxumalardakı A₂ fosfolipaza fermentinin təsiri ilə araxidon turşusu fosfolipidlərdən sərbəst halda ayrılır. Sonra isə araxidon turşusu prostaqlandinsintetaza poliferment kompleksinin tərkibinə daxil olan yağ turşularının tsiklooksigenazanın təsirinə məruz qalaraq, nəticədə bioloji aktiv aralıq məhsul olan endoperoksid prostaqlandinlərini əmələ gətirir (bax şəkil 22). Bunları, həmçinin PGG₁ və PGG₂ adlandırırlar. Yeri gəlmişkən onu qeyd etmək lazımdır ki, prostaqlandinlərin müxtəlif hüceyrə və toxumalardakı biosintezinin son məhsulu eyni olmur. Məsələn, endoperoksid prostaqlandinlərinin əsas hissəsi E və G prostaqlandin tiplərinə çevrilir. Onların arasında ən çox pay PGE₂, PGQ_{2a} və PGD-nin üzərinə düşür.



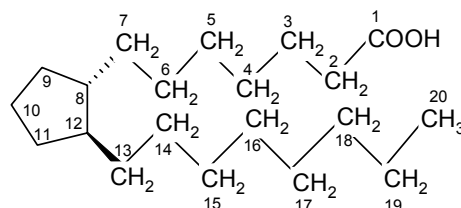
Şəkil 22. Eykazanoidlər

A tipli prostaqlandin PGE prostaqlandinin dehidratasiyasından alınır. V və S tipli prostaqlandinləri isə PGA-da olan tsiklopentan halqasındakı ikili əlaqənin izomerləşməsi nəticəsində əldə edilmiş olur. Damar divarlarında yerləşən PGS₂ tipli endoperoksiddən isə yuxarıda artıq bəhs etdiyimiz prostasiklin adı ilə çox məşhur olan xüsusi tip T₂ prostaqlandini əmələ gəlir. Trombositlərdə və eləcə də xüsusi hüceyrələrdə PGH₂ aralıq məhsulundan tərkibində oksigen saxlayan altüzvlü halqası olan tromboksan alınır. Tromboksanlarda A və V tipində olub, prostaqlandinlər kimi bir neçə sərşaya bölünür.

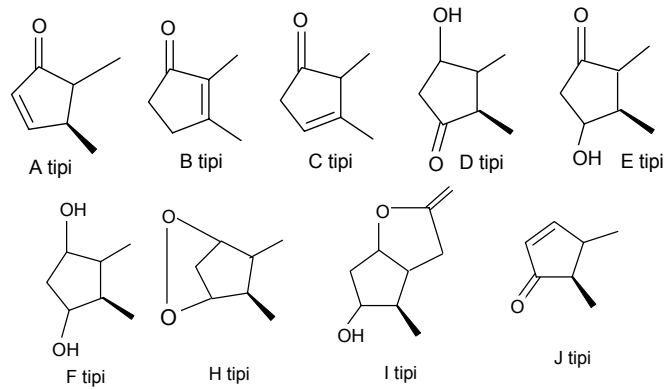
Leykositlərdə araxidon turşusunun çevrilməsi tamamilə başqa yol ilə gedir. Yəni lipooksigenaza fermentinin iştirakı ilə araxidon turşusu leykotrienlər adlanan, tərkibində tsiklopentan halqası olmayan doymamış birləşməyə çevrilir (bax şəkil 22). Leykotrienlər də öz növbəsində spesifik quruluşa malik A, B, S, D, E tiplərinə bölünür. Yuxarıda adları sadalanan birləşmələr çox qısa yarımparçalanma dövrünə malikdirlər. Məsələn, tromboksanlar bir neçə saniyə yaşayır və öz fəallığını itirərək sidik vasitəsi ilə orqanizmdən xaric edilir.

Prostaqlandinlərin quruluşu

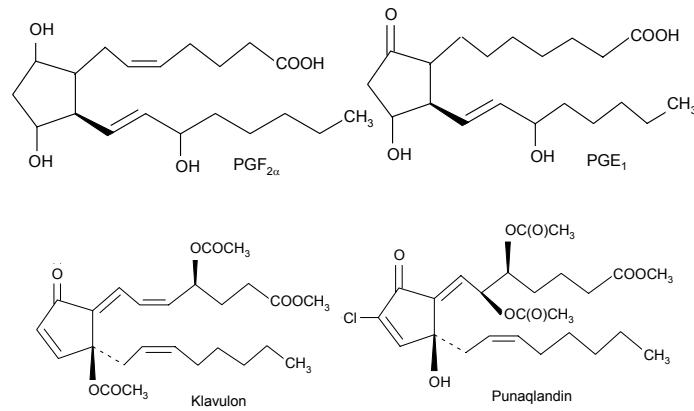
Prostaqlandinlər bioloji fəal lipidlər olub, hipotetik prostan turşusunun törəmələridir:



Tsiklopentan halqasında və zəncirində yerləşən ikiqat əlaqənin yerindən asılı olaraq müxtəlif tipli prostaqlandinlər mövcuddur. Adətən prostaqlandin molekulunda 20 karbon atomu və 15 vəziyyətində hidroksil qrupu yerləşir. Halqanın quruluşundan və yan zəncirin xarakterindən asılı olaraq A, B, C, D, E, F, H, İ, J tip porstaqlandinlər mövcuddur:

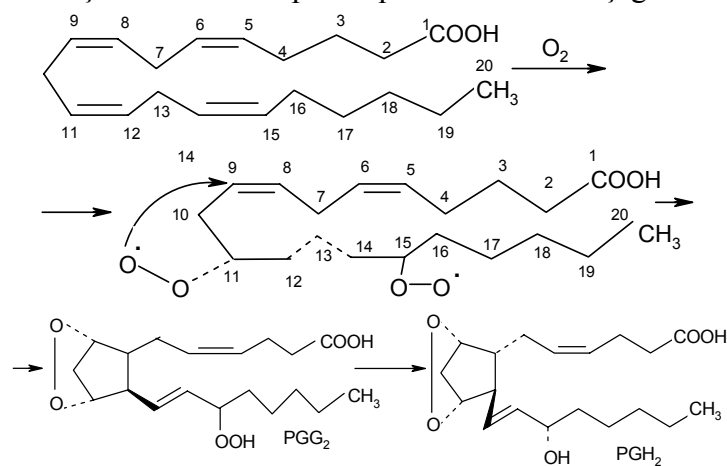


Bəzi prostaqlandinlərin quruluşunu nəzərdən keçirək:



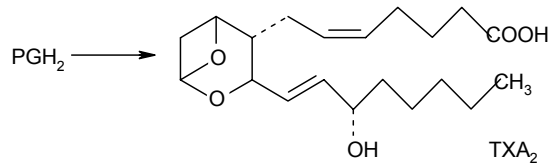
Göründüyü kimi, $PGF_{2\alpha}$ prostaqlandininin indeksində yazılmış 2 rəqəmi molekulda iki ikiqat əlaqənin olduğunu göstərir.

Prostaqlandinlər kristal və ya maye halda olub suda pis həll olur. Üzvi həlledicilərdə isə yaxşı həll olur. PGE_1 -in ərimə temperaturu 115–116 °C-dir. Prostaqlandinlər polidoymamış turşularından alınır. Kompleks fermentlərin təsiri ilə araxidon turşusundan PGH_2 prostaqlandininin sintezi aşağıdakı sxem üzrə gedir:

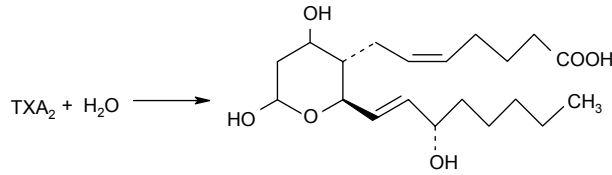


Əvvəlcə tsiklooksigenaza fermenti peroksid radikallarını fəzasəciyyəvi 11 və 15 vəziyyətinə birləşdir. Sonra isə peroksid körpüsü və tsiklopentan halqası yaranır. Əmələ gəlmiş PGG_2 peroksidaza ilə reduksiya olunur və daha stabil PGH_2 ilkin məhsulunu əmələ gətirir.

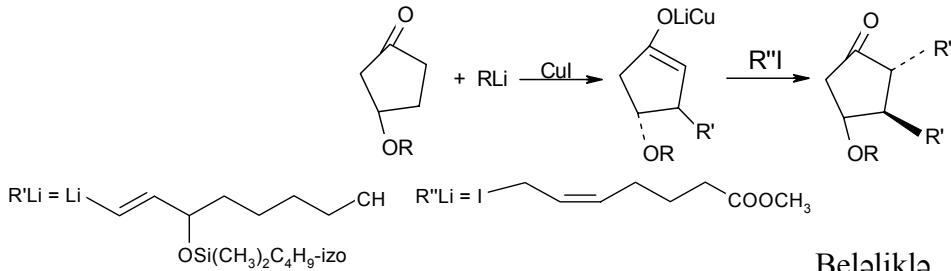
Bəzi hüceyrələrdə PGH_2 -dən A_2 tipli yüksək bioloji fəallığa malik dayanıqlı olmayan bitsiklik tromboksan əmələ gəlir:



TXA₂ su ilə hidrolizə uğrayır və davamlı, ərimə temperaturu 95-96°C olan TXB₂ -yə çevrilir:



Prostaqlandinlərin tam kimyəvi sintezi aşağıdakı sxem üzrə aparılır:



Beləliklə, aralıq məhsulları dəyişməklə yüksək stabilliyə malik sintetik prostaqlandinlər almaq olur.

Prostaqlandinlərin təsir mexanizmi

Məlumdur ki, prostaqlandinlər çox yüksək fəallığa malik bioloji maddələr olub, onlara universal molekulyar bionizamlayıcı adını veriblər. Hansı səbəbdən qeyd olunan adı prostaqlandinlərə veriblər? Bu məqsədlə, prostaqlandinlər bioloji təsir mexanizmini aydınlaşdırmaq üçün bəzi biokimyəvi prosesləri yenidən nəzərdən keçirmək ehtiyacı vardır. Bildiyimiz kimi, bir hüceyrədən və ya toxumadan siqnalı ötürmək üçün müxtəlif kimyəvi birləşmələrdən istifadə edilir. Əsəb sistemi tərəfindən göndərilən əmrə əsasən daxili sekresiya vəziləri tərəfindən ifraz edilən hormonlar, məhz qeyd edilən kimyəvi birləşmələrdir. Hədəf hüceyrəsinin xarici səthinə çatan hormon və öz xüsusi ötürücüsü ilə birləşərək orada yerləşir. Nəticədə hüceyrə membranının xarici hissəsində bu nahiyədə yerin xassəsini dəyişir. Bu dəyişmə öz növbəsində membran səthinin daxilində yerləşən fermentlərin fəallığını da dəyişir. Hüceyrə daxilində baş verən proseslərdə mühüm rol oynayan fermentlərdən biri də adenilattsiklazadır (ADT). ADT nisbətən sadə nukleotid olan tsiklikadenozinmonofosfatın (TAMF) sintezi üçün lazım olan fermentdir. Normal vəziyyətdə ADT qeyri-fəaldır. Əgər hormon öz ötürücüsü ilə hüceyrə membranının xaricinə təsir etdikdə, onda ADT fəallaşır. Bu halda ehtimal edilir ki, ADT fermentinin işlənməsi üçün iştirakı labüd olan maqnezium ionları üçün membranın keçiriciliyini dəyişir. Bu isə öz növbəsində hansı isə hələlik məlum olmayan üsulla hüceyrənin daxilindəki digər fermentləri fəallaşdırır. Beləliklə, siqnal hüceyrənin daxilinə düşdükdə əsəb sistemi-hormon-adenilattsiklaza- TAMF- hüceyrənin fermentləri estafeti işə düşür.

Orqanizmin hər bir hüceyrəsinə eyni zamanda və ya ardıcıl olaraq çoxlu sayda hormonlar hücum edir və bunların hamısının təsiri ADT vasitəsilə başqasına ötürülür. Göründüyü kimi ADT çoxsaylı siqnalların və maddələr mübadiləsi yollarının «keçid qapısı» rolunu oynayır. Təbii ki, belə canlı «keçid qapısı»nda mütləq bir nizamlayıcıya ehtiyacın olmağı labüddür. Nizamlayıcı bəziləri üçün daşınma axınını bağlamalı və bəziləri üçün açmalıdır. Məhz belə nizamlayıcı rolunu prostaqlandinlər ifa edir. Hələlik qeyd edilən mürəkkəb məsələni prostaqlandinlərin necə yerinə yetirməsinə dair ən kiçik məqamlar haqqında məlumatlar yox dərəcəsinədir. Təkcə o fakt məlumdur ki, prostaqlandinlər ADT fermentinə inhibitorlaşdırıcı (ləngidici) təsiri göstərir. Məsələn, orqanizmdə həddən artıq TAMF sintez edilsə, onda orqanizmdə fəlakət baş verə bilər. Ona görə də orqanizmin belə fakt ilə qarşılaşmasını aradan götürmək üçün qəza açarına bənzər bir vasitə olmalıdır ki, onun köməyi sayəsində TAMF sintezi bir anda dayandırılınsın. Bu rolu qeyd etdiyimiz kimi prostaqlandin oynayır. Prostaqlandinin köməyi ilə ADT fermentinin fəallığı ləngidilir və TAMF-in miqdarı normaya düşür və nəticədə hüceyrələrdə qayda yaranır.

Yuxarıda deyilənlərdən aydın olur ki, prostaqlandinlər olduqca müxtəlif olub orqanizmin istənilən üzvünə və toxumasına təsir edə bilər. Prostaqlandinlərin adenilattsiklaza mexanizmi universal xarakter daşıyır,

çox sayda mübadilə proseslərində iştirak edir. Lakin ehtimal edilir ki, prostaqlandinlərin bioloji təsir mexanizmi təkcə ADT fermentinin inhibitorlaşması ilə bitməyib, başqa bioloji təsir mexanizmləri də ola bilər. Ola bilsin ki, prostaqlandinlər özləri də hüceyrələrarası kimyəvi xidmətçi rolunu oynasın. Bu hal bir daha onu göstərir ki, hüceyrələrin xaricində elə xüsusi ötürücülər vardır ki, onlar prostaqlandinlər ilə qarşılıqlı təsirdə olur. Deməli, prostaqlandinlər nəinki hüceyrə daxilində, habelə hüceyrə xaricində də nizamlayıcı rolunu oynaya bilər.

Prostaqlandinlərin tətbiqi

Son on illiklərdə prostaqlandinlər xalq təsərrüfatında geniş tətbiq sahələri tapmışdır. Bu hər şeydən əvvəl onunla izah olunur ki, prostaqlandinlərin bioloji təsir spektri həddən artıq genişdir. Digər tərəfdən onların fəallığı gözləniləndən də artıqdır. Məsələn, bir gün ərzində insan orqanizmində sintez edilən prostaqlandinlərin miqdarı bir milliqramdan azdır. İnsan orqanizmində hər hansı fizioloji dəyişikliyi etmək üçün isə prostaqlandinlərin cəmi bir mq-nın bir milyonda bir hissəsini bədənə yeritmək bəs edir.

Son vaxtlarda aparılan elmi-tədqiqat işlərindən məlum olmuşdur ki, prostaqlandinlərin ən başlıca tətbiq sahəsi mamaçalıq və ginekologiyadır. Məlumdur ki, hal-hazırda uşaqlığın və başqa sayə əzələli üzvlərin yığılma qabiliyyətini artırmaq üçün hipofiz vəzinin hormonu olan oksitosindən geniş istifadə edilir. Lakin aparılan təcrübi faktlardan məlum olmuşdur ki, oksitosin dölün inkişafına mənfi təsir göstərir. Eston alimi Yulo Lillenin rəhbərliyi altında qoyunun vezikulyar vəzindən alınan fermentin təsiri ilə araxidon turşusundan alınan yeni E₂ tipli prostaqlandin və ya onların adlandırdığı prostenon oksitosini əvəz edir və onda olan çatışmazlığı aradan qaldırır. Bununla da prostenon doğum zamanı ağrını azaldır və doğum aktını tənzim edir və həmçinin qeysər kəsiyi və ya başqa sözlə, qarın boşluğunu yarib uşaq çıxartmaq halları istisna olur. Beləliklə, prostaqlandinlərin köməyilə doğuş tənzim edilir və asanlaşır. Bundan əlavə müəyyən edilmişdir ki, qadınlarda mayalanmadan iki həftə sonra prostaqlandin qəbul etdikdə, hamiləlik pozulur. Məhz buna görə də, prostaqlandin qərb mətbuatında «səhərki günün həbi» ləqəbini qazanmışdır. Bəzi tədqiqatçılar bu problemə çox ümid bəsləyir və ehtimal edirlər ki, hamiləliyin qarşısını alan vasitələr arasında prostaqlandinlər ən ümdə yerdə dururlar.

Bəzi prostaqlandinlər mədə şirəsinin ayrılmasının qarşısını aldıkları üçün, onlardan mədə yarasının sağlması üçün mühüm vasitə kimi istifadə edilir. Onlar həmçinin bağırsaqların fəaliyyətini tənzim etməklə yanaşı, müxtəlif xroniki halların baş verməsinin qarşısını alır.

E tipli prostaqlandinlərdən bronxial astma xəstəliyinin müalicəsi sahəsində geniş tədqiqatlar aparılır. Aerosol halında hazırlanmış prostaqlandin preparatları son dərəcə yüksək səmərə vermişdir. Lakin sonrakı tədqiqatlardan məlumdur ki, bəzi hallarda prostaqlandin preparatların təsiri ilə tənəffüs yolları qıcıqlanır və kəskin öskürək tutmaları baş verir. Hal-hazırda əlavə təsiri aradan qaldırmaq üçün geniş tədqiqat işləri aparılır.

Prostaqlandinlərin ən mühüm müalicə xassəsi onların qan təzyiqini aşağı salmaq qabiliyyətidir. Bəziləri diuretik xassəsinə malik olduqlarından natrium və kalium ionlarının ayrılmasını tətbiq edərək ürək aritmiyasının qarşısını alır. Bütün bu deyilənlər bizə ümid verir ki, prostaqlandinlər hipertoniya, ürək çatışmazlığı və bəzi ruhi sarsıntıların müalicəsində ən səmərəli vasitə rolunu oynayacaqdır.

Son məlumatlardan məlum olur ki, bəzi prostaqlandinlər trombositlərin aqreqasiya qabiliyyətinin azalmasına səbəb olur və infarktı törədən amilin aradan qaldırılmasına kömək edir.

Heyvandarlıqda prostaqlandinlərin tətbiq edilməsinin çox mühüm dövlət əhəmiyyəti vardır. Bu baxımdan eston və başqırd alimlərinin birgə əməyi sayəsində əldə edilən estufalan adlı prostaqlandin maraq doğurur. Estufalan F_{2α} tipli prostaqlandinin analoqu olub, heyvanların cinsiyyət vəzilərinin fəaliyyətinə təsir edərək, süni mayalanmanı hiss ediləcək dərəcədə yüksəldir və bununla da qısırqalmanın faizini aşağı salır. Digər tərəfdən estufalanın köməyilə inək naxırında və qoyun sürüsündə süni mayalanmanı sənaye miqyasında sinxron və ya başqa sözlə, bir zamanda aparmaqla dölün istənilən vaxtda düşməsinə zəmin yaradılır. Bu isə naxırçıların, çobanların və eləcə də kənd təsərrüfatı ilə məşğul olan insanların əməyini qat-qat yüngülləşdirir. Əgər bir inəyin və ya bir qoyunun mayalanması üçün F_{2α} prostaqlandindən 25 mq tələb olunurdusa, yeni alınmış estufalandan bundan 50 dəfə az, 0.5 mq lazım gəlir. Başqa sözlə, ildə 500000 baş inəyə cəmi 250 q estufalan istifadə olunur.

Qaragül qoyunlarından istənilən vaxt döl alınması və onun dərisindən istifadə edilməsi baxımından yeni hazırlanmış estufalan prostaqlandinin tətbiq edilməsi çox səmərə verə bilər.

Axır vaxtlarda prostaqlandinlər sahəsində dünya elmində aparılan axtarışlar sahəsində əldə edilmiş nailiyyətlərə əsasən belə qənaətə gəlmişlər ki, təbii prostaqlandinlərin bəzi modifikasiyaları və ya başqa sözlə, sintez yolu ilə əldə edilmiş prostaqlandin analoqlarının daha çox gələcəyi vardır. Bu hər şeydən əvvəl onunla əlaqədardır ki, təbii prostaqlandinlər qeyri-stabil olub orqanizmdə tez parçalanırlar. Ona görə də, təbii prostaqlandinlər qısa müddətli təsirə malik olduqlarından, onlardan yalnız doğuşu tənzim etmək üçün istifadə

edilə bilər. Məsələn, yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi prostenon bu məqsədə xidmət edir. Lakin ondan arterial qan təzyiqini azaltmaq üçün istifadə etmək olmaz. Təbii prostaqlandinlərdən prostatsiklin ürək əzələlərinin qanla təmin olunmasını tənzim edir və trombun əmələ gəlməsinin qarşısını alır. Prostatsiklin də orqanizmdə tez parçalanır. Onun bu xassəsini nəzərə alaraq, intensiv terapiyada istifadə edilir.

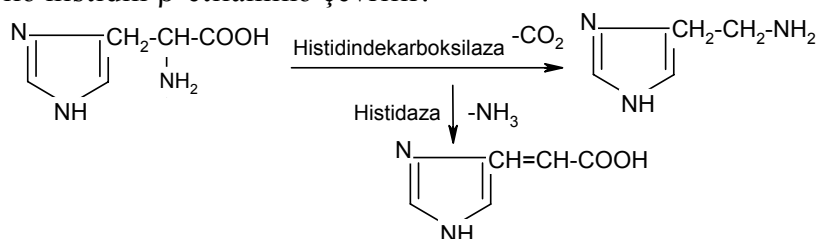
Yuxarıda deyilənlər bir daha əsas verir ki, hal-hazırda təbii prostaqlandinlərin alınması və quruluşlarının öyrənilməsi ilə paralel olaraq, sintez üsulu ilə yeni, daha yüksək səmərəliliyə malik davamlı prostaqlandin analoqları sahəsində elmi-tədqiqat işlərinin aparılması olduqca zəruri və vacib problem olaraq bu sahədə çalışan alimlər qarşısında durur. Sintez yolu ilə prostaqlandin analoqlarının alınması iqtisadi cəhətdən səmərəlidir. Bunun üçün ilkin məhsul kimi istifadə olunan maddələr daha ucuzdur. Həmçinin reaksiya üçün fermentdən istifadə olunmur. Sintez yolu ilə prostaqlandinin alınması və onun tətbiqi sahəsində keçmiş Sovetlər İttifaqının bir sıra elmi mərkəzlərində (Moskva, Minsk, Tallin, Ufa, Rıqa) sistemli elmi-tədqiqat işləri aparılır. Artıq onların bəziləri haqqında söz açdıq. Yeri gəlmişkən, çox təəssüf hissi ilə qeyd etmək lazımdır ki, müstəqil respublikamızda prostaqlandinlər sahəsində, demək olar ki, heç bir elmi-tədqiqat işi aparılmır. Xalq təsərrüfatı üçün çox mühüm dövlət əhəmiyyəti olan belə problemə biganə qalmaq olmaz.

Qeyd etdiyimiz kimi, prostaqlandinlər tərkibinə tsiklopentan və tsikloheksan halqası daxil olan təbii birləşmələr sinfinə aiddir. İlk dəfə prostaqlandinə məməlilərin prostat vəzində rast gəlinmişdir. Hazırda müəyyən edilmişdir ki, canlı orqanizmin bütün toxumalarında azacıq miqdarda prostaqlandin vardır. Son vaxtlarda heç gözlənilmədən məlum olmuşdur ki, yumşaq mərcanların tərkibi prostaqlandinlər ilə zəngindir. Onun quru cəkisinin 1.5-2 % prostaqlandinlərin payına düşür. Soğanın tərkibində də prostaqlandinlər tapılmışdır.

FERMENTLƏR

Fermentlər canlı orqanizmin funksional və quruluş tələbatını təmin edən çoxsaylı, budaqlanmış zəncirvari bioloji reaksiyaların sürətlə getməsinə təmin edən nəhəng, bioloji katalizatorlardır.

Fermentlər bütün canlı hüceyrələrdə istifadə edilir. Tənəffüs, ürəyin fəaliyyəti, hüceyrələrin bölünməsi və böyüməsi, əzələlərin təqəllüsü, qidanın mənimsənilməsi, bioloji maddələrin parçalanması, sintezi və s. proseslər yalnız fermentlərin təsiri ilə tez və sürətlə əldə edilmiş olur. Başqa sözlə, fermentativ reaksiyalar canlı orqanizmin fəaliyyətinin molekulyar əsasını təşkil edir. Fermentlər zülal təbiətli bioloji katalizatorlardır. «Ferment» sözü latınca «fermentum» sözündən götürülüb, mənaca «qıçırma» deməkdir. Onu ilk dəfə XVII əsrdə yaşamış Van Helmont elmə gətirmişdir. Bəzi ədəbiyyatlarda fermentin sinonimi olan «enzim»dən istifadə edilir. Enzim yunanca «enzyme» sözündən götürülüb, mənaca «maya» deməkdir. İlk fermenti 1814-cü ildə rus alimi K.S.Kirxov müəyyən etmişdir. O, arpadan alınan ekstraktın köməyi ilə nişastanı şəkərə çevirmişdir. İlk dəfə 1926-cı ildə C.Samner ureaza və pepsin fermentlərini kristallik şəkildə almışdır. Hal-hazırda 3000 ferment aşkar edilmişdir. Onlardan 300-ü kristallik şəkildədir. Fermentlərin adı katalizatorlardan fərqli olaraq, reaksiyanı 36-37°C-də aparır. Reaksiya 100% gedir. Histidin histidaza fermentinin təsirindən doymamış turşunu verir. Lakin histidin dekarboksilaza fermentinin təsiri ilə histidin β-etilaminə çevrilir:



1 Mol alkoqoldehidrogenaza fermenti bir saniyədə otaq temperaturunda 720 mol etil spirtini asetaldehidə çevirir. Sənayedə ən yaxşı katalizator hesab olunan mis katalizatoru 200°C-də 0,1–1 mol etil spirtini asetaldehidə çevirir.

Digər misal olaraq katalaza fermentinin 0°C-də bir saniyədə $2 \cdot 10^5$ mol hidrogen peroksidi parçalayır. Bu məqsəd üçün ən aktiv katalizator hesab olan platin qarası 20°C-də 10 – 80 mola qədər hidrogen peroksid parçalayır.

Fermentlərin quruluşu

Fermentlər zülal təbiətli üzvi maddələrdir. Onların tərkibində həm sadə, həm də mürəkkəb zülallara rast gəlinir. Tərkibində sadə zülal olan fermentləri hidroliz etdikdə, aminturşular alınır. Məsələn, pepsin, tripsin, ureaza, ribonukleaza və s. sadə zülallardan təşkil olunmuş fermentlərdir. Digər fermentlərin molekulunda zülal qrupundan başqa fermentativ (katalitik) fəaliyyəti həyata keçirən vacib qeyri-zülali hissələr də olur. Bu hissəyə kofaktor deyilir. Kofaktor adlanan bu hissə öz vəzifəsinə görə bir-birindən fərqlənir. Kofaktorlar yüksək temperatura çox davamlı olub, zülali hissə ilə kompleks əmələ gətirir. Zülali hissəyə apoferment deyilir. Apofermentlə kofaktorun birgə kompleksinə xoloferment deyilir. Apofermentlə kofaktor arasında yaranan birləşmə iki rəbitə növündə birləşir. Birinci növ birləşmədə kofaktorlar zülali hissə ilə ayrılırlar, yəni onlar kovalent rəbitə ilə birləşirlər. Belə növ kofaktorlara prostatik qrup deyilir. İkinci növ kofaktorlar isə nisbətən sadə birləşmələr olub, koferment adlanır. Kofermentlər prostatik qruplardan fərqli olaraq zülali hissədən asanlıqla ayrılı bilər. Lakin fermentdən koferment hissəni ayırdıqda o, öz aktivliyini itirir. Yenidən apoferment məhluluna kofermenti daxil etdikdə ferment öz fəaliyyətini bərpa edir. Müəyyən edilmişdir ki, apoferment və koferment arasında kovalent rəbitə fərqli olaraq hidrogen və elektrostatik cazibə qüvvələri mövcuddur. Onu qeyd etmək lazımdır ki, prostatik qrup ilə koferment arasında heç də o qədər fərq yoxdur. Çünki bir fermentdə prostatik qrup digər fermentdə koferment rolunu oynayır və ya əksinə. Məsələn, aminturşuların oksidazalarının kofermenti olan flavinadeninnukleotid (FAD) onun tərkibində asanlıqla dializ yolu ilə ayrılır. Toxuma tənəffüsü fermentlərinin tərkibində isə FAD apofermentlə kovalent əlaqəsi ilə birləşərək prostatik qrup rolunu oynayır. Aparılan tədqiqatlardan məlum olmuşdur ki, bir sıra suda həllolan vitaminlər koferment rolunu oynayır. Məsələn, B₁ üzvi turşu mübadiləsində iştirak edən fermentin tərkibinə daxil olur. Turşulardan karbon qazı parçalayan karboksilaza fer-

mentinin tərkibinə tiaminin törəməsi tiamindifosfat daxildir. PP vitamini və ya nikotinamidin iki kofermenti məlumdur: nikotinamidadenindinukleotid (NAD) və nikotinamidadenindinukleotidfosfat (NADF). Riboflavin və ya B₂ vitamininə daxil olan kofermentin də iki növü vardır: flavinmononukleotid (FMN) və flavindinukleotid (FDN) Hər iki qrup fermentlər oksidləşmə-reduksiya fermentləri olub, orqanizmdə enerjinin istifadə və kənar edilməsində iştirak edir. Bundan əlavə B₆ (piridoksin), B₁₂, C vitaminlərində fermentlərin tərkibinə daxil olan koferment rolunu oynayır. Vitamin qrupuna aid olmayan bəzi bioloji maddələr var ki, onlar da koferment kimi fermentlərin tərkibinə daxil olur. Məsələn, adenintrifosfat turşusu (ATF), fosfosulfat, lipoy turşusu, uridinfosfat, sitidinfosfat, fosfoadenizin kimi nukleozidlər, porfirin törəmələri, qlütatin və s. daxildir. Kofermentləri funksional əlamətlərinə görə aşağıdakı siniflərə bölmək olar:

- 1) Oksid-reduktazaların kofermentləri NAD, NADF, FMN, FAD, lipoy turşusu, qlütation, ubixinon;
- 2) Transferazaların kofermenti: piridoksalfosfat (PALF), nukleozid fosfatlar, monosaxaridlərin fosfat efirləri, fol turşusu, kobaltamid;
- 3) Liazaların, izomerzaların və lipazaların kofermentləri: tiaminpirofosfat, biotin, qlütation, piridoksalfosfat, kobalamid;
- 4) Pantoten turşusunun kofermentləri. Bir sıra fermentlərin kofaktorunun tərkibinə metal kationu və turşu qalığı anionu da daxildir. Metal atomları bəzi halda prostatik qrup, bəzi halda koferment rolunu oynayır. Məsələn, askorbin turşusu (vitamin C) oksidləşdirən fermentin hər molekulunda səkkiz mis atomu olur. Sitoxromoksidaza və tirozinazanın tərkibinə mis kationu daxildir. Karboanhidraza sink kationu, sitoxromların, katalazanın və peroksidazanın, ferredoksinin tərkibində Fe²⁺ və Fe³⁺ prostatik qruplar və kofermentlər kimyəvi reaksiyalarda aktiv iştirak edərək, elektronları ionların və müxtəlif radikalların (aminasetil, karboksil) bir substratdan başqa substrata keçirilməsində iştirak edir.

Fermentlərin təsnifatı və nomenklaturası

1972-ci ildə Beynəlxalq Tətbiqi və Nəzəri Kimya Cəmiyyəti biokimyəvi birləşmələrin nomenklatura komissiyasında fermentlərin nomenklatura qaydalarına əsasən 2000 fermentin adlarını ayrıca kitab halında nəşr etmişdir. Fermentləri 2 üsulla adlandırırlar:

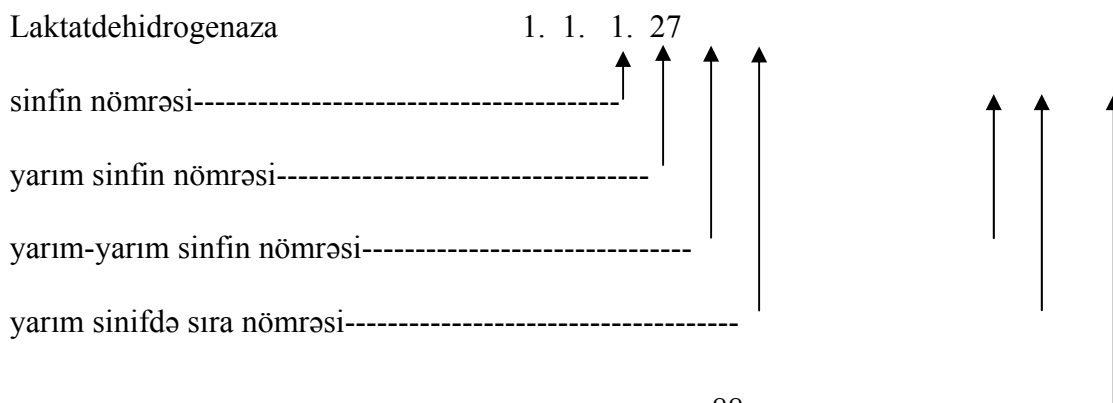
1. İşçi və ya trivial adla;
2. Sistematik adlandırma.

Bəzi fermentlər işçi adı ilə indiyə qədər adlandırılır. Məsələn, tripsin, pepsin və ximotripsin. Sistematik adlandırmaya görə fermentlər kataliz etdikləri reaksiya növlərinə görə 6 sinfə bölünür (Şəkil 23):

1. Oksid-reduktazalar;
2. Transferazalar;
3. Hidrolazalar;
4. Liazalar;
5. İzomerazalar;
6. Liqazalar (Sintetazalar).

Bu siniflərin hər biri müəyyən sayda yarım siniflərə, onlar isə yarım-yarım siniflərə bölünür. Yarım siniflər çox zaman fermentlərin təsiri ilə dəyişikliyə uğrayan kimyəvi radikalı xarakterizə edir. Yarım-yarım siniflər (qruplar) reaksiyada iştirak edən fermentlərin təsirini daha da konkretləşdirir. Yəni hücum edən substrat əlaqəsinin təbiətini və ya akseptorun təbiətini dəqiqləşdirir. Beləliklə, şifrdə ilk üç rəqəm fermentin tipini xarakterizə edir. Axırıncı rəqəm isə yarım-yarım sinfin daxilində fermentin nömrəsini göstərir. Fermentlərin təsnifatına görə hər bir ferment bir-biri ilə nöqtə ilə ayrılan 4 rəqəmdən ibarət olan şifrə malik olur.

Karbohidrolaza (ureaza).3.5.1.5.



Sınıf	Reaksiya tipləri	əsas yarımsiniflər
1 Oksido-reduktazalar		Dehidrogenazalar Oksidazalar Peroksidazalar Reduktazalar Monooksigenazalar Dioksigenazalar
2 Transferazalar		C ₁ -Transferazalar Qlikoziltransferazalar Aminotransferazalar Fosfortransferazalar
3 Hidrolazalar		Esterazalar Qlikozidazalar Peptidazalar Amidazalar
4 Liqazalar ("Sintazalar")		C-C-Liqazalar C-O-Liqazalar C-N-Liqazalar C-S-Liqazalar
5 Izomerazalar		Epimerazalar sis-trans-izomerazalar Molekuldaxili transferazalar
6 Liqazalar ("Sintetazalar")		C-C-Liqazalar C-O-Liqazalar C-N-Liqazalar C-S-Liqazalar

Şəkil 23. Fermentlərin sinifləri

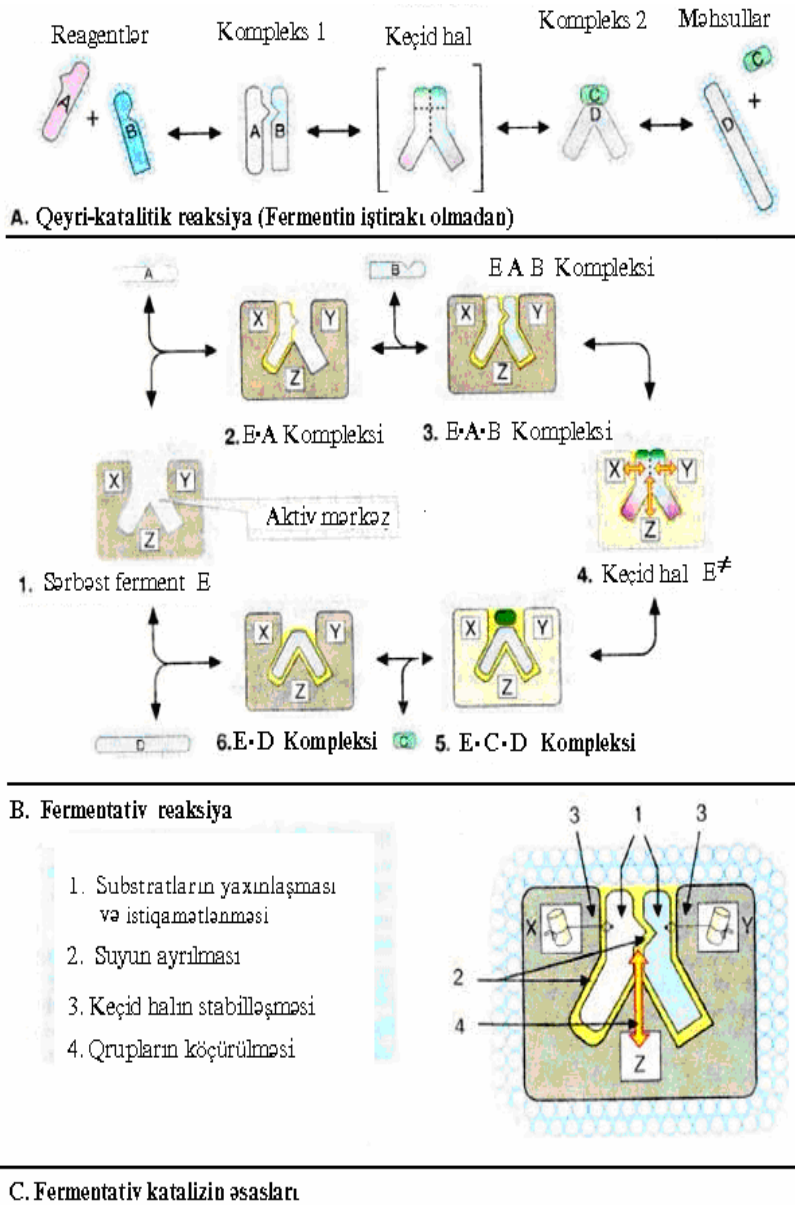
Onu da qeyd etmək lazımdır ki, fermentlərin Beynəlxalq təsnifatını mütləq, bütünlüklə bitmiş hesab etmək olmaz. Çünki, onlar bəzi hallarda üzvi kimyada kimyəvi reaksiyaların təsnifatı ilə heç də uyğun gəlmir. Məsələn, piruvat dekarboksilaza fermentinin şifri 4.1.1.1., laktatdehidrogenaza fermentinin şifri isə 1.1.1.27 kimi qəbul olunmuşdur.

İzofermentlər

1952-ci ildə Neylanus elektroforez vasitəsilə laktatdehidrogenazanın bir neçə fraksiyasını almışdır. Müəyyən edilmişdir ki, bu fraksiyalar hər biri öz effektivinə görə bir-birindən fərqlənir. Digər tərəfdən müəyyən edilmişdir ki, onlar öz kimyəvi tərkibinə görə, substrat spesifikliyinə, temperatur və digər faktorların təsirinə görə fərqlənir. Laktatdehidrogenazanın beş izofermenti müəyyən edilmişdir. Onları LD₁, LD₂, LD₃, LD₄, LD₅ kimi işarə edirlər. LD₁, LD₂ ürəkdə eritrositlərdən və böyrəkdən alınmışdır. LD₃ qalxanabənzər, mədəaltı vəzidə, dalaqda tapılmışdır. LD₄, LD₅ qaraciyərdə, skelet əzələlərində tapılıbdir. Laktatdehidrogenaza fermentlərinin orqanizmdə paylanmasını, onun vəzifəsini təyin edir. Məsələn, LD-nin aktivliyinin artması müxtəlif xəstəliklərin – qaraciyərin, ürəyin xəstə olmasını müəyyənləşdirir. Məsələn, ürəyin infarktında (miokard) LD₁ və LD₂ artıq olur. LD₄ və LD₅ artıq olduqda hepatit yaranır.

Fermentin təsir mexanizmi

Fermentativ reaksiyalarda aralıq məhsul olan ferment substrat kompleksi yaranır (Bax şəkil 24). Substrat fermentdə olan aktiv mərkəzdə birləşir və polipeptid zəncirində fəza konformasiyası yaradır. Aktiv mərkəzlər tərkibində sistein, treonin, serin, aminturşusu qalıqları olan zülallarla birləşir.



Şəkil 24.

Substrat fermentin bir neçə aktiv mərkəzləri ilə birləşir və stabil olmayan kompleks əmələ gətirir. O da öz növbəsində reaksiya getdikdən sonra məhsul alınır, ferment isə öz vəzifəsini ifadə edir.

Fermentin aktiv mərkəzi

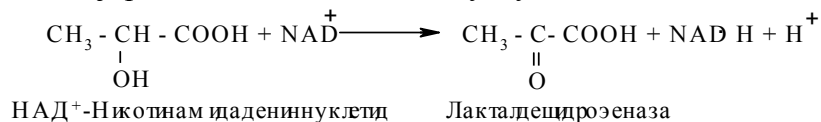
Fermentin aktiv mərkəzi dedikdə, onun molekulunda aminturşuların, eləcə də kofaktorların elə bir kombinasiyası nəzərdə tutulur ki, o ferment və substrat molekullarının bilavasitə qarşılıqlı təsirinə şərait yaratsın və kataliz prosesində iştirak etsin. Aktiv mərkəzdə şərti olaraq iki sahə ayrılır:

1. Substrata təsir edən katalitik sahə;
2. Aktiv mərkəzin substratla uyğun gəlməsini və ferment–substrat kompleksi yaranmasını təmin edən kontakt hissə.

Fermentlərdə aktiv mərkəzdən başqa allosterik mərkəz də olur. «Allosterik» yunanca «alloz» – özgə, başqa, «steroz» – fəza, quruluş deməkdir. Aktiv mərkəz ferment molekulunda elə hissədə olur ki, onlar yalnız kiçik molekul ilə əlaqədə olur. Həmin molekulların fermentlə birləşməsi fermentin aktivliyini dəyişdirir. Ona görə də belə maddələrə effektorlar deyilir. Effektor molekulları substrat molekullardan fərqlənir. Allosterik mərkəzlə birləşən fermentin III və IV quruluşunun dəyişməsinə səbəb olur. Beləliklə, bütün bunlar nəticədə fermentin aktivliyini ya artırır, ya da azaldır.

Fermentlərin sinifləri Oksid-reduktaza fermentləri

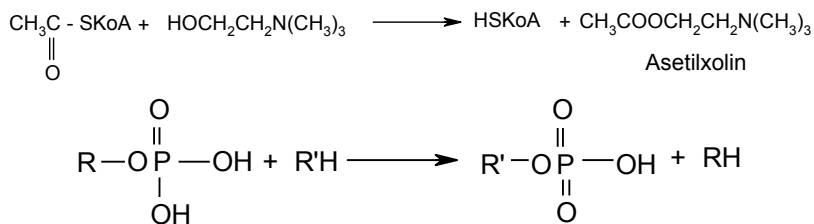
Bu ferment oksidləşmə–reduksiya reaksiyasına katalitik təsir edir. Onlar 17 yarım sinfə bölünür. Bu reaksiyada substratın oksidləşmə–reduksiya daxil olmasına hidrogen verən donor kimi baxılır. Belə fermentlərə dehidrogenaza deyilir. Onlar enerji proseslərində mühüm rol oynayırlar:



Onların sayı 480 – dir.

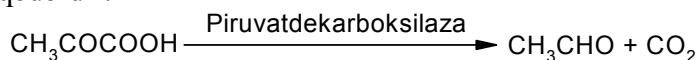
Transferazalar

Transferaza fermentləri müxtəlif kimyəvi qrupların bir molekulundan digərinə keçməsinə kataliz edən fermentdir. Bunlar 8 yarım sinfə bölünür. Onların sayı 480-dır. Bir substratdan (donor) digər substrata (akseptor) köçməni kataliz edir.



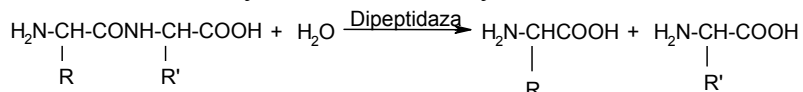
Liazalar

Su və ya oksidləşmə olmadan substratı parçalayan katalizatora liazalar deyilir. Liazalar dörd yarım qrupa bölünür. Ümumi sayı 230-a qədərdir.



Hidrolazalar

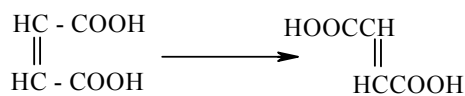
Hidrolazalar su vasitəsilə parçalanma reaksiyasını katalizə edən fermentlərdir. Məsələn, polipeptidaza zülal aminturşulara çevirən fermentdir. 11 yarım sinfi var. Sayı 460-dır.



Bu fermentlər substrat molekulundan bu və ya digər birləşməni ayıran maddədir. Başqa sözlə, iri biomolekulları daha sadəsinə parçalayır. Bu fermentlər həzmedici fermentlərdir.

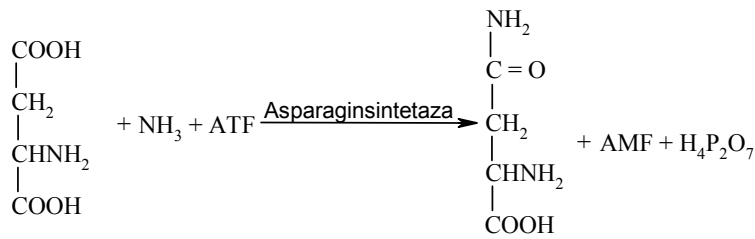
İzomerazalar

İzomerzaların təsiri ilə bir molekul digər molekulaya izomerləşir. 5 yarım sinfi vardır. Sayı 80-dır.



Liqazalar (Sintetazalar)

Liqazaların hesabına ATF parçalanır, AMF-ə keçir və enerji ayrılır. Bu enerjinin hesabına müxtəlif siniflərin zülallarının birləşməsinə təsir edir. Sayı 80-dir. 5 yarım sinfə bölünür.



L-Asparagin turşusu

L-Asparagin

Fermentlər təbabətdə

Fermentlər zülal təbiətinə malik bioloji katalizatorlar olub, onlarsız canlı orqanizm yaşamaq iqtidarında deyildir. Heç təsadüfi deyildir ki, onlara «həyat mühərriki» deyirlər. Təkcə bir faktı xatırlatmaq kifayətdir ki, fermentlər canlı orqanizmin fəaliyyətində nə qədər mühüm rol oynayır. Məsələn, hesablanmışdır ki, bir hüceyrədə on min ferment molekulu yerləşir və onlar iki mindən çox müxtəlif reaksiyaya təsir göstərir. Hal-hazırda 3000 ferment elmə məlumdur. Onlardan 300-dən çoxu kristallik halda ayrılıb və təmizliyi öyrənilmişdir. Bu sahədə tədqiqatlar davam etdirilir.

Fermentlər insanın təcrübi fəaliyyətində də geniş tətbiq edilir. Onlar xalq təsərrüfatının müxtəlif sahələrində özlərinə geniş tətbiq yeri tapmışdır. Fermentlər, xüsusilə, təbabətdə müstəsna əhəmiyyətə malikdir. Məhz buna görə də, fermentlərin təbabətdə oynadığı rol haqqında qısa da olsa bəhs etməyə çalışacağıq.

Fermentlər təbabətdə əsasən üç istiqamətdə tətbiq edilir. Birincisi və ən vacibi bu və ya digər fermentin çatışmazlığı nəticəsində törənən xəstəlik səbəblərinin öyrənilməsi və onun müalicəsi sahəsində əldə olunan nailiyyətlər. İkincisi, bioloji mayelərdə və toxumalarda ferment aktivliyinin təyininə əsasən müxtəlif xəstəliklərin aşkar edilməsi və müalicəsi. Üçüncüsü, müxtəlif xəstəliklərin müalicəsində ferment preparatlarının tətbiqi sahəsində əldə edilən nəticələr.

Yuxarıdakı istiqamətlərin hər biri haqqında müfəssəl bəhs edək. Məlumdur ki, Yer kürəsində yaşayan insanlar bir-birindən öz dərilərinin, tüklərinin, gözlərinin rənginə görə fərqlənir. Bu orqanizmdə mövcud olan fermentlərin təsiri ilə bəzi aminturşularından müxtəlif pigmentlərin və melaninlərin sintezi ilə əlaqədardır. Əgər qeyd edilən pigmentlərin əmələ gəlməsi üçün lazım olan fermentlərdən biri çatışmadıqda rəngin yaranmaması hesabına albinizm xəstəliyi baş verir. Albinizm xəstəliyinə tutulmuş insanların dərisi, saçı və gözləri ağ rəngdə olur. Lakin onlar öz sağlamlıqlarına görə heç də normal insanlardan fərqlənmir.

Bəzi hallarda bu və ya digər fermentin insan orqanizmində çatışmazlığı həyat üçün təhlükə törətmir, amma daima müxtəlif xəstəliklərin ortaya çıxması ilə özünü biruzə verir. Həyatda müşahidə etdiyimiz kimi, bəzi insanlar azca süd içdikdə onlarda bağırsağ pozğunluqları baş verir. Yeri gəlmişkən onu qeyd etmək yerinə düşərdi ki, ABŞ- da yaşayan zənci əhalisinin yarısından çoxunda bu hal özünü göstərir. Qeyd edilən hadisəni doğuran əsas səbəb bağırsaqlarda süd şəkərini parçalayan β-qalaktozidaza fermentinin az olması ilə bilavasitə əlaqədardır. Məsələ ondadır ki, süd şəkəri və ya başqa sözlə, laktoza mürəkkəb disaxarid olub, qlükoza və qalaktozadan təşkil olunubdur. Laktoza adətən bağırsaqlarda sorulur və ilkin tərkib hissələrinə parçalanmır. Beləliklə, orqanizmdə β-qalaktozidaza fermentinin çatışmazlığı səbəbindən laktoza parçalanmır və bağırsaqlarda pozğunluq törənir.

Bəzən təzə doğulan körpələr qalaktoza və fruktoza kimi monasaxaridləri həzm edə bilmir. Bu işə daha ağır xəstəlik fəsadları ilə nəticələnir. Əvvəlcə bağırsaqlarda fosforlaşmış məhsul olan qalaktozo-1-fosfat və fruktozo-1-fosfatın qatılığı artır və maddələr mübadiləsini pozur. Xəstəliyin təbiətini əgər həkim əvvəlcədən bilsə, onda onu asanlıqla müalicə edir. Onun üçün uşağın yemək rasionundan qalaktoza və fruktozanı kənar etmək kifayətdir.

Planetimizdə doğulan 15–20 min uşağdan biri məlum fenilpiroüzüm oliqofreniya adlanan xəstəliyə görə əqli cəhətdən inkişaf etməmiş olur. Bu xəstəliyin əsas səbəbi fenilalanin turşusunun digər tirozin aminturşusuna çevrilməsində katalitik təsir göstərən fenilalaninhidroksilaza fermentinin çatmaması ilə əlaqədardır. Əgər qeyd edilən ferment orqanizmdə çatmırsa, onun quruluşca fenilalaninə yaxın, lakin beynin inkişafına olduqca mənfi təsir göstərən fenilpiroüzüm turşusu əmələ gəlir. Qeyd edilən arzuolunmaz hadisənin qarşısını almaq heç də o qədər çətin deyildir. Onun üçün yeni doğulmuş uşağın birinci ayında orqanizmdə olan fenilalaninhidroksilaza fermentinin varlığını yoxlayırlar. Əgər ferment çatmırsa, onda uşağın doğulduğu ilk aylarında qida rasionundan fenilalanini bütünlüklə çıxartmaq məsləhətdir.

Qlikogeni parçalayan fermentlər çatmadıqda bir sıra xəstəliklərin baş verməsi prosesi də ətraflı tədqiq edilmişdir. Çatmayan fermentin təbiətindən asılı olaraq müxtəlif toxumalarda (qaraciyərdə, əzələlərdə, əsəb toxumalarında və s.) qlikogenin artması baş verir. Bunun təsirindən maddələr mübadiləsi pozulur və müxtəlif tip qlikogeneza xəstəlikləri ortaya çıxır.

Bu və ya digər fermentin çatışmamasına görə bir sıra irsi xəstəliklər müşahidə edilir. Deməli, hərdən bir təbiətdə də hansı isə səhv buraxılır. Lakin təbiətin buraxdığı səhvlər ilə də hesablaşmaq lazım gəlir.

Qeyd etmək lazımdır ki, bəzən fermentlərdə hər hansı pozğunluq baş verdikdə də xəstəliyin müəyyən formaları da özünü göstərir. Bu özünü müəyyən fermentlərin aktivliyinin zəhər ilə seçici halda məhv edildikdə nəzərə çarpır. Məlumdur ki, fermentlərin aktiv mərkəzlərindən biri onların tərkibində olan sulfhidril qrupudur. Nəzərdə tutulan zəhər isə əsasən sian turşusu və onun duzlarından ibarətdir. Sian turşusu və ya onun duzları mühüm tənəffüs fermenti olan sitoxromoksidazanın tərkibində olan dəmir ilə çox asanlıqla birləşməyə qabil olduğundan, onlar fermenti tez sıradan çıxarır və nəticədə ani ölüm baş verir. Arsen, fosfor, civə və digər ağır elementlərin əmələ gətirdiyi üzvi birləşmələr də zəhərli maddələr sinfinə daxildir. Bu kimi maddələrin zəhərliliyi onların fermentlərin aktivliyini xarakterizə edən sulfhidril qrupu ilə çox asanlıqla qarşılıqlı təsirdə olması ilə xarakterizə olunur. Bu problemin həll edilməsi və ya orqanizmdə olan zəhərli maddələri kənar etmək məqsədilə ora zəhərliliyi olmayan sulfhidril qrupuna malik birləşmələr daxil edilir. Məsələn, hal-hazırda təcrübədə müvəffəqiyyətlə sınaqdan çıxmış artıq miqdarda unitiol ilə zəhərlə birləşmiş fermentə təsir edildikdə, unitiol zəhərlə reaksiyaya daxil olur və fermentin sulfhidril qrupu sərbəst hala gətirilib çıxarılır. Unitiol indiyə qədər bu məqsəd üçün istifadə olunan birləşmələrə nisbətən suda yaxşı həll olur, zəhərliliyi çox azdır və dəri altına, əzələ daxilində daxil edildikdə yaxşı sorulur.

Məlumdur ki, xolinestraz fermenti əsəb impulslarının ötürucusü kimi mühüm fizioloji proseslərdə iştirak edir. Xolinestraz fermentini inaktivləşdirdikdə zəiflik, iflic, qıcolma baş verir, nəfəsalma çətinləşir və hətta ölüm baş verir.

Bir sıra fosforüzvi birləşmələrinin quruluşu ilə xolinestraz fermenti arasındakı asılılığı arasında əlaqənin öyrənilməsi sahəsində aparılan tədqiqatlardan məlum olmuşdur ki, elə fosforüzvi birləşmələri vardır ki, onlar yalnız müxtəlif növ həşəratlara təsir edir və insan, heyvan orqanizminə isə zəhərli təsir göstərmir. Belə fosforüzvi birləşmələr bitkiləri ziyanverici həşəratlardan qoruyur. Xlorofos və dixlorofosdan isə məişətdəki milçəkləri, taxtabitini və mətbəx böcəyini məhv etməkdə istifadə olunur. Beləliklə, deyilənlərdən aydın olur ki, fosforüzvi birləşmələri xolinestraz fermentinin inhibitoru rolunu oynayır.

Təəssüf ki, qeyd edilən florofos, dixlorofos və digər zəhərliliyə malik maddələr ilə ehtiyatsız davrandıqda insan orqanizm fermentlərində pozğunluq baş verir və bəzi xəstəliklərin ortaya çıxmasına səbəb olur.

Son illərdə bioloji maye və toxumalarda fermentlərin aktivliyinin laboratoriya şəraitində təyin edilməsi müxtəlif xəstəliklərin diaqnozunun ayrılmaz tərkib hissəsidir. Ferment aktivliyinin təyin edilməsi müxtəlif məqsəd güdür və şəraitdən asılı olaraq, müxtəlif məsələlərin həlli işinə yönəldilir. Diaqnostik məqsədlər üçün fermentlərin aktivliyi müstəsna hal kimi qanda, bəzi hallarda sidikdə, təsadüfi hallarda isə toxumalarda təyin edilir. Qanda fermentin aktivliyi təyin edilərkən o heç də bütünlükdə təyin edilmir. Yalnız onun maye hissəsi olan plazma tədqiq edilir. Bunun üçün qan sınaq şüşəsinə tökülür və sentrafuqada laxtalandırılır. Sınaq şüşəsinin dibinə çökmüş sarıya çalan plazma hissəsi analizə verilir.

Plazmada müxtəlif fermentlər və onların aktivliyi şəraitdən asılı olaraq, geniş arada dəyişir. Onu nəzərə almaq lazımdır ki, ferment plazmada sintez edilmir. Onlar yalnız müxtəlif toxumaların hüceyrəsində əmələ gəlir və oradan plazmaya düşür. Qeyd etmək lazımdır ki, müxtəlif fermentlərin hüceyrə membranından sızıb keçməsi heç də asanlıqla əldə edilmir. Hansı ferment hüceyrə maneəsini asanlıqla keçirsə, onun normal şəraitdə aktivliyi plazmada yüksək olur. Zədələnməyən hüceyrədən fermentlərin keçməsi olduqca çətin və ona görə də sağlam insan qanının plazmasında olan fermentlərin aktivliyi aşağı olur. Xəstə olan insanlarda və ya həkimlərin təbirincə desək, patoloji vəziyyətdə olan orqanizmin hüceyrələrində fermentlərin hazırlanma qabiliyyəti və eləcə də hüceyrə membranının sızdırıcı xassəsi dəyişir. Təbii ki, bütün bunlar plazmada olan fermentlərin aktivliyində öz əksini tapır. Bütün toxumalar heç də eyni ölçüdə olan fermentləri sintez etmir. Qaraciyər üçün bir tip fermentin aktivliyi yüksək olur, böyrək üçün isə başqa tip fermentin aktivliyi başqa cür olur. Eyni ilə digər üzvlərin toxumalarında olan fermentlərin aktivliyi bu və ya digər dərəcədə biri digərindən fərqlənir. Bu hadisə fermentlərin üzvi səciyyəviliyi adlanır. Müəyyən edilmişdir ki, bir ferment bu və ya digər üzvdə olur, ancaq digər üzvlərdə olmur.

İzofermentlər də həmçinin yüksək üzvi səciyyəviliyə malikdir. Adətən üzvi səciyyəvi fermentlər tipik toxuma fermentləridir. Onlar hüceyrələrdə hüceyrə membranı üçün olduqca mühüm metabolizm reaksiyalarına katalitik təsir göstərir və az miqdarda qana keçir. Ona görə də normal orqanizmdə onların miqdarı qan plazmasında az olur. İnsan orqanizmin hər hansı üzvünün zədələnməsi hesabına xəstəlik baş verərsə, onda zədələnməmiş üzvünün hüceyrə membranlarının sızdırıcı qabiliyyəti artır və hüceyrənin digər tərkib hissələri kimi, o cümlədən fermentlər də qana keçir. Beləliklə, spesifik üzvdə olan fermentin aktivliyinin yüksəlməsinə gətirib çıxarır. Bu isə müalicə edən həkimə imkan verir ki, təyin edilmiş üzvün funksiyasının pozulmasının qarşısını almaq üçün müəyyən tədbirlər işləyib hazırlasın.

Son illərdə müxtəlif xəstəliklərin müalicəsində fermentlərin aktivliyinin təyininin mühüm rolu vardır. Məsələn, əsrimizin bir nömrəli xəstəliyi olan miokard infarktı barəsində əldə edilən nəticələri nəzərdən keçirək. Məlumdur ki,

belə xəstələrdə ürək əzələlərinin səciyyəvi fermentlərindən lektatdehidrogenaza, kreatinkinaza, aspartattransaminaza və digərlərinin aktivliyi artır. Aparılan tədqiqatlardan məlum olmuşdur ki, hələ elektrokardioqrammada heç bir patoloji hal baş vermədikdə belə, kreatinkinaza fermentinin artmasına görə miokard infarktın birinci saatında onun baş verdiyi müşahidə edilir.

Bildiyimiz kimi, mədəaltı vəzin hazırladığı tripsin, ximotripsin, amilaza və lipaza kimi fermentlər bağırsağa daxil olaraq, həzm prosesini həyata keçirir. Lakin mədəaltı vəzin iltihabı nəticəsində yaranan ağır pankreatit xəstəliyi zamanı hüceyrələrin sızıcılığı artır və həzm fermentləri qana keçir. Qana keçən fermentlər arasında amilazanın təyin üsulu həssas və asan başa gəlir. Ona görə də qanda amilaza fermentinin aktivliyinin artması orqanizmdə ağır pankreatit xəstəliyinin mövcudluğunu əvvəlcədən xəbər verir.

Çox ağır yoluxucu hepatit (qaraciyərin iltihabı) xəstəliyinin aşkara çıxarılmasında transaminaza fermentinin aktivliyinin artması müşahidə edilir. Aparılan tədqiqatlardan aydın olmuşdur ki, bəzi xəstəliyin birinci 2–3 həftəsində transaminaza fermentinin səviyyəsi normadan 50 dəfə çox olur. Vaxtında müalicə apardıqda fermentin aktivliyi normal hala düşür.

Bəzi xəstəliklər baş verdikdə, əvvəlki qeyd etdiyimiz hallardan fərqli olaraq, fermentin aktivliyi aşağı düşür. Məsələn, çox vaxt xroniki alkoqolizm xəstəliyinə tutulmuş insanlarda qaraciyərin ağır xəstəliyi olan serroz baş verir. Belə xəstələrdə xolinestraza fermentinin aktivliyi kəskin olaraq aşağı düşür. Belə halda qaraciyər artıq zülal sintez etmək qabiliyyətini itirir. Beləliklə, ağır serrozun qorxunc əlaməti diqqəti cəlb edir.

Uzun vaxtdan bəri fermentlərdən dərman vasitəsi kimi bir sıra xəstəliklərin müalicəsində geniş istifadə edilir. Məsələn, mədəaltı vəzin həzmedici fermentləri az hasil etdikdə qastritin bir neçə forması və həmçinin mədəaltı vəzin xəstəliyi meydana çıxır. Pepsin və pankreatin fermentlərindən istifadə etdikdə qeyd edilən xəstəliklərin müalicəsinə faydalı təsir göstərir.

Toxumaların normal funksiyasına mane olan toplanmış çoxlu miqdarda zülal molekullarının parçalanmasında fermentlər geniş istifadə edilir. Yarıqda, irinli yarada, qaraciyərin irinli iltihabı xəstəliyi və s. toxumaların funksiyası pozulur. Belə hallarda zülalları tez hidroliz edən, parçalayan və toplanmış irinin tez sorulması üçün proteolitik fermentlər əhəmiyyətli təsir göstərir.

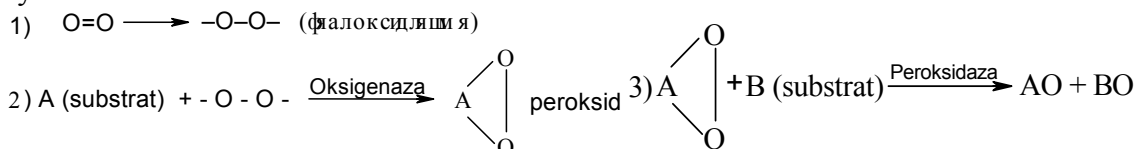
Lizosim və qialuronidaza kimi fermentlər mürəkkəb polisaxaridləri hidroliz edir və bununla da mühüm müalicə əhəmiyyətinə malik olur. Bu fermentlər toxumaların və hüceyrə membranlarının sızdırıcı qabiliyyətini artırır. Onlar xəstəlik törədən bakteriyaların pərdəsini parçaladığı üçün bəzi yoluxucu xəstəliklərin müalicəsində istifadə edilir.

Fermentlərin tətbiqinin ən perspektivli istiqaməti onların qandaşıyan damar divarlarında əmələ gəlmiş qatılaşmış qanın durulaşdırılmasıdır. Məlumdur ki, qanın qatılaşdırılması və ya pıxtalaşması tromb adlanır və qan dövranının normal fəaliyyətinə mane olur. Əgər tromb ürək əzələlərinin qidalandığı divarlarda əmələ gələrsə miokard infarktı, beyin damarlarında tromb insultra (iflicə) gətirib çıxarır. Venalarda olan tromb iltihabı isə tromboflebit xəstəliyinin baş verməsinə səbəb olur.

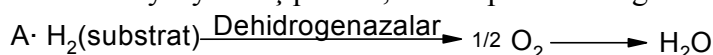
Tromb həllolmayan fibrin zülal saplarının əmələ gətirdiyi tor hesabına yaranır. Ona görə də elə ferment tapmaq lazımdır ki, onu qana daxil etdikdə fibrini parçalamaq və trombu həll edərək qan dövranının pozulmasını bərpa etməlidir. Müəyyən edilmişdir ki, maya göbələklərindən, bakteriyalardan alınan fermentlər fibrini parçalayır. Mədəaltı vəzində olan tripsin, ximotripsin və qanın tərkibində olan plazmin də analoji xassə daşıyır. Hal-hazırda yuxarıda adları çəkilən fermentlər və digər əlavələr əsasında streptaza, sireptoginaza və s. ferment preparatları hazırlanmış və müxtəlif müalicə ocaqlarında müvəffəqiyyətlə sınaqdan keçirilmişdir.

BİOLOJİ OKSIDLƏŞMƏ HAQQINDA MÜASİR NƏZƏRİYYƏLƏR.

1774-cü ildə Fransız alimi A.Lavuazye müəyyən etdi ki, yanma maddələrin oksigenlə oksidləşməsindən ibarətdir. Başqa sözlə, tənəffüs yanma prosesi ilə eyniyyət təşkil edir. Bioloji oksidləşməyə dair bir sıra alimlər müxtəlif fikirlər irəli sürmüşdür. Məsələn, N.Sosürün, E.Saks, F.Şenbay, Vant-Hoff və s. Bu alimlərin irəli sürdüyü fikirlər bioloji oksidləşmənin öyrənilməsində mühüm əhəmiyyət kəsb edir. F.Şenbayaya görə oksidləşmədə ozon iştirak edir. 1897-ci ildə toxumaların tənəffüsü bioloji oksidləşməyə dair ilk hipotezi irəli sürüldü. Bu hipoteza peroksid nəzəriyyəsi adlanır. Bu hipotezəni bir-birindən asılı olmayaraq rus alimi A.N.Bax və alman alimi K.Engler hazırlamışdır. Ona görə də peroksid nəzəriyyəyə A.N.Bax – K.Engler nəzəriyyəsi də deyilir. Bu hipotezin əsas məğzi ondan ibarətdir ki, tənəffüs zamanı oksigen molekulları fəallaşdırılır və peroksid birləşmələri yaranır:



Göstərilən proseslərin getməsi üçün oksidaza və peroksidaza fermentləri olduqca zəruridir. Sonralar müəyyən edilmişdir ki, tənəffüs zamanı maddələrin oksidləşməsində yuxarıda qeyd edilən proseslər müstəsna hal təşkil edir. Yəni bütün maddələr üçün eyni deyildir. Hal-hazırda müəyyən edilmişdir ki, üzvi maddələrin oksidləşməsi mitoxondrilərdə deyil, ağciyərin mikrosomlarında gedir. Toxuma tənəffüsünün əsas mexanizmini alman alimi O.Varburq işləyib hazırlamışdır. O, hesab edirdi ki, toxuma tənəffüsündə əsas mərhələ oksigenin aktivləşdirilməsidir. Məhz oksigen aktivləşəndən sonra hidrogenə birləşib su əmələ gətirir. 1912-ci ildə O.Varburq oksigeni aktivləşdirən hem tərkibli proteid aldı və buna sitoxromoksidaza adını verdi. Həmin ildə Batelli və Ştern dehidrogenaza fermentini kəşf etdi və göstərdilər ki, toxuma tənəffüsündə fəallaşmış oksigen deyil, toxumalarda aktivləşən hidrogendir. 1912-ci ildə V.İ.Palladin toxuma tənəffüsünün sxemini vermişdir və göstərmişdir ki, tənəffüs zəncirində dehidrogenləşmə mühüm rol oynayır. Başqa sözlə, onun hipotezi hidrogenin aktivləşməsi adlanır:

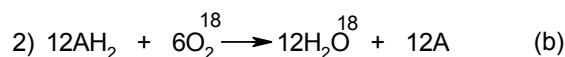
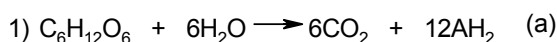


Sonralar Q.Viland və Tunberq sübut etdilər ki, oksigenin fəallaşması dehidrogenaza fermentinin köməyiylə əldə edilir. Beləliklə, V.İ.Palladinin hipotezi təcrübədə öz təsdiqini tapdı. 1933-cü ildə D.Keylin sitoxromları kəşf etdi və müəyyənləşdirdi ki, onlar elektronların hidrogendən oksigenə aralıq daşıyıcısı rolunu oynayır. Qeyd etmək olar ki, həqiqətən də dehidrogenazaların iştirakı ilə substratdakı hidrogenlərin fəallaşdırılması və oksidazaların iştirakı ilə oksigenin oksidləşməsindən ibarətdir. Müasir elmi təlimə görə toxumaların tənəffüsü üçün çoxlu ferment zəncirləri ilə təşkil olunmuş substrat hidrogenlərinin elektronlarının və protonlarının oksigenə daşınmasından ibarətdir. Bu prosese tənəffüs zənciri deyilir.

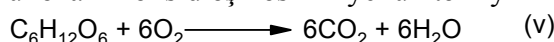
Toxumaların tənəffüsü

Canlı toxumalarda oksigenin sərfi ilə üzvi maddələrin parçalanması nəticəsində və karbon qazının ayrılması ilə gedən proseslərə toxuma tənəffüsü deyilir. Qapalı sistemdə qlükoza məhlulunun oksidləşməsini nəzərdən keçirək. Məhlulda qlükozanın, həmçinin havada olan oksigenin miqdarı azalır. Onu qeyd etmək lazımdır ki, müxtəlif toxumalarda tənəffüsün intensivliyi müxtəlif olur. Ən çox ağciyərdə gedir.

Əgər təcrübəni nişanlanmış oksigen molekulu ilə aparsaq, onda görünür ki, sərf olunan oksigen su molekulunun tərkibinə daxil olur. Əmələ gələn karbon qazında isə nişanlanmış oksigenə rast gəlinmir. Buradan görünür ki, tənəffüsdəki istifadə olunan oksigen oksidləşən substratın hidrogeni ilə birləşir və su əmələ gətirir:



(a) və (b) iki tənliyin cəmi qlükozanın oksidləşməsinin yekun tənliyini ifadə edir:

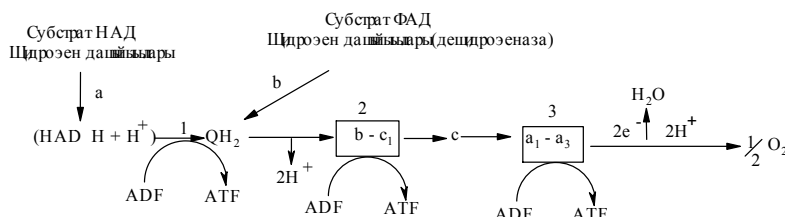


(v) tənliyi qlükozanın oksidləşməsinin mürəkkəb metabolizm yolunu əks etdirir. Əslində bu reaksiyada müxtəlif aralıq məhsullar da alınır. Bu katalizatorlardan və şəraitdən asılıdır. Bəzi aralıq məhsullar dehidrogenazanın substratıdır. Göstərilən reaksiyada A hərfi koferment olub, hidrogen daşıyıcısı rolunu oynayır. Göstərilən çoxmərhələli aralıq məhsullar hüceyrə mitoxondrilərində ferment sisteminin təsiri ilə baş verir. Analoji olaraq, dehidrogenləşmə reaksiyası yağlarda, zülallarda da baş verir və orqanizmin enerji ehtiyatını ödəyir.

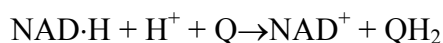
Tənəffüs zənciri

Tənəffüs prosesinin substratların oksidləşməsi kimi təsəvvür etmək olar. Bu halda elektronun və protonun köçürülməsi üzvi maddədə oksigenə doğru gedir. Bu proses özündə çoxlu mərhələləri əhatə edir. Orada bəzi və ya çoxlu sayda aralıq daşıyıcısı vardır.

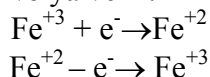
Mitoxondridə tənəffüs zənciri



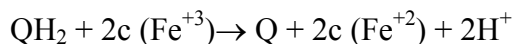
NAD (nikotinamidadenin nukleotid) və FAD (flavinadenin nukleotid) dehidrogenazanın iştirakı ilə hidrogen tənəffüs zəncirinə daxil olur. FAD hidrogenaza hidrogeni daşıyaraq ubixinona (Q) gətirir və QH₂ əmələ gətirir. HAD dehidrogenaza NAD·H əmələ gətirir və hidrogeni ubixinona ötürür. Bu reaksiyada NAD katalitik təsir göstərir:



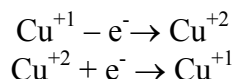
NAD·H dehidrogenazası FMN tərkibli fermentdir. Reaksiya prosesində hidrogen əvvəlcə FMN-ə birləşir, sonra isə ubixinona verilir. QH₂ mərhələsində NAD dehidrogenaza və FAD dehidrogenaza təsiri ilə gələn hidrogen birləşir. Sonra isə elektron və proton tənəffüs zəncirində ayrılırlar. Elektronun ötürülməsi sitoxromların köməyi ilə həyata keçir. Sitoxromlar hem proteinlər olub, hem fermentlərini əmələ gətirirlər. Sitoxromun hemində dəmir atomu özünə elektron birləşdirir və ya verir:



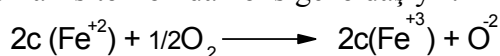
Tənəffüs zəncirində olan sitoxromları latın hərfi ilə (**a**, **b**, **c**, **a** və **a₃**) işarə edirlər. **b** və **c₁** sitoxrom kompleksi QH₂-dən elektronları sitoxroma elektron köçürür:



Elektronlar ardıcıl olaraq dəmir vasitəsilə b və c₁ sitoxromuna daxil olur. Protonlar isə toxumadan məhlula keçir. İki əmsalını onunla izah olunur ki, QH₂-də iki hidrogen var və onlar zəncirdən növbə-növbə keçirlər. **a** və **a₃** sitoxrom kompleksi sitoxromoksidaza kimi təsir edir. Sitoxromoksidazada hemdən başqa mis ionları da vardır. Mis ionu valentliyini dəyişərək, elektronların köçürülməsində iştirak edir:

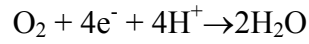


Bu sitoxrom kompleksi elektronları sitoxromdan oksigenə daşıyır:

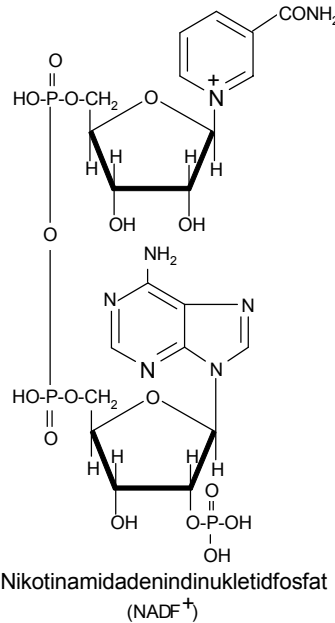
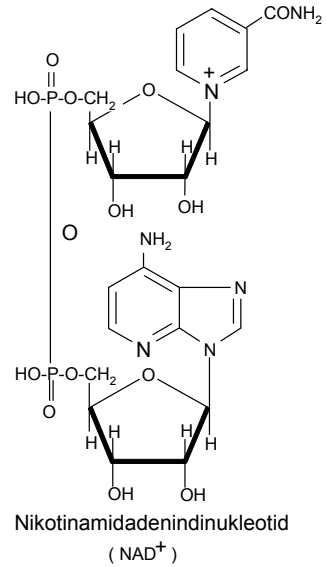


Elektronlar ardıcıl olaraq **a** və **a₃** sitoxromla dəmir ionuna birləşir. Sonra isə mis ionuna birləşir və nəhayət, oksigenə çatır. Qanın mitoxondrilərə çatmış oksigen **a₃** sitoxromun hemində olan dəmir ilə birləşir. Sonra isə oksigen molekulu asan atomlar özünə iki proton və iki elektron birləşdirərək, suya çevrilir. Beləliklə, qida maddələrində olan hidrogen atomları tənəffüs zənciri vasitəsilə axır-

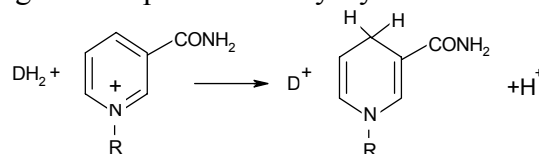
ıncı akseptor olan oksigenə çatır. İnsan orqanizmində toxuma tənəffüsü nəticəsində 300 – 400 ml su əmələ gəlir:



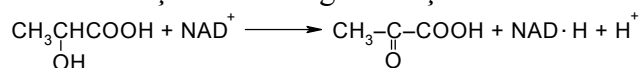
Piridin dehidrogenazları



NAD və NADP hidrogen daşıyıcıları olub, oksidləşmə reaksiyasında katalitik rol oynayaraq dehidrogenləşmə aparır. Başqa sözlə, dehidrogenaza fermentləri dehidrogenləşmə aparır. Oksidləşən maddə (DH₂) olaraq hidrogenin donoru NAD dehidrogenaza isə hidrogenin akseptoru rolunu oynayır:

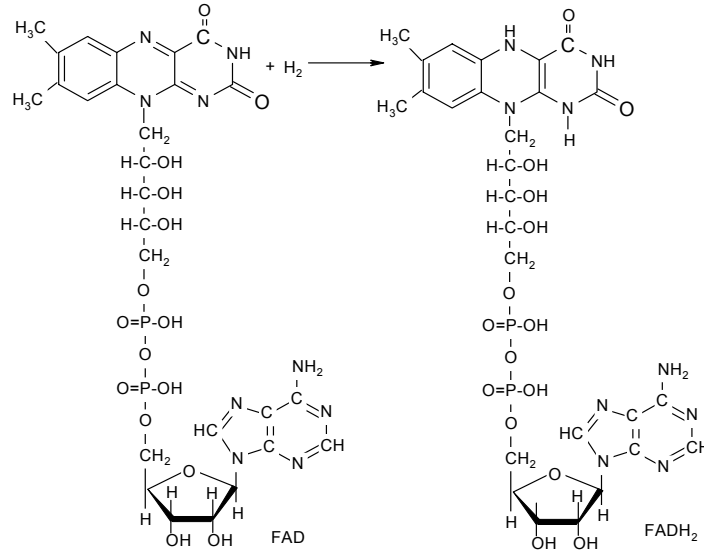


Məsələn, laktatdehidrogenaza süd turşusunu hidrogensizləşdirir:

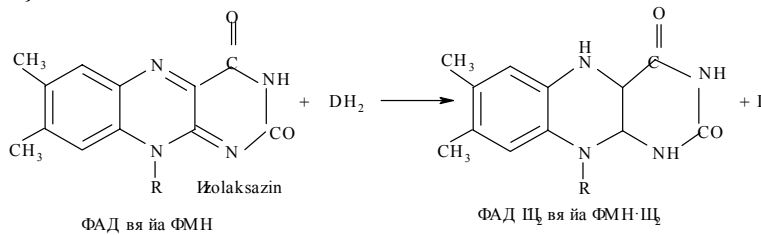


Flavin dehidrogenazaları (FAD)

Bu kofermentlərə flavinadenindinukleotid (FAD) və flavinadeninmononukleotid (FMN) aiddir. Bu kofermentlər B₂ vitamininin (riboflavin) törəmələridir.

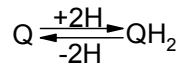


Flavin dehidrogenazaları mürəkkəb zülal olub, onun tərkibində olan flavin kofermentləri apofermentlərlə möhkəm birləşmiş halda olur. Bunlar dehidrogenləşmə reaksiyalarını apardıqda substratdan hidrogenləri ayıran izoalloksazin qrupuna birləşdirir:

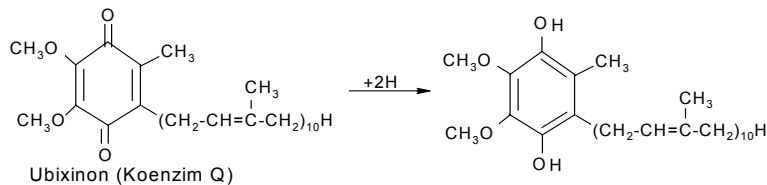
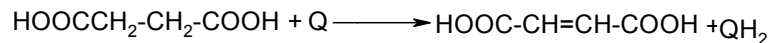


Ubixinon

Ubixinon Q ilə işarə olunur, toxuma tənəffüsündə hidrogenin akseptoru rolunu oynayır:



Məsələn, suksinathidrogenazanın köməyiylə kəhraba turşusu oksidləşir. Bu halda hidrogenin akseptor rolunu ubixinon oynayır:



Sitoxromlar

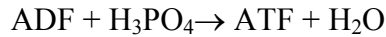
Sitoxromlar tərkibində dəmir olan zülallar aerob bakteriyalarda elektron daşınmasında iştirak edir. Bütün sitoxromların tərkibində dəmir porfirin saxlayan prostetik qruplar olur. Bu baxımdan onlar hemoqlobin və mioqlobini xatırladır. Katalitik proseslərdə sitoxromun Fe²⁺-i valentini dəyişir.

Zəncirdə olan axırıncı sitoxrom oksigenlə reaksiyaya girir və o sitoxromoksidaza adlanır. Hüceyrənin mitoxondrilərində (insan və heyvan) **b**, **c**, **c₁**, **a**, **a₃** sitoxromları tapılmış və fərdi halda öyrənilmişdir. Onların molekulyar nisbəti ehtimal edilir ki, sabitdir. «Sitoxrom» sözü latınca «sito» hüceyrə, «xromo» boya deməkdir. İlk dəfə K.Mak-Mun sitoxromu 1866-cı ildə müəyyən etmişdir. Lakin onun bioloji oksidləşmədəki əhəmiyyəti 1925-ci ildə D.Keylin tərəfindən öyrənilmişdir. D.Keylin spektroskopiyaya üsulu müəyyən etmişdir ki,

sitoxromlar içərisində ən asan ekstaksiya olunan və əldə edilən sitoxrom c-dir. Qatı duz məhlulu ilə mitoxondridən c sitoxromunu ekstrasiya etmək olur.

Oksidləşdirici fosforlaşma

Hidrogen ionlarının oksidləşmə substratından oksigenə qədər çoxmərhələli daşınma prosesində ilkin substrat bütün enerjisini itirir. Bu enerji hüceyrədə tənəffüs zəncirinin hər bir mərhələsində tədrici olaraq zəngin enerjili ATF molekulları şəklində toplanır. Ona görə də bioloji oksidləşmənin normal gedişi üçün onun hər bir mərhələsində ADF və fosfat turşusunun olması zəruridir. Qeyd etmək lazımdır ki, oksidləşmə prosesində fasiləsiz olaraq ATF əmələ gəlməsinə fosfat turşusu sərf olunur:



1930-cu ildə rus biokimyəçisi V.A.Engelhardt eritrositlər üzərində tədqiqat apararaq oksidləşdirici fosforlaşma ilə toxuma tənəffüsü arasında əlaqə olduğunu müəyyən etdi. Sonralar aydın oldu ki, oksidləşdirici fosforlaşma mitoxondrilərdə baş verir. «Mitoxondri» termini hələ 1900-cü ildə elmə daxil olsa da, bu hüceyrə orqanoidi bioloji mənbələrdən ilk dəfə 1934-cü ildə əldə olunubdur. 1946-cı ildə isə Klod və Xoçkin göstərmişlər ki, sitoxromoksidaza mitoxondrilərdə yerləşir. Mitoxondrilər membranla əhatə olunmuş yumurtaşəkilli hissəciklərdir. Onların forması hüceyrənin növündən, funksional vəziyyətindən asılıdır. Mitoxondrilərin uzununa en kəsinə onları əhatə edən membranların ikiqat olduğu aşkar edilir. Membran üç qatdan ibarətdir:

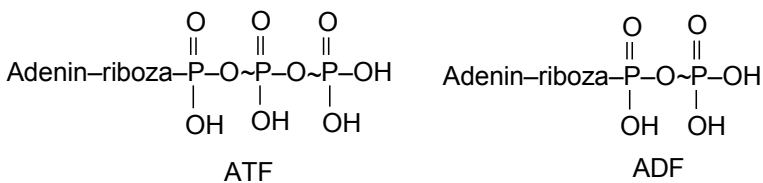
1. Xaricdən əhatə edən nazik membran. Bu membranda bir sıra turşuların (piroüzüm, alma, β-hidroksiyağ və alifatik turşular) dehidrogenazaları və yağ turşuları ilə fosfolipidlərin sintezində iştirak edən fermentlər olur;
2. Membran arası boşluq;
3. Daxili membran. Bunun üzərində mitoxondrilərin funksional aktivliyindən asılı olaraq dəyişən «mitoxondrial daraq» adlanan çıxıntı vardır. Tənəffüs zəncirinin bütün hissələri daxili membranda yerləşir. Ehtimal edilir ki, oksidləşdirici fosforlaşmanı aparan fermentlər də daxili membranda yerləşir. Mitoxondrilər hüceyrədə bir sıra mühüm vəzifələri yerinə yetirir:

1. Substratlar oksidləşdirici fosforlaşma yolu ilə enerji ehtiyatı yaradır;
2. Oksidləşmə ilə yanaşı fosforlaşmanı aparır;
3. Alifatik turşuları oksidləşdirir;
4. Karbohidratların parçalanmasını başa çatdırır;
5. Sidik cövhərini (karbamidi) sintez edir;
6. Sitoplazma və mitoxondrilər arasında ionları dəyişdirir.

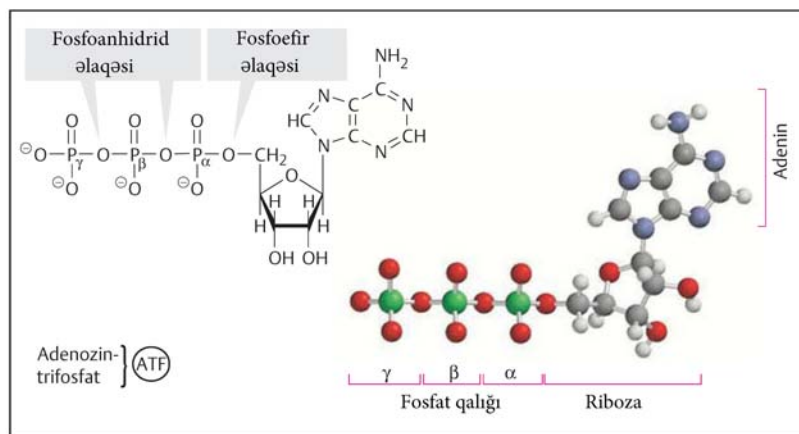
Oksidləşdirici fosforlaşma mürəkkəb prosesdir. Onu şərti olaraq iki yerə bölürlər:

1. Elektronların daşınmasından və ona münasib olaraq molekulyar oksigenin reduksiyasından enerji ayrılır;
2. Bu enerjini ATF molekulunda makroenergetik rabitələrində toplanan kimyəvi enerjiyə çevirir.

Yuxarıda göstərilən ATF molekulunda iki makroenergetik rabitə vardır.



25-cü şəkildə ATF molekulunun əyani quruluşu göstərilmişdir.

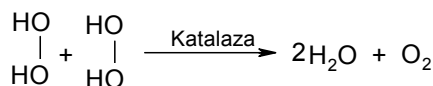


Şəkil 25. ATF molekulunun quruluşu

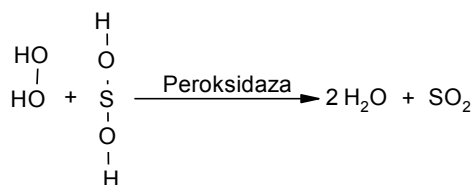
ADF-də isə bir makroergik rabitə var. ATF-in hidrolizindən ayrılan enerjinin miqdarı hüceyrənin yerindən asılı olaraq təqribən 40 – 60 kC/mol, orta hesabla isə $1\text{kal}=4,18\text{ C}$, $1\text{ C} = 0,239\text{ K}$. İnsan gündə havadan 600 litrə qədər oksigen istifadə edir. Bu oksigenin 90%-i tənəffüs zəncirində reduksiya olunur. Əgər mitoxondrilərdə reduksiya olunan oksigenin miqdarı 25 molekul olsa, onda oksidləşdirici fosforlaşmanın əmsalı 2,5 olur. Ümumiyyətlə, əmsal üçə bərabər olur. Orqanizmin mitoxondrilərində 125 mol ATF sintez olunur. Beləliklə, gündə 62 kq ATF orqanizmdə yaranır. Normal orqanizmdə ATF-in miqdarı 20-30 kq olur. Gündə hər bir molekul ATF-in parçalanması və yenidən bərpa edilməsi 2500 dəfə olur. Beləliklə, müəyyən edilmişdir ki, onun orta yaşama müddəti bir dəqiqədən azdır. Aparılan tədqiqatlardan məlum olmuşdur ki, oksidləşdirici fosforlaşma fəvqəladə dərəcədə qeyri-stabil (labil) prosesdir. Ona görə də bu prosesi fraksiyaya ayrılmamış halda müəyyən etmək daha vacibdir. Ekstrasiya etdikdə isə bu hal mümkün olmur. Müxtəlif agentlərin (məsələn, 2,4-dinitrofenolun) vasitəsilə tənəffüs zəncirində oksidləşdirici fosforlaşmanı sürətləndirmək, qüvvətləndirmək və hətta ayırmaq da olar.

Katalaza və peroksidaza

Katalaza və peroksidaza sitoplazmalara oxşar olub, tərkibi həmdən təşkil olunmuşdur. Hər iki ferment hidrogen peroksidi parçalayır. Katalaza orqanizmin bütün hüceyrə və toxumalarında olur. Böyrəkdə, qaraciyərdə, eritrositlərdə daha çox katalaza vardır. Bir molekul katalaza 200 min molekul hidrogen peroksidi parçalayır:



Peroksidaza katalazaya nisbətən zəif fermentdir. Ona əsasən bitkilərdə rast gəlinir. Peroksidazanı belə göstərmək olar:



Katalaza ilə gedən reaksiyalarda hidrogenin donor və substrat rolunu hidrogen peroksid oynayır. Peroksidaza üçün isə H_2SO_2 maddəsi substrat rolunu oynayır. Hüceyrədə hidrogen peroksidin miqdarı az olduqda üzvi substratlarda katalaza peroksidaza kimi təsir edir. Xüsusilə, katalaza peroksidaza kimi təsir göstərir. Heyvani toxumalarda tamamilə peroksidaza olmur. Belə halda hidrogen peroksidi məhv etmək üçün yalnız katalaza iştirak edir.

MADDƏLƏR MÜBADİLƏSİ HAQDA ÜMUMİ MƏLUMAT (METABOLİZM)

Canlı orqanizmdə kimyəvi çevrilmələrin məcmu prosesi maddələr mübadiləsi adlanır. Təbii ki, maddələr mübadiləsi canlı orqanizmlə xarici mühit arasında əlaqə yaradır. Maddələr mübadiləsi cansızlardan fərqli olaraq canlılarda həyat fəaliyyətinin davam etdirilməsi, bilavasitə maddələr mübadiləsi ilə əlaqədardır. Xarici mühitdən daxil olan kimyəvi maddələrin cəmi və onların qana keçməsi və axırncı son məhsullara qədər parçalanmasına aralıq maddələr mübadiləsi və ya metabolizm deyilir. Aralıq maddələr mübadiləsi əsasən hüceyrə daxilində baş verdiyinə görə ona hüceyrəarası mübadilə də adlanır. Maddələr mübadiləsi bir-biri ilə tamamilə əks olan iki fermentativ prosesdir:

1. Assimilyasiya (anabolizm);
2. Dissimilyasiya (katabolizm).

Assimilyasiya zamanı ən kiçik sadə birləşmələrin əsasında irimolekullu birləşmələrlə (hüceyrə komponentləri), məsələn, nüklein turşuları, lipid və zülallar sintez olunur. Dissimilyasiya prosesində fermentlərin təsiri ilə irimolekullu birləşmələr parçalanır və enerji ayrılır. Bu enerjinin hesabına isə canlı orqanizmin fəaliyyəti üçün lazım olan müxtəlif (əzələlərin yığılması, bədəndə temperaturun saxlanması, əsəb impulslarının ötürülməsi, daxili sekresiya vəzlərinin fəaliyyəti) prosesinin davam etməsinə xidmət edir. Həmin enerjinin hesabına ən vacib orqanizmdə olan fermentativ prosesinin daimi fəaliyyətinin davam etdirilməsi və s. kömək edir. Maddələr mübadiləsi zamanı biosintez və parçalanma eyni vaxtda baş verir.

Maddələr mübadiləsi zamanı ayrılan enerji isə xüsusi maddə hesab olunan ATF-də toplanır. ATF-in ADF və H_3PO_4 -dən əmələ gəlməsi müxtəlif üsullarla olur. ATF-in ADF-ə və H_3PO_4 -na parçalanmasında 8-10 kkal enerji ayrılır. Ayrılmış enerji digər enerji formalarına - mexaniki, kimyəvi və istiliyə çevrilir. Habelə enerjinin bir hissəsi digər maddələrin biosintezinə sərf olunur. Maddələr mübadiləsində vitaminlər, su və mineral maddələr də mühüm rol oynayır. Orqanizmin həyat fəaliyyəti bilavasitə maddələr mübadiləsi ilə əlaqədardır. Yəni maddələr mübadiləsi ətraf mühitlə əlaqədar dəyişir. Hər bir xəstəlik zamanı insanın maddələr mübadiləsi pozulur. Maddələr mübadiləsinin pozulması orqanizmdə gedən oksidləşmə-reduksiya reaksiyasının intensivliyinə təsir edir. Normal cavan kişinin maddələr mübadiləsinə 1300 – 1600 kkal enerji lazımdır. Qadınlarda isə 10–15 % kişilərdəkindən az olur. Ağır işdə çalışan insanların maddələr mübadiləsi üçün lazım olan enerji 2000 kkal-yə çatır.

Maddələr mübadiləsinin ümumi sxemi

Maddələr mübadiləsinə şərti olaraq aşağıdakı mərhələlərə bölmək olar:

1. Həzm mədə-bağırsaqda həzmedici fermentlərin (pepsin, tripsin, ximotripsin və s.) təsiri ilə mürəkkəb tərkibli qida kiçikmolekullu birləşmələrə çevrilir və müxtəlif metabolizmə uğrayır;
2. Bağırsaqlarda sorulma gedir. Həzm edilmiş maddələr qana daxil olur və qan vasitəsi ilə müxtəlif üzv və toxumalara çatdırılır;
3. Daşınan maddələrin qurulması və həmin orqanizm üçün xarakter olur;
4. Daxil olmuş birləşmələr əlavə və son məhsullara parçalanır;
5. Mübadilə olunmuş son məhsullar orqanizmdən xaric olur.

Orqanizmin əsas karbohidratları

Ən qiymətli bioloji karbohidratlar nişasta və qlikogen polisaxaridləridir. Saxaridlərə isə saxaroza, laktoza, treqaloza, maltoza, izomaltoza aiddir. Orqanizmdə olan karbohidratların az bir hissəsi monosaxaridlərin (qlükoza, fruktoza) payına düşür. Qidada monosaxaridlərin miqdarı yalnız şirniyyatda çox olur. Karbohidratların əsas funksiyası hüceyrə üçün enerji hasil etməkdir. Karbohidratlar digər birləşmələrdən fərqli olaraq enerji substratıdır. Bundan başqa monosaxaridlər və onların törəmələri müxtəlif bioloji molekulun qurulmasında iştirak edir. Başqa sözlə, onlar plastik funksiya daşıyır. Karbohidratların ən vacib funksiyaları bunlardır:

1. Enerji;
2. Dayanıqlıq;
3. Qoruyucu;
4. Mexaniki;
5. Əlaqələndirici;

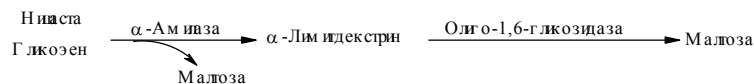
6. Hidroosmotik;
7. İon tənzimləyiçisi;
8. Kofaktorluq.

Tərkibində β -qlükozid əlaqəsi olan sellüloz və hemsellüloz və başqaları mədədə parçalanmır. Çünki orqanizmdə sellüloza fermenti olmur. Ona görə də həmin maddələr həzmdə əlavə rol oynayır. Onlar bağırsağın mexaniki fəaliyyətini artırır. Normal insanın karbohidrata gündəlik tələbatı 400 – 500 qr-dır. Onun 400 qr-ı nişastanın payına düşür. Yerdə qalan hissəni isə disaxaridlər, əsasən də saxaroza təşkil edir.

Karbohidratların həzmi və sorulması

Əsas etibarlı ilə saxarozanın və digər karbohidratların həzmi əsasən ağız boşluğunda olan tüpürcək vəzisinin su-yunda olan α -amilazanın təsirindən başlanır. Bəzi müəlliflərə görə tüpürcək vəzində α -amilaza fermentindən başqa maltoza da vardır. α -Amilaza polipeptid zəncirindən təşkil olunmuşdur. Kalsium ilə stabilləşən və xlor ionu ilə aktivləşən optimal pH=7,1 olan fermentdir. Bu ferment endoamilazaya aid olub, nişasta və qlükogendə olan 1,4-qlükozid əlaqəsinin daxilinə təsir edir. Lakin polisaxarid α -1,6-qlükozid əlaqəsinə təsir etmir. α -Amilaza polisaxaridlərdə olan α -1,4-əlaqələrini hidroliz edir. Lakin β və γ amilazalar bu xassəyə malik deyildir. γ -Amilaza qaraciyər toxumasında olub, qlükogenin parçalanmasında iştirak edir. β -Amilaza isə insan orqanizmində olmayıb, bakteriyaların tərkibində olur. α -Amilazanın təsiri ilə polisaxaridlər (nişasta və qlükogen) α -limitdekstrinə, maltozaya və az miqdarda qlükozaya çevrilir. Qida ağızda çox az vaxt qaldığı üçün (10–20 san) polisaxaridlərin parçalanma miqdarı nisbətən az olur. Başqa sözlə, ağız boşluğunda olan saxaroza, laktoza, treqaloza disaxaridləri parçalanmır.

Mədədə α -amilaza fermenti xlorid turşusunun təsiri ilə öz aktivliyini itirir və karbohidratların həzmi dayanır. Bağırsaqlarda ağız boşluğunda yaranmış α -limitdekstrin və polisaxaridlər hidrolizə uğrayır. Təsiredici fermentlərin təsiri ilə daxil olmuş qida hidrokarbonatlar vasitəsilə neytrallaşdırılır. Karbohidratların hidrolizi bağırsaqda mədəaltı vəzin fermentləri vasitəsilə baş verir (parçalanır). Belə fermentlərə pankreatik α -amilazanın və oliqo-1,6-qlükozidozanı, digər fermentlərdən isə oliqosaxaridoza və disaxaridozanı misal göstərmək olar. Bunlar əsasən bağırsağın xovlarının, selikli qişasında olur. Pankreatik α -amilazanın təsiri tüpürcəkdə olan α -amilazanın təsiri kimidir. α -Amilaza 4-5 dəqiqə müddətində yerdə qalan nişasta və qlükogeni α -limitdekstrinə və maltozaya çevirir. Çevirmə prosesi göstərilən sxem üzrə gedir:



Saxaridlərin hidrolizi ağız boşluğunda deyil, yalnız bağırsaqların divarında baş verir. Monosaxaridlər bağırsaqlarda sorulur. Disaxaridləri monosaxaridlərə parçalamaq üçün α -spesifik və β -spesifik oliqosaxaridazalar vardır. α -Oliqosaxaridazalara maltaza, izomaltaza, saxaraza və α -treqalaza fermentlərinə aiddir. Saxaraza güman ki, izomaltaza ilə kompleks əmələ gətirir. Saxaroza izomaltaza kompleksi saxarozanı qlükoza və fruktozaya parçalayır. İzomaltozanı isə iki molekul qlükozaya parçalayır. Maltoza disaxaridi maltaza fermentinin təsiri ilə iki molekul qlükozaya parçalanır.

Treqaloza, α -treqaloza fermentinin təsiri ilə iki molekul qlükozaya parçalanır.

Laktoza laktaza fermentinin təsiri ilə qlükoza və qalaktozaya parçalanır.

Karbohidratların həzm məhsulları və onların sorulması ikinci aktiv daşınmanın köməyi ilə olur. Monosaxaridlərin daşınması natrium ionlarından çox asılıdır. Müxtəlif heksoza və peptozaların sorulma sürəti müxtəlif olur. Ən tez qalaktoza, ondan sonra isə qlükoza sorulur. Sorulmuş monosaxaridlər bağırsağın divarından portal venaya daxil olur. Qaraciyərə, sonra isə qan vasitəsilə digər orqan və toxumalara daşınır. Qaraciyərdə bütün heksozalar qalaktoza, fruktoza və mannoza qlükozaya və onun metabolizminə uğrayır. Qaraciyərdən başqa beyinə və sümük əzələlərinə ötürülməsində qlükozanın oksidləşməsi nəticəsində alınan enerjiden istifadə edilir. Yağ toxumasında qlükoza neytral yağın sintezində istifadə olunur. Orqanizmdə olan qlükozanın 65%-i enerji əmələ gəlməsinə, 30 %-i piylərin əmələ gəlməsinə, 5%-i isə qlükogenin qaraciyərdə sintezinə sərf edilir. Bu mütənasiblik orqanizmin yaşından, onun fiziki işlə məşğul olmasından və s. səbəblərdən asılı olur.

Sorulmuş monosaxaridlərin aqibəti

Qanda həll olan monosaxaridlər qaraciyərdən keçərək müxtəlif fermentlərin təsiri ilə qlükozaya çevrilir. Qlükozanın bir hissəsi qlükogen əmələ gətirir, qalan hissəsi qan vasitəsilə müxtəlif toxumalara daşınır. Yerdə qalan qlükoza qlükogen, piy və əvəz oluna bilən aminturşulara çevrilir. Qlükoza qanın ən lazımlı komponenti olub, onun

miqdarı 50-95 mq% olur. Qanda qlükozanın miqdarının sabit qalması olduqca mürəkkəb mexanizm vasitəsilə idarə olunur. Buna fermentlər və hormonlar (insulin və qlükaqon) və əsəb sistemi daxildir.

Katabolizmin I ümumi yolu

Katabolizmin I ümumi yolu qlükozanın katabolizmin əsas yolu aerob orqanlarda aerob parçalamadan ibarətdir. Bu prosesi üç hissəyə bölmək olar:

1. Qlükoza üçün səciyyəvi parçalanması və piruvatın əmələ gəlməsi ilə başa çatması. Buna aerob qlükoliz deyilir;

2. Katabolizmin ümumi yolu. Buna piruvatın oksidləşdirici dekarboksilləşməsi və sitrat dövrü aiddir;

3. Elektronların mitoxondrial zəncirə ötürülməsi.

Qeyd edilən proseslərin köməyi ilə qlükoza karbon qazına, suya parçalanır və enerji ayrılır. Alınmış enerji ATF-in sintezində istifadə olunur.

Aerob qlükoliz

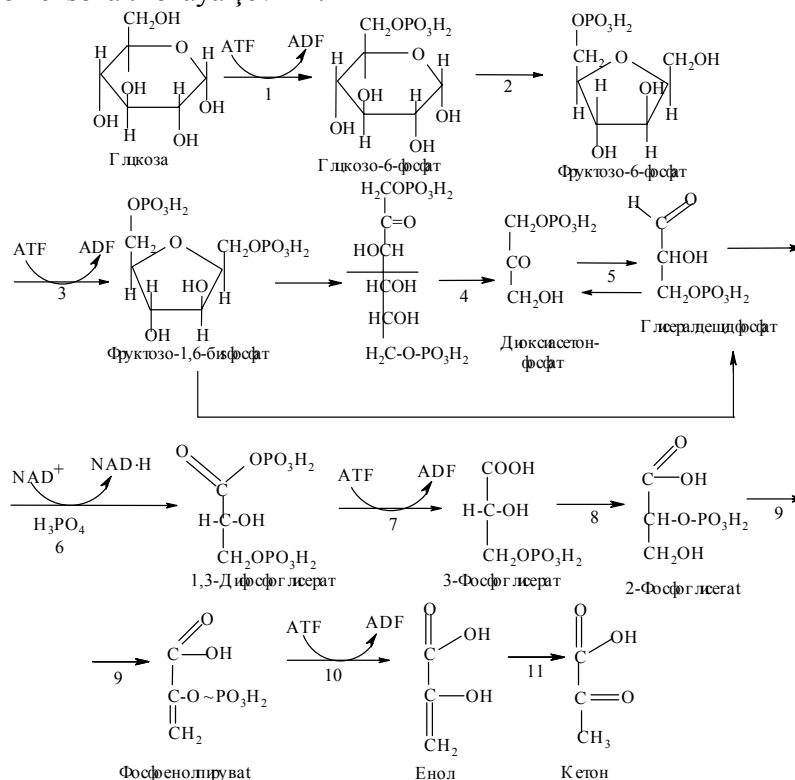
Qlükozanın piruvata qədər parçalanmasını 2 mərhələyə ayırmaq olar:

1. Qlükozadan qliseraldhidfosfatın alınması;

2. Qliseraldhidfosfatdan piruvatın alınması.

Birinci mərhələdə fosfat qalığı qlükozanın tərkibinə daxil olur.

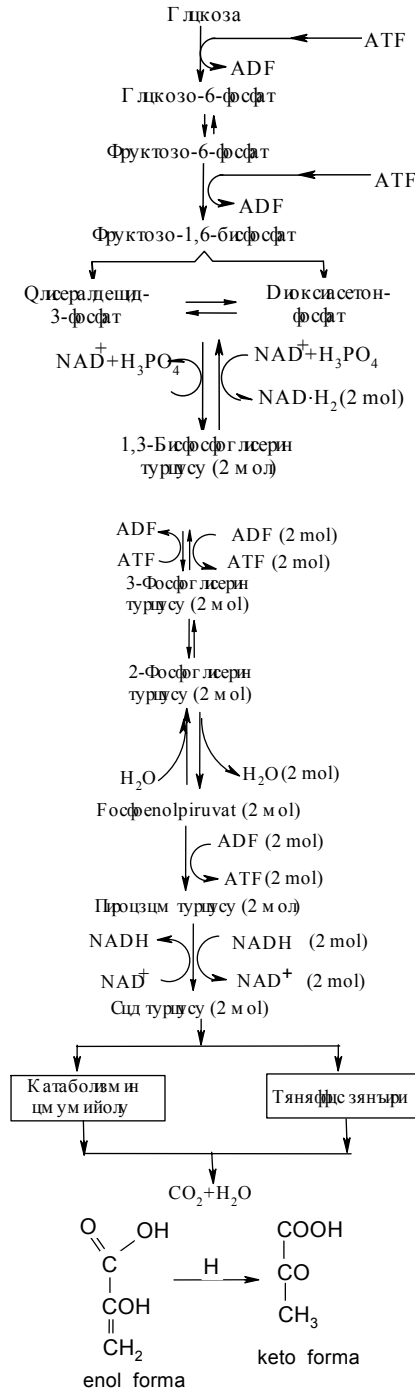
İkinci mərhələdə isə heksoza triozaya çevrilir.



Aerob qlükoliz reaksiyalarında aşağıdakı fermentlər iştirakı edir:

1. Heksokinaza və ya qlükokenaza;
2. Qlükofosfoizomeraza;
3. Fosfotriizokinaza;
4. Fruktozo-1,6-bisfosfatın aldolazası;
5. Fosfofruktokinaza;
6. Qliseraldhidfosfatın dehidrogenazası;
7. Fosfoqliseratkinaza;
8. Fosfoqlisermutaza;
9. Enolaza;
10. Piruvatkinaza;
11. Laktatdehidrogenaza

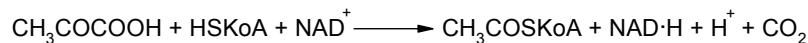
Гликоз реакцияларының ардылығы



Aerob parçalanma reaksiyası zamanı altı dehidrogenleşmə reaksiyası gedir. Onlardan birincisi qliseraldehidfosfat mǎrhələsidir. Beşi işə katabolizmin ümumi yoluna aiddir. Kofermentlər reduksiya olunmur, hidrogen son anda tənəffüs zəncirinin mitoxondriləri vasitəsilə hava oksigeninə verilir. Mǎhz buna görə də bu proses aerob adlanır. Hüceyrələrdə olan ehtiyat oksidləşdirici kofermentlər (NAD^+ və b.) oksigen iştirak etmədikdə reduksiya formasında qala bilərdi və sonrakı mǎrhələdə qlükozanın oksidləşməsi mümkün olmazdı.

Pirouüzüm turşusunun oksidləşdirici dekarboksilləşməsi

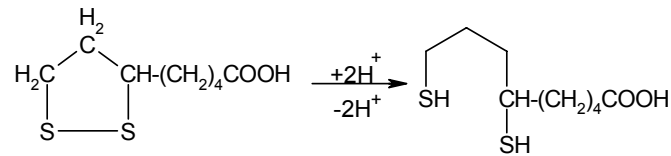
Pirouüzüm turşusunun oksidləşdirici dekarboksilləşməsi nəticəsində asetil-SKoA və həmçinin reduksiya olunmuş $NAD\cdot H$ və karbon qazı alınır:



Bu sxem çoxsaylı mǎrhələlərlə gedən proseslərin cəminin nəticəsidir. Prosesdə piruvatdehidrogenaza kompleksi adlanan mürəkkəb ferment sistemi olan üç ferment - piruvatdekarboksilaza, asetiltransferaza və dihidrolipoy turşusu iştirak edir. Bundan əlavə reaksiyaya beş komponent də daxil olur:

- 1.HAD;
- 2.FAD;
- 3.Tiamindifosfat;
- 4.Lipoy turşusu;
- 5.A-KoSH.

Prosesdə birinci reaksiyaya katalitik olaraq piruvatdekarboksilaza (E_1) fermenti təsir edir. Bu fermentin substratı piruvat və dihidrolipoy turşusudur. Onlar ikinci ferment olan dihidrolipoatasetiltransferazanın (E_2) prostetik qrupudurlar. α -Lipoy turşusu beşüzvlü heterotsikldə iki disulfid fraqmenti və yan zəncirdə lizinlə birləşmişdir. α -Lipoy turşusu başqa sözlə, 1,2-ditiolan-3-valerian turşusudur:

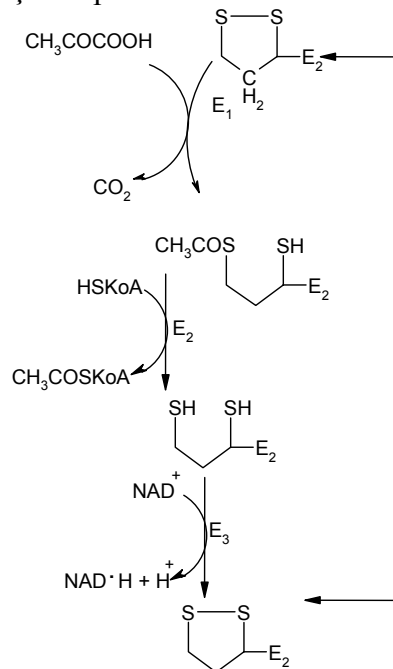


Formullardan göründüyü kimi, lipoy turşusu iki formada – oksidləşmiş və ya reduksiya olunmuş halda olur və koferment funksiyasını yerinə yetirir. α -Lipoy turşusu amid qrupu ilə lizin amin turşusunun amin hissəsi ilə, özü isə asetiltransferaza fermentinin peptid zənciri ilə birləşmişdir. Piruvatkarboksilaza (E_1) fermentinin təsiri ilə piroüzüm turşusunun karboksili parçalanır və asetil qalığı α -lipoy turşusunun kükürd atomu ilə birləşir və asetillipoat- E_2 alınır:

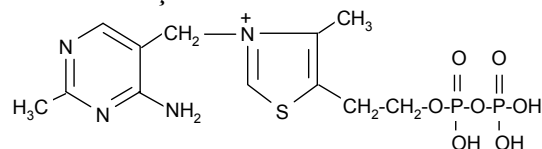


Piruvatdekarboksilaza mürəkkəb zülal olub, tərkibində koferment rolunu oynayan tiamindifosfat daxildir. Tiamindifosfat vitamin B₁-in törəməsidir.

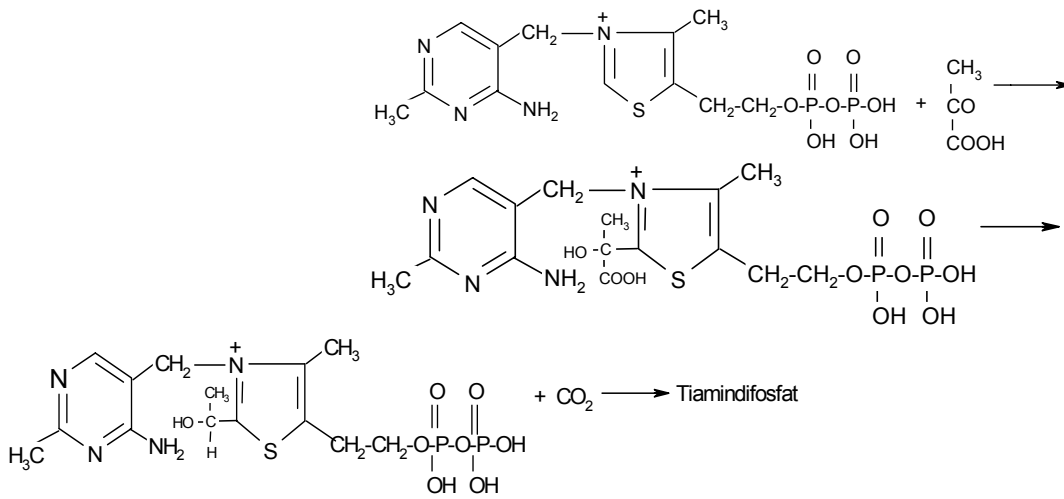
Piroüzüm turşusunun dekarboksilləşməsi prosesinin sxeminə baxaq:



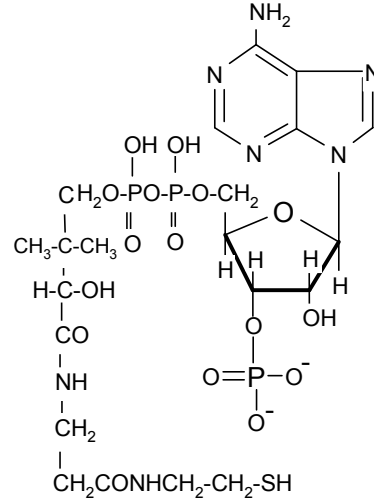
Tiamindifosfatın quruluşunu nəzərdən keçirək:



Tiamindifosfat piroüzüm turşusu ilə reaksiyaya girir:



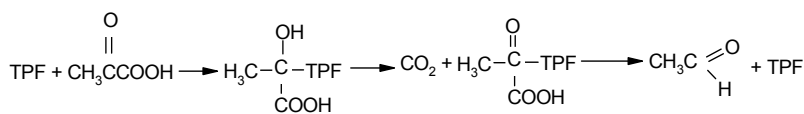
Koferment A-nın (AK₀SH) kimyəvi quruluşunu nəzərdən keçirək. Onu F.Linen müəyyən etmişdir. Koferment A 3'-fosfoadenozin-5'-difosfat qalığının pantoten turşusunun karboksilinin isə aminantiol fraqmentinin amid qrupu ilə birləşməsindən ibarətdir. AK₀SH-nın biokimyəvi reaksiyalarda sulfhidril qrupu (SH) iştirak etdiyinə görə onu AK₀SH kimi qısa yazırlar. O yağ turşularının biosintezində, oksidləşməsində, neytral yağların biosintezində, ketoturşuların (piruvat, α -ketoqlutarat) oksidləşdirici dekarboksilləşməsində, fosfolipidlərin, steroid hormonlarının, hemoqlobinin heminin, asetilxolinin, hippur turşusunun və digərlərinin sintezində iştirak edir.



Piruvatdekarboksilaza (E₁) fermentinin təsiri ilə prosesin birinci reaksiyasına katalitik təsir edir. Bu fermentin substratı olaraq piroüzüm turşusu və dehidrolipoy turşusu olur. Dehidrolipoy turşusu, həmçinin II ferment olan dihidrolipoatasetiltransferazanın (E₂) prostetik qrupudur. Lipoy turşusu isə beşüzvlü heterotsikldə disulfid qrupu olan və yan zəncirdə karboksil olan birləşmədir. Onun karboksil qrupu amid əlaqəsi ilə asetiltransferaza peptid zəncirindəki olan lizin qalığı ilə birləşmişdir.

Birinci ferment piruvat dekarboksilazanın (E₁) təsiri ilə piroüzüm turşusundakı karboksil qrupu parçalanır və asetil qalığı lipoy turşusunun kükürd atomu ilə birləşir və nəticədə asetillipoatı (E₂) əmələ gətirir. Piruvatdekarboksilaza mürəkkəb zülal olub, tərkibində koferment rolunu oynayan tiamindifosfatdan təşkil olunmuşdur. Tiamindifosfat B₁ vitamini ilə pirofosfat turşusunun (H₂P₂O₇) birləşməsindən ibarətdir.

Piruvatın dekarboksilləşməsi bilavasitə tiamindifosfatın iştirakı ilə gedir. Əvvəlcə tiazol halqasında olan karbona piroüzüm turşusu birləşir, sonra isə əvvəlcə molekuldan karbon qazı və sonra asetaldehid ayrılır.



İkinci dehidrolipoatasetiltransferaza fermenti asetil qalığının daşınmasında iştirak edir və nəticədə dihidrolipoy turşusu (asetiltransferazanın katalitik təsir tərkibində) CH₃-CO-S-K₀A ayrılır.

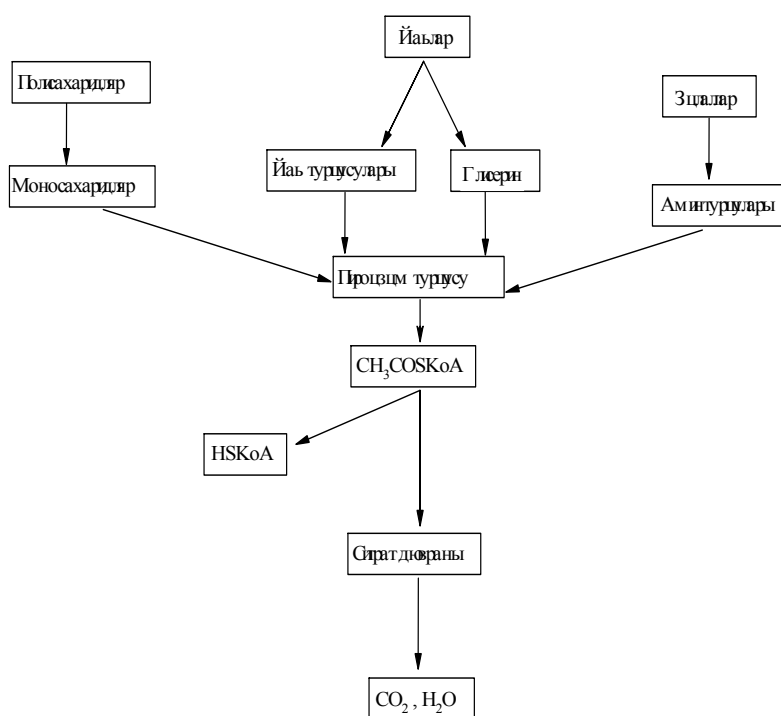
Üçüncü E₃ fermenti dehidrolipoy turşusunun dehidrogenazasıdır. Reaksiyada hidrogenin akseptor rolunu HAD⁺ oynayır.

Katabolizmin ümumi yolu

İnsanın qidasında dehidrogenaza fermenti üçün substratın ilkin, hazır hidrogenlərin donorları praktiki cəhətdən olmur. Ona görə onlar qida maddələrinin katabolizmindən alınır. Katabolizm prosesinin iki yolu vardır:

1. Katabolizmin spesifik yolu. Müxtəlif maddələr üçün müxtəlif olur;
2. Katabolizmin ümumi yolu. Bu yol hamısı üçün eyni yoldur. Katabolizmin spesifik yolu nəticəsində həzm olunan qida maddələri (yağlar, yağ turşuları, monosaxaridlər, qliserin, aminturşuları) 2 maddəyə çevrilir: piroüzüm turşusu və HS-K_oA-nın asetil törəməsi—CH₃COSK_oA. Beləliklə, müxtəlif birləşmələrin sayı azalır. Katabolizmin ümumi yolu isə piroüzüm turşusunun oksidləşdirici dekarboksilləşməsi və limon turşusu (sitrat) dövrəsidir.

Katabolizmin ümumi yolunun sxemi aşağıdakı kimidir:

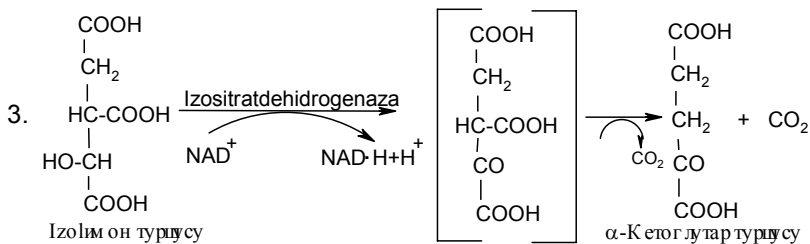
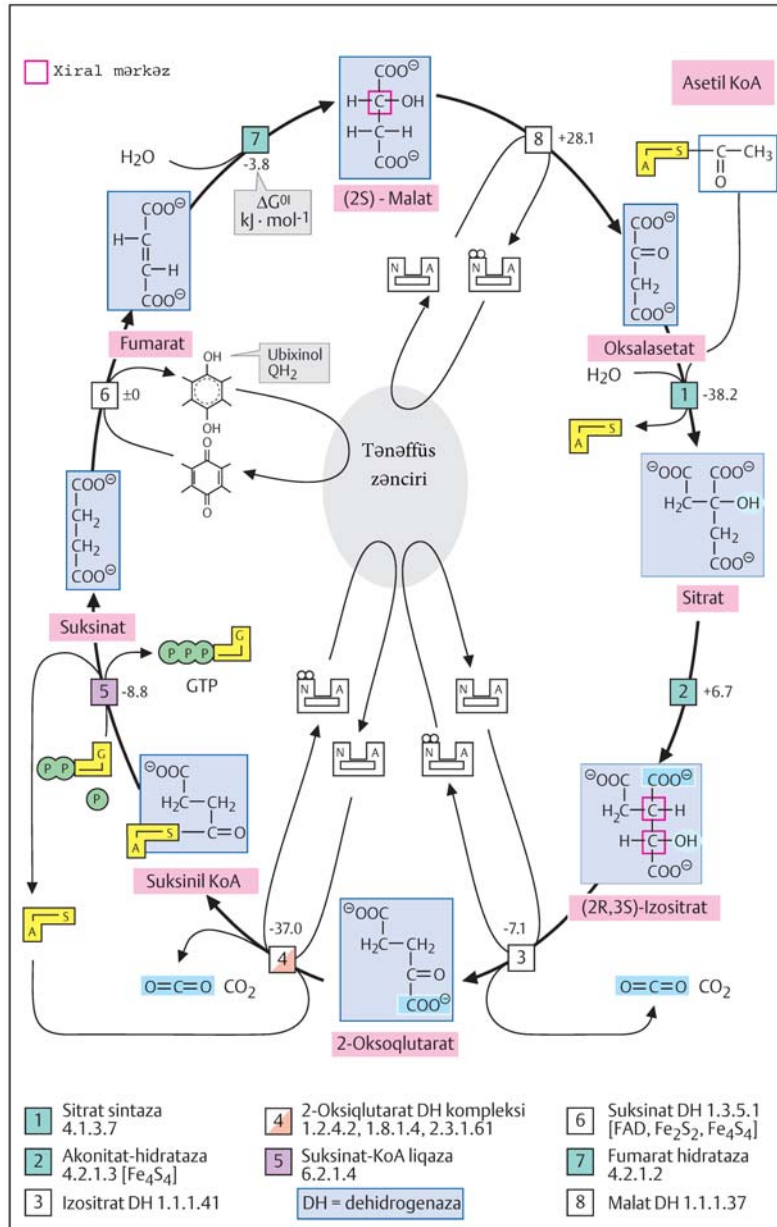
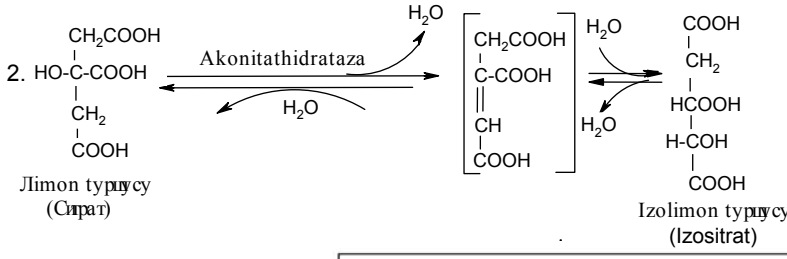
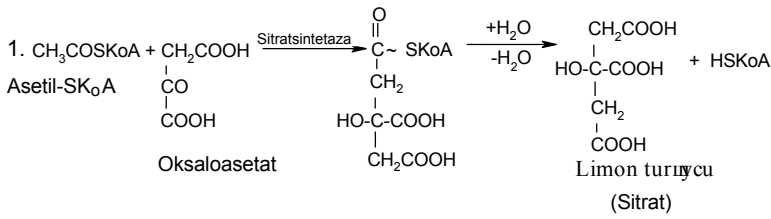


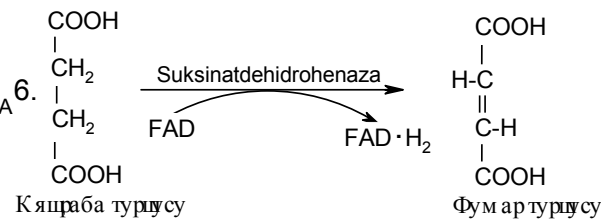
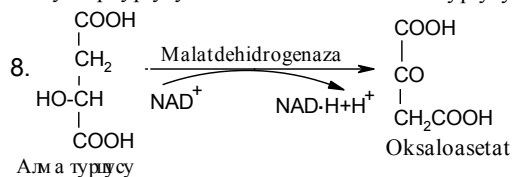
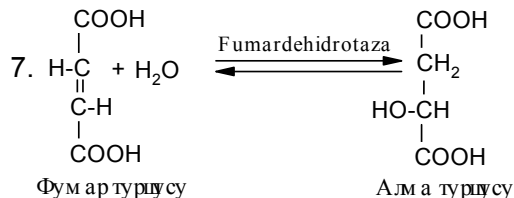
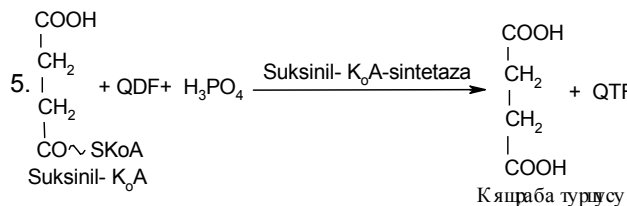
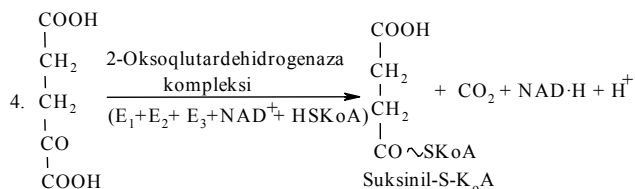
Katabolizmin II ümumi yolu Limon turşusu (sitrat) dövrəsi (Krebs dövrəsi)

Tənəffüs zəncirində hidrogenin generator rolunu oynayan əsas ferment sistemi Krebs dövrəsidir. İngilis alimi H.Krebs 1930-cu ildə apardığı şəxsi təcrübənin əsasında təklif etmişdir ki, hüceyrədə dövrü olaraq oksidləşmə reaksiyası sistemi fəaliyyət göstərir. Buna limon turşusu dövrəsi adı verilmişdir. Çünki bu dövrənin ilk məhsulu limon turşusudur. Limon turşusu dövrəsində asetil qalığı HS-K_oA-nın tərkibinə daxil olub, hidrogenin ilkin donorlarını əmələ gətirir. Sonra isə hidrogen dehidrogenaza fermentlərinin təsiri ilə tənəffüs zəncirinə daxil olur. Limon turşusu dövrəsi və tənəffüs zəncirinin köməyiylə asetil (CH₃CO) qalığı karbon qazı və suya parçalanır.

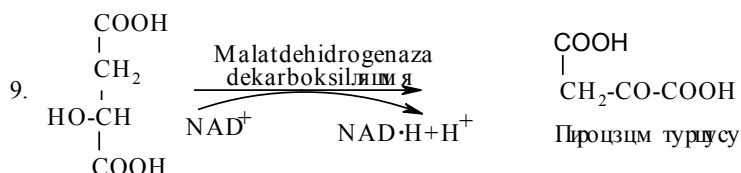
Limon turşusu dövrəsinin sxemini nəzərdən keçirək (bax şəkil 26):

Limon turşusu dövrəsində asetil-SK_oA-nın tərkibində olan asetil qrupu ilə hidrogenin birli donorlarını əmələ gətirir. Sonra isə dehidrogenazanın köməyiylə hidrogen tənəffüs zəncirinə qəbul edilir. Limon turşusu dövrəsi və tənəffüs zəncirinin qoşa təsirindən asetil qrupu oksidləşərək CO₂ və H₂O çevrilir:





Oksaloasetatin bərpa olunması Krebs dövrünün sonuncu mərhələsidir.



İnsan gündə tənəffüs ilə 500 litr karbon qazı xaricə buraxır. Onun əsas hissəsi (90%) katabolizmin ümumi yolu ilə əmələ gəlir.

Qlükozanın aerob parçalanmasında ATF-in çıxımı

Qlükozanın aerob parçalanmasının əsas fizioloji əhəmiyyəti ATF-in sintezi üçün lazım olan enerjinin əldə edilməsi ilə bağlıdır. Qlükozanın metabolizmi zamanı bir sıra mərhələ nəticəsində ATF sintez edilir.

1. Substratın fosforlaşmasının üç reaksiyası (7, 10, və limon dövründə 1 reaksiya).....3ATF.
2. Beş-dehidrogenləşmə reaksiyası, HAD⁺ akseptoru (P/O=3).....15ATF.
3. Bir-dehidrogenləşmə reaksiyası, akseptor ubixinon (P/O=2).....2 ATF.

CƏMİ: 20 ATF.

ATF-in sintezi ilə əlaqədar bütün reaksiyada heksoza iki triozaya parçalanır. Başqa sözlə, qlükozadan iki molekul piruvat əmələ gəlir. Ona görə də alınmış 20 molekul ATF 2 əmsalına vurulur. Deməli, 1 molekul qlükozadan 40 molekul ATF sintez olunur. Onu qeyd etmək lazımdır ki, reaksiyanın ilk mərhələsində qlükozanın parçalanması üçün 2 molekul ATF sərf olunur. Onda 40-2=38 molekul ATF əmələ gəlir.

Qlükozanın parçalanmasının tam enerjisi 2880 kC/mol olur. ATF molekulunda yüksək enerji əlaqəsini hidroliz etdikdə alınan sərbəst enerji 50 kC/mol-a bərabərdir. Qlükozanın oksidləşməsi nəticəsində alınan 38 molekul ATF üçün lazım olan enerji 38·50 kC/mol=1900 kC/mol.

Bu da qlükozanın parçalanması zamanı ayrılan enerjinin 65%-ni təşkil edir. Bu qlükozanın enerjisinin istifadəsinin ən maksimal variantıdır. Çünki real olaraq qlükozanın parçalanmasından cəmi 25 molekul ATF alınır.

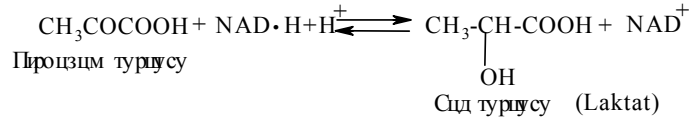
Beində qlükozanın aerob parçalanması

Qlükozanın aerob parçalanması bədənin bütün üzvlərində və toxumalarında baş verir. Lakin bədənin müxtəlif orqanlarında

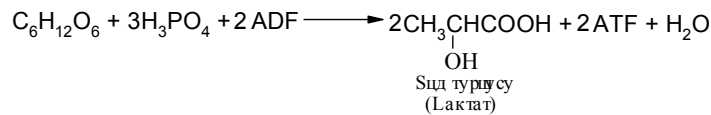
ATF-in sintezi başqa enerji mənbəyi hesabına əldə edilir. Qlükozanın aerob parçalanması isə əsas etibarlı ilə beyinlə əlaqədardır. Gündə 100 qr-a qədər qlükoza sərf edilir. Beyin orqanizmin çəki hissəsinin 2%-ni təşkil edir. Oranizmə daxil olan oksigenin 20%-i beyin tərəfindən mənimsənilir. Qlükozanın və eləcə də oksigenin çatışmazlığı hər şeydən əvvəl mərkəzi sinir sistemində təsir edir. Bunun nəticəsində başgicəllənmə, qıcolma və huşsuzluq halları baş verir.

Anaerob qlükoliz

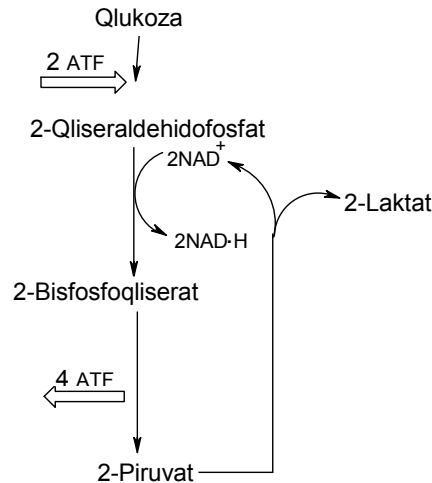
İnsanın və heyvanların hüceyrəsində ən geniş yayılmış laktadehidrogenaza fermentinin təsiri ilə piroüzüm turşusu süd turşusuna çevrilir:



Oksigen iştirak etmədikdə anaerob şəraitdə sitozil fermenti qlükozanı süd turşusuna çevirir. Bu halda hidrogenin akseptor rolunu piroüzüm turşusu oynayır. Anaerob prosesdə mitoxondri tənəffüs zəncirinə ehtiyac qalmır. ATF substratın iki fosforlaşma reaksiyası hesabına əmələ gəlir. Belə reaksiyada bir molekul qlükozadan dörd molekul ATF əmələ gəlir. Lakin ilk mərhələdə iki molekul ATF sərf olunduğuna görə qlükoliz prosesində iki molekul ATF əmələ gəlir. Qlükoliz prosesini aşağıdakı tənliklə göstərmək olar:



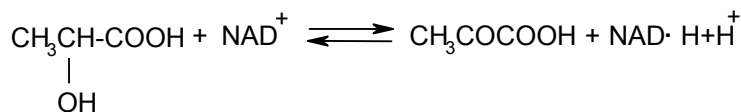
Qlükozanın anaerob parçalanmasının sxemi



Qlükoliz insanın müxtəlif tip hüceyrələrində baş verir. Onun əhəmiyyəti müxtəlif orqanlar üçün müxtəlifdir. İntensiv işləyən əzələ toxumasında mitoxondrilərdə oksigenin daşınması gücü və həmçinin mitoxondrial aparatda ATF sintezi tələb olunan enerjinin alınmasının öhdəsindən gələ bilmir. Bu şəraitdə ATF sintezinin anaerob yolu kəskin sürətdə artır və əzələlərdə süd turşusunun miqdarı da çoxalır. Yuxudan durduqda qanda süd turşusunun qatılığı 1-2 mmol/l olur. Lakin ağır əzələ işində isə süd turşusunun miqdarı 20 mmol/l-a çatır. Ümumiyyətlə, çox qısa intensiv işdə anaerob qlükozanın əhəmiyyəti vardır. Məsələn, 30 san müddətində 200 metr məsafəni qət edən insanda yalnız anaerob qlükoliz baş verir. Əgər 4-5 dəq ərzində 1500 metr məsafəni qaçan orqanizmdə isə aerob və anaerob proses bərabərləşir. 30 dəqiqə müddətində 10 km məsafə qət edilsə, yalnız aerob proses baş verir. Eritrositlərdə mitoxondriya olmadığı üçün ATF yalnız anaerob qlükozanın hesabına sərf edilir. Bədxassəli şişlərdə də intensiv qlükoliz prosesi gedir.

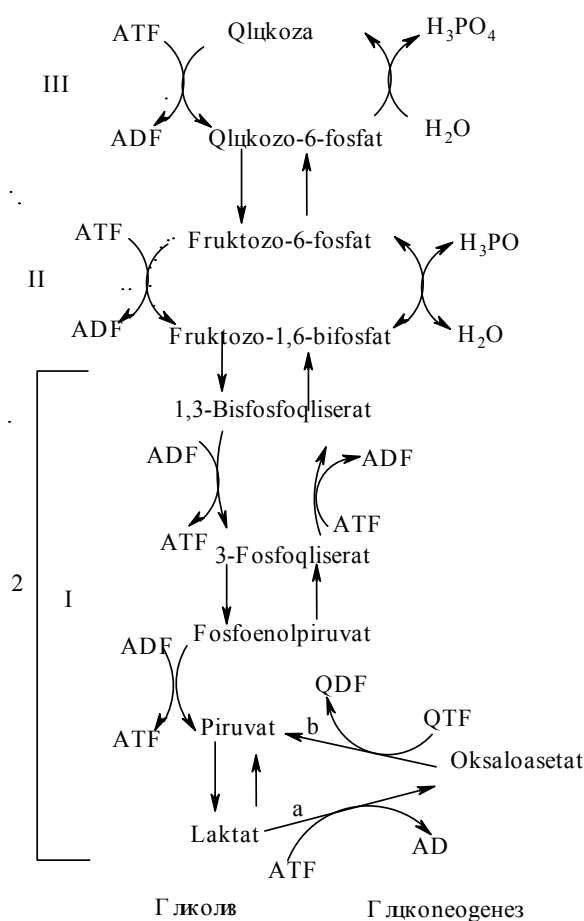
Qlükozanın biosintezi (Qlükoneogenez və ya Kori dövrü)

Maddələr mübadiləsində süd turşusu axırncı maddə deyildir. O, yalnız çıxılmaz vəziyyətlərdə əmələ gəlir. Onun istifadəsinin yeganə yolu laktatdehidrogenaza fermentinin köməyiylə yenidən piruvata çevrilməsidir:



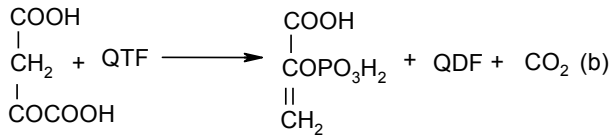
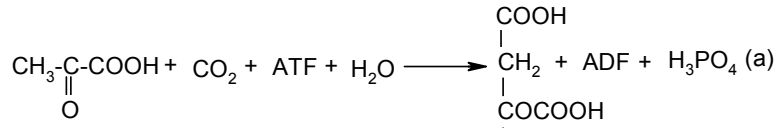
Qlikolizin təsiri ilə hüceyrələrdə əmələ gələn süd turşusu qana daxil olur və qaraciyərdə tutulur və orada piruvata çevrilir. Piruvat isə qlükozaya oksidləşir və beləliklə, qlükoza – süd turşusu dövrü baş verir. Buna Kori dövrü də deyilir. Kori dövrünün sxemini nəzərdən keçirək.

Qlikoliz və qlükoneogenez reaksiyalarının sxemi

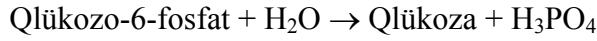
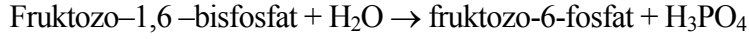


Kori dövrü və ya qlikoliz–laktat dövründə piruvat bir qədər qlükozaya oksidləşir. Piruvatın bir hissəsi isə əzələlərdə aminləşərək alaninə çevrilir. Sonradan isə qaraciyərə daşınır və orada yenidən piruvat-qlükoza-alanin dövrü təkrar olunur. Qlükoneogenez də qlikoliz yolu ilə gedir, lakin qlikolizin üç reaksiyası dönrə deyildir. Bunlar qlikolizin və qlükoneogenezin reaksiya sxemində rəmz rəqəmi ilə göstərilmişdir (I,II,III mərhələlərində).

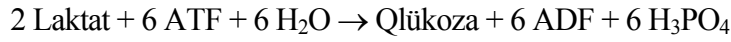
Piruvatın fosfoenolpiruvata çevrilməsi (dönməyən mərhələ) iki fermentin–piruvatkarboksilaza və fosfoenolpiruvatın karboksikinazının iştirakı ilə gedir:



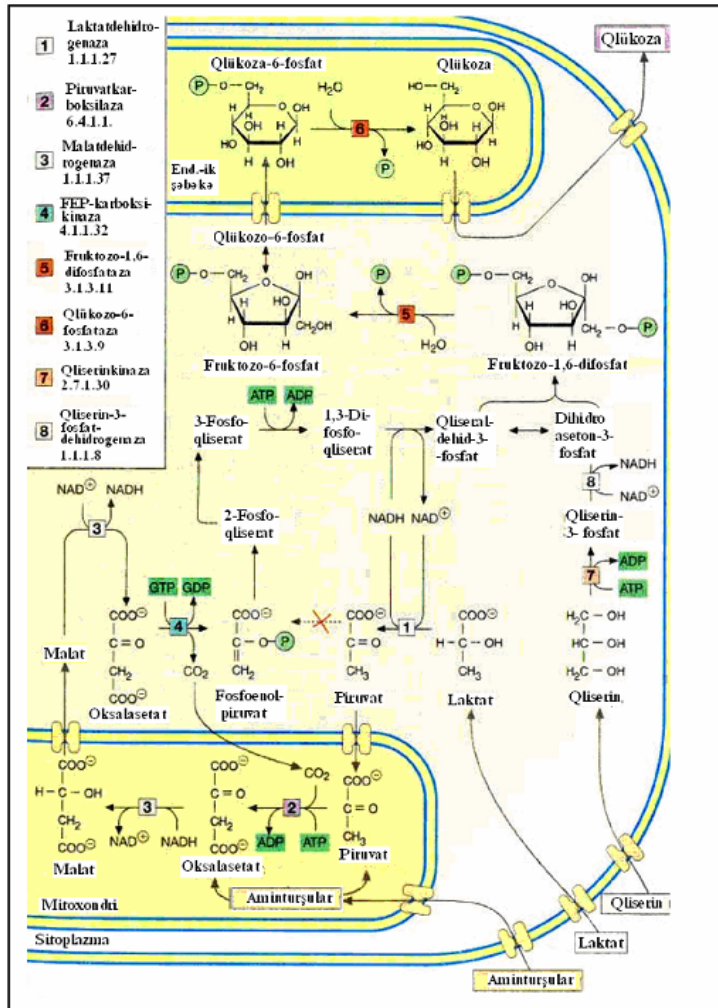
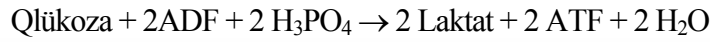
Bu reaksiya dönməyən reaksiyadır. Digər iki dönməyən mərhələlər isə fosfataza fruktozo-1,6-bisfosfat və fosfataza qlükozo-6-fosfatın katalitik təsiri ilə gədir:



Qlükogenez prosesində (Şəkil 27.) hər bir molekul laktata üç molekul ATF (daha dəqiq: 2 ATF + 1QTF) sərf edilir. Çünki qlükozanın əmələ gəlməsi üçün iki molekul laktat lazımdır. Deyilənləri nəzərə alaraq qlükoneogenez prosesi ümumi halda aşağıdakı kimi yaza bilərik:



Əmələ gəlmiş qlükoza ola bilsin ki, yenidən əzələlərdə süd turşusuna çevrilir. Əgər qlikoliz və qlükoneogenez reaksiyasının cəmini müqayisə etsək, onda alarıq:



Şəkil 27. Qlükoneogenez

Bu müqayisədən görünür ki, Kori dövrünün təsiri nəticəsində qaraciyərdə sərf olunan altı mol ATF hesabına işləyən əzələlərdə iki mol ATF hasil olunur.

Aerob yolu ilə orqanizmə daxil olan qlükoza (qida ilə və ya sintez edilən) son halda oksidləşərək karbon qazı və suya çevrilir.

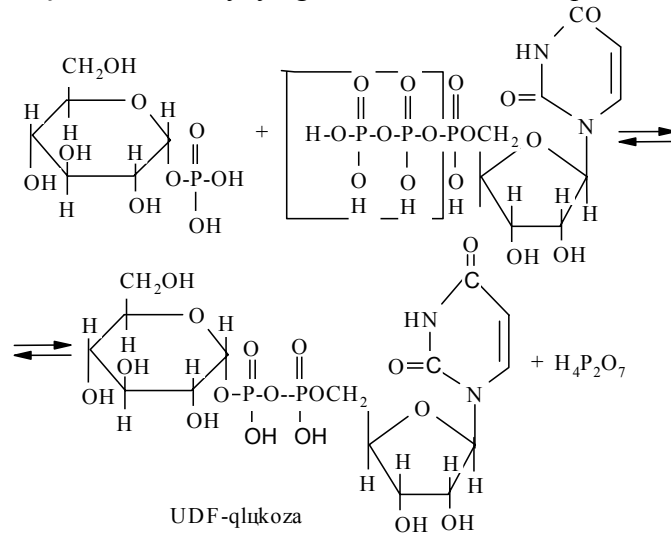
Başqa sözlə, qlükozanın anaerob parçalanması lokal və ya müvəqqəti xarakter daşıyır. Məsələn, eritrositlərdə müvəqqəti baş verir. Anaerob parçalanmanın məhsulu— süd turşusu da sonra aerob parçalanmaya uğrayır.

İnsanın orqanizmində, əsasən qaraciyərdə 80 qrama qədər qlükoza sintez edilir. Qlükoza, həmçinin böyrəyin qabıq maddəsi və bağırsağın selikli qişasında sintez olunur. Qlükoneogenezin bioloji əhəmiyyəti təkcə laktatı karbohidrata çevirmək olmayıb, eləcə də orqanizmdə karbohidrat olmadıqda beyini qlükoza ilə təmin edir. Orqanizmin müəyyən üzvləri karbohidratlarla təmin edilir və digər bioloji əhəmiyyət daşıyır. Məsələn, şəkərli diabet xəstəliyi zamanı aclıq olan halda bu özünü göstərir.

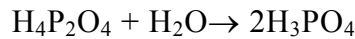
Qlikogenin biosintezi

Hüceyrəyə daxil olan qlükozanın əsas hissəsi ehtiyat polisaxaridi olan qlikogenə çevrilir. Bu işə müəyyən vaxt keçdikcə istifadə edilir. Qlikogen öz quruluşuna görə nişastaya oxşayır. Qlikogenin biosintezi ən mühüm rolu UTF oynayır.

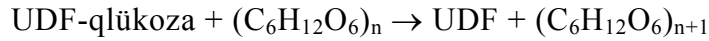
Qlükozo-1-fosfat uridil turşusu ilə reaksiyaya girir. Nəticədə UDF-qlükoza və pirofosfat əmələ gəlir:



Bu reaksiya dönərdir. Onun fermenti UDF-qlükozopirofosforilaza adlanır. Canlı hüceyrədə işə reaksiya UDF-qlükozanın alınması istiqamətində gedir. Çünki alınmış pirofosfat turşusu pirofosfatazanın təsiri ilə hidrolizə olunaraq H_3PO_4 turşusuna çevrilir:



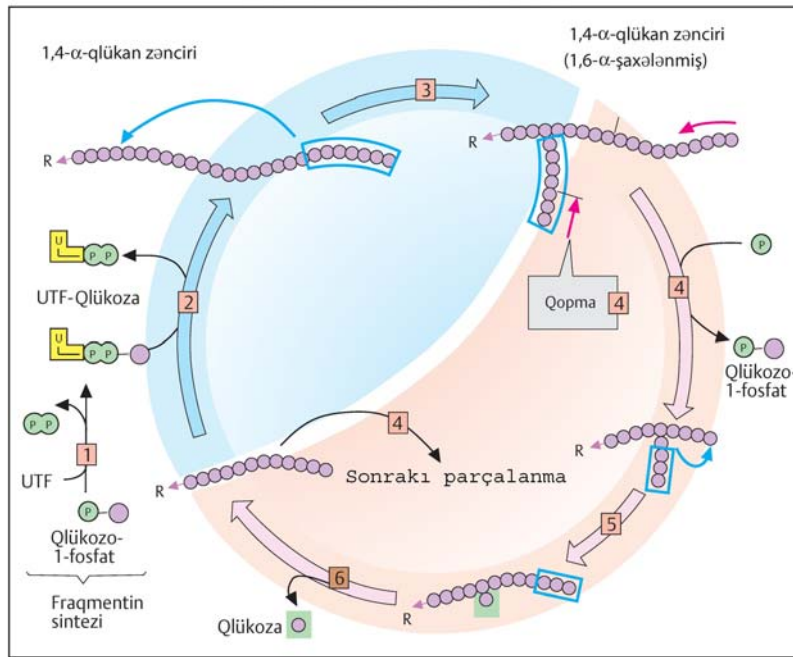
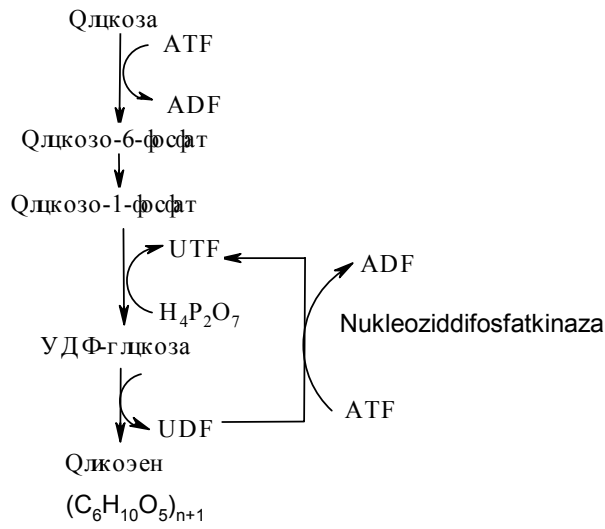
Qlikogenin sintezində akseptor rolunu tərkibində üç və ya daha çox 1,4-qlikozid əlaqələri ilə qlükoza qalığı birləşmiş olan oliqosaxaridlər oynayır:



Bu reaksiyanı qlikogensinteza (qlükoziltransfraz) katalitik təsir edir və beləliklə, 1,4-qlikozid əlaqəsi olan xətti quruluşa malik qlikogen əmələ gəlir. Xüsusi ferment olan amilo-1,4- və 1,6-qlikoziltransferazanın təsiri ilə qlikogenə budaqlanma da gedir. Bu fermentin təsiri ilə 5-dən 7-ə qədər monomeri axırdan ortaya gətirir (bax şəkil 28). Həmin fraqment 1,6-qlikozid əlaqəsi ilə birləşir. Sonra qlikogensintəzin köməyi ilə zəncir uzunlaşır.

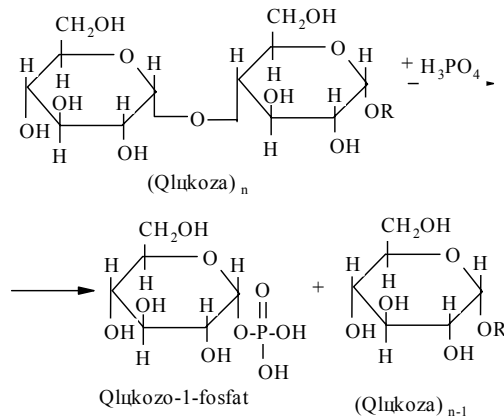
Beləliklə, molekul kütləsi milyondan iki yüz milyona qədər qlikogen sintez edilir. Qlikogen molekulunda qlikozid qalıqlarının sayı mindən milyona qədər çatır. Hüceyrədə qlikogen həll olmuş şəkildə olur. Ölçüləri ($D=40\text{-}200$ nm) dənəvər halda olur.

Orqanizmin bütün hüceyrələrində qlikogenə rast gəlinir. Ən çox qlikogenlə zəngin olan qaraciyərdir. Miqdarı 2%-dən 6%-ə qədərdir. Əzələlərdə isə 0,5-2%-dir. Bir halda ki, əzələlərin ümumi çəkisi daha çoxdur, ona görə də qlikogenin miqdarı əzələlərdə daha artıqdır. Orqanizmdə qlikogenin əmələ gəlməsi sxemi aşağıdakı kimidir:



Şəkil 28. Qlükoneogenezin metabolizmi
Qlikogenin səfərbərliyi

Qlükoza qlikogen fosforilazanın iştirakı ilə qlikogen formasında olan qlükozamı parçalayır:



Qlikogen molekulunda qlükoza qlükozo-1-fosfat şəklində ayrılır. Qlikogen molekulunda budaqlanmış nöqtələrində 1,6-qlikozid əlaqəsi amilo-1,6-qlikozitazanın təsiri ilə parçalanır və sərbəst qlükoza alınır. Aclıq zamanı iyirmi dörd saat ərzində qaraciyər toxumasında olan qlikogen bütünlüklə sərf olunur. Lakin müntəzəm qidalandıqda isə qlikogen molekulu uzun müddət qalır. Qida qəbul etmədikdə başqa orqanlardakı qlikogen sərf

edilir, sonra qida qəbul edildikdə həmin orqanların qlikogeni bərpa edilir. Analoji proses əzələ toxumasında baş verir. Lakin onun miqdarı əzələlərin iş rejimindən asılıdır. Qlikogendən alınan qlükozo-1-fosfat fosfoqlükomutazanın iştirakı ilə qlükozo-6-fosfata çevrilir. Qaraciyərdə qlükozo-6-fosfat isə qlükozo-6-fosfotazanın təsiri ilə qlükoza qana keçir və digər üzvlərdə və toxumalarda istifadə edilir. Əzələlərdə isə bu ferment yoxdur. Ona görə də qlükozo-6-fosfat əzələ hüceyrəsində aerob və anaerob parçalanmasına məruz qalır.

Qlikogen xəstəlikləri

Orqanizmdə qlikogen mübadiləsini tənzim edən bu və ya digər fermentlərin çatışmazlığı (fermentlərin aktivliyinin az olması) müxtəlif irsi qlikogen xəstəlikləri törədir. Əgər qlikogenin səfərbərliyi pozulubsa, onda hüceyrədə çoxlu miqdarda qlikogen toplanır və nəticədə hüceyrənin sıradan çıxmasına səbəb olur. Belə qlikogen xəstəliklərinə qlikogenozlar deyilir.

Qlikogenoz xəstəlikləri 5-ci cədvəldə verilmişdir.

Cədvəl 5

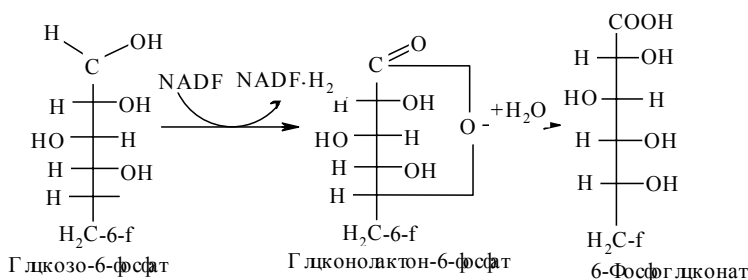
Qlikogenezin tipləri	Çatışmayan ferment	Zədələnmiş orqanlar	Klinik xəstəliklər
Qirke xəstəliyi	Qlükozo-1-fosfataza	Qaraciyər, böyrək	Qaraciyərin qlikogenozu
Pompe xəstəliyi	α -1,4-Qlükozidaza	Bütün orqanlar	
Kori xəstəliyi	Amilo-1,6-qlükozidaza	Qaraciyər, ürək, skelet əzələləri	Qaraciyərin qlikogenozu və əzələlər
Anderson xəstəliyi	1,4-Qlyükan-6- α -qlikoziltransferaza	Qaraciyər, böyrəyin əzələləri	Qaraciyərin qlikogenozu və əzələlərin qlikogenozu
Mak-Ardl xəstəliyi	Fosforilaza	Əzələlər	Əzələ qlikogenozu
Xers xəstəliyi	Qaraciyər fosforilazası	Qaraciyər	Qaraciyər
Tomson xəstəliyi	Fosfoqlükomutaza	Qara ciyər	Əzələ, qaraciyər
Tarui xəstəliyi	Fosfofruktokinaza	Qaraciyər	Əzələ
Xaqa xəstəliyi	Fosforilaza b-nin kinazası	Qaraciyər	Qaraciyər
Xers xəstəliyi	Forforilaza	Qaraciyər	Qaraciyər

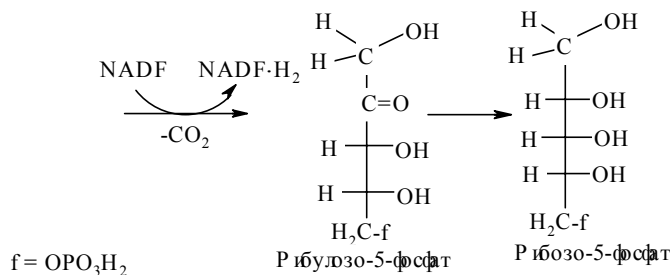
Karbohidratların oksidləşməsinin pentafosfat yolu [Anabolik-(bilavasitə) oksidləşmə]

Karbohidratların qlikolitik parçalanmasını öyrəndikdə gördük ki, qlükoza fosforlaşma və izomerləşmə reaksiyasına daxil olaraq fruktozo-1,6-difosfatı verir. Sonrakı mərhələdə fruktozo-1,6-difosfat efiri iki molekul fosfotriozaya parçalanır. Digər tərəfdən qlükoza molekulunun da iki fosfotriozaya parçalanması da məlumdur. Belə oksidləşmə prosesi anabolik parçalanma və ya qlükoza oksidləşməsinin pentafosfat yolu deyilir. Bundan fərqli olaraq qlikolitik parçalanma isə dioxotomik (vasitəli) oksidləşmə adlanır.

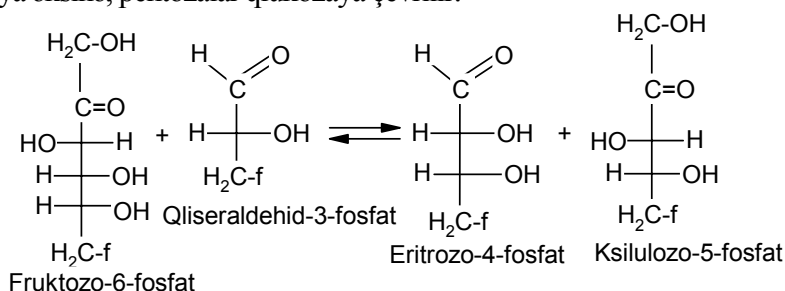
Pentafosfat yolu ilə karbohidrat parçalanmasının öyrənilməsində O.Varburqun, F.Lipmanın, F.Dikkensin və V.A.Engelqardtın böyük əməyi vardır. Bu prosesi təşkil edən bütün reaksiyalar hüceyrənin sitoplazmasında gedir.

Oksidləşdirici yol





Oksidləşdirici pentafosfat yoluna iki dehidrogenləşmə reaksiyası daxildir. Hidrogenin akseptor rolunu NADF oynayır. İkinci dehidrogenləşmədə eyni zamanda dekarboksilləşmə gedərək karbonun sayı azalır və nəticədə pentozalar alınır. Pentozaların oksidləşdirici olmayan yolu daha mürəkkəbdir. Bu yolda dehidrogenləşmə reaksiyası yoxdur. Beləliklə, bu halda pentoza da sintez olunur və ya əksinə, pentozalar qlükozaya çevrilir:



Pentafosfat yolu hüceyrənin NADF ilə hidrogenləşməsini təmin edir və reduksiya ilə sintezlər aparır və pentozalarla nukleotidləri sintez edir. Beləliklə, bu proses anabolik (bilavasitə) funksiyaları yerinə yetirir.

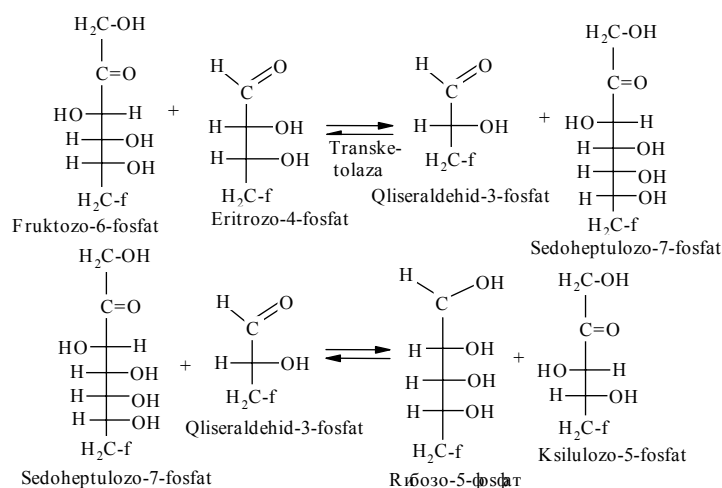
Piy toxumalarında pentafosfat dövranı

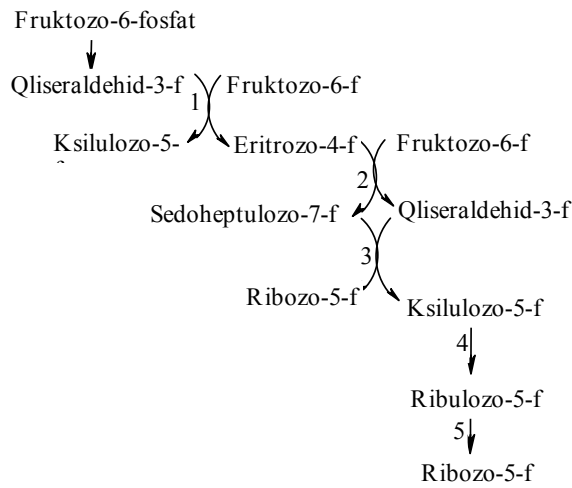
Oksigen iştirak etmədən gedən pentafosfat dövranı oksidləşdirici olmayan mərhələ adlanır. Belə reaksiya oksigen iştirak edilməyən anaerob şəraitdə gedir. Bu zaman qlikolizin birinci mərhələsində xarakter fruktozo-6-fosfat, fruktozo-1,6-bis-fosfat maddələri alınır. Həmçinin pentafosfat dövranı birinci mərhələsinə xarakter sedoheptulozo-7-fosfat, pentozo-5-fosfat və eritrozo-4-fosfat kimi maddələr əmələ gəlir.

Pentafosfat dövrınının qeyri-oksidləşmə mərhələsinin əsas reaksiyaları transketolaz və transaldozadır.

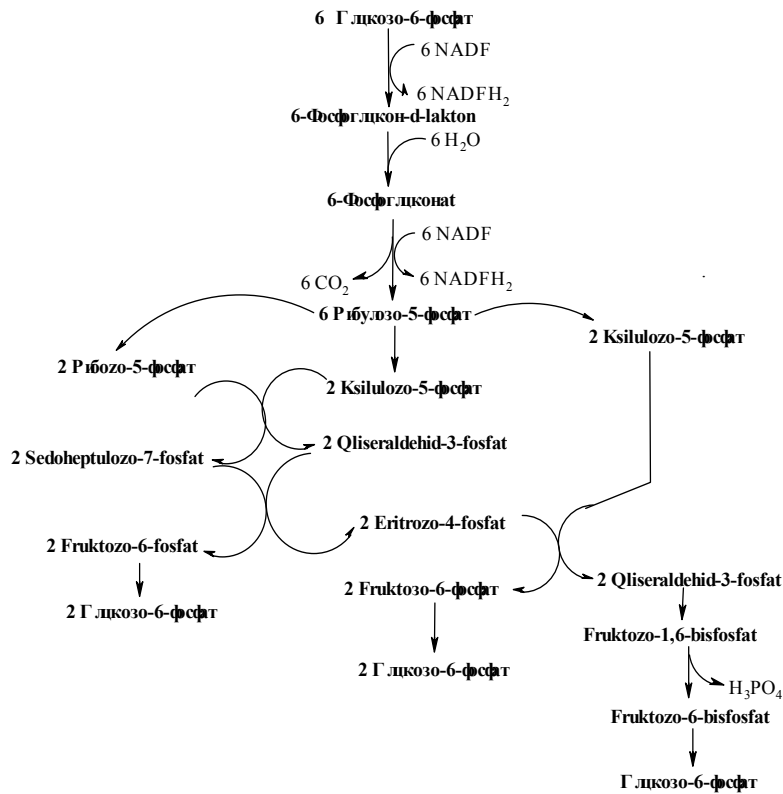
Bu reaksiyalar pentozo-5-fosfatı izomerlərə çevrilməsində katalitik təsir göstərir.

Transketolaz reaksiyasında TPF koferment rolunu oynayaraq, aralıq qlikoaldehyd ksilulozo-5-fosfatdan ribozo-5-fosfata ötürülür. Reaksiya nəticəsində yeddi karbona malik monosaxarid – sedoheptulozo-7-fosfat əmələ gəlir:





Pentozanın əmələ gəlməsinin anaerob yolu



Pentafosfat yolu əsasən lipidlə miqdarı çox olan üzvlərdə – qaraciyər, piy toxuması, süd vəzilərinə və böyrəyin qabıq maddəsində baş verir. Çünki lipidlər sintez edildikdə hidrogenləşmə reaksiyası baş verir. Bu reaksiya isə NADPH hidrogenin donor rolunu oynayır. Onu qeyd etmək lazımdır ki, əksər üzvlərdə pentafosfat yolunun istər aerob, istərsə də anaerob yolu istənilən qədər öyrənilməmişdir. Ümumiyyətlə, pentafosfat yolu piy toxumasında gedir. Pentafosfat yolu nəticəsində alınan əlavə məhsullar ATF-in sintezi üçün enerji mənbəyidir.

FƏSİL 12

QIDALANMADA ZÜLALLARIN YOLU

Qida rasionunun ən mühüm tərkib hissəsi zülallardır. Qida ilə daxil olan zülal mədə-bağırsaq sistemində parçalanmaya məruz qalır. Zülallar aminturşularına qədər parçalanır və qana keçir. Başqa sözlə, orqanizm tərəfindən qəbul edilmiş zülallar aminturşularına parçalanır və sonradan həmin aminturşular yenidən orqanizm zülalına çevrilir. 100 qram mal və qoyun ətində 18-19 qram, 100 qram yağsız balıq ətində 17 qram, 1

yumurtada 5 qram zülal vardır. 100 qram kəsmikdə 11-13 qram, 1 stəkan süddə və 100 qram çörəkdə 6 qram, 100 qram noxudda 20 qram, 100 qram kartofda isə 1,5 qram zülal vardır.

Heyvani zülallar bitki zülallarına nisbətən daha yüksək bioloji əhəmiyyətə malikdir. Əgər süd zülalının bioloji dəyəri 100 vahid qəbul edilərsə, ət zülalının dəyəri 104 vahidə bərabərdir. Balıq zülalının dəyəri –56 vahid, buğda zülalının dəyəri – 40 vahiddir. Ona görə də azot müvazinətini təmin etmək üçün çörəyə nisbətən ət 2,5 dəfə az miqdar təşkil edir. İnsanın zülallara gündəlik tələbatı bədənin hər kiloqramına 1,5 qram kifayət edir. Çəkisi 75 kq olan insana gündə 100-110 qram zülal lazımdır. Fiziki işdə çalışanlara və hamilə qadınlara hər kiloqramına 2 qram zülal ehtiyacı vardır. Uşaqların hər kq-na 2,5-3 qram zülal tələb olunur. Qida rasionunda zülalların ümumi miqdarının 50% heyvani mənşəli ərzaq məhsullarının hesabına ödənilməlidir. Bir gündə normal insanın bədənində 400 qrama qədər zülal yeniləşir. Zülalların yeniləşməsi müxtəlif sürətlə gedir. Elə zülallar var ki, onlar heç dəyişikliyə uğramır. Məsələn, kollageni göstərmək olar. Bütün zülalların orqanizmdə yarımparçalanma dövrü səksən günə qədər başa gəlir. Orqanizmdə sərbəst aminturşuların miqdarı 30 qramdır. Yaşlı adamda 15 kq-a qədər zülal olur. Əsas xammal zülallar üçün qida ilə qəbul edilən müxtəlif aminturşular və peptidlərdir.

Zülalların mədədə həzmi

Mədə-bağırsaq traktında peptidhidrolaza proteolitik fermentinin təsiri ilə zülallar qida zülalları amin-turşularına parçalanır. Proteolitik fermentlər öz substrat spesifikliyi ilə bir-birindən fərqlənir. Bu fermentlər zülala təsir edir, müxtəlif peptid əlaqələrini (CO-NH) qırır, müəyyən aminturşular əmələ gətirir. Bütünlüklə, həzmedici peptidhidrolaza fermentinin təsirindən qidada olan zülal hissə-hissə tam parçalanır. Mədədə zülalların həzmi proteolitik ferment olan pepsinin təsiri ilə parçalanır. Bu prosesdə xlorid turşusu mühüm rol oynayır. Xlorid turşusu mədəaltı vəzin bürüyücü hüceyrələrində əmələ gəlir və mədənin girəcəyində sekresiya edilir. Onun miqdarı 0,16 mola (0,5%) çatır. Pepsin 99% su, 0,4-0,5% xlorid turşusu və proteolitik fermentdən ibarətdir.

Mədə şirəsində pH-ın qiyməti 1-2 arasında dəyişir. Onun miqdarı isə gündə 1,5-2 litrə çatır. Mədəaltı vəzin hüceyrəsində əsasən pepsinin sələfi pepsinogen zülalıdır. Mədə şirəsində pepsinogendən 42 aminturşu qalıqına malik molekul ayrılır. Bu isə pepsinogendə olan aminturşularının 18%-i təşkil edir. Pepsinogendən pepsinin əmələ gəlməsi 2 yolla baş verir:

Pepsinogen + xlorid turşusu → pepsin (yavaş gedir).

Pepsinogen + pepsin → pepsin (sürətlə gedir)

Peptid molekulundan uzaqlarda (kənarlarda) yerləşmiş peptid əlaqələrini hidroliz edən peptidhidrolazalar endopeptidaza adlanır. Ona görə də pepsinin zülala təsiri nəticəsində polipeptidlər alınır, aminturşular isə alınmır. Pepsin pH=1-2,5 olan halda ən yüksək aktivliyə malik olur. Xlorid turşusu pepsinogen fermentini aktivləşdirməkdən başqa bir neçə mühüm funksiya daşıyır:

1) Mədə şirəsi mühitində əksər zülal denaturasiyaya məruz qalır. Bu isə pepsinin köməyi ilə həzmi asanlaşdırır; 2) Turş təbiətə malik mədə şirəsi, həmçinin bakterisid xassəyə malik olub, xəstəlik törədən bakteriyaların bağırsağa daxil olmasının qarşısını alır; 3) Mədə-bağırsaq xəstəliklərində xlorid turşusunun sekresiyası və pepsinogen fermentində dəyişiklik olur. Məhz buna görə də mədədə baş verən dəyişiklik diaqnozunu vermək üçün xlorid turşusu və pepsinogenin qatılığı müəyyən edilir. Zond daxil edilir, hər 15 dəqiqədən bir mədə şirəsi götürülür və şirədə olan xlorid turşusunun və pepsinogenin miqdarı müxtəlif üsulla təyin edilir. Məsələn, xlorid turşusunun miqdarını qələvi məhlulu ilə titrləyirlər.

Yüksək turşuluğa malik mədə şirəsi mədədə və onikibarmaq bağırsağında yaranın olmasını xəbər verir. Turşuluq az olduqda müxtəlif formalı gastritlərin olmasını göstərir.

Bağırsaqda zülalların həzmi

Bağırsağın yuxarı hissəsində mədəaltı vəzin fermentlərinin və bağırsaq hüceyrələrinin təsiri ilə zülallar tam həzm edilir. Mədəaltı vəzin hüceyrələrində tripsinogen, ximotripsinogen, A və B prokarboksipeptidazaları, proelastaza fermentləri sintez edilir. Bağırsaq hüceyrələrində ayrılan enteropeptidaza fermentinin iştirakı ilə tripsinogen aktivləşir. Enteropeptidaza fermenti proteolitik ferment olub, heksapeptid tripsonogenin N-qalıq hissəsini parçalayır və qalmış molekulun konformasiyasını dəyişir. Beləliklə, onda aktiv mərkəzlər əmələ gəlir. Digər mədəaltı vəzinin profermentləri də tripsinin köməyi ilə aktivləşir. Nəticədə ximotripsin, A, B karboksipeptidaza və elastaza fermentləri alınır. Bu fermentlərin hamısı pepsin kimi endopeptidaza fermentinə daxildir. Onlar yalnız substrat xüsusiyyətləri ilə bir-birindən fərqlənir. Bu fermentlərin təsiri ilə zülal peptidlərə parçalanır. Bəzən də az miqdarda aminturşular alınır. Karboksipeptidaza fermenti

isə ekzopeptidazaya aid olub, zülallarda peptid əlaqəsini C-qalıq hissəsini hidroliz edir. Karboksilaza A hidrofob radikala və C-qalığa malik amin turşusunu, karboksipeptidaza B isə lizin, ayrılmış olan C-qalıqlı amin turşusunu parçalayır. Axırda isə bağırsaq hüceyrələri tərəfindən amin turşuları peptidaza və dipeptidaza fermentlərinin təsiri ilə həzm baş verir. Amin peptidaza N-qalıqlı peptidləri amin turşularına parçalayır, dipeptidazalar isə dipeptidlərə hidroliz edir.

Aminturşuların sorulması

Qida maddələrinin həzm orqanlarının selikli qişasını örtən bioloji membranlardan qana və ya limfaya keçməsi sorulma adlanır. Qida maddələrinin həzm sistemində sorulmasının mühüm bioloji əhəmiyyəti vardır. Mədənin selikli qişasında cüzi miqdarda duzlar, monosaxaridlər, spirt və su sorulur. Nazik bağırsağın yüksək soruculuq qabiliyyətinə malikdir. Orqanizm tərəfindən mənimsənilən qidanın 70–80% nazik bağırsağın selikli qişasında sorulur. Selikli qişadakı xovların səthi xeyli böyükdür. Məhz ona görə də nazik bağırsaqda sorulma mütənasib və sürətli gedir. Aminturşular nazik bağırsaqda sorulur. Aminturşuların zülal keçməsinə bəzi maddələrin təsiri ilə öyrənilmişdir. Məsələn, üzvi maddələrdən 2,4-dinitrofenol aminturşuların nazik bağırsaqda sorulmasını zəiflədir. Bu onu göstərir ki, aminturşuların sorulması prosesi fosfat turşusu ilə birləşir. Aminturşu qarışığına ATF-lər əlavə etdikdə aminturşuların sorulması güclənir, digər tərəfdən müəyyən edilmişdir ki, aminturşuların sorulması natrium kationu ilə də sürətlənir. Bu prosesin bu günə qədər dəqiq mexanizmi məlum deyildir. Lakin əldə olunan məlumata görə aminturşuların membrandan keçməsinə ən azı beş nəql olunma sistemi iştirak edir. Bu sistemin hər biri spesifik fermentə malik olmaqla müəyyən aminturşular qrupunun sorulmasını təmin edir. Bunlar aşağıdakılardır:

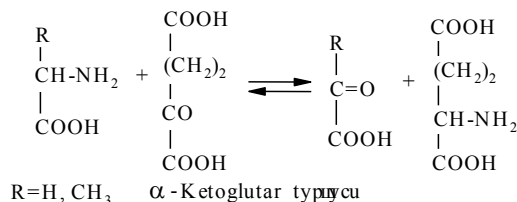
1. Neytral alfatik aminturşular;
2. Tsiklik halqavi aminturşular;
3. Əsasi aminturşular. Məsələn, lizin, arginin;
4. Turş xassəyə malik aminturşular – asparagin aminturşusu;
5. Pirrol halqası olan aminturşular.

Bu sistemin hər birində iştirak edən fermentlərin müvafiq aminturşularla birləşmə əmələ gətirməsində biokimyəvi rəqabət prinsipi vardır. Məsələn, nazik bağırsaqda leysin miqdarı çox olduqda izoleysin və valinin qana sorulması çətinləşir. Aminturşuların membrandan keçməsi üçün xüsusi γ -qlütamintransferaza fermenti məlumdur. Bu ferment kofaktoru qlütation tripeptidəndən ibarətdir. Qlutation γ -qlütamil-sistenil-qlisindən təşkil olunmuşdur.

Qlutamin turşusundan əmələ gəlmiş γ -qlütation turşusunu dipeptidi hüceyrə tərkibinin daxilinə asan keçir. Beləliklə, qlütationun peptid əlaqəsinin enerjisi xaricdən hüceyrə daxilində daşınmasında istifadə olunur.

Aminturşuların transaminləşməsi (Yenidən aminləşməsi)

Aminturşuların α -ketoturşu ilə qarşılıqlı təsirindən amin qrupunun keto qrupunu əvəz etməsinə transaminləşmə deyilir. İnsan orqanizmində bir-biri ilə substrat spesifikliyi ilə fərqlənən 10-dan artıq amintransferaza fermenti vardır. Bu fermentlərin təsiri, demək olar ki, bütün aminturşular transaminləşməyə məruz qalır. Yalnız lizin və treonin transaminləşmə reaksiyasında iştirak etmir. Transaminləşmə reaksiyasında akseptor rolunu α -ketoqlutar turşusu oynayır:

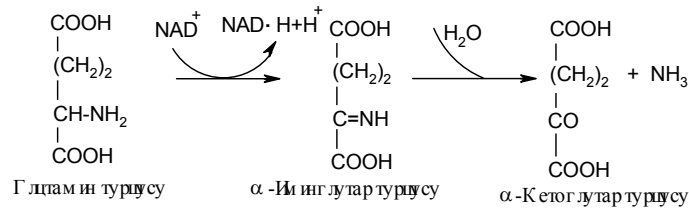


Transaminləşmə reaksiyası həm peptidlərin sintezində, həm də zülalların sintezində və onların katabolizmində müşahidə edilir. Amintransferazalar insanın bədəninin bütün üzvlərində vardır. Lakin transaminləşmə reaksiyası qaraciyərdə ən fəal gedir. İnsanın bədən üzvlərində transaminləşmə reaksiyası müxtəlif sürətdə gedir. Məsələn, əzələlərdə süd turşusundan əlavə alanin də alınır. Təbii ki, alanin piroüzüm turşusundan alınır. Piroüzüm qlükoneogenezdə istifadə olunur. Qaraciyərdə amin turşusunun amin qrupu hesabına sidik cövhəri (karbamid) əmələ gəlir və orqanizmdən xaric edilir.

Transaminləşmə reaksiyası 1937-ci ildə görkəmli biokimyəçilərdən A. Braunştein və M. Krisman tərəfindən ixtira edilmişdir.

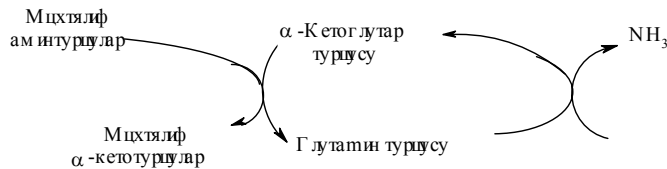
Aminsizləşmə

Aminsizləşmə reaksiyası nəticəsində aminturşuları ammonyak itirərək keto turşulara çevrilir. Ümumiyyətlə, orqanizmdə aminsizləşmə ilə transaminləşmə paralel gedir və onların sayı həmişə sabit qalır. Aminsizləşmə reaksiyasının təsirindən ən tez qlütamin turşusu alınır. Əsasən qlütamidehidrogenaza fermentinin təsiri ilə qlütamin turşusu oksidləşdirici aminsizləşməyə məruz qalır. Burada koferment rolunu NAD^+ oynayır:

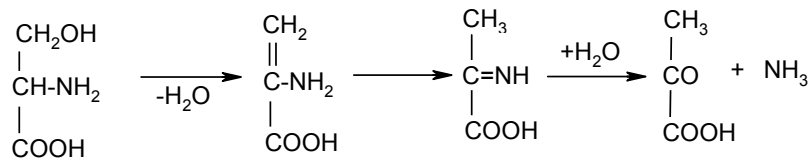


Dolayı yolla aminsizləşmə

Qlütamin turşusundan fərqli olaraq, digər aminturşularının aminsizləşməsində ammonyakın alınması birbaşa olmayıb, dolayı yolla gedir. Yəni amintransferaza və qlütamatdehidrogenaza fermentinin ardıcıl təsiri ilə aminsizləşmə baş verir. Bu zaman α-ketoqlütat turşusu transaminləşir və qlütamin turşusu əmələ gəlir. Sonra isə qlütamin turşusu α-ketoqlutaratdehidrogenazanın təsiri ilə aminsizləşir. Onu ümumi halda sxematik olaraq aşağıdakı kimi göstərmək olar:

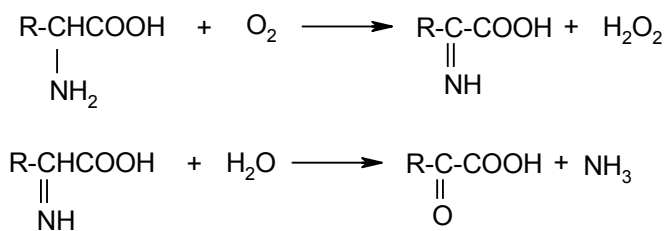


Dövrü olaraq α-ketoqlütat turşusu və qlütamin turşusu çevrilməsi nəticəsində ketoturşular və ammonyak əmələ gəlir. Bir halda ki, dövretmə dönər olduğu üçün dolayı yolla aminsizləşmədə dönər prosesdir. Lakin onu qeyd etmək lazımdır ki, orqanizmin ümumi balansında aminturşuların parçalanması həmişə artıq olur. Qlütamatdehidrogenaza fermentinin təsiri ilə dolayı yolla aminsizləşmə reaksiyası ən fəal qaraciyərdə gedir. İndi isə histidin, serin və treoninin aminsizləşməsinə baxaq. Histidin və serin düzgün olmayan aminsizləşmə reaksiyasına məruz qalır. Histidaza fermentinin təsiri ilə histidin aminsizləşir, serin və treonin isə serintreonindehidrataza fermentinin təsiri ilə aminsizləşir:



Qaraciyərdə və böyrəklərdə L-aminturşularının oksidazası yerləşir. Onun təsiri ilə çoxlu aminturşular oksidləşdirici aminsizləşməyə məruz qalırlar.

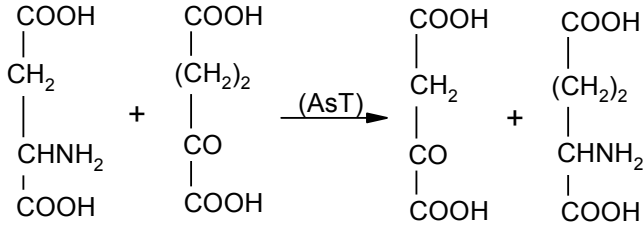
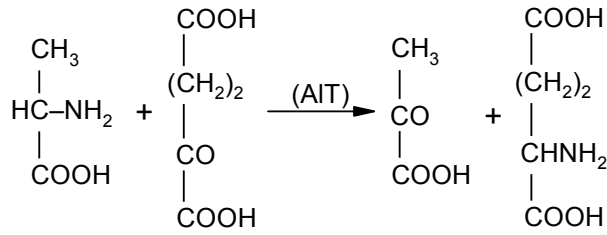
L-Aminturşuların oksidaza kofermenti flavinmononukleotid (FMN) fermentinin köməyiylə aminturşulardan oksigenə hidrogen daşınır:



Qlütamin və asparagin turşularının aminsizləşməsi əksər məlum amintransferaza fermentinin bir neçə aminturşusunun substratına qarşı xüsusi təsir göstərir. Transaminləşmə reaksiyası amin qrupunun akseptor

rolunu üç ketoturşu: piruvat, oksaloasetat və α -ketoqlutarat oynayır. Çox vaxt akseptor kimi α -oksiqlutaratdan istifadə edilir və nəticədə qlütamin turşusu alınır.

Alanin və asparagin turşusunun keto analoqlarına çevrilməsi α -oksoketoqlutaratın vasitəsilə çox effektiv alaninamintransferaza (AIT) və aspartattransferaza (AsT) fermentlərinin təsiri ilə gedir:

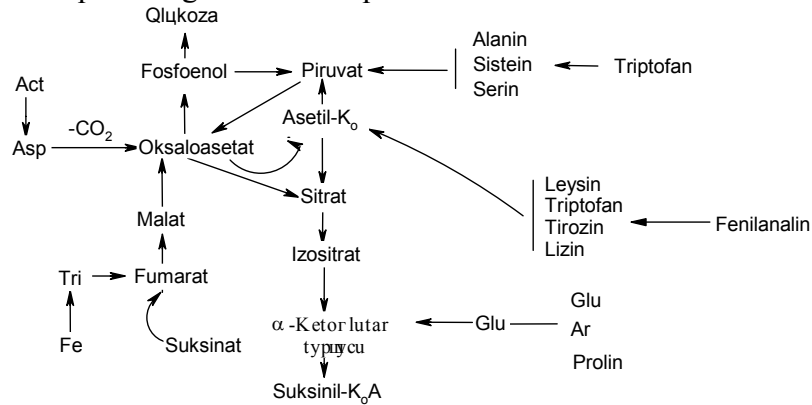


Amintransferaza fermenti apoferment və kofermentdən ibarətdir. Piridoksal-5-fosfat (B_6) və piridoksamin-5-fosfat amintransferazanın kofermentləridir.

Piridoksal-5-fosfat (PALF) və piridoksamin-5-fosfat (PAMF) kimi qısa işarə edilir.

Aminturşu mübadiləsinin ümumi yolu

Normal insan hər gün qida ilə 100 qr aminturşusu istifadə edir. Bu aminturşular maddələr mübadiləsində iştirak edir. Metabolizmə uğrayan aminturşular sidik cövhəri $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ şəklində orqanizmdən xaric olunur. Onu qeyd etmək lazımdır ki, metabolizmə uğrayan aminturşuların yarısı karbamid, yarısı isə ammonyak şəklində olur. Hər iki halda aminturşular keto turşuya çevrilir. Əksər aminturşuların metabolizmi nəticəsində piroüzüm turşusu alınır. İndi isə amin turşuların katobolizmi və qlükoneogenezinə baxaq:



Bu halda (Ala, Sis, Ser) bilavasitə piruvata çevrilir. Digər aminturşular isə piruvata keçmək üçün çox uzun yol keçirlər. Əvvəlcə aralıq sitrat dövrəsinin məhsuluna və sonra isə oksaloasetatdan fosfoenolpiruvata çevrilir.

Qlükonez prosesində qlükozanın sələfi piruvat, oksaloasetat və fosfoenolpiruvatdır. Ona görə bu birləşmələrə çevrilən aminturşular qlükozaya sintezi üçün istifadə edilə bilər. Belə aminturşular qlükogenlər adlanır. Aminturşuların iştirakı ilə qlükonez prosesi əsasən zülal qidalanmasında və həmçinin aclıq edəndə baş verir. Axırncı hal xüsusi zülal toxumalarından istifadə edir. Leysin və lizinin katabolizmində piroüzüm turşusu alınır. Bunlara ketogen aminturşuları deyilir. Tirozin, fenilalanin, izoleysin və triptofan eyni zamanda həm qlükogen, həm də ketogen aminturşularına aiddir. Onların molekulundakı karbon atomların bir hissəsi katabolizmdə piruvat əmələ gətirir. Bir hissəsi isə piruvat mərhələsini dəyişməklə asetil-SKoA-ya çevrilir.

Orqanizmdə ammonyakın zərərsizləşdirilməsi

Sidik vasitəsilə xaric olan karbamidin miqdarı 25-30 qr olur. Aşağıdakı proseslər nəticəsində ammonyak alınır:

1. Aminturşuların aminsizləşməsi;
2. Biogen aminturşuların (histidin, serotonin, histamin və s.) aminsizləşməsi;

3. Turş əsaslı aminturşuların (quanin, adenin) aminsizləşməsi;
4. Aminturşuların amidlərinin (aspargin və qlütamin) aminsizləşməsi;
5. Pirimidin əsaslarının (sitozin, urasil) parçalanması.

Ammonyak olduqca zəhərli maddə olub, sinir hüceyrələrinə təsir edir. Onun bədəndə toplanması sinir sistemini qıcıqlandırır. Ona görə də toxumada əmələ gələn ammonyakı zərərsizləşdirmək lazımdır. Bu aşağıdakı yollarla həyata keçirilir:

1. Karbamidin əmələ gəlməsi;
2. Transaminləşmə reaksiyası və ya aminləşmənin reduksiya edilməsi;
3. Aspargin və qlütamin turşusu amidlərinin əmələ gəlməsi;
4. Ammonium duzlarının əmələ gəlməsi:



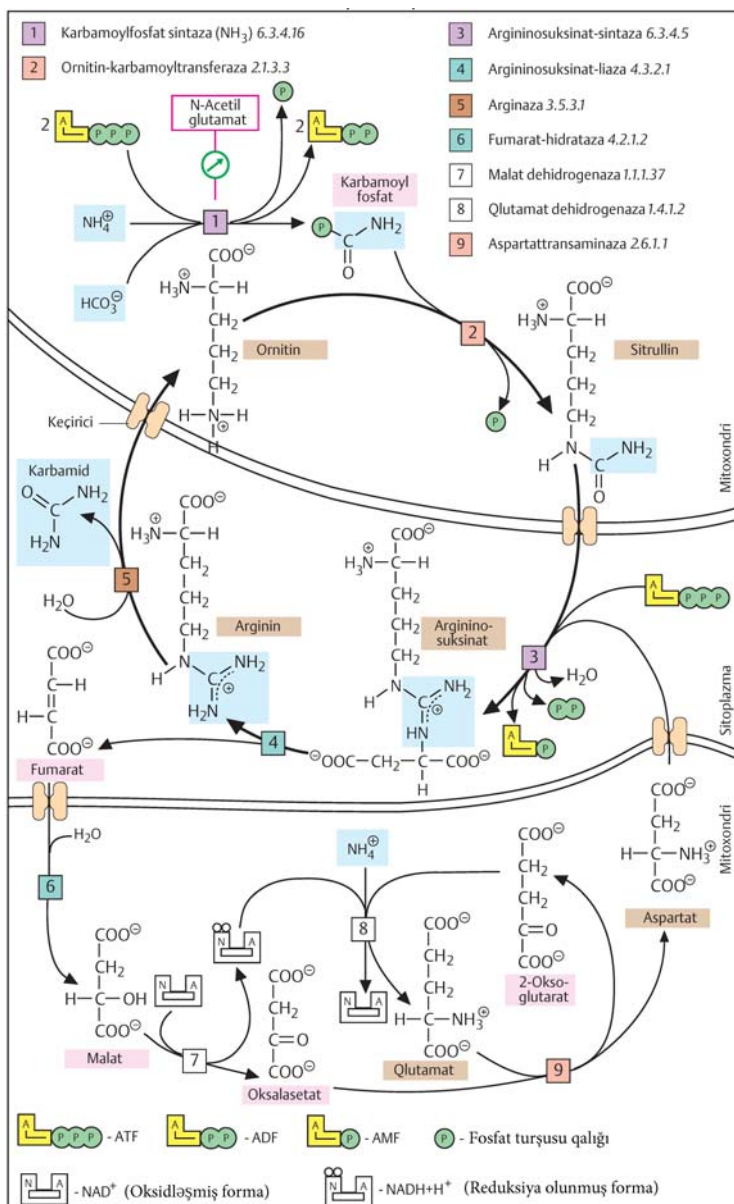
Ammonyakın zərərsizləşdirilməsinin əsas yolu karbamidin alınmasıdır. Hələ keçən əsrdə rus alimləri M.V.Nenski və S.S.Salazkin ammonyak və karbonat turşusunun təsirindən karbamid almışdır. H.Krebs və Qeyzenleyt müəyyən etmişlər ki, karbamidin alınmasında ornitin turşusu katalitik təsir göstərir və digər tərəfdən karbamidin alınması dövrü xarakter daşıyır. Koçen və Ratner aydınlaşdırmışlar ki, bu dövrün ilk mərhələsində karbamoilfosfat alınır. Bunun üçün bir molekul karbamidə üç molekul ATF sərf olunur.

Karbamid orqanizm üçün zərərsiz birləşmədir. O, əsasən qaraciyərdə əmələ gəlir, çünki orada onun əmələ gəlməsi üçün lazım olan fermentlər vardır. Əgər qaraciyərin funksiyası hər hansı bir səbəbdən pozulsa, onda orqanizmdə karbamidin əmələ gəlməyə bilər. Baş beyində sidik cövhərinin sintezi üçün bütün fermentlər var. Yalnız karbamoilfosfat sintetaza çatışmır. Ona görə də orada sidik cövhəri əmələ gəlmir.

Qaraciyərin funksiyası pozulduqda, sidiyin əmələ gəlməsi çətinləşir və karbamidin miqdarı azalır.

Karbamidin əmələ gəlməsinin dövrü

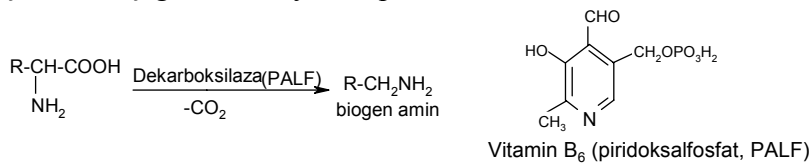
Reduksiya ilə aminləşmə və ya yenidən aminləşmə səmərəsiz bir proses olub, ammonyakın birləşdirilməsində az rol oynayır. Ammonyak zərərsizləşdirilməsinin ən başlıca yolu qlütamin turşusunun alınmasıdır. Bu prosesdə qlütaminsintetaza fermenti iştirak edir. Qlütaminin alınması orqanizmin müxtəlif üzvlərinin toxumalarında gedir. Qlütaminin alınması prosesi ən aktiv əzələlərdə, beyində və qaraciyərdə baş verir. Əmələ gəlmiş qlütamin qana keçir və bağırsağ hüceyrəsi vasitəsilə udulur. Bağırsaqlarda axan qanda çoxlu miqdarda alanin olur. Ehtimal edilir ki, qlütamindən alanin alınır. Bu çevrilmələrin səbəbi hələ də məlum deyildir. Qarı venası ilə qanda olan alanin qaraciyər vasitəsilə tutulur və qlükoneogenez üçün istifadə edilir. Bu halda alanindəki amin qrupu karbamidə zəncir vasitəsilə birləşdirilir (şəkil 29). Karbamidin dövrünə ornitin dövrü də deyirlər. H.Krebs və K.Xenzeleyt tərəfindən karbamid dövrü 1932-ci ildə kəşf edilmişdir.



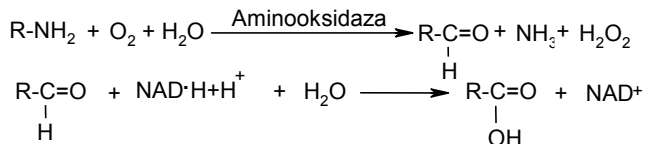
Şəkil 29. Karbamidin əmələ gəlməsi dövrünün sxemi

Aminturşuların dekarboksilləşməsi

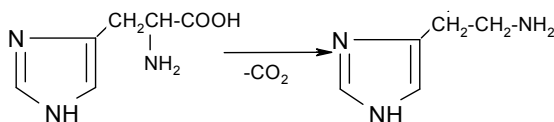
Dekarboksilləşmə reaksiyasının köməyiylə orqanizm üçün əhəmiyyəti olan bir sıra biogen aminlər (mediatorlar) alınır. Dekarboksilləşmə prosesinə katalitik olaraq dekarboksilaza spesifik fermentləri təsir edir. Ümumi halda dekarboksilləşməni piridoksal-fosfatın (PALF) iştirakı ilə aşağıdakı kimi yazmaq olar:



Sonra isə aminooksidaza fermentinin təsiri ilə biogen aminlər aldehidə çevrilir:

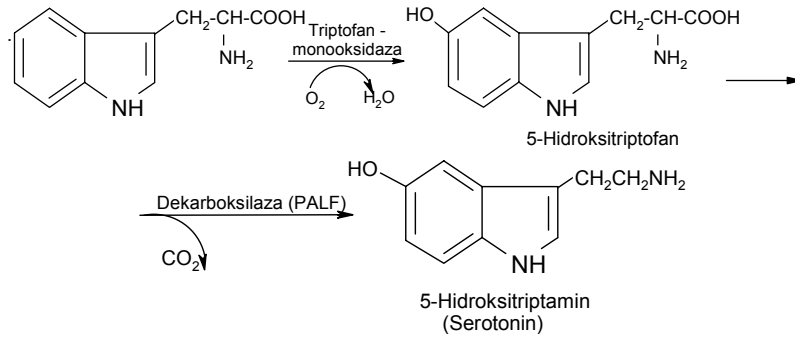


Müxtəlif aminturşularının dekarboksilləşməsini nəzərdən keçirək. Məsələn, histidin dekarboksilaza fermentinin təsiri ilə histaminə çevrilir:



Histamin bütün toxuma və üzvlərdə olur. Həmişə az miqdarda qanda və bəzi bioloji mayelərdə də rast gəlinir. Histamin allergiya reaksiyaları üçün mediator rolunu oynayır.

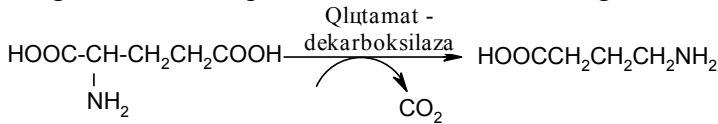
Serotoninin əmələ gəlməsi



Serotoninin 90%-i bağırsağın enteroxromaffin hüceyrələrində olur. Qalan hissəsi dəriyə, dalaqda, qaraciyərdə, böyrəklərdə və ağciyərdə yerləşir. O, əsəb sistemində ötürücü rolunu oynayır.

γ-Aminyağ turşusunun alınması

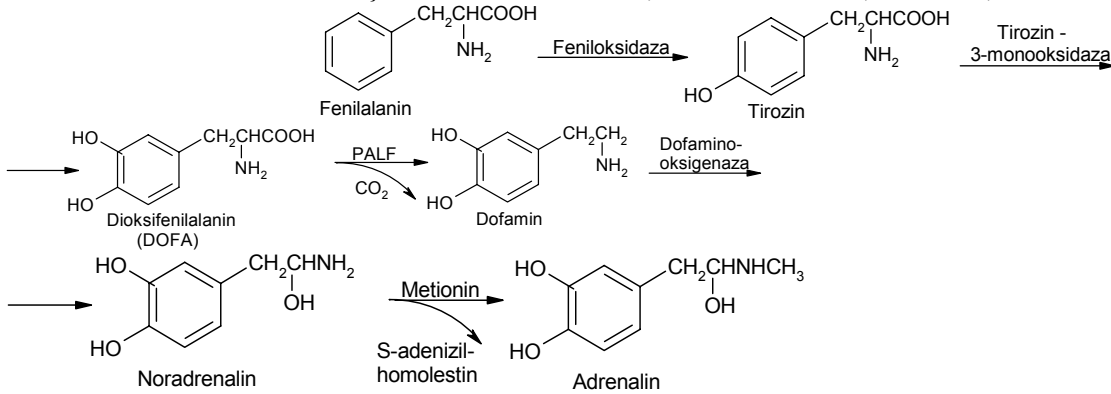
γ-Aminyağ turşusunun sintezi əsəb sisteminin tormozlanmış sinapslarında gedir. O, əsasən baş beyində əmələ gəlir. Kənar orqanlarda isə onun izinə rast gəlinir.



γ-Aminyağ turşusu

Katexol aminlərin alınması

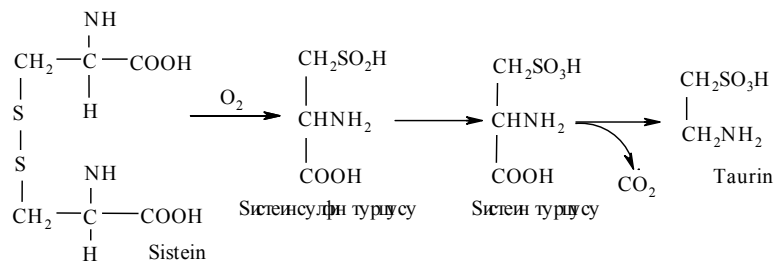
Katexol aminlər biogen aminlər olub, hormonlar və mediator qrupuna daxildir. Onlar fenilalanin və tirozindən alınır. Bu aminturşulardan feniletilamin, feniletanolamin, dofamin, noradrenalin və adrenalin alınır:



Noradrenalin və adrenalin böyrəküstü vəzin beyin maddəsinin xromaffin hüceyrələrində, baş beyin adrenergetik sinapslarında, əsəb sisteminin sinapslarında (hipotalamus, limfa) və s. rast gəlinir. O, az miqdarda böyrəküstü vəzin beyin maddəsində olur. İnaktivasiya iki yolla baş verir; a) monoaminoketaza, b) katexol-O-metiltransferaza.

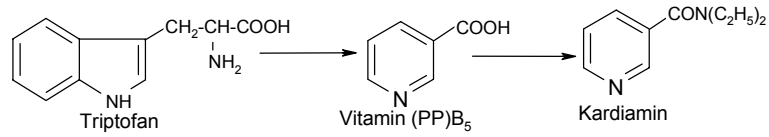
Taurinin alınması

Taurinin alınması reaksiyası müxtəlif üzvlərdə gedir. Qaraciyərdə sisteindən alınır:



Триптофандан коферментләрин və витаминләрин alınması

Триптофан müxtəlif reaksiyaya məruz qalaraq vitamin PP və onun müxtəlif коферментlərini verir:



ZÜLAL SİNTEZİNİN GENETİK PROQRAMI. ZÜLAL SİNTEZİNDƏ NUKLEİN TURŞULARININ ROLU

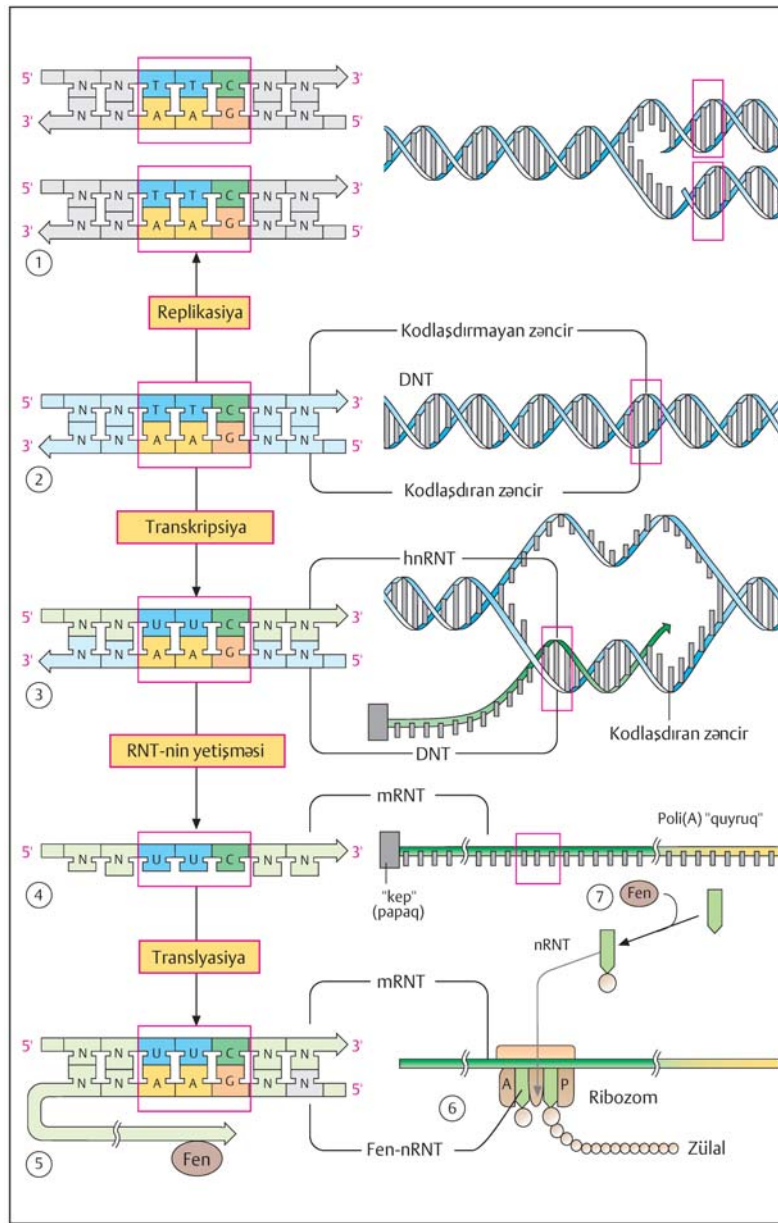
Zülallar sitoplazmada yerləşən kiçik hüceyrə orqanoidlərində – ribosomlarda sintez olunur. Hüceyrə nüvəsində olan DNT bu prosesə rəhbərlik edir. DNT molekulalarında monomer vahidlərinin yerləşmə ardıcılığı ribosomda sintez olunan zülalların aminturşularının tərkibini müəyyənləşdirir. Məlumdur ki, DNT molekulaları bir-birinə sarılmış iki polinukleotid zəncirindən ibarət olub, çox uzun xətti struktura malikdir. Onun molekulu müxtəlif hissələri bir-birindən fərqlənən müxtəlif zülalların sintezinə rəhbərlik edir. DNT molekulu hər hansı bir zülalın sintezi üçün müvafiq gələn hissə sistron (str.gen) adlanır. Molekul kütləsi 50000 yaxın olan zülalın sintezini ifadə edən sistronun tərkibində 1500 nukleotid olur. Hər bir nukleotid mol kütləsinin 330 bərabər etsək, onda sistronun molekul kütləsi $1500 \cdot 330 \cdot 2 = 10^6$ -dir. Zülalların quruluşu haqda məlumatı özündə toplayan DNT və onun ayrı-ayrı hissələri zülal molekulunun əmələ gəlməsində bilavasitə iştirak etmir. Sintezi olunaçaq zülalların quruluşu haqda DNT zəncirində olan məlumatın ribosoma verilməsinin ilk mərhələsi transkripsiya adlanır. Bu proses RNT az bir hissəsini təşkil edən xüsusi fraksiya m-RNT adlanır. m-RNT DNT zəncirinin müvafiq hissəsi üzərində sintez olunur. Bu zaman DNT-nin zənciri RNT-nin sintezi üçün xüsusi keyfiyyətli matriks vəzifəsini daşıyır.

DNT-nin zülal sintezini RNT vasitəsi ilə təsir etməsi haqda nəzəriyyə 1941-ci ildə Kasperson tərəfindən irəli sürülmüşdür. Sonralar aydın olmuşdur ki, hüceyrədə olan RNT hamısı DNT-də olan məlumatı ribosoma gətirmir. Yalnız xüsusi fraksiya iştirak edir ki, bu da m-RNT-dir.

Transkripsiya prosesi RNT-nin bir-birinə sarılmış polinukleotid zəncirindən biri müəyyən nahiyədə qırılır və digərindən aralanır. Nüvədə sərbəst halda olan ATF, STF, QTF turşuların polimeraza fermentinin iştirakı ilə ayrılmış polinukleotid zəncirinə müvafiq azot əsaslarına birləşərək məlumat RNT-in polinukleotid zəncirini əmələ gətirir (Bax şəkil 30).

DNT spirallı üzərində m-RNT-si əmələ gələrkən komplementarlıq prinsipinə ciddi riayət olunur. Yəni DNT zəncirində olan sitozin qvaninə, timin isə adeninə uyğun gəlir. DNT zəncirində olan adenin isə RNT molekulundakı urasil ilə əvəz olunur. Beləliklə, DNT molekulunun bir zəncirinə müvafiq olaraq, komplementarlıq prinsipi əsasında sintez olunan m-RNT zəncirindəki nukleotidlərinin yerləşmə ardıcılığı DNT-nin ikinci polinukleotid zəncirinə uyğun gəlir. Lakin burada timin əvəzinə urasil yerləşir. DNT molekulunun qırılmış zənciri üzərində bir və ya bir neçə m-RNT əmələ gəlir. Adətən qırılmış zəncirin tamlığını saxlayan DNT sapı üzərində transkripsiya edən zəncirə müvafiq əmələ gəlmiş m-RNT-ni DNT-dən ayrılması başa çatır.

Bundan sonra m-RNT-si ribosoma daxil olaraq ona sintez olunaçaq zülalın molekul quruluşu haqda məlumat gətirir. Bununla da aktivləşmiş aminturşu n-RNT-si vasitəsilə ribosoma gətirilərək müvafiq polipeptid zəncirlərinin sintezinə sərf olunur.

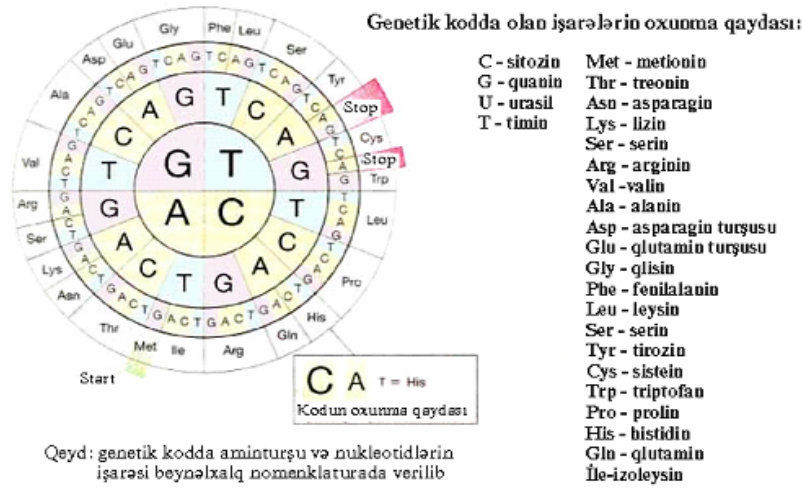


Şəkil 30. Hüceyrədə zülal biosintezinin sxemi
Kodonlar

Kodonlar hüceyrədə sintez edilən zülalların birincili quruluşu onun nüvəsindəki DNT-nin müəyyən hissələrində olan mononukleotidlərin yerləşmə ardıcılığı ilə əlaqədardır.

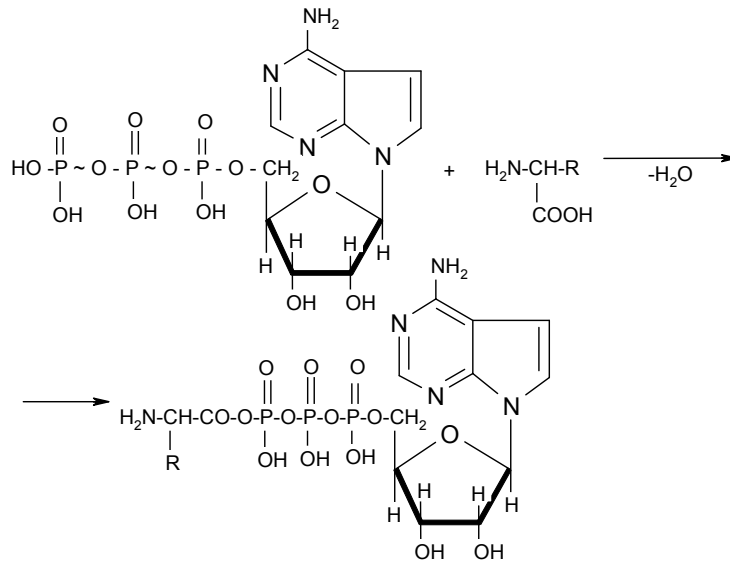
Zülalın quruluşu haqda informasiya DNT-dən ribosomlara m-RNT vasitəsilə verilir. Məlumdur ki, zülalların molekulunda 20-ə qədər aminturşu qalıqları olduğu halda nuklein turşusunun tərkibinə yalnız dörd nukleotid daxildir. Deməli, nuklein turşuları olan monomerlərin hər biri zülal molekulundakı bir aminturşu qalığının adını ifadə edə bilməz.

F.Krik və onun əməkdaşları göstərmişdir ki, aminturşuların ardıcılığı nuklein turşusu zəncirindəki nukleotid tripletləri (üçlük) ilə ifadə edilir. Yəni zülal molekulundakı aminturşuların hər birinin adı nuklein turşusu zəncirində asan üç nukleotid vasitəsilə şifrlənir. *Bir aminturşu qalığına müvafiq gələn nukleotid üçlüyü kodon adlanır.* Nuklein turşularında olan dörd növ nukleotidlərin əmələ gətirdiyi müxtəlif tripletlərin sayı $4^3=64$ bərabərdir. Beləliklə, ehtimal olunan kodonların sayı (64) aminturşuların sayından xeyli artıqdır. Buradan belə nəticə çıxarmaq olar ki, hər bir aminturşunun bir deyil, bir neçə kodonu vardır. Bioloji kimya elminin son illərdəki ən böyük nailiyyətlərindən biri bütün aminturşu qalıqlarına müvafiq gələn kodonların nukleotid tərkibinin eksperiment yolu ilə öyrənilməsidir (Şəkil 30). Məsələn, M.Nirenberq (ABŞ) göstərib ki, zülal sintezinə sərf edilən məlumat RNT-nin uridin nukleotidlərinin birləşməsindən ibarət olan sintetik polinukleotid zənciri ilə əvəz etdikdə ribosomlarda molekulun yalnız bir növ aminturşu – fenilalanin qalığından ibarət olan polipeptid sintez edir. Deməli, m-RNT–si üzərində fenilalanin aminturşusuna uyğun gələn kodon üç ədəd uridin nukleotidlərindən ibarətdir: U – U – U (Bax şəkil 31).



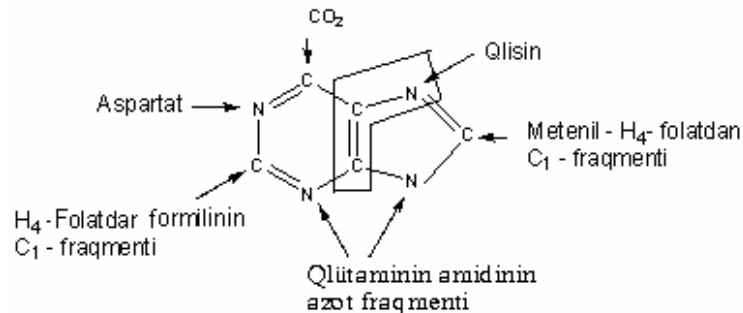
Şəkil 31. Genetik kod

Hal-hazırda müəyyən edilmişdir ki, zülalların biosintezi aminturşuların ATF vasitəsi ilə aktivləşməsindən ibarətdir.



Purin nukleotidlərinin katabolizmi

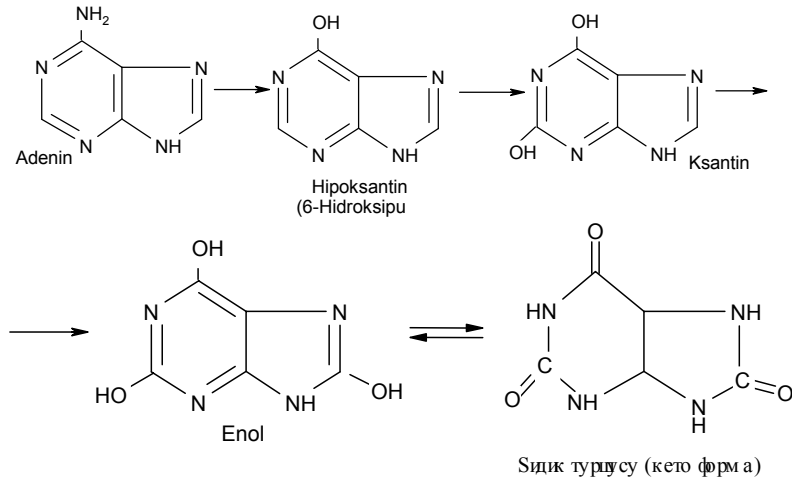
Hələ XX əsrin 50-ci illərində nişanlanmış birləşmələrə əsasən purin nukleotidlərində purin halqasındakı atomların mənşəyi təcrübədə müəyyən edilmişdir. Aparılan təcrübələrdən məlum olmuşdur ki, purin quruluşu aşağıdakı kiçik fraqmentlərdən, başqa sözlə, müxtəlif birləşmələrdən əmələ gəlir.



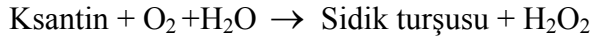
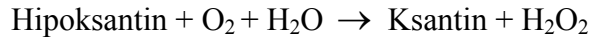
Sonralar purin nukleotidlərini əmələ gətirən reaksiyaların ardıcılığı öyrənilmişdir.

Purin nukleotidləri (qvanin, adenin) hidrolitik parçalandıqda fosfat qalığı, riboza, adenin və qvanin əmələ gətirir. AMF parçalandıqda hipoksantin, FMF isə ksantin əmələ gətirir. Ksantin isə sonradan sidik turşusuna

çevrilir.



Hipoksantin və ksantin ksantinooksidaza fermentinin təsiriylə sidik turşusuna çevrilir. Bu reaksiyalarda molekulyar oksigen iştirak edir və nəticədə sidik turşusu və hidrogen peroksid alınır:

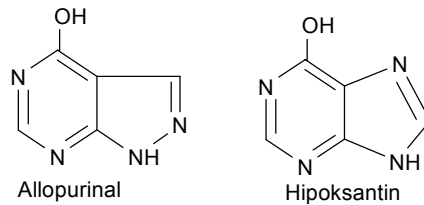


Sidik turşusu əsasən qaraciyərdə alınır. İnsanda purin nukleotidlərin katabolizminin əsas məhsulu olan sidik turşusudur. Hər gün orqanizmdə 0,5-1 qram sidik turşusu əmələ gəlir və böyrəklər vasitəsilə kənar edilir.

Hiperurikemiya və podaqra

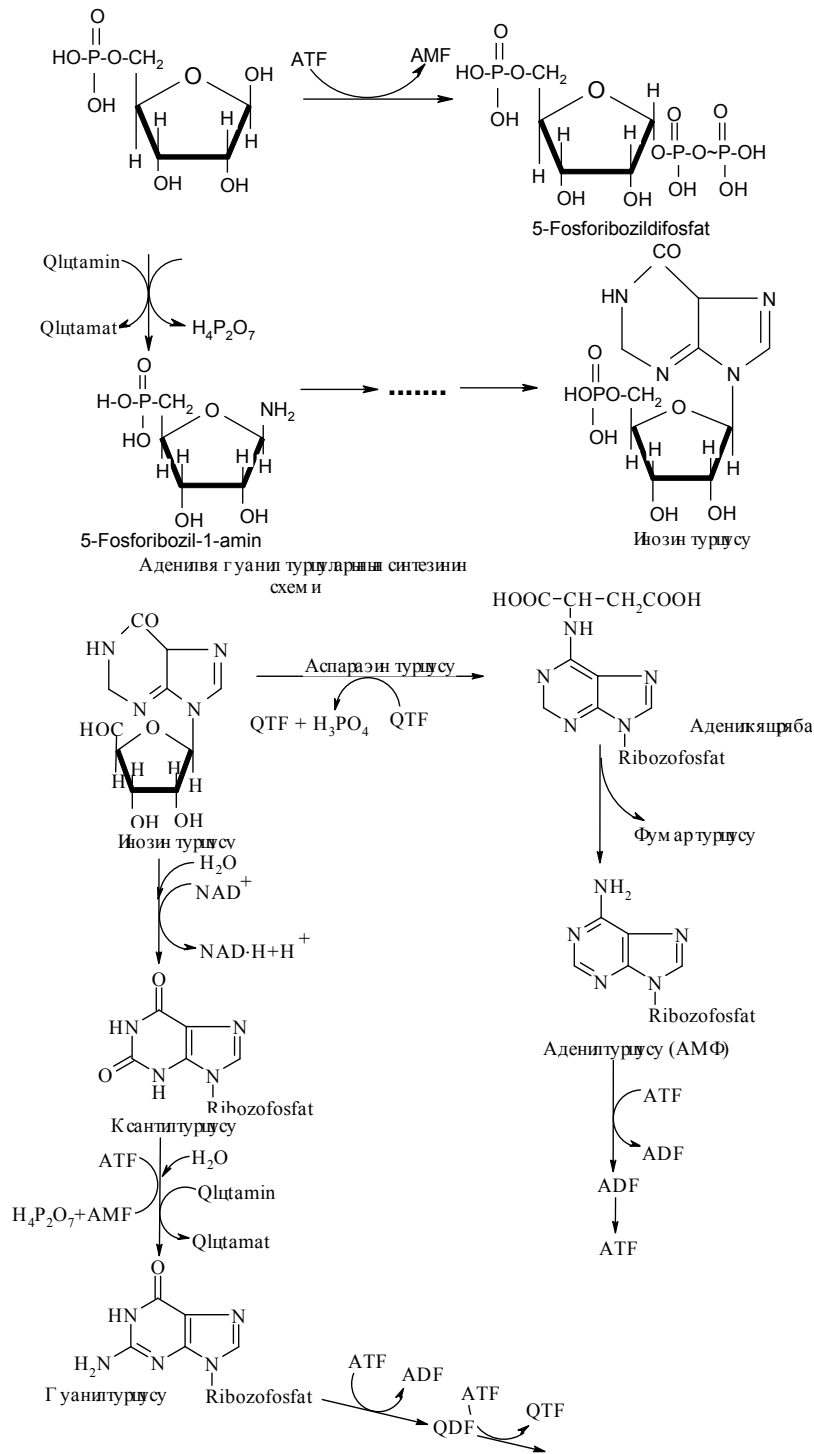
Sağlam insanın qanında sidik turşusunun miqdarı 3-7 mq/dl çatır. Sidik turşusunun xroniki çoxalması podaqra xəstəliyinin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Sidik turşusu suda pis həll olur. Onun miqdarı doymuş su məhluluna nisbətən qanda daha çox olur. Bunun səbəbi sidik turşusunun zülallarla və digər komponentlərlə birləşməsidir. Podaqra xəstəliyinin xarakterik əlaməti oynaqlarda soyuqdəyməsi ilə əlaqədardır. Adətən 3/4 hallarda xəstəlik baş barmaqda başlayır. Orqanizmdə podaqra böhranı oynaqlarda sidik turşusunun natrium duzunun toplanması ilə əlaqədardır. Podaqra xəstəliyinin ikinci əlaməti podaqra düyünlərinin – tofusun əmələ gəlməsidir. Yunanca «tofus» sözü məsaməli daşa deyilir. Bu halda qığırdaqlara, kiçik oynaqlara, dəriyə ureatların (sidik turşusunun duzları) yığılmasıdır. Bəzən tofusun təsirindən dəri parçalanır və toz halına çevrilir. Böyrək toxumalarına ureatların toplanması böyrək keçməməzliyinə səbəb olur və podaqra xəstəliyini ağırlaşdırır.

Podaqra xəstəliyinin böhran hallarında, hətta bədəni yorğan-döşəyə toxundurmaq olmur. Ağrı saatlarla davam edir. Bu xəstəliyi müalicə etmək üçün allopurinal dərmanından istifadə edilir. Allopurinal hipoksantin quruluş analoqudur. O, ksantinooksidaza fermentinin rəqibidir. Dərmandan gündə 0,2-0,8 qram dozasında qəbul etdikdə qanda sidik turşusunu miqdarını normal vəziyyətə çatır. Belə halda hipoksantin miqdarı artır, çünki hipoksantin sidik turşusuna nisbətən qanda və sidikdə 10 dəfə yaxşı həll olur və orqanizmdən xaric olur.



Purin nukleotidlərinin biosintezi

Purin nukleotidlərinin sintezi 5-fosforibozil-1-aminin əmələ gəlməsi ilə başlayır. Sonra o qlisin qalığı ilə birləşir. Metenil-H₄-folatin metil qrupu, qlütamin turşusu, aminaskorbin turşusu H₄-folatin formil qalığından purin nukleotidlərinin biosintezində istifadə olunur. Bu seriya reaksiyalarından inozin turşusu alınır:



Pirimidin nukleotidlərin mübadiləsi

Pirimidin nukleotidlərindəki pirimidin nüvəsi karbon qazı (CO₂), qlütamin və asparagin turşularının amid qrupundan əmələ gəlir. Bu birləşmələrin reaksiyası nəticəsində uridilmonofosfat turşusu alınır. Bu isə öz növbəsində digər pirimidin nukleotidlərin sələfləri olan sitidil və timidil turşularının rolunu oynayır.

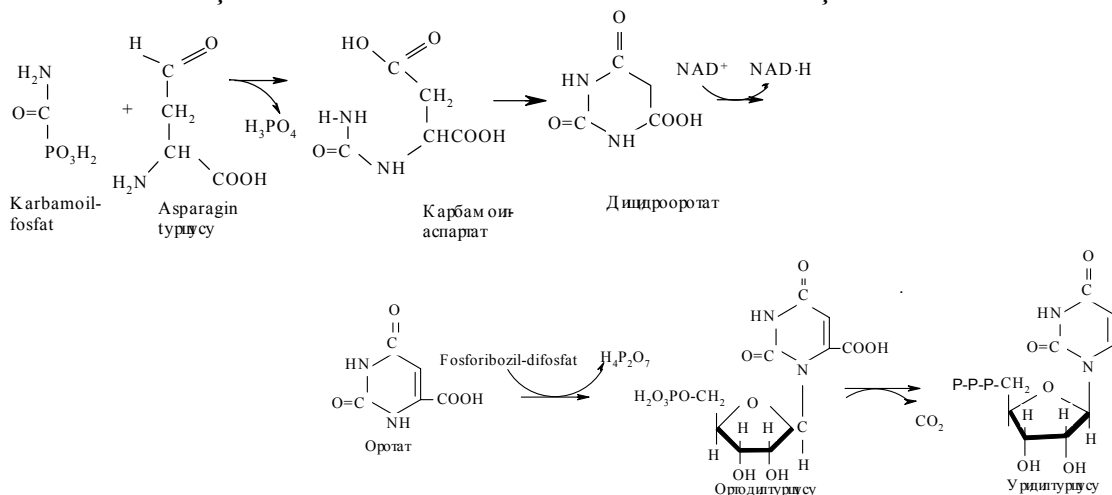
Uridil turşusunun biosintezi

Uridilmonofosfatın sintezinin birinci reaksiyası II karbamoilfosfatsintetaza fermentinin təsiri ilə karbamoilfosfatın əmələ gəlməsidir. Bu reaksiyada karbamoilfosfatda birli amin (NH₂) qrupu qlütamin turşusunun amid qrupunun hesabına yaranır:



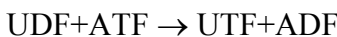
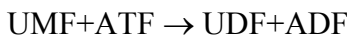
Onu qeyd etmək lazımdır ki, karbamidin sintezi I karbamoilfosfatsintetaza fermentinin katalitik təsirindən qlütamin turşusundan deyil, ammoniyakdan alınır. Bu fakt onu göstərir ki, I karbamoilfosfat əsasən qaraciyərin mitoxondrilərində yerləşir. II karbamoilfosfat isə təcrübi olaraq bütün hüceyrələrin sitoplazmasında rast gəlinir.

Uridil turşusunun biosintezinin sxemini nəzərdən keçirək:

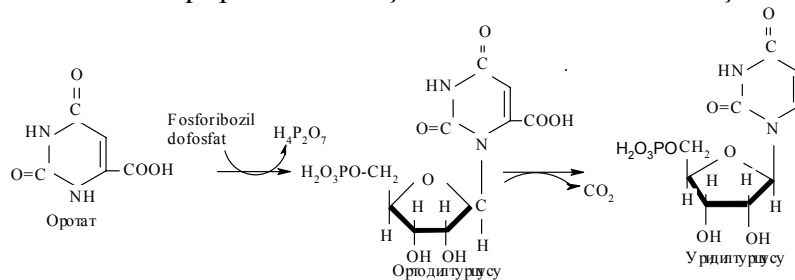


Sitidil nukleotidlərin biosintezi

Uridilmonofosfata (UMF) səciyyəvi kinaz fermentinin təsirilə uridildifosfat (UDF) və uridiltrifosfat (UTF) alınır:

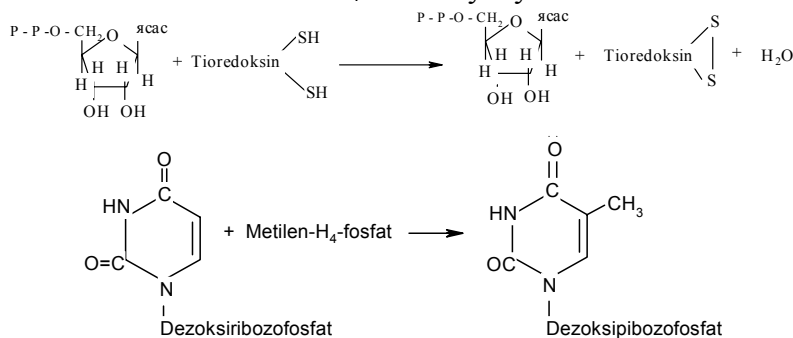


Uridiltrifosfatı qlütaminin amid qrupu ilə aminləşdirərək sitidintrifosfata çevrilir:



Timidil nukleotidlərin biosintezi

Timidil turşusu (dTMF) dezoksiuridil turşusunun (dUMF) timidilatsintetaza fermentinin təsiri ilə alınır. Bu reaksiyada donor rolunu birkarbonlu folatmetilen- H_4 -fosfat oynayır və dihidrofosfata (H_2 -folat) çevrilir:



Hemproteidlərin mübadiləsi

Hemproteidlərin sintez edilməsi və parçalanması iki əsas səbəbə görə tədqiqatçıların və həkimlərin diqqətini cəlb edir. Birincisi - hemoqlobinin xlorofilləşməsində sitoxromlar olduqca geniş miqyasda bioloji vacib rol oynadıqlarına görə, başqa sözlə, porfirin halqası molekulda mərkəzi rol oynayır və metal ionları ilə koordinasiya əlaqə əmələ gətirir. İkincisi, porfirinin sintezinin və parçalanması, onların zülal ilə kompleks əmələ gətirməsi insan orqanizminin funksiyalarını pozur və xəstəliyin inkişafına səbəb olur.

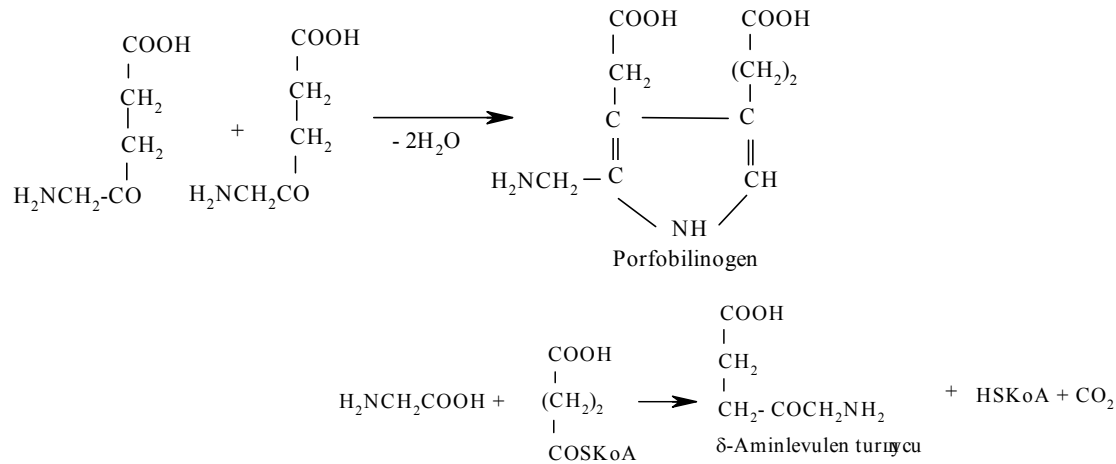
İnsan orqanizmində 4,5-5 qram dəmir olur. Bunun 60-70 faizi hemoqlobinin payına düşür. 3-5% isə

mioqlobinin, 20 faizi (17-dən 23%-ə qədər) ferritin, təxminən 0,18 faizi transferrinin və toxumalarının funksional dəmiri 5 faizə qədər olur. Orqanizmdə dəmirin miqdarı qida ilə daxil olanın bağırsaqlarda sorulma intensivliyindən asılıdır. Onun artıq miqdarı bağırsaqlar tərəfindən sorulmur. Müxtəlif anemiya hallarında dəmirə olan tələbat kəskin artır. Bağırsaqda dəmir zülal ilə koordinasiya əlaqədən ayrılan ikivalentli ion (Fe^{+2}) halında sorulur. Bağırsağın selikli qişasının hüceyrələrində olan dəmir artıq üçvalentli ion (Fe^{+3}) halındakı dəmir apoferritin zülalı ilə stabil ferritin kompleksi əmələ gətirir. Sonrakı dəmirin daşınması üçün qan zərdabının β_1 -qlobini ilə kompleksə girir. Ona transferrin kompleksi də deyilir. Yaxud dəmir toxumanın apoferriti ilə birləşir və ferrit şəklində yığılmağa başlayır. Bəzi xəstəliklərdə, məsələn, qemoxromamotozda artıq dəmir qemosiderin şəklində kənar edilir.

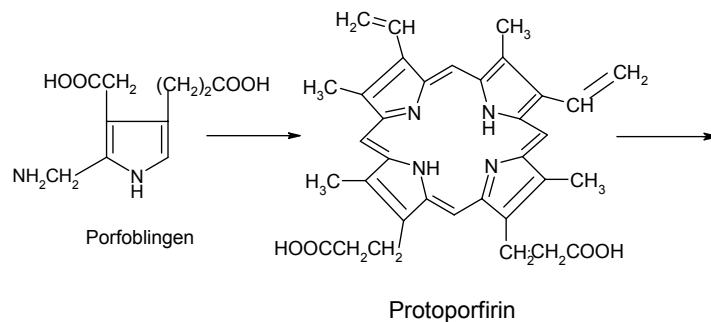
Sintetik məqsədlər üçün dəmirin mənbəyi qida məhsullarıdır. Qaraciyər və dalaqdakı toxumalarda eritrositlərin parçalanmasından gündə təxminən 25 q dəmir azad olur. Qidadakı hemoqlobinin və mioqlobinin prostetik qrupu orqanizmdə dəmir proteinlərin sintezində istifadə olunur. Çünki, zülal olmayan hissə həm həzmdən sonra oksidləşməyə uğrayaraq hematinə çevrilir. Bu isə bağırsaqda sorulmur və nəcis ilə xaric olunur.

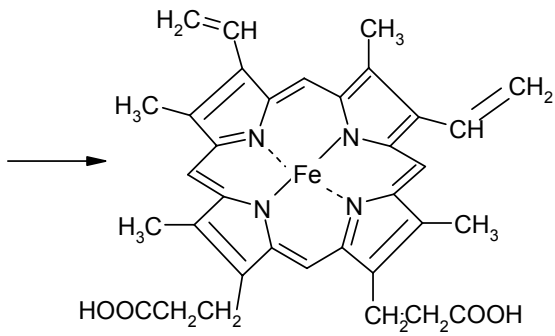
Hemproteidlərin biosintezi

Hemin sintezi üçün qlisin və suksinal-SK₀A ilkin maddə rolunu oynayır. Piridoksalin fermenti olan δ -aminlevulinatsintetaza fermentinin iştirakında qlisin və suksinil-K₀A-dan δ -aminlevulen turşusu alınır. Sonra iki molekul δ -aminlevulen turşusu porfobilinheksitaza fermentinin təsiri ilə porfirinlərin birbaşa sələfi olan porfobilinogenə çevrilir:



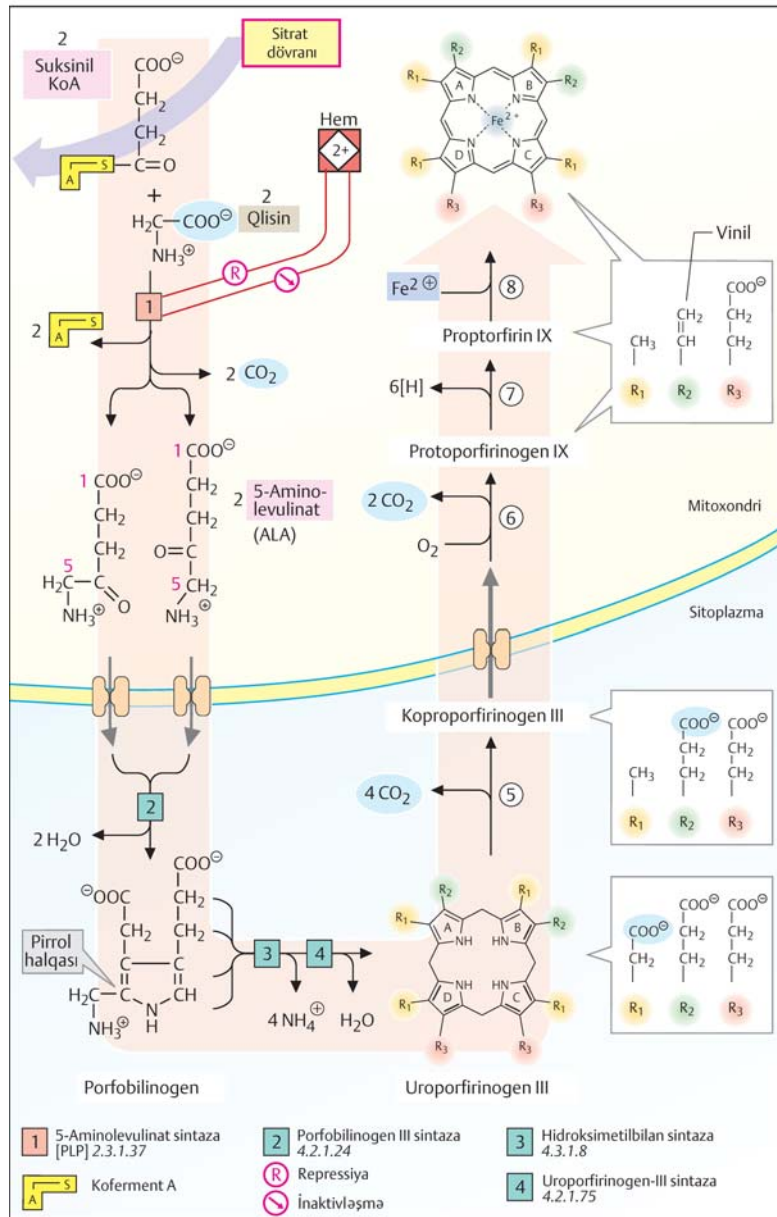
Sonra isə dörd molekul porfobilinogenin kondensləşməsindən dörd pirrol halqası olan uroporfirinogen alınır. Sonra isə o protoporfirinə modifikasiya olunur. Protoporfirin ferroxelataza fermentinin təsiri ilə dəmir həmə çevrilir:





Hem

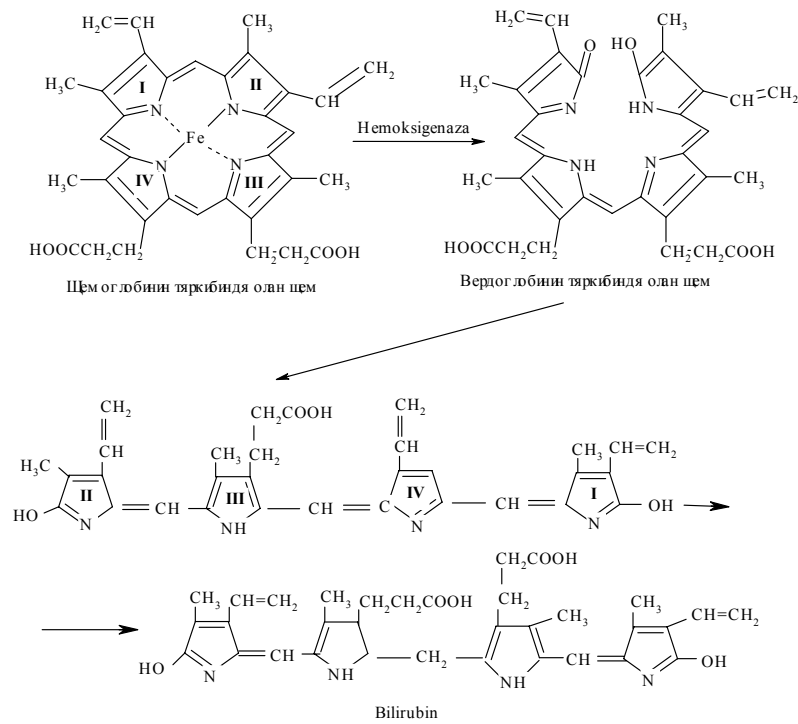
Ən axırncı mərhələdə hem qlobin zülalı ilə kompleks əmələ gətirir (Şəkil 32). Bununla da hemoqlobin və ya mioqlobinə çevrilir. Hemin biosintezində iştirak edən fermentlər sümük iliyyində, nüvəsaxlayan eritrositlərdə, qaraciyərdə, böyrəkdə və bağırsağın selikli qişasında olur. δ -Levulen turşusu mitoxondrilərdə, porfobilinogen və ondan alınan koproporfirinogen III sitoplazmada, koproporfirin III-dən hemin alınması yenə də mitoxondrilərdə gedir.



Şəkil 32. Hemin əmələgəlməsi sxemi
Hemproteidlərin parçalanması

Hər gün insan orqanizmində 9 qr-a qədər hemproteid parçalanır. Bu əsasən eritrositlərdəki hemoqlobinin parçalanması nəticəsində olur. Eritrositlər təxminən 120 gündən bir qanın axınında və ya dalaqda

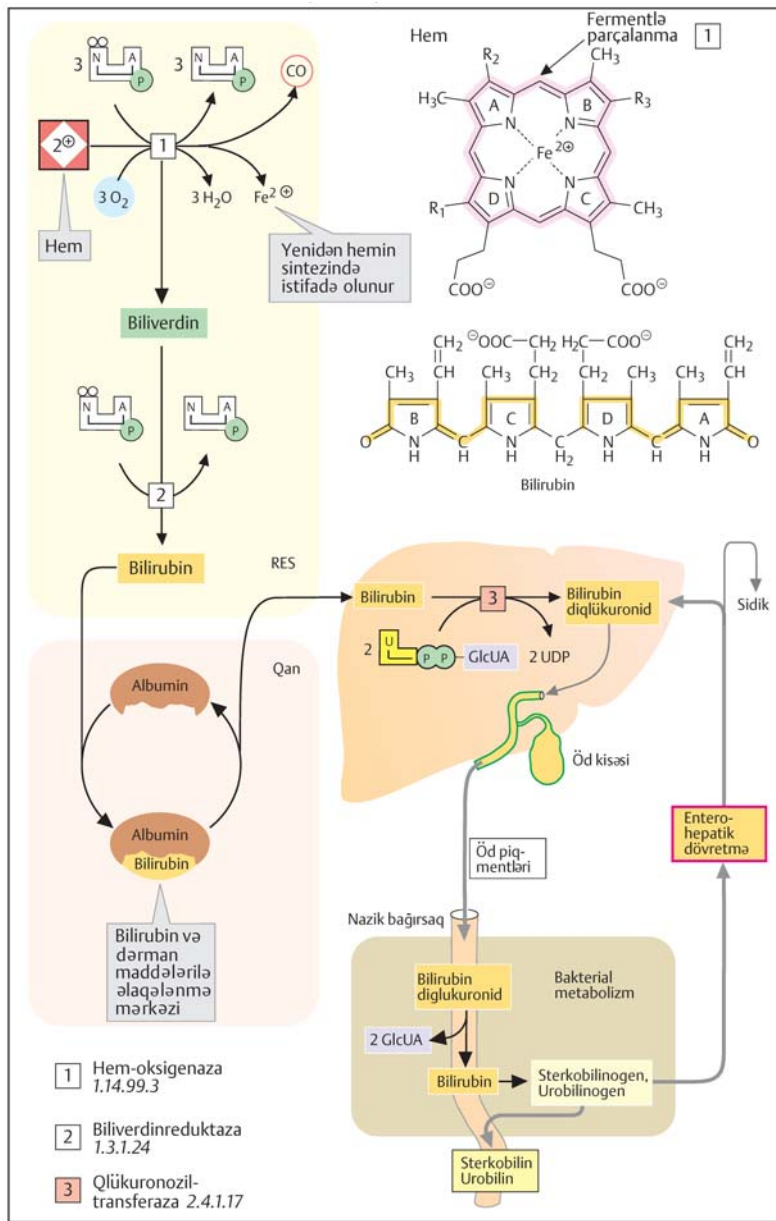
parçalanır. Eritrositlərdən azad olan hemoqlobin qanın qaptoqlobini (plazmanın xüsusi α_2 -qlobini) ilə birləşir və hemoqlobin – qaptoqlobin kompleksi halında əsasən də dalaqda hüceyrənin retuloendotelial sisteminə düşür. Hemoqlobin methemoqlobinə (Fe^{+2}) oksidləşir, sonra isə parçalanmaya məruz qalır. Bununla da qaptoqlobin ayrılır və qana keçir. Retuloendotelial sistemində hemoqlobinin birinci fazası baş verir və ondan bilirubin alınır:



Əvvəlcə qemoksigenaza fermentinin təsiri ilə hemdə olan iki pirrol halqaların birləşməsi olan α -metin körpüsü oksidləşdirici parçalanmaya məruz qalır. Hemin halqavi quruluşu parçalanır və verdoqlobini əmələ gətirir. Əmələ gəlmiş verdoqlobin molekulu zülalla kompleks əmələ gətirən dəmiri itirir. Qlobin katenslərin dalağı ilə hidrolizə uğrayır və aminturşulara çevrilir. Dörd pirrol halqası olan qapalı halqa sarı rəngli öd piqmenti olan biliberdinə verir. Biliberdin reduksiya olunanda qırmızı-sarı rəngli bilirubunə çevrilir (Şəkil 33). Bilirubin suda pis həll olduğuna görə qana daxil olduqda zülalın albumin plazması ilə birləşir. Sarı albuminin bilirubin ilə kompleksi sarı piqmentin ən mühüm normal daşınma formasıdır. Qan axını ilə bilirubin qaraciyərin hüceyrəsinə daxil olur. Bilirubin lipofil birləşmə olduğundan qaraciyər hüceyrəsinin membranından keçir və albumindən azad olur.

Sarı piqment patalogiyasının mübadiləsi

Orqanizmdə olan bəzi amillərin təsirindən bilirubinin əmələ gəlməsi pozulur və ondan kənara çıxarılır. Qanda bilirubinin miqdarı artır və toxumalarda, o cümlədən dəri, selikli qişa qəhvəyi-sarı rəngə boyanır. Bu hal orqanizmdə sarılıq xəstəliyinin əmələ gəlməsinin nişanəsidir. Sarılıq xəstəliyinin bir neçə növünə: homotik, parenximatoz (hepatosellulyar) və obturasion (qaraciyər altı) rast gəlinir. Bir sıra səbəbdən damar daxilində və ya toxumalarda kütləvi olaraq eritrositlər parçalanır və homotik sarılıq xəstəliyi baş verir. Beləliklə, artıq miqdarda qalan bilirubin qaraciyərə qoşulur və ona görə də qanda bilirubinin miqdarı artıq olur. Çox miqdarda sterkoblinin və urobilin olduğuna görə nəcis rəngi tamamilə qara rəngə boyanır. Sidik isə artıq miqdarda urobilin olduğuna görə intensiv narıncı rəngdə olur.



Şəkil 33. Hemoqlobinin parçalanması sxemi

Qaraciyərin hüceyrəsi viruslar, toksiki hepatotrop birləşmələrlə zədələndikdə parenximatoz sarılıq xəstəliyi baş verir. Bu zaman qan qaraciyər hüceyrəsinə daxil olur. Qaraciyər hüceyrəsinin zədələnməsi nəticəsində onların bilirubini tutması zəifləyir. Ona görə də normal hemoliz getməsinə baxmayaraq, qanda qoşulmuş və qoşulmamış bilirubinin miqdarı artıq olur. Sterkobilin və urobilininin miqdarı az olduğuna görə nəcis və sidik rəngsiz olur.

Bağırsaqlara hər hansı səbəbdən ödün axarı zəiflədikdə obturasiya sarılığı baş verir. Belə halda qoşulmuş bilirubinin qanda miqdarı artır. Alınmış birləşmə suda yaxşı həll olduğuna görə, sidikdə onun miqdarı artır və açıq-sarı rəng alır. Öd piqmentləri olmadığına görə nəcisin rəngi ağ-boz rəngində olur.

QİDALANMADA LİPİDLƏRİN ROLU

Lipidlər canlıların həyat fəaliyyətində olduqca mühim rol oynayan maddələrdir. Onlar bioloji membranın əsas komponentlərindən biri olub, onun keçiriciliyinə təsir edir, əsəb impulslarının daşınmasında iştirak edir və hüceyrələrarası qapanmanı yaradır. Kimyəvi quruluşuna görə olduqca müxtəlif olub, üzvi həlledicilərdə həllolma təbiətinə görə bir-birindən fərqlənirlər. Suda isə bir qayda olaraq həll olmurlar.

Lipidlərin digər funksiyalarından biri enerji ehtiyatı yaratmalarıdır. Bitki və heyvanlarda termoizolyasiya funksiyasını yerinə yetirir və su ehtiyatı yaradır. Üzv və toxumaları mexaniki təsirlərdən qoruyur.

Canlı orqanizm üçün lipidlərin bioloji əhəmiyyəti qidada olan aşağıda verilmiş komponentlər ilə əlaqədardır:

1. Lipid quruluşlu yağ turşularının sadə efirləri. Bunlar orqanizmdə lipidlərin sintezində və parçalanmasında əsas aralıq məhsul rolunu oynayır;
2. Yağlar və ya triasilqliseridlər əsasən enerji ehtiyatı materialı rolunu oynayır. Lipidlər qidada yağların təqribən 90%-ni təşkil edir;
3. Mürəkkəb lipidlərdən fosfolipidlər və qlükolipidlər hüceyrə membranının ən vacib komponentləridir;
4. Steroidlərin ən yayılmış nümayəndəsi xolesterindir. O membran hüceyrəsi tərkibinin quruluş elementidir. Həmçinin steroidlər öd turşularının, steroid hormonlarının və D₃ vitaminin alınması üçün ilkin mənbədir;
5. Tərkibində beşüzvlü halqa olan yağ turşuları prostoqlandinləri təşkil edir və nizamlayıcı rolunu oynayır.

Yuxarıda qeyd etdiyimiz müxtəlif quruluşda olan birləşmələri bir ümumi cəhət birləşdirir. O da onların molekulu əsas hissəsinin hidrofob olması ilə əlaqədardır.

İnsanın lipid qidasına olan tələbatı 80-100 qramdır. Onun 20-25 qramı tərkibində doymamış yağ turşuları olan lipidlərin payına düşür.

Yaşlı insanlarda, eləcə də fiziki işlə məşğul olmayanlarda yağlara olan tələbat nisbətən az olur. Soyuq iqlim şəraitində yaşayanlar və ağır fiziki işdə məşğul olanların qidasında yağların sərfi nisbətən çox olur.

Qeyd etdiyimiz kimi, yağların qidalanmada rolu olduqca müxtəlifdir. Hər şeydən əvvəl insanın yağla qidalanmasının ən mühümü vəzifəsi enerji əmələ gətirməsidir. Yağları karbohidratlar və zülallarla müqayisə etdikdə, görürük ki, 1 qram yağın oksidləşməsindən 38,9 kC (9,3 kkal) enerji alınır. 1 qram zülal və ya karbohidratın oksidləşməsindən yağa nisbətən təxminən iki dəfə az 17,2 kC (4,1 kkal) enerji ayrılır. Digər tərəfdən yağlar A, D, E, K kimi vitaminləri özündə həll edir və həmin vitaminlər ilə orqanizmi təmin edir. Həmçinin, lipidlər orqanizmi bir sıra doymamış turşularla: linol, linolen və araxidon turşularla zənginləşdirir. Çünki insan və eləcə də heyvanların toxumaları həmin turşuları sintez etmək iqtidarında deyildir. Qeyd edilən turşular şərti olaraq F vitamini kimi də adlandırılır.

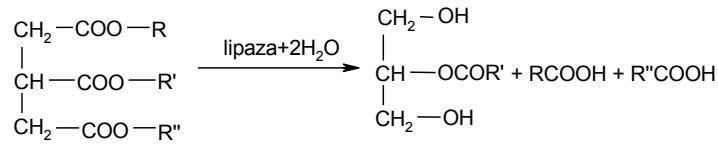
Lipidlərin həzmi və sorulması

Tüpürəkdə yağları parçalayan fermentlər yoxdur. Ona görə də yağlar ağızda heç bir dəyişikliyə uğramır. Yaşlı adamın və məməlilərin mədəsində lipaza fermenti az aktiv olduğundan, yağlarda elə bir dəyişiklik olmur. Mədə şirəsində pH-ın qiyməti təxminən 1,5-ə bərabərdir. Mədədə lipazanın pH-nın optimal qiyməti 5,5-7,5-ə bərabər olmalıdır. Digər tərəfdən lipaza yalnız emulsiya edilmiş yağları hidroliz etməyə qadirdir. Lakin mədə yağları emulsiya etmək imkanından məhrumdur. Ona görə də yağların parçalanması əsasən nazik bağırsağın yuxarı hissəsində baş verir. Çünki burada yağları emulsiya edən əlverişli şərait vardır. Ən əlverişli şərait oniki-barmaq bağırsağına daxil olmuş öd turşularının natrium duzu vasitəsilə yağlar emulsiya halına keçir.

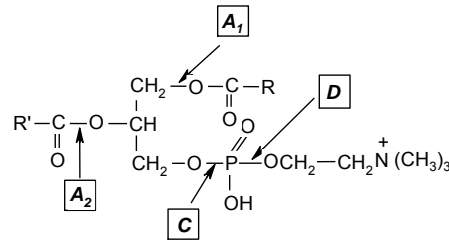
Lipidlərin həzmi həzmedici sistemin bütün hissələrində baş verir. Bunun üçün mütləq şərait olmalıdır:

1. Lipidləri hidroliz edən lipolitik fermentlər;
2. Lipidləri emulsiyalaşdıran şərait;
3. Lipolitik fermentlərin təsirinə lazım olan optimal pH yaranır.

Bütün bu şərait orqanizmin bağırsaqlarında baş verir. Qidada olan lipidləri hidroliz etmək üçün pankreatik lipazanın böyük təsiri vardır. O passiv formada olub, xüsusi kofaktor K_o-lipaza və öd turşularının təsiri ilə aktivləşir. Hidroliz məhsulu olaraq 2-monoasilqliserin və sərbəst karbon turşuları alınır:

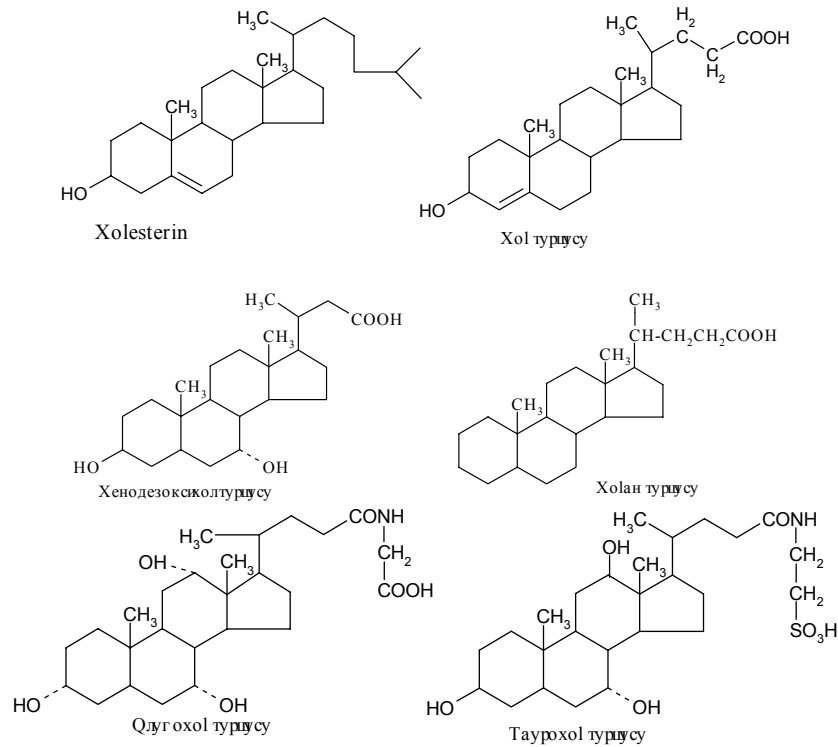


Sonra isə bağırsaqda olan karboksiestraza fermentinin və mədəaltı vəzin şirəsinin təsiri ilə 2-monoasilqliserin, qliserinə və karbon turşusuna parçalanır. Bu prosesə kalsiumun " + " təsiri vardır. Çünki o sərbəst turşularla kompleks əmələ gətirir. Fosfolipidlər isə lipolitik fermentlərin təsiri ilə hidrolizə uğrayır. Bu fermentlərə fosfolipaza deyilir. Fosfolipazalara A₁, A₂, C və D ilə ifadə olunmuş fermentləri göstərmək olar. İndi isə fosfatadil xolinin hidrolizinə ayrı-ayrılıqda fosfolipazanın təsirinə baxaq. Bağırsaqda A₁ və C fosfolipazalar və həmçinin D lipofosfolipaza, mədəaltı vəzidə əsasən A₂ fosfolipaza və az miqdarda C fosfolipaza olur. Bağırsağın divarlarında isə A₂ və C olur. Bağırsaqda, həmçinin lizofosfolipaza A₁ da tapılmışdır ki, onun təsirindən yağ turşuları parçalanır. C və D fosfolipazalar fosfoqliseridləri hidroliz edir. Son məhsul olaraq qliserin, yağ turşuları, qeyri-üzvi fosfatlar və spirtlər (xolin, etanolamin, inozit və serin) alınır.



Öd turşuları

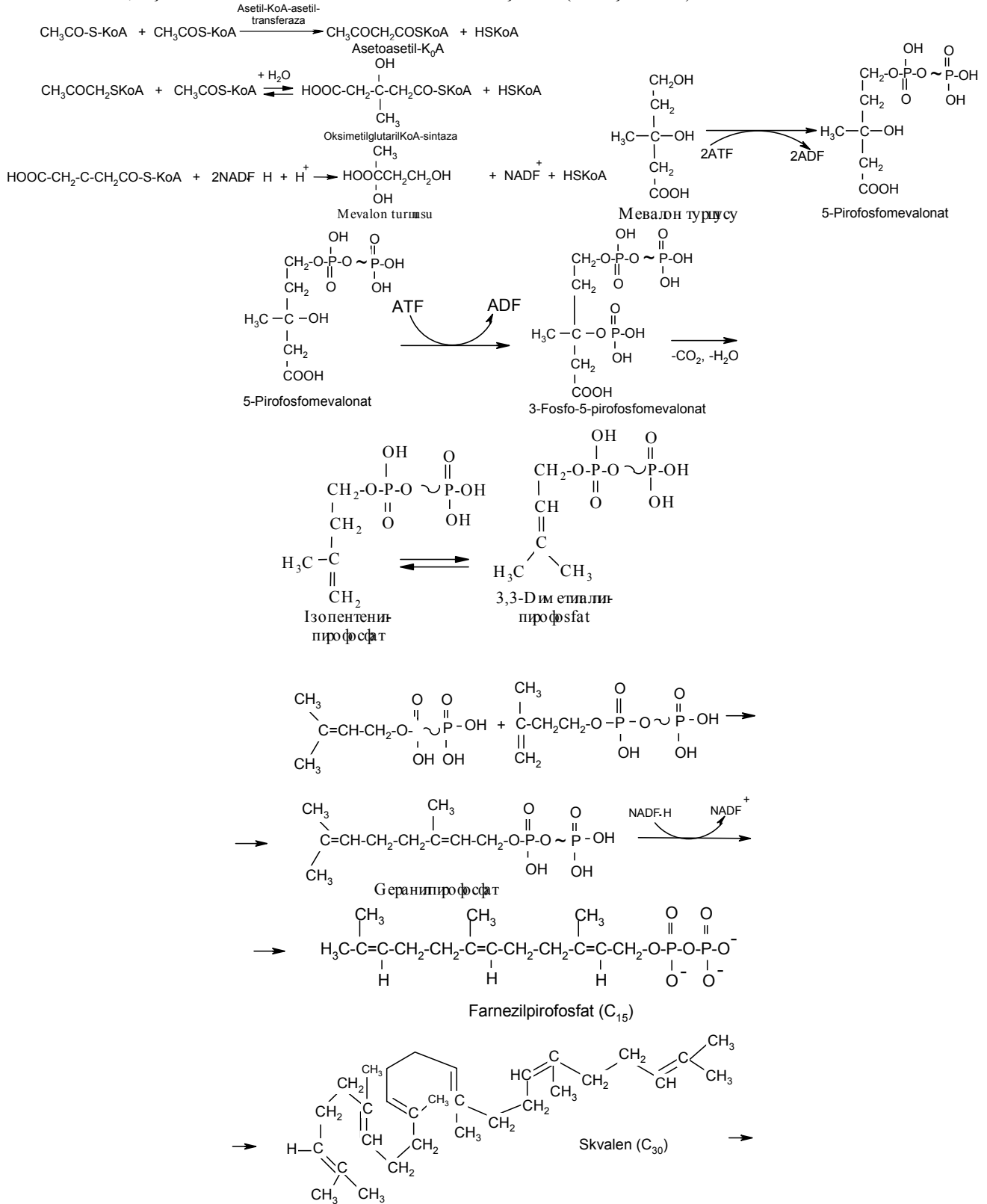
Öd turşuları qaraciyərdə hasil olur. Onlar yağların həzminə və onların emulsiyalaşmasında olduqca vacib rol oynayırlar. Xolesterinin yağ zəncirinin parçalanması nəticəsində qaraciyərdə öd spirti və öd turşuları yaranır. Öd turşuları bağırsağa yerini dəyişir. Öd spirti amfibiyalarda, öd turşuları isə insanda olur. İnsanın ödündə daha çox xol və xenodezok-sixol öd turşuları yayılmışdır. Hər iki turşu qlisin və taurin ilə birləşərək qlikoxolen və tauroxolen turşularını əmələ gətirir.

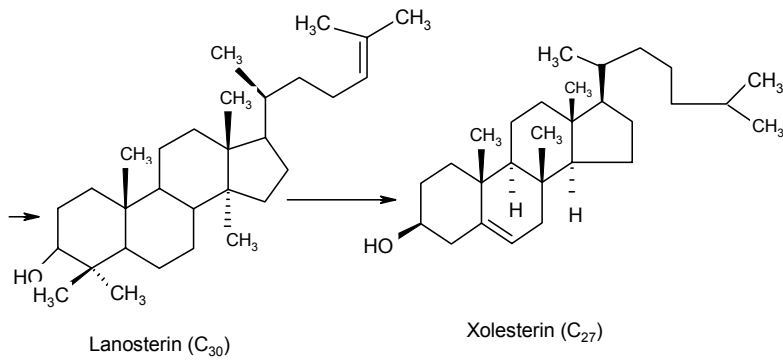


Öddə və bağırsaqlarda öd turşuları anion şəklində olur. Öd turşuları öz quruluşuna görə həm hidrofob halqadan və həm də hidrofil qruplardan ibarət olduğuna görə yüksək səthi-aktiv xassəyə malikdir. Bu xassə isə lipidlərin bağırsaqda emulsiya halına keçməsinə kömək edir. Öd turşularının bu xassəsi, həmçinin yağda həll olan vitaminlərin (A,D,K) həzminə də kömək edir. Sonra öd turşularının çətin həllolmasına görə öd daşları əmələ gəlir.

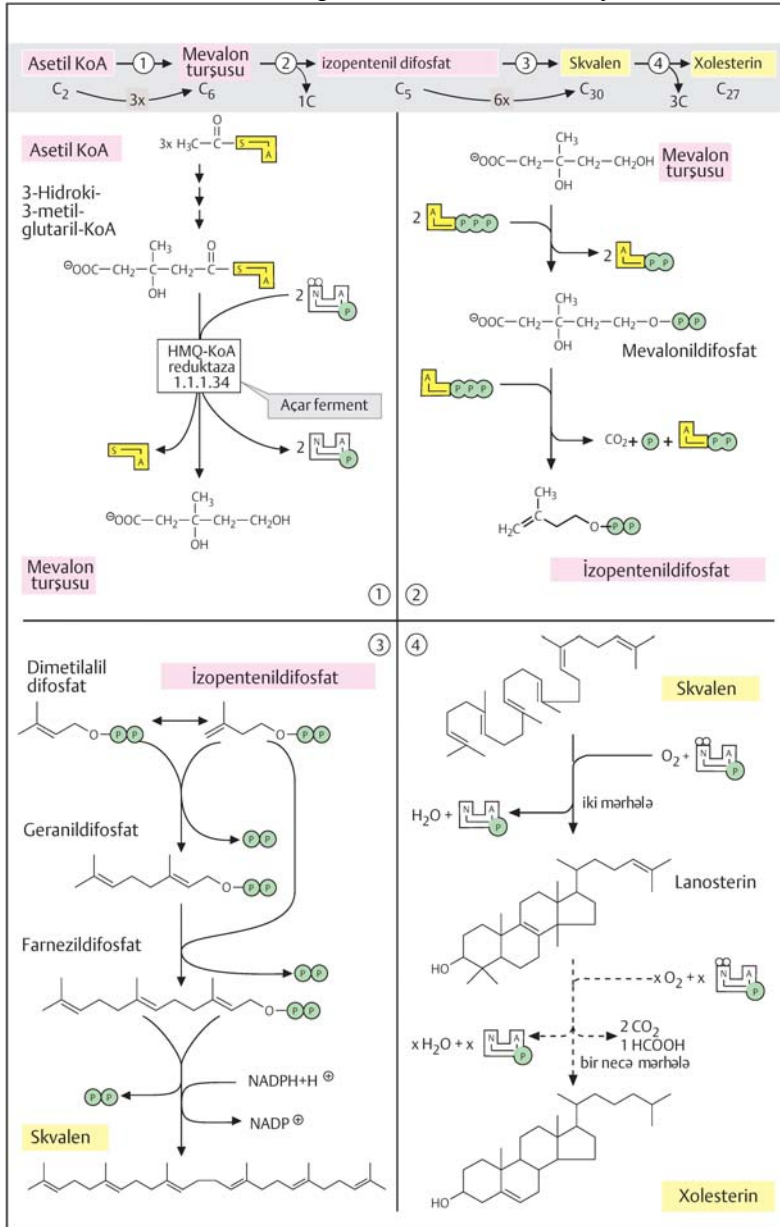
Xolesterinin biosintezi

Mürəkkəb quruluşa malik olan xolesterin asetil-SK₀A-da olan asetil qruplarının qalıqlarından əmələ gəlir (Bax şəkil 34). Aralıq məhsul olaraq β-hidroksi-β-metilqlutaril-SK₀A alınır. Bu isə mevalon turşusuna çevrilir. Mevalon turşusu isə dekarboksilləşir və bir-biri ilə kondensləşərək skvaleni əmələ gətirir. Skvalen isə sonradan lanosterinə keçir. Lanosterindən isə xolesterin əmələ gəlir. XX əsrin 40-60-cı illərində K.Blox və əməkdaşları sirkə turşusunda CH₃ və COOH-da nişanlanmış ¹⁴C-dən istifadə edərək müəyyənləşdirilmişdir ki, qaraciyərdə hər iki karbon atomundan bərabər miqdarda iştirak edirlər. Xolesterinin sintezində 35 enzimatik reaksiya gedir. Onu əsasən üç mərhələyə bölmək olar: birincisi – aktiv asetatın mevalin turşusuna keçməsi; ikincisi – mevalondan skvalenin alınması; üçüncüsü – skvalenin xolesterinə tsiklləşməsi (Bax şəkil 34):





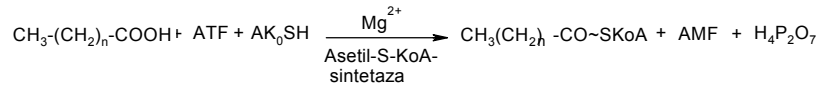
Xolesterinin 80%-i qaraciyərdə sintez olunur. İkinci yerdə isə nazik bağırsağın hüceyrələri durur. Orqanizmdə olan xolesterinin 10%-i nazik bağırsağın hüceyrələrində əmələ gəlir. Gündə orqanizmdə 1 qram xolesterin sintez edilir. 5%-ə qədər isə dərinin hüceyrələrində alınır.



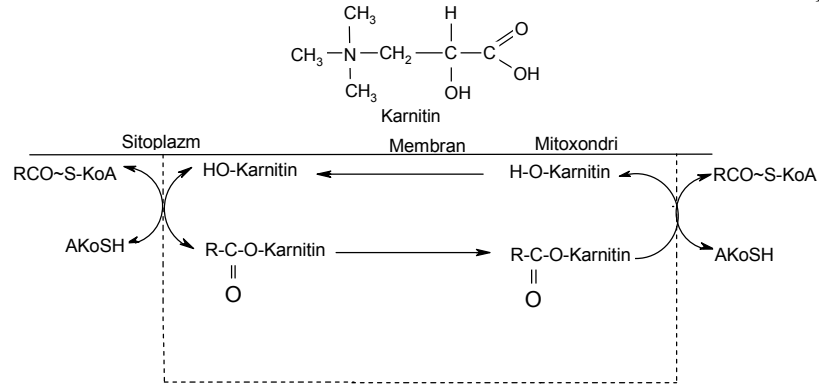
Şəkil 34. Xolesterinin biosintezi
Yağ turşularının oksidləşməsi

Yağ turşularının oksidləşməsini ilk dəfə 1904-cü ildə F.Knoop öyrənmişdir. O, yağ turşularının oksidləşməsini β -oksidləşmə adlandırmışdır. Sonralar A.Lenincer müəyyən etmişdir ki, yağ turşuları mitoxondridə oksidləşir. 1951–58-ci illərdə F.Linen yağ turşuları üçün lazım olan fermentativ sistem haqda məlumat verdi. Hal-hazırda yağ turşularının β -oksidləşməsi Knoop və Linen dövrənı adlanır.

Hüceyrələrdə yağların hidrolizi nəticəsində alınmış yağ turşuları əvvəlcədən fəallaşdırılır. Fəallaşdırma asetil-S-K_oA sintetaza fermentinin köməyiylə sitoplazmada baş verir. Bunu sxematik olaraq belə göstərmək olar:

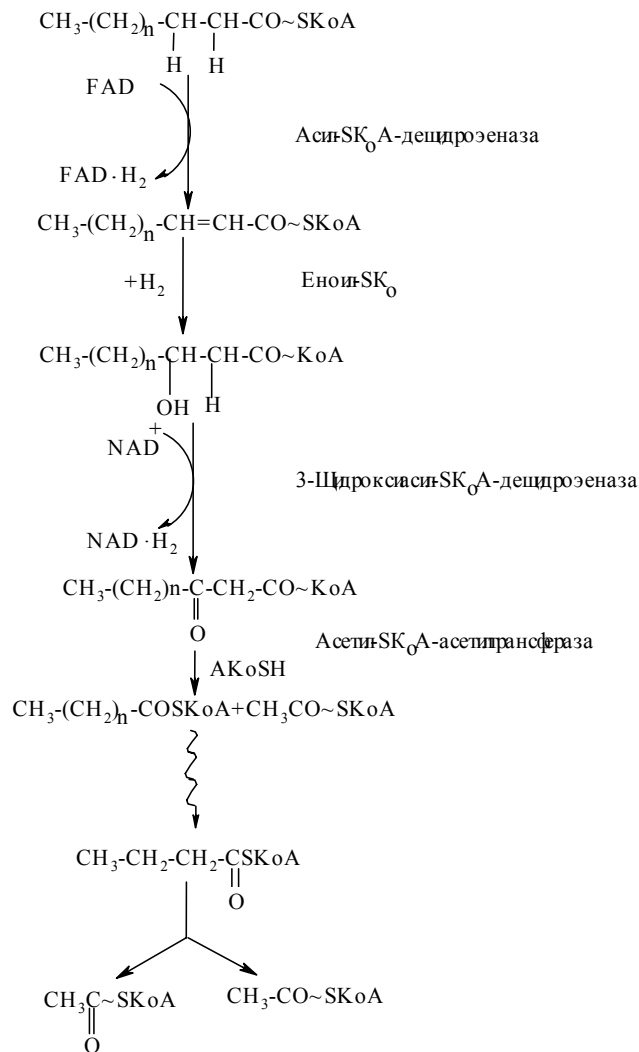


Bir haldakı proses mitoxondrilərdən kənarında getdiyi üçün asil qrupunu mütləq membranın vasitəsilə daşımaq lazımdır. Karnitin asil radikalın membran vasitəsilə mitoxondrinin daxilinə daşıyır:



Matriksdə Knoop - Linen dövrəni baş verir. Bu dövrəndə fermentlər sistemi iştirak edir. Bu fermentlər sisteminin asil-K_oA dehidrogenaza (FAD), enoil-K_oA-hidratəza, 3-hidroksiasil-K_oA dehidrogenəza (HAD), asetil-K_oA asetiltransferəza daxildir.

Knoop – Linen dövrəni



Yağ turşularının biosintezini

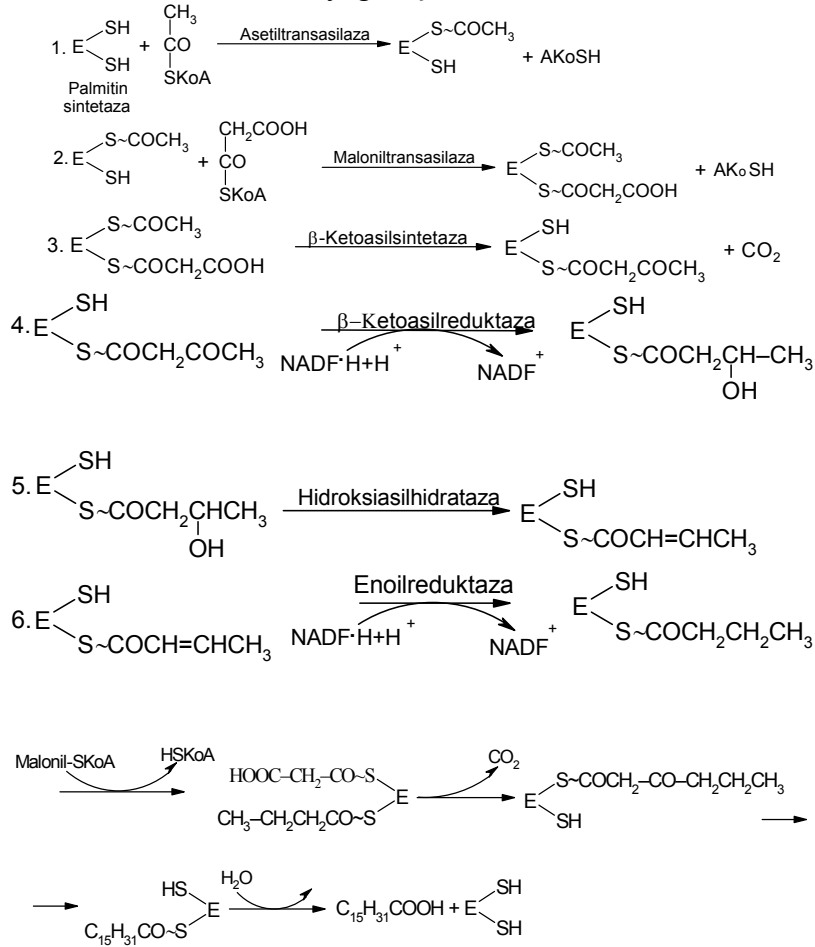
Orqanizmin toxumalarında arasıkəsilmədən yağ turşuları yeniləşir. Yağ turşuları orqanizmin enerji ehtiyatı

üçün, həmçinin triasilqliseridlərin, fosfolipidlərin və s. sintezində iştirak edir. F.Linenin laboratoriyasında əvvəlcədən mayadan, sonra quşların qaraciyərindən sintezə fermenti ayırmışlar. Bu poliferment kompleksinə polimetatsintetaza adı verilmişdir.

Polimetatsintetaza səhində yağ turşularının sintez mərhələləri

Məməlilərdə əsasən palmitin turşusu sintez olunur. Ona görə də orada olan ferment palmitatsintetaza adlanır.

Polimetatsintetaza fermentləri yeddi fermentin qarışığından ibarətdir. Onların hər biri müəyyən funksiyaları yerinə yetirir. Bu poliferment kompleksinin mərkəzində asil daşıyan zülal durur. Asil daşıyan zülal akseptor rolunu oynayaraq, asil qalıqlarını paylaşdırır. Bunun tərkibində kovalent rabitə ilə birləşmiş 4-fosfopantetein maddəsi vardır. Onun tərkibində sərbəst SH qrupu vardır ki, o da asil ilə birləşir. Simvolik olaraq onu E(SH)₂ kimi göstərmək olar. Polimetatsintetaza səhində yağ turşularının sintez olunma mərhələlərini nəzərdən keçirək:



Qaraciyərin piy infiltrasiyası

Yağların, yağa bənzər maddələrin mübadiləsində qaraciyərin çox böyük rolu vardır. Qaraciyərdə əmələ gəlmiş fosfolipidlər başqa toxumalara neytral yağlara nisbətən asan daşınır və triqliseridlərin sintezinə sərf edilir. Fosfolipidlərin sintezinin pozulması lipidlərin qaraciyərdən digər orqanlara daşınmasını çətinləşdirir. Bu isə qaraciyərin piy infiltrasiyası və ya distrofiyası adlanan patoloji halın əmələ gəlməsinə səbəb olur. Normal halda qaraciyərin ümumi çəkisinin 5 %-ni yağlar təşkil edir. Lakin piy infiltrasiyası zamanı onların miqdarı 40-60 %-ə çatır. Piy infiltrasiyası qaraciyərin bütün əsas funksiyasını zəiflədən patoloji prosesdir. Lesitinlərin miqdarının artması bu prosesin qarşısını alır.

Ateroskleroz

Damar divarlarında əsasən xolestrinin yığılması ən geniş yayılmış patologiyanın – ateroskleroz xəstəliyinin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Birləşdirici toxumalarının ətrafında xüsusi lipid lövhələri yaranır.

Bunun da nəticəsində damarda zədələnmə baş verir. Damarlar elastikliyini itirir, bərkiyir və toxumalarda qanın təchizi pozulur. Lövhə olan yerdə tromb əmələ gəlir.

Qıperlipoproteinlərin nəticəsində ateroskleroz inkişaf edir. Damarların divarına xilomikronlardan başqa bütün lipoproteidlər daxil olur. Lakin zülal və fosfolipidlər ilə zəngin olan α -lipoproteinlər damar divarlarında parçalanır və ya kiçik ölçüdə olduqlarına görə oraya yığılmırlar. β -Lipoproteinlərin hamısı, pre- β -lipoproteidlərin bir hissəsi xolestrinlə daha zəngindir. Bu sinif lipoproteinlərin qanda miqdarının artması damarların divarının keçiriciliyini artırır və orada aterogen lipoproteinlərin toplanması baş verir. Nəticədə ateroskleroz xəstəliyinin yaranmasına səbəb olur.

Xolesterin mübadiləsinin pozulması ateroskleroz, öd daşı, ksantomatoz və s. xəstəliklərin əsasını təşkil edir. Ateroskleroz xəstəliyi qanda xolesterinin artması ilə müşahidə olunur. Öd daşlarının ümumi kütləsinin 90 %-ni xolesterin təşkil edir. Xolesterin normal halda ödün tərkibində məhlul halında olur. Xolesterin kristallaşaraq çöküntüyə keçməsi nəticəsində öd daşları əmələ gəlir.

Ketonemiya və ketonuriya

Qaraciyərin piy infilyasiyası zamanı orada triqliseridlərin miqdarı normadan 10 dəfə artıq olur. Hüceyrələrin sitoplazmasında yağın toplanması qaraciyərin funksiyasını pozur. Bunun əsas səbəbi artıq triqliseridlərin olması və lipotropların azalmasıdır.

Orqanizmdə keton cisimlərin toplanması ketoz patoloji vəziyyətə gətirib çıxarır. Yağ turşularının və ketogen amin turşularının intensiv oksidləşməsi ilə lipidlərin metabolizminin patologiyasının yaranmasını şərtləndirir və keton hissəciklərinin artıq biosintezi baş verir. Parçalanma reaksiyasının gedişində ketogenezdə istifadə olunan asetil-S-K₀A və asetoasetil~S-K₀A əmələ gəlir. Keton hissəcikləri qanda artır və sidiklə bərabər xaric olunur. Buna ketozun ketonemiya və ketonuriya xəstəliyi deyilir. Ketozun ağır formalarında qanda keton hissəcikləri 10-20 mmol/l çatır. Keton hissəcikləri normal halda gündə azacıq olur. Lakin patoloji hal olduqda sidikdə keton hissəciklərinin miqdarı 1 qr-dan 10 qrama qədər çatır və bəzən ondan da çox olur. Ketonemiya və ketonuriya ən çox şəkərli diabetdə, həmçinin uzun müddət aclıq edənlərdə və steroid diabetində müşahidə olunur.

Karbon turşularının aralıq mübadilə məhsulları olan keton cisimcikləri orqanizm toxumalarında (əzələlərdə, böyrəklərdə) asanlıqla oksidləşərək karbon qazı və suya çevrilir. Ona görə də sağlam insanların qanında və sidiyində keton cisimcikləri olur. Lakin qidanın tərkibindən karbohidratların çıxarılması, aclıq və bir sıra xəstəliklər qanda β -oksiyağ, asetosirkə turşuları və asetonun artması ilə nəticələnir (300 – 400 mq%). Buna ketonemiya deyilir. Belə halda sidikdə çoxlu miqdarda keton cisimcikləri olur. Buna ketonuriya deyilir. Şəkərli diabet xəstəliyində patoloji ketonemiya müşahidə olunur. Nəticədə asetosirkə turşusu və aseton əmələ gəlir.

İSTİFADƏ EDİLMİŞ ƏDƏBİYYAT

1. Ə.S.Həsənov, N.A.Rzayev, F.Q.İslamzadə, A.M.Əfəndiyev. Bioloji kimya, Bakı, Maarif nəşriyyatı, 1989, 562 s.
2. S.F.Qarayev, P.Ş.Məmmədova, A.Q.Nəbiyeva. Biokimyanın əsasları, Bakı, Təfəkkür, 2000, 359 s.
3. A.Quliyev, T.Həsənov, S.Güləhmədov. Bioloji kimya (statika), BDU-nun nəşriyyatı, Bakı 2004.
4. A.M.Məhərrəmov, M.Ə.Allahverdiyev. Üzvi kimya, Bakı, Bakı Universiteti nəşriyyatı, 2007, 382 s.
5. А.Ленинджер, Биохимия. Пер.с англ. М.: Изд-во «Мир», в 3-х томах, 1985, 1023 с.
6. Д.Г.Кнорре, С.Д.Мызина. Биологическая химия. М.: Изд-во «Высшая школа», 1992, 479 с.
7. Т.Т.Березов, Б.Ф.Коровкин. Биологическая химия. М.: Изд-во «Медицина», 1990, 543 с.
8. Б.И.Зварский, И.И.Иванов, С.Р.Мардашев. Биологическая химия. М.: Изд-во «Медицина», 1972, 582 с.
9. С.Роуз. Химия жизни. Пер.с англ. М.: Изд-во «Мир», 1969, 302 с.
10. Е.А.Строев. Биологическая химия. М.: Изд-во «Высшая школа», 1986, 432 с.
11. Л.Страйер. Биохимия. Пер.с англ. М.: Изд-во «Мир», 1984, 944 с.
12. С.Р.Мардашев. Биохимические проблемы медицины. М.: Изд-во «Медицина», 1975, 286 с.
13. Х.Д.Якубке, Х.Ешкайт. Аминокислоты, пептиды и белки. Пер.с немец. М.: Изд-во «Мир», 1985, 455 с.
14. Я.Кольман, К.Г.Рем. Наглядная биохимия. Пер. с немец. М.: Изд-во «Мир», 2000, 469 с.
15. Ю.И.Филиппович. Основы биохимии. М.: Изд-во «Высшая школа», 1994, 680 с.
16. М.Ə.Allahverdiyev, S.Ş.Məmmədov, K.M.Allahverdiyeva, Fermentlər təbabətdə, Elm və həyat, 1998, №1, s. 15-16.
17. М.Ə.Allahverdiyev, S.Ş.Məmmədov, Mikroelementlər və canlı aləm, Elm və həyat, 1997, №1, s. 15-16.
18. М.Ə.Allahverdiyev, S.Ş.Məmmədov, Nəcib metallar və canlı aləm, Elm və həyat, 1999, №1, s. 11-12.
19. A.M.Məhərrəmov, M.Ə.Allahverdiyev, R.Ə.Əliyeva, Azərbaycan kimyaçıları, Bakı, 1997, 590 s.
20. A.M.Məhərrəmov, M.Ə.Allahverdiyev, R.Ə.Əliyeva, S.Məmmədov, S.Quliyev, G.M.Mirbağirova, Kiçik kimya ensiklopediyası, Bakı, 1997, 152 s.
21. Ə.M.Quliyev, V.M.Fərzəliyev, M.Ə.Allahverdiyev, Aminspirtlər, Elm və həyat, 1979, №7, s.4.

MÜNDƏRİCAT

ÖN SÖZ.....	3
GİRİŞ.....	4
Azərbaycanda biokimyayın inkişaf tarixi.....	6
FƏSİL 1.....	7
AMİNTURŞULAR.....	7
Nomenklaturası və izomerliyi.....	7
Alınma üsulları.....	7
Fiziki xassələri.....	9
Kimyəvi xassələri.....	10
Aminturşuların elektrokimyəvi və ya turşu- əsas xassələri.....	12
Zülalların tərkibinə daxil olan α -aminturşuları.....	13
Aminturşuların fəza izomerləri (stereoizomerlər).....	14
FƏSİL 2.....	17
ZÜLALLAR.....	17
Zülalların kimyəvi tərkibi.....	17
Zülalların fiziki və kimyəvi xassələri.....	17
Zülalların və aminturşuların.....	19
keyfiyyət reaksiyaları.....	19
Nomenklaturası.....	20
Zülalların sintezi.....	21
Sadə zülallar.....	21
Mürəkkəb zülallar və zülal.....	22
olmayan komplekslər.....	22
Zülalların quruluşu haqqında müasir.....	25
təsəvvürlər.....	25
Zülalların bioloji funksiyaları.....	26
FƏSİL 3.....	28
NUKLEİN TURŞULARI.....	28
Nuklein turşularının quruluşu.....	28
Ən çox yayılmış nukleozid və nukleotidlərin Nomenklaturası.....	29
Nuklein turşularının birincili quruluşu.....	30
DNT-nin ikincili quruluşu.....	30
RNT quruluşunun xüsusiyyətləri.....	32
RNT-nin ikincili quruluşu.....	34
Xromatinlərin quruluşu.....	34
FƏSİL 4.....	35
KARBOHİDRATLAR (ŞƏKƏRLƏR).....	35
Təsnifatı.....	35
Monosaxaridlər.....	36
Monozların quruluşu.....	36
Monozların alınma üsulları.....	41
Fiziki və kimyəvi xassələri.....	42
Disaxaridlər.....	45
Şəkəroxşamayan polisaxaridlər.....	47
Niştasta.....	48
Sellüloz.....	48
FƏSİL 5.....	51
LİPİDLƏR.....	51
Lipidlərin quruluşu.....	51
Yağlar və yağ turşuları.....	51
Qliseridlərin quruluşu.....	51
Yağların fiziki xassələri.....	52
Kimyəvi xassələri.....	53
Mürəkkəb lipidlər.....	53
Mumlar.....	54
FƏSİL 6.....	56
VİTAMİNLƏR.....	56

Provitaminlər.....	56
Vitaminlərin təsnifatı.....	56
Yağda həllolan vitaminlər.....	57
Vitamin A (Retinol).....	57
Vitamin D (Kalsiferol).....	57
Vitamin K ₁ (Naftoxinonlar).....	58
Vitamin E (Tokoferol).....	58
Orot turşusu (B ₁₃).....	59
Lipoy turşusu.....	59
Vitamin B ₁₅ (Panqam turşusu).....	60
Karnitin (vitamin B _i).....	60
p-Aminbenzoy turşusu.....	60
Suda həll olan vitaminlər.....	61
Vitamin B ₁ (Tiamin).....	61
Vitamin B ₂ (Riboflavin).....	61
Vitamin B ₃ (Pantoten turşusu).....	62
Vitamin PP (B ₅) Nikotin turşusu və ya niasin.....	62
Vitamin B ₆ (Piridoksin).....	63
Vitamin B ₉ (Fol turşusu).....	64
Vitamin B ₁₂ (Sianokobalamin).....	64
Vitamin H (Biotin).....	64
Vitamin C (Askorbin turşusu).....	65
Yağda həllolan vitaminəbənzər maddələr.....	66
Ubixinon (Koenzim Q).....	66
Yağ turşularının esensiyası və ya vitamin F.....	66
Suda həllolan vitaminəbənzər maddələr.....	67
Vitamin U (S – Metilmethionin).....	67
Vitamin B ₄ (Xolin).....	68
Vitamin B ₈ (İnozit).....	68
Antivitaminlər.....	68
FƏSİL 7.....	69
HORMONLAR.....	69
Hormonların təsnifatı.....	69
Mədəaltı vəzin hormonları.....	69
İnsulin hormonu.....	69
Qlükaqon hormonu.....	75
Böyrəküstü vəzilərinin beyin maddəsinin hormonları.....	75
Böyrəküstü vəzilərin qabıq maddəsinin hormonları.....	75
Qalxanabənzər vəzilərin hormonları.....	76
Cinsiyyət hormonları.....	77
Hormonların təsir mexanizmi.....	78
Hormonların tətbiqi.....	78
FƏSİL 8.....	80
PROSTAQLANDİNLƏR.....	80
Prostaqlandinlərin kəşfi tarixindən.....	80
Prostaqlandinlərin quruluşu.....	82
Prostaqlandinlərin təsir mexanizmi.....	84
Prostaqlandinlərin tətbiqi.....	85
FƏSİL 9.....	87
FERMENTLƏR.....	87
Fermentlərin quruluşu.....	87
Fermentlərin təsnifatı və nomenklaturası.....	88
İzofermentlər.....	89
Fermentin təsir mexanizmi.....	89
Fermentin aktiv mərkəzi.....	90
Fermentlərin sinifləri.....	90
Oksid-reduktaza fermentləri.....	90
Transferazalar.....	91
Liazarlar.....	91
Hidrolazalar.....	91
İzomerazalar.....	91
Liqazalar (Sintetazalar).....	91
Fermentlər təbabətdə.....	92

FƏSİL 10.....	95
BİOLOJİ OKSİDLƏŞMƏ HAQQINDA MÜASİR NƏZƏRİYYƏLƏR.....	95
Toxumaların tənəffüsü.....	95
Tənəffüs zənciri.....	96
Mitoxondridə tənəffüs zənciri.....	96
Piridin dehidrogenazaları.....	97
Flavin dehidrogenazaları (FAD).....	98
Ubixinon.....	98
Sitoxromlar.....	98
Oksidləşdirici fosforlaşma.....	99
Katalaza və peroksidaza.....	100
FƏSİL 11.....	101
MADDƏLƏR MÜBADİLƏSİ HAQDA ÜMUMİ MƏLUMAT (METABOLİZM).....	101
Maddələr mübadiləsinin ümumi sxemi.....	101
Orqanizmin əsas karbohidratları.....	101
Karbohidratların həzmi və sorulması.....	102
Sorulmuş monosaxaridlərin aqibəti.....	102
Katabolizmin I ümumi yolu.....	103
Aerob qlikoliz.....	103
Pirözüm turşusunun oksidləşdirici dekarboksilləşməsi.....	104
Katabolizmin ümumi yolu.....	107
Limon turşusu (sitrat) dövrəsi.....	107
Qlükozanın aerob parçalanmasında.....	109
Beyində qlükozanın aerob parçalanması.....	109
Anaerob qlikoliz.....	110
Qlükozanın biosintezi.....	111
Qlikogenin biosintezi.....	113
Qlikogenin səfərbərliyi.....	114
Qlikogen xəstəlikləri.....	115
Karbohidratların oksidləşməsinin pentafosfat yolu.....	115
Oksidləşdirici yol.....	115
Piy toxumalarında pentafosfat dövrəsi.....	116
Pentozanın əmələ gəlməsinin anaerob yolu.....	117
FƏSİL 12.....	117
QIDALANMADA ZÜLALLARIN ROLU.....	117
Zülalların mədədə həzmi.....	118
Bağırsaqda zülalların həzmi.....	118
Aminturşuların sorulması.....	119
Aminturşuların transaminləşməsi.....	119
Aminsizləşmə.....	120
Dolayı yolla aminsizləşmə.....	120
Aminturşu mübadiləsinin ümumi yolu.....	121
Orqanizmdə ammoniyakın zərərsizləşdirilməsi.....	121
Karbamidin əmələ gəlməsinin dövrəsi.....	122
Aminturşuların dekarboksilləşməsi.....	123
Serotoninin əmələ gəlməsi.....	124
γ -Aminyağ turşusunun alınması.....	124
Katexol aminlərin alınması.....	124
Taurinin alınması.....	124
Triptofandan kofermentlərin və vitaminlərin alınması.....	125
FƏSİL 13.....	126
ZÜLAL SİNTEZİNİN GENETİK PROQRAMI. ZÜLAL SİNTEZİNDƏ NUKLEİN TURŞULARININ ROLU.....	126
Kodonlar.....	127
Purin nukleotidlərinin katabolizmi.....	128
Hiperurikemiya və podaqra.....	129
Purin nukleotidlərinin biosintezi.....	129
Pirimidin nukleotidlərin mübadiləsi.....	130
Uridil turşusunun biosintezi.....	130
Sitidil nukleotidlərin biosintezi.....	131
Timidil nukleotidlərin biosintezi.....	131
Hemproteidlərin mübadiləsi.....	131
Hemproteidlərin biosintezi.....	132

Hemproteidlərin parçalanması.....	133
Sarı piqment patologiyasının mübadiləsi.....	134
FƏSİL 14.....	136
QİDALANMADA LİPİDLƏRİN ROLU.....	136
Lipidlərin həzmi və sorulması.....	136
Öd turşuları.....	137
Xolesterinin biosintezi.....	138
Yağ turşularının oksidləşməsi.....	139
Knoop – Linen dövrü.....	140
Yağ turşularının biosintezi.....	140
Polimetatsintetaza səhində yağ turşularının sintez mərhələləri.....	141
Qaraciyərin piy infiltrasiyası.....	141
Ateroskleroz.....	141
Ketonemiya və ketonuriya.....	142
İSTİFADƏ EDİLMİŞ ƏDƏBİYYAT.....	143
MÜNDƏRİCAT.....	144

Çapa imzalanmışdır: 29.04.2009.
Kağız formatı 60x84 1/16. Sifariş №58
Həcmi 17,75 ç.v., Sayı 350.

«Bakı Universiteti» nəşriyyatı, Bakı ş.,
AZ 1148, Z.Xəlilov küçəsi, 23.