

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI**  
**TƏHSİL NAZİRLİYİ**

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI**  
**KƏND TƏSƏRRÜFATI NAZİRLİYİ**

*Kamandar Daşdəmirov*

## **ÜZVİ KİMYA**

*(Ali məktəblər üçün dərslik)*

*Azərbaycan Respublikası təhsil  
Nazirliyinin 24.05.2017 il tarixli 67  
saylı əmri ilə dərslik kimi təsdiq  
edilmişdir*

BAKI 2017

**Müəllif:** *Daşdəmirov Kamandar Şükür oğlu*; biologiya elmləri üzrə fəlsəfə doktoru, ADAU-nun professoru, kimya kafedrasının müdiri

**Rəyçilər:** *Əliyev Fuad Yusif oğlu*; kimya elmləri doktoru, professoru, AMEA-nın həqiqi üzvi, Gəncə bölməsinin elmi katibi

*Mövsümov Elman Məhəmməd oğlu*; kimya elmləri doktoru, ADAU-nun kimya kafedrasının professoru

Dərslərdə üzvi kimyanın aktual nəzəri əsasları öz əksini tapır. Kitabdan bakalavr səviyyəsi üzrə əczaçılar, zootexniklər, aqronomlar, baytar həkimlər, torpaqşünaslıq və aqrokimyaçılar, qida mühəndisləri, istehlak mallarının ekspertizası və marketinqi, həmçinin bu ixtisaslar üzrə təhsil alan magistr və doktorantlar da istifadə edə bilər.

Kitab digər ali məktəblərin kimya və biologiya fakültələrinin, kimya təmayüllü ixtisaslarının bakalavr pilləsi tələbələri üçün vacib mövzuları əhatə edir.

## GİRİŞ.

### ÜZVİ KİMYANIN MƏQSƏD VƏ VƏZİFƏLƏRİ, YARANMA TARİXİ, NƏZƏRİ ƏSASLARI.

Üzvi kimya tərkibində karbon atomu olan kimyəvi birləşmələri öyrənən bir elmdir. Üzvi kimya canlı aləmdə (bitki, heyvan, insan) yayılmış karbon atomunun digər elementlərlə əmələ gətirdiyi birləşmələrin tərkibini öyrənir. Üzvi birləşmələri əmələ gətirən əsas dörd elementdir (O, H, N, C).

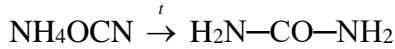
Bunlara orqanogen elementlər deyilir. Hazırda müəyyən edilmişdir ki, üzvi birləşmələrin tərkibində s, p və digər elementlərə də rast gəlinir. Üzvi kimyanın əsas məqsədi canlı orqanizmi təşkil edən əsas üzvi birləşmələrin tərkibini öyrənmək və yeni dərman preparatları sintez etmək, metalları əvəz edən yeni sintetik və polimer maddələrin alınma üsullarını tapmaq onların tətbiq sahələrini genişləndirmək və s. təşkil etməkdir.

Üzvi kimyanın inkişaf tarixini bir neçə dövrə bölünür:

**I dövr-emperik dövr** bu dövr on mil il bundan əvvələ gedib çıxır. Bu dövrdə qədim insanlar bir çox üzvi maddələri almış və istifadə etmişlər (spirtli içkilər, sirkə, bir çox boyaqlar-*indiqa alizarin* və s.). Sonralar orta əsrlərdə əlkimyaçılar təmiz halda bəzi maddələri almaq üsullarını kəşf etdilər. Birinci dövr XVI əsrə gədər davam etmişdir.

**II dövr- atom molekulu anlayışları dövrü Lomonosov, Laplas dövrü** XVIII əsrdə bir çox üzvi maddə alınmışdır. 1773-ci ildə Rull saf karbomid əldə etdi. 1760-1785-ci illərdə Şeele təmiz halda – üzüm, limon, alma turşularını və bir çox maddələri sintez etmişdir. 827-ci ildə Berselius canlı və cansız aləmin kimyəvi elementlərdən təşkil olunduğunu sübut etdi və bununlada o vaxta qədər mövcud olan vitalist nəzəriyyəyə son qoydu. 1828-ci ildə

Völer qeyri-üzvi maddə olan ammonium-sianatdan qızdırmaqla üzvi maddə karbomid aldı:



1845-ci ildə alman alimi A.Kolbe ağac kömüründən S, Cl və sudan üzvi maddə olan sirkə turşusu aldı. 1851-ci ildə P.Bertlo süni yolla benzol naftalin sintez etdi. O, 1860 ildə qliserin yağ turşusundan yağları sintez etdi.

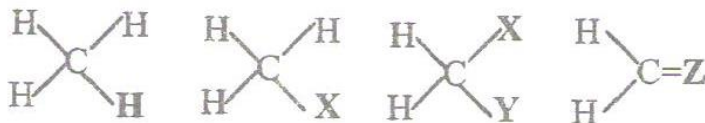
**III dövr-sintez və quruluş nəzəriyyəsi dövrü adlanır**-Bu dövr XIX əsrin ortalarından başlayaraq 1920-ci ilə qədər davam etmişdir. Artıq bu dövrdə bir çox üzvi maddələrin alınma üsulları müəyyən edilmiş yeni tədqiqat üsulları tapılmışdır.

**IV dövr 1920-ci ildən zamanəməizə qədər olan dövrü əhatə edir**-Bu dövr neftin krekinqi, daş kömürün quru destilləsi, təbii və süni qazların kimyada geniş istifadəsi, onlardan alınan bir çox maddələrin süni və sintetik liflər, plastik maddələr, kauçuk və s.

Bu kitab üzvi kimyanın son nəzəri əsaslarına istinad edilərək yazılmışdır. Kitabda olan nöqsanları mənə əvvəlcədən xəbər verən oxuculara öz minnətdarlığımı bildirirəm. Kitabın yazılmasında mənə köməklik edən kafedra əməkdaşlarına öz minnətdarlığımı bildirirəm

# 1. ÜZVÜ BİRLƏŞMƏLƏRİN TƏSNİFATI

Üzvü birləşmələrə əsasən karbohidrogenlərlə təsnif olunurlar. Karbohidrogenlər–tərkibi yalnız karbon və hidrogendən ibarət olan mürəkkəb maddələrdir. Digər üzvü birləşmələr isə karbohidrogen molekulunda bir və ya bir neçə hidrogen atomlarının başqa atom və qruplarla əvəz olunmasından əmələ gəlir.



## *Karbohidrogenlərin təsnifatı.*

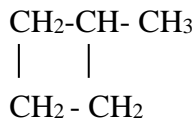
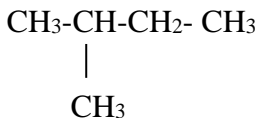
Karbohidrogenlər tərkibi karbon və hidrogendən ibarət olan üzvi maddələrdir. Bu birləşmələr çox vaxt karbon birləşmələri də adlanırlar. Karbonun digər elementlərindən fərqlənən xüsusi özünə məxsus əlamətləri ilə xarakterizə olunur:

a) Karbon atomu digər elementlərdən fərqli olaraq həm bir-biri ilə həm də digər elementlərlə möhkəm əlaqə yaradaraq çoxlu sayda zəncir və həlqə əmələ gətirmək xüsusiyyətinə malikdir.

b) Karbon atomu dörd elementdir. Dövrü cədvəlin tən ortasında yerləşir, kovalent rabitə əmələ gətirmək xassəsi (şaxəli və şaxəsiz) digər elementlərindən üstündür. Bu səbəbdən çoxlu sayda müxtəlif quruluşa malik birləşmələr əmələ gətirir.

c) Karbon atomları bir-biri ilə təkqat, ikiqat və üçqat rabitə ilə birləşərək karbon tərkibli birləşmələrin sayını çoxaldır.

Karbon zəncirinin quruluşuna görə karbohidrogenlər və onların funksional törəmələri açıq və qapalı formada ola bilər.



Karbon atomları arasındaki rabitələrin xarakterinə görə aşağıdakı cür təsnif olunurlar:

**A –Doymuş birləşmələr**

2) Açıq quruluşlu və tsiklik quruluşlu(aliofatik və ya alkanlar) (alisiklik və ya sikloalkanlar)

**B – Doymamış ikiqat rabitəli birləşmələr**

Açıq zəncirli və tsiklik quruluşlu (olefenlər və ya alkenlər (tsikloalkenlər tsikli polienlər) alkadienlər, alkafenlər)

**C – Doymamış üçqat rabitəli birləşmələr**

Açıq zəncirli və tsiklik quruluşlu(alkinlər və ya asetilen (tsikloalkenlər) karbohidrogenləri)

**D – Heterotsiklik birləşmələr**

Bu birləşmələr ayrıca qrup təşkil edir. Hələqədə karbon atomlarından başqa digər atomlar və qruplar ola bilər.

Karbohidrogenlərin hidrogen atomlarının bir və ya bir neçəsinin funksional qruplarla əvəz olunmasından alınan birləşmələr – funksional törəmələr adlanır. Hidrogenliləşmiş karbohidrogen qalığı (radikalı) R – ilə ifadə olunur.

Funksional törəmələr aşağıdakı ardıcılıqla adlandırılır:

R – Ha l , burada Ha l = F, Cl, Br, Y - halloqentörəmələr

R – OH - spirtlər, fennollar, natritlər

R – SH - tiospirtlər (tiollar, merkaptanlar)

R – NH<sub>2</sub>, RNHR<sup>1</sup>, RN (R<sup>1</sup>) R<sup>11</sup>- aminlər

R – O - R<sup>1</sup> - sadə efirlər

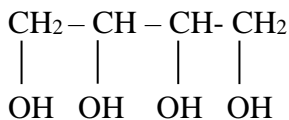
R – SO<sub>3</sub>H -sulfoturşular

R –NO<sub>2</sub> - nitrobirləşmələr

R – CN - nitrillər

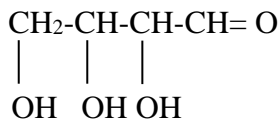
- R – CH =O - karbonil birləşmələr, ketenlər
- R – C (R<sub>1</sub>) = O- karbonil birləşmələr, ketenlər
- R – CH=C=O - ketenlər
- R – COOH- karbon turşuları
- R – CH (NH<sub>2</sub>) – COOH - karbon turşuları, amin turşusu
- R – CH (OH) – COOH - oksin turşuları
- R - COO R<sup>1</sup> - mürəkkəb efirlər
- R – C (=O)-O-C (=O)-R -antihidridlər
- R – CO Ha l - halolgenanhidratlar

Karbohidrogen molekulunda bir hidrogen atomunun funksional olunmasından monofunksional birləşmə, iki və daha hidrogen atomunun eyni və müxtəlif funksional qruplarla əvəz olunmasından alınan birləşmələr polifunksional və heterofunksional birləşmələr adlanır.



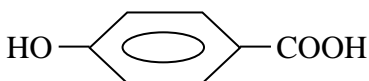
Çoxatomlu spirt

(Polifunksional birləşmə)



Aldehidspirt

(Netrofunksional birləşmə)



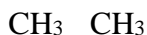
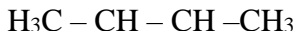
### Üzvi birləşmələrin quruluşu

Üzvi birləşmələrin nəzəri əsasını AM Butlerovan quruluş nəzəriyyəsi təşkil edir. Bu nəzəriyyənin əsas müddəalarına görə molekulda atomların düzülüşü və əlaqəsi maddənin fiziki və kimyəvi xassələrini əks etdirir. Atomların ardıcıl düzülüşü-maddənin quruluş formulunu yaradır.



Brutto formulu

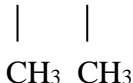
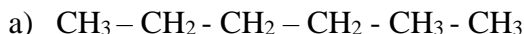
Molekul formulu



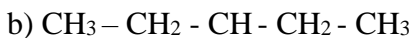
Eyni molekul formuluna malik olan birləşmədə karbon atomlarının düzülüşünə görə bu səbəbdən fiziki və kimyəvi xassəsinə görə də bir-birindən fərqlənə bilsinlər ki, belə birləşmələr *izomerlər* adlanır.

İzomerliyin bir neçə növü məlumdur:

**1. Quruluş (sklet) izomerliyi** – izomer birləşmələr bir-birindən karbon atomlarının düzülüşünə görə fərqlənirlər.



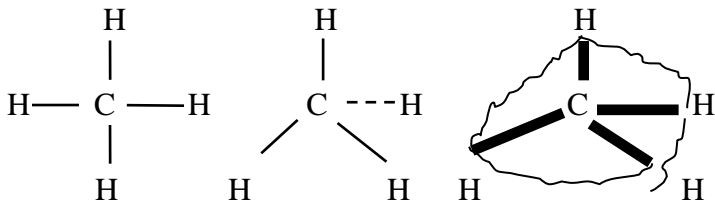
**2. Vəziyyət izomerliyi** – izomer birləşmələr bir-birindən funksional qrupların yerləşmə vəziyyətinə görə fərqlənirlər.



**3. Fəza izomerliyi** – izomerlər bir-birindən karbon atomuna birləşmiş atom və qrupların fəza quruluşunun müxtəlif görüntülər alması ilə fərqlənirlər. Fəza izometriya aşağıdakı faktlarla tam aydınlaşır.



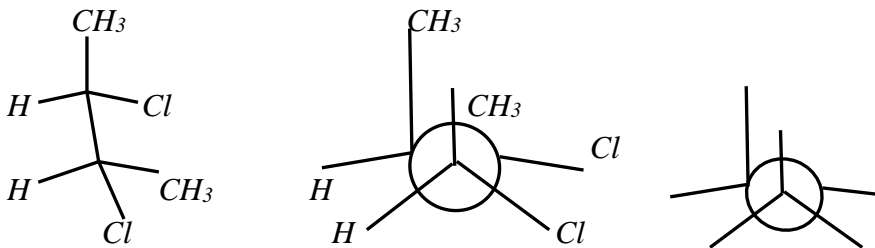
Karbon atomu birqat rabitə ilə bir – biri ilə və ya hidrogen atomları ilə birləşərsə nəticədə mərkəzdə C atomu olmaqla düzgün tefraedrik formada xatırladan quruluş alınır. Tərəflər arasındakı bucaq  $109,5^{\circ}$  olar.

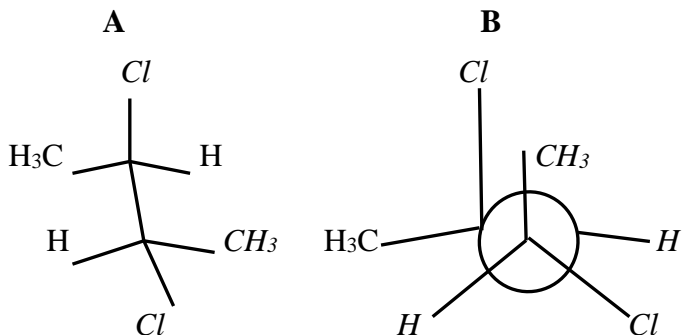


a) H – atomların digər və qruplarla əvəz olunmasından alınan birləşmələrə quruluşda gerilmə cəzbetmə artsada ancaq tetraldiq quruluş öz formasını saxlayır.

b) Əgər C – atomu digər atomlarla ikiqat rabitə ilə birləşərsə hər iki atom arasında yaranan rabitəki bucaq  $120^{\circ}$  qədər artır. İkiqat rabitədə C atomları arasında baş verərsə düz quruluşda əgər əvəzedici digər atom olarsa, o, zaman rabitənin uzunluğu dəyişir, ancaq bucaq öz ölçüsünü saxlayır.

Fəza izomerliyi həmçinin stereoizometrik də adlanır. 2 növü vardır: konformasiya və konfigurasiya izomerliyi konformasiya izomerliyində birqat (sadə) rabitənin oxuna nəzərən eyni və ya müxtəlif atomların yerləşməsini göstərir. Bu cür molekulların proyeksiya formulunda “keçi” (A) görünüşü olur.

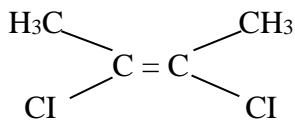




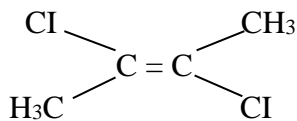
Bu formalar C-C atomları öz oxu ətrafında fırlandığından bir-birinə çevrilə (keçə) bilirlər. Bu keçmə fırlanma dərəcəsi (fırlanma həddindən) B–rabitələrinin gərginliyindən vander – Vals qüvvələrindən asılıdır. Bu cür maddələrə **konformerlər** adlanır.

Konfigurasiya izomerliyində isə başqa C = c atomları (v ya C = X ) öz oxu ətrafında fırlana bilmir. Bir atom digərinin yerinə rabitəni qırıb keçə bilmir. Bu səbəbdən konfigurasiya izomerliyi – həndəsi və optiki olmaqla 2 yerə ayrılır. Alınan izomer **konfigurasiya** adlanır.

Həndəsi izomerlikdə ikiqat rabitəyə nəzərən eyni atom və ya funksional qruplar bir tərəfdə yerləşərsə *cis* (latının *cis* – eyni tərəfdə), əksinə yerləşərsə *trans* (latınca *trans*–müxtəlif) izomerlər alınır.



***cis* – izomer**



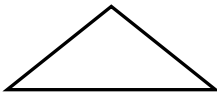
***trans* – izomer**

Həndəsi izomerlər güzgüdə bir-birinin əksi deyildir. Həndəsi izomerlər tərtib edərkən Kana – İncold qaydasına əməl etmək lazımdır. Bu qaydaya görə böyük qruplar (-COOH, -COOR, -CHO, -Br) ikiqat rabitənin müstəvisinə nəzərən eyni tərəfdə yerləşir.

şərsə, Z-izomer (almanca zusammen-birlikdə), əksinə müxtəlif tərəfdə yerləşərsə E-izomer (almanca – entgegen əks tərəf adlanır).

Alitsiklik birləşmələrdə də həndəsi izomerlik vardır. Tsikloalkanlarda  $sp^3$  hibridləşmə mövcuddur. Ancaq tsiklopropanda bucaq  $60^\circ$ , tsikloalkanlarda bucaq  $90^\circ$  olmalı idi. Bu anlaşılmazlığı A. Bayerin “gərginlik” nəzəriyyəsi izah etdi. Bu arasındakı bucaq tetraldrik bucaqdan nə qədər çox kənara çıxarsa onda tsulin gərginliyi daha çox olur.

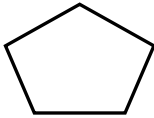
$$\alpha = \frac{1}{2} \left[ 109,5^\circ - \frac{2(n-2)}{n} 90^\circ \right]$$



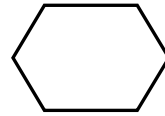
$24,44^\circ$



$9,44^\circ$

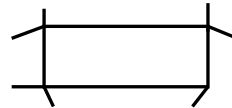
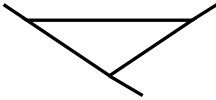


$0,44^\circ$

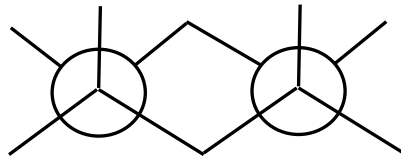
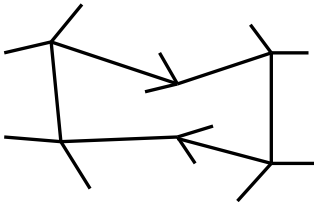


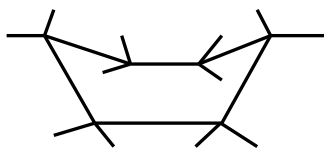
$-5,16^\circ$

Əslində tsikloalkanlarda tərəflər arasında bucaq  $109,5^\circ$  olması üçün quruluşu aşağıdakı kimidir.



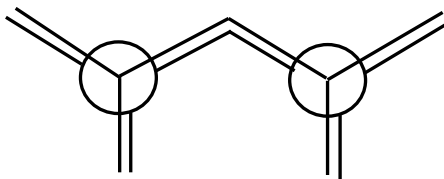
Altı üzvlü tərkibinə görə aşağıdakı quruluşları mövcuddur:





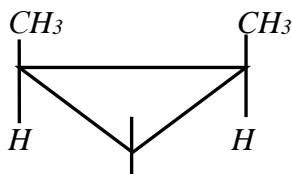
**Kreslo və vanna formaları**

Kreslo forma daha davamlıdır.

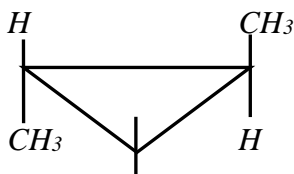


**Nyumen proyeksiyası**

Tsikloalkanlarda eyni əvəzliyərlər. Tsiklin müstəvisində bir tərəfində qalarsa *sis -izomer*, müxtəlif tərəfində qalarsa *trans-izomer* adlanır.



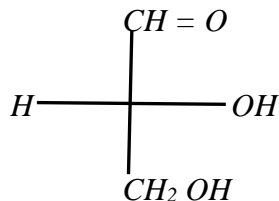
*sis - 1,2*  
**dimetilsiklopropan**



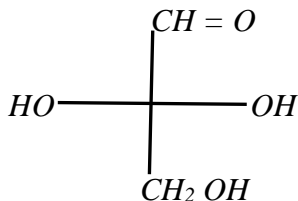
*trans-1,2*  
**dimetilsiklopropan**

Altı üzvlü tsikldən başlayaraq bütün sonrakı tsiklərdə tsikl müstəvisi anlayışı şərti xarakter daşıyır və bu zaman molekulun müəyyən orta müstəvisi nəzərdə tutulur.

4) Optiki izomerlik-birləşmədə asimmetrik olduqda əşyanın öz güzgü əksinə münasibəti yaranır. Belə izomerlər fiziki və kimyəvi xassələrinə görə eyni olub bir-birindən ancaq polyarlaşma müstəvisini fırlatma istiqamətinə görə fərqlənir. Odur ki, bu maddələr optiki izomerlər və ya enantiomerlər adlanırlar.

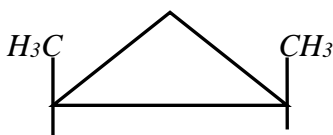


**D -qliserin**

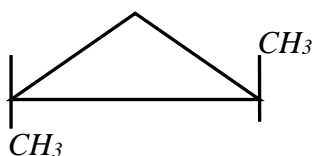
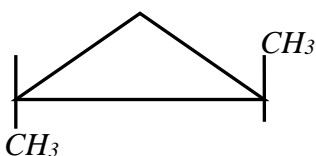
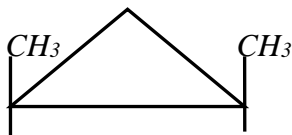


**L-qliserin**

Altsiklik birləşmələrdə aşağıdakı hallarda optik izomerlik yaranır.



*sis -1,2 dimetilsiklopropan*



*trans – 1,2 dimetilsiklopropan*

**Üzvi birləşmələrdə kimyəvi rabitə:** Üzvi birləşmələrdə kimyəvi rabitələrin təbiətini bilmək üçün C-atomu ilə üzvi birləşmələrdə ən çox əlaqədə olan atomların (H,N,O,S,P,F,Br,Y) elektron formularını nəzərdə tutmaq lazımdır.

H – 1dövr 1 A qrupu  $1s^1$

C – 2dövr 4 A qrupu  $1s^1, 2s^2, 2p^1_x, 2p^1_y$

N – 2dövr 5 A qrupu  $1s^1, 2s^2, 2p^1_x, 2p^1_z$

O – 2dövr 6 A qrupu  $1s^1, 2s^2, 2p^1_x, 2p^1_y, 2p^1_z$

F – 2dövr 7 A qrupu  $1s^1, 2s^2, 2p^1_x, 2p^1_y, 2p^1_z$

P – 3 dövr 5 A qrupu  $1s^1, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^1_x, p^1_y, p^1_z$

S – 3 dövr 6 A qrupu  $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^2_x, p^1_y, p^1_z$

Cl – 3 dövr 7 A qrupu  $1s^1, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^2_x, p^2_y, p^1_z$

Br – 4 dövr 7 A qrupu  $1s^1, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 3d^{10}, 4s^2, 4p^2_x, p^2_y, p^1_z$

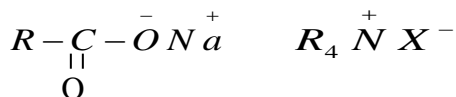
Y – 5 dövr 7 A qrupu  $1s^1, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 3p^1_x, 3d^{10}, 4s^2, 4p^6, 4d^{10}, 5s^2, 5p^2_x, p^2_x, p^1_y, p^1_z$

Üzvu molekulların əmələ gəlməsi atom orbitalların bir-birini örtməsi nəticəsində molekul orbitalların yaranmasına səbəb

olur. Nəticədə molekulun daxili enerjisi azalır və davamlı molekulyar orbital yaranır.

Üzvi birləşmələr əsasən kovalent rabitələrdən təşkil olunur. Bəzi birləşmələrdə H – rabitəsi, daha az ion rabitəsinə rast olunur.

İon rabitəsi elektromüsbət atomdan bir və ya bir neçə elektronun elektromənfi atomun xarici elektron təbəqəsinə qismən keçməsilə əmələ gəlir.



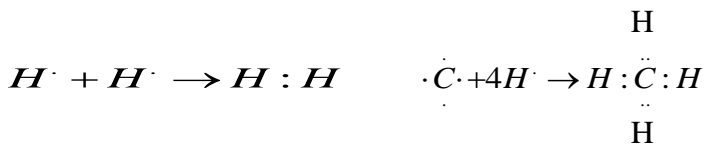
İon rabitə doymamışlığı və istiqamətsizliyi ilə xarakterizə olunur. Elektron keçidi 100% olmur. Ən güclü ion rabitəsi olan Fr, F bu əlaqənin ionluğu 91 % təşkil edir. Əgər rabitəni əmələ gətirən atomların elektronmənfiliklərinin fərqi ( $\Delta x$ )  $\sim 2$  və ya ondan çoxdursa belə rabitə ion rabitə hesab olunur. Rabitənin kovalent və ya ion olmasının meyarı onun enerjisi ölçüsü də ola bilər.

$$A_2 + B_2 = 2 AB$$

Əgər rabitənin  $E_{AB} = \frac{E_{AA} + E_{BB}}{2}$  formulu ilə müəy-

yən edilən izomerik dərəcəli tapılana yaxındırsa rabitə kovalent **ion rabitə** hesab olunur.

Kovalent rabitə əlaqəni əmələ gətirən atomların ümumiləşmiş elektron cütü hesabına yaranır. Kovalent rabitə elektromənfilikləri eyni və yaxın olan atomlar arasında yaranır. Əgər rabitəni əmələ gətirən atomların elektromənfiliklərinin fərqi ( $\Delta x$ )=0 olarsa rabitə qeyri-polyar əksinə  $0 > (\Delta x) < 2$  olarsa polyar kovalent rabitə hesablanır.

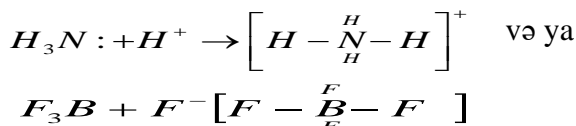


*qeyri – polyar rabitə*

*polyar rabitə*

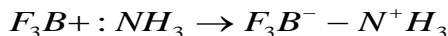
Kovalent rabitə-uzunluğu, enerjisi, doymuşluğu polyarlaşması və enerjisi ilə xarakterizə olunur. Atomda elektron buludu (S –buludu istisna olmaqla) fəzada istiqamətləndiyindən onun istirakı ilə əmələ gələn kimyəvi əlaqə də uyğun fəza istiqamətli olur. Məsələn kovalent əlaqəli simmetrik  $CH_4$ ,  $CH_2 = CH_2$ ,  $CH = CH$  molekularda  $109,5^0$ ,  $120^0$  və  $180^0$  təsir edir.

Kovalent rabitə başqa mexanizm üzrə yəni rabitəni əmələ gətirən atomun birinə məxsus elektron cütü hesabına da yarana bilər.



Belə mexanizmlə yaranan rabitəyə koordinativ və ya donor-akseptor rabitəsi deyilir. Rabitə yaranması üçün qoşalaşmış elektron cütünü verən donor, qəbul edənə isə **akseptor** deyilir.

Koordinatın rabitə iki molekulun birləşməsi ilə də əmələ gələ bilər.



Bu halda əmələ gələn B – N əlaqəsi kovalent və ion rabitələrinin kombinasiyası kimi semipolyar (və ya yarımpolyar) əlaqə də adlandırıla bilər.

Koordinatın rabitə kompleks birləşmələrdə canlı orqanizmlərdə zülal–lipid, zülal–karbohidrat, kovalent biokomplekslərdə daha geniş yayılmışdır.

Bu rabitə həmçinin üzvi birləşmələrdə üçlü amin oksidlə-

rində ( $R_3N \rightarrow O$ ) sulfoksitlərdə ( $R-S-O^-$ ) və s. rast gəlinir.

Kovalent rabitənin uzunluğu rentgen quruluşlu analiz üsulu ilə təyin edilir. Rbitənin uzunluğu onun davamlılığı ilə tərs mütənasibdir.



Molekullarında rabitənin uzunluğu artır, əksinə rabitənin davamlılığı azalır. Rabitənin polyarlığı onu əmələ gətirən atomların elektromənfiliklərinin fərqi ilə müəyyən olunur. Fərq çox olduqda polyarlıq da çox olur.

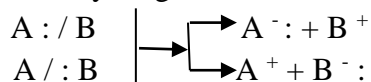
	$\Delta x$		$\Delta x$
C - H	0,4	H - F	1,9
C - O	1,0	H - Cl	0,9
O - F	1,9	H - Br	0,7
O - H	1,4	H - J	0,4

Kovalent rabitənin qırılması rabitəni əmələ gətirən elektron cütünün bölünməsi ilə aşağıdakı hallarda baş verir.

a) Homolitik qırılma (homoliz) – bu cür qırılması sərbəst radikalların əmələ yetməsi ilə nəticələnir.



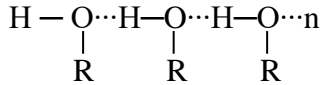
b) Heterolitik qırılma–kovalent rabitənin bu cür qırılmasında elektron cütü bu və ya digər atomların birinə keçir.



Hallogen alkilərin duzlarla reaksiya bu tiptədir. Rabitənin qırılması üçün tələb olunan enerjiyə rabitənin *dissosiasiya enerjisi* deyilir.

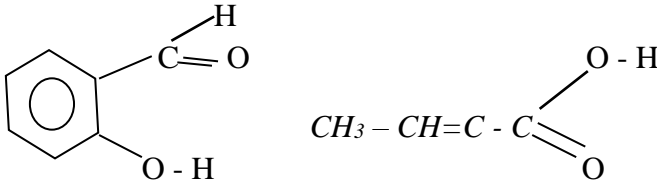
**Hidrogen rabitəsi** – H - atomunun radiusu ən kiçik olduğunda və bir elektronunu verdikdən sonra nüvə çılpaq qaldığından elektromənfiliyi güclü olan atom ilə hidrogen rabitəsi yaradır:





H-rabitəsi suda, buzda, HF, HCl, üzvi turşularda, zülalların II, III, IV quruluşlarında, RNT, DNT molekullarında mövcuddur. Bu rabitə canlı orqanizmdə böyük əhəmiyyət kəsb edir.

H – rabitəsi donor – akseptor və elektrostatik cəzətmə ilə yaranır və kovalent rabitədən 10–15 dəfə zəifdir. Zülallarda NT molekulunda bu rabitə mövcuddur. Hidrogen rabitəsi molekullarında mövcud olduğu kimi birləşmələrdə molekul daxili də yaranır.

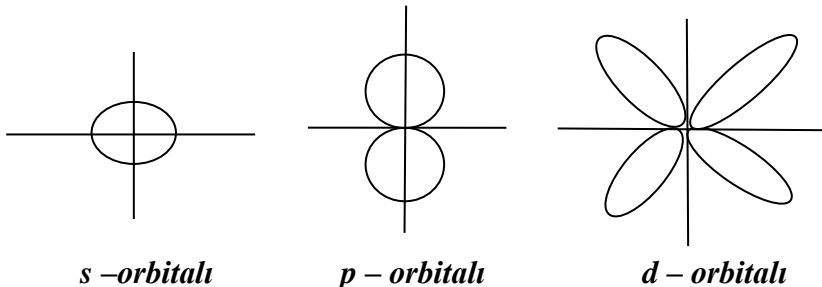


Elementin elektromənfiliyi artdıqda (uzun birləşən C – sayı azaldıqda) yaranan H rabitəsinin enerjisi artır.

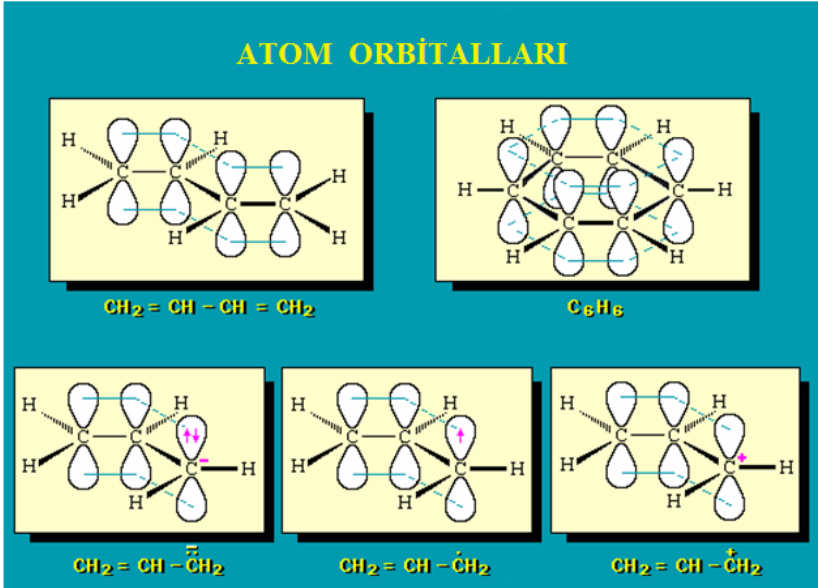


Sırasında H–rabitə hidrogen rabitəsi birləşmənin bəzi xassələrinə, məsələn: temperaturuna, axıcılığına, molekulun burulmasına (DNT molekulunda) spektral göstəricilərinə əsaslı təsir göstərir.

**Elektron orbitaları.**–Elektron orbitaları müxtəlif formalara malikdir:

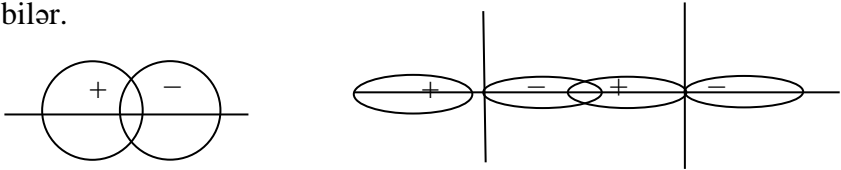


Bu səbəbdən orbitallar müxtəlif üsullarla qarşılıqlı örtülür. Örtülmə üsuluna və əmələ gələn rabitə orbitalının simmetriyasına görə rabitələr siqma ( $\sigma$ ), pi ( $\pi$ ), delta ( $\delta$ ) rabitələr kimi fərqlənir. Elektron orbitalları atomları birləşdirən xətt üzrə örtüldükdə siqma rabitə əmələ gəlir. Orbitallar atomları birləşdirən xəttin hər iki tərəfində örtüldükdə isə pi -rabitə ( $\pi$ ) yaranır. Delta-əlaqə paralel səthlərdə yerləşən elektron d-elektron orbitallarının bütün dörd qanadlarının örtülməsi ilə əmələ gəlir. Örtülən orbitallar əlaqə xəttinə nəzərən eyni simmetriya malik olduqda kimyəvi rabitə əmələ gəlir. Bu şərt orbitalların örtülən hissələrinin dalğa funksiyalarının eyni işarəli olmasını tələb edir. Simmetriyanın şərtinə görə orbitalların şəkildə göstərilən kimi örtülməsindən əmələ gəlmir. Belə ki, bu halda müsbət örtülmə mənfi örtülmə ilə tam kompleksləşdiyindən sıfır örtülmə müşahidə olunur.

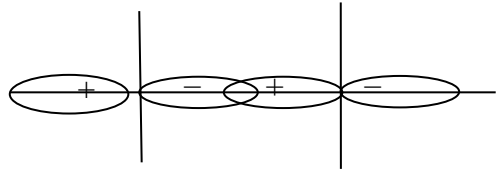


Beləliklə, simmetriyanın şərtinə görə s- elektronları ancaq

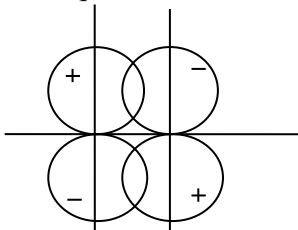
siqma-əlaqələnmədə, p–elektronları siqma və pi-əlaqələnmələrdə, d-elektronları isə siqma -, pi və delta-əlaqələnmələrdə iştirak edə bilər.



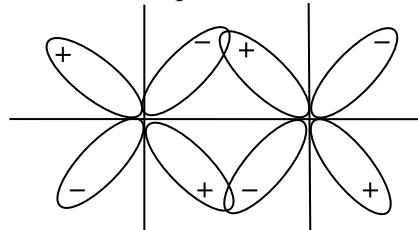
*s-s*  
*σ - əlaqələnmə*



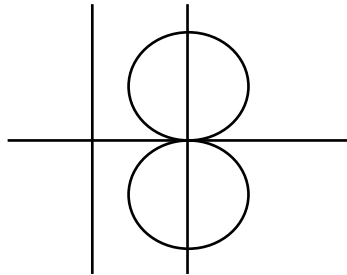
*p-p*  
*σ - əlaqələnmə*



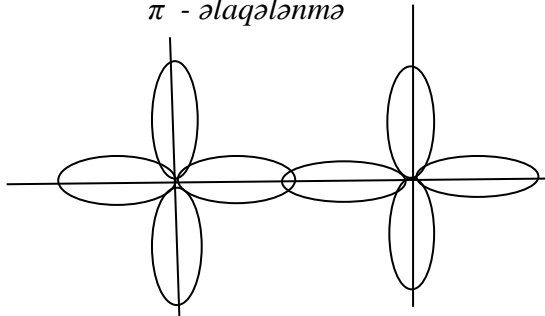
*p - p*      *π - əlaqələnmə*



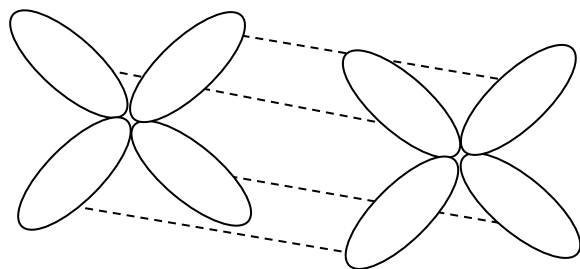
*d - d*



*π - əlaqələnmə*



*d-d σ - əlaqələnmə*



d-d

δ əlaqələnmə

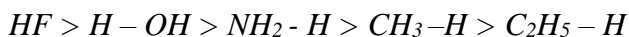
### Üzvi birləşmələrdə turşuluq və əsaslıq

Ümumi kimya kursundan məlum olduğu kimi –elektrolitik dissosiasiya nəzəriyyəsinə əsasən dissosiasiya etdikdə özündən müsbət yüklü hidrogen ion  $H^+$  proton protokatein ayıran elektrolitlərə deyilir. Əsaslar isə özündən mənfi yüklü hidrovsil (OH) ionu ( hidroksin) ayıran elektrolitlərə deyilir. Üzvi birləşmələr əsasən kovalent rabitə hesabına əmələ gəldiyindən yuxarıda işlənən nəzəriyyə üzvi turşu və əsaslar üçün deyildir. Üzvi turşu və əsaslar üçün B renstedin nəzəriyyəsi üzvi birləşmələrin münasibətinə əsaslanır. Bu nəzəriyyə görə turşular – özlərindən elektron verən neytral və əsaslar – özlərinə elektron görə turşu və əsaslar aşağıdakılardır.

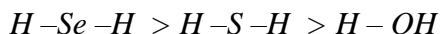
<b>Turşular</b>	<b>Əsaslar</b>
<i>Vakant orbitalı olan atom, molekul və ya kation</i>	<i>Mənfi yükə, bölünməmiş elektron cütünə malik olan atom, molekul və ya anion</i>
<i><math>BF_3</math>, <math>AlCl_3</math>, <math>FeCl_3</math>, <math>FeBr_3</math>, <math>ZnCl_2</math>, <math>H^+</math>, <math>CH_3^+</math></i>	<i><math>CoH_5R=C=C=</math>, <math>RHH_2</math>, <math>ROH</math>, <math>ROR^l</math>, <math>RSH</math>, <math>RSR^l</math></i>
<i>Elektrofillər</i>	<i>Nukleofillər</i>

Bütün bu deyilənləri ümumiləşdirərək, Brensted-louri və Lyuisə görə maddənin əsas olması üçün əlaqənin yaranmasına lazım olan elektron cütünə malik olmalıdır. Belə elektronların olması onu saxlayan atomun elektromənfiliyindən, ölçüsündən və yükündən asılıdır.

Atomun elektromənfilii artdıqca onun hidrogenli birləşməsinin turşuluğu artır, əsaslığı azalır.



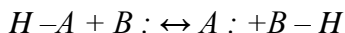
Atomun ölçüsü artdıqca turşuluq artır əsaslı azalır.



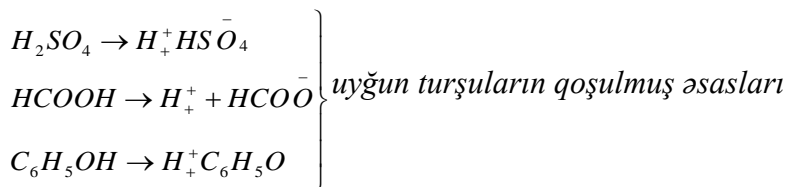
Pirsona görə turşu və əsaslar “şərt” və “mülayim” ola bilər. Şərt və mülayim turşu və əsas anlayış Lyuisin SMTƏ, şərt mülayim turşu prinsipinə əsaslanaraq aşağıdakı kimi ifadə olunur.

“Şərt” əsaslar–yüksək elektromənfi elektrodonor hissəciyə malik olan, tutulmuş hibrid enerjiyə (atomun nüvəsinə yaxın) malik əsaslara deyilir.

Bu proseslər kompleks şəkildə, əsaslıq və turşuluq bir-birinə keçir. Beləki, hər bir turşu özündən electron ayrıldıqca əsasa, əksinə əsaslar özünə electron birləşdirək turşuya çevrilir.

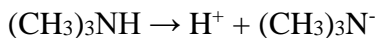


Brenstedə görə klassik termin baxımında aşağıdakılar turşulardır.



Lakin Brenstedə görə elə turşular var ki, onlar klassik turşulara uyğun deyil:





Belə turşular öz-özünə deyil, güclü əsasların təsiri ilə dissosiasiya edir.

Lyuiss nəzəriyyəsi Brensted nəzəriyyəsinin daha geniş izahını verir. Lyuissə görə özünə electron cütü birləşdirən maddələrə turşular, electron cütünü verəcək kovalent rabitə əmələ gətirən maddələrə isə əsaslar deyilir. Başqa sözlə turşular elektron cütünün akseptoru əsaslar isə donorudur.

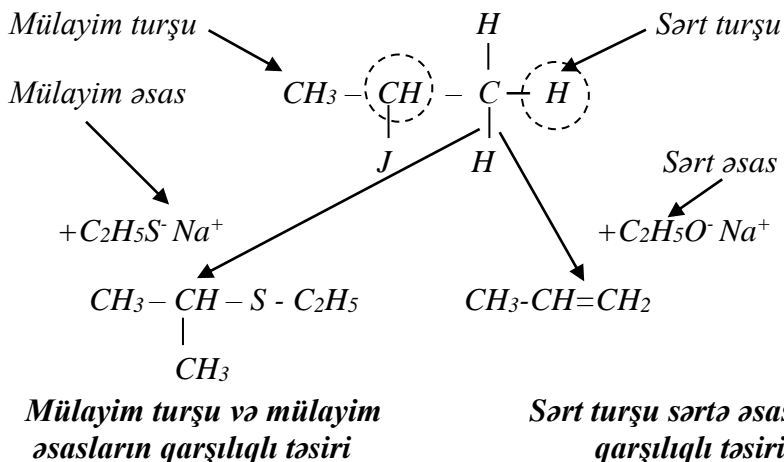
“Mülayim” əsaslar az elektron mənfə elektrodonor hissəciyi olan tutulmuş hidrid orbitalları yüksək enerjiyə malik olan əsaslara deyilir.

“Şərt” turşular atom radius kiçik ölçülü qatı müsbətyüklü tonlar olan boş hirbitlər orbitalları az enerjiyə malik olan turşulara deyilir.

“Mülayim” turşular - əksinə boş hibrid orbitalları yüksək enerjisi olan, böyük ion radiusuna malik elektroakseptor hissəciyi olan az qatılıqlı müsbət yüklü hissəciyə malik olan turşuları deyilir.

Əsaslar		Turşular	
<i>Sərt</i>	<i>Mülayim</i>	<i>Sərt</i>	<i>Mülayim</i>
$H_2O, HO^-$ $ROH, RO,$ $NH_3, H_2N^-$ $RNH_2, RNH,$ $ROR^I, RCOO^-$ $NO_3, SO_4^{2-}, Cl,$ $FPO_4$	$RCR^+, RSH, RS^-, H$ $J, C_6H_6, RRC=CR$ $R^I, SCH, R_3P, CH$ $CO, RNC, R^I$	$H^+, Na^+, K^+,$ $Mg^{2+}, Ca^{2+}, M$ $n^{2+1}, Au^{3+}, SO$ $_3, CO_2$	$Ag^+, Cu^+,$ $Hg^+, J_2,$ $Pd^{2+}, Po^{+2}, Br_2,$ $RO^+, O^+, Cl^+, N^+$ $, J^+, R^+$

SMTƏ prinsipinə əsaslanaraq reaksiyanın müxtəlif məhsulların alınması ilə nəticələn sxemi:



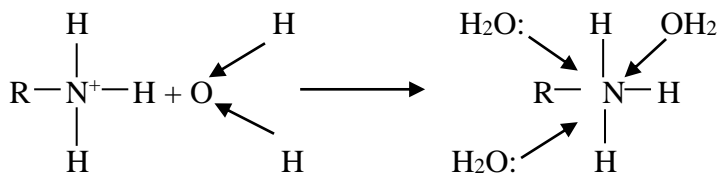
Bu sxem nəticəsində əmələ gələn məhsulları əlavə faktor kimi solvatlaşma effektinin mühüm rolu vardır. Solvatlaşma effekti birləşmənin həllediciyə münasibətilə müəyyən edilir. Üzvi kimyada istifadə olunan həlledicilər üç qrupa bölünür.

1. Protonu olmayan həlledicilər – kiçik depol momenti, zəif dielektrik xassəsinə malik olan ( $\text{CCl}_4$ ,  $\text{CS}_2$  və başqaları) birləşmələr.

2. Bipolyar həlledicilər – böyük dipol momentinə, güclü dielektrik xassəsinə malik olan ( $\text{CH}_3\text{CN}$  – asetonitril,  $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$  – aseton, piridin və s.) birləşmələr.

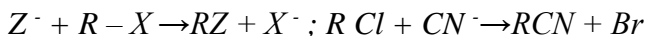
3. Protona malik olan – molekulunda çoxlu sayda H olan tərkibində yüksək elektromənfi atom olan (su, spirt, karbon turşuları və s.) birləşmələr.

Birinci qrup həlledicilər solvatlaşmada iştirak etmir. Üçüncü qrup həlledicilər hidrogen rabitəsi solfatlaşmada iştirak edir. İkinci qrup həlledicilər depol momentindən asılı olaraq özünü müxtəlif cür göstərir. Bu baxımdan 2-ci və 3-cü qrup həlledicilərin solfatlaşmada iştirakı aşağıdakı sxem üzrə göstərmək olar.

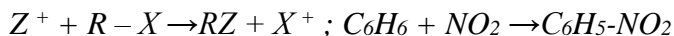


### Üzvi birləşmələrin elektron effektləri.

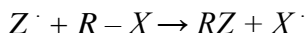
Reagentin həmləsi ilə gedən əvəzlənmə nuklofil əvəzlənmə adlanır. (Sn).



Elektrofil reagentin həmləsi ilə gedən əvəzlənməyə **elektrofil əvəzlənmə** adlanır. (Se)



Radikal reagentin həmləsi ilə gedən əvəzlənməyə radikal əvəzlənmə adlanır. (Sr)



### Üzvi reaksiyaların təsnifatı

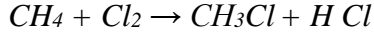
Üzvi reaksiyalar xüsusiyyətlərinə görə iki qrupa bölünür:

- 1) reaksiya məhsullarının nəticəsinə görə;
- 2) reaksiyanın getmə mexanizminə görə

Reaksiya məhsullarının nəticəsinə görə üzrə reaksiyalar 5 yerə ayrılır: əvəzetmə, birləşmə, ayrılma, yenidən qruplaşma və oksidləşmə reduksiya

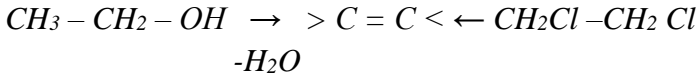
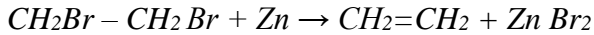
1) əvəzetmə reaksiyası dedikdə, (S ilə işarə olunur) bir qayda olaraq karbon atomu ilə əlaqəli H atomunun və ya atom qrupunun digər element atomu və ya atomlar qrupu ilə əvəzlənməsi başa düşülür.



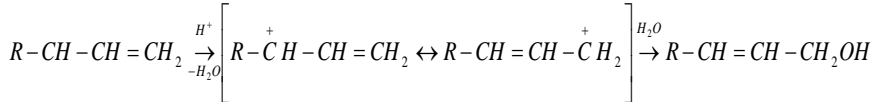


2) Birləşmə reaksiyası eyni (H<sub>2</sub>, Br<sub>2</sub>) və ya müxtəlif (HCl, HCN) molekulların doymamış rabitələrə birləşməsi reaksiyasıdır. Bu reaksiya Ad-i ilə işarə olunur. (addion birləşmə)

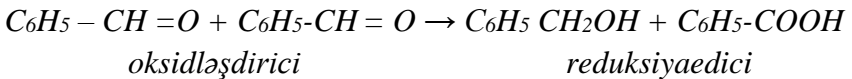
3) Ayrılma reaksiya mahiyyətlə birləşmə reaksiyasının əksidir. Belə reaksiyalar qonşu karbon atomlarından iki atomun və ya atomlar qrupunun ayrılması ilə gedir.



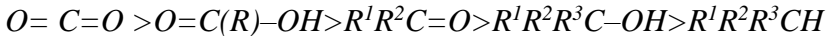
4) Yenidən qruplaşma reaksiyasında funksional qrupların atom və ya atom qruplarının birbaşa yerdəyişməsi (miqrasiya) baş verir. Aralıq məhsul kimi karbokation əmələ gəlir.



5) Oksidləşmə reduksiya reaksiyaları karbon atomu əsas olmaqla oksidləşmə dərəcələrinin dəyişməsilə gedən reaksiyalara deyilir.



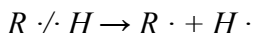
Karbon atomunun oksidləşmə dərəcəsi kimyəvi rabitədə olduğu elektromənfililiyi güclü olan elementlə əlaqəli olaraq dəyişir.



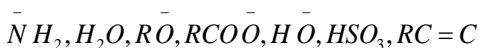
II. Reaksiyanın getmə mexanizminə görə üzvi reaksiyalar üç qrupa bölünür: radikal, ion (elektrofil və nukleofil) və sinxron reaksiyalar.

1. Radikal mexanizmlə ilə gedən reaksiyalar aiddir.  $R$  ( $S_R$  və  $Ad_R$ ) ilə işarə olunur. Belə reaksiyalarda rabitələr homolitik (homoliz) qırılır və sərbəst radikal olunur. İki elektronlu molekul-

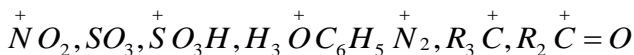
yar orbital cütləşməmiş elektronu olan iki sərbəst radikala parçalanır.



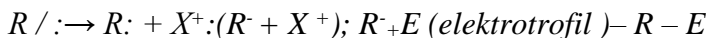
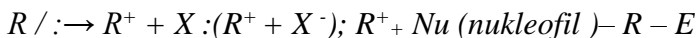
2. İon mexanizmi (elektrofil və nukleofil) ilə gedən reaksiyalara heterolitik (hemoliz) reaksiyalara aiddir. Bu cür reaksiyalarda rabitənin qırılması nəticəsində elektron cütü bir atomda qalır (anion), digər atomda isə vakant boş orbital (kation) qalır. Elektron verməklə və ya ümumiləşdirməklə reaksiyada iştirak edən reagentlərə nukleofil reagentlər deyilir.



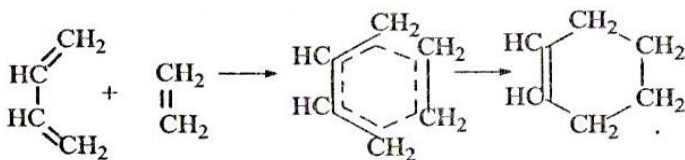
Elektron almaqla (və ya qismən) reaksiyada iştirak edən reagentlərə **elektrofil reagentlər** deyilir.



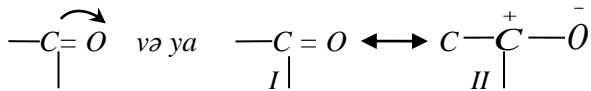
Ümumi halda aşağıdakı kimidir.



3. Sinxron (razılaşdırılmış) reaksiyalarda bir rabitənin qırılması ilə digərinin əmələ gəlməsi eyni vaxtda baş verir. Bu arada sərbəst radikallar və yüklü hissəciklər əmələ gəlmir. Sinxron reaksiyalar əsasən temperaturun təsirindən baş verir.

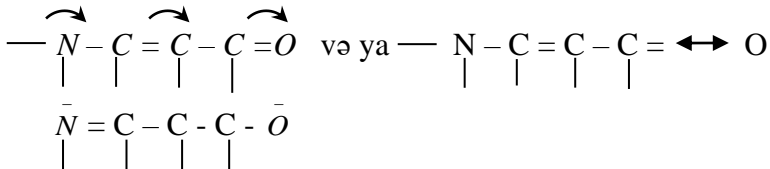


**Mezomer və elektromer effektlər.** Mezomer və elektromer effektlər doymamış birləşmələrdə  $n$  və  $\pi$  elektronlarının sürüşməsini xarakterizə edir. Effekt əyri oxla və ya hüdud quruluşları arasında mezomerlik işarəsini qoymaqla ( $\leftrightarrow$ ) göstərilir.

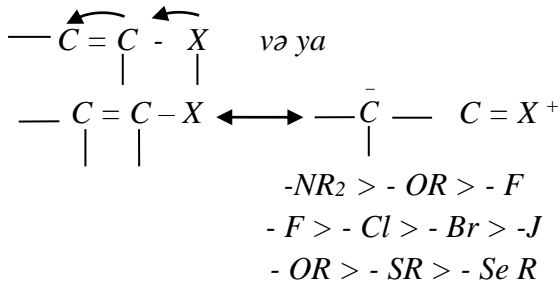


İkinci forma molekulun statik halında  $\pi$  elektronların oksigenə doğru qismən sürüşməsini göstərir.

$n$  və  $\pi$  – Elektronlarının belə sürüşməsi ilk dəfə Louri tərəfindən göstərilmişdir. O hesab edirdi ki, elektron sürüşməsi ancaq xarici təsirin nəticəsində baş verir. Elektron sürüşməsinin molekulun statik (normal) halında baş verə bilməsi fikri İnqold tərəfindən söylənilmişdir.:  $n$ - və  $\pi$ - elektronların belə sürüşməsinə **mezomer effekti** deyilir və  $M$ -lə işarə olunur. (M-effekt). Molekulda donor qrupu ilə bərabər qoşulmuş vəziyyətdə elektronu qəbul edə bilən qrup olduqda elektron sürüşməsi daha güclü olur. Bunu aşağıdakı misal üzərində göstərmək olar:



Əgər atom və ya atomlar qrupu elektronu verərsə onların göstərdiyi effekt müsbət mizomer effekt (+M) hesab olunur. Atomun elektromənfililiyi və ölçüsü artdıqca +M effekt azalır:



Əgər doymamış sistemdə əlaqəli atom və ya atomlar arupu elektronu özünə tərəf çəkərsə onların yaratdığı effekt mezomer ef-

fekt ( $-M$ ) adlanır.

### **Hibridləşmə.**

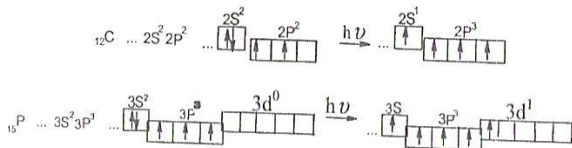
Hibrid orbitallar orbitalların hibridləşməsindən əmələ gəlir. Hibridləşmə üzvi birləşmələrə daxil olan atomların hamısı üçün xarakterik deyil. Bu o zaman baş verir ki, atomun adi halındakı cütləşməmiş elektronların sayı onların əmələ gətirdikləri valentlik rəbitələrinin sayından az olsun. Məsələn, karbonun xarici elektron təbəqəsinin elektron quruluşu  $\dots 2s^2 2p^2$  –yə və yaxud qısa elektron formuluna uyğun gəlir. Onun  $2p$ -orbitalında iki cütləşməmiş elektron var. Ona görə də o iki valent rəbitəsi əmələ gətirərək, iki valentli olmalıdır. Amma buna baxmayaraq, üzvi birləşmələrdə karbon dörd valentli olur. Bu xassə orbitalların hibridləşməsi nəticəsində baş verir.

Hibridləşmə eyni enerji səviyyəsindəki elektronların, yəni xarici elektron təbəqəsindəki elektronların bir yarım səviyyədən digər yarım səviyyədəki boş orbitalara, məsələn  $2s$ -dən  $2p$ -yə,  $3s$ -dən  $3p$ -yə və  $3d$ -yə,  $3p$ -dən  $3d$ -yə və s. keçməsi nəticəsində baş verir.

Buna atomların həyəcanlanması deyilir. Həyəcanlanma şuanın və temperaturun təsiri ilə baş verir.

Həyəcanlanma zamanı cütləşməmiş elektronların sayı artdığına görə atomlar adi hala nisbətən həyəcanlanmış halda daha yüksək valentlik göstərirlər.

Karbon və fosfor atomlarının həyəcanlanmasını qısa elektron formullarından istifadə edərək aşağıdakı kimi göstərmək olar.



Göründüyü kimi həyəcanlanma nəticəsində tək elektronların sayı karbon atomunda ikidən dördə, fosforda isə üçdən beşə yüksəlir.

**$sp^3$ -Hibridləşmə.** Həyəcanlanma nəticəsində üzvi birləşmələrin əsasını təşkil edən karbon atomunun xarici elektron təbəqəsi  $2s$   $2p_x$   $2p_y$   $2p_z$  konfigurasiyasına çevrilir. Xarici təbəqədəki həmin dörd tək elektronlar dörd elektronla cütləşərək, mərkəzində dörd valentli karbon olan tetraedrik konfigurasiyalı molekul əmələ gətirir.

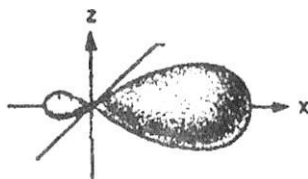
Amma, yuxarıda qeyd edilən dörd elektrondan üçü p-tipli orbitala, biri isə s-tipli orbitala malikdir. Bu orbitallar bir-birindən quruluşlarına enerjilərinə və orbitalları örtmələrinə görə fərqlənirlər. Belə güman etmək olardı ki, bu dörd orbitaldan biri qalan üçündən kəskin şəkildə fərqlənməlidir. Lakin, təcrübədə sübut olunmuşdur ki, rəbitələrin dördü də biri-birinin eynidir.

Bu prosesi belə izah etmək olar:

Karbon atomu həyəcanlandıqda  $2s$ -orbitalın bir elektronu  $2p_z$ -orbitalına keçir. Bundan sonra  $2s$ -orbitalın üç  $2p$ -orbitallarla qarşılıqlı təsiri nəticəsində dörd eyni orbitallar əmələ gətirir.

Buna orbitalların hibridləşməsi, alınan orbitallara isə hibrid orbitalları deyilir.

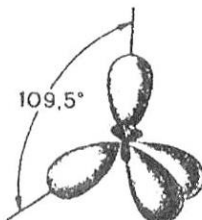
Hibrid orbitallann forması s- və p-orbitalların formasından fərqli olub, müxtəlif ölçülü tərəfləri olan səkkizə oxşayır. Yəni, p-orbitalın bir payı uzanır, digər payı isə gödəlir və hibrid orbital yaranır.



Hibrid orbital

Dörd hibrid orbitalar fəzada bir-birilə  $109^{\circ}28'$  bucaq altında yerləşirlər və mərkəzdə karbon atomunun nüvəsi olmaqla tetraedrin tinbrinə tərəf istiqamətlənilər.

$sp^3$ -Hibridləşmə halında olan karbon atomuna tetraedrik karbon da deyilir.



$sp^3$ -Hibridləşmiş karbon atomu

Elə birləşmələr var ki,  $sp^3$ -hibridləşmə halında olmasına baxmayaraq, quruluşca ideal tetraedrik konfigurasiyadan kənara çıxır. Buna molekulların qeyri-simmetrikliyi və geometrik faktorlar səbəb olur.

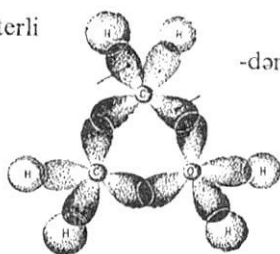
Məsələn, metilxlorid  $CH_3Cl$  molekulundakı qüvvətli elektromənfı atom olan xlor C-Cl rabitəsindəki elektron cütünü özünə tərəf çəkir və molekulda eb hibridləşmə baş verir ki, orbitalın bir tərəfi daha çox s-xarakterli, digər hissəsi isə daha çox p-xarakterli olur. Nəticədə, ideal tetraedrik konfigurasiya pozulur.

Geometrik faktorların tetraedrik konfigurasiyaya təsirini tsiklopropana aid misalda göstərmək olar:

Tsiklopropan molekulunda karbon atomları arasındakı rabitə bucaqları  $60^{\circ}$  -yə bərabərdir.

Karbon atomunun hibridləşməmiş p-orbitalları arasındakı bucaq  $90^\circ$ -yə, hibridləşmiş p-orbitallar arasındakı bucaq isə  $109^\circ 51'$ -yə bərabərdir. Göründüyü kimi, tsiklopropanın tsikl bucağı hibridləşməmiş p-orbitalların bucağına ( $90^\circ$ ) daha yaxındır. Ona görə də tsiklopropan tsiklindəki rabitəbr metan orbitallarına nisbətən daha çox p-xarakterli orbitalların örtülməsi nəticəsində yaranır. Ona görə də, tsiklopropandakı C-H rabitələr 25%-dən çox s-xarakterlidir və metandakı C-H rabitələrdən gödəkdir.

25%-dən çox s-xarakterli



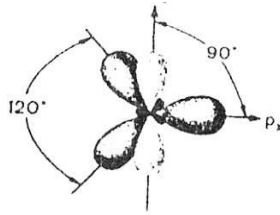
-dən75% çox p-xarakterli

### Tsiklopropan tsiklindəki rabitələr

Real tetraedrik hibridləşmə çox az miqdarda doymuş molekularda olur. Ancaq, doymuş karbon atomunda rabitələrin əmələ gəlməsi  $sp^3$ -orbitalların yaranması hesabına baş verir.

$sp^2$ -Hibridləşmədə bir dənə s və iki p-orbital iştirak eləyib, üç eyni qiymətli hibrid orbitallar əmələ gətirir. Formaca onlar da müəyyən həcmli səkkizə oxşayırlar. Ancaq,  $sp^3$ -hibrid orbitallardan fərqli olaraq  $sp^2$ -hibrid orbitallardakı səkkizin böyük tərəfi nisbətən kiçik olur.  $sp^2$ -hibrid orbitallann üçü də bir müstəvi üzərində yerləşir və aralarındakı bucaq  $120^\circ$ -yə bərabər olur. Onların tillərini birləşdirdikdə bərabərtərəfli üçbucaq alınır.

p-Orbitallardan biri hibridləşməyərək sərbəst qalır. O, bərabərtərəfli səkkizə oxşar həcmə malik formanı saxlayır və  $sp^2$ -hibrid orbitalların yerləşdiyi müstəviyə perpendikulyar olaraq yerləşir.



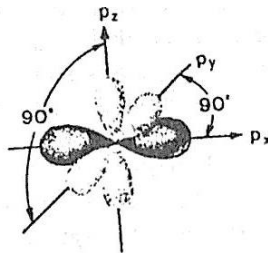
### sp<sup>2</sup>-Hibridləşmiş karbon atomu

Hibridləşməmiş p-orbitalla hibridləşmiş orbitallar arasındakı bucaq 90°-yə bərabər olur.

sp<sup>2</sup>-Hibridləşmə halında olan karbon atomuna ikiqat rabitəli karbon atomlarının hamısı, o cümlədən etilendəki, divinildəki, karbonil və karboksil qruplarındakı, benzol, naftalin, antrasen, furan, tiofen, pirrol nüvələrindəki karbon atomlarının hamısı aiddir.

sp-Hibridləşmədə bir s və bir p-orbital iştirak eləyir və iki eyni hibrid orbital əmələ gəlir. Bunlar da səkkizə oxşayır, amma səkkizin böyük tərəfi sp<sup>2</sup>-hibrid orbitallardakı səkkizin böyük tərəfindən qısa olur. Onlar bir düz xətt üzərində yerləşməklə, nüvədən bir-birinə əks istiqamətdə istiqamətlənirlər.

Biri-birinə perpendikulyar yerləşən iki hibridləşməmiş p-orbitallar bərabərtərəfli səkkiz formasını saxlayır.



### sp-Hibridləşmiş karbon atom

Belə hibridləşmədə orbitallar arasındakı bucaq 90°-yə bərabər olur.

sp-Hibridləşmiş karbon atomuna üçqat rabitəsi olan karbon atomları (alınır HC = CH, nitrillər R-C = N və s.) aiddir.



## 2. DOYMUŞ KARBOHİDROGENLƏR. ALKANLAR

$C_nH_{2n+2}$  formuluna uyğun gələn hidrogen və başqa atom və ya atomlar qruplarını birləşdirməyən açıq zəncirli karbohidrogenlər sırasına doymuş karbohidrogenlər deyilir. Açıq zəncirli doymuş karbohidrogenlər alifatik, alkan, parafin və ya metan sırası kimi adlandırılırlar. Doymuş karbohidrogenlər sırası bir-birindən  $-CH_2-$  ilə fərqlənir.

$CH_4$ – Metan	$C_{11}H_{24}$ - Undekan
$C_2H_6$ – Etan	$C_{12}H_{26}$ – Dudekan
$C_3H_8$ – Propan	$C_{13}H_{28}$ – Tridekan
$C_4H_{10}$ - Butan	$C_{19}H_{40}$ – Nonadekan
$C_5H_{12}$ – Pentan	$C_{20}H_{42}$ – Eykozan
$C_6H_{14}$ – Heksan	$C_{30}H_{62}$ – Triakontan
$C_7H_{16}$ – Heptan	$C_{40}H_{82}$ - Tetrakontan
$C_8H_{18}$ – Oktan	$C_{50}H_{102}$ - Pentokantan
$C_9H_{20}$ – Nonan	$C_{100}H_{202}$ - Hektan

Bir hidrogen atomu qoparıldıqda radikallar alınır. Ümumi formulları  $C_nH_{2n+1}$   $14n+1$

$-CH_3$  Metil  
 $-C_2H_5$  Etil  
 $-CH_2-CH_2-CH_3$  Birli propil

$CH_3-CH-CH_3$  İkili propil, izopril  
 |

$CH_3-CH-CH_2-CH_3$  İkili butil  
 |

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-$  Birli butil

$CH_3$

|

$CH_3-C-$  Üçlü butil

|

$CH_3$

$CH_3-CH-CH_2-$  izobutil

|

$CH_3$

Doymuş karbohidrogenlərdə  $sp^3$  hibridləşmə vəziyyətindədir.

**Adlandırılması:** Əsasən üç adlandırma mövcuddur ;

1. Tarixi – qədim adlardan istifadə olunur. Bu adlandırmaya

təsadüfi və ya trivial adlanma deyilir. İlk dörd nümayəndəsi belə adlanır. 5-dən başlayaraq yunan saylarının sonuna “n” əlavə etməklə adlanır.

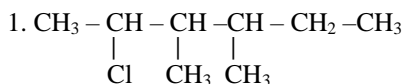
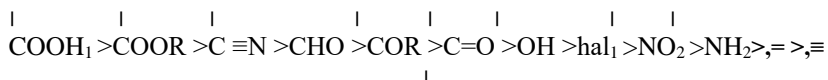
2.Səmərəli (rasional) adlanma – Əsasən metanın törəməsi kimi baxılır. Ən çox şaxələnmiş C-atomu metan kimi qəbul olunur, radikallar oxunur və axırda metan sözü deyilir.

3.Sistematik (beynəlxalq) adlanma (İnternasional Unton of Pure and Applied Chemistry) qısa şəkildə İUPAK (YUPAK) getdikcə təkmilləşir. Bu cür adlandırma aşağıdakı qaydadadır;

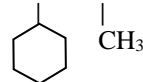
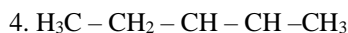
Ən çox şaxələnmiş, ən uzun C-zənciri seçilir, şaxə çox və yaxın yerdən nömrələnir, ən kiçik radikaldan başlayaraq ən böyük radikala doğru adları və yerləri yazılır, uzun zəncir oxunur.

Əgər zəncirdə doymuş doymamış rabitələr və digər atom qrupları varsa zəncirin nömrələnməsi böyük qrup olan yerdən başlanır. Əgər eyni uzunluqda zəncir olarsa üstünlük doymamış rabitə olan zəncirə verilir.

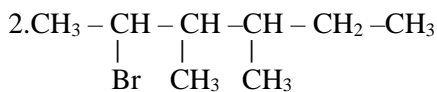
Əvvəl = sonra ≡ rabitə adlanır, axırda böyük qrupun adı ilə bitir.



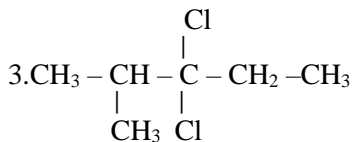
3,4 dimetil 2 xlor heksan



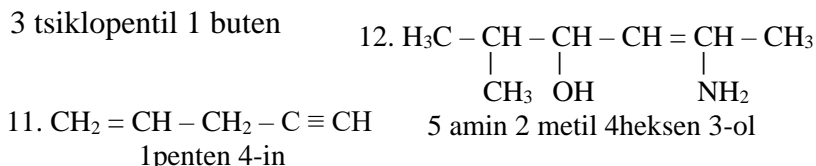
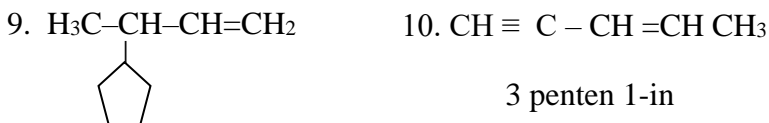
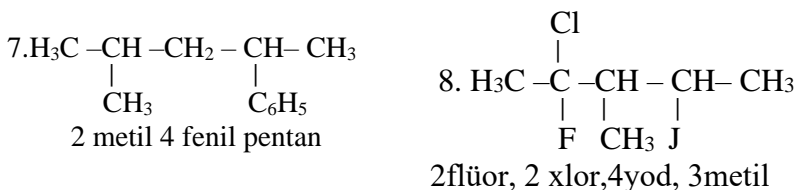
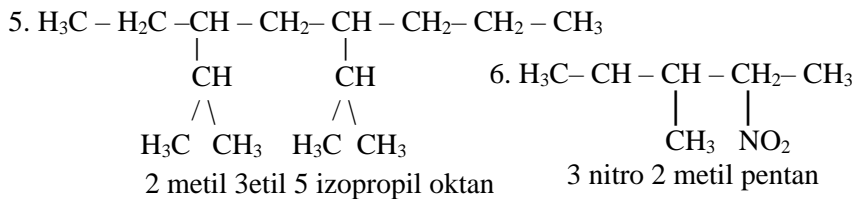
2 metil 3 heksilpentan



4 brom 2,3 dimetil heksan

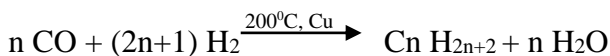


3,3 dixlor 2 metil pentan



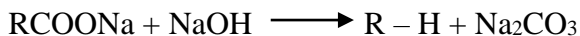
### ***Alınma üsulları:***

a) Sənayedə alkanlar neftdən fraksiyalı distillə üsulu ilə alırlar, bu qarışıq benzin (və ya sintetik benzin adlanır).



b) laboratoriyada alkanları aşağıdakı üsullarla alırlar:

1. Doymuş bir əsaslı C-turşularının Na duzunun NaOH ilə qarşılıqlı təsirindən alınır.



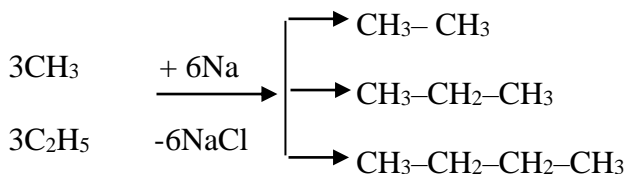
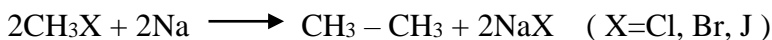
2.  $\text{Al}_4\text{C}_3$ -ün su ilə qarşılıqlı təsirindən



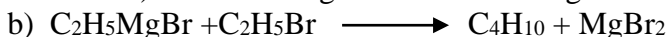
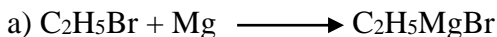
### 3. Doymamış karbohidrogenlərin hidrogenləşməsindən



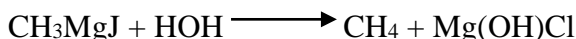
4. Vürs üsulu ilə alkanların monohalogenli törəmələrinin Na (və ya K) metallarının qarşılıqlı təsirindən. (bu üsulla yalnız metan alınmır)



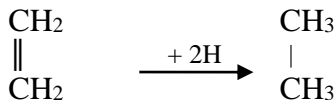
5. Hallogen alkillərə susuz efir məhluluna maqnezium qırıntılarının ilə təsiri (Qrinyar reaksiyası)



6. Metal - üzvi birləşmələrə su ilə təsir etməklə  
Yaxud Qrinyar reaktivinə su ilə təsir etməklə



7. Müxtəlif üzvi birləşmələrin reduksiyası nəticəsində doymamış karbohidrogenləri Ni, Pt və ya Pd k/t iştirakı ilə hidrogenləşdirdikdə



8. Halogenli birləşmələri (Na amalgaması və su, Na metalı və spirt yaxud Zn+HCl reduksiya etdikdə) atomar hidrogenin reduksiyasından



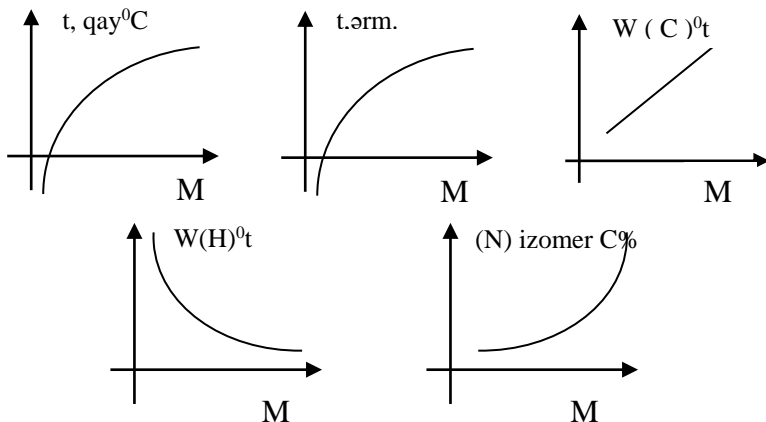
Bir çox üzvi birləşmələri HJ ilə reduksiya etməklə



**Fiziki xassələri:**

Doymuş karbohidrogenlərin C<sub>1</sub>-C<sub>5</sub> onlar qaz, C<sub>5</sub>-C<sub>16</sub>-maye, C<sub>16</sub>-isə bərk halında olurlar.

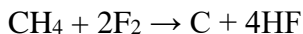
Doymuş karbohidrogenlərin molekul kütlələri artdıqca onların qaynama dərəcələri, ərimə dərəcələri və sıxlıqları yüksəlir.



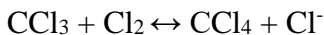
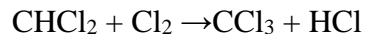
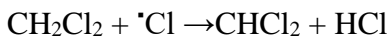
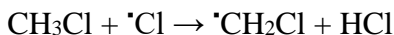
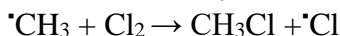
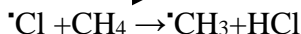
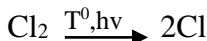
**Kimyəvi xassələri:** Doymuş karbohidrogenlər əvəzetmə reaksiyalarına girir.

**a) Əvəzetmə reaksiyaları**

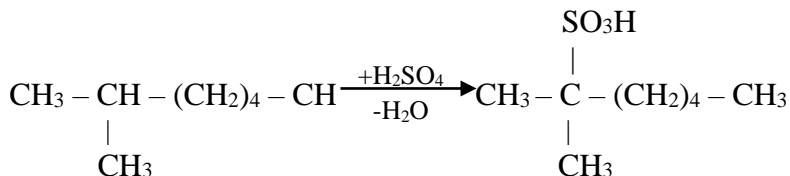
1. Flüor adi şəraitdə metanla partlayışla reaksiyaya girir



2. Xlorla metanın girməsi üçün onların qarışığı ya qızdırılmalı, ya da ultrabənövşəyi şüalarla işıqlandırılmalıdır. Reaksiya radikal mexanizmi üzrə baş verir.

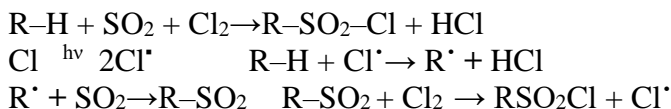


3. Sulfat turşusu adi şəraitdə təsir etmir. Yüksək temperaturda isə oksidləşdirici kimi təsir edir. Ancaq HNO<sub>3</sub>-lə qarışdırıldıqda əvəzetmə reaksiyası gedir.



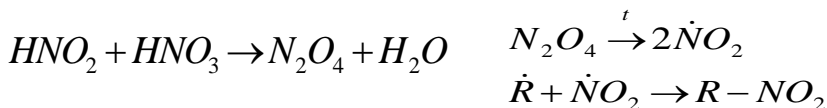
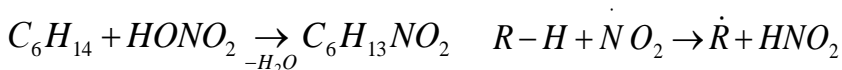
### Sulfoxlorlaşma reaksiyası

Reaksiyanın **sulfoxlorlaşma reaksiyası** zəncirvarı radikal əvəzlənmə mexanizmi üzrə gedir:



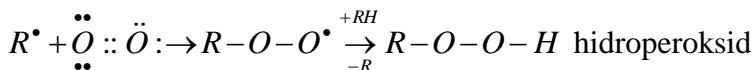
4. Nitrat turşusu duru məhlul halında, 100<sup>0</sup>C-də, təzyiqdə qızdırıldıqda karbohidrogenlərin nitrobirləşmələri əmələ gəlir.

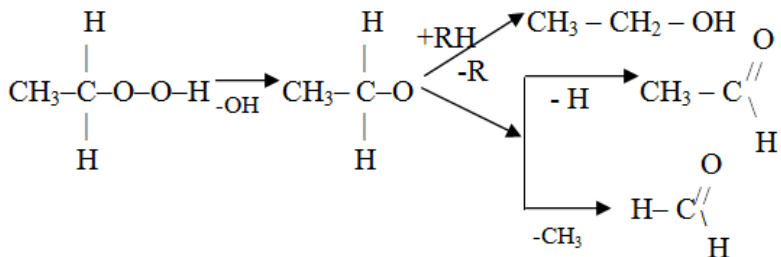
Reaksiya radikal mexanizmi üzrə baş verir.



### b) Oksidləşmə reaksiyası

Oksigen və oksidləşdiricilər yüksək t<sup>0</sup> müxtəlif birləşmələrə çevrilir.

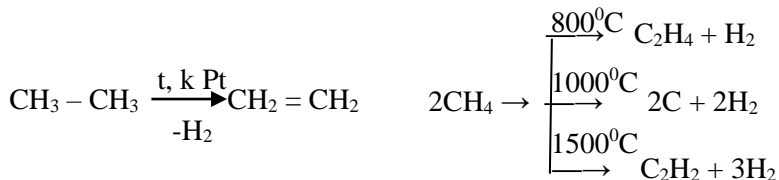




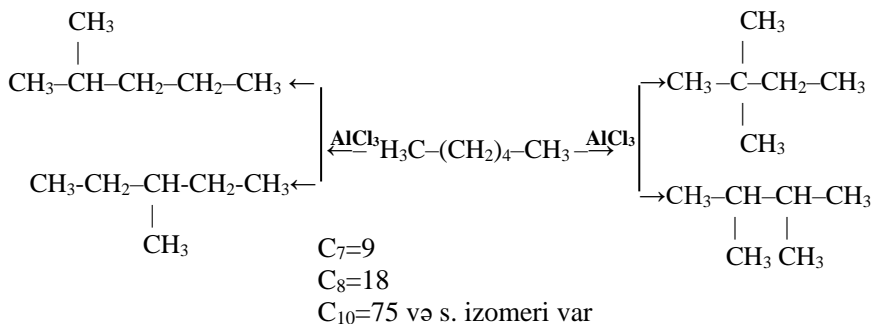
c) **Parçalanma reaksiyaları** (reaksiya yüksək temperaturda və katalizatorların iştirakı ilə gedir. Yüksək C-lu karbohidrogenlər qızdırıldıqda doymuş və doymamış karbohidrogenlərə parçalanırlar).



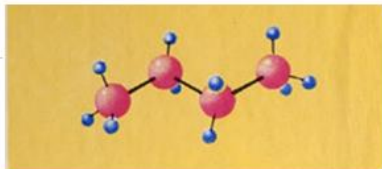
d) **Dehidrogenləşmə reaksiyası.** Doymuş karbohidrogenlər qızdırdıqda aşağıdakı kimi müxtəlif doymamış birləşmələr alınır:



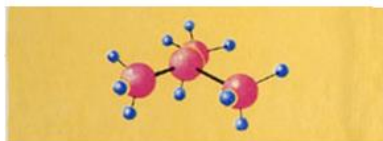
**İzomerləşmə reaksiyaları.** Yüksək temperaturda  $\text{AlCl}_3$  katalizatorluğu ilə doymuş karbohidrogenlərin bir neçə izomerləri alınır



## BUTANIN İZOMERLƏRİ

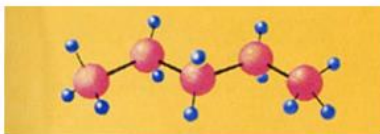


normal butan

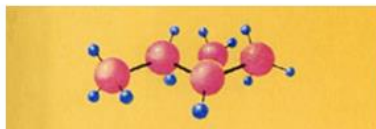


izobutan

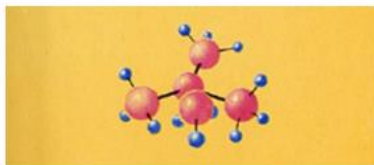
## PENTANIN İZOMERLƏRİ



normal pentan



2-metilbutan



2,2-dimetilpropan

**Tətbiq sahələri** - Doymuş karbohidrogenlərin özləri və birləşmələri müxtəlif məqsədlər üçün geniş istifadə edilir. Metan təbii qaz kimi aqrar sahədə istixanaların isidilməsində istifadə edilir. Metandan metil spirti, asetilen, etilen alınmasında, kənd təsərrüfatı zərərvericilərinə qarşı dərman preparatlarının hazırlanmasında geniş istifadə olunur.  $C_6H_{14}$ ,  $C_7H_{16}$  həlledici kimi geniş tətbiq edilir.  $C_2H_6$  –çoxlu halogenli törə-mələrindən (əsasən xlorlu) sənayedə və aqrar sahədə geniş istifadə edilir. Benzinin tərkibi əsasən maye tərkibli doymuş karbohidrogenlər təşkil edir. Qazoyl, kerosin kənd təsərrüfatı maşınlarının əsas yanacaq xammalıdır. Sürtgü yağları, qudron-asfalt salınmasında geniş istifadə olunur.



### 3. ALKENLƏR. ALKADIENLƏR.

Molekulda karbon atomları arasında bir ikiqat rabitəsi (C=C) olan açıq zəncirli doymamış karbohidrogenlər alkenlər və ya etilen sırası karbohidrogen deyilir.  $C_nH_{2n}$  ümumi formuluna malikdirlər. Açıq zəncirli karbohidrogenlərdə ikiqat rabitə olan karbonlar  $sp^2$  hibridləşmə vəziyyətindədir. Adlanmada sonluqları “en” şəkilçiləri ilə bitir. Bir hidrogen atomu qopardıqda radikalları alınır ki, sonluqları “enil” şəkilçiləri ilə bitir. ( $C_nH_{2n-1}$ )

$CH_2=CH_2$  –eten, etilen

$CH_2 = CH - CH_3$  – propen, propilen

$CH_2 = CH - CH_2 - CH_3$  – buten, butilen

$CH_2 = CH - (CH_2)_2 - CH_3$  - penten, pentilen

$CH_2 = CH - (CH_2)_3 - CH_3$ - heksen, heksilen

$CH_2 = CH - (CH_2)_4 - CH_3$  – hepten, heptilen

#### Radikalları

$CH_2 = CH -$  vinil, etenil

$CH_2 = CH - CH_2 -$  allil, propen 2-il

$CH_2 = C - CH_3$  izopropenil, 1-metil etenil

|

Aşağıdakı üsullarla adlandırılır:

1) **Trivial adlandırılma:** Eyni sayda karbon atomu olan alkanın adının sonuna “ilen” şəkilçisi əlavə edilir.  $C_5H_{10}$  amil spirtindən ( $C_5H_{11}OH$ ) alındığı üçün amilen adlanır.

2) **Səmərəli adlandırılma:** (rasional) Bu üsulda ikiqat rabitəli karbonlar etilen kimi qəbul olunur. Ona birləşən radikallar oxunur və axırda etilen sözü əlavə edilir.

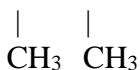
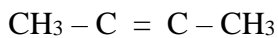
$CH_3 - CH = CH - CH_3$

Dimetil etilen simmetrik

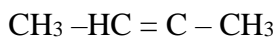
dimetiletilen

$CH_3 - CH = CH_2$

Metil etilen



Tetrametiletilen

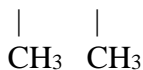


Trimetiletilen

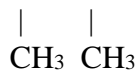


Qeyri simmetrik dimetiletilen

Beynəlxalq və ya sistematik adlandırma: İkiqat rabitə daxil olmaqla ən uzun zəncir seçilir. İkiqat rabitə yaxın olan yerdən nömrələnir. Əvvəlcə kiçik radikalların, sonra isə böyük radikal-ların adı və yeri yazılır. Sonra ikiqat rabitənin yeri yazılmaqla uzun zəncir müvafiq karbohidrogenə uyğun “en” sonluğu ilə oxunur.



3, 4 dimetil penten - 2

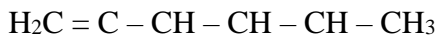


3,4 dimetil heksen - 2

Əgər alken molekulunda halogen atomu olarsa, ilk növbə-də hallogen atomunun birləşdiyi karbonun nömrəsi və hallogenin adı deyilir. (F, Cl, Br, J ardıcılığı ilə) –sonra radikallar ardıcılıqla oxunur.

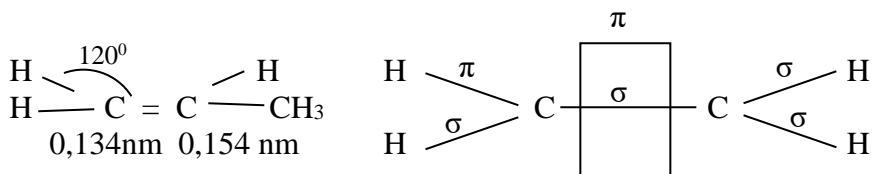


1,2 dixlor propen



2-flüor 3-xlor 5-brom 4-metil heksen-1

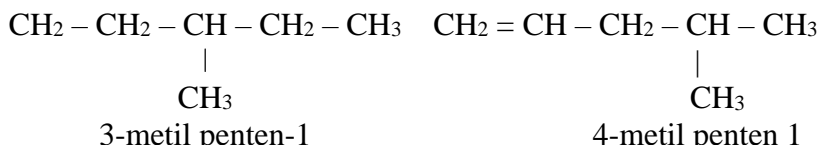
**Alkenlərin quruluşu və izomerliyi:** Alkenlərdə ikiqat rabi-tə rabitənin biri siqma  $\sigma$  (mərkəzlərini birləşdirən düz xətt boyun-ca əmələ gələn rabitə), o biri isə pi  $\pi$  (müstəvini perpendikulyar istiqamətdə örtən rabitə) rabitə adlanır.  $sp^2$  hibrid orbitalları  $120^\circ$  bucaq altında bir-birini örtür.  $>\text{C} = \text{C}<$  – rabitəsinin uzunluğu 0,134 nm C – C – arası məsafə isə 0,154 nm-dır.



Mr (alken) = 14 n. İki qonşu alkenin molyar kütləsinin cəmi  $28n+14$  ilə, orbitalların ümumi sayı  $4n-2$ , rabitələrin ümumi sayı  $3n$  düsturları ilə ifadə olunur.

Aşağıdakı izomerlik növləri vardır:

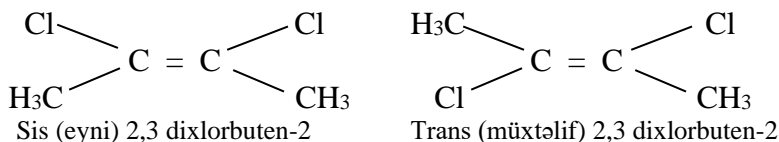
**1. Zəncir izomerliyi** – alkenlərdə zəncirin quruluşunun dəyişməsi ilə müəyyən olunur.



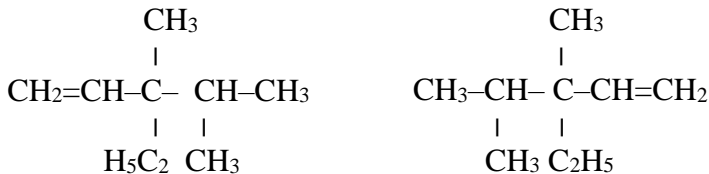
**2. Vəziyyət izomerliyi** – ikiqat rabitənin zəncirdə yerini dəyişməsilə müəyyən olunur.



**3. Həndəsi izomerlik (fəza izomerliyi)** ikiqat rabitəyə nəzərən radikalların və ya atomların (atom qruplarının) yerini dəyişməsilə müəyyən olunur.



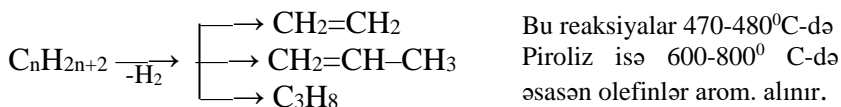
**4. Optik izomerlik.** Assimetrik karbon atomu olan alkenlərdə bu izomerlik mümkündür.



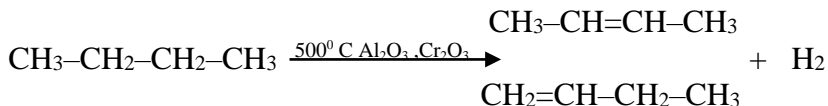
**Alınma üsulları:**

a) Sənayedə aşağıdakı üsullar ilə alınır:

1. Termiki krekinq və piroliz reaksiyalarından (neft fraksiyl.) alırlar.

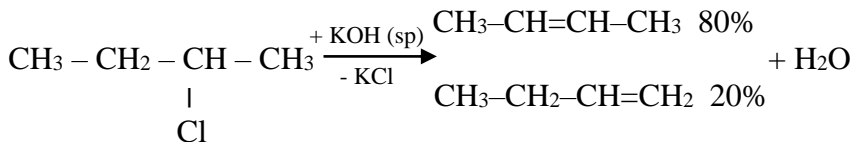


2. Alkanların dehidrogenləşdirilməsindən və parçalanmasından

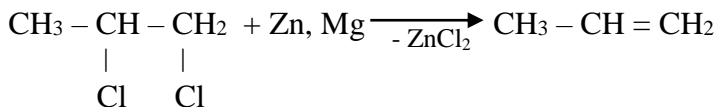


b) Laboratoriyada:

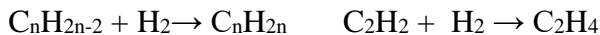
1. Birhalogenli törəmələrə KOH (sp) təsir etməklə



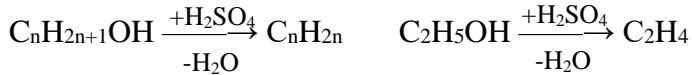
2. Yanaşı dihalogenli alkanlara Zn, Mg-la təsir etməklə.



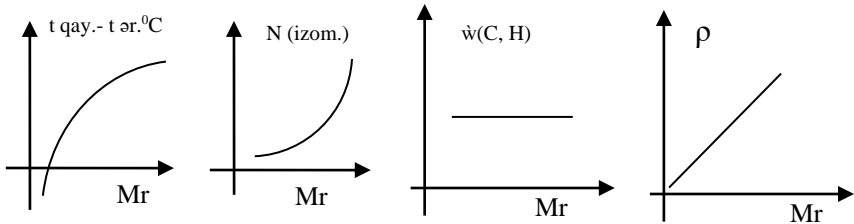
3. Alkinlərin hidrogenləşməsi ilə



4. Biratomlu spirtlərin dehidratlaşması ilə (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> iştirakı ilə)



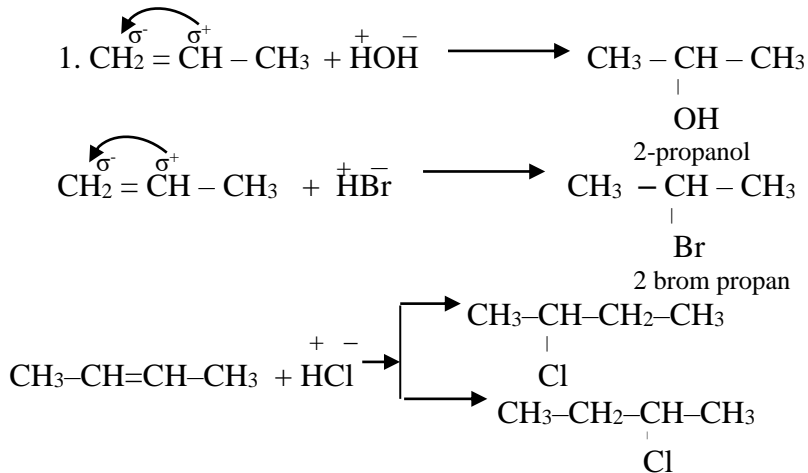
**Fiziki xassələri:** Alkenlər suda pis həll olur. C<sub>2</sub> – C<sub>4</sub> – qaz, C<sub>5</sub> – C<sub>17</sub> – maye, C<sub>18</sub>-də yuxarı bərk halda olurlar. Eyni karbonu olan doymuş karbohidrogenlər nisbətən sıxlıqları çoxdur. İkiqat rəbətəsi zəncirin kənarında olan alkenlərin bir sıra xassələrinin onların molyar kütləsindən asılılıq qrafiki aşağıda verilir.



**Kimyəvi xassələri:** Birləşmə, oksidləşmə, yanma, izomerləşmə, polimerləşmə reaksiyaları xarakterikdir.

a) Birləşmə reaksiyaları – H<sub>2</sub>O, Hhal, HCN molekulları

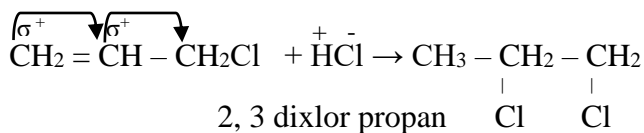
**Markvnikov qaydası** əsnasında birləşir.



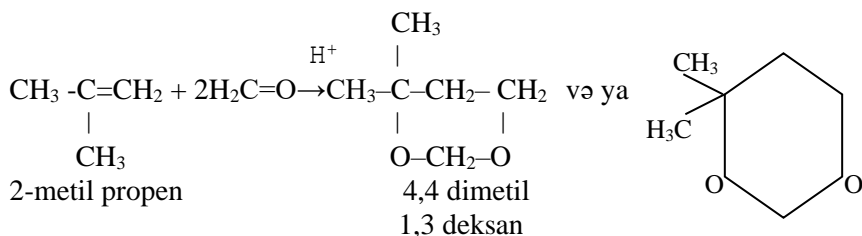
Bu reaksiyada Markovnikov qaydası tətbiq olunmur. Çün-

ki ikiqat rabitədə hər iki karbonlar eyni güclüdür.

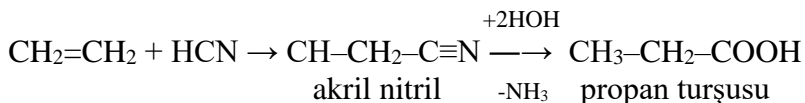
**Xaraş effekti**-Markovnikov reaksiyasının əksinə baş verir.



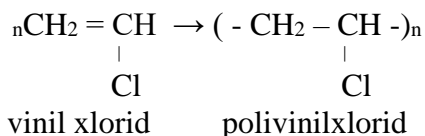
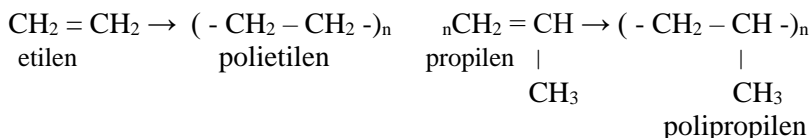
Formaldehidin birləşmələri (Prins reaksiyası)



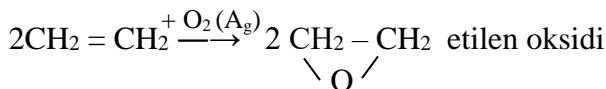
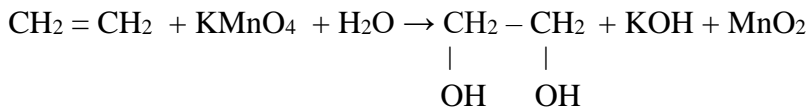
3. Sianid turşusu ilə nitrillər alınır. Ona su ilə təsir etdikdə turşu alınır və zəncir uzanır.



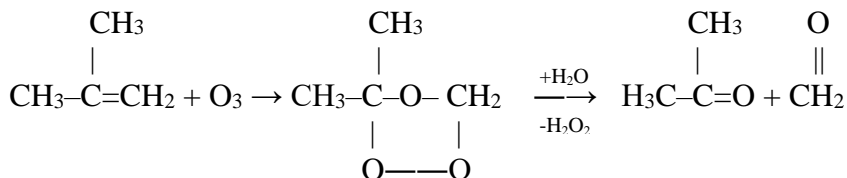
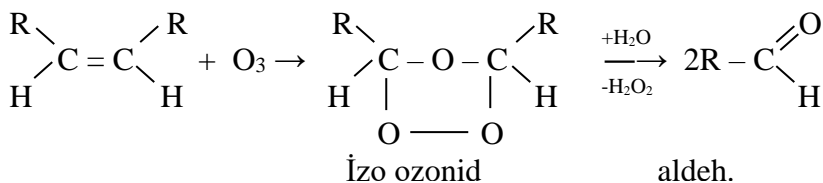
**4. Polimerləşmə reaksiyası**-Yüksəkmolekullu birləşmələr alınır.



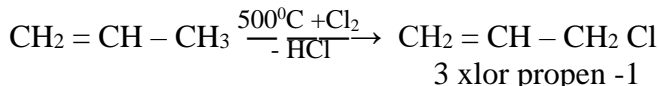
**5. Oksidləşmə reaksiyası**- Oksidləşdiricilərin təsiri ilə baş verir.



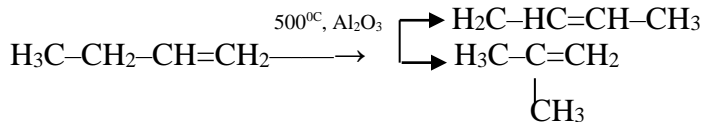
**6. Ozonlaşma-** Bu reaksiyalara görə alkenlərin quruluşu bilinir.



**7. Əvəzətmə reaksiyaları -** Xüsusi şəraitdə yan zəncirdə metil qrupunda əvəzətmə baş verir.



**8. İzomerləşmə**-katalizatorların iştirakı ilə müxtəlif izomerləri alınır.

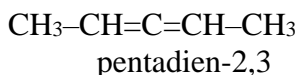
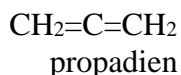


**Tətbiq sahələri:** Alkenlərin tətbiq sahələri çox genişdir. Belə ki, onlardan bir çox üzvi birləşmələrin sintezində istifadə olunur. Spirtlərin aldehidlərin, turşuların, xlorlu törəmələrinin

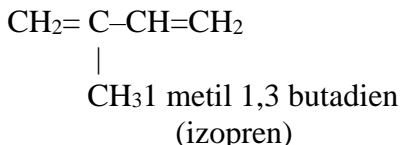
(hansı ki, aqrar sahədə geniş istifadə olunur) və s. alınmasında geniş istifadə edilir. Onlardan alınan polietilen, polipropilen, xlorpren və s. polimerlərindən aqrar sahədə, istixanalarda, fermalarda geniş istifadə edilir. Etiləndən aqrar sahədə meyvələrin tez yetişdirilməsində istifadə edilir. Bu xassə etilenin fermentlərin fəallığının artırılması ilə izah olunur. Dünyada ildə 100 min ton etilen, 50 min ton propilen istehsal edilir ki, onlardan müxtəlif əhəmiyyətli birləşmələr alınır.

Molekulunda iki ikiqat rabitəsi və ümumi formulu  $C_nH_{2n-2}$  olan açıq zəncirli karbohidrogenlər dien karbohidrogeni və ya alkadienlər adlanır. Dien karbohidrogenin müvafiq alkenin “en” şəkilçisi “dien” şəkilçisi ilə əvəz olunmaqla adlandırılır. Beynəlxalq nomenklaturaya görə adlandırmada 2 – ikiqat rabitə daxil olmaqla ən uzun zəncir seçilir. Nömrələnmə ikiqat rabitənin birinin yaxın olduğu tərəfdən başlanır. Zəncirə birləşən radikallar oxunur uzun zəncir oxunmaqla ikiqat rabitələrin yerləri göstərilir (nömrələnir). Aşağıdakı kimi təsnif olunurlar.

1. Komulə olunmuşlar (yanaşı)-ikiqat rabitələr yanaşı (qonşu) karbonlarda yerləşir.

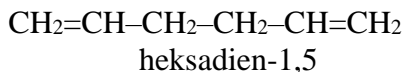


2. Konyuqə olunmuşlar (qoşulmuş)-ikiqat rabitələr bir bir-qat rabitə ilə birləşirlər.



3. İzolə olunmuşlar–ikiqat rabitələr arasında 2 və ya daha çox  $-\text{CH}_2$  qrupu olur.

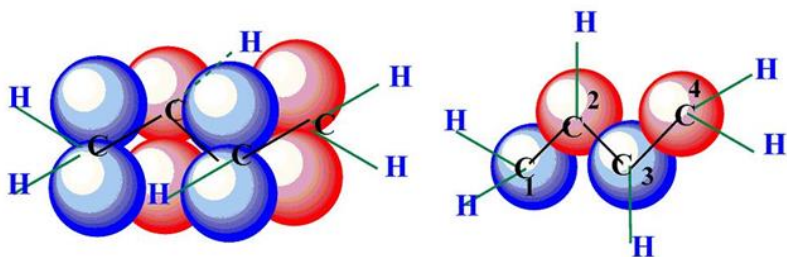




Ən əhəmiyyətli nümayəndələri butadien-1,3 və izoprendir.

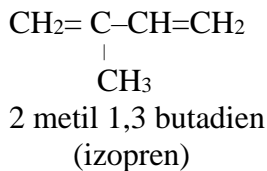
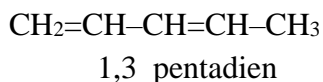
Alkadienlərdə molekulda hibrid orbitalların sayı  $4n-4$ , siq-  
ma rabitələrin ümumi sayı  $3n-3$ , rabitələrin ümumi sayı  $3n-1$ , orbi-  
talların ümumi sayı  $6n-2$ , molyar kütlələri  $14n-2$  düs-turları ilə  
hesablanır.

### BUTADIEN-1.3 MOLEKULUNUN QURULUŞU

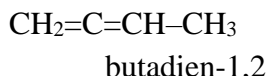


Aşağıdakı izomerlik növləri mövcuddur.

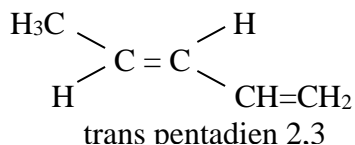
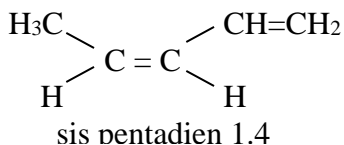
1. **Quruluş (zəncir) izomerliyi.** Zəncirin quruluşu dəyişir.



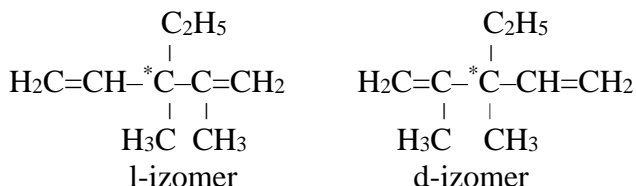
2. **Vəziyyət izomerliyi** (rabitənin yerinin dəyişməsi).



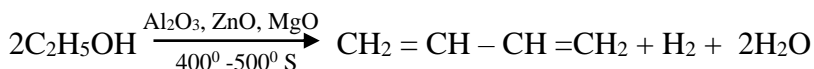
**Fəza (həndəsi, sis, trans) izomerliyi.**



**Optiki izomerlik:** Assimetrik karbon atomu olan alkadienlər optiki izomerlik əmələ gətirir.

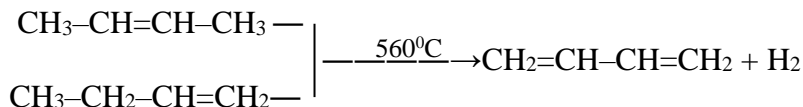


**Alınma üsulları:** 1. Lebedev üsulu-etil spirtinin dehidratlaşması və dehidrogenləşməsindən alınır.

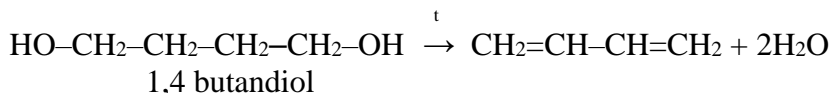


Bu üsul 1960-70-ci illərə qədər istifadə olunmuşdur. Hazırda aşağıdakı üsullarla alınır.

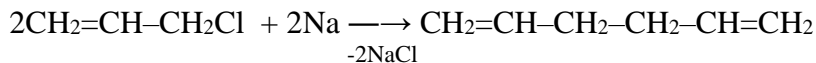
2. Alkenlərin dehidrogenləşməsindən alınır.



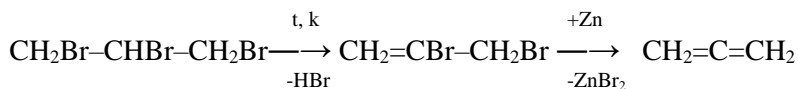
3. İkiatomlu spirtlərin dehidratlaşmasından alınır.



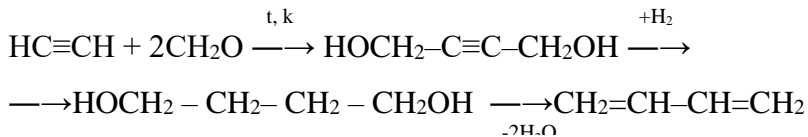
4. Hallogenli alkenlərə Na-la təsir etməklə (Vürs üsulu).



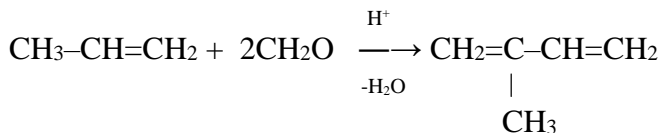
5. Yanaşı üçhallogenli törəmələrdən aşağıdakı üsulla alınır.



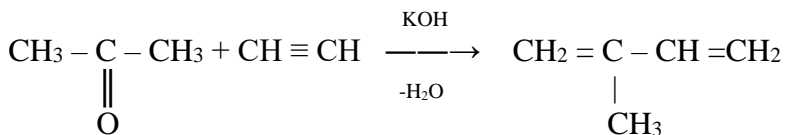
6. Alkinlərə formaldehidin təsirindən.



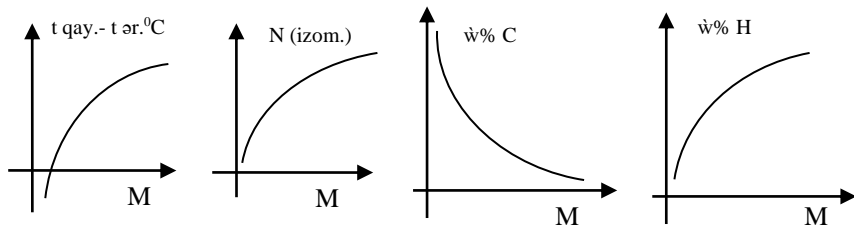
7. Prins reaksiyası (alkenlərə formaldehidin təsirindən).



8. Favorski reaksiyası (ketonlarla alkinlərin qarşılıqlı təsirindən).

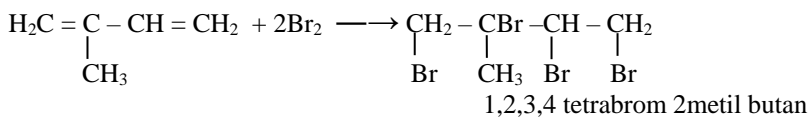
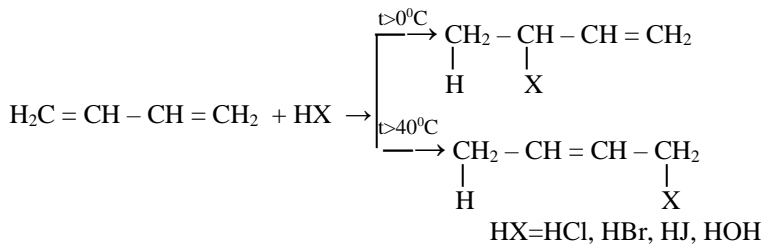
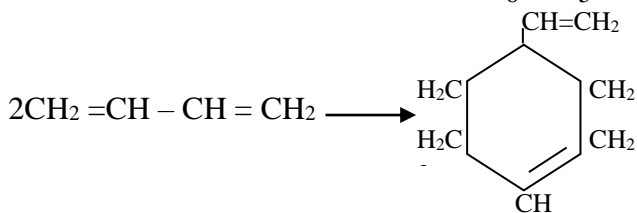
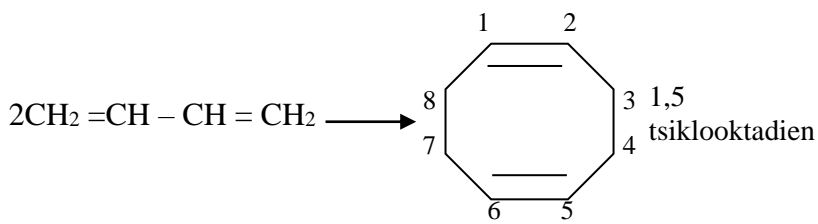
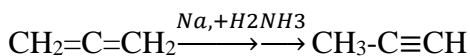
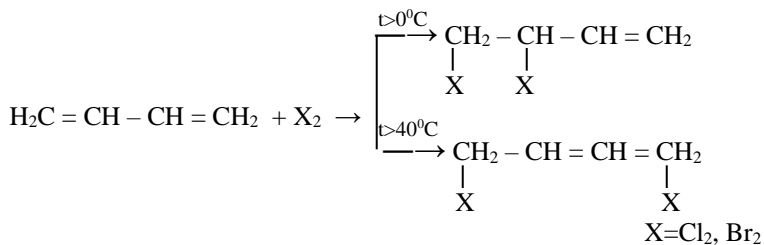


**Fiziki xassələri:** Butadien 1,3 qaz, izopren mayedir, sonrakı nümayəndələrinin molyar kütləsi artdıqda bərk hala keçirlər. Molyar kütlələrindən asılı olaraq bəzi fiziki sabitlərinin dəyişməsi aşağıdakı qrafiklərdən görmək olar.



**Kimyəvi xassələri:**

Birləşmə reaksiyaları hallogenlər və Hhal-lər HOH alkanlərlərə 1,2 (0° C-dən aşağıda) və ya 1,4 (40° C-dən yuxarı) vəziyyətdə birləşə bilirlər.

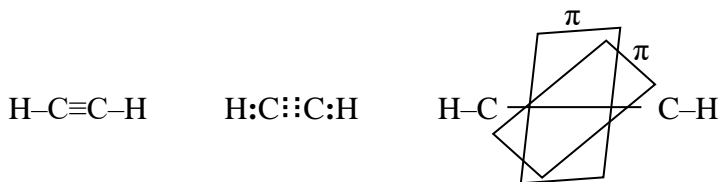




dən aqrar sahədə maşın, traktorlar, kombaynların hissələri, təkərləri hazırlanır. Həmçinin müxtəlif qablar, alətlərin dəstəkləri, ələklər, xüsusi geyimlər hazırlanır. Bu məhsullar bir çox yerdə metalları əvəz edərək yaxşı nəticə göstərirlər. Həmçinin qapı və pəncərə hazırlanmasında bir çox məqsədlərdə geniş istifadə olunur.

#### 4. ALKİNLƏR, ASETİLEN SİRASI KARBOHİDROGENLƏRİ.

Molekulunda bir üçqat rabitəsi olan  $C_nH_{2n-2}$  formuluna malik alifatik açıq zəncirli karbohidrogenlər sırası Alkinlər və ya asetilen sırası karbohidrogenləri adlanır. Alkinlər də üçqat rabitə ilə birləşən karbon atomları  $sp$  hibridləşmə vəziyyətindədir və  $180^\circ$  bucaq əmələ gətirirlər (yəni açıq bucaqlar). Alkinlər bir-birindən  $-CH_2-$  qrupu ilə fərqlənilirlər. Doymuş karbohidrogenə olan “an” şəkilçisi “in” şəkilçisi ilə əlavə etməklə oxunur. Quruluşu aşağıdakı kimidir.

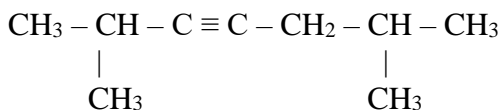
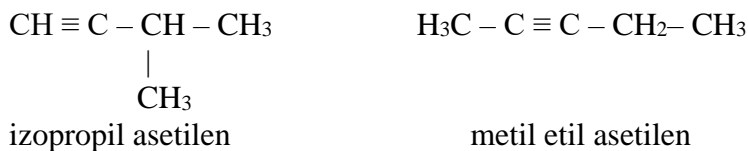


Asetilen molekulunda 3  $\sigma$  2  $\pi$  rabitə, 2 polyar və 3 q/polyar rabitə vardır.  $M_r$  alken =  $14n-2$ , iki qonşu alkinin molyar kütləsinin cəmi  $28n+10$ . molekulda rabitələrinin ümumi sayı  $3n-1$ , polyar rabitələrinin ümumi sayı  $2n-2$ , molekulda atomlarının ümumi sayı  $3n-2$  düsturları ilə müəyyən olunur.

**Adlandırılma (nomenklatura):** Alkinləri adlandırmaq üçün tarixi (trivial və ya təsadüfi), səmərəli və sistematik üsullardan istifadə olunur.

Tarixi adlandırılmada eyni sayda olan doymuş karbohidrogenin adının sonuna “in” şəkilçisi əlavə edilir. Yalnız asetilində bu ad saxlanılmışdır.

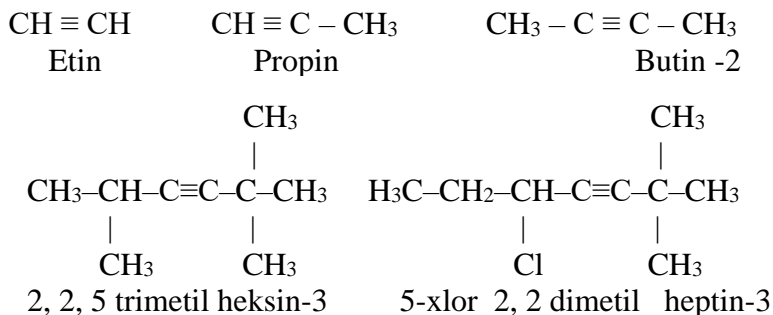
**Səmərəli adlandırılmada:** Sıraya asetilenin törəməsi kimi baxılır. Üçqat rabitəli karbonlara birləşən radikallar oxunur (kiçikdən böyük radikala keçməklə). Axırda asetilinin sözü əlavə edilir.

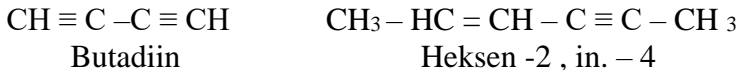


İzopropil izobutil asetilen

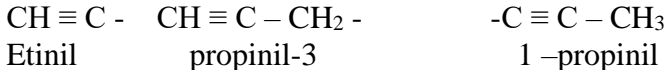
Ancaq mürəkkəb molekulda bu adlanma özünü doğrultmur.

**Sistematik və ya beynəlxalq adlandırma:** Bu üsulla adlandırılmada 3 qat rabitə daxil olmaqla ən uzun zəncir seçilir. Üçqat rabitə yaxın olan yerdən nömrələnir, əvvəlcə kiçik sonra isə böyük radikallar (halogen varsa əvvəlcə F, Cl, Br, J ardıcılığı ilə onlar oxunur), yeri yazılır, ən nəhayət uzun zəncir oxunur və 3 qat rabitənin yeri yazılır “in” şəkilçisi əlavə edilir. Əgər zəncirdə 2 qat rabitə olarsa əvvəlcə onların yeri yazılır.



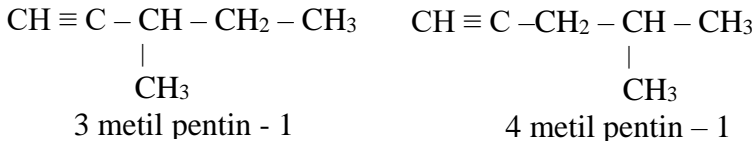


Radikalların ümumi formulu  $\text{C}_n\text{H}_{2n-3}$  ilə ifadə olunur. Alkenlərdən bir hidrogen qoparmaqla alınır.

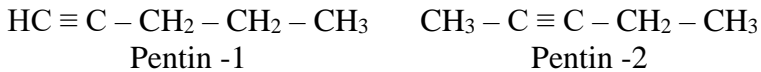


**İzomerləri:** Alkenlərdə aşağıdakı növ izomerlik mövcuddur:

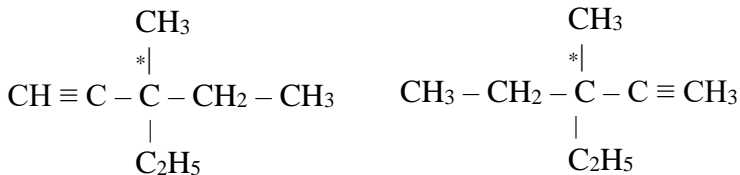
**1. Quruluş izomerliyi** - zəncirin formasının dəyişməsi ilə müəyyən edilir.



**2. Vəziyyət izomerliyi** – üçqat rabitənin yerini dəyişməsi ilə müəyyən olunur.



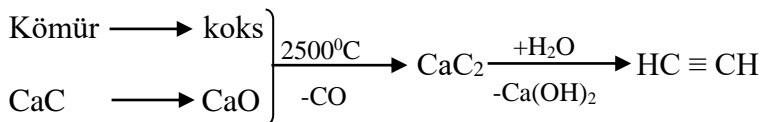
**3. Optiki izomerlik** – molekulda asimmetrik C – atomunun olması ilə müəyyən olunur.



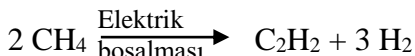
**Alınma üsulları:** Asetilen sırası karbohidrogenlərinin praktiki daha əhəmiyyətli nümayəndəsi asetilendir. Odur ki, asetilenin sənaye miqyasında alınması üçün bir neçə üsul mövcuddur.

1. Koks və  $\text{CaCO}_3$  –dən alınması aşağıdakı kimidir.





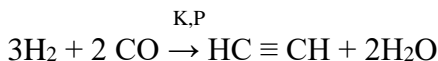
2. Metanın asetilenə parçalanma reaksiyası  $1400^{\circ}\text{C}$ -də aparılır:



Asetilen həmçinin yüksək temperaturda metanın qismən oksidləşdirilməsindən də alınır:

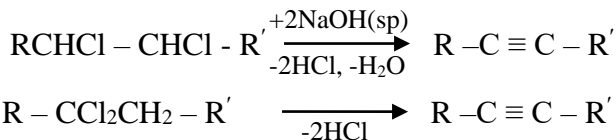


Son illərdə aparılan tədqiqatların nəticələrinə görə **asetilen sənaye** miqyasında karbon-2-oksit və hidrogendən də alınır; qrafitin təbəqəli birləşmələrinin iştirakında reaksiya daha mülayim şəraitdə gedir.

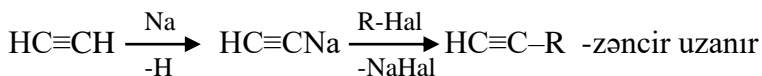


Asetilenin homoloqları laboratoriya şəraitində müxtəlif reaksiyalar üzrə alınır.

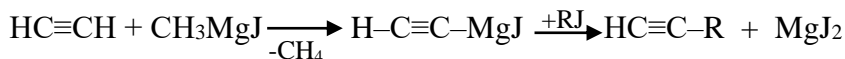
1. Alkanların visinal – gem-dihalogenli törəmələrinin HCl çıxarmaqla:



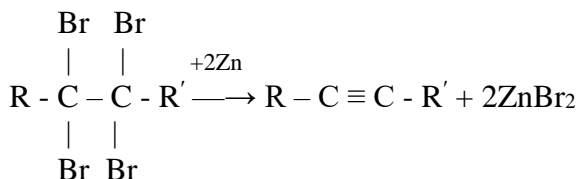
2. Asetilenin metal üzvi birləşmələrinin alkilhalogenidlərlə alkilləşməsi.



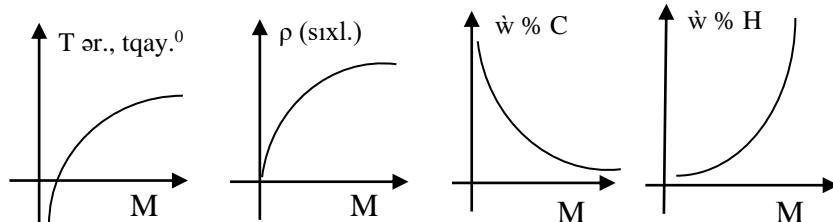
### 3. Qrinyar üsulu.



### 4. Tetrahalogenlərin dehalogenləşməsi.

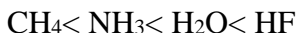


**Fiziki xassələri:** Alkenlərin ilk 3 nümayəndəsi  $\text{C}_2\text{H}_2$ ,  $\text{C}_3\text{H}_4$ ,  $\text{C}_4\text{H}_6$  – qaz halında. Sonrakı nümayəndələri maye, çox karbonlu nümayəndələri isə bərk haldadır. Eyni karbonu olan alkenlərdən ərimə və qaynama temperaturu, sıxlığı yüksəkdir. Molyar kütlə artdıqca qaynama temperaturu və sıxlığı artır. Aşağıdakı qrafiklərdə bəzi fiziki sabitlərinin dəyişməsi göstərilmişdir.



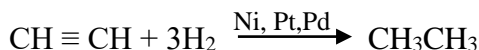
**Kimyavi xassələri:** Asetiləndə ikinci  $\pi$  –rabitəsinin enerjisi ( $837\text{kC} - 607\text{kC}/\text{Mol} = 230\text{kC}/\text{Mol}$ ) birinci  $\pi$ -rabitəsinin enerjisindən ( $607\text{kC}/\text{Mol} - 350\text{kC}/\text{Mol} = 257\text{kC}/\text{Mol}$ )  $27\text{kC}/\text{Mol}$  azdır. Digər tərəfdən asetiləndə karbon atomlarının elektromən-filiyi və C-H rabitələrinin enerjisi etiləndəkindən yüksəkdir. Odur ki, etiləndən asetilənə keçdikdə yeni xassələr meydana çıxır. Məsələn, asetiləndə C-H rabitəsi enerjisinin çox olmasına baxmayaraq etilənə nisbətən asetilen daha-güclü turşudur və müvafiq şəraitdə asetiləndə hidrogen atomları metalla əvəzlənir. Bu sp hibridləşmə-

də nüvəyə daha yaxın s-elektron orbitalları payının artması nəti-cəsində karbonun elektromənfiliyinin artması ilə izah olunur. Baş-qa sözlə proton ayrıldıqdan sonra onunla əlaqəli atomun elektron cütünü özündə saxlamaq qabiliyyəti artdıqca turşuluq da artır. Bu eyni dövr atomlarının hidrogenli birləşmələrinin turşuluğunun aşağıdakı sıra üzrə dəyişməsi ilə bir daha təsdiq olunur:

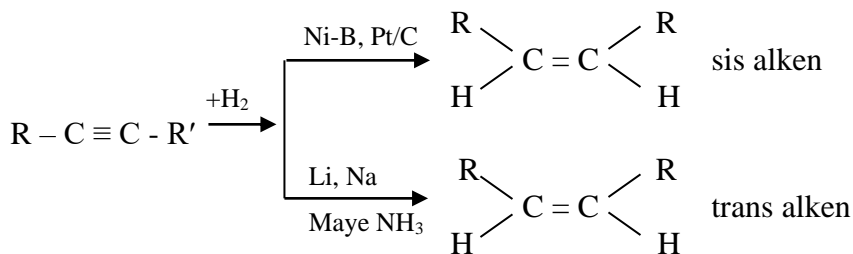


Alkinlərdə ikinci  $\pi$ -rabitəsinin zəif olmasına baxmayaraq elektrophil birləşmə reaksiyalarında Alkinlər alkenlərə nisbətən az, nukleofil birləşmə reaksiyalarında isə əksinə çox aktivdir.

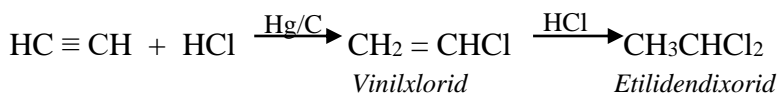
Hidrogenləşdirici katalizatorların (Ni; Pt, Pd) iştirakında isə Alkinlər uyğun alkana qədər hidrogenləşir:



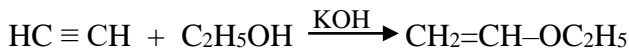
Xüsusi hazırlanmış katalizatorların (Ni-B, Pt/C) iştirakında Alkenlər *sis*-alkenlərə, maye ammoniyakda Li, Na-la isə *trans* – alkenlərə hidrogenləşir:



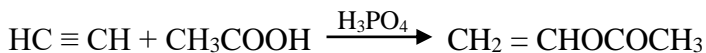
Alkenlərdən fərqli olaraq asetilen ancaq katalizatorun (iki-valentli civə duzları) iştirakında hidroxllaşır:



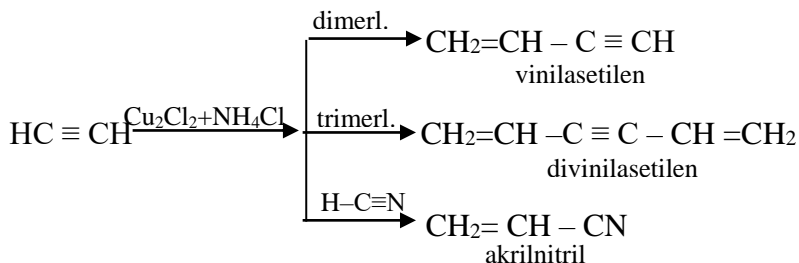
KOH iştirakında yüksək təzyiqlik və temperaturda spirtin asetilenə nukleofil birləşməsindən sadə vinil efirləri əmələ gəlir:



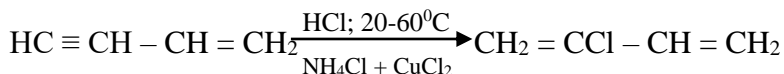
Karbon turşularının asetilenə birləşməsindən mürəkkəb vinil efirləri alınır:



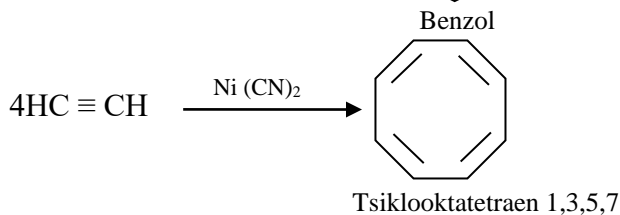
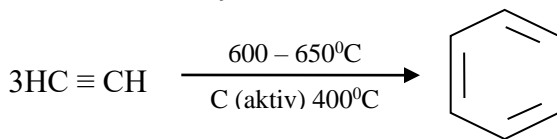
Müvafiq şəraitdə asetilen dimerləşir, trimerləşir və sianid turşusu ilə akrilnitrl əmələ gətirir:



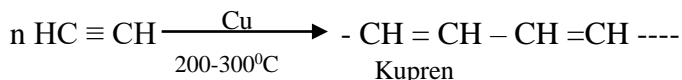
Partlayıcı olmasına baxmayaraq vinilasetilen üzvi sintezdə istifadə olunur. Onun hidroxlorlaşmasından xlorpren kauçukunun istehsalı üçün lazım olan xlorpren alınır:



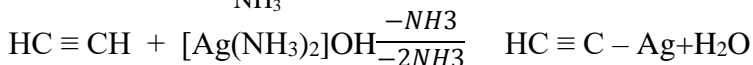
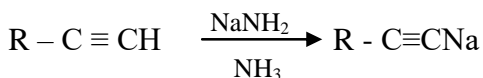
Uyğun şəraitdə trimerləşmə və tetramerləşmə reaksiyalarına daxil olur və tsiklik birləşmələr alınır.



Yüksək temperaturda asetilen misin üzərindən keçirildikdə polimerləşir.



Əvvəldə qeyd edildiyi kimi etilenə nisbətən asetilen daha güclü turşudur. Odur ki, uyğun şəraitdə asetilendə və onun bir əvəzli törəmələrində hidrogen atomu metalla əvəzlənir və metal asetilenidlər adlanır.

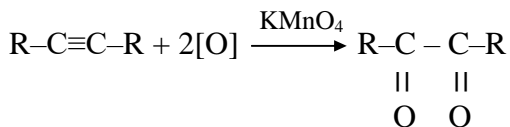


Gümüş və mis asetilenidlər quru halda davamsızdır, qızdırıldıqda, sürtüldükdə və vurulduqda partlayır.

Alkenlərə nisbətən Alkinlərin oksidləşmə reaksiyası az öyrənilmişdir. Güclü oksidləşdiricilərin (qatı  $\text{HNO}_3$ , qələvi mühitdə  $\text{KMnO}_4$ ) təsiri ilə Alkinlər uyğun turşulara oksidləşir:

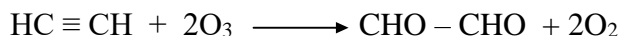


Oksidləşmə neytral və ya zəif qələvi mühitdə  $\text{KMnO}_4$  iştirakında aparıldıqda diketonlar əmələ gəlir. Ehtimal olunur ki, əvvəl reaksiya alkinlərin oksidləşməsi sxemi üzrə gedir, sonra aralıq mərhələdə əmələ gələn keton-spirtlər diketonlara oksidləşir:



Alkinlərin ozonlaşma reaksiyaları da az öyrənilmişdir. Müəy-

yənləşdirilmişdir ki, - 80<sup>0</sup>C-də asetilenin ozonla qarşılıqlı təsiri məhsulu reduksiya olunmaqla parçalandıqda qluksal əmələ gəlir:



**Tətbiq sahəsi:** Alkinlərin ən çox istifadə olunan asetilendir. Belə ki, onun özündən və birləşmələrindən aqrar sahədə müxtəlif məqsədlərlə istifadə edirlər.

Asetiləndən doymamışlıq alkenlərə nisbətən daha çox olduğu üçün aqrar sahədə ondan meyvələrin tez yetişdirilməsində istifadə edilir. Bu onunla izah olunur ki, asetilen etilənə nisbətən fermentativ prosesləri daha da çox aktivləşdirir.

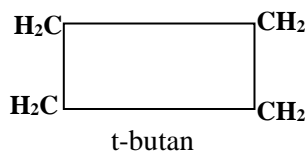
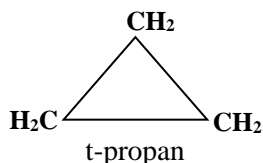
Alkenlərin polimerlərindən aqrar sahədə istixanalarda məhsulların qablaşdırılmasında bir çox sahələrdə metalların əvəz edilməsində istifadə olunur. Alkenlərdən aldehidlərin, spirtlərin, turşuların və s. birləşmələrin alınmasında geniş istifadə olunur.

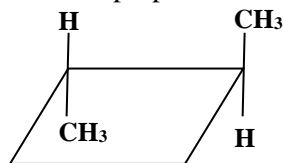
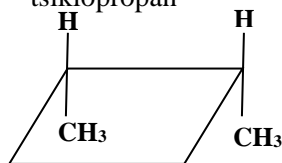
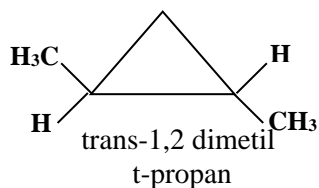
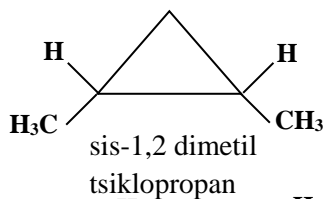
### **5. KARBOTSİKLIK BİRLƏŞMƏLƏR, TERPENLƏR, KARATİNOİDLƏR, STEROİDLƏR.**

Aromatik k/h –lər istisna olmaqla bütün digər karbotsiklik birləşmələrə alitsiklik birləşmələr deyilir. Alitsiklik birləşmələr tsikloalkanların, terpenlərin, karatinoidlərin, steroidlərin təbii inseksidlərin ətirli maddələrin və s. tərkibinə aiddir.

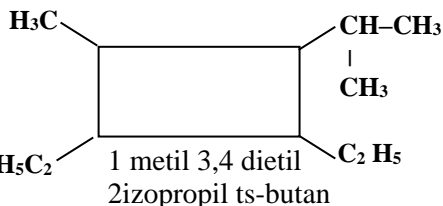
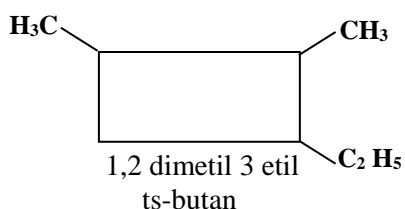
Üzvlərin sayına görə alitsiklik birləşmələr 4 qrupa bölünür:

1. Kiçik tsiklər tərkibində 3,4 C-olan üzvlər.

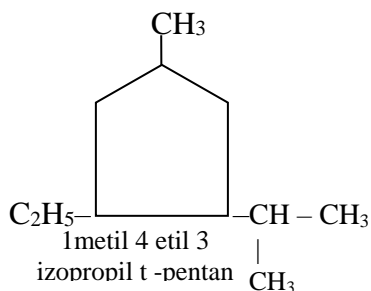
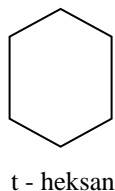
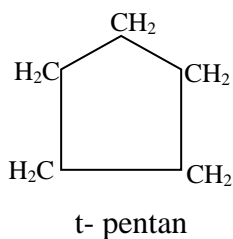




Sis və trans izomerlər fiziki xassələrinə görə fərqlənir.



2. Adi tsiklər tərkibində 5-7 karbon olanlar

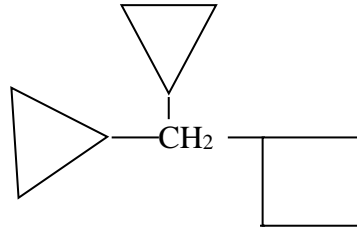
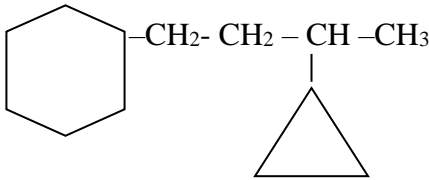
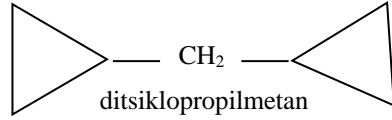
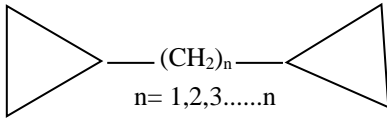


3. Orta tsiklər tərkibində - 8-11 C-atomu olanlar. Əhəmiyyəti o qədər də böyük deyildir.

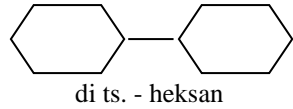
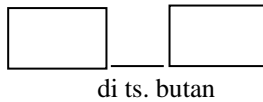
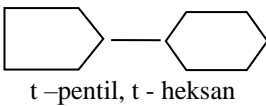
4. Mürəkkəb tsiklər – tərkibində 11-dən çox C-atomu olan tsiklik birləşmələrdir. Belə birləşmələr təbiətdə az yayılmışdır.

Molekulunda bir neçə tsiklik qruplaşma olan alitsiklik

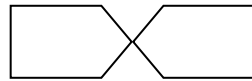
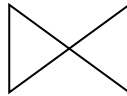
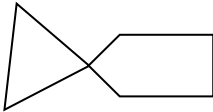
a) Tsikləri təcrid olanlar-belə birləşmələrdə tsikllər bir-birləşmələr də mövcuddur. Onlarda aşağıdakı qruplara bölünürlər: birindən bir və ya bir neçə - CH<sub>2</sub> ilə birləşirlər:



b) Tsikləri sadə C – C rabitəsi ilə bağlı olanlar.

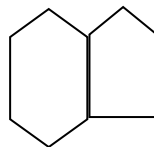
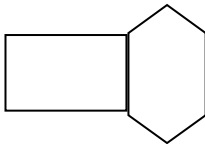


b) Bir ortaq karbon atomu olanlar (spiral sistemli)



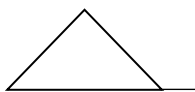
Bu birləşmələr təbiətdə çox az yayılmışdır, az əhəmiyyətli-dir.

d) İki ortaq karbon atomu olan tsikli birləşmələr.

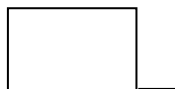


Ən əhəmiyyətli nümayəndələri 5 və 6 üzvləridir. Neftin tərkibində tapılmışdır. Bunlara naftenlərdə deyilir. Bu karbohidrogendən bir H-atomu qopardıqda radikalları alınır. (C<sub>n</sub>H<sub>2n-1</sub>)

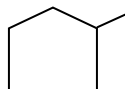




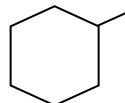
ts – propil



ts – butil

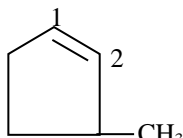


ts – pentil

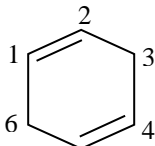


ts- heksil

Doymamış nümayəndələrindən aşağıdakıları göstərmək olar:



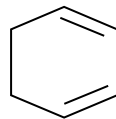
3 metil  
tsiklo penten-1



1,4 tsiklo  
heksadien



ts. penten

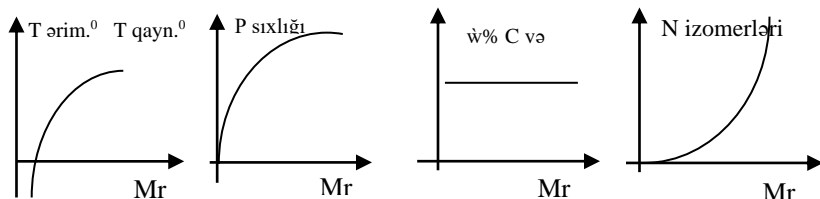


1,3 tsiklo  
heksadien

### İzomerliyi.1) Quruluş izomerliyi

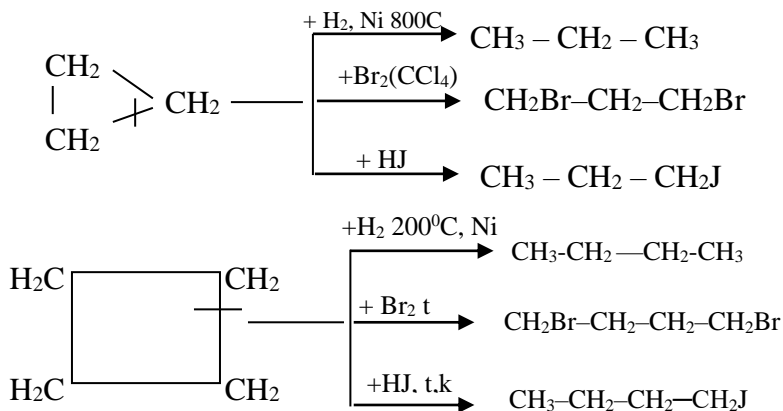
a) yan zəncirdə quruluş dəyişir:

**Fiziki xassələr:** Tsikloalkanlarda molyar kütlə artdıqca ərimə, qaynama temperaturu sıxlığı izomerlərin sayı artır (ancaq yan zənciri olmayan ilk 4 nümay. üçün) ancaq C və H-in kütlə payı atomların sayı sabitdir.

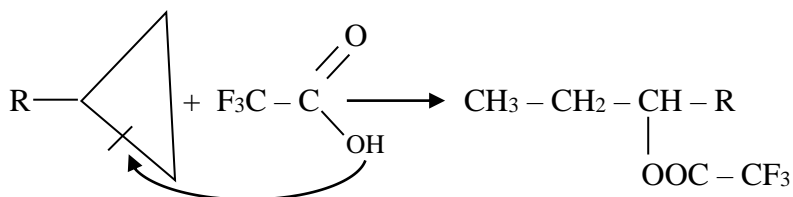


Tsiklopropan, tsiklobutan otaq temperaturunda qaz halında sonrakı nümayəndələri 5-10 maye, ali nümayəndələri bərk haldadır. Sıxlığı eyni C olan doymuş karbohidrogendən çoxdur.

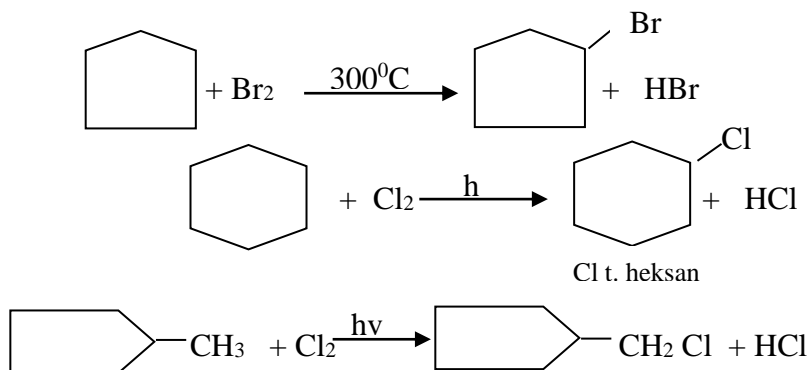
**Kimyəvi xassələri:** İlk nümayəndələrində tsiklopropanda və tsiklobutanda gərmə daha çox olduğundan onlar birləşmə reaksiyalarına daxil olurlar:



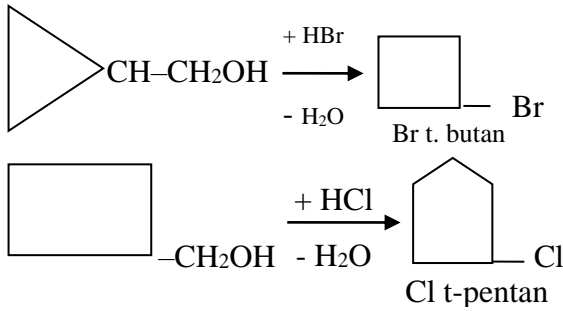
Tsiklopropan həlqəsi sirkə turşusunun flüor əvəzləyicisi törəmələri ilə qarşılıqlı təsirindən qırılaraq mürəkkəb efirlər əmələ gətirir .



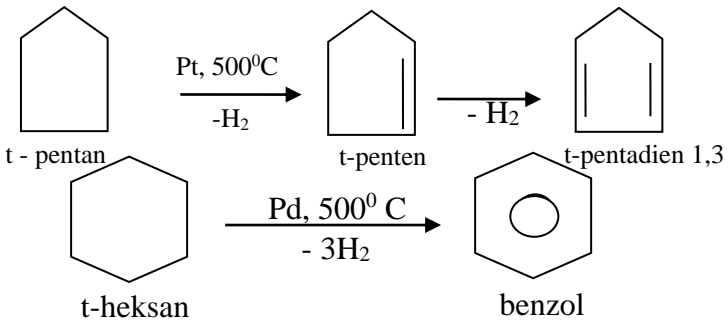
2.Tsiklopentan və tsikloheksanda əvəz olunma reaksiyaları xarakterikdir.



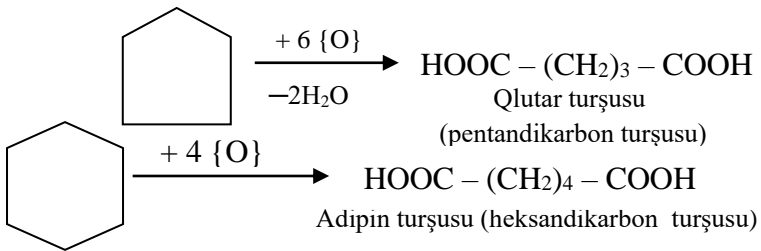
3. Tsiklin genişlənməsi reaksiyası Tsikloalkanların spirtli törəmələrinə Hhal təsir etdikdə tsikl bir zəncir böyüyür.



4. Dehidrogenləşmə reaksiyası – katalizator iştirakı ilə yüksək temperaturada doymamış tsiklik birləşmələrə çevrilirlər.

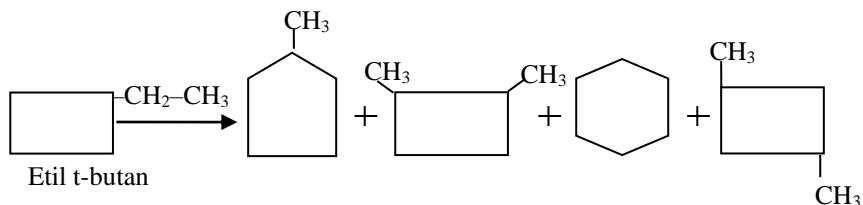


5. Oksidləşmə reaksiyaları – güclü oksidləşdiricilərin təsiri ilə tsikloalkanlar müvafiq sayda C-olan ikiəsaslı turşulara çevrilirlər.



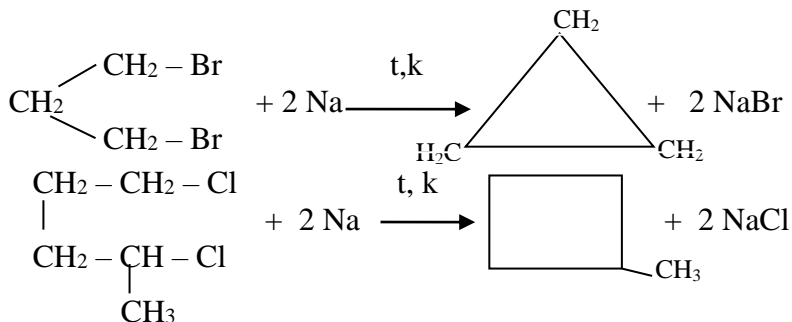
Tsikloalkanlar  $\text{AlCl}_3$  katalizatorluğu ilə izomerləşmə reak-

siyalarına daxil olurlar.

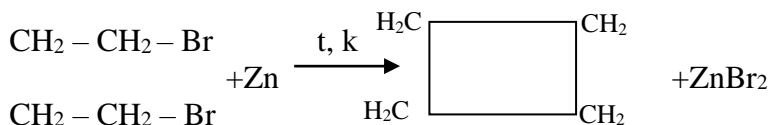


### Alınma üsulları:

1) Vürs reaksiyası – aralı dihalogenidlərə 2Na ilə təsir etməklə.

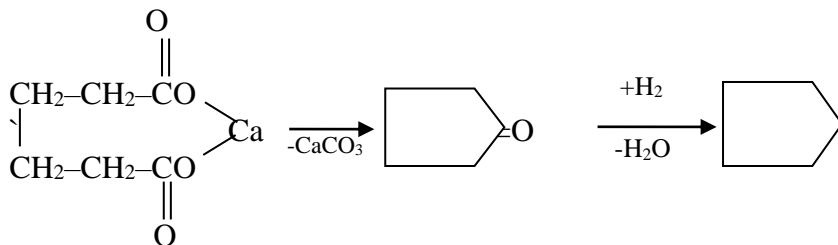


2. Qutsavson üsulu - dihalogenidlərə (aralı) Zn – metalı ilə təsir etməklə tsikloalkanlar alınır.

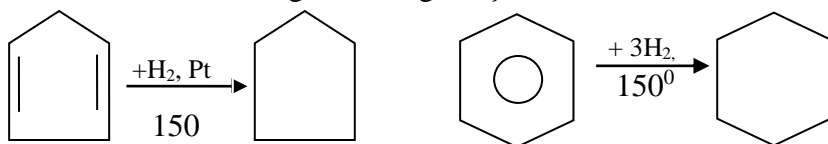


3. Adipin (ikiəsəslı t.) turşusunun Ca duzunun qızdırılıb hidrogenlə reduksiya etməklə tsikloalkanların almaq olar.

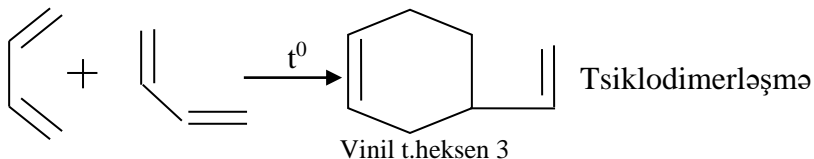
Həmçinin bu reaksiyadan tsikloalkanları orta tsikli, adi tsikli birləşmələrinin alınmasında geniş istifadə olunur. Kalsium duzu əvəzinə maqnezium duzu da götürmək olar.



4. Beş və altı üzvlü tsikloalkanlar müvafiq tsikloalkenləri və aromatik karbohidrogeni hidrogenləşdirməklə alınır.



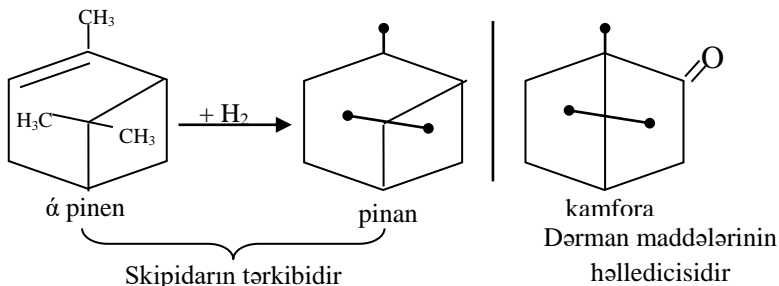
5. Doymamış altı üzvlü tsiklləri dien sintez reaksiyası əsasında (Dils – Alder) almaq mümkündür.



**Tətbiqi:** C<sub>3</sub>H<sub>6</sub> narkotik təsirə malikdir, onun buxarları isə nəfəs alan şəxs heç bir ağrı hiss etmir. Süni liflərin alınmasında tsikloheksandan tsikloheksanoldan və tsikloheksanondan istifadə olunur.

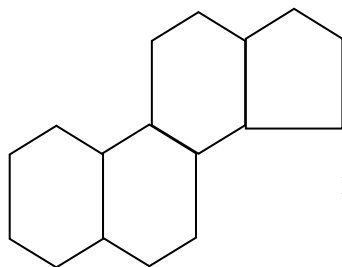
Tsikloparafinlərdən tsikloheksan, metiltsikloheksan və bəzi törəmələri praktik əhəmiyyətə malikdir. Neftin aromatləşdirilməsi prosesində bu birləşmələr aromatik karbohidrogenlərə - benzo-la, toluola və başqa maddələrə çevrilir: sonunculardan boyaların, dərman maddələrinin və s. sintezi üçün istifadə olunur. Tsikloparafinlərin üzvi birləşmələrin başqa sinifləri ilə genetik əlaqəsi aşağıdakı sxemdə verilmişdir:





## *Steroidlər*

Tərkibində tsiklopentanofenantrena olan birləşmələrə deyilir.



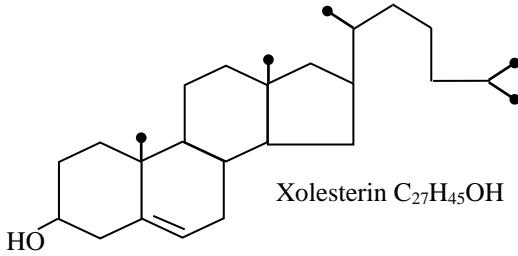
perhidrotsiklopentanofentren

Sterinlər öd turşuları, cinsiyyət hormonları, ürək zəhərləri - steroidlər adlanır.

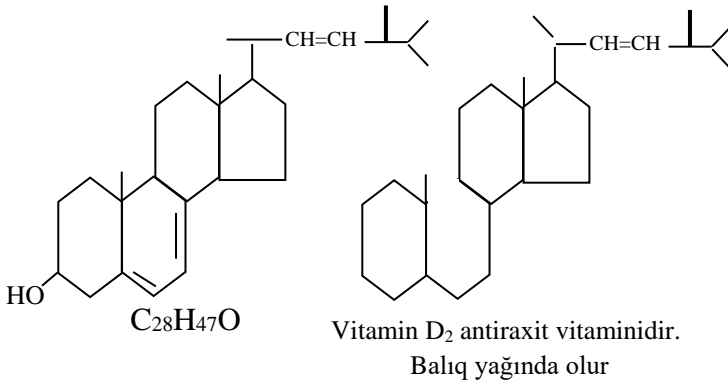
**Sterinlər** ( $C_{27}H_{45}OH$ ) bir atomlu politsiklikspirtlərdir, hansıki tərkibində 4 tsiklik C atomlu vardır. Onlardan 3-ü altüzvlü karbotsiklikdir, ancaq aromatik quruluşda deyildir. Ən çox yayılmış nümayəndəsi xolesterindir.

İnsanın bütün orqanlarında efir şəklində (ən çox beyin də və əsəb sistemində olur).

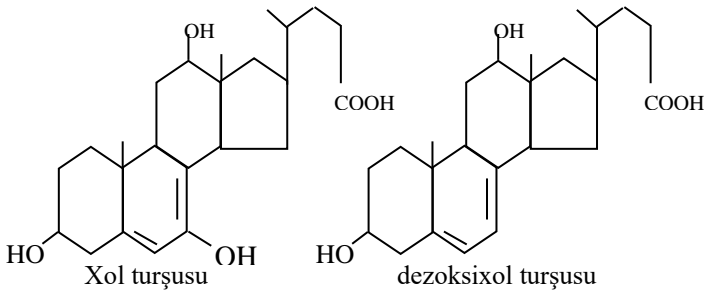
Bu birləşmələr D vitamininin, tənəsül hormonlarının, ürək zəhərlərinin və digər birləşmələrin sintezində istifadə olunur.



**Erqosterin-6** hələqənin biri pözulməqlə  $D_2$  vitaminə çevrilir.



**Öd turşuları** – qara ciyərdə əmələ gəlir, yağların parçalanmasını gücləndirir. Əsas nümayəndələri xol və dezoksixol turşusudur.

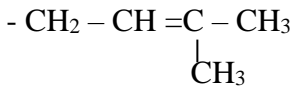
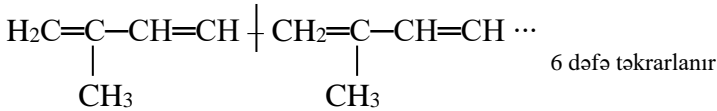




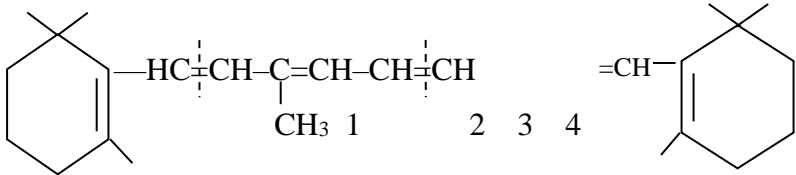
## *Karotinoidlər*

Karotinoidlər tərkibində karotin olan təbii rəngli bərdir. Hansıki yerkökü rənginə (markov) oxşayır. Karotinoidlər təbii pigmentlərdir. Tərkibində çoxlu sayda = rabitə vardır.

**Likopin** – tomatın, itburnu meyvələrinin tərkibində olur.  $C_{40}H_{56}$ -qırmızı kərpici rənglidir. 13= rabitəsi var.



**Karotin**  $C_{40}H_{56}$  – likopinin izomeridir, morkovda olur, bir çox bitkilərə və yarpaqlara , güllərə rəng verir.  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  formaları olur.



## 6. AROMATİK KARBOHİDROGENLƏR.

Aromatik hidrogenlər dedikdə tərkibində benzol nüvəsi olan və xassəcə ona bənzər birləşmələr nəzərdə tutulur. Belə ki, aromatik karbohidrogenlər onları başqa birləşmələrdən fərqləndirən və adətən aromatik xassə adlanan bir sıra xüsusiyyətlərə

malikdir. Vəsfi analizlə müəyyən edilib ki,  $C_6H_6$  bu formula bir neçə açıq zəncir uyğundur.

- 1)  $CH\equiv C-CH=CH-CH=CH_2$
- 2)  $CH_2=C=CH-CH=C=CH_2$
- 3)  $CH\equiv C-CH_2-CH_2-C\equiv CH$

Belə halda  $Br_2$  suyu,  $KMnO_4$  məhlulu rəngsizləşir.

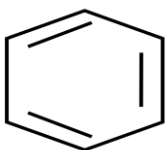
Tərkibinə daxil olan benzol nüvəsinin sayından və onların arasındakı əlaqənin xarakterindən asılı olaraq aromatik karbohidrogenlər iki qrupa bölünür:

1. Bir benzol nüvəli aromatik karbohidrogenlər.

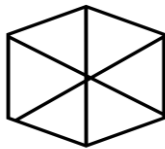
2. Kondensləşmiş və ya kondensləşməmiş bir neçə benzol nüvəli aromatik karbohidrogenlər. Bu qrupa difenil, difenilalkanlar, naftalin, fenantren, antrasen, asenaften, flüoren və b. daxildir.

Ümumi formulası  $C_nH_{2n-6}$   $Mr=14n - 6$  ifadə olunur.

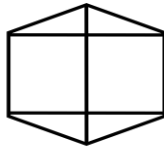
**Bir benzol nüvəli aromatik karbohidrogenlər.** 1865-ci ildə Kekule (Bonn Universiteti) benzola tsikloheksatrien kimi quruluş vermişdir. Sonralar benzol üçün daha bir sıra quruluşlar təklif olunmuşdur.



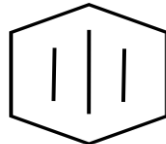
Kekule formulu



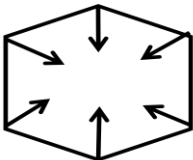
Klaus formulu



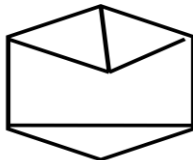
Laderburq formulu



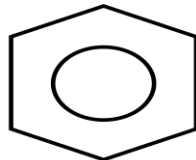
Düarın xinoid formulu



Bayerin mərkəzli formulu

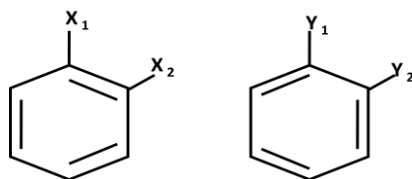


Xükkel formulu



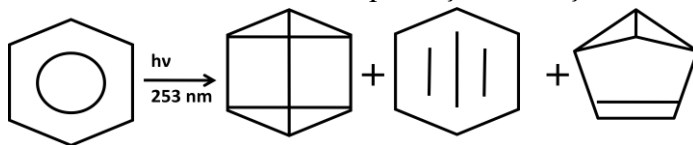
Tile formulu

Kekule formulundan bu günə kimi istifadə olunmasına baxmayaraq o benzolun xassələrini tam əks etdirmir. Belə ki, Kekule formulu benzolun birləşmə reaksiyasına daxil olmasını izah etdiyi halda, benzol üçün birləşmə reaksiyasının deyil, əvəzlənmə reaksiyasının xarakter olması, onun termodinamik və oksidləşdiricilərə qarşı davamlığı izah olunmamış qahrdı. Digər tərəfdən Kekule formuluna görə benzolun izomerdən 1,2-diəvəzli törəmələri iki izomerdən ibarət olmalıdır:



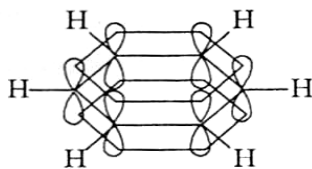
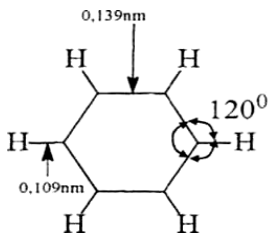
Lakin belə izomerlərin olması heç vaxt müşahidə olunmamışdır. Kekule bunu düzgün olaraq benzolda ikiqat əlaqələrin osillasiyası (yerlərini dəyişməsi) ilə izah edirdi.

Çox da uzaq olmayan (1960-1970-ci illər) illərdə müəyyən edilmişdir ki, benzol 253.7 nm dalğa uzunluqlu şüa ilə işıqlandırıldıqda o Klaus, Dür və Hükkel quruluşlarına keçir:



Həmin quruluşlarda  $C_6H_6$ -nm xassələri Kekule quruluşlu  $C_6H_6$ -dan kəskin fərqlənir: onlar asan (o cümlədən  $KMnO_4$ -lə) oksidləşir və sürətlə bromlaşır. Əldə edilən məlumatlar benzolun Kekule quruluşunda mövcud olması fikri ilə yaxşı izah olunur.

Hazırda müxtəlif üsullarla təsdiq edilmişdir ki, benzol molekulu koplanardır, yəni benzolda bütün atomlar bir müstəvi üzərində yerləşir və karbon atomlarındakı qoşulmuş  $\pi$  - elektron orbitalları həmin müstəviyə perpendikulyardır:

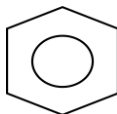


Kekule formulunda benzol ehtimal olunduğundan termodinamik daha sabitdir. Belə ki, tsikloheksenin tsikloheksana hidrogenləşmə enerjisi 119,7 kC/Mol təşkil etdiyi halda, üç ikiqat rəbətli benzol tsikloheksana hidrogenləşdikdə ehtimal olunan qədər, yəni  $119,7 \times 3 = 359,1$  kC/Mol deyil, ondan 150,7 kC/Mol az enerji ayrılır. Benzolun təcrübi tapılmış yanma istiliyi də nəzəri hesablanmışdan bir o qədər azdır. Həmin enerjiyə (150,7 kC/Mol) benzolun sabitləşmə və ya rezonans enerjisi deyilir. 1945-ci ilə kimi benzol üçün Kekule formulundan istifadə olunmuşdur. Rezonans nəzəriyyəsi meydana çıxdıqdan sonra isə benzola iki Kekule quruluşunun rezonans hibridi kimi baxılmışdır:

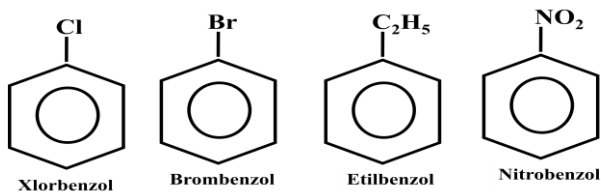


Bu o deməkdir ki, benzol ayrıldıqda götürülən həmin quruluşların heç birində deyil, ancaq onların rezonans hibridi formasında mövcud olur.

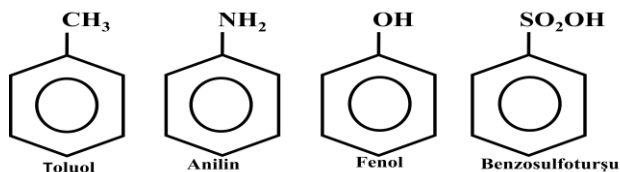
I və II Kekule quruluşların rezonans hibridi aşağıdakı formulla ifadə olunur:



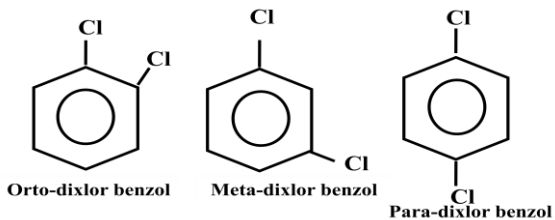
Bəzi nümayəndələri benzol sözü əlavə etməklə oxunur.



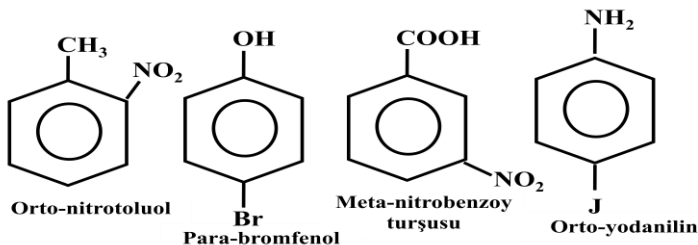
Bəzi törəmələrin əvəzləyicinin adı ilə əlaqəsi olmayan xüsusi adları vardır:



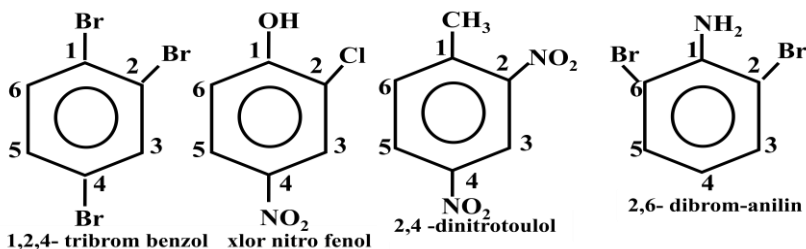
Əgər benzol halqasında bir neçə əvəzləyici olarsa, belə törəmələri adlandırmaq üçün əvəzləyicilərin adlarından başqa, onların yerləşmələrini də göstərmək lazımdır:



İki əvəzləyici xüsusiyyətlərinə görə fərqli olduqda və onların adlarının "benzol" sözü ilə birləşməsi xüsusi ad uyğun gəlmədikdə, belə birləşmənin adında əvəzləyicilərin adları "benzol" sözündən əvvəl yazılır, məsələn, xlorbrombenzol, bromnitrobenzol və s. Əgər əvəzləyicinin birinin adı "benzol" sözü ilə xüsusi adların birinə uyğundursa, onda birləşmə həmin xüsusi adlı birləşmənin törəməsi kimi adlanır:

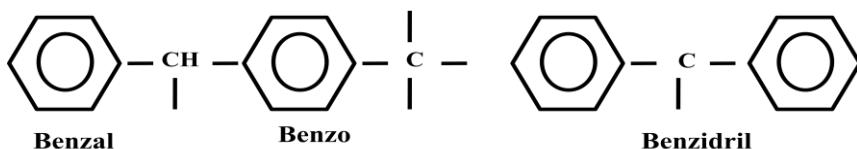


Benzol halqasında ikidən çox əvəzləyici olduqda onların molekuldakı vəziyyəti rəqəmlərlə göstərilir:



Əvəzləyicilərin üçü də eyni olduqda, nömrələnmə elə aparılır ki, rəqəmlərin cəmi ən kiçik ədəd olsun:

Aromatik radikalların adları aşağıdakı kimidir:



**Alınma üsulları:** Daş kömürün quru destilləsindən. Bu proses  $1000^{\circ} - 1300^{\circ} \text{C}$ -də koks peçlərində aparılır. Bu zaman aşağıdakı fraksiyalar alınır:

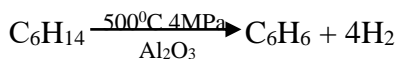
a) Koks    b) daş kömür qətranı    c) ammoniyaklı su    d) koks qazı

**1. Daş kömür qətranı fraksiyasından** aromatik birləşmələr və fenol alınır  $\rightarrow$  benzol, toluol, naftalin, fenol və s. alınır.

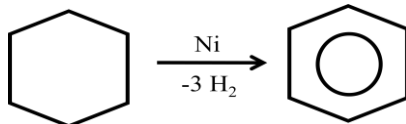
**2. Neftdən alırlar** (ural neftində 60% aromatik karbohidrogenlər var). Neft məhsullarını  $700^{\circ} \text{C}$  temperaturda  $\rightarrow$  15-

18% aromatik karbohidrogenlər alınır.

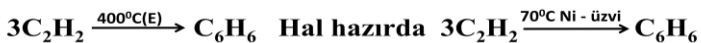
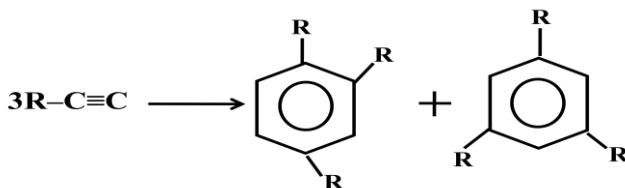
### 3. Heksandan alınır:



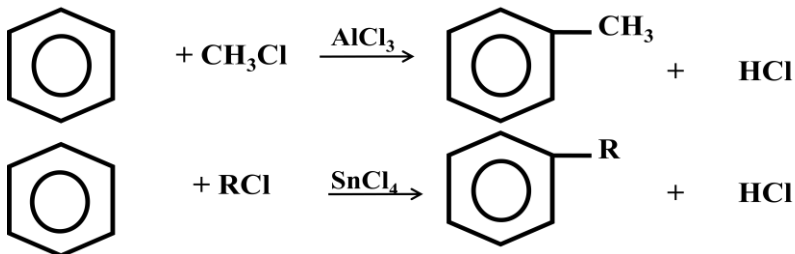
### 4. Tsikloheksandan katalizator iştirakı ilə qızdırmaqla



### 5. N. Zelinski və V. Kazanski üsulu:

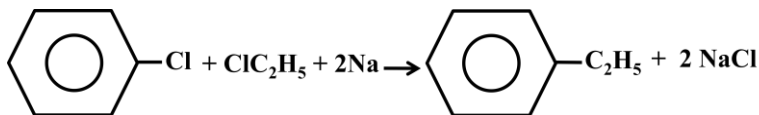


6. Benzol və onun homoloqları **Fridel - Krafts üsulu** ilə alkilhalogenlərin  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{SnCl}_4$ , katalizatorların benzolla qarşılıqlı təsirindən alınır:



Bu reaksiyanı həm sənayedə həm də laboratoriyada həyata keçirmək olar.

7. Benzolun hallogenli törəmələrindən **Vürs-Fittiq reaksiyası** vasitəsilə alkilbenzollar alınır.



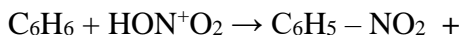
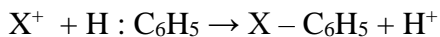
**Laboratoriyada** aşağıdakı üsullarla alınır:

1.  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa} + \text{NaOH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6 + \text{Na}_2\text{CO}_3$
2.  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{Zn (tozu)} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6 + \text{ZnO}$

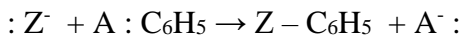
**Fiziki xassələri:** Arenlər suda həll olmurlar. Üzvi həlledicilərdə həll olurlar, izomerlərin sayı sıx olarsa qaynama temperaturu çox olur. Arenlər özləri yaxşı həlledicidirlər. Hisli alovlu yanirlar (C-çox olduğuna görə). Ərimə və qaynama temperaturu müvafiq C olan alkan, alken və alkinlərdən çoxdur.

**Kimyavi xassələri:** Məlumdur ki, aromatik karbohidrogenlər üçün əvəzetmə reaksiyaları (elektrofil) daha xarakterdir:

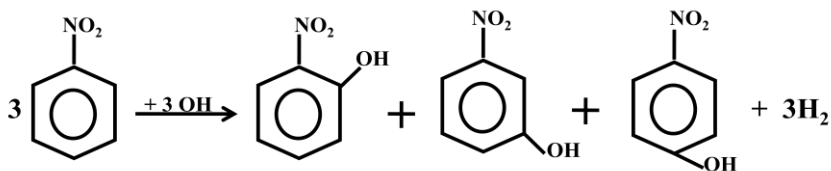
**Elektrofil əvəzlənmə** - Ar - nüvədə elektrofil ( $\text{E}^+$ ) reagentin (özü ilə + yük daşıyır)  $\pi$ -rabitəsi ilə koordinasiyası ilə başlayır:



**Nukleofil əvəzlənmə** - Benzol nüvəsinə hücum edən atom qrupu özündə - yük daşıyır.

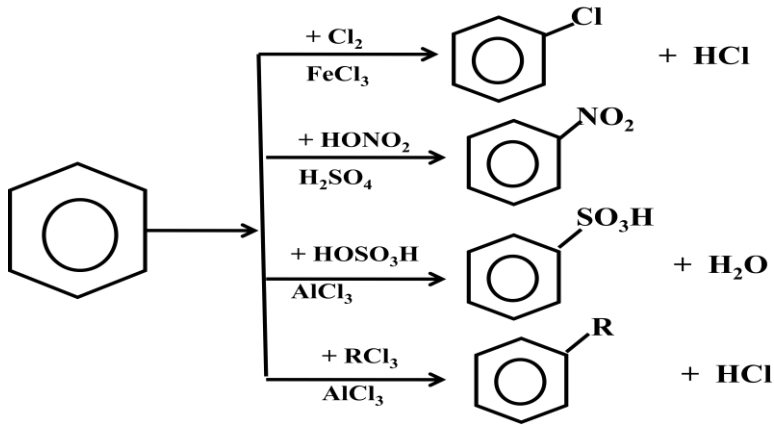


**Radikal əvəzlənmə** - Ar nüvəsinə hücum edən radikalda elektron cütü olmur, yəni yük olmur.

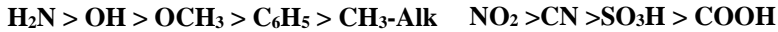


### 1. Əvəzetmə reaksiyaları





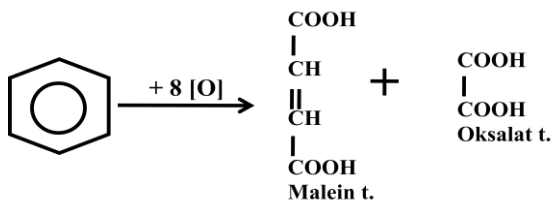
Benzol nüvəsində əvəzləyicilər aşağıdakı qruplara bölünür və zəifləmə ardıcılığı verilir. (Hal – başqa)



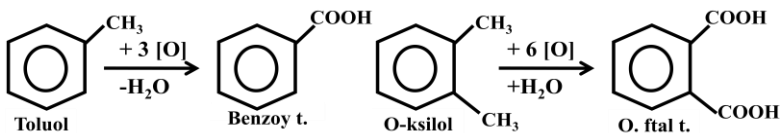
Orta və para istiqamətl. 1-ci növ əvəzləyicilər

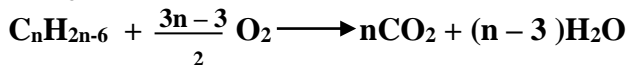
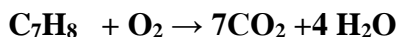
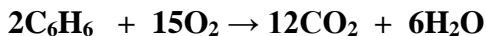
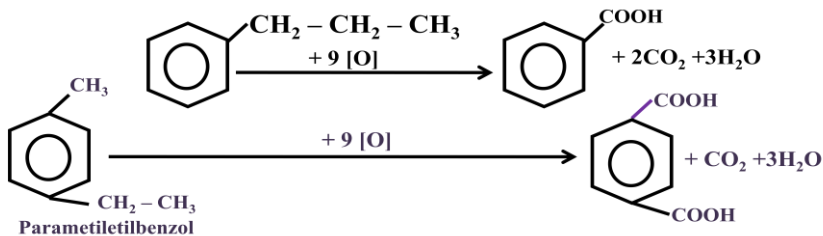
Meta istiqamətləndiricilər 2 növ əvəzləyicilər

## 2. Oksidləşmə reaksiyaları

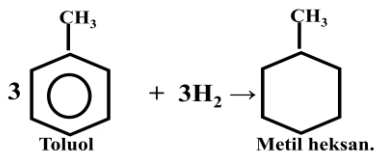
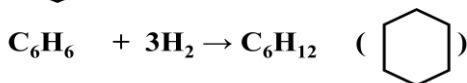
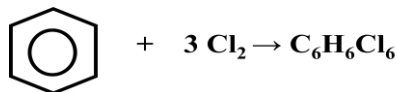


Homoloqları asan oksidləşir:





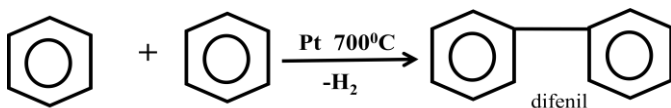
**3. Birləşmə reaksiyaları:** Günəş işığı və ultrabənövşəyi şüaların təsiri ilə arenlər birləşmə reaksiyalarına daxil olurlar:



**Tətbiq sahələri:** Benzol və onun homoloqlarından partlayıcı maddə, dərman, boya maddələri.  $\text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6$  heksaxlorbenzoldan dənli bitkilərdə toxumları dərmanlayırlar.

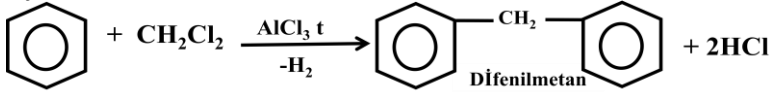
### Çoxnüvəlilər:

1. Aromatik nüvələr bir-biri ilə birbaşa birləşənlər.

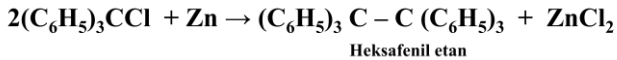
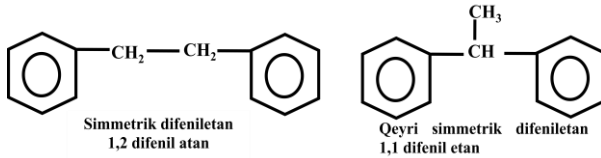
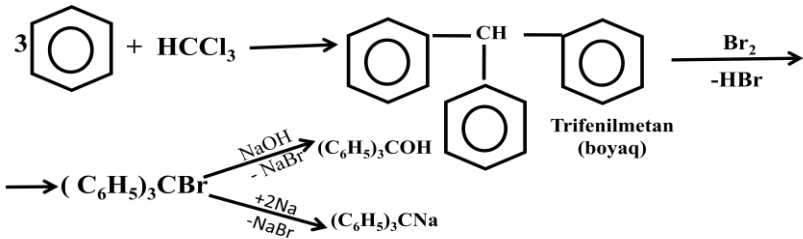
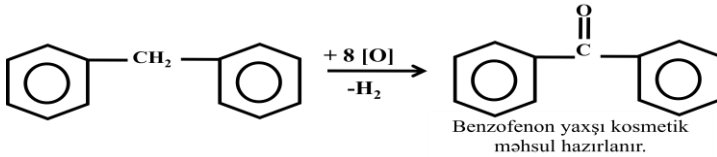




2. Aromatik nüvələri bir-birilə karbohidrogen radikalı ilə birləşənlər:

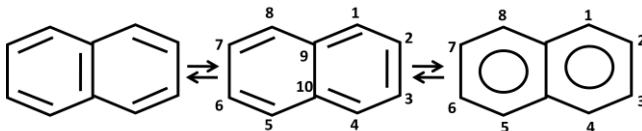


Difenilmetan apelsin iylənir, krem hazırlanır.



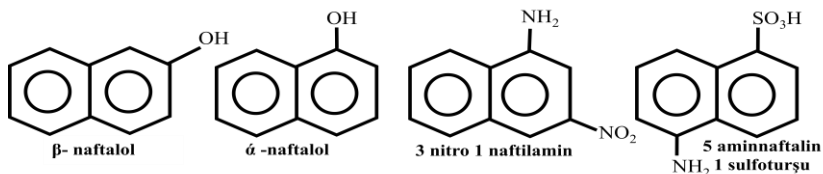
**Kondensləşmiş nüvəli arenlər. Naftalin və törəmələri.**

Naftalin iki aromatik nüvə ilə birləşmiş arendir.  $\text{C}_{10}\text{H}_8$



Benzola nisbətən az simmetrikdir 1,4,5,8  $\alpha$  2,3,6,7  $\beta$  atom-

lardır. 9-cu və 10-cu karbonlarda H atomu yoxdur. Hukkel qaydasına görə naftalin  $10\pi$  [ $n=2$  ( $4n+2$ )= $10$ ]elektronu olan aromatik karbohidrogendir. Vahid delokallaşmış bir müstəvi üzərində bütün C –atomları yerləşir.



Naftalinin tərkibi 1836 V.A.Voskresenski tərəfindən müəyənənmiş, 1866 ildə Erlenmeyer onun quruluşunu açmışdır.

### Alınması:

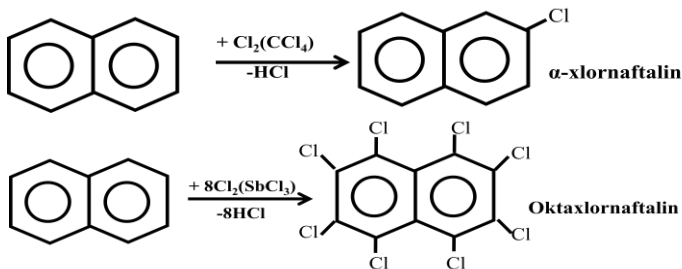


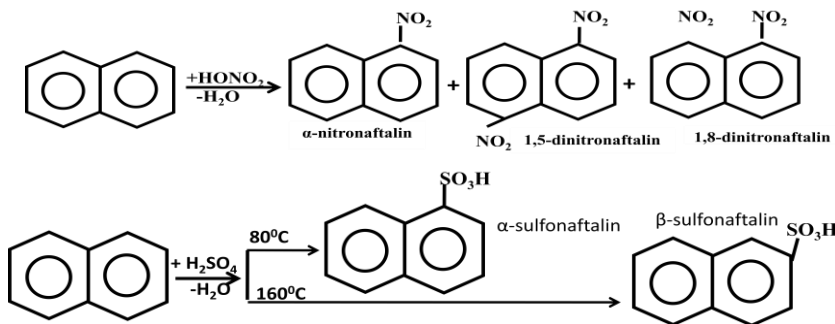
### Fiziki xassələri:

Naftalin rəngsiz kəskin iyli üçüçü kristallik maddədir. Ərimə temp-ru  $+ 81^{\circ}\text{S}$ , qaynama temp.  $217^{\circ}\text{C}$ . Suda həll olmur, üzvi həlledicilərdə həll olur.

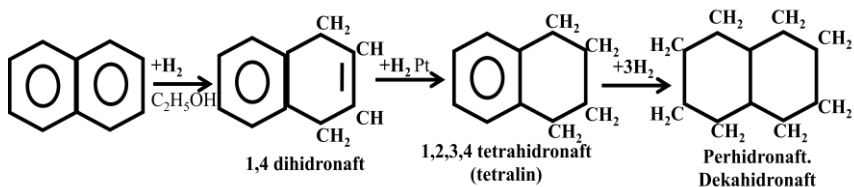
### Kimyəvi xassələri:

#### 1.Əvəzətmə reaksiyası:

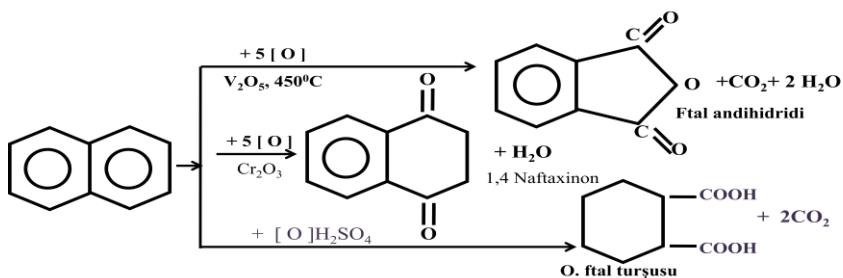




### Birləşmə reaksiyaları.

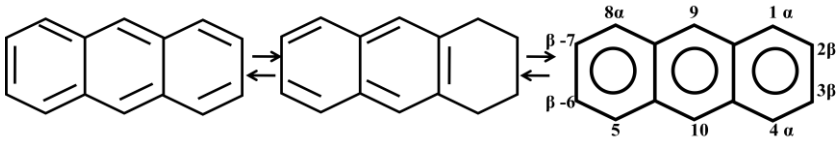


### Oksidləşmə reaksiyaları.



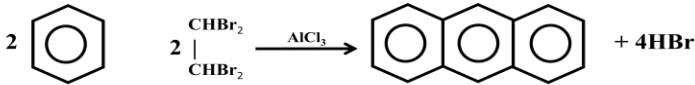
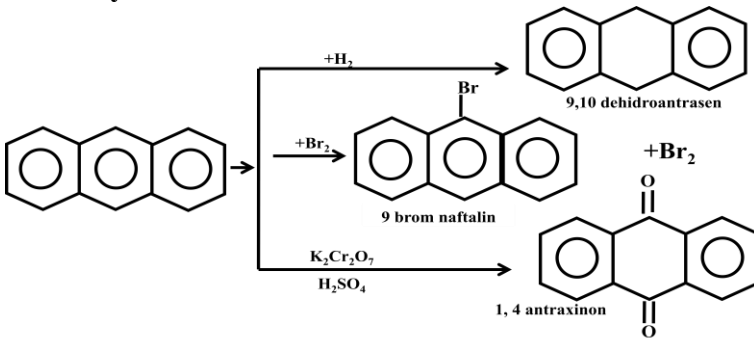
**Tətbiqi:** Naftalin üzvi boyaların alınmasında istifadə olunur. Naftalin k/t zərərvericilərini məhv etmək üçün geniş istifadə edilir. Həşəratları məhv edir. Onun törəmələri olan asenaften bitkilərin seleksiya işlərində istifadə olunur. Onlarda irsi keçmələrə xidmət edir.

**Üçnövəli aromatik birləşmələr: Antrasen C<sub>14</sub>H<sub>10</sub>**

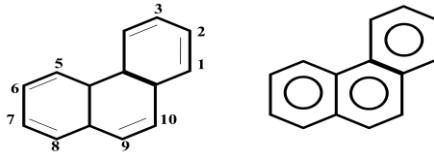


Antrasen (yunanca kömür) daş kömürdən alınır. Rəngsiz kristaldır, ərimə temp=217<sup>0</sup>C, suda həll olmur. Üzvi həlledicilərdə həll olur. 9, 10 C-nu daha aktivdir, ucudur.

**Kimyəvi xassələri:**



**Fenantren:** Antrasenin izomeridir. Daş kömür qətranı fraksiyasında antrasenlə birlikdə alınır.



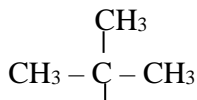
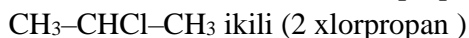
Sənayedə tətbiq az öyrənilibdir. Bitkilərin və heyvanların orqanizmində fenantrenin törəmələri böyük rol oynayır. Fenantrenin skelet quruluşuna aid olan birləşmələr cinsiyyət hormonlarının, sterinlərin, alkaloidlərin D-vitaminin və s. tərkibini təşkil edir.

## 7. KARBOHİDROGENLƏRİN HALLOGENLİ TÖRƏMƏLƏRİ.

Karbohidrogenlərin hallogenli törəmələri dedikdə müxtəlif sinif birləşmələrdə hidrogen və ya müxtəlif funksional qrupların bir və ya bir neçə hallogen atomu ilə əvəz olunmasından alınan birləşmələr nəzərdə tutulur. Aşağıdakı qrupları mövcuddur:

Monoəvəzli törəmələr  $C_nH_{2n+1}Hal$ : Aren  $C_nH_{2n-1}Hal$ . Alitsikllərdə birli, ikili və üçlü vəziyyətdə birləşə bilər:

1. Bir əvəzli törəmələr. Bir halogen atomu müxtəlif yerlərdə yerləşir.



Cl üçlü (2 metil 2 xlorpropan)

2. Diəvəzli (ikiəvəzli) törəmələr. Eyni saylı hallogenlər müxtəlif yerlərdə yerləşir  $C_nH_{2n}Cl_2$



1,2 – dixlorpropan    1,1 – dixlorpropan    1,3 – dixlorpropan

3. Triəvəzli (üçəvəzli) törəmələr. Hallogen eyni və müxtəlif yerlərdə birləşir.



1,1,7-trixlorpropan    1,2,3 – trixlorpropan    1,1,2 – trixlorpropan

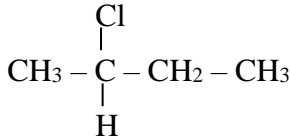
4. Perhallogenli birləşmələr – hidrogen atomu və ya qrupların tamamilə hallogenlərlə əvəz olunmasından alınan birləşmələr.

CCl<sub>4</sub>  
Perxlorpentan

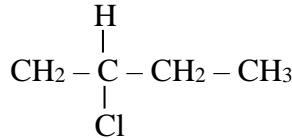
C<sub>2</sub>Cl<sub>6</sub>  
perxloreten

C<sub>6</sub>Cl<sub>6</sub>  
perxlorbenzol

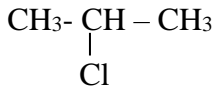
Birinci tip törəmələrin skelet, fəza, vəziyyət, həndəsi və optiki izomerliyi mövcuddur:



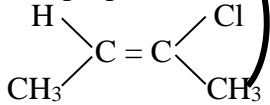
L-2 xlor butan (sola fırladan)



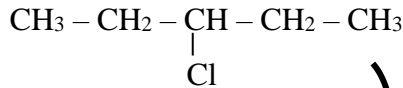
D-2 xlor butan (sağa fırladan)



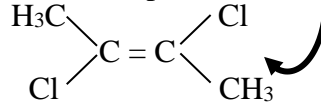
2 xlor propan



Sis 2,3 dixlor buten-2

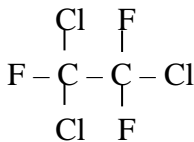


3 xlor pentan

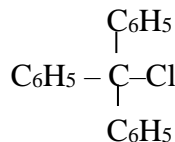


trans 2,2 dixlor buten-2

Bəzi nümayəndələrinin adlanması ilə tanış olaq.



1,1,2 triflüor 1,2,2 trixloreten

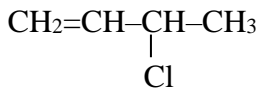


Trifenil xlormetan

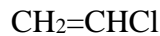
C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>CH<sub>2</sub>Cl Benzil xlorid



4 xlor 1 butin



3 xlor 1 buten

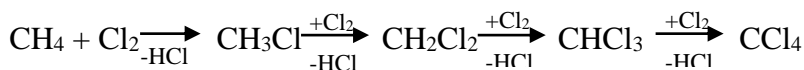


vinil xlorid  
(xlor eten)

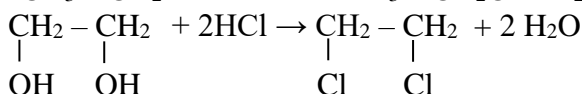
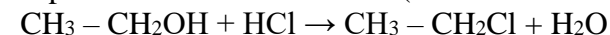
**Alınma üsulları:** Hallojenli törəmələr aşağıdakı üsullarla alınır:



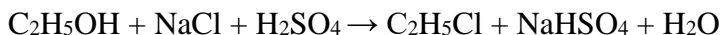
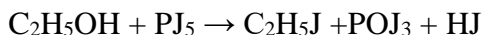
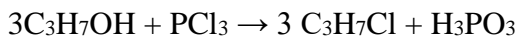
1. Doymuş karbohidrogenə hallogenlərlə təsir etməklə ( S<sub>R</sub> - əvəzlənmə)



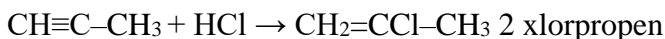
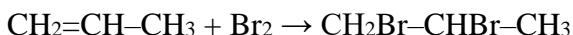
2. Spirtlərə Hhal. təsir etməklə ( S<sub>N</sub> - əvəzlənmə)



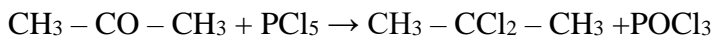
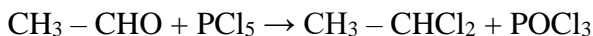
3. Spirtlərə başqa birləşmələrlə (PCl<sub>3</sub>, PJ<sub>5</sub>, NaCl + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> və s. təsir etməklə) S<sub>N</sub>- əvəzlənmə reaksiyaları.



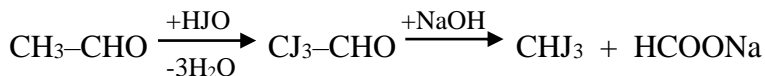
4. Doymamış karbohidrogenə Hal və Hhal təsir etməklə-birləşmə reaksiyaları.



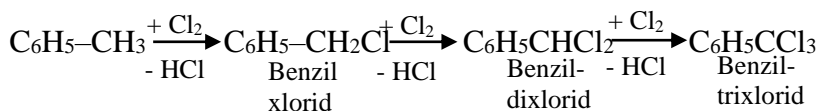
5. Aldehid və ketonlara PCl<sub>5</sub>-lə təsir etməklə.

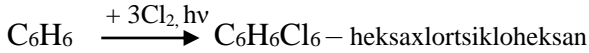


6. Aldehidlərə HJO və NaOH ilə təsir etməklə.

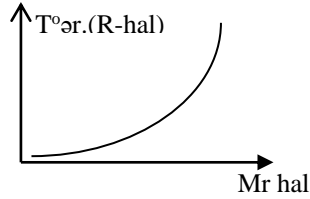
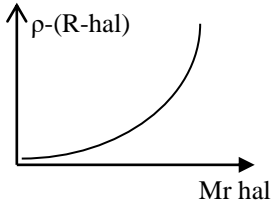


7. Arenlərə hallogenlərlə təsir etmələ





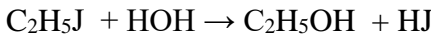
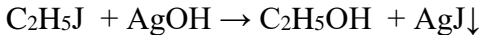
**Fiziki xassələri:** Alifatik hallogenli törəmələr kəskin iyli narkotik təsirə malik maddədir. Onlar suda həll olmur, üzvi həlledicilərdə həll olurlar. Hallogenli törəmələrin molekul kütləsi artdıqca (Cl → Br → J) sıxlığı və qaynama temperaturu artır.



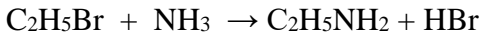
Arenhallogenli törəmələr ağır maye və ya kristal halındadır. Kəskin iyləri vardır.

**Kimyəvi xassələri:**

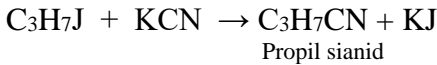
1. Hidroliz reaksiyaları.



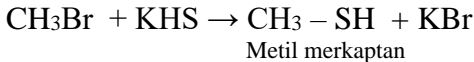
2. NH<sub>3</sub> birləşməsi - aminlər alınır.



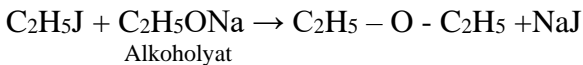
3. KCN təsirindən nitrillər alınır, zəncir uzanır.



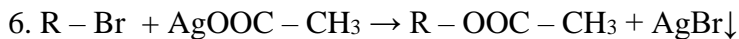
4. KHS təsir etdikdə merkaptanlar alınır.



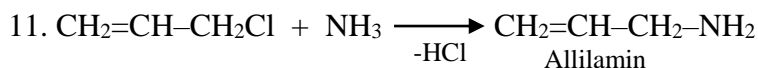
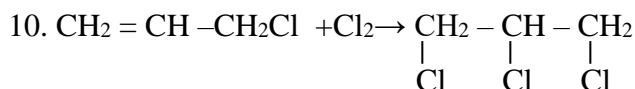
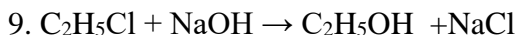
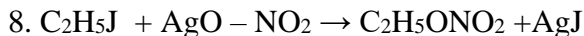
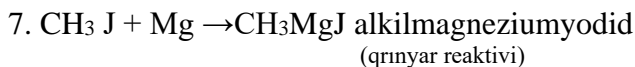
5. C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>ONa təsir etdikdə sadə efirlər alınır.



Halogenli birləşmələrə digər birləşmələrin təsiri aşağıdakı reaksiyalarda verilmişdir.



Mür. efir



### ***Tətbiqi:***

$CH_3Cl$  – aşağı temp. almaq üçün, digər sintez reaksiyaları üçün tətbiq edilir.

$CH_3Br$  – taxıl anbarlarını dezinfeksiya edir.

$CH_2 = CHBr$  – polimer kimi istifadə olunur.

$CH_2 = CHCCl = CH_2$  – xlorpren kauçuku kimi istifadə olunur

$CH_2Cl_2$  – maye spirtlə birlikdə kinoplyonkalarda istifadə olunur.

$C_2H_4Cl_2$  – dixlor etan filokseriya xəstəliyinə qarşı (torpaqda olan mikrobları qırır) istifadə edilir.

$CHCl_3$  – xloroform narkotik xassə və cərrahiyədə istifadə edilir.

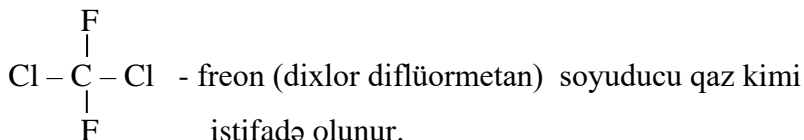
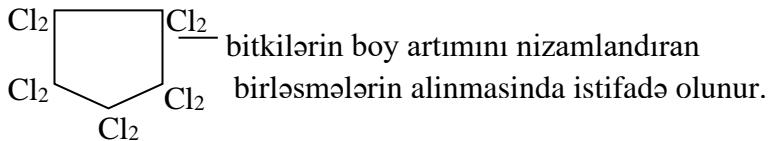
$CHI_3$  – dezinfeksiya edici kimi istifadə olunur.

$CCl_4$  – həlledici kimi istifadə olunur.

$Cl_3C - NO_2$  – trixlornitrometan zəhərlidir dezinfeksiya məqsədilə istifadə olunur.

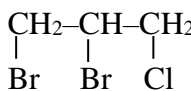
$F_2C = CF_2$  – tefratflüretiləndən yanmayan polimer alınır.

Bu polimerdən yanğın söndürənlər üçün paltar hazırlanır.



$C_6H_5Cl$  – DDT sintez edilir.

$CH_2J - COOH$  fermentlərdə ingibitor kimi istifadə olunur.


 – nemaqon, torpağa 15-20 sm basdırılır bütün  
 zərərvericiləri məhv edir.

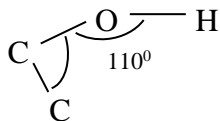
## 8. SPİRTLƏR.

**Təsnifatı:** tərkibində C və H-dən başqa O olan üzvü maddələr çoxdur. Spirtlər, fenollar, aldehidlər, ketonlar, karbon turşular və sair oksigenli üzvi birləşmələr sayılır. Molekulda doymuş karbohidrogenlərn radikalı ilə birləşmiş bir və ya bir neçə hidrosil qrupundan ibarət olan üzvi birləşmələrə doymuş spirtlər deyilir.

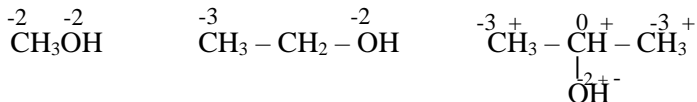
Hidrosil qrupunun sayına görə (OH) doymuş spirtlər biratomlu ( $C_nH_{2n+1}OH$ ), ikiatomlu ( $C_nH_{2n}(OH)_2$ ), üçatomlu ( $C_nH_{2n-1}(OH)_3$ ) və sair olurlar.

Doymuş 1-atomlu spirtlər  $C_nH_{2n+1}OH$  R-OH OH-in vəziyyətinə görə 1-li, 2-li, 3-lü olurlar. Karbon atomlarının hibrid orbitallarının sayı  $4n$ , polyar rabitələrinin sayı  $2n+3$ , q/polyar sayı  $n-1$ ,  $\sigma$ -rabit. ümumi sayı  $3n+2$ , atomların ümumi sayı  $3n+3$ , rabitələrdə iştirak edən orbitalların sayı  $6n+4$  ifadə olunur.

C atomlar  $sp^3$  hibrid vəziyyətində



Doymuş spirtlərdə  $\pi$ -rabitəsi yoxdur. C atomunun oksidləşmə dərəcəsi spirtlərdə aşağıdakı kimidir:



**Fiziki xassələri:** tərkibində 10-a qədər karbon atomu olan spirtlər maye, 11 və daha çox karbon atomlu spirtlər isə bərk halında birləşmələrdir. Biratomlu doymuş spirtlərin adlandırılması aşağıdakı cədvəldə verilmişdir.

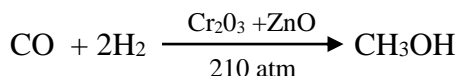
Cədvəl 1.

<i>Spirtlər</i>	<i>Trivial</i>	<i>Rasional</i>	<i>Beynəlxalq</i>
$\text{CH}_3\text{OH}$	Metil spirti	Karbinol	Metanol
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	Etil spirti	Metilkarbinol	Etanol
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	n-Propil spirti, Birlipropil spirti	Etilkarbinol	1 -Propanol
$\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3$	İzopropil spirti, İkilipropil spirti	Dimetilkarbinol	2-Propanol
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	n-Butil spirti	Propilkarbinol	1-Butanol
$\text{CH}_3\text{CHOHCH}_2\text{CH}_3$	Ikilibutil spirti	Metiletilkarbinol	2-Butanol
$\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_2\text{OH}$	İzobutil spirti	Izopropilkarbinol	2-Metil-1 -propanol
$(\text{CH}_3)_3\text{COH}$	Üçlübutil spirti	Trimetilkarbinol	2-Metil-2-propanol
$(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{OH}$	Neopentil spirti	Uçlübutilkarbinol	2,2-Dimetil-1-propanol

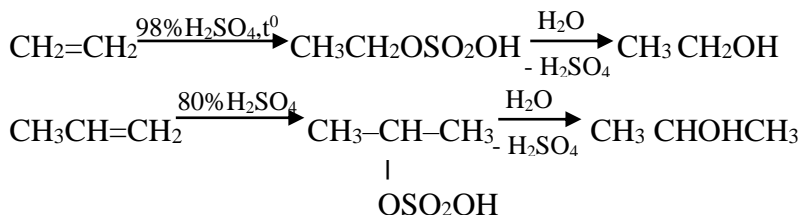
Spirtlərin molekul kütləsi artdıqca onların suda həll olması azalır, iyləri isə pisləşir. Bərk spirtlər iysiz olmaqla bərabər suda

demək olar ki, həll olmur. Spirtlərdə molekullarası hidrogen rabitəsi əmələ gəldiyindən onlar uyğun molekul kütləli karbohidrogenlərdən, hətta halogenli törəmələrdən yuxarı temperaturda qaynayır. Hidroksil qrupu alkil radikalları çox əhatə olunarsa (çox ekranlaşarsa), hidrogen rabitəsinin əmələ gəlməsi çətinləşir və spirtin qaynama temperaturu aşağı düşür. Odur ki, birli spirt izomer ikili spirtdən, ikili spirt isə izomer üçlü spirtdən yuxarı temperaturda qaynayır.

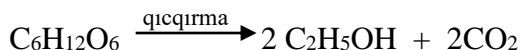
**Alınma üsulları:** spirtlər sənayedə müxtəlif üsullarla alınır. Metil spirti digər spirtlərdən fərqli üsulla: karbon 2-oksidi və hidrogen əsasında alınır. Proses metal oksidləri iştirakında 350-400° S temperaturda yüksək təzyiqlə aparılır:



Etil, izopropil, ikilibutil və üçlibutil spirtləri uyğun alkenlərin hidratlaşmasından alınır. Hidratlaşma sulfat turşusunun alkenə birləşməsi və alkan alkil sulfatının hidrolizi əsasında və ya suyun alkenə birbaşa birləşməsi ilə aparıla bilər. Alkenin quruluşundan asılı olaraq mərhələli hidratlaşma üçün müxtəlif qatılıqlı sulfat turşusundan istifadə olunur:

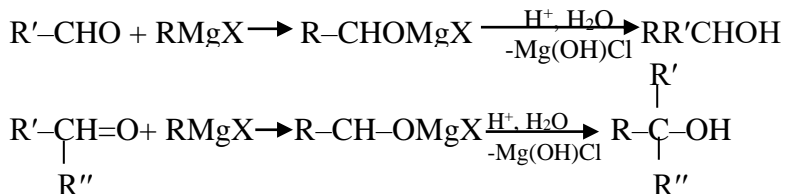


Etil spirti hazırda karbohidratların fermentli hidrolizinə əsaslanan qədimi üsulla da alınır:



Aldehid və ketonların qriyər reaktivləri ilə reduksiyası:

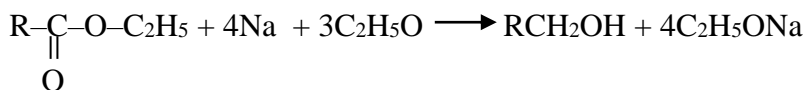
Bu zaman formaldehidlə birli spirtlər, başqa aldehidlərlə ikili spirtlər, ketonlar və mürəkkəb efirlərlə isə üçlü spirtlər alınır:



Karbonilli birləşmələrin katalitik və  $LiAlH_4$ -lə hidrogenləşməsi:

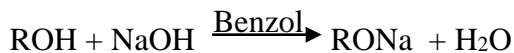


Mürəkkəb efirlərin Buvo-Blan üsulu ilə reduksiyası:

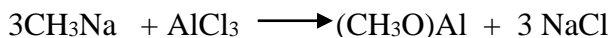
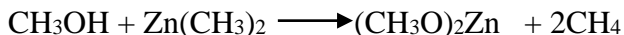


**Kimyəvi xassələri:** təsir edən reagentin, katalizatorun təbiətindən və spirtin quruluşundan asılı olaraq spirtlərlə reaksiya müxtəlif istiqamətdə: oksigen-hidrogen rabitəsinin qırılması ilə spirtlərin dissosiasiyası və hidrogenin əvəzlənməsi, karbon-oksigen rabitəsinin qırılması ilə hidrosil qrupun nukleofil əvəzlənməsi, karbon atomu ilə əlaqəli C-H və O-H rabitələrinin eyni zamanda qırılması ilə spirtlərin oksidləşməsi, nəhayət C-O və qonşu karbon atomu ilə əlaqəli C-H rabitələrin qırılması ilə spirtlərin dehidratlaşması üzrə gedə bilər.

Suyun və spirtlərin turşuluğu yaxın olduğundan spirtlərin qələvilərlə birbaşa reaksiyasından alkoholyatları almaq olmaz. Lakin reaksiya zamanı əmələ gələn suyu benzolla azeotrop qarışıq kimi ayırmaqla alkoqolyatları asanlıqla almaq mümkündür:

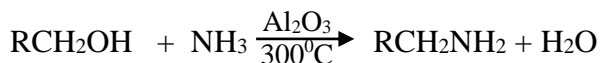


Başqa metalların alkoholyatları dolayı yolla alınır:



Turş mühitdə spirtlərə ammoniyakla təsir edildikdə hidrok-sil qrupu aminlə əvəzlənir və reagentlərin nisbətindən asılı olaraq birli, ikili, üçlü aminlər əmələ gəlir.

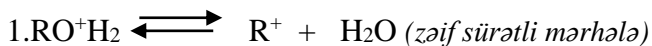
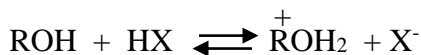
Katalizator kimi  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -dən istifadə edildikdə proses yük-sək temperaturda ( $300\text{ }^\circ\text{C}$ ) aparılır:



Spirtlərin hidrogen halogenidlərlə reaksiyası alkilhaloge-nidlərin alınmasında laboratoriya üsulu kimi tətbiq oluna bilər. Lakın əvvəldə qeyd edildiyi kimi, bu üsul karbohidrogenlərin ancaq xlorlu və bromlu törəmələrinin alınması üçün tətbiq edilə bilər.

Spirtlərin quruluşundan və reaksiyanın şəraitindən asılı olaraq hidrok-sil qrupun halogenlə əvəzlənməsi  $\text{SN}_1$  və ya  $\text{SN}_2$  mexanizmi üzrə gedir.

Ehtimal olunur ki, metil spirti və əksər birli spirtlər istisna olmaqla bütün digər spirtlərlə əvəzlənmə  $\text{SN}_1$  mexanizmi ilə iki mərhələdə gedir:

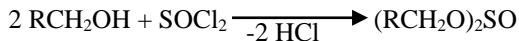


$\text{SN}_1$  əvəzlənmə

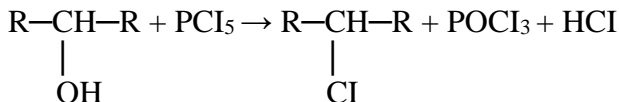
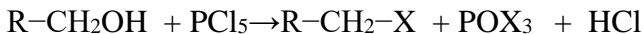
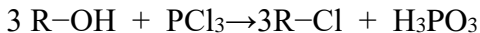


Spirtlərin tionilxloridlə reaksiyasından da alkilxloridləri almaq olar. Tionilxloridin üçlü spirtlərlə reaksiyası  $\text{SN}_1$  mexanizmi ilə gedir.

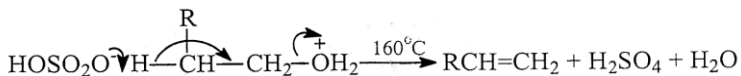




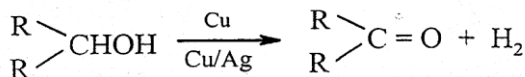
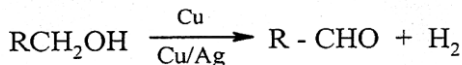
Birli spirtlər  $\text{PCl}_5$ -lə, daha asan  $\text{PBr}_5$ -lə xloridlə və bromidlər əmələ gətirir:



Qatı sulfat turşusu iştirakında birli spirtlərin dehidratlaşması aşağıdakı kimidir.



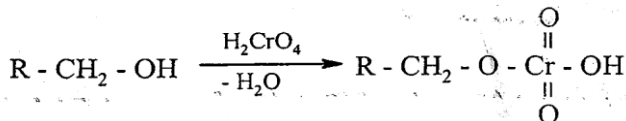
Spirtlərin hidrogensizləşməsi (dehidrogenləşməsi) müvafiq aldehid və ketonların alınması üsulu kimi praktiki əhəmiyyət kəsb etməklə yanaşı birli, ikili və üçlü spirtləri fərqləndirməyə imkan verir. Birli və ikili spirtləri hidrogenləşməsi üçün  $400\text{-}500^\circ\text{C}$  temperaturda onlar közərdilmiş mis və ya mis-gümüş katalizatorlarının üzərindən keçirilir. Bu zaman birli spirtlər aldehidlərə, ikili spirtlər isə ketonlara hidrogensizləşir:



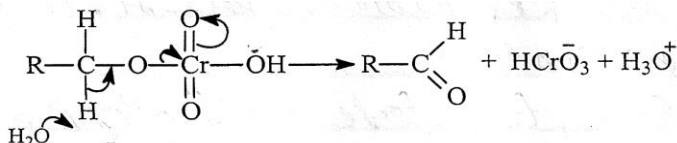
Üçlü spirtlər həmin şəraitdə hidrogensizləşmir, daha sərt şəraitdə isə onlar parçalanır.

Praktikada birli spirtlərin aldehidə oksidləşdirilməsi üçün

6-valentli xromlu birləşmələrdən (məsələn, xromat turşusu, xrom 6-oksid) istifadə olunur. Əmələ gələn aldehidin turşuya oksidləşməsinin qarşısını almaq üçün qovularaq o reaksiya mühitindən çıxarılır. Xromat turşusu iştirakında oksidləşmə aşağıdakı sxem üzrə təsəvvür olunur:



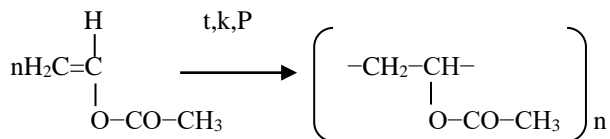
Əmələ gələn efir sonrakı mərhələdə aldehidə parçalanır:



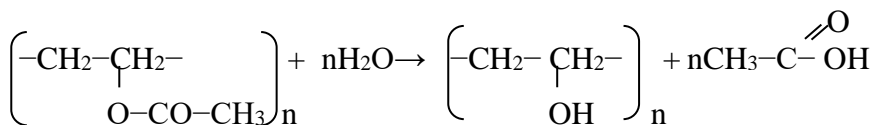
### Doymamış spirtlər və tsiklik spirtlər .

Aşağıda onların bəzi nümayəndələrinin tərkibi və istifadə sahəsi verilmişdir.

$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{OH}$  etenol (vinil) spirti-sərbəst almaq mümkün olmamışdır. Asanlıqla izomerinə  $\text{CH}_3\text{HO}$  çevrilir. Vinil spirtinin efiri məlumdur. Bu efir polimerləşərək polivinil asetat əmələ gətirir.

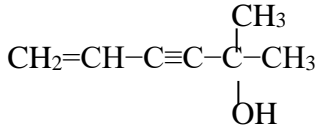


Bu polimeri hidroliz etdikdə polivinil spirti və asetat turşusu əmələ gəlir.



Proparqil spirti- $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH}$  polimeri yapışqan kimi

istifadə olunur.



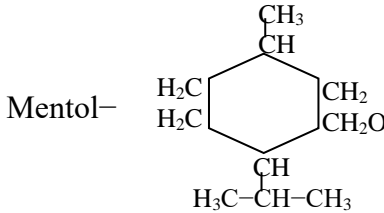
2 metil heksen-5, in-3, ol-2

dimetilvinilasetilenkarbonil

Polimeri kleydir. Metalları yapışdırmaq üçün istifadə olunur.

Benzil spirti— $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$  aromatlđ efirlərindən odekalon hazırlanır.

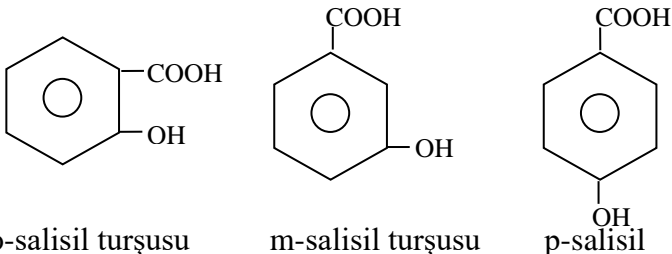
Feniletıl spirti— $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$  —qızıl gülün efir yağında olur.



Nanənin efir yağında olur. Soyuducu xüsusiyyətə malik, baş ağrısını aparan və s. kremlərin hazırlanmasında istifadə olunur.

Validol — mentolun izovalerian turşusunun metil efiridir. Ürək dərmanı kimi istifadə olunur.

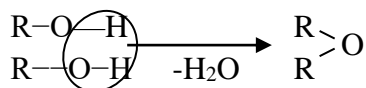
Aromatik spirtlər:



**Sadə efirlər, tioefirlər.**

Sadə efirlər — spirt molekulunda OH qrupundan H atomunun karbohidrogen radikalı ilə əvəz olunmasından alınan üzvi birləşmələrə deyilir.  $2\text{R}-\text{OH}\rightarrow\text{R}-\text{O}-\text{R}'$  Həmçinin spirtin anhidri-

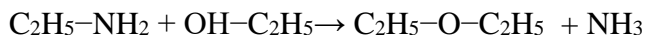
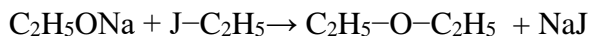
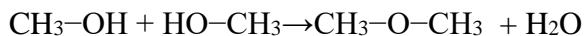
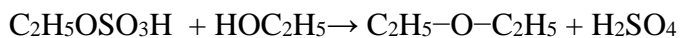
di kimi baxmaq olar.



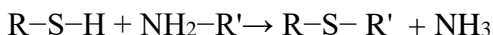
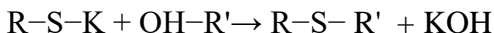
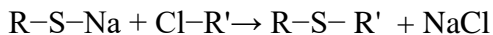
Tioefirlərdə isə oksigenin yerinə kükürd atomu durur. R-S-R' alkolsulfid və ya tioefir adlanır.

### Alınması:

Sadə efirlər əsasən spirtlərdən və halogenli törəmələrdən alınır.



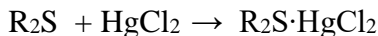
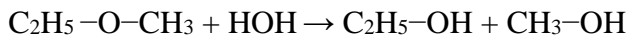
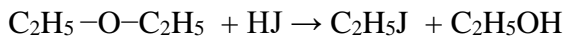
Tioefirlərin alınması:



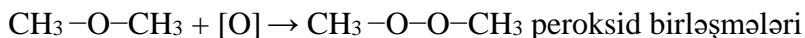
### Fiziki xassələri:

Dimetol, metiletil efirləri qaz, sonrakılar mayedir. Suda həll olmur. Üzvi həlledicilərdə həll olur.

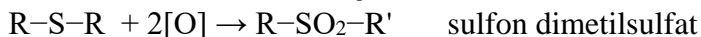
### Kimyəvi xassələri:



süleymani

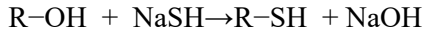
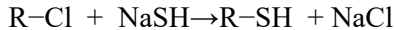


Dimetilperoksid



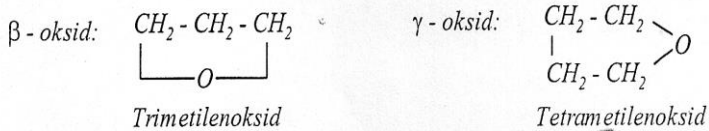
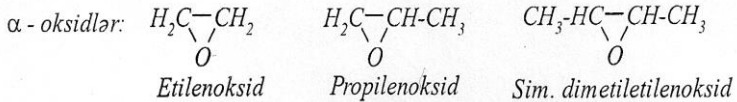
Tiollar və ya merkaptanlar spirtlərdə oksigenin yerinə kükürd atomu olan birləşmələrdir. R-S-H

### Alınması:



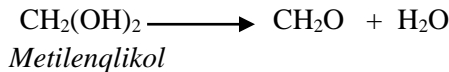
$CH_3-SH$  qazdır, qalanları isə maye və bərk haldadır.

Sadə efirlər: Əvvəldə qeyd edildiyi kimi, efirlərə spirtlərin dehidratlaşma məhsulu kimi də baxmaq olar. Odur ki, qlikolların molekul daxili dehidratlaşmasından əmələ gələn tsiklik efirlər halqanın ölçüsündən asılı olaraq  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  cə s. oksidlər kimi fərqlənə bilər:



**Çoxatomlu spirtlər.** Əvvəldə qeyd edildiyi kimi, spirtlərin atomluğu molekuldakı hidroksil qruplarının sayı ilə müəyyən olunur. Çoxatomlu spirtlər dedikdə molekulunda iki və daha çox hidroksil qrupu olan spirtlər nəzərdə tutulur.

Hidroksil qrupları eyni bir karbon atomu ilə əlaqəli ikiatomlu spirtlər davamsız olub, asanlıqla uyğun aldehid və ya ketonlara parçalanır. Məsələn, metilenqlikol ancaq sulu məhlulda davamlıdır, sudan ayrılan kimi o formaldehidə parçalanır:



Qlikollar müxtəlif nomenklatura ilə adlandırılır. 1,2-qlikolların trivial nomenklatura ilə adları uyğun etilen karbohidrogenin admın sonuna qlikol sözü əlavə edilməklə düzəldilir.

Hidroksil qrupları metilen qrupları ilə təcrid olunmuş karbon atomları ilə əlaqəli qlikollar adlandırmaq üçün metilen qruplarının sayının sonuna qlikol sözü əlavə olunur.

Hidroksil qrupları qonşu iki üçlü karbon atomları ilə əlaqəli qlikollara pinakonlar deyilir.

Qlikolların elmi nomenklatura ilə adları molekulda hidroksil qruplarının yeri göstərilməklə uyğun alkanın adının sonuna diol şəkilçisi əlavə etməklə düzəldilir.

Bəzi qlikolların trivial və elmi nomenklatura ilə adları 2-ci cədvəldə göstərilir:

Cədvəl 2.

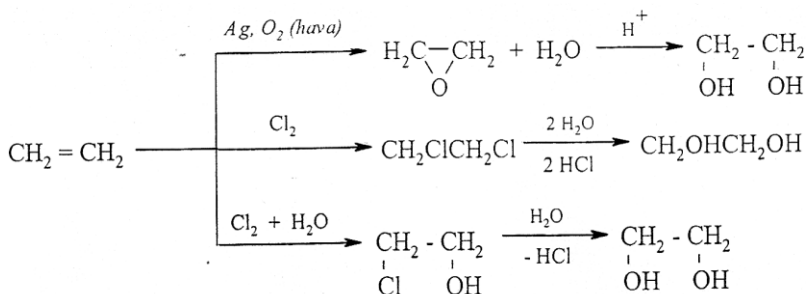
<i>Qlikollar</i>	<i>Trivial</i>	<i>Elmi</i>
$\text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{OH}$	Dimetilenqli kol və ya	1,2-Etandiol
$\text{CH}_2\text{CHOHCH}_2\text{OH}$	Propilenqlikol	1,2-Propandiol
$\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	Trimetilenqlikol	1,3-Propandiol
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CHOHCH}_2\text{OH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	İzobutilenqlikol	2-Metil-1,2-propandiol .
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\   \quad   \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\   \quad   \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$	Tetrametilenqlikol və ya pinakon	2,3-Dimetil-2,3-butandiol

İkiatomlu spirtlər adətən qlikollar, üçatomlular – qliserinlər, dördatomlular - eritritlər, beşatomlular - pentitlər, altıatomlular isə heksitlər adlanır.

İkiatomlu spirtlər. İkiatomlu spirtlərdə hidroksil qrupları bir-birinə nəzərən müxtəlif vəziyyətlərdə yerləşə bilər. 1,2 – qlikollar şirin tənə malik olduğundan bu sinif spirtlər qlikol adlandırılmışdır. Hidroksil qruplarının vəziyyətinə görə ikiatomlu spirt-

lər  $\alpha$ -qlikollar (hidroksil qrupları qonşu karbon atomlarında olarsa),  $\beta$ -qlikollar (hidroksil qrupları 1,3-vəziyyətdə olarsa),  $\gamma$ -qlikollar (hidroksil qrupları 1,4-vəziyyətdə olarsa),  $\delta$ -qlikollar (hidroksil qrupları 1,5- vəziyyətdə olarsa) və s. kimi fərqlənir.

**Alınma üsulları:** Etilenqlikol sənayedə etilen əsasında üç müxtəlif üsulla alınır;



Etilenqlikol, eləcə də digər qlikollar başqa reaksiyalar üzrə də alınır. Alkenlərin Vaqner üsulu ilə oksidləşməsi:



**Fiziki xassələri:** Qlikolların aşağı nümayəndələri qatı maye. yuxarı molekulyar kütləli qlikollar isə bərk halda birləşmələrdir. Molekulunda iki hidroksil qrupu olduğundan qlikollar daha güclü assosiasiya edir, biratomlu spirtlərə nisbətən suda daha yaxşı həll olur və yuxarı temperaturda qaynar.

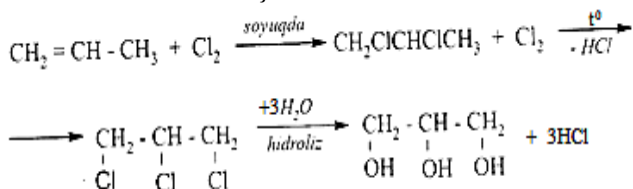
**Kimyəvi xassələri:** Qlikolların bir çox kimyəvi xassələri biratomlu spirtlərə uyğundur. Lakin ikiatomlu spirt kimi onlar bəzi xüsusi xassələrə də malikdir.

Oksidləşdiricinin təbiətindən asılı olaraq etilenqlikol müxtəlif istiqamətdə oksidləşir. Duru nitrat turşusu ilə dialdehid -qliksal, qatı nitrat turşusu ilə qliksil turşusu və ikivalentli dəmir duzlarının iştirakında hidrogen peroksidlə oksidləşdirildikdə isə qlikol aldehid əmələ gəlir:

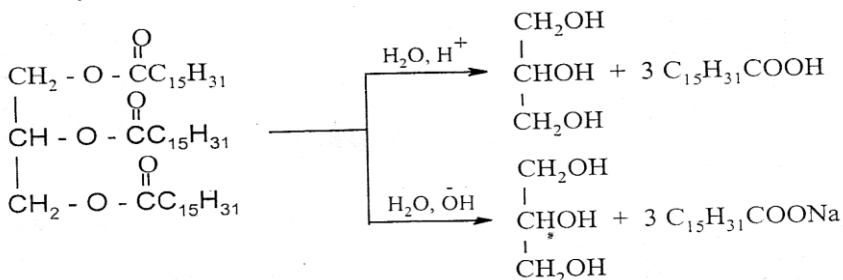




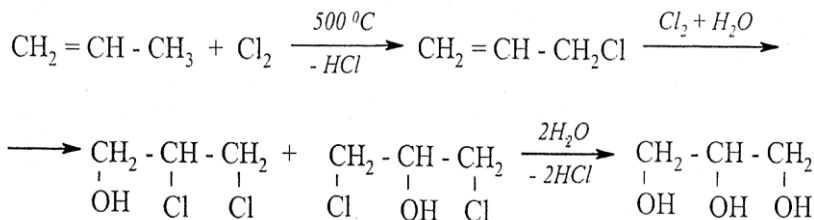
xlorlaşması əsasında alınmışdır:



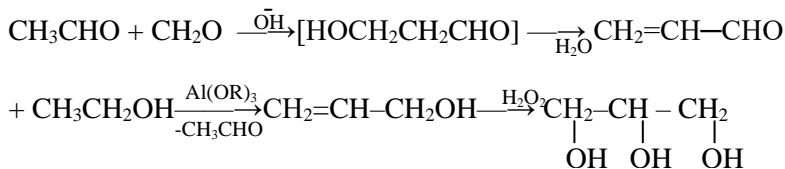
Böyük miqyasda qliserin ilk dəfə yağların hidrolizindən alınmışdır:



Qliserin hazırda propiləndən aşağıdakı sxem üzrə alınır:



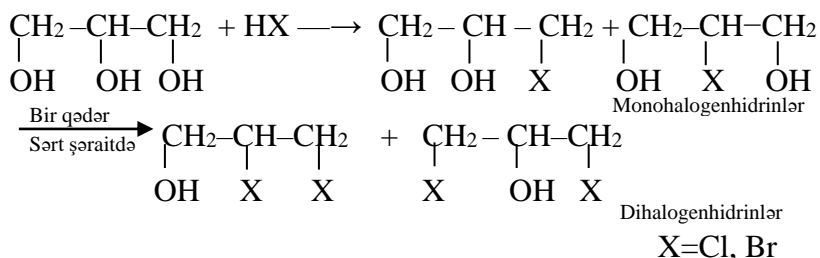
Sonralar Polşa kimyaçıları tərəfindən formaldehid əsasında qliserinin texniki cəhətcə əlverişli sintez üsulu hazırlanmışdır:



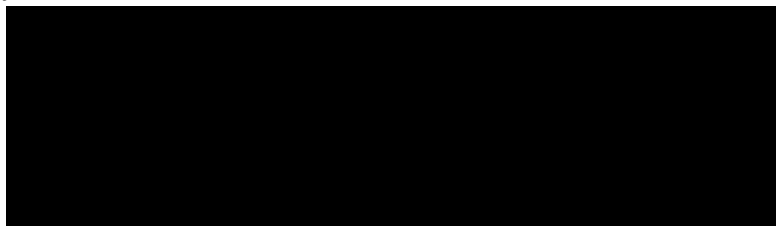
**Kimyəvi xassələr.** Üçatomlu spirt kimi qliserinin turşuluğu etilenqdikolun turşuluğundan yüksəkdir (etilenqlikolun və qliseri-

nin  $pK_{a-sı}$  uyğun olaraq 14,18 və 13,99 təşkil edir). Odur ki, qliserində hidroksil qrupunun hidrogen atomu nəinki aktiv metal hidrokidlərinin, eləcə də dəmir, mis, kalsium, barium və başqa metalların hidrokidlərinin təsiri ilə də metalla əvəzlənir. Etilen-qlkolyatlara uyğun olaraq ağır metalların qliseratları da kompleks xarakterlidir.

Qliserinə hidrogenxlorid və hidrogenbromidlə təsir edildikdə şəraitdən asılı olaraq mono- və dihalogenhidrinlər əmələ gəlir:



Qliserin kalsium bisulfid iştirakında qızdırıldıqda arkoleinə parçalanır :



Oksidləşdiricinin təbiətindən asılı olaraq **qliserin** qliserin aldehidinə dihidroksiasetona, son məhsul kimi isə mezoksal turşusuna oksidləşir:



*Qliserin aldehidi*

*Dihidroksiaseton*

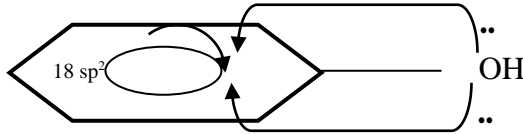
*Mezoksal turşusu*

Qliserin barıtın və partlayıcı maddələrin (trinitroqliserin),

dərman preparatlarının, polimer materiallarının (qliftal qətranları) alınmasında, yeyinti sənayesində və üzvi sintezdə geniş tətbiq olunur.

## 9. FENOLLAR

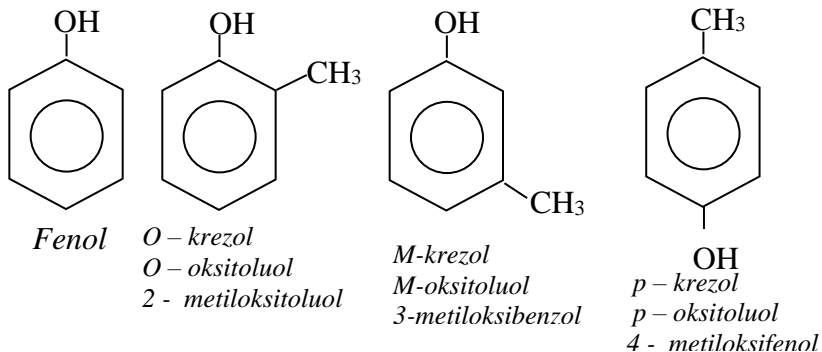
*Fenollar*-aromatik karbohidrogenlərin benzol nüvəsindəki H atomlarının bir və ya bir neçə hidrosil qrupu ilə əvəz olunmasından alınan üzvü maddələrə deyilir. OH qrupu yan zəncirlə olursa aromatik spirtlər adlanır. Fenolda benzol nüvəsindəki C-atomlarının hamısı  $sp^2$  hibridləşmə halındadır. Yəni 1  $sp^2$  orbitalı 5 ədəd  $\sigma$   $sp^2$ -s rəbitəsi var.  $sp^2$ -p rəbitəsində mövcuddur.



Benzol nüvəsi OH qrupundakı oksigen atomunun p-elektronlarını (bölünməmiş) özünə doğru çəkir. Nəticədə hidrosil qrupundakı O-H rəbitəsi zəifləyir. Hidrogen atomları asan əvəz olunur, fenol turşuluq xassə göstərir. Buna görə də fenolun suda məhlulu karbol turşusu adlanır. Fenollar OH qrupu birbaşa benzol nüvəsinə birləşən üzvü birləşmələrə deyilir. 1,2,3 və çox atomlu olurlar.

Biratomlu fenollar tərkibində bir hidrosil qrupu olan hidrosil qrupu birbaşa benzol nüvəsinə birləşən aromatik birləşmələrə deyilir.

Biratomlu fenolların nümayəndələri aşağıdakılardır:

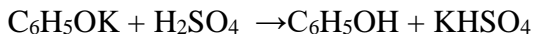
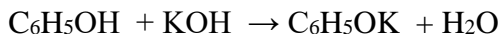
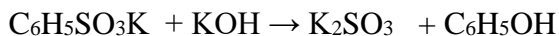
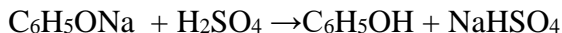


**Fiziki xassələri:** Fenol adi şəraitdə rəngsiz kristal maddədir (bəzi izomerləri maye haldadır) Fenolların ilk aşığı nümayəndələri suda yaxşı həll olurlar, ali nümayəndələri isə spirtə, efiərdə və benzolda həll olurlar. Zəhərlidirlər.

Fenol və ya karbol turşusu OH qrupu olmasına baxmayaraq H mütəhərrik olduğundan mühitə H<sup>+</sup> ionla verir və turşu olur.

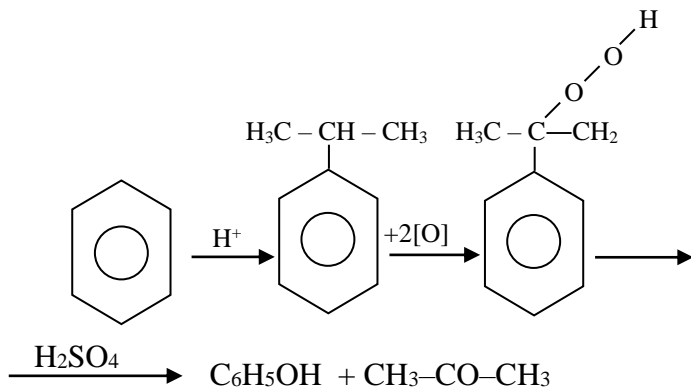
**Alınması: a)senaye üsulu**

1. Daş kömürün quru destilləsindən, daş kömür qətranı H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> fraksiyasından alınan aromatik birləşmələri qələvi məhlulu ilə işləyirlər və H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> t/edirlər.



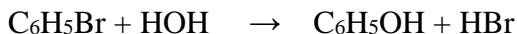
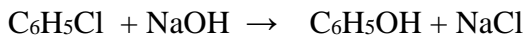
2. Kümüol üsulu :

Benzola propilenlə təsir etməklə, bir çox aralıq birləşmələr alındıqdan sonra sənaye əhəmiyyətli aseton və fenol alınır.

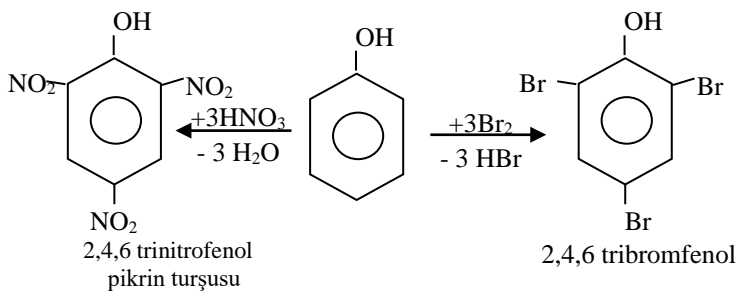
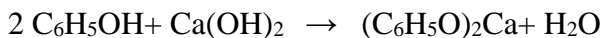
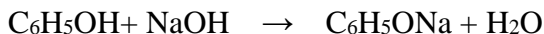


### Labarotoriya üsulu:

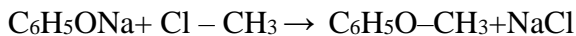
Benzolun halogenli törəmələrinə gələvilərlə təsir etməklə və ya hidrolizindən :



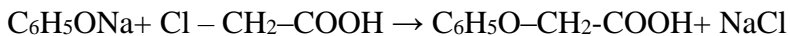
**Kimyəvi xassələri:** Biratomlu fenollar əsaslarla, bromla və oksigenli turşularla qarşılıqlı təsirdə olurlar.



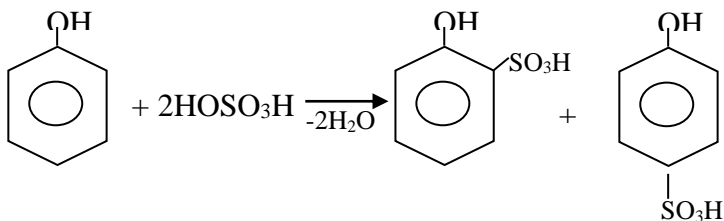
Fenol efiri aşağıdakı kimi alınır.



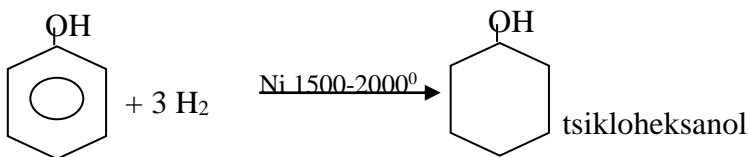
Metilfenolefiri



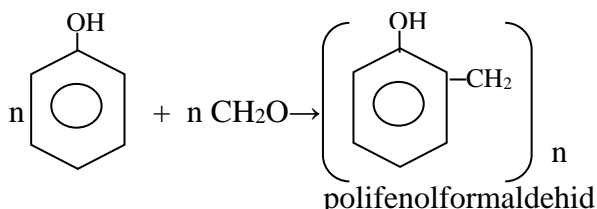
Fenolsirkə turşusu



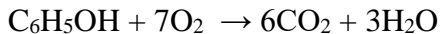
Fenol  $\text{H}_2$  ilə qarşılıqlı təsirdə olur.



Fenol formaldehidlə fenol formaldehid qətranı əmələ gətirir.



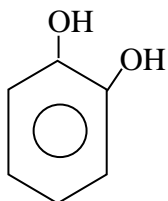
Fenol yananda  $\text{CO}_2$  və  $\text{H}_2\text{O}$  alınır.



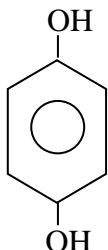
Fenol heyvan orqanizmində zülalların parçalanmasından alınır və sidiklə xaric olunur. Bəbirin – daxili sekresiya vəzlərində ifrazatından olur. Fenol və krezollardan plastik kütlə, partlayıcı maddələr, antiseptik maddə kimi istifadə olunur.

### ***İkiatomlu fenollar:***

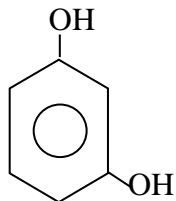
Ən mühüm nümayəndələri aşağıdakılardır



1-2 dioksibenzol  
Ortodioksibenzol  
pirokatexin



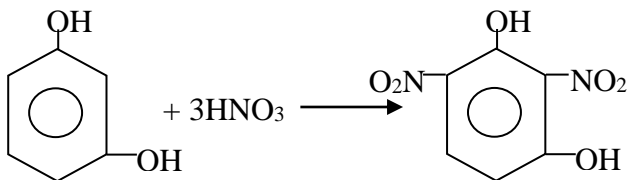
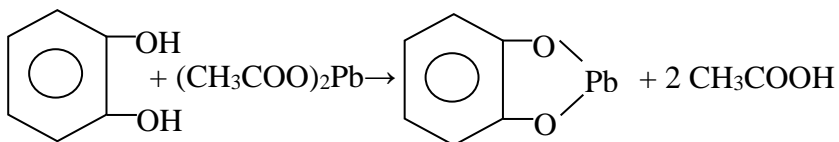
1-4 dioksibenzol  
paradioksibenzol  
hidroksinon



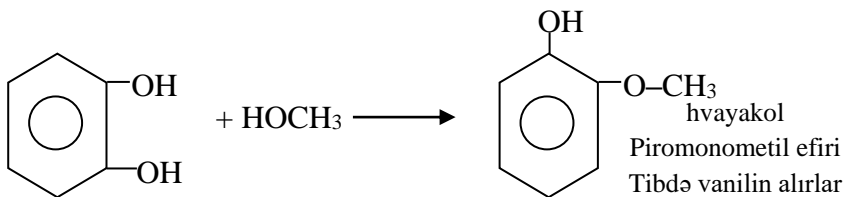
1-3 dioksibenzol  
metadioksibenzol  
rezorsin

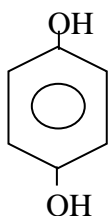
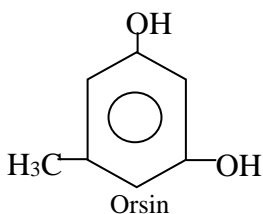
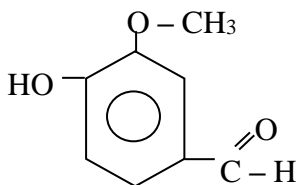
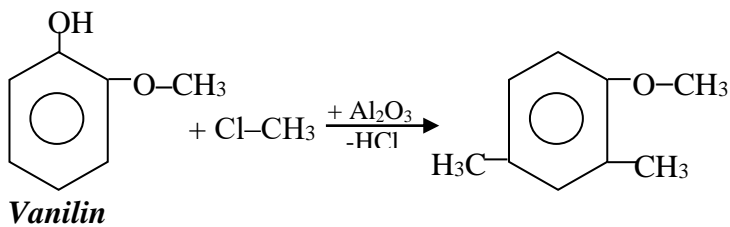
### ***Kimyəvi xassələri:***

( $\text{CH}_3\text{COO}$ ) $_2\text{Pb}$  və  $\text{HNO}_3$  ilə qarşılıqlı təsirdə olurlar.



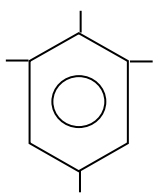
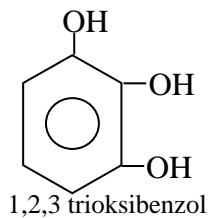
Spirtlərlə efirlər əmələ gətirirlər.



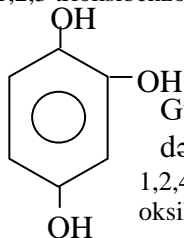
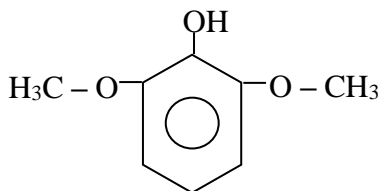


Hidroksinon – bitkilərin qlükozidlərində olur.  
P – oksixlorbenzoldan alınır.

Üçatomlu fenollar:



**COOH**  
Mühüm birləşmələri

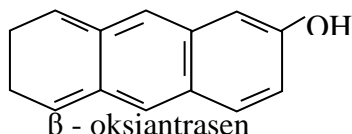
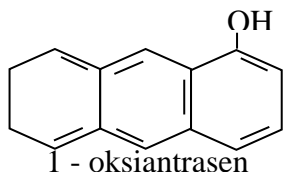
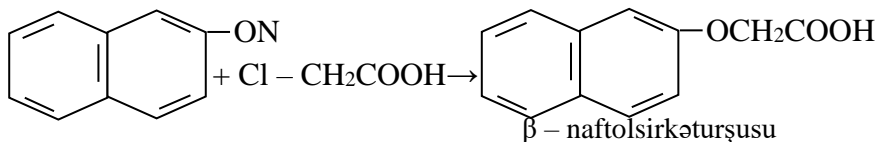
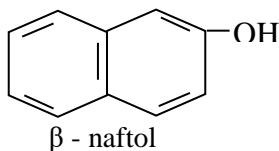
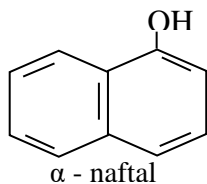


Güclü redusiyaedici kimi, dəri xəstəliklərində dərman hazırlanır.

1,2,4 trioksibenzol  
oksihidroksinon



Çoxnüvəli fenollar:

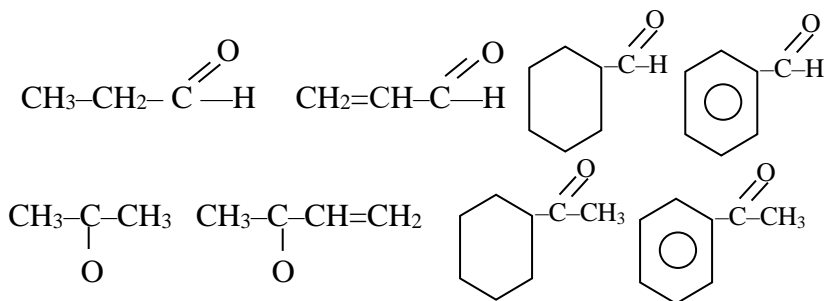


## 10. ALDEHİD VƏ KETONLAR.

Tərkibində karbohidrogen radikalı ilə birləşmiş karbo-  
nil ( $\overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{H}$ ) qrupundan ibarət olan üzvi maddələrə oksobirləş-  
mələr deyilir. Karbonil qrupunun valentinin biri karbohidrogen

radikalı digəri hidrogenlə birləşərsə:  $\text{R} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{H}$  aldehyd, hər ikisi  
karbohidrogen radikalı ilə birləşərsə  $\text{R} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{R}$  *keton* adlanır.

Karbohidrogen radikalları doymuş, doymamış, tsiklik, aro-  
matik ola bilər:



**Adlandırma:** Tarixi adlandırmada əsasən oksidləşdikdə, çevrildikləri turşuların adları ilə adlandırılır. Beynəlxalq adlandırmada aldehidlər üçün “al”, ketonlar üçün “on” şəkilçiləri əlavə edilir.

H – C OH – qarışqa aldehidi, formaldehid, metanal

CH<sub>3</sub> – C OH - sirkə aldehidi, asetaldehid, etanal

CH<sub>3</sub> – CH<sub>2</sub> – C $\begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array}$  - propion aldehidi, propaldehid, propanal

CH<sub>3</sub> – (CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> – CHO - yağ aldehidi, butaldehid, butanal

CH<sub>3</sub> – CO – CH<sub>3</sub> – dimetil keton, propanon

CH<sub>3</sub> – CO – CH<sub>2</sub> – CH<sub>3</sub> – metil, etil keton, butanon

CH<sub>3</sub> – CO – (CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> – CH<sub>3</sub> – metil, propil keton, pentanon -2

CH<sub>3</sub> – CH $\begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array}$  – CH<sub>2</sub> – C $\begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array}$  - 3 metil butanal,  
 $\begin{array}{c} | \\ \text{CH}_3 \end{array}$

CH<sub>3</sub> – CH $\begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array}$  – CO – CH<sub>3</sub> - 3 metil butanon–2 metil ikili propil keton  
 $\begin{array}{c} | \\ \text{CH}_3 \end{array}$

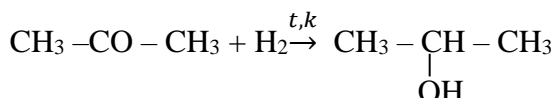
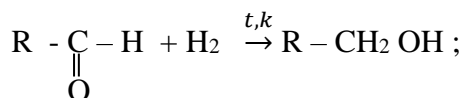
**Fiziki xassələri:** CH<sub>2</sub>O – kəskin iyli zəhərli qazdır, sonra gəllənər maye, ali aldehidlər isə bərk maddələrdir. İlk üzvləri suda həll olur. Formaldehidin 40% suda məhlulu formalin adlanır. C<sub>9</sub> – sonra bərk halda olurlar. İlk nümayəndələrində zəif də olsa H rabi-

təsi olur (spirtlərdən az) bu səbəbdən suda həll olurlar. Sıra nömrəsi artdıqca ərimə, qaynama, temperaturu artır, sıxlığı artır.

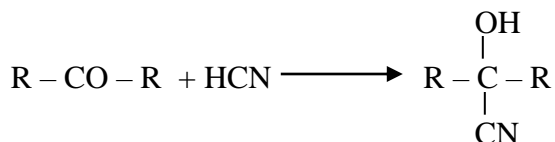
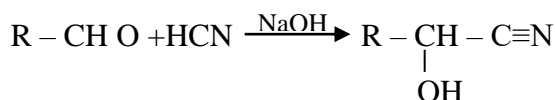
**Kimyəvi xassələri**

**Birləşmə reaksiyaları:** Bu tip reaksiyalar aldehid və ketonlarda karbonil qrupunda ikiqat rabitənin pozulması hesabına baş verir.

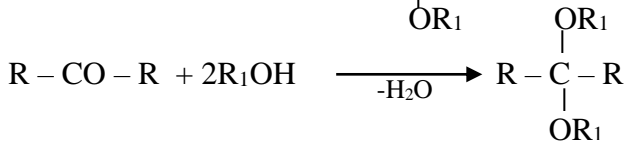
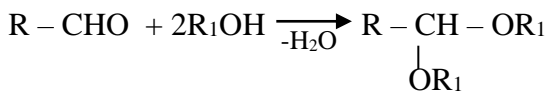
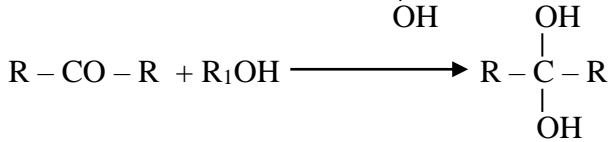
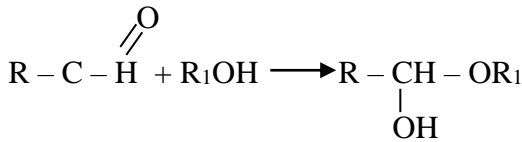
1. Katolizator iştirakı ilə H<sub>2</sub> birləşməsi ilə spirtə çevrilirlər.



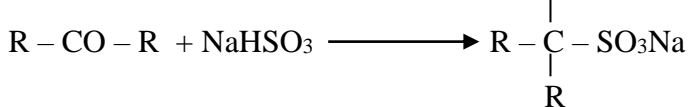
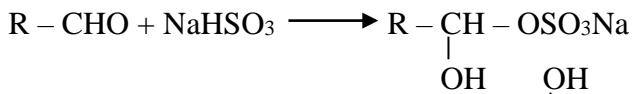
2. Sianid turşusu qələvi mühitdə aldehid və ketonlara birləşərək oksinitrillərə (sianhidrinlərə) çevrilir.



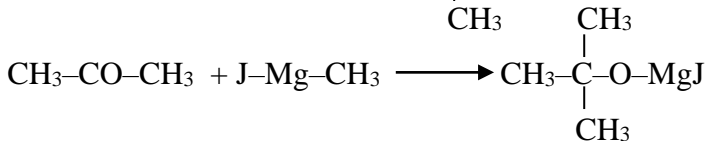
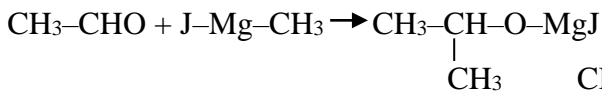
3. Spirtlərlə qarşılıqlı təsirdə poluasetallar alınır. Bu birləşmələr davamsızdır. Ancaq onların efirləri davamlı birləşmələrdir. Onlardan müxtəlif ətriyyatlar və kosmetik məhsullar hazırlanır.



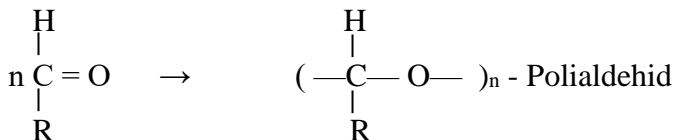
4. Aldehid və ketonlar  $\text{NaHSO}_3$  ilə bisulfit birləşmələri verir.



5. Aldehid və ketonlar Mg üzvi birləşmələrlə birləşmə reaksiyalarına daxil olurlar.

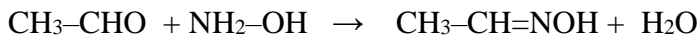


6. Aldehidlər polimerləşirlər.

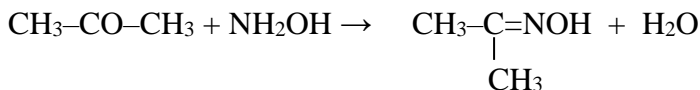


Aldehid və ketonlarda yan zəncirdə və karbonil qrupunda əvəzetmə reaksiyaları baş verə bilər:

Hidroksilaminlə qarşılıqlı təsirdə oksimlər alınır.

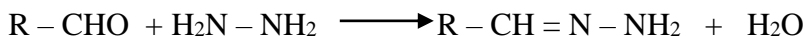


Sirkə aldehidinin oksimi

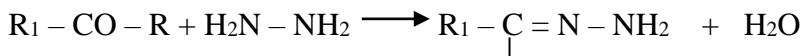


Aseton oksimi

Aldehid və ketonlara hidrazinlə təsir etdikdə hidrazonlar alınır.

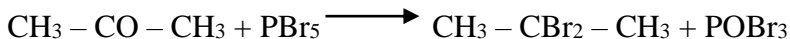


Aldehid hidrazon

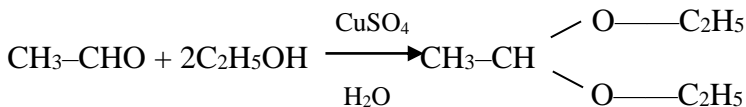


R Hidrazon keton

$\text{PCl}_5$  və ya  $\text{PBr}_5$  təsirindən iki hallogen atomu əvəz olunur:

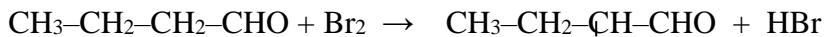


Spirtlərlə qarşılıqlı təsirdən asetallar əmələ gətirir:



Sirkə aldehidinin dietil asetalı

Hallogenlərlə təsir etdikdə yan zəncirdə əvəzləmə gedir:



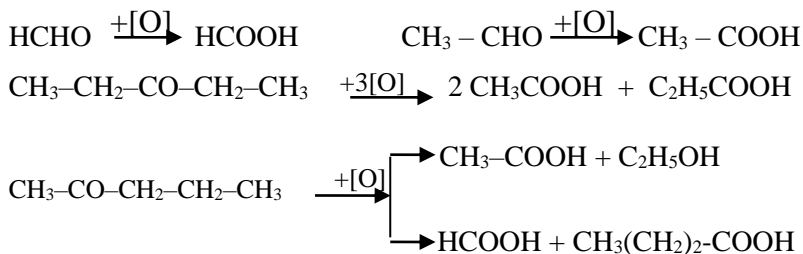
Br

2- brom butanol

$\alpha$  - brom yağaldehidi

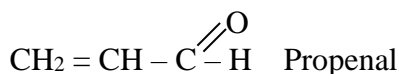
Oksidləşdiricilərin təsiri ilə aldehidlər müvafiq C turşularına çevrilirlər. Ketonlar isə radikallardan asılı olaraq müxtəlif t-a mad-

dələlərə çevrilirlər.

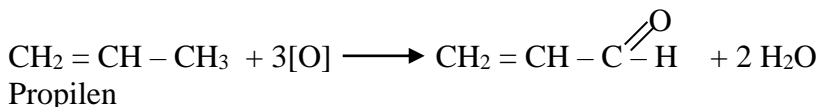
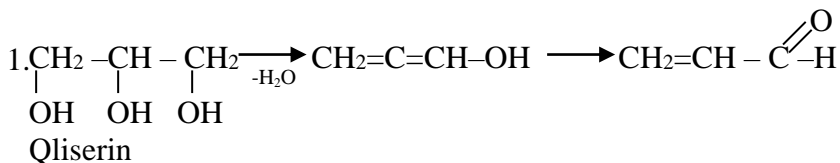


Formaldehid 40% məhlulu formalin adlanır. Zəhərli, dezinfeksiyaedici. Dənli bitkilərin saxlanma yerini dezinf. edir. Formalində anatomik eksponatlar saxlanılır. Plastik kütlələr (fenol-farmaldehid) və s. hazırlanır. Dərman maddələri sintez olunur.

**Doymamış aldehyd və ketonlar:** Tərkibində bir və ya iki-dən çox ikiqat, üçqat rabitə olan aldehydlərə deyilir. Ən sadə nümayəndəsi akrolendir.

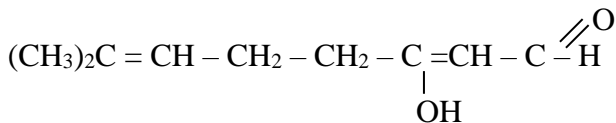


Kəskin iyli rəngsiz mayedir. Aşağıdakı üsullarla alınır:



Akrolein sintetik qətranların və digər məhsulların alınmasında istifadə olunur. Həmçinin ondan üzvi kimyada yaxşı həlledici kimi istifadə olunur.

$\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CHO}$  proton aldehidi (2-butenol)

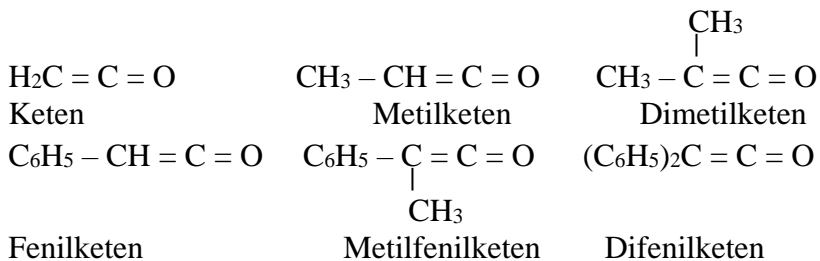


Sitral – limonun efir yağında olur.

$\text{CH}_3 - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{CH} = \text{CH}_2$  metilrumeketon

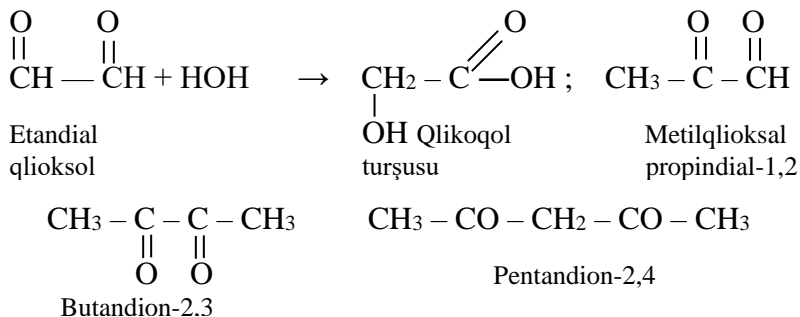
$\text{O}$  buten -1 on-3

**Ketenlər:**



Bu birləşmələrdən anhidrlər efirlər alınır.

**Dialdehid və diketonlar:** Molekul tərkibində 2 aldehid (karbonil) 2 keton qrupu olan birləşmələrə deyilir.



Bu tip maddələr kəskin iyli maddələrdir orqanizmdə müxtəlif xəstəliklərdə əmələ gəlir.

## 11. KARBON TURŞULARI.

Karbohidrogen radikalında bir və ya bir neçə H-in karbonat turşusunun qalığı və karboksil qrupu ilə əvəz olunmasından alınan üzvi oksigenli birləşmələrə karbon turşusu deyilir.

Biratomlu  $C_nH_{2n}O_2$  doymuş karbon turşularını. Doymamış = rəbitəli  $C_nH_{2n-2}O_2$ ,  $\equiv C_nH_{2n-4}O_2$  Ümumi formulları aşağıdakı kimidir.

H – COOH - qarışqa, formiat, metan turşusu

CH<sub>3</sub> – COOH- sirkə, asetat, etan turşusu

CH<sub>3</sub> – CH<sub>2</sub> – COOH - propion, propan turşusu

CH<sub>3</sub> – (CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> – COOH - yağ, butan turşusu

CH<sub>3</sub> – (CH<sub>2</sub>)<sub>3</sub> – COOH - valerian, pentan turşusu

CH<sub>3</sub> –  $\begin{array}{c} \text{CH} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$  – CH<sub>2</sub> – COOH - izovalerian, üçmetilbutan turşusu

CH<sub>3</sub> – (CH<sub>2</sub>)<sub>4</sub> – COOH - kapron, heksan turşusu

CH<sub>3</sub> – (CH<sub>2</sub>)<sub>14</sub> – COOH - palmitin, heksadesil turşusu

CH<sub>3</sub> – (CH<sub>2</sub>)<sub>15</sub> – COOH - marqarin, heptadesil turşusu

CH<sub>3</sub> – (CH<sub>2</sub>)<sub>16</sub> – COOH - stearin, oktadesil turşusu

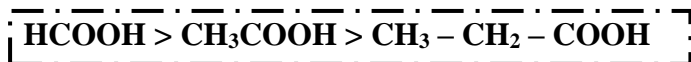
CH<sub>3</sub> – (CH<sub>2</sub>)<sub>20</sub> – COOH - melessin(etakozan) turşusu

CH<sub>3</sub> – (CH<sub>2</sub>)<sub>24</sub> – COOH- serotin, (heksakozan) turşusu

**FİZİKİ XASSƏLƏRİ:** C–kimi maye, sonrakılar bərk haldadır. Aşağı nümayəndələri dimer şəklində assosiasiya etmiş, hidrogen rəbitəsi vardır. Birinci turşular sirkə iyli 4-8 C t-ar qaxsımış yağ iyli, sonrakılar zəif iyli olurlar.

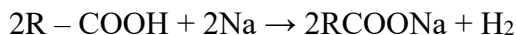
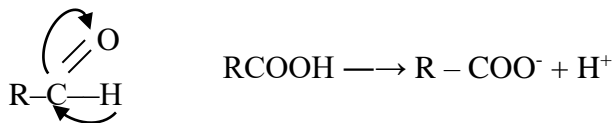
Cüt karbonlular təkdən yüksək temperaturda əriyirlər.

Turşuluq xassələrinin dəyişməsi aşağıdakı kimidir.

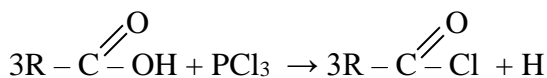




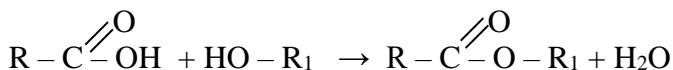
**Kimyəvi xassələri:** Az da olsa dissosasiyaya uğrayırlar.



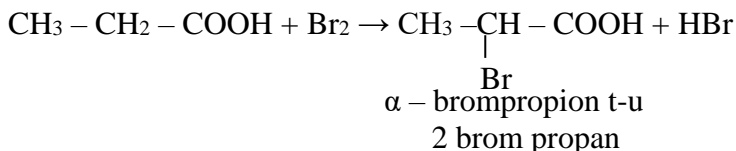
$\text{SOCl}_2$  və  $\text{PCl}_3$ ,  $\text{PCl}_5$ -lə xlorlu birləşmələr alınır.



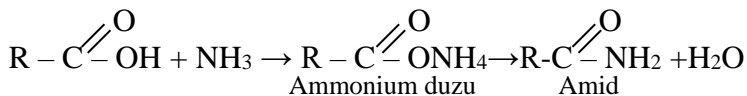
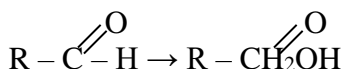
Efirləri aşağıdakı kimi alınır.



Halogenlərlə yan zəncirdə əvəz etmə reaksiyasına daxil olur.



$\text{H}_2$  ilə qarşılıqlı təsirdən aldehid və spirtlər alınır.



**Doymamış bir əsasli turşular:**

$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{COOH}$  Akril turşusu

$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2\text{COOH}$  Vinil sirkə turşusu (kroton t-su)  
Buten - 2 turşusu

$\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{COOH}$  Kroton turşusu/Buten -3 turşusu

$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$  oktadekan-9 turşusu

$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_7 - \text{CH} = \text{CH} - (\text{CH}_2)_7 - \text{COOH}$

$\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$  – Olein turşusu

$\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH} - \text{COOH}$  - Sorbit turşusu

$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)-\text{COOH}$

Linolein turşusu oktadekatrien turşusu 9,12,15 turşusu

Araxiol turşusu 4 ikiqat rabitəsi var.  $\text{C}_{17}\text{H}_{27}\text{COOH}$  bitki yağında olur ən çox amarant,zeytun ,çaytikanı yağındadır.

**Tərkibində üçqat rabitə olan turşular aşağıdakılardır.**

$\text{CH} \equiv \text{C} - \text{COOH}$  – propiol turşusu, propin turşusu

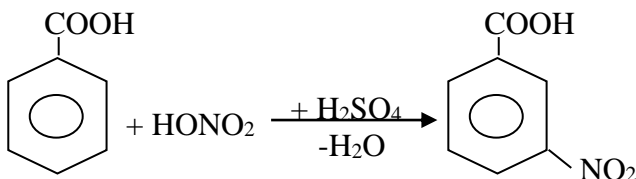
$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_7 - \text{C} \equiv \text{C} - (\text{CH}_2)_7 - \text{COOH}$

Stearol t-u, okta dekin-9 t-su bitki yağında olurlar. Bunlar az yayılmışlar. Aromatik birəsaslı turşulardan ən əhəmiyyətli benzoy turşusudur.

**Fiziki xassələri:**

Rəngsiz kristal maddədir, yüksək t-da qaynayırlar (ən çox para izomeri). Aşağıdakı nümayəndələri suda yaxşı həll olurlar (güclü turşulardır),yuxarı nümayəndələri efirodə yaxşı həll olurlar.

**Kimyəvi xassələri:** Əsasən orto və para vəziyyətində elektron sıxlığı azalır, meta vəziyyətində çoxalır (II növ əvəzedici). Aromatik turşular bütün karboksil qrupuna aid olan reaksiyaları verir. (duzlar, efirolər, anhidridlər, hallogen törəmələri)



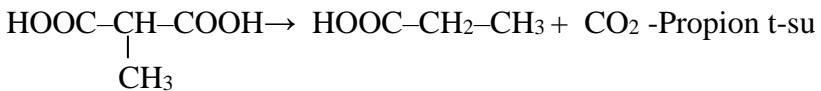
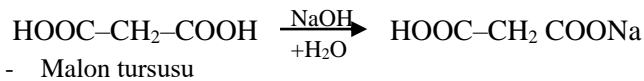
**Benzoy turşusu:** Kənd təsərrüfatında və konservlərin bağlanması üçün istifadə olunur. Sənayedə boyaqlar alırlar.

$C_6H_5-CH_2-CO-NH-CH_2-COOH$ -Bu maddədən *penisillin* alınır.

1.  $HO-C(=O)-C(=O)-OH$  – Turşəng, oksalat, etanditurşu
2.  $HOOC-CH_2-COOH$  – Malon, propan diturşu, metan dikarbon turşusu.
3.  $HOOC-CH_2-CH_2-COOH$  – Kəhrəba, 1,2 dikarbon turşusu, butanditurşu
4.  $HOOC-CH_2-CH_2-CH_2-COOH$  - Qlütar t-su, 1,3 propan dikarbon turşusu. Pentan diturşu
5.  $HOOC-(CH_2)_4-COOH$  - Adipin turşusu, 1,4 butan dikarbon t-su, heksan diturşusu.

**Fiziki xassələri:** Kristallik suda yaxşı həll olan bərk maddələrdir. Yüksək nümayəndələrində yaxşı həll olurlar.

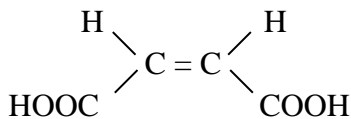
**Kimyəvi xassələri:** Bir əsaslılardan qüvvətli turşulardır. Xüsusilə də  $C_2 - C_4$  güclüdür.



İkiəsaslı doymuş turşular ən çox bitkilərdə Na, K, Ca duzları şəklində yayılmışdır. Onlar xoş dada malildirlər, orqanizm üçün çox əhəmiyyətli birləşmələrdir.

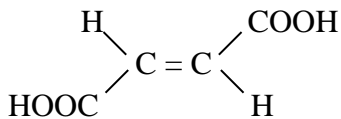
### Doymamış ikiəsaslı turşular:

$\text{HOOC-CH=CH-COOH}$  eten dikarbon turşusu, təbiətdə olmur.



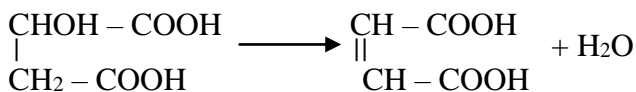
Sis izomer malein t-u

Bitkilərdə, göbələklərdə olur.



Trans izomer, fumar turşusu

Bu turşular oksii ikiəsaslı turşulardır, 1 molekul su qoparmaqla alınır.



Alma turşusu

### Oksiturşular:

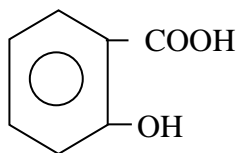


Oksisirkə t-su

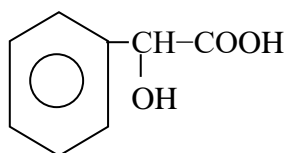
$\alpha$  oksipropion t-u  
Süd turşusu

$\beta$ - oksipropion t-u

### Aromatik oksitürşular:

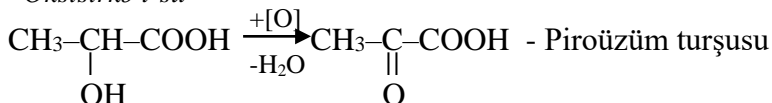
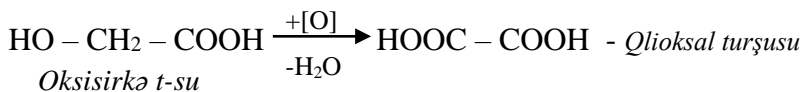
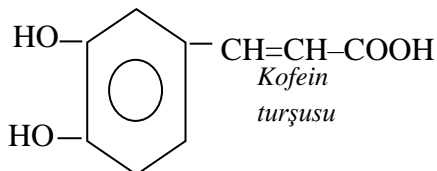
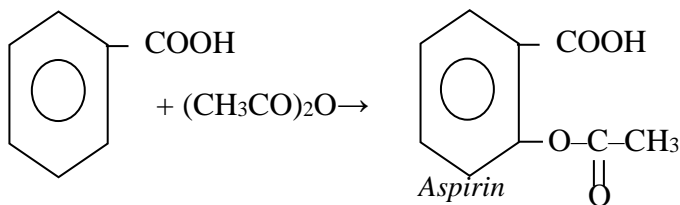


Oksibenzoy turşusu  
Salisil turşusu



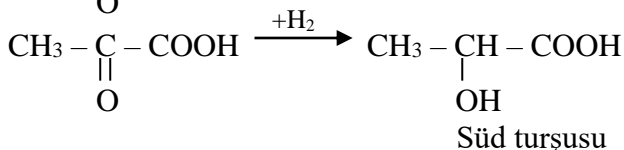
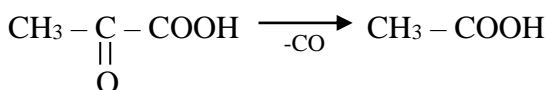
Feniloksi sirkə turşusu

Salisil turşusu benzoy turşusundan daha qüvvətlidir. Bu funksional qruplar arasında H rabitəsi ə/g-kən - COOH qrupunun C atomunun + yükünün bir qədər artması ilə izah olunur:



$\text{H}_3\text{C-CO-CH}_2\text{-COOH}$  - Asetosirkə turşusu

$\text{H}_3\text{C-CO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$  - Levulin turşusu



**Aldehyd və ketoturşular:** Tərkibində aldehid və keton qrupu olan turşulardır. Tərkibində karboksil qrupundan başqa aldehid və keton qrupları da vardır. Bunları oksiturşuları oksidləşdirməklə almaq olar.

**Nümayəndələri:** qlisik turşusu yetişməyən meyvələrdə olur. Meyvə tədricən dəydicə ferminlərə çevrilirlər.

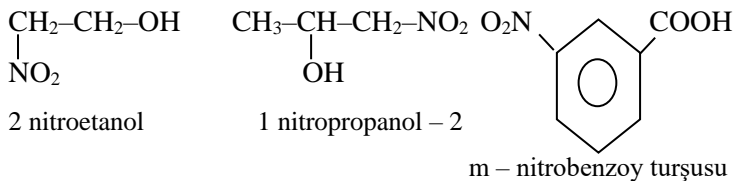
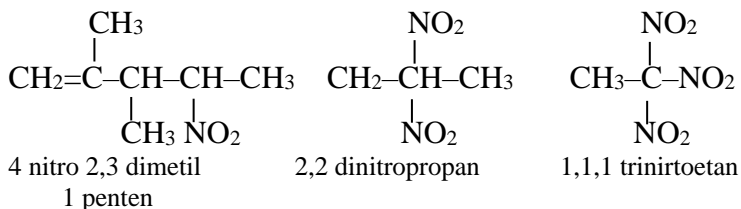
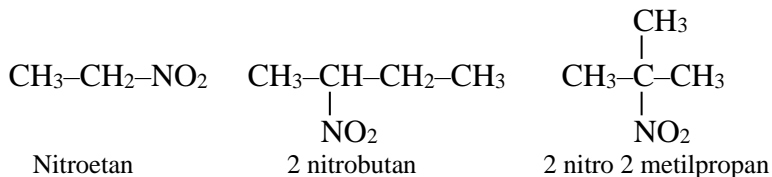
**Piroüzüm (  $\alpha$  - ketopropion) turşusu** – mayedir (kəskin iyli) maddələr mübadiləsində böyük rol oynayır. Şəkərlərin spirtə

çevrilmə prosesinin aralıq məhsuludur.

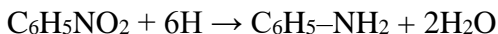
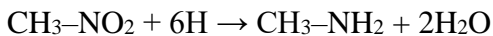
*Asetosirkə turşusu* – şəkərli diabet xəstəliyi zamanı heyvanların sidiyində rast gəlinir.

## 12. AZOTLU ÜZVİ BİRLƏŞMƏLƏR

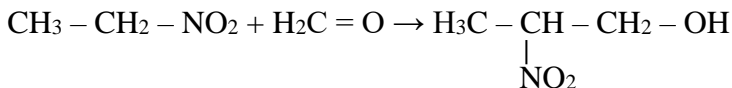
Nitrobirləşmələr tərkibində azot t-un qalığı olan nitroqrup (-NO<sub>2</sub>) olan üzvi birləşmələr deyilir. Radikal alifatik (Ali) və aromatik (Ar) ola bilər. Radikallar doymuş və doymamış ola bilər.



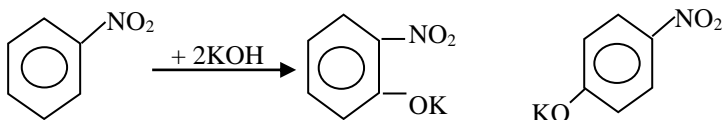
1. Hidrogenlə reduksiya olunduqda, aminlər alınır.



2. Aldehidlərlə qarşılıqlı təsirdə nitrospiərlər alınır.

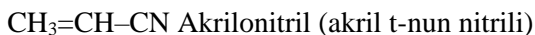
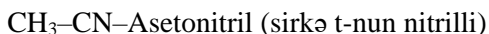
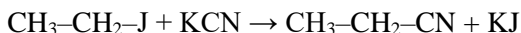


3. Qələvilərlə nitrobenzolu qızdırdıqda orto, para nitrofenolyat kalium alınır.



Nitrobirləşmələr partlayıcı maddələrin istehsalında, dərman, boya maddələrinin alınmasında istifadə olunur. Bəzi birləşmələrində kosmetikada istifadə olunur.

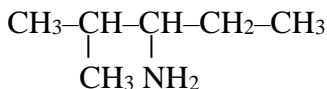
**Nitrillər:** HCN – sianid t-dan H atomu R radikalı ilə əvəz olunan və alınan birləşmələrdir. Onları almaq üçün hallogenli törəmələrə KCN – lə təsir edirlər.



} Hər ikisi həlledici kimi istifadə olunur.

**Aminlər** – ammonyak molekulundan H-en atomlarının k/h radikalı ilə əvəz olunma məhsullarıdır. R – NH<sub>2</sub> (birli) R<sub>2</sub> – NH (ikili) və R<sub>3</sub>N üçlü aminlər olur.

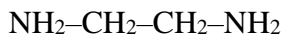
**C<sub>6</sub>H<sub>5</sub> – fenilamin**



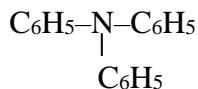
3 – amino 2- metilpentan



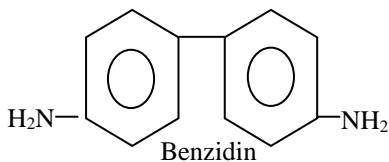
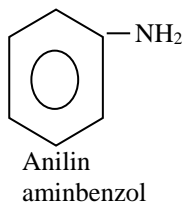
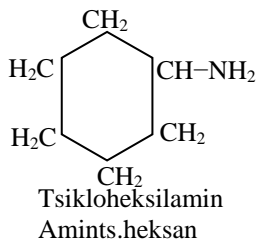
Difenil amin



1,2 diaminetan etilendiamin



Trifenil amin



Mono, di, trimetilaminlərdən – dərman, boya isteh-da yeni maddələr sintezində (etilaminədən antibiotiklər, mitomisin, porfiromisin hazırlanır). Dietilmanidən funtisin alınır.

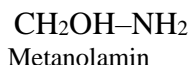
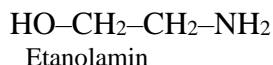
**Putressin:** (1,4 diaminbutan) amintirşuların dekarboksizləşməsində iştirak edir.

**Kadervarin:** (1,5 diaminpentan) pivədə, pendirdə az miqdarda olur.

Kadervarin və putressin – meyid zəhərləridir.

Anilin boyaq istehsalında, partlayıcı maddələr istehsalında istifadə edilir.

**Aminospirtlər:** Tərkibində həm amin, həm də karboksil qrupu olan birləşmələrdir.

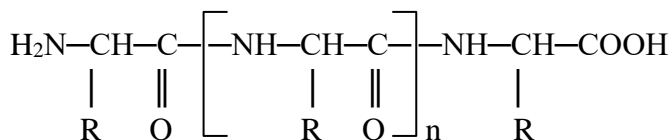


### 13. ZÜLALLAR

**Zülalların tərkibi və funksiyaları.** Zülallar bütün canlıların orqanizmlərinin əsasını təşkil edən, hidroliz məhsulları  $\alpha$  amintirşuları olan yüksəkmolekullu azotərkibli təbii polimerlərdir.

Zülalların ümumi formulunu aşağıdakı kimi təsəvvür etmək olar.





Zülalların tərkibində elementlərin miqdarı müxtəlifdir.

Karbon .....50-55%                      Oksigen .....21-24%

Hidrogen .....6,5-7,3%                      Kükürd .....0-3,4%

Azot .....15-18%                      Kül .....0-0,5%

İnkişafda olan canlı hüceyrənin quru maddəsinin 55-85%-ni zülal təşkil edir. Ən sadə bakteriyaların hüceyrələrində 2000-ə qədər müxtəlif zülallar müəyyən edilmişdir.

Bitkilərdə ən çox paxlalıların toxumlarında (23-40%), yağlı bitkilərdə isə (16-20%) zülal olur. İnsan və heyvanlarda zülal ən çox dalaqda, əzələlərdə, ağciyərdə, böyrəklərdə və qeyri üzvlərdə olur. Bunlarda zülal quru maddənin 72-84%-ni təşkil edir.

Zülallar canlı materiyanın yaranmasının və inkişafının əvəz edilməz komponentidir.

Bu funksyalardan başqa zülallar hüceyrələrin və qanın osmotik təzyiqinin və *pH*-ın tənzimində iştirak edir. Zülallar bir-birindən tərkibinə və quruluşuna görə fərqlənirlər.

***Zülalların ayrılması və təmizlənməsi üsulları.*** Zülalların fiziki, kimyəvi xassələrini və fizioloji rolunu öyrənmək üçün onları bioloji materialdan təmiz halda ayırmaq lazımdır. İlk dəfə 1728-ci ildə U. Bekkari buğda unundan zülali maddəni ayırmağa müvəffəq olmuşdur. Zülalları ayırmaq və təmizləmək üçün elə üsullar seçmək lazımdır ki, onların kimyəvi təbiətində və bioloji funksyalarında heç bir dəyişiklik getməsin. Bu məqsədlə denaturasiya prosesinin qarşısını almaq üçün əməliyyatlar aşağı temperaturda (+5<sup>0</sup>C-dən aşağı) aparılmalıdır.

Əvvəlcə toxuma (əzələ, qaraciyər, böyrək, bitki və s.)

nazik kiçik hissələrə bölünür, müasir homogenizator vasitəsilə homogen məhlul (ekstrakt) hazırlanır. Bu məqsədlə neytral duz məhlulu (8-10%-li ammonium sulfat, natrium xlorid, natrium sulfat) və ya spirt (70%-li metanol, etanol məhlulu) götürülür və zülal çökdürülür. Çökdürmə əməliyyatı -5, -10°C temperaturda aparılır.

Ayrılmış zülalları təmizləmək müxtəlif adsorbentlərdən istifadə etməklə iondəyişmə, adsorbsiya və afin xromatoqrafiya üsullarından istifadə etməklə aparılır.

Duzlarla çökdürmə qüsurludur. Beləki, hər bir zülalın müxtəlif duzlara qarşı münasibəti fərqlidir. Belə çökdürmədə zülallar denaturasiyaya uğrayırlar.

Elektroforez üsulu ilə zülalların ayrılması daha effektivdir. Elektroforez kolloid hissəciklərin, o cümlədən zülalların elektrik sahəsində anoda və katoda doğru hərəkətinə deyilir. Zülal molekulunun böyüklüyündən, yüklərin işarəsindən və elektrik yükünün miqdarından asılı olaraq onların elektrodla hərəkət sürəti də fərqli olur. Elektroforez yaş filtr kağızı üzərində bərk mühitdə (nişasta, aqar-aqar, poliakrilamid və s.) tənzimlənmiş cərəyan şiddətində və müəyyən  $pH$ -a malik olan bufer məhlul mühitində aparılır. Bu cür ayrılmış zülallar turş (6n HCl), əsasi (2n NaOH) və ya fermentativ mühitdə hidroliz olunaraq aminturşu tərkibinə ayrılır. Aminturşu tərkibi xromatoqrafiya üsulu ilə öyrənilir. Bu üsul ayrı-ayrı birləşmələrin inert maddələr üzərində müxtəlif dərəcədə adsorbsiya olunmaq qabiliyyətinə əsaslanır. Müasir avtomatik aminturşu analizatorlarının köməyi ilə (iondəyişmə xromatoqrafiya üsulu ilə) 1-1,5 saat müddətində zülalların tərkibində olan 20-ə qədər  $\alpha$  –aminturşularının keyfiyyətə miqdarını təyin etmək mümkün olur.

***Zülalların xassələri, molekulunun forması və nisbi mo-***

**lekul kütləsi.** Zülal molekulunda atomların yerləşməsini və molekulun fəza quruluşunu—hidrodinamik və işıq xassələrinə əsaslanaraq rentgenoqrafiya, elektronmikroskopiya analiz üsulları ilə müəyyən olunmuşdur ki, zülal hissəcikləri asimmetrik dartılmış formada yerləşmişdir. Zülal hissəciklərinin asimmetriyasını xarakterizə etmək üçün asimmetriya dərəcəsi istifadə edilir.

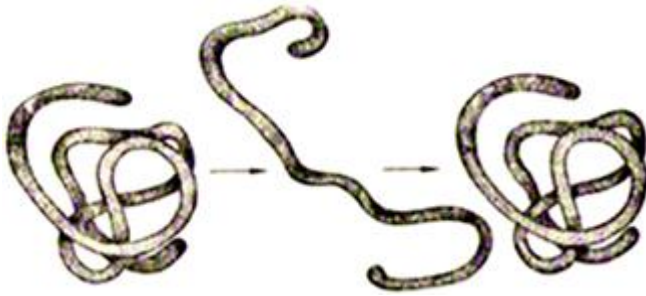
$\alpha_a = \frac{b}{c}$ ; burada  $\alpha_a$ —asimmetriya dərəcəsi;  $b$ —hissəciklərin uzunlu-

ğunun simmetriya oxu,  $c$ —hissəciklərin qısa simmetriya oxu  $\alpha_a = 1$  olan zülalların molekulunun fəza quruluşu ellips və ya dairəvidir. Belə zülallara az rast gəlinir.  $\alpha_a = 3-6^1$  olan zülalların molekulunun fəza quruluşu çubuqvarıdır. Bu zülallar çox yayılmışdır.  $\alpha = 80-200$  olan zülalların molekulunun fəza quruluşu dartılmış formadadır. Zülal molekulunun formaları və xassələri arasında qarşılıqlı əlaqə mövcuddur. Bu qarşılıqlı əlaqə ən çox əzələ zülalında (aktin, miozin) və ipək zülalında (fibroin) daha çox özünü göstərir.

Zülalların molekul kütlələri 100 min həтта daha çox mln daltonla (atom kütləsinin ölçü vahididir) ifadə olunur. Zülalların molekul kütləsini fiziki üsullarla ən çox istifadə olunan ultrasentrafuqlaşma üsulu ilə müəyyən edilir. Bundan başqa elektronmikroskopiya, nüvə maqnit rezonans (NMR), gel-süzmə, gel-elektroforez üsulları ilə zülalların molekul kütlələri müəyyən edilir.

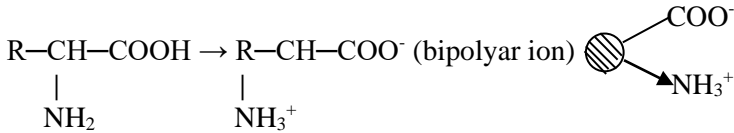
Zülalların çoxusu suda həll olur və kolloid məhlul əmələ gətirir. Ona görə də kolloidlərə aid bütün xassələri daşıyır. Yəni Broun hərəkətini, osmos xassəsini, optik xassəsini (Tindal effekti) özündə əks etdirir. Temperaturun və elektrolitlərin təsirindən koagulyasiyaya uğrayırlar. Temperatur artıq olduqda denaturasiyalaşır. Yəni ikinci, üçüncü və dördüncü quruluşu pozulur, yalnız

birinci quruluş qalır. Etil spirti və aseton zülalları denaturasiya-  
laşdırır. Denaturasiyanın əksi *renaturasiya* adlanır.

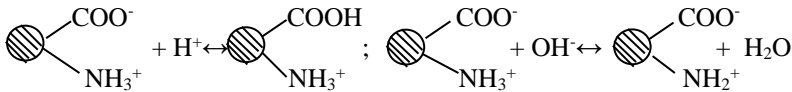


*Zülalların denaturlaşma formaları.*

Zülallar amfoter elektrolitlərdir, bu da onların tərkibindəki amin (-NH<sub>2</sub>) və karboksil (-COOH) qrupları ilə əlaqədardır. Bu qruplar məhlulda ionlaşaraq anionlara və kationlara ayrılır.



Turş mühitdə ( $pH < 7$ ) bipolyar ion müsbət, əsasi mühit-  
də ( $pH > 7$ ) bipolyar ion mənfi yüklənir.



Zülallar elektrik yükü daşdığından izoelektrik halda olurlar. Bu hal zülalın kolloid hissəciklərinin elektroneytral vəziyyətinə deyilir. İzoelektrik hal elektrolitlərin təsiri ilə yaranır. Hidrogen ionları qatılığının bu haldakı qiyməti (yəni  $pH-1$ ) həmin zülalın izoelektrik nöqtəsi adlanır. İzoelektrik nöqtə zülalın tərkibində olan aminturşunun (turş və ya əsasi xassəli) miqdarından asılıdır.

Bəzi zülalların molekulyar kütləsi, asimmetriya dərəcəsi və izoelektrik nöqtəsi

Cədvəl 7.

Zülal	Molekulyar kütləsi $D_a$	Molekulyar asimmetriya dərəcəsi $\alpha_a$	İzoelektrik nöqtəsi $pH_{-1}$
Balinanın mioqlobini	17600	3,0	7,0
Pepesin	35000	4,0	1,1
Yumurta albumini	46000	4,4	4,6
At hemoqlobini	68000	4,3	6,6
İnsanın $\gamma$ -qlobini	160000	6,0	7,3
Katalaza	250000	5,8	6,7
Ureaza	483000	4,8	4,9
İlbiz hemosianini	6600000	4,8	4,7
Aktomiozin	5000000	5,0	6,2

Zülalların bioloji xassələri-onların fermentativ, yəni biokatalitik aktivliyi ilə əlaqədardır. Bəzi zülalların molekulyar quruluşu, həmçinin tərkiblərində funksional qrupların olması biokimyəvi reaksiyaların sürətini artırır. Zülalların bioloji xassələrindən biri də harmonal aktivliyi ilə əlaqədardır ki, bu da orqanizmdə baş verən bir çox biokimyəvi reaksiyaların qrup halında aktivləşməsinə səbəb olur.

**Zülalların aminturşu tərkibi.** Zülalların kimyəvi tərkibini öyrənmək üçün turşu, əsasi və ya fermentativ mühitdə hidroliz aparılır. Hazırda yüzlərlə zülalların tərkibində aminturşuların keyfiyyətə və kəmiyyətə miqdarı öyrənilmişdir.

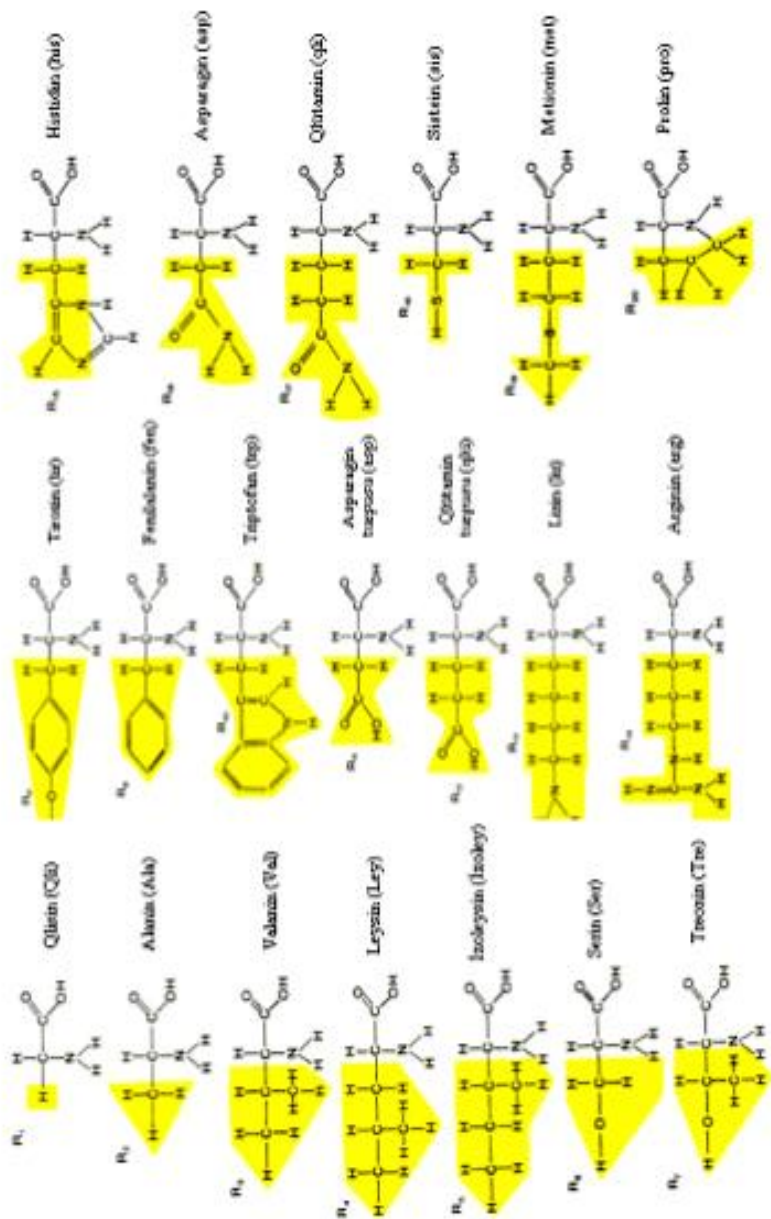
Zülalların tərkibində olan aminturşular iki yerə ayrılır: bütün zülalların tərkibində həmişə rast olunan aminturşular. Bunlar 18  $\alpha$ -amin-turşusu və iki aminturşunun amidi-asparagin turşusunun amidi asparagin (*Asn*) və qlutamin turşusunun amidi-qlutamin (*Qln*).



Aminturşuların fiziki xassələri tərkibindəki aminturşu radikalların polyarlığından, uzunluğundan və ölçüsündən asılı olaraq müxtəlif cürdür. Aminturşu radikalı zülalların polipeptid zəncirinin quruluşuna, zülalın fəza görünüşünə də təsir edir. Beləki, qlisində olan fəal radikal ( $-\text{CH}_2-\text{CHNH}_2-\text{COOH}$ ) polipeptid zəncirinin hərəkət aktivliyini artırır və zülalların digər quruluşlarının yaranmasını tezləşdirir.

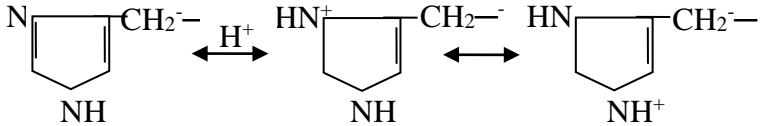
Alanin, valin, leysin, izoleysin, fenilalanin və triptofanın radikalları az polyardır, digər aminturşuların radikalları polyardır. Bu da onların müxtəlif həlledicilərdə həll olma xassəsində özünü biruzə verir.

## Amin turşular





Histidinin radikalı mühitin pH-dan asılı olaraq düzünə və tərsinə ionlaşaraq (protonlaşaraq) fermentlərin aktiv mərkəzlərinin fəallaşmasında iştirak edir.



Amin turşuları tərkib və quruluşlarına görə 2 qrupa bölünür.

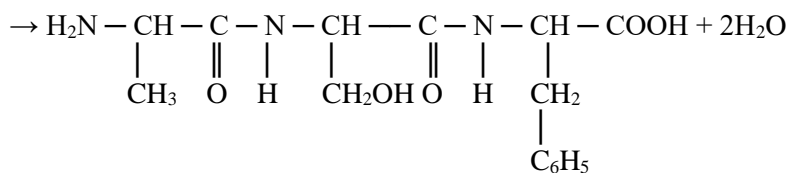
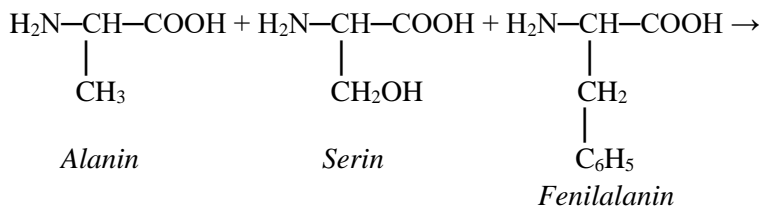
1. Asiklik-açıq zəncirli aminturşuları: qlisin, alanin, serin, sistein, metionin və s.
2. Siklik-qapalı zəncirli aminturşuları: treptofan, histidin, prolin, fenilalanin və s.

Asiklik aminturşuları da öz növbəsində karboksil və amin qruplarının sayına görə monoaminmonokarbon pH=7 (qlisin, alanin, fenilalanin), monoamindikarbon pH < 7 (asparagin turşusu, qlütamin turşusu) və diaminmonokarbon pH > 7 (arginin, lizin, ornitin) turşularına bölünür.

Aminturşu radikallarının müxtəlifliyi onların fiziki və kimyəvi xassələrinə təsiri zülalların bir çox funksiyalar daşmasına, digər biopolimerlərdən fərqlənməsinə və həyatın ən vacib komponenti olmasını təmin edir.

**Peptidlər.** Tərkibində 50-yə qədər aminturşusu saxlayan birləşmələr peptidlər adlanır.

Aminturşuların tərkibində amin ( $-\text{NH}_2$ ) və karboksil ( $-\text{COOH}$ ) qruplarının olması, onların bir-biri ilə birləşərək polikondensləşmə reaksiyası nəticəsində peptidlərin əmələ gəlməsini təmin edir. Aminturşu qalıqları arasında yaranan rabitə ( $-\text{CO}-\text{NH}-$ ) peptid və ya amid rabitəsi adlanır.



*Alanilserilfenilalanin (tripeptid)*

Bu zaman alınan tripeptidin 6 izomeri ola bilər.

- 1) A – S – F alanilserilfenilalanin
- 2) A – F – S alanilfenilalanilserin
- 3) S – A – F serilalanilfenilalanin
- 4) S – F – A serilfenilalanilalanin
- 5) F – A – S fenilalanilalanilserin
- 6) F – S – A fenilalanilserilalanin

Peptidləri adlandırmaq üçün karboksil qrupu hesabına birləşən aminturşusunun adının axırıncı şəkilçisi “il” amin qrupu hesabına birləşmiş aminturşusu olduğu kimi saxlanılır. Tetrapeptidin (1 x 2 x 3 x 4) – 24; pentapeptidin – 120, nonapeptidin hərəsi bir dəfə iştirak etmək şərti ilə - 362 min izomeri ola bilər. Çoxlu sayda (50-dən az) aminturşuların polikondensləşməsi nəticəsində alınan birləşmə polipeptid adlanır. Peptidlər həmçinin zülalların natamam hidrolizindən də alınır.

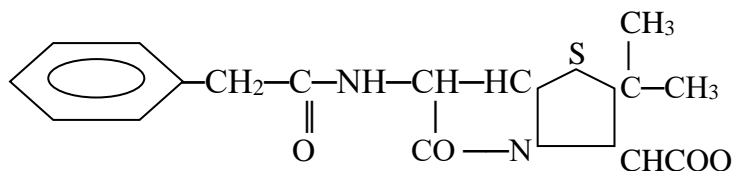
Demək olar ki, bütün hüceyrələrdə peptidlərə sərbəst halda rast gəlinir. Hazırda təbii mənbələrdən 100-dən çox peptidlər alınmış, onların quruluşu, xassələri və bioloji aktivliyi öyrənilmişdir.

XX əsrin əvvəllərində (1920-ci ilə qədər) tərkibində 19-a

qədər aminturşu olan peptidlər sintez edildiyi halda (E. Fişer, A. Abderhalden) hazırda məlum peptidlərin çoxu (oksitosin, vazopressin, qlükaqon, adrenokortikotropin və s.) sintez edilmişdir.

Qlükaqonda – 29, kalsitonində - 32, adrenokortikotropində - 39 aminturşu qalığının olması məlumdur. Təbii peptidlərin tərkibində zülal molekulunda olmayan aminturşular və digər kimyəvi rabitə növləri olur. Bəzi təbii peptidlər – antibiotiklər siklik quruluşda (vazopressin oksidi, qramisidin S, basitrisin – A, siklosporin A) olur və zülalların tərkibində olmayan aminturşulardan əmələ gəlmişdir. Bu peptidlərdə mikroorqanizmlərdə zülal molekulundan fərqli mexanizm ilə sintez olunurlar.

Təxminən 800 antibiotik növündən 100-ə qədəri peptid quruluşu malikdir. Penisillini misal göstərmək olar. Onun tərkibinə sistein və *d* valin daxildir.



*Penisillin*

Təbii peptidlər təsir xüsusiyyətindən asılı olaraq orqanizmin həyat fəaliyyətinə müxtəlif cür təsir göstərilir. 1) Hormonal aktivliyə malik olanlar (vazopressin, oksitotisin, adrenokortikotropin, qlükaqon, kalsitonin, insulin). 2) Həzm prosesində iştirak edənlər (qastrin, sekretin). 3) Qan zərdabında olanlar (angiotenzin, bradikinin, kallidin). 4) Güclü zəhər təsirinə malik olanlar-ilan və həşəratların zəhəri, zəhərli göbələklər, mikroblar. 5) Antibiotik təsire malik olanlar. 6) Hüceyrənin fəaliyyətini artıranlar. 7) Bioüzvi kompleks və birləşmələri hüceyrə membranından keçirənlər. 8) Beyində gedən prosesləri nizamlayan hormonlar (neyrohormon-

lar).

Müasir elmin inkişafı yeni polipeptid quruluşlarının açılması, canlı orqanizmdə gedən biokimyəvi proseslərin dərinlən öyrənilməsinə təkan verəcəkdir.

***Zülalların quruluşunun müasir izahı.*** Hazırda 1000-dən çox zülal növünün kimyəvi tərkibi öyrənilmişdir. Zülal molekulu haqqında tam təsəvvür əldə etmək üçün aminturşuların zülal molekulunda hansı ardıcılıqla yerləşməsini aydınlaşdırmaqdan ibarətdir. Bundan ötrü əvvəlcə zülalları hidroliz prosesinə uğradaraq kiçikmolekullu peptidlərə parçalayır və ayrılıqda götürülmüş peptidlərin terminal hissələrində yerləşən aminturşuları təyin edirlər.

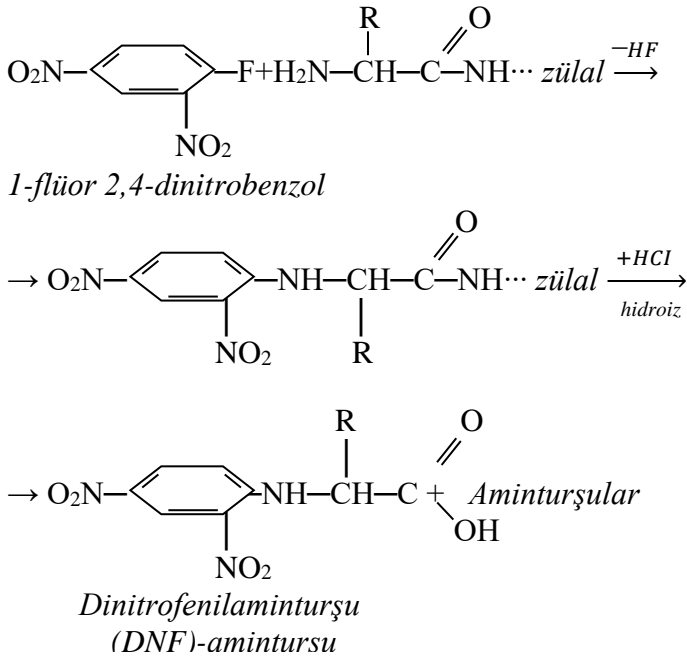
Hazırda zülalların aminturşu tərkibini və onların molekul zəncirində monomer qalıqlarının yerləşmə ardıcılığını təyin etmək üçün müxtəlif üsullardan istifadə edilir. Zülal molekulunda aminturşuların molekulyar nisbətini aydınlaşdırmaq üçün onları tam hidroliz edir və müxtəlif aminturşu növlərinə ayırırlar. Sərbəst aminturşuların bir-birindən ayrılması üçün xromatoqrafiya üsulundan istifadə edilir.

Xromatoqrafiya üsulunu ilk dəfə rus botaniki M. S. Svet (1903) təklif etmişdir. Bu üsulu peptidlərin müxtəlif fraksiyalara ayrılmasında ilk dəfə tətbiq edən isə Kreq olmuşdur.

Zülalların tərkibi haqqında tam təsəvvür əldə etmək üçün onların hansı aminturşu qalıqlarından ibarət olduğunu öyrənilməsi kifayət etmir. Əsas məsələ aminturşuların zülal molekulunda hansı ardıcılıqla yerləşməsini aydınlaşdırmaqdan ibarətdir. Bundan ötrü, zülalları hidroliz prosesinə uğradaraq kiçik molekullu peptidlərə parçalayır və ayrılıqda götürülmüş peptidlərin terminal hissələrində yerləşən aminturşuları təyin edirlər. *N*-terminal aminturşunu təyin etmək üçün ən əlverişli üsullardan biri Sengerin təklif

etdiyi dinitrofenilaminturşu sınağıdır. Müəyyən şəraitdə zülallara dinitroflüorbenzolla təsir edərək, alınan məhsulu hidroliz reaksiyasına uğratdıqda *N*-terminal aminturşu dinitrofenil qalığı ilə birləşmiş şəkildə ayrılır, qalan aminturşular isə sərbəst olur.

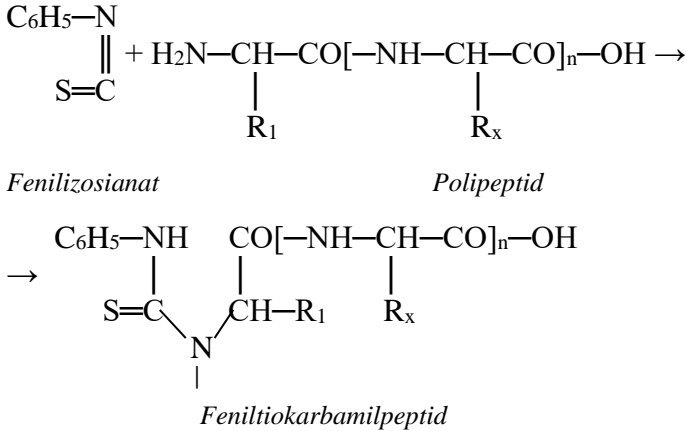
Götərilən üsulla aparılmış tədqiqat zamanı bir neçə növ DNF-aminturşu törəməsinin alınması, tədqiq olunan zülalın bir neçə polipeptid zəncirindən əmələ gəldiyini göstərir. Dinitroflüorbenzolun, zülalla qarşılıqlı təsirindən sonra reaksiya hidroliz edilir.



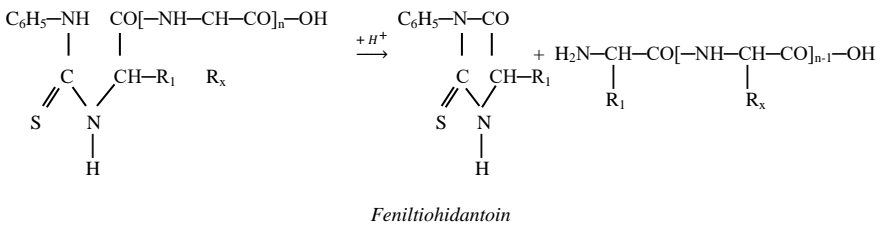
Hidrolizatda olan dinitrofenilaminturşu xromatoqrafiya üsulu ilə digər aminturşulardan ayrılır və onun tərkibinə hansı aminturşu qalığı daxil olduğu təyin edilir.

*N*-terminal aminturşunu təyin etmək üçün Edmond tərəfindən təklif olunmuş feniltiohidantoin üsulundan da istifadə edi-

lır. Bu üsul fenilzotiosianatın peptid zənciri ilə spesifik reaksiya verməsi prinsipinə əsaslanır. Əvvəlcə fenilzotiosianat peptid zəncirinin uc hissəsində yerləşən və sərbəst  $-NH_2$  qrupuna malik olan aminturşu qalığı ilə birləşir:



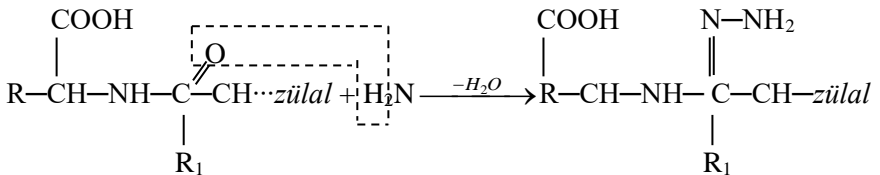
Reaksiya məhsuluna turşu vasitəsilə təsir etdikdə *N*-terminal hissədə yerləşən aminturşu ilə fenilzotiosianatın birləşməsi peptid zəncirindən ayrılır və feniltiohidantoin adlanan tsiklik birləşmə əmələ gətirir:



Bu reaksiya nəticəsində əmələ gələn feniltiohidantoinin tərkibinə hansı aminturşu qalığının daxil olduğunu xromatoqrafiya üsuli ilə təyin edirlər. Reaksiyaları dəfələrlə təkrar etməklə aminturşuların polipeptid zəncirində *N*-terminal hissədən başlamaqla hansı ardıcılıqla yerləşdiyi aydınlaşdırılır.

Amintuşuların peptid zəncirində hansı ardıcılıqla yerləşdiyini aydınlaşdırmaq üçün kalium-sianatdan və 1-dimetilamin-naftil-5-sulfonilxloriddən də istifadə etmək olar. Bu məqsədlə ekzopeptidazalardan da (xüsusən, alanin və leysinaminopeptidazadan) istifadə olunur. Bu fermentlər peptid rabitələrinin sərbəst amin qrupu olan tərəfdən hidroliz edir.

S-terminal amintuşunu təyin etmək üçün hidrazindən istifadə edilir. Hidrazin ( $H_2N-NH_2$ ) peptid rabitəsində olan karbonil ( $=C=O$ ) qrupuna təsir edərək hidrazonlar əmələ gətirir. O, peptid zəncirində yalnız karboksil qrupu sərbəst olan amintuşuya təsir edə bilmir. Deməli, hidrazinlə reaksiyaya girmiş zülalın hidrolizatında yalnız polipeptid zəncirində S-terminal vəziyyətdə yerləşmiş amintuşu sərbəst şəkildə tapıla bilər.

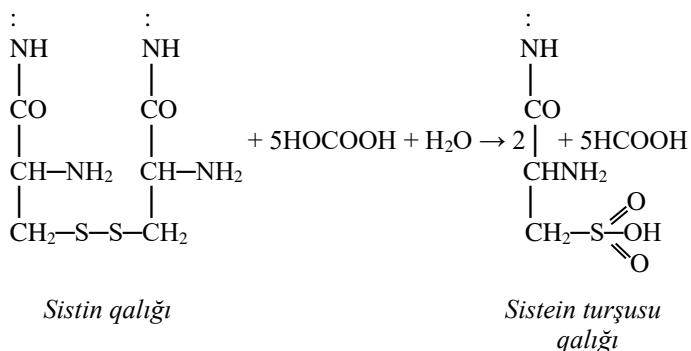


S-terminal amintuşunu təyin etmək üçün mədəaltı vəzinin fermenti olan karboksipeptidazadan da istifadə olunur. Bu fermentin zülal qısamüddətli təsiri zamanı polipeptid zəncirindən S-terminal amintuşu ayrılır. Ayrılan amintuşu müvafiq analitik metodlarla tədqiq edilir.

Zülal molekulu bir-birilə disulfid rabitəsi vasitəsilə birləşmiş müxtəlif polipeptid zəncirindən ibarət olarsa, onu ayırmaq üçün

performiat turşusundan  $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{O}-\text{H} \end{array}$  istifadə edilir. Performiat turşusu disulfid rabitələrini parçalayır. Alınan polipeptidlərin hidrolizindən sonra, əmələ gələn sistein turşularının miqdarını

təyin etməklə, zülal molekulunda olan disulfid rabitələrinin sayı haqqında nəticə çıxarmaq olar.



Zülal molekulunda aminturşuların yerləşmə ardıcılığının öyrənilməsində əsas məhələlərdən biri də polipeptid zəncirlərinin kiçikmolekullu peptidlərə (oligopeptidlərə) parçalanmasıdır. Bundan ötrü aminturşu rabitələrinə seçici təsir göstərən kimyəvi vasitələrdən və fermentlərdən istifadə edilir. Onların təsiri ilə əmələ gələn oligopeptidlərdə aminturşuların yerləşmə ardıcılığı yuxarıda göstərilən üsullarla aydınlaşdırılır.

Zülalları spesifik (seçici) təsir göstərən kimyəvi vasitələrlə hidrolizə uğratmaq üçün elə reaktivlərdən istifadə edilir ki, onlar yalnız müəyyən bir aminturşunun peptid rabitəsini parçalayır, başqa aminturşu rabitələrinə isə təsir etmir. Belə maddələrə misal olaraq bromsianidi (metionin qalıqlarına təsir edir), hidrosilamin (asparagin və qlisin qalıqları arasındakı rabitələri parçalayır) və *N*-bromsüksinamidi (triptofan qalıqlarına təsir edir) göstərmək olar. Adətən, zülal molekulalarında metionin qalıqları başqa aminturşulara nisbətən az olur. Buna görə də zülalları oligopeptidlərə parçalamaq üçün bromsianiddən istifadə edilməsi daha əlverişlidir, çünki bu zaman əmələ gələn oligopeptidlərin sayı az olur və onlar asanlıqla fraksiyalara ayrılır.



Zülalların hidrolizinin fermentativ üsulları proteolitik fermentlərin peptid rabitələrinə seçici təsir göstərmək xüsusiyyətinə əsaslanır. Məsələn, pepsin yalnız alanin, tirozin və qlütamin turşularının, tripsin – arginin və lizinin, ximotripsin isə triptofan, tirozin və fenilalaninin əmələ gətirdiyi peptid rabitələrinə hidrolitik təsir göstərir. Zülalları natamam hidroliz etmək üçün bir sıra bakterial mənşəli proteazalardan da istifadə edilir. Onların təsiri altında zülal molekulları oliqopeptidlərə parçalanır. Əmələ gəlmiş oliqopeptidləri elektroforez və xromatoqrafiya üsulları ilə müxtəlif fraksiyalara ayırır, tərkiblərini öyrənirlər.

Kimyəvi tərkibi yuxarıda göstərilən üsullarla öyrənilən ilk zülali maddə insulin olmuşdur. 1956-cı ildə F. Senger aydınlaşdırmışdır ki, insulin molekulu disulfid rabitəsi ilə birləşmiş iki polipeptid zəncirindən ibarətdir. Molekulu təşkil edən zəncirlərdən birində 21, digərində isə 30 aminturşu qalığı vardır. Zəncirlərdən birincisi *A*, ikincisi isə *B* hərfləri ilə işarə edilir. Disulfid rabitələrindən biri hər iki zəncirin 7-ci aminturşu (sistein) qalıqları arasında, digəri isə *A* zəncirində 20 və *B* zəncirində 19 vəziyyətində yerləşmiş sistein qalıqları arasında olur. Bundan əlavə, *A* zəncirində 6 və 11 vəziyyətində yerləşən sistein qalıqları arasında daxili disulfid rabitəsi vardır. İnsulin molekulundakı *A* polipeptidində *N*-terminal aminturşu qlisindən, *S*-terminal aminturşusu isə asparagindən ibarətdir. *B*-polipeptid zəncirində *N*-terminal aminturşu fenilalanin, *S*-terminal aminturşusu alanindir. Disulfid rabitələri 5 aminturşu qalığından ibarət olan dairə əmələ gətirir.



minimum həcm tutmağa və maksimum əlaqələrə malik olmağa üstünlük verir. Heç bir zülal molekulu təklikdə yaşaya bilmir. Bu səbəbdən zülallar digər biomolekullarla birləşərək kompakt halında fəaliyyət göstərərək yaşaya bilirlər.

Orqanizmdə zülalların biokimyəvi rabitələrin hesabına birinci, ikinci, üçüncü və dördüncü quruluş səviyyəsi müəyyən edilmişdir.

**Zülalların birinci quruluşu.** Polipeptid zəncirində amin-turşu qalıqlarının yerləşmə ardıcılığına zülalların birinci quruluşu deyilir. Aminturşu qalıqları arasında kovalent peptid rabitələrindən başqa disulfid ( $-S-S-$ ) rabitələri zülalların birincili quruluşuna daxildir. Aminturşularının birləşmə ardıcılığının dəyişməsi zülalın quruluşunun müxtəlifliyinə gətirib çıxardır. Müəyyən edilmişdir ki, insanlarda oraqvari anemiya xəstəliyi hemoqlobinin tərkibində olan 574 aminturşusundan  $\beta$  zəncirində 6-cı vəziyyətdəki qlutamin turşusu əvəzinə valin olması səbəb olur. Birinci quruluşun müəyyən edilməsində F. Cenger üsulundan başqa hazırda ən çox işlədilən Edman üsuludur. Bu üsulla fenilizotiasianatdan istifadə etməklə müasir avtomatik aminturşu analizatorlarının (sekvenatorların) köməyi ilə 2,5 saat müddətində zülal molekulunda 70-ə qədər aminturşu qalıqlarının ardıcılığını öyrənmək mümkün olur. Həmçinin müasir fiziki spektroskopik, lazer – fotodessosiasiya üsulları ilə zülalların tərkibində aminturşu qalıqlarının düzülüş ardıcılığını öyrənmək mümkündür.

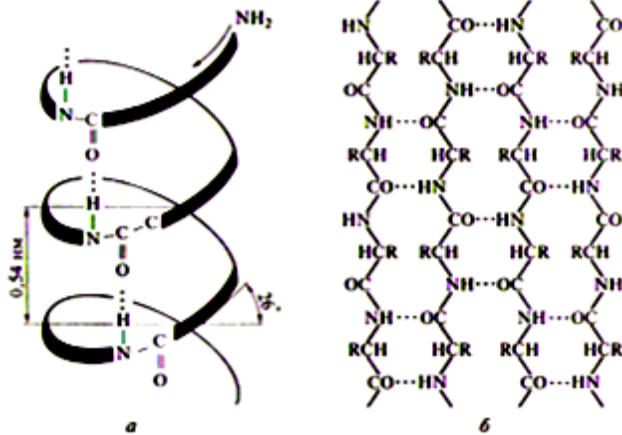
Axırıncı onilliklərdə isə ən müasir üsul genetik kodlaşdırma üsuludur. Bu üsulla treoqlöbulinin ən uzun zəncirlərinin 2750 aminturşu qalığından ibarət olması müəyyən edilmişdir. Hazırda 100 minə qədər zülalın birincili quruluşu bu üsullarla müəyyən olunmuşdur.



Sitoxrom zülalının əsas zəncirində olan 104 aminturşu qalıqlarının 27-nin düzülüş ardıcılığı müxtəlif növ (70-ə qədər) canlıda demək olar ki, dəyişmir, eynidir. Ancaq atlarda qaramaldan fərqli olaraq 48-ci aminturşu qalığı, toyuqlarda və qazlarda isə 50-ci və 72-ci aminturşu qalıqları fərqlənir.

Zülalların birinci quruluşunun müasir təhlili onların kimyəvi tərkibini, funksional aktivliyini, həyati fəaliyyətini təsdiq edir.

**Zülalların ikinci quruluşu.** Rentgenostruktur analiz və elektron mikroskopiyası üsullarının tətbiq edilməsi nəticəsində zülalların ikinci quruluşunun səviyyəsi, polipeptid zəncirinin vəziyyətinin spiralvari olduğunu göstərir. Bu quruluşun yaranması polipeptid zəncirində hidrogen və disulfid rabitələri ilə əlaqədardır. Spirallar isə dövrdəki aminturşu qalıqlarının sayından asılı olaraq 2 cür: alfa ( $\alpha$ ) və beta ( $\beta$ ) adlanır.



Zülal molekulunun  $\alpha$  spiral (a) və  $\beta$  spiral (b) formaları.

Şəkildə görüldüyü kimi polipeptid zəncirləri slindirin daxilində burularaq sıxılmış halda yerləşmişdir. Zülalların ikinci

quruluşunun açılmasında Polinq və Korinin böyük əməyi olmuşdur. Müəyyən olunmuşdur ki, ikinci quruluşun əmələ gəlməsində kovalent polyar rabitələrlə yanaşı hidrogen rabitəsi də mühüm rol oynayır. Hidrogen rabitəsi karboksil radikalında olan oksigen atomu ilə amin qrupunda olan hidrogen arasında əmələ gəlir.

$\alpha$ -quruluşlu polipeptid zəncirləri  $\beta$  spiralına nisbətən davamlı olur.  $\alpha$  quruluşlu polipeptid zəncirləri molekul daxili hidrogen rabitələri hesabına əmələ gəlir və peptid rabitələri trans konfigurasiyada yaranır. Bu rabitələr peptid zəncirinə burğu və ya spiral forması verir. Spiral formasında dəfələrlə burulmuş polipeptid zəncirinin hər dövrəsinə orta hesabla 3,6 aminturşu qalığı düşür. Spiralın qonşu burulmaları (dairələri) arasındakı məsafə 0,54 nm, burulma bucağı  $26^{\circ}$  olur. Aminturşu qalıqlarının hər biri özündən əvvəlki qalıqdan spiralın boylama oxu üzrə 0,15 nm aralı yerləşir.  $\alpha$  spiralın hər bir dövrədə 4-ə yaxın,  $\beta$  spiralda 5-dən artıq aminturşusunun qalığı olur.

Zülal molekullarında polipeptid zəncirlərinin ümumi uzunluğunun 75%-ə qədəri  $\alpha$  spirali şəklində olur:

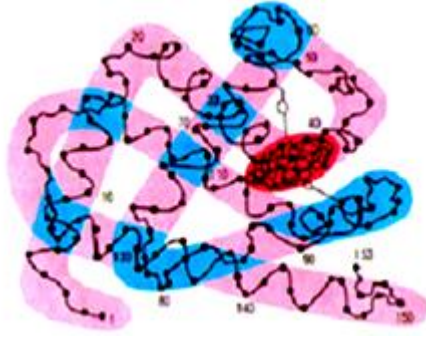
Hemoqlobində 75%, yumurta albuminində 45%, ribonukleazada 17%, inək fibroinində 12%  $-\alpha$  spirali şəklindədir. Qalan hissəsi isə spiralların əmələ gəlməsində iştirak etmir.

$\beta$  spiral forma davamsız olur. az rast gəlinir. Onlarda hidrogen rabitəsi əsasən müxtəlif molekullar arasında yerləşir və davamsız olur. Tərkibində çoxlu alanin və qlisin qalıqları olan zülallar  $\beta$  sturukturu əmələ gətirir.

Hər iki spiral formada burğuların istiqaməti saat əqrəbi istiqamətində və əksinə, yəni sağ və sol formalı ola bilər.

Fibrilyar və qlobulyar zülalların ikinci quruluşunun ansamblının əmələ gəlməsində paralel və antiparalel super spirallar ( $\beta\beta\beta$ ,  $\beta\alpha\beta$ ) da mühüm rol oynayır.

**Zülalların üçüncü quruluşu.** Polipeptid zəncirinin spirallaşmış və spirallaşmamış hissələrinin növbələşməsi nəticəsində zülal molekulları qıvrılıaraq yumaq şəklində fəza konfigurasiyası əldə edir. Bu zülalların üçüncü quruluşu koordinat oxları (x, y, z) üzərində  $\alpha$  spiralların üç ölçülü fəza konfigurasiyasını ifadə edir. Bu quruluşun əmələ gəlməsində hidrogen rabitəsindən əlavə disulfid, ion rabitələri və molekullararası cazibə qüvvələri də iştirak edir. Hazırda rentgenostruktur analiz elektron mikroskopiya ilə 300-dən çox zülalın üçüncü quruluşu müəyyən olunmuşdur. Bu üsulla həmçinin mioqlobinin, lizosimin, pepsin, ribonukleazanın, hemoqlobinin və s. üçüncü quruluşu açılmışdır.



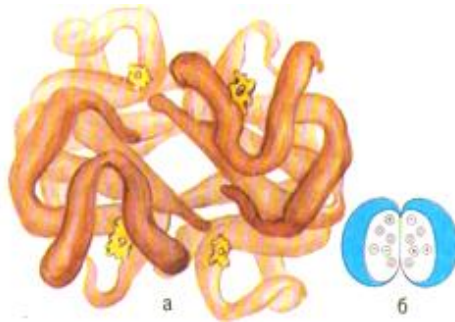
*Mioqlobin molekulunun üçüncü quruluşu.*

Mioqlobin 153 amin turşu qalığından təşkil olunmuş və 8 yerdə burulmuş bir polipeptid zəncirindən ibarətdir. Mioqlobin molekulu çox kompakt haldadır, onun daxilində 4 su molekulu yerləşir. Molekulda olan polipeptid zənciri qeyri zülali hissəsinə yəni hem hissəsinə sorulmuş şəkildədir. Bu xassə əzələ zülallarının oksigenlə təmin olunmasına kömək edir. Hüceyrələrdə oksidləşmə prosesinin getməsinə şərait yaradır.

Zülalların bioloji aktivliyi onun üçüncü quruluşundan asılı-

dır. Beləki fermentlərinin aktiv mərkəzlərinin çox olması, fəallaşması üçüncü quruluşdan asılıdır.

**Zülalların dördüncü quruluşu (kooperativləşmə).** Bəzi zülalların molekulları bir neçə ədəd bir-birilə ion, hidrogen və qeyri-polyar rabitələrlə birləşmiş struktur vahidlərindən ibarət olur. Məsələn hemoqlobin və laktodihidrogenaza molekulları hər biri ayrılıqda 4 polipeptid zəncirindən əmələ gəlmişdir. Bu cür qaydada polipeptid zəncirlərinin bir zülal molekulu şəklində birləşməsinə zülalların dördüncü quruluşu adlanır. Dördüncü quruluşu təşkil edən polipeptid zəncirləri *protomerlər* adlanır. Onların birləşməsindən əmələ gələn zülal molekulu *multimer* adlanır. Protomerlər ayrı-ayrılıqda bioloji aktivliyə malik olurlar. Onlar bir-birilə müəyyən rabitə növləri ilə birləşib səciyyəvi fəza quruluşu əldə etdikdən sonra (multimer əmələ gəldikdən sonra) öz spesifik bioloji funksiyalarını yerinə yetirir. Bu cəhətlərə görə dördüncü quruluş daha mürəkkəbdir.



*Hemoqlobinin dördüncü quruluşu.*

2  $\alpha$  və 2  $\beta$  polipeptid zəncirindən ibarət olan hemoqlobin molekulunun hər birinin molekul kütləsi 17000 Da olmaqla 4 protomerdən əmələ gəlmişdir.  $\alpha$ -zəncirində 141,  $\beta$ -zəncirində 146 amin turşu qalığı tetraed formasında tillərdə yerləşmişdir. Nəticədə



yumaqşəkili (şarşəkili) 0,50 x 0,55x0,64 nm ölçüdə fəza forması alınır və qlobulin zülalı yaranır.

Tütün mozaikası virusunun zülalının molekul kütləsi 40 000 000 Da yaxındır. Onun 6%-ə qədərini ribonuklein turşusu qalan hissəsinin zülal təşkil edir. Zülal mültmerinin tərkibində 4 substrat (protomer) yerləşir. Hər protomerin öz təsir sahəsi vardır ki, bunlar da aminturşu radikalları ilə müəyyən olunur. Protomerlərin molekul kütləsi 1700-330000 Da arası tərəddüd edir. Protomerlər arasında Van-der-Vaals-London qüvvələri, polyar və hidrofilyar qrupların ( $-\text{OH}$ ,  $-\text{NH}_2$ ,  $-\text{NH}$ ,  $=\text{C}=\text{O}$ ,  $-\text{COOH}$ ) qarşılıqlı təsir qüvvəsi, hidrogen rabitələri və s. təsir göstərir. Hazırda bu cür rabitələrin hesabına protomerlər multmerləri əmələ gətirir və kooperativləşərək zülalların bioloji aktivliyini artırır.

Müasir fikirlərə görə zülalların dördüncü quruluşunun saxlanması aminturşu radikalları arasında hidrofilyar və hidrogen rabitələri əsas rol oynayır. Hazırda 100-ə qədər zülalın dördüncü quruluşu öyrənilmişdir.

**Zülalların təsnifatı və qısa xarakteristikası.** Zülallar yüksəkmolekullu birləşmələrdir, onların quruluşları, funksiyaları, tərkibi hələ tam öyrənilməmişdir. Zülallar müxtəlif əlamətlərinə görə təsnif olunurlar.

Zülallar tərkiblərinə və fiziki, kimyəvi xassələrinə görə sadə və mürəkkəb zülallara bölünür.

**Sadə zülallar.** Sadə zülallar (proteinlər) hidroliz olunduqda ancaq aminturşularına, mürəkkəb zülallar (proteidlər) isə aminturşularından başqa, zülal təbiətli olmayan (nuklein, fosfat, yağ turşuları, karbohidratlar və s.) başqa birləşmələrə ayrılırlar. Zülal olmayan hissə *prostetik qrup* adlanır.

Sadə zülallar həll olmasına, aminturşu tərkibinə və xassələrinə görə bir neçə qrupa: albuminlərə, qlobulinlərə, prolaminlərə, qlü-

telinlərə, histonlara, protaminlərə, proteinoidlərə və ya skleroproteinlərə bölünür.

**Albuminlər.** Albuminlərə insan və heyvanların qan zərdabında, beyin-haram ilik mayesində, əzələlərdə, sinir toxumasında, süddə (laktoalbumin), yumurta zülalında (ovalbumin) və s.-də rast gəlinir. Zərdab albumininin tərkibində bir polipeptid zənciri vardır ki, o da 600-ə yaxın aminturşusunun qalığından əmələ gəlmişdir.

**Qlobulinlər.** Qlobulinlərin molekul kütləsi 100-300 min dalton arasında dəyişir. Bu zülallara qan plazmasındakı fibrinogen, zərdab qlobulinləri ( $\alpha$ -,  $\beta$ - və  $\gamma$ - qlobulinlər), süd qlobulinləri (laktoqlobulinlər), əzələ qlobulinləri, yumurta sarısındakı ovoqlobulinlər və qeyriləri aiddir.

**Prolaminlər.** Bu qrup zülallar ən çox bitkilərdə olur. Molekul kütlələri az olmaqla, 26-40 min dalton arasında tərəddüd edir. Prolaminlərə misal arpada olan qorđeini, qarğıdalıdakı zeini, buğda və çovdarda olan qliadini, vələmirdəki avenini və başqalarını göstərmək mümkündür.

**Qlütelinlər.** Zəif (0,2-2,0 %-li) qələvi məhlullarında həll olur, suda, neytral duzların duru məhlullarında isə həll olmur. Bunlara buğda qlüteini, düyü orizenini, qarğıdalı qlütelinini və qeyriləri aiddir. Buğda kleykovinasının çoxunu qlütelinlər təşkil edir. Bu zülalların toxumda miqdarı 1-3%-ə qədərdir.

**Histonlar.** Turşularda həll olur. Bu zülalların tərkibində diaminomonokarbon turşuları (lizin, arğinin) çox olduğundan (20-30%) əsasi xassə daşıyır və azotun miqdarı da nisbətən artıqdır, yəni 18%-ə yaxındır. Histonlarda triptofan olmur. Bunların molekul kütlələri 5-37 min arasında dəyişir. Bunlar nüvə zülalları hesab edilir. Çünki əsas nüvədə DNT-kompleksləri şəklində xromatində yerləşir.

Histonlar vəzifələrinə görə quruluş və genetik zülallar sayı-

lır. DNT-nin fəallığını azaltmaqla RNT-nin sintezini ləngidir.

**Protaminlər.** Bu zülallarda əsaslıq xassəsi daha çoxdur. Aminturşu tərkibinin 60%-dən çoxunu, bəzi hallarda 80%-ni arginin təşkil edir, tirozin, triptofan, sistein, asparagin turşusu və metionin olmur. Molekul kütlələri 10 mindən çox deyildir.

Protaminlər az yayılmışdır. Bunlar əsasən spermada (klupe-in) və balığın kürüsündə olur.

**Proteinoidlər.** Fibrilyar quruluşa malik olmaqla istinad toxumalarının quruluşunda və mexaniki müdafiədə iştirak edir. Bu qrup zülallara kollagenlər və keratinlər aiddir. Kollagenlər birləşdirici toxumada olan fibrilyar zülallardır. Buraya sümük, qığırdaq, vətərlər, bağlar və birləşdirici toxumanın qeyri-zülalları aiddir. Bunlar birləşdirici toxumanın quruluş zülallarıdır.

**Mürəkkəb zülallar.** Mürəkkəb zülallar sadə zülallarla qeyri-zülal təbiətli maddələrdən ibarətdir. Onlar hidroliz olunduqda sadə zülallara, fosfat turşusuna, nuklein turşularına, lipidlərə, metallara və bir sıra başqa birləşmələrə ayrılır.

Mürəkkəb zülallara nukleoproteidlər, xromoproteidlər, fosfoproteidlər, lipoproteidlər, qlikoproteidlər (mukoproteidlər), metalloproteidlər, metalloid-proteidlər aiddir.

**Nukleoproteidlər.** Nukleoproteidlər və ya nüvə zülalları bitki və heyvan hüceyrələrində olur.

Nukleoproteidlərin tərkibində qeyri-zülal təbiətli maddələr nuklein turşularıdır. Nuklein turşuları 2 növdən ibarətdir. Onlardan bir qrupuna dezoksiribonuklein turşuları (DNT) və digərinə isə ribonuklein turşuları (RNT) deyilir. Bunlar özləri də mürəkkəb maddələrdir və mononukleotidlərin polimerləşməsindən əmələ gəlmişdir. Nuklein turşularının əmələ gəlməsində 3 müxtəlif qrup maddələr: azotlu əsaslar, pentozalar və fosfat turşusu iştirak edir.

**Xromoproteidlər.** Xromoproteidlər tərkibində sadə zülal-

lardan başqa müxtəlif rəngli maddələr də saxlayır. Bunlara misal eritrositlərdə olan hemoqlobini, əzələlərdə olan mioqlobini, bitkilərin xlorofilini, gözün torlu təbəqəsindəki rodopsini və başqalarını göstərmək mümkündür.

Hemoqlobin sadə zülal qlobinə prostetik qrup olan hemin birləşməsindən əmələ gəlir. Bir molekul qlobinlə dörd molekul hem birləşir, hemin hər molekulunda bir atom da dəmir vardır.

**Mioqlobin də xromoproteiddir.** Əzələlərdə olmaqla, hemoqlobinə nisbətən bəsitdir. Mioqlobin molekulda bir hem molekulu və 153 aminurşusunun qalığından əmələ gəlmiş bir polipeptid zəncirindən ibarət zülal molekulu vardır. Bunun oksigenə hərisliyi hemoqlobindən artıqdır.

Fermentlərdən katalaza, peroksidaza, sitoxromlarda xromoproteidlərə aiddir. Bunların prostetik qrupları həmə yaxın maddələrdir.

Flavoproteidlər və rodopsin də xromoproteiddir. Flavoproteidlərin prostetik qrupu B<sub>2</sub> vitamini, rodopsininki isə A vitamini-dir.

Rodopsində A-vitamini 11-sis-retinal şəklindədir.

Rodopsin gözün torlu qişasının fotoreseptor təbəqəsində (membrana) zülalların 80-85%-ni təşkil edir.

**Metalloproteidlər və metalloideproteidlər.** Bu qrup mürəkkəb zülalların tərkibində sadə zülallardan başqa prostetik qrup: dəmir, mis, sink, kobalt, kalsium, flüor və qeyri elementlər də olur. Metalloproteidlərdən qaraciyər və dalaqda olan fermentlərdə dəmir (20%) və sink vardır. Bu zülal orqanizmdə dəmirin deposu sayılır.

Hemosiderin də tərkibində dəmir saxlayan zülaldır. Bunda 25% nukleotid və karbohidrat vardır. Bu zülal əsasən retinukloendateli hüceyrələrində olur.

**Fosfoproteidlər.** Fosfoproteidlərin tərkibində prostetik qrup olaraq fosfat turşusuna təsadüf olunur. Bu da serinfosfat və treoninfosfat şəklindədir.

Fosfoproteidlərə misal süddə olan kazeini, yumurta sarısındakı ovovitellini, balıq kürüsündəki ixtulini və s.-ni göstərmək olar. Bunlar ehtiyat qida zülalları sayılır. Fosfoproteidlər heyvanların bəzi üzvlərində (məsələn: qaraciyərdə) fosfat turşusunun fəal forması kimi mübadilə proseslərində fəal iştirak edir. Fermentlərdən pepsin, fosforilaza, fosfoqlükomutaza da fosfoproteiddir.

**Lipoproteidlər.** Lipoproteidlər sadə zülallarla lipidlərin (yağ turşuları, neytral yağlar, fosfatidlər, sterinlər) birləşməsindən əmələ gəlir.

Lipoproteidlərin bəziləri suda həll olan kompleks birləşmələrdir. Bunlarda lipidlər daxilə, zülallar isə xaricdə yerləşir. Zülal hissəsi daxilə və lipid hissəsi xaricdə yerləşən lipoproteidlər yalnız üzvi həlledicilərdə həll olur.

Lipoproteidlər çox labil (davamsız) birləşmələrdir. Bunlar hüceyrələrin orqanellalarının əmələ gəlməsində iştirak edir. Lipoproteidlər hüceyrə pərdəsinin tərkib hissəsini təşkil etməklə sızma prosesinin tənzim olunmasında mühüm rol oynayır.

Lipoproteidlərə bütün toxumalarda rast gəlinir. Bunlara ən çox sinir toxumasında, qan zərdabında, yumurta sarısında, süddə və s.-də rast gəlinir.

**Qlikoproteidlər.** Qlikoproteidlərə *mukoproteidlər* də deyilir. Bunlar sadə zülalların karbohidratlarla (qlükoza, qalaktoza, maltoza, fruktoza, qlükozamin, qlükuron turşusu, sulfat turşusu, sirkə turşusu və s.) və onların törəmələrinin (neyramin və sial turşuları) birləşməsindən əmələ gəlir. Karbohidratlar bu zülalların 10-20%-ni, aminşəkərlər isə 4%-ə qədərini təşkil edir. Məsələn, qammoqlobinlərin tərkibinin 20%-ə yaxını karbohidratlardan ibarətdir.

Bu qrup zülallardan sümük toxumasında, qıgırdaqlarda, gözün buynuz təbəqəsində, həzm şirələrində olan musinləri və mukoidləri, qan plazmasındakı qaptoqlobinləri, fetuini göstərmək mümkündür.

Zülallar molekullarının formalarına, fəza quruluşlarına (konformasiyasına) görə 2 qrupa: fibrilyar və qlobulyar zülallara bölünür. Fibrilyar zülallar uzun sapvari formalıdır, suda, duz məhlulunda həll olmur. Kallogen, keratin, fibronin və s. belə zülallardandır. Qlobulyar zülallar dairəvi, kürə formasındadır. Suda həll olur – mioqlobin, hemoqlobin, zərdab albumini, ribonukleaza və s. belə zülallardandır. Bəzi zülalları (fibrinogen, miozin və s.) aralıq tipə məxsusdur.

Zülalların yuxarıda sadalanan təsnifatı təfəsilatı ilə tam düzgün hesab olunmur. Bir çox zülallar bu və ya digər qrupa aid olan xassələri özündə əks etdirir. Bu səbəbdən zülalları əsasən iki əlamətlərinə görə ayırırlar. Fəza quruluşuna və funksiyalarına görə.

**I. Fəza quruluşlarına görə fərqlənən zülallar.** Bu əlamətlərə görə qlobulyar zülallar dörd sinifə bölünür;

1)  $\alpha$ - zülallar – polipeptid zəncirinin 60%-dən çoxu  $\alpha$  spirallardan təşkil olunanlar.

2)  $\beta$  –zülallar – polipeptid zənciri  $\beta$  spirallardan (2-dən az olmamaq şərti ilə) təşkil olunanlar.

3)  $(\alpha+\beta)$ - zülallar-polipeptid zənciri hər iki quruluşda təşkil olunanlar.

4)  $\alpha/\beta$  -zülallar- polipeptid zəncirinin  $\alpha$  sturukturunun  $\beta$ -strukturunun əhatəsində olanlar və ya əksinə  $\beta$ -strukturunun  $\alpha$ -spiralinin əhatəsində olan zülallar.

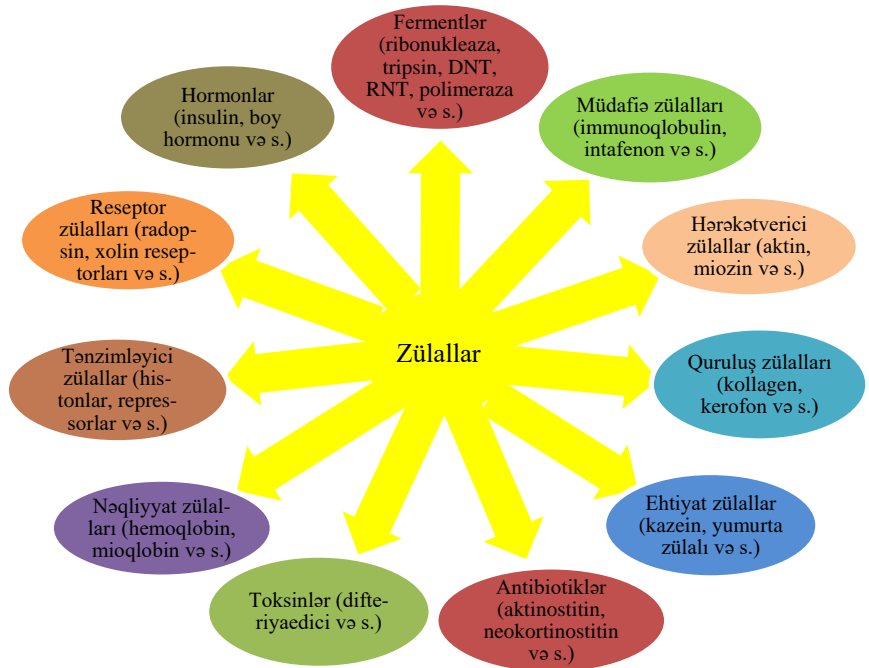
Qlobulyar zülalların ən çox rast gəlinənləri  $\alpha/\beta$  quruluşda olanlardır. Sonrakı yeri  $\beta$  quruluş tutur,  $\alpha$  və  $\alpha+\beta$  quruluşda isə

olan qlobulyar zülallara az rast gəlinir.

## ***II. Funksiyalarına görə zülallar aşağıdakı qruplara ayrılırlar:***

Zülalların müəyyən fəza quruluşuna malik olması, orqanizmdə hər hansı bir funksiya daşınması hüceyrənin əmələ gəlməsində bioloji xassələrinin formalaşmasında əsas rol oynayır.

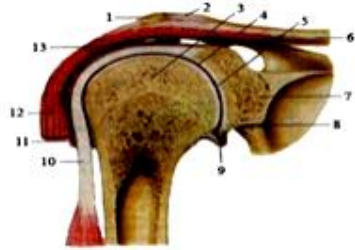
Zülalların funksiyası aşağıdakı sxemdə daha aydın göstərilmişdir.



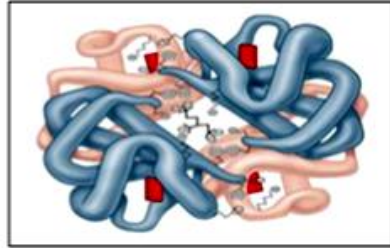
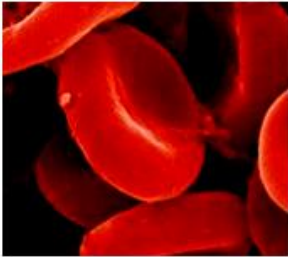
### **1. Quruluş funksiyaları.**

Zülallar hüceyrə xarici quruluş funksiyalarını yerinə yetirirlər: İpəyin tərkibində rast gəlinir, tükün və dırnağın quruluşunu təmin edir, dəriyə quruluş və quruluq verir, ətrafların qurulmasını

da iştirak edir.

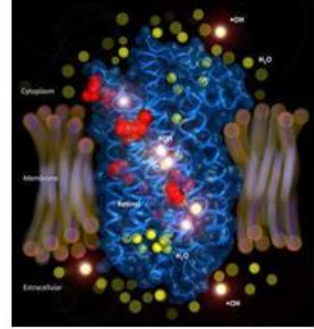
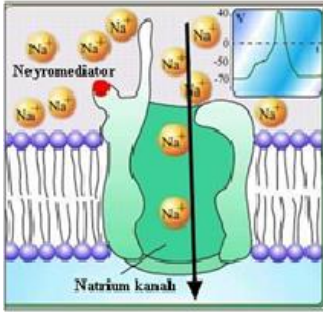


**2. Nəqliyyat funksyası.** Bir çox zülallar müxtəlif tərkibli maddələrlə birləşərək onları hüceyrənin bir hissəsindən digərinə daşınmasını təmin edir. Məsələn, qanın eritrositlərinin tərkibində olan hemoglobin  $O_2$  və  $CO_2$ -in toxumalara daşınmasını yerinə yetirir.

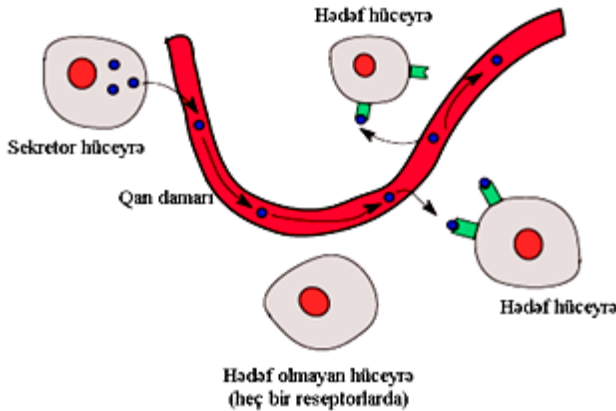


Hüceyrə membranının tərkibində xüsusi tərkibli zülallar vardır ki, onlar aktiv təşkil olunmuş formada bir çox maddələri və ionları özlərinə birləşdirərək hüceyrə daxilinə və xaricinə daşınmasını təmin edirlər. Bu daşınmanın hesabına hüceyrə və toxumalarda maddələr mübadiləsinin və enerji mübadiləsinin getməsi üçün şərait yaranır. Orqanizmin bütün hüceyrə və toxumaları bu prosesdə iştirak edir.





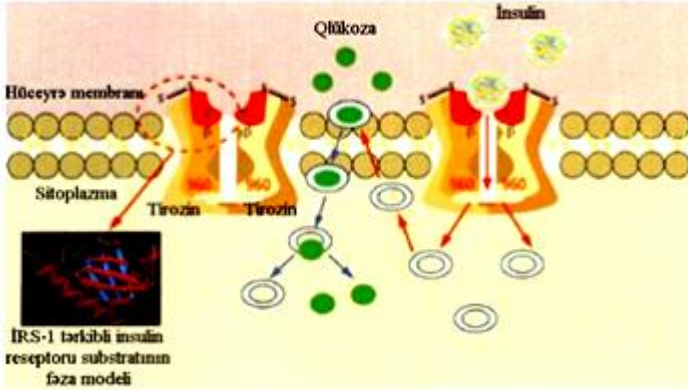
**3. Tənzimləyici funksyaları.** Bəzi zülallar hormon funksyası, yəni tənzimləyici rolunu yerinə yetirir. Hormonlar bioloji aktiv maddələrdir, onlar xüsusi vəzilərdə sintez olunaraq qana daxil olur və maddələr mübadiləsinin tənzimlənməsində iştirak edir.



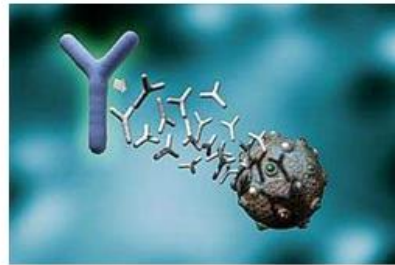
İnsulin hormonu qanda qlükozanın miqdarını tənzimləyir və qlükozanın qlükogenə çevrilməsini təmin edir.

**4. Reseptor funksyası.** Zülal reseptorları hüceyrə membranında zülalların qurulmasında iştirak edirlər. Onlar bu funksyanı yerinə yetirdikləri zaman hər hansı bir kimyəvi birləşməni özünə birləşdirmək üçün hətta öz quruluşlarını da dəyişməyə qadirdir.

lər.



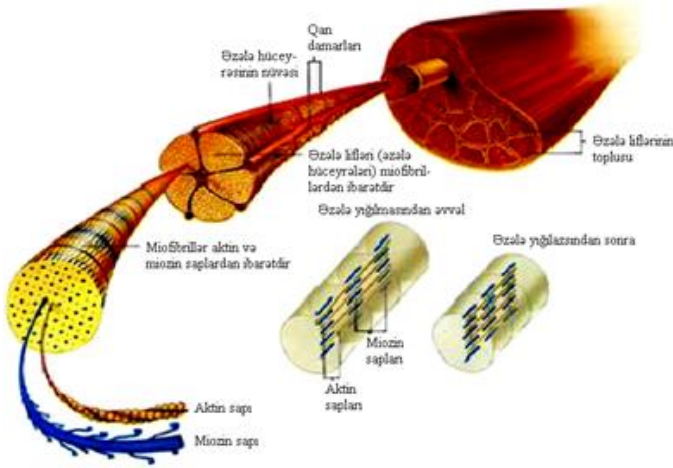
**5. Müdafiə funksyası.** Orqanizmə yad zülallar və ya mikroorqanizmlər (antigenlər) daxil olduqda orqanizmin özündə bəzi müdafiə xarakterli (antigellər) zülallar sintez olunur ki, həmin zülallar antigenlərlə əlaqəyə girərək onları məhv etmək funksiyalarına malikdirlər.



Müdafiə funksyası daşıyan fibrin zülalı fibrinogenə əmələ gəlir və qanaxmanın qarşısını alır.

**6. Hərəkət funksyası.** Qısa əzələlərin xüsusi zülalları (aktin və miozin) hüceyrənin və orqanizmin bütün hərəkətlərinin yerinə yetirilməsində iştirak edir. Aktin və miozin təkhüceyrəliliklə-

də və çoxhüceyrəliyərdə əzələ qısalması prosesində iştirak edir. Həmçinin bu zülallar bitkilərdə yarpaqların hərəkət proseslərində və s. iştirak edir.



**7. Ehtiyat funksiyaları.** Bu funksiyaları ehtiyatda olan zülallar yerinə yetirir. Ehtiyat zülalları enerji ehtiyatı yığır. Hemoqlobinin parçalanmasından ayrılan dəmir ionu orqanizmdən xaric olunmur, orqanizmdə qalaraq bəzi zülallarla ferritin tərkibli komplekslər əmələ gətirir.

Süd kazeini



Yumurta albumini

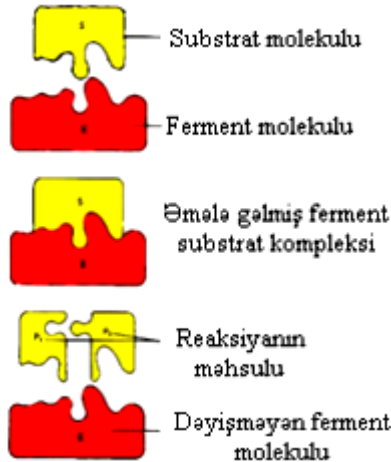


**8. Energetik funksya.** Orqanizmdə karbohidratlar və lipidlər azlıq təşkil etdikdə bəzi zülallar parçalanaraq enerji kimi istifadə

də edilir. Bir qram zülalın parçalanmasından 17,6 KCoul enerji alınır. Zülallar əvvəlcə aminturşulara sonra isə son məhsul olaraq CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> və H<sub>2</sub>O parçalanırlar.



**9. Katalitik funksiya.** Bir çox qlobulyar zülallar ferment kimi funksiyaya malikdir. Ferment zülallar biokimyəvi reaksiyaları kataliz edir, onları sürətləndirir. Fermentə birləşərək reaksiyanın sürətini dəyişən molekula – *substrat* adlanır.

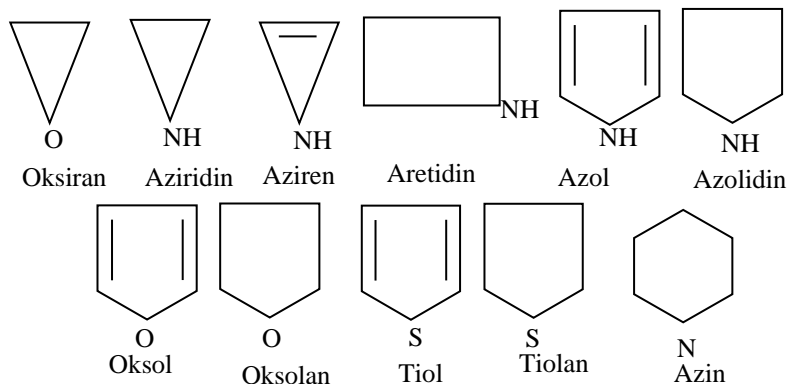


Substratın fermentə birləşən hissəsi fermentin aktiv mərkəzi adlanır. Aktiv hissə bir neçə aminturşu qalığından ibarət olur ki, onlar *katalitik aminturşular* adlanır.

## 14. HETEROTSIKLIK BİRLƏŞMƏLƏR.

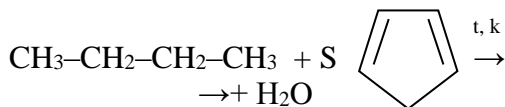
**Nomenklatura:** Son illər heterotsiklikləri adlandırmaq üçün yeni nomenklatura hazırlanmışdır. Bu nomenklaturaya görə heteroatom önlüklər oksa-(o), tia-(s), aza-(N), tsiklik ölçüsü ir-(3), et-(4), ol-(5), in-(6) doymuşluq dərəcəsi isə adi nomenklaturada qəbul edilən şəkillərdən göstərilir. Ancaq azotlu doymuş heterotsiklərdə -in və idin kimi fərqli şəkilçilər qəbul edilmişdi. Bəzi heterotsikllərin adları aşağıdakı kimidir.

Üzvlərin sayı	Doymuşlar	doymamışlar
3	-ran (-iridin)	-inen (N-iren)
4	-etan (N-etidin)	-et
5	-olan (N-olidin)	-ol
6	-an (N-perhidro.. -in)	-in

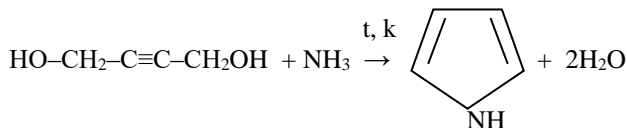


Beşüzvlü heterotsiklik birləşmələrin alınması:

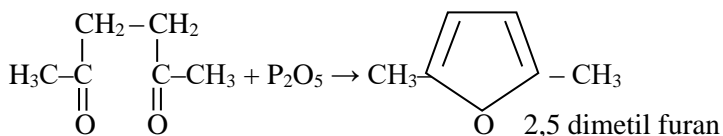
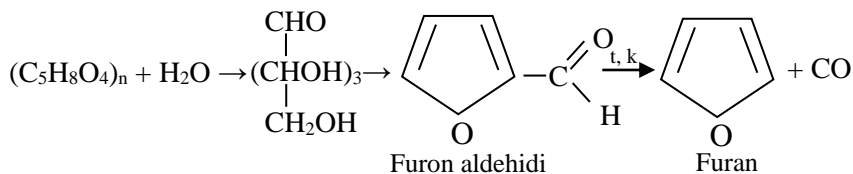
1) Doymuş karbohidrogenlərə kükürlə təsir etməklə



Doymamış 2-atomlu spirtlərə amonyakla təsir etməklə



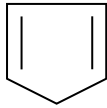
Furanı furfuroulun dekarboksilləşməsindən alırlar. Furfurol sənayedə oduncağın və kənd təsərrüfatı tullantılarının, əsasən samanın, günəbaxan toxumu qabığıının və s. turşu hidrolizindən alınır. Bu zaman polipentozlar hidroliz olunur. Sonuncuların dehidrotsikləşməsindən isə furfurool əmələ gəlir.



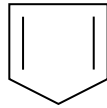
Quruluşları pirrol, furan və tiofenin formullarından ehtimal etmək olar ki, onlar uyğun olaraq qoşulmuş amin, sadə efir və sulfid xassəli olacaq. Lakin bu birləşmələrdə birləşmə reaksiyalarına meylik olmur. Məsələn, tiofen adi şəraitdə sulfidlərə xas oksidləşmə reaksiyasına daxil olmur, pirollar isə aminlərə mənsub əsasi xassə göstərmir. Lakin bu heterotsikliklər nitrolaşma, sulfolaşma, halogenləşmə, asilləşmə kimi “E<sup>+</sup>”əvəz olunma reaksiyalarına asan daxil olur. Bu göstəricilər yuxarıdakı heterotsikliklərin aromatik

xarakterli olmasını təstiqdir.

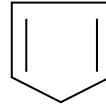
Beşüzvlü heterotsiklik birləşmələrin ən əhəmiyyətliləri aşağıdakılardır.



O  
Furan

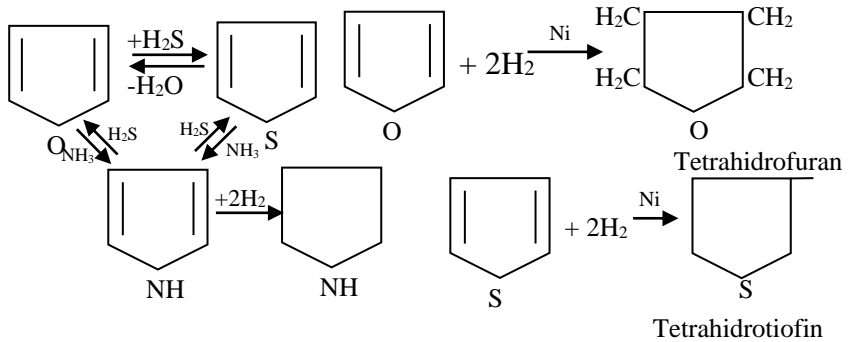


S  
Tiofen



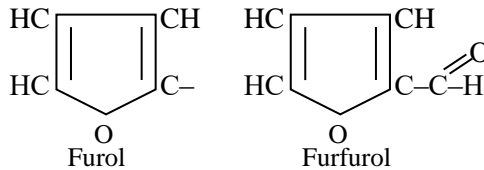
NH  
Pirrol

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> katalizatorunun iştirakı ilə su buxarı ilə birləşmə reaksiyalarına girirlər:



Furan- monosaxaridlərin tsiklik qruplarında da olur.

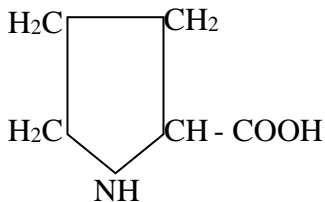
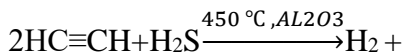
Radikalı furol adlanır. Furan rəngsiz, xloroform kimi qoxuya malikdir. 31,4<sup>0</sup>C-də qaynayan maddədir. Suda həll olmur.



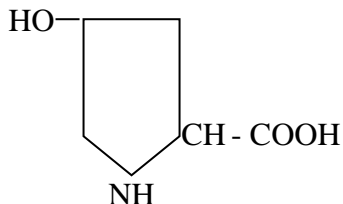
Furan və furfurol plastik kütlələrin alınmasında və aşqar maddələrin alınmasında istifadə olunur.

**Tiofen**:- daş kömür qətranında, benzol fraksiyasında alınır. Homoloqları neftdə olur. Zəif iyli (benzol iyi verir) maddədir.

84°C-də qaynayan suda həll olmayan maddədir. Beşüzvlülərin ən möhkəmidir. Tiofen və onun birləşmələrindən dərman və boyaq maddələrinin alınmasında istifadə olunur. Asetilen və H<sub>2</sub>S-dən alınır.



Prolin

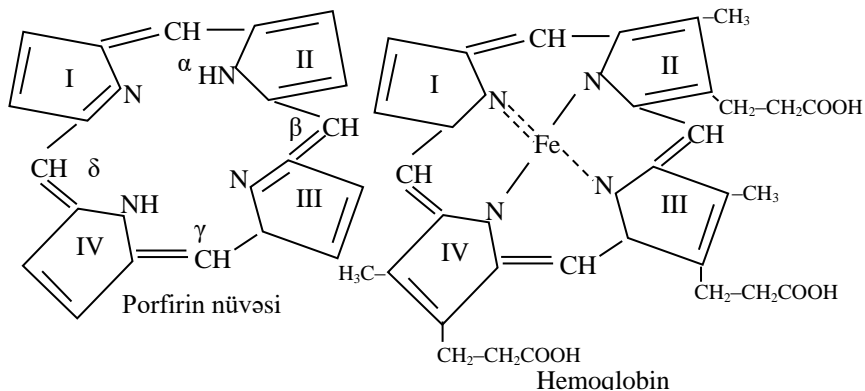


Oksiprolin



**Pirrol:**- xlorofildə, qanda, amin turşularının, boyaqların, alkaloidlərin tərkibində olur. Asetilen və amonyakdan alınır. Piroll rəngsiz, xloroform iyi verən, 131°C-cə qaynayan mayedir. Havada oksidləşir, qaralır.

Əhəmiyyətli birləşmələri prolin və oksiprolin zülallarda olur. Təbiətdə ən əhəmiyyətlisi 4 pirrol həlqəsi olan porfirindir-qanın hemində, xlorofildə, öddə, B<sub>12</sub>- vitaminində olur.

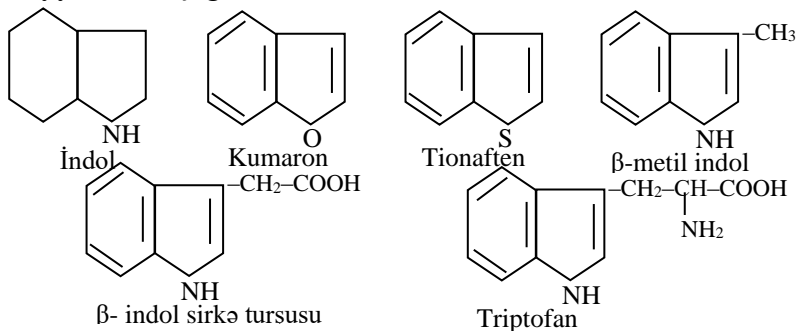




Bu nüvədə Mg olarsa, xlorofildə də rast gəlinir.

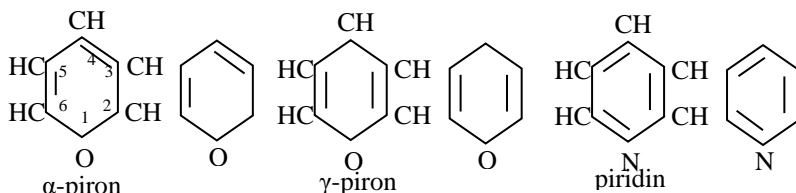
Xlorofilin quruluşunu (1930-40) E.Fişer müəyyən etdi. 1960-cı ildə amerika alimləri xlorofili sintez etdilər.

Bir beşüzvlü və bir altüzvlü heterotsiklik birləşmələrdən əhəmiyyətliləri aşağıdadır .

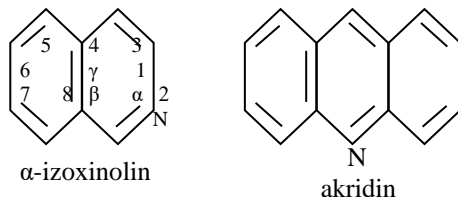


Bu maddələrin hamısı fizioloji aktiv maddələrdir.

Altüzvlü heterotsiklik birləşmələrdən əhəmiyyətlisi aşağıdadır.

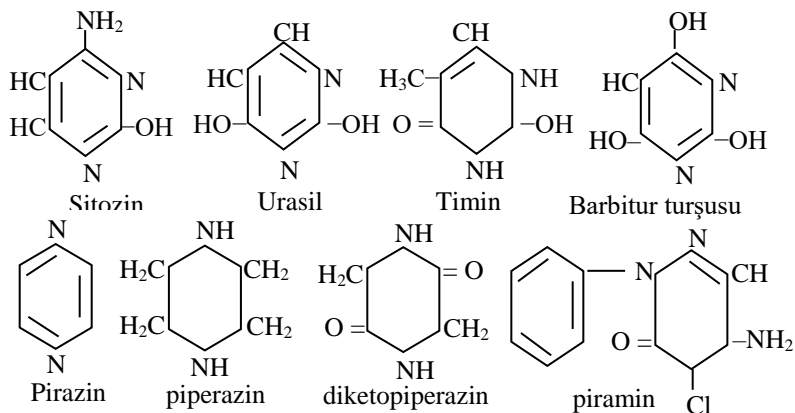


Bunlar təbiətdə geniş yayılmışdır. Beşüzvlülərdən əhəmiyyətlisi aşağıdadır.



Alkaloidlərin tərkibində olur.

Bu birləşmələr alkaloidlərin tərkibində olur.



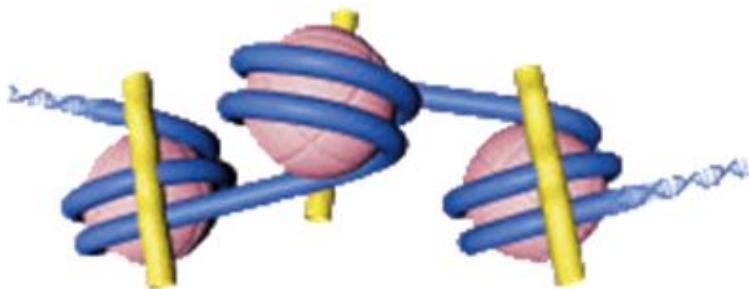
## 15. NUKLEİN TURŞULARI

Nuklein turşuları-elementar tərkibli azot əsasları, pentozalar və fosfat turşusu olan yüksəkmolekullu birləşmələrdir. Nuklein turşularını ilk dəfə 1868-ci ildə İsveç həkimi F. Mişer sarğı materiallarında olan irin hüceyrələrində qeyr-adi fosforlu birləşmə olduğunu aşkar etdi və bunları nukleinlər (latınca nulkeus-nüvə) adlandırdı. 1889-cu ildə Z. Altman heyvan toxumalarından və maya köbələklərindən nuklein turşularının zülallardan ayrılmasına nail oldu. Daha sonra Kossel hüceyrələrdə NT-nin iki növü olduğunu aydınlaşdırdı. XX əsrin əvvəllərində Levin və Qulland NT-nin makromolekulyar strukturu haqqında nəzəriyyə irəli sürdülər.

Son zamanlar NT-nin rolu haqqında məlumatlar əldə edilmişdir: onlar genetik informasiyaların mühafizə olunmasında, saxlanması, nəsilən nəsilə ötürülməsində və bu informasiyaların həyata keçirilməsində vacib komponentdir. NT-i zülalların və hüceyrə orqanoidlərinin sintezini idarə edir, biokomplekslər formasında fəaliyyət göstərir.

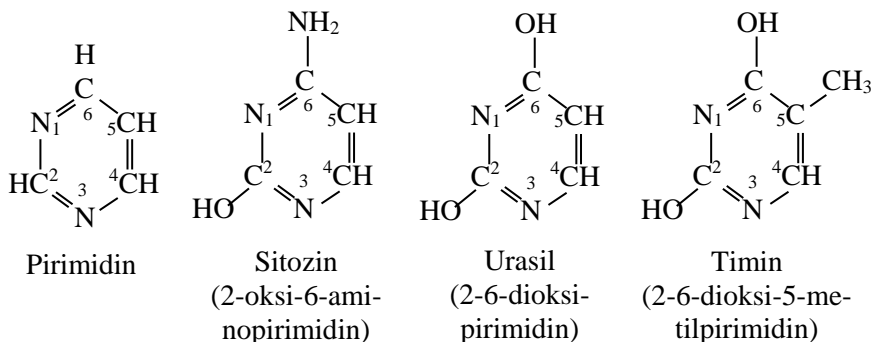
## Nuklein turşularının kimyəvi tərkibi və növləri

Müxtəlif mənbələrdən alınan NT tam hidroliz olunduqda pirimidin və purin əsasları, pentozalar və həmçinin fosfat turşusu əmələ gəlir. Natamam hidroliz zamanı nukleozid və nukleotidlər alınır. NT-in hamısının tərkibində pirimidin əsaslarından sitozin, urasil və timinə təsadüf edilir.



*Nuklein turşusunun strukturu.*

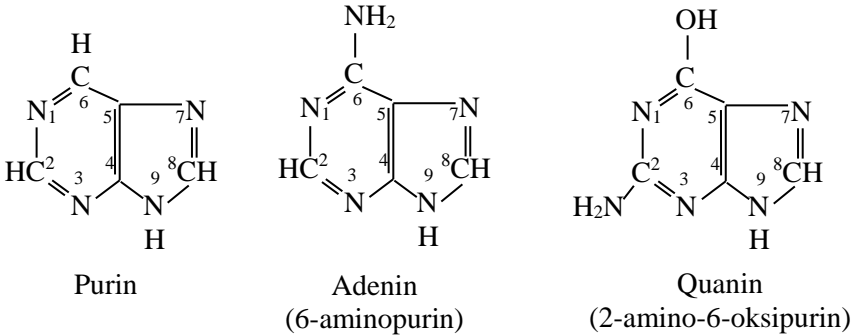
Azot əsaslarından olan – pirimidin əsaslarına (pirimidinin törəmələri) – sitozin (S), urasil (U) və timin (T) aiddir.



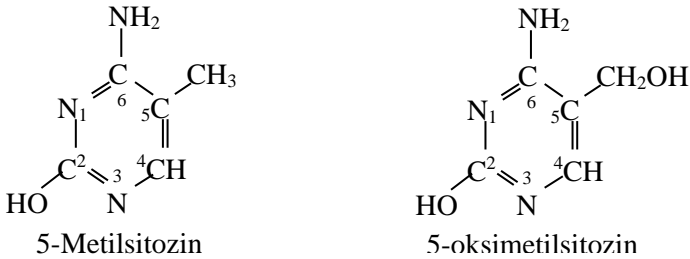
Azot əsaslarından olan digər birləşmələr – purin əsaslarına (purinin törəmələridir) adenin (A) və quanin (Q) aiddir.

Pirimidin əsaslarından fərqli olaraq purin əsaslarında kondensləşmiş iki heterotsiklik həlqə olur. Purin molekulunu pirimi-

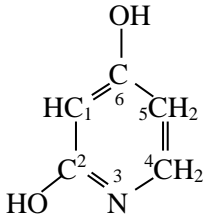
dinlə imidazol həlqələrinin birləşməsi hesab etmək olar. İmidazol həlqəsinin purin molekuluna birləşmiş purin əsaslarının aktivliyini artırır. Purin törəmələrindən adeninə (6-aminopurin) və quaninə (2-amin-6-hidroksipurin) nuklein turşularının hidrolizi məhsulları arasında daha çox təsadüf edilir.



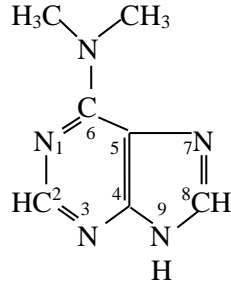
Bundan əlavə NT-in tərkibində az təsadüf olunan (minar) azot əsaslarına rast gəlinir.



Bu cür minar birləşmələr maddələr mübadiləsində xüsusi rola malikdir və onlardan orqanizmdə bir sıra birləşmələr alınır.

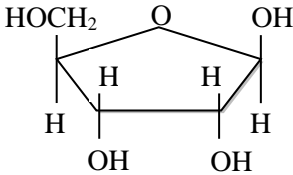


4,5-Dihidrourasil

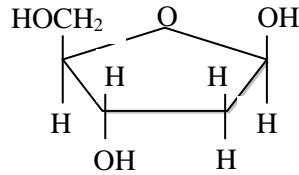


N<sub>6</sub>-Dimetiladenin

Nuklein turşularının tərkibinə karbohidratlardan monosaxaridlərin iki nümayəndəsi  $\alpha$ - $\beta$  fruktofuranoz formada riboza və dezoksiriboza daxildir.



$\beta$ -D-ribofuranoza

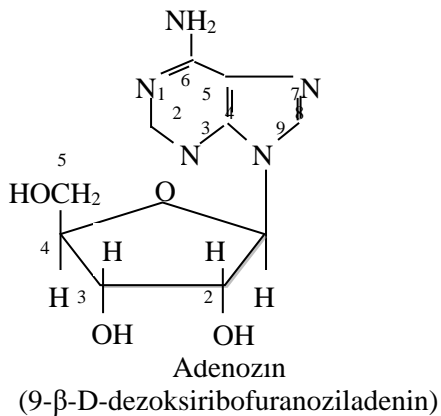
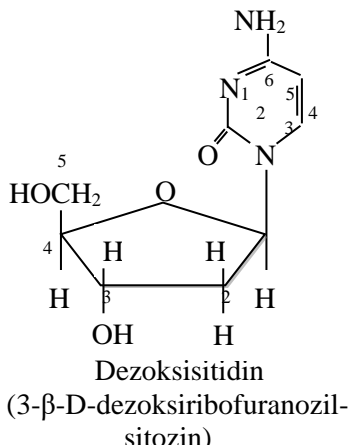


$\beta$ -D-2-dezoksiribofuranoza

NT-in təbiətdə tərkibinə, quruluşuna və funksiyasına görə iki növü ayırd edilir. Bunlar aşağıdakılardır:

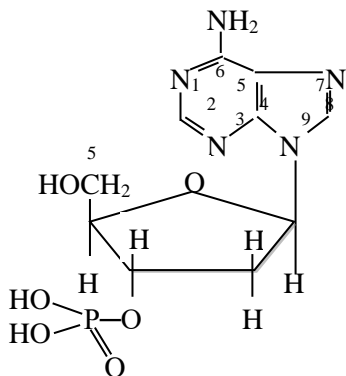
DNT-dezoksiribonuklein turşusuna və RNT-ribonuklein turşusuna ayrılır. DNT –də azot əsaslarından – timin, RNT-də isə urasil olur. Həmçinin RNT-də bir çox minar azot əsaslarına rast gəlinir. DNT-də minar azot əsaslarına az rast olunur.

**Nukleozidlər**-purin və ya pirimidin əsası ilə pentozaların birləşmələridir. Adenin riboza ilə birləşməsindən–adenozin, quaninlə birləşməsindən isə timidin tərkibli nukleozidlər əmələ gəlir.

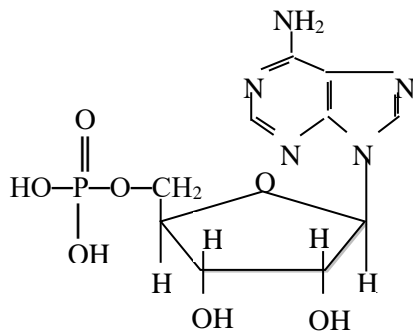


Əgər nukleozidin tərkibində ribozanın əvəzinə dezoksiriboza birləşərsə “dezoksi” şəkilçisi əlavə edilir. Belə olan halda dezoksiadenozin, dezoksisitidin və s. tərkibli nukleozidlər alınır.

**Nukleotidlər**-nukleozidlərin fosfat turşusu ilə əmələ gətirdiyi efiirlərdir. Fosfat turşusu riboza (və ya dezoksiriboza) molekuluna 3<sup>1</sup>-cü və ya 5<sup>1</sup> karbon atomunda olan hidrosil qrupuna birləşir. Nəticədə adenozinmonofosfat (AMF) nukleotidi alınır.

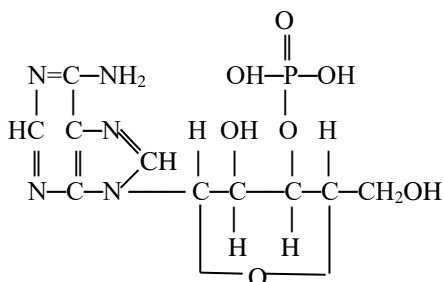


Dezoksiadenozin-3-mono-  
fosfat (d-3-AMF)

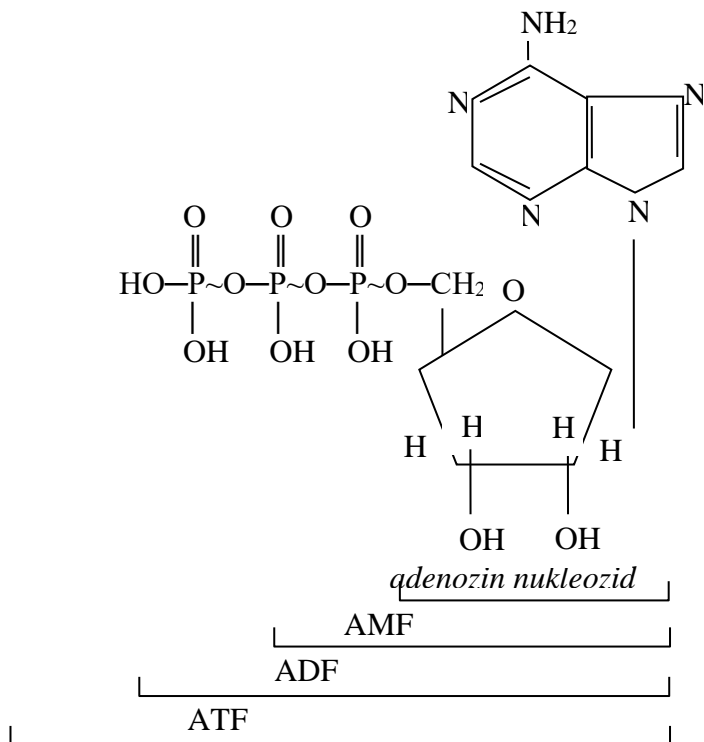


Adenozin-5-monofosfat (5-AMF)

Əgər adenozin nukleotidinə iki molekula fosfat turşusu birləşərsə adenozindifosfat (ADF) üç molekula fosfat turşusu birləşərsə müvafiq olaraq adenozintrifosfat (ATF) nukleotidi alınır.



Adenil turşusu (Adenozin-3-fosfat)



Həmçinin bu qayda ilə QMF, QDF, QTF, SMF, SDF, STF, UMF, UDF və UTF sintez oluna bilər.

Fosfat turşusu molekulları arasında makroergik efir rabitələri çox zəifdir və asan qırılır.

RNT-nin hidroliz zamanı ribonukleotidlər, DNT-in hidrolizi zamanı dezoksiribonukleotidlər alınır. Toxumalarda sərbəst şəkildə ADF və ATF tapılmışdır. Onlar orqanizmdə gedən oksidləşmə reduksiya proseslərinin fəal iştirakçılarıdır. Həmçinin digər nukleotidlər də vacib fizioloji əhəmiyyətə malikdirlər. Nukleotidlər demək olar ki, orqanizmdə gedən bütün biokimyəvi proseslərdə mühüm rol oynayır. Bir çox mononukleotidlər amin, karbohidrat və s. qalıqlarının bir birləşmədən digərinə ötrülməsində, enerji



mübadiləsində koferment kimi iştirak edirlər.

**Nuklein turşuları (NT).**-mononukleotidlərin müxtəlif sayda (minlərlə) bir-birilə efir tipli rabitə ilə birləşərək oliqonukleotid və polinukleotid zəncirindən ibarət yüksəkmolekullu biopolimerlərdir. Poliribonukleotidlərin (RNT) tərkibində purin nukleotidlərindən adenil və quanil turşuları, pirimidin nukleotidlərindən sitidil və uridil turşuları olur. Polidezoksiribonukleotidlərin (DNT) tərkibində isə dezoksiadenil,dezoksiqvanil, dezoksitidil və timidil turşuları mövcuddur. RNT-in əmələ gəlməsində pentozalardan riboza, DNT-də isə dezoksiriboza iştirak edir.

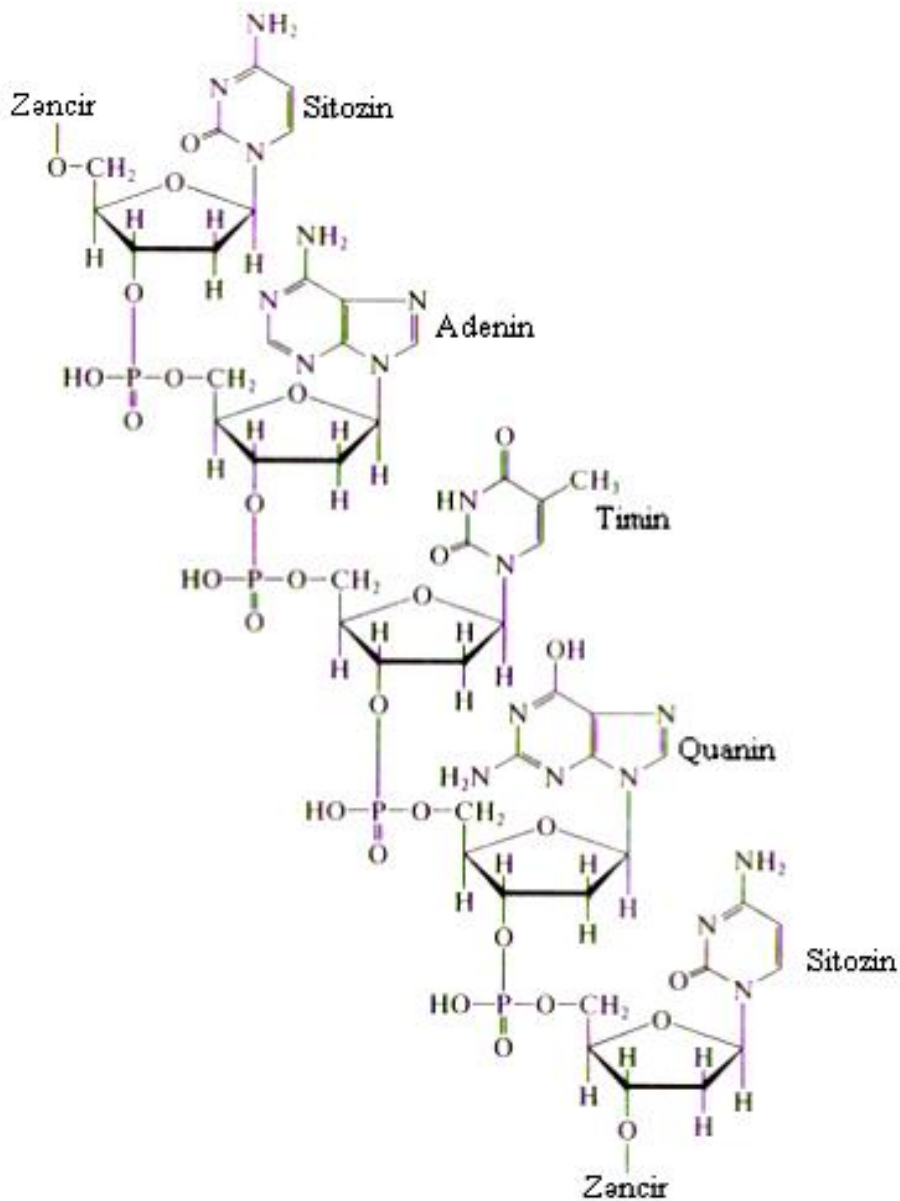
RNT- molekulunda 60-dan 6 minə qədər nukleotid qalıqından, DNT molekuları isə 20-25 min və daha çox (10 mln-a qədər) nukleotiddən əmələ gəlir. Dörd xromosomu olan DNT molekul kütləsi  $11,3 \cdot 10^{10}$  Da-dur. Belə DNT molekulunun uzunluğu 2,1 sm-ə çatır. Bu DNT molekulunda 62 mln nukleotid cütü mövcuddur.

İnsanların somatik hüceyrələrinin nüvəsində 23 cüt xromosom yerləşir. Hər bir hüceyrədə bir molekul DNT olur. İnsanın bir hüceyrə toxumasında 46 molekul DNT olur. İnsanın bir hüceyrə toxumasında olan 46 molekul DNT-in uzunluğu 2 metrə çatır. Onda olan nukleotid cütlərinin sayı 3,2 mlrd. Son zamanlar DNT-in yeni A, B, C, D, Z formaları müəyyən edilmişdir. A-formada polinukleotid zəncirində azot əsasları aralı, B- formada isə yaxın yerləşir. O. biri C, D, Z formalarında isə qarışıq halda yerləşirlər.

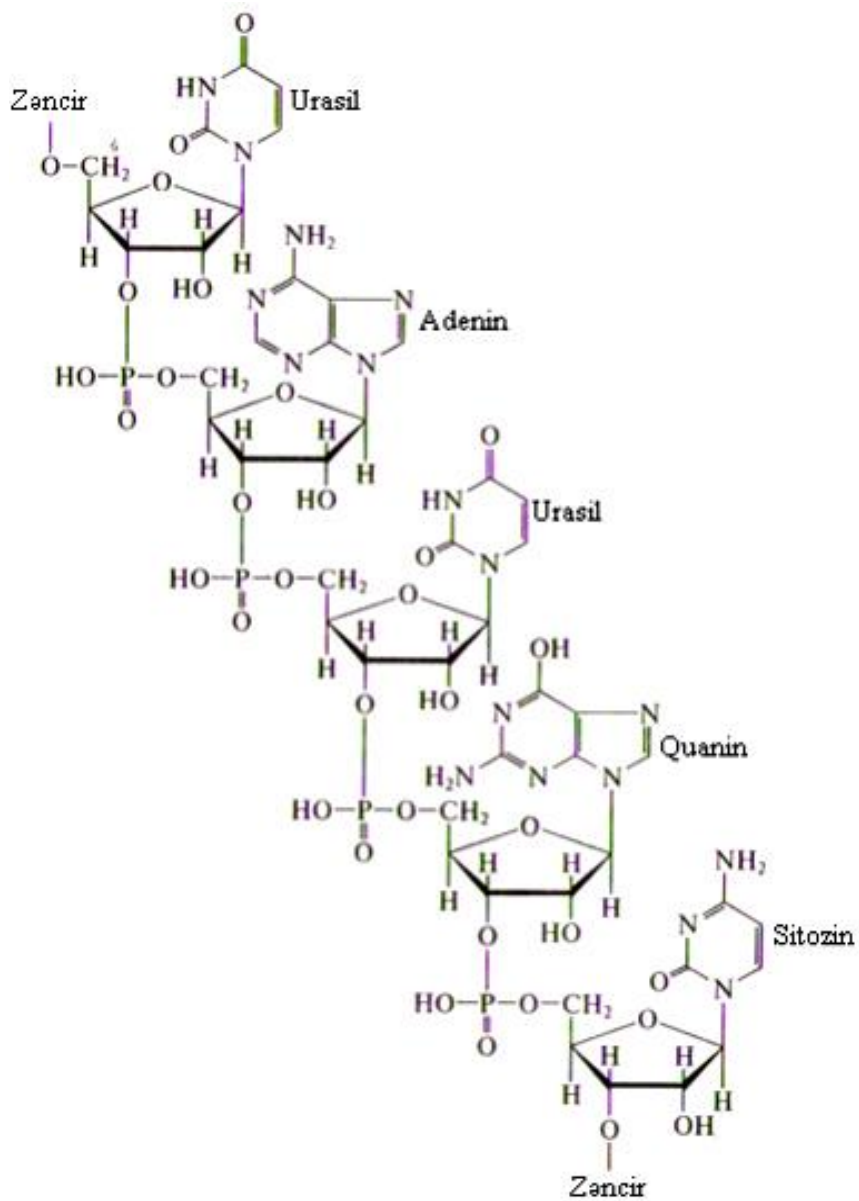
Nuklein turşularının molekulalarında nukleotidlərin yerləşmə ardıcılığına, onların *birincili quruluşu* deyilir.

Nuklein turşusu molekulalarını təşkil edən monomerlərin (nukleotidlərin) fəzada tutduğu mövqe (fəza konfiqursiyası) onların *ikincili quruluşu* adlanır.





*DNT molekulunun bir hissəsi.*



*RNT molekulunun bir hissəsi.*

RNT-in 4 növü məlumdur. Bunlar miqdarına, tərkiblərinə, xassələrinə və funksiyalarına görə bir-birindən fərqlənirlər.

1) Ribosom-rRNT-si hüceyrədə olan bütün RNT kütləsinin 80-85%-ni təşkil edir. Onun molekul kütləsi 1,7 mln Da çatır. 3-6 min nukleotiddən əmələ gəlir. Onların 80-84%-i spirallaşmış haldadır. Sadə zülallarla birləşərək ribonukleoproteid hissəcikləri yəni ribosomları əmələ gətirir. rRNT-in funksiyası tam aydınlaşdırılmamışdır.

2) Nəqliyyat-nRNT-si hüceyrədə olan bütün RNT kütləsinin 15% -ə qədərini təşkil edir. Onların molekul kütləsi 35000 Da çatır 60-90 mononukleotiddən təşkil olunmuşdur. nRNT-in funksiyası hüceyrədə aminturşularını zülalların sintez olduğu yerə ribosoma daşımaqdan ibarətdir. nRNT hüceyrədə həll olmuş haldadır. Onun molekulunda minor aminturşularının sayı digər RNT-dən artıqdır.

3) Məlumat-mRNT hüceyrədə olan bütün RNT - kütləsinin 5% - ə qədərini təşkil edir. Onun molekul kütləsi 300 min-dən 4 mln Daltona çatır. mRNT-sı hüceyrə nüvəsində DNT-in iştirakı ilə sintez olunur. mRNT-sı funksiyası sintez olunacaq zülal molekulu quruluşu haqqında olan məlumatı hüceyrənin nüvəsindən ribosoma aparmaqdır. Orqanizmdə saysız hesabsız zülal molekulu sintez olunur. Bunların hər birinin sintezi spesifik mRNT-sı vasitəsilə idarə edilir.

4) Virus - vRNT-sı virusların və faqların tərkib hissəsidir. Onlar virusun (hüceyrə sahibinin) çoxalmasında informasiya rolunu oynayır. Molekul kütləsi 2 - 15 mln Dalton arası dəyişir.

### **DNT və NT- in birinci quruluşu**

Nuklein turşularının molekulu da nukleotidlərin yerləşmə

ardıcılığına, onların birinci quruluşu deyilir. Bu birləşmələrin birinci quruluşunu öyrənmək çox çətinidir. Azot əsaslarının miqdarı analiz üsulu bu çətinliyi (E. Carqaff) qismən aradan qaldırdı.

“Carqaff” qaydaları adı almış bu qanunauyğunluq aşağıdakılardan ibarətdir.

1. DNT - molekulunda quanın və adeninin (purin əsasları) molyar qatılığı miqdarca sitozin və timinin (pirimidin əsaslarının) molyar qatılığına bərabərdir  $A + Q = S + T$ . Bu qanunauyğunluq RNT - molekulunda özünü doğrultmur.

2. DNT molekulunda adenin molekulları qılığının sayı timinə, quanın molekulları qalığının sayı isə sitozinə bərabər  $A = T$ ;  $Q = S$ .

RNT molekulu üçün bəzi hallarda bu bərabərlik yaxınlaşsa da, əksər hallarda özünü doğrultmur.

3. Quaninlə sitozini molyar miqdarının cəminin adeninlə timinin molyar miqdarının cəminə nisbəti  $Q+S/A+T$  DNT-in spesifik göstəricisi olub hər bir canlı növü üçün sabit kəmiyyətdir. Bu kəmiyyət DNT-in spesifik göstəricisi adlanır. Çox vaxt müxtəlif mənbələrdən alınmış DNT – molekulunda  $A+T > Q+S$  olur, belə olduqda onları adenin timin tipli (DNTAT) adlandırırlar. Bütün heyvan və bitkilərin, həmçinin bəzi mikroorqanizmlərin DNT-sı adenin timin tiplidir. Mikroorqanizmlərin (xüsusən bakteriyaların) əksəriyyəti quanin sitozin tipinə mənsubdur.  $Q+S > A+T$  onları quanin sitozin tipli (DNTQS) adlandırırlar. DNT-in spesifik göstəricisi DNTAT tiplilərdə vahiddən az, DNTQS tipli DNT-lərdə isə vahiddən çox olur. İnsan DNT-in spesifik göstəricisi 0,66-dır. Canlılardan DNT-in spesifik göstəricisi ən çox olan şüalı göbələkdir (aktinomiset) onun spesifik göstəricisi 2,73-ə bərabərdir.

DNT molekulu nukleotidlərin miqdarca (Carqaff qaydala-

rı) münasibəti RNT-ın tərkibi üçün xarakterik deyil.

RNT-ın monomerlərinin miqdarca münasibətində yalnız bir qanunauyğunluq vardır; burada altıncı karbon atomu ikiqat rabitə ilə oksigenlə birləşmiş azot əsasların (ketoqruplar) sayı, həmin vəziyyətdə amin qurupu yerləşən azot əsaslarının (aminqurup) sayına bərabərdir.  $Q+Y=A+S$

RNT molekulu bir ədəd polinukleotid zəncirindən ibarətdir. Bu zəncirdə monomerlərin yerləşmə ardıcılığı RNT-ın birinci quruluşunu zərkterizə edir. RNT-ın zənciri çox mütəhərrik olduğuna görə onun fəza konfigurasiyası sabit deyil, dəyişkəndir.

Son zamanlar DNT-ın birinci quruluşunda nukleotidlərin düzəlmə ardıcılığını müasir, tez təyin olunan üsullarla müəyyən olunur.

Ən çox birinci quruluşu aydınlaşdırılan nəqliyat nRNT molekullarıdır. Çünki onların tərkibində 75-90 nukleotid olur. nRNT-ın tərkibində A,Q,U,S əsaslarından başqa 10% minar azot əsasları da mövcutdur. 1965-ildə R.U.Xolli və əməkdaşları çörək məmulatlarında alanin nRNT-ın tam nukleotid ardıcılığını vermişdir. Aşağı temperaturda xüsusi fermentlərin köməyi ilə alanin nRNT-si oliqonukleotidlərə, sonra isə kimyəvi üsulla nukleotid ardıcılığı açıqlanmışdır. Az sonra A. A. Bax və əməkdaşları valin nRNT-sinin birinci quruluşu açıqlanmışdır. Hazırki vaxtda 2000-dən çox nRNT-ın birinci quruluşu məlumdur.

Yüksək molekullu n RNT-dən birinci quruluşu ən çox öyrəniləni ana bətidə uşaqlığın RNT quruluşudur.

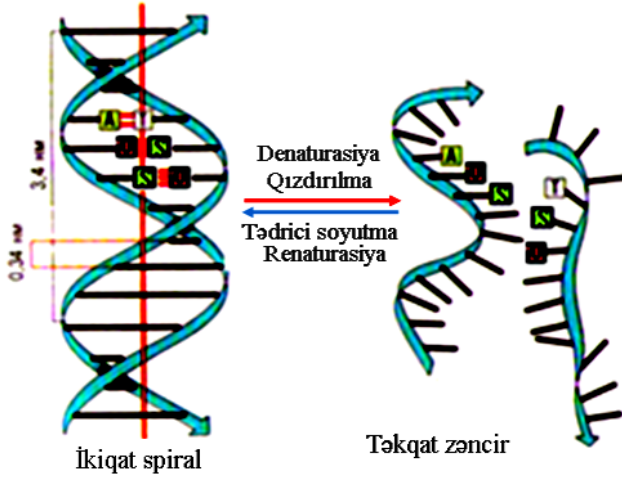
Beynəlxalq “İnsanların geni” proqramının məqsəd və vəzi-fəsi insan orqanizmində olan bütün DNT və RNT molekullarının quruluşunu aydınlaşdırmaqdır.

## DNT və RNT-in ikinci quruluşu

Nuklein turşusu molekulunu təşkil edən monomerlərin (nukleotidlərin) fəzada tutduğu mövqe (fəza konfigurasiyası) onların ikinci quruluşu adlanır.

1953-cü ildə D. Uotson və F. Krik NT-in hidroliz məhsullarının kimyəvi quruluşuna, Çarqaff qaydasına və rentgenostruktur analizdən alınan nəticələrə əsaslanaraq DNT molekulunun iki ədəd spiralvarı, bir-birinə sarınmış polinukleotid zəncirindən ibarət olmasını sübut etdilər. Bu zəncirlərdə azot əsasları bir-birinə doğru çevrilmiş şəkildə spiralın daxili hissəsində, fosfat turşusu qalıqları isə xaricdə yerləşir. Polinukleotid zəncirləri bir-biri ilə purin və pirimidin əsaslarının arasında əmələ gələn hidrogen rabitələri vasitəsilə birləşir. Hidrogen rabitələri adenini timinlə, quanini isə sitozinlə birləşdirir. Adeninlə timin arasında iki, quaninlə sitozin arasında üç ədəd hidrogen rabitəsi olur. Hidrogen rabitələrinin mövcudluğu DNT molekulunun ikiqat zəncirin əmələ gəlməsində ən mühüm rol oynayan amillərdən biridir.

DNT molekulunda purin və pirimidinin qarşı-qarşıya yerləşməsi, bu əsasların molayar miqdarının bir-birinə bərabərliyi haqda olan Çarqaff qaydasına uyğun gəlir. Bu molekullarda purin əsasının qarşısında mütləq pirimidin əsasları yerləşməlidir (A–T; Q–S), iki purin və ya iki pirimidin törəməsinin qarşı-qarşıya dayanması qeyri-mümkündür.



*DNT molekulunun ikiqat və təkqat zənciri*

DNT molekulunda polinukleotid zəncirində monomerlərin yerləşmə ardıcılığı digərindən fərqlənsədə onlar arasında müəyyən əlaqə də vardır. Belə ki, əgər bir zəncirin müəyyən hissəsində adenin yerləşirsə digər zəncirdə onun qarşısında timin. Həmçinin birində qüanin yerləşirsə, digərində sitozin yerləşir. Deməli DNT molekulunda olan zəncirlər bir-birini tamamlayır.

1-ci zəncir --- A—Q—A—T—S—S—T— ---

2-ci zəncir ---T—S—T—A—Q—Q—A— ---

DNT molekulunda bu ardıcılıq Çarqaff qaydasına uyğun gəlir. Bu molekularda mütləq purin əsasının qarşısında pirimidin əsasları yerləşməlidir. DNT molekulunda mononukleotidlərin düzülüş qaydasının belə asılılığı komplementarlıq (tamamlama) prinsipi adlanır.

DNT molekulalarında nukleotidlər arasındakı məsafə 0,34 nm –dir. Spiralın hər bir dövrəsində qarşı-qarşıya yerləşmiş 10 cüt nukleotid olur. Hər bir dövrənin tamamlanması üçün 3,4 nm



məsafə lazım gəlir. İkiqat spiralın eninə diametri 2,1 nm, fosfat atomu ilə DNT spiralının mərkəzi oxu arasındakı məsafə isə 1,2 nm-dir. Spiralların komplementarlıq prinsipi ilə bir-birini tamamlaması çoxlu sayda hidrogen rabitələri hesabına baş verir.

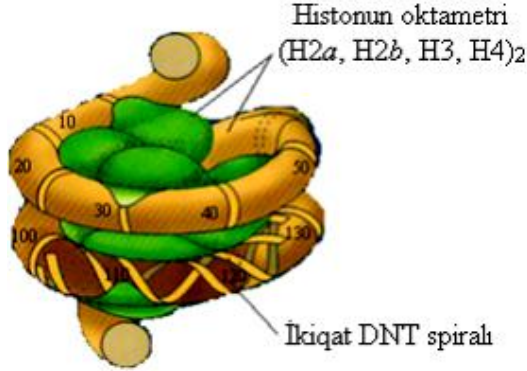
DNT molekulundan fərqli olaraq RNT molekulu bir polinukleotid zəncirindən əmələ gəlmişdir. RNT-in ikincili quruluşu fəzada polipeptid zəncirinin natamam spiral şəkilini (50%-ə qədər) almasıdır. Onun yalnız bəzi hissələri adeninlə timin arasında olan iki və qüaninlə sitozin arasında əmələ gələn üç hidrogen rabitəsi hesabına qısa və natamam spiral şəkli alır.

RNT molekulunda polinukleotid zəncirlərinin burulma yerlərindən DNT molekulunda olduğu kimi komplementarlıq prinsipi ilə bir-birini tamamlamır.

### **NT-in üçüncü quruluşu**

Hər bir NT molekulu fəzada ümumi bir superspirallaşma halına malik olur ki, bu da onların üçüncü quruluşunu əmələ gətirir. Bu hal ən çox fenilalanin nRNT-si üçün öyrənilmişdir. Rentgenostruktur analiz üsulları ilə nRNT molekulunun açılması göstərir ki, üç hissə fəzada bir-birinə sıx birləşmiş halda digər dördüncü hissə (antikod) əks istiqamət dartılmış halda yerləşir.

Xromatinin və xromosomun tərkibində DNT üçüncü quruluş halında superspirallaşmış formada mövcuddur. Xromotinin struktur vahidini nukleosomlar təşkil edir. Nukleosomlar DNK spiralı ilə əhatə olunur ki, orada 8 nüvəli əsasi xassəli zülallar (histonlar) yerləşir.



*Nukleosomun modeli.*

## Nukleoproteidlər

Nuklein turşuları sərbəst halda yaşayırlar ( $n$  RNT-dən başqa) *in vivo*, onlar əsasi xassəli (protaminlər, histonlar) zülallarla əlaqəli şəkildə fəaliyyət göstərilər. İki tipdə nuklein turşuları (DNT və RNT) olduğu kimi, bunlara müvafiq nüvənin tərkibində dezoksiribonukleoproteinlər (DRNP) və ribosomların tərkibində ribonukleoproteinlər (RNP) olur. RNP və DRNP-lər mürəkkəb aqreqatlardır. Onlar 1-2 molekul NT-dən və çoxlu sayda ona birləşmiş zülal substratlardan əmələ gəlmişdir.

RNP- ən klassik nümunəsi tütün mozaikasının virusudur. Bu virusun molekul kütləsi  $2,1 \cdot 10^6$  Da-dır və 2200 zülal substratından ibarətdir. Nukleoproteidlərdə NT və zülal molekulu bir-birini tənzimləyirlər. Bu da hər iki komponentin denaturasiyaya qarşı davamlılığını artırır. RNP-hissəcikləri (ribosomlar) zülalların biosintezində, DRNP-hissəcikləri (nukleosom nüvələri) xromosomların hüceyrə aparatının formalaşmasında və funksyalaşmasında əsas rol oynayır.

## Alkaloidlər

Aromatik tərkibli birləşmədir (heterotsiklik) hansı ki, orqanizm üçün az miqdarda fizioloji təsirə (dərman kimi) malik maddədir. Çox miqdarda orqanizmə daxil olduqda zəhərli təsir göstərir.

Hazırda 5000 alkaloid bitkilərdən ayrılıb öyrənilibdir. Alkaloidlər oksigenli və oksigensiz olurlar. Tərkibinə görə:

1) Karbotsiklik – aromatik amin tipli olanlar.  
2) Kondensləşməmiş–pirolidin, pirimidin, piperidin tsiklində olanlar.

3) Kondensləşmiş nüvəli

4) Xinoxolinin törəmələri

5) İzoxinoxolinin törəmələri

6) İndolin törəmələri

7) İmidazolin törəmələri

8) Purinin törəmələri

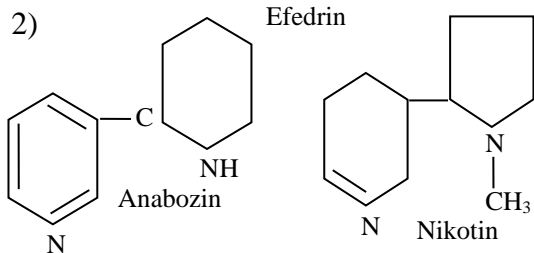
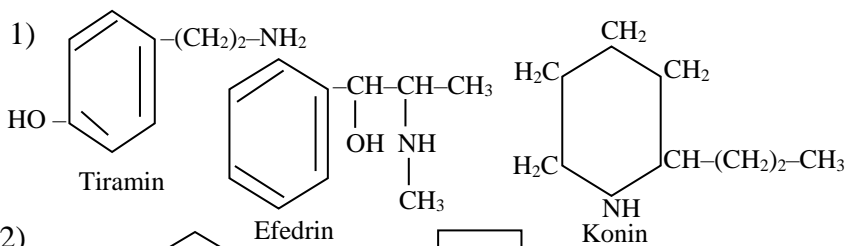
9) Steroid alkaloidlər

10) Tərkibində başqa heter. olan alkaloidlər

11) Quruluşu müəyyən olunmayan alkaloidlər

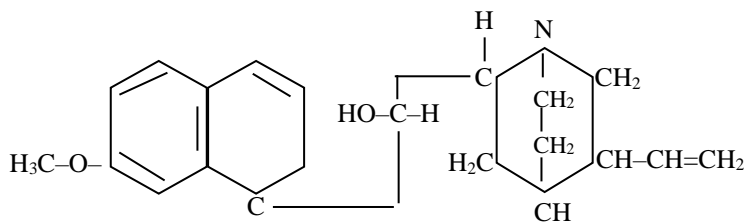
Suda həll olurlar. Lakin onların limon, oksalat, kəhrəba, alma və s. üzvi turşularla əmələ gətirdiyi duzlar isə suda yaxşı həll olur. Ona görə də, alkaloidlər bitkilərə həmin duzlar şəklində daxil olur. Bitkilərdə alkaloidlərin miqdarı 2%-ə qədər olur.

Əvvəllər alkaloidlərin təsnifatı onların daxil olduğu bitkilərə görə aparılırdı. Hazırda bu təsnifat heterotsiklə əsasən aparılır. Bu baxımdan alkaloidlər piridin, piperidin, pirrolidin, tropan, purin, indol, imidazol, xinoxalin və izoxinoxalin alkaloidlərinə bölünür.

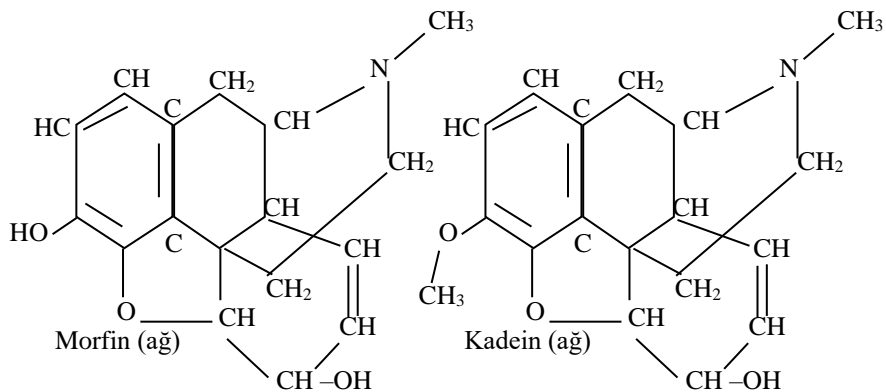


3) Tropin, atropin, ekhoin, kakain

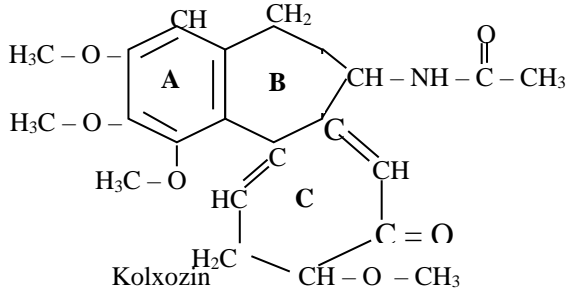
4) Xinin



5) Morfin, kodein



Bu maddələr morfin və kadein mərkəzi sinir sisteminə təsir edir, onu tormozlaşdırır, maddələr mübadiləsini aşağı salır. Az dozada bağırsağ xəstəliklərində istifadə olunur. Çox qəbul etdikdə morfinizm xəstəliyi yaranır.



Kolxizin (açıq sarı)  $143^0-147^0\text{C}$  əriyir. Suda çətin həll olur. Həlleddicidə, efirdə həll olur.

Çox zəhərlidir hətta dəridən də təsir edir. Mərkəzi sinir sistemini iflic edir. Az miqdarda orqanizm üçün xeyirlidir.

Purin qrupu alkaloidləri purin əsasları bölməsində öyrənilir. O biri nümayəndələri az öyrənilmişdir.

## 16. KARBOHİDRATLAR

Bitki və heyvan orqanizmlərində olan üzvi birləşmələrdən bir qrupu da karbohidratlardır. Bunlara *sulu karbonlar* və ya *qlüsidlər* də deyilir.

Karbohidratlar heyvanlarda az (quru maddənin 2%-i qədər), bitkilərdə isə çox (quru maddənin 80%-i qədər) olur. Karbohidratlar əsas üç elementdən: karbon, oksigen və hidrogendən ibarətdir. Bu elementlər molekularda 1:2:1 nisbətində, yəni hər bir karbon atomu iki hidrogen və bir oksigen atomu ( $\text{CH}_2\text{O}$ ) ilə birləşir. Bu formuladan belə güman etmək olar ki, hər karbon atomuna bir

su molekulu uyğun gəlir. Odur ki, triozalar  $C_3H_6O_3$  və ya  $C_3(H_2O)_3$ , tetrozalar  $C_4H_8O_4$  yaxud  $C_4(H_2O)_4$  şəklində də yazıla bilər. Ona görə də bu qrup birləşmələrə sulu karbonlar adı verilmişdir. Bu ad isə tam düzgün deyil. Çünki başqa üzvi birləşmələr də vardır ki, onların molekul tərkibləri yuxarıda göstərilən qydaya uyğun gəlir, amma karbohidrat deyildir. Bunlara misal sirkə turşusunu ( $CH_3COOH$ ), süd turşusunu ( $CH_3CHOHCOOH$ ) və s.-ni göstərmək olar. Ancaq sulu karbon adı elmdə çoxdan işlədildiyindən ondan hazırda da istifadə edilir.

Karbohidratların tərkibindəki karbon atomlarının sayının axırına “*oza*” şəkilçisi əlavə etməklə onların adı düzəldilir. Məsələn, maddənin tərkibində iki karbon atomu olduqda “*bioza*”, üçdə *trioza*, dördə *tetroza*, beşdə *pentoza*, altıda *heksoza*, çox sayda isə *polioza* adlanır.

Karbohidratlar təbiətdə ən çox yayılmış üzvi birləşmələrdir. Bunların mürəkkəb formalarına daha çox rast gəlinir. Yalnız sellüloza təbiətdə olan bütün üzvi maddələrin yarısından çoxunu təşkil edir. Mürəkkəb karbohidratlar (sellüloza, nişasta, qlikogen, inulin, pentozanlar və s.) monosaxaridlərin bioloji polimerləridir.

Karbohidratlar mühüm bioloji vəzifə daşıyır. Belə ki, onlar vacib energetik material, ehtiyat qida maddəsi, sementləşdirici maddə sayılır. Bütün canlılar əsasən bunların oksidləşməsindən alınan enerji hesabına fəaliyyət göstərir. Bu birləşmələr bitkilərdə istinad toxuması, insan və heyvanlarda müdafiə, habelə antikoagulyant, antifriz və sürtkü materialı funksiyasını yerinə yetirir. Zəhərli maddələri zərərsizləşdirir. Nuklein turşularının, aromatik amin turşularının biosintezində, hüceyrələrin bir-birilə və xarici mühitlə əlaqəsinin yaranmasında, qan qruplarının spesifikliyində iştirak edir.

Karbohidratlar tərkiblərinə görə 3 qrupa: monosaxaridlərə,

oligosaxaridlərə və polisaxaridlərə bölünür.

## Monosaxaridlər

Monosaxaridlər və ya bəsit şəkərlərə, monoqar, tərkibində ikidən yeddiyə qədər karbon atomu saxlayan karbohidratlar: bioza, trioza, tetroza, pentoza, heksoza və heptozalar aiddir.

Monosaxaridlər tərkibindəki funksional qruplara görə iki yerə: aldozalara və ketozalara ayrılır. Aldozlar tərkibində aldehid

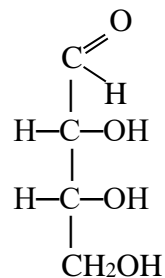
qrupu saxlayan  $\left( -\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} \right)$  ketozlar isə keton qrupu  $\left( -\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}- \right)$

saxlayan monosaxaridlərdir. Bunların fosfat turşusu, pirofosfat turşusu, amin turşuları, sirkə turşusu və bir sıra qeyri turşularla əmələ gətirdikləri mürəkkəb efirləri bioloji cəhətdən çox əhəmiyyətlidir.

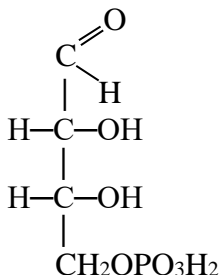
**Triozalar.** Triozalar ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ ) tərkibində üç karbon atomu saxlamaqla aldehid və keton formalarında olur. Aldotriozalara misal qliserin aldehidi və ketotriozalara-dioksiaseton göstərilə bilər.

Bunlara karbohidratların mübadiləsinin aralıq məhsulları kimi sərbəst və fosfat efirləri şəklində təsadüf edilir.

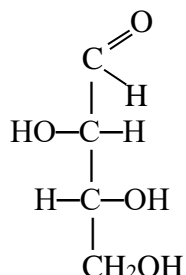
**Tetrozalar.** Tetrozalar ( $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_4$ ) tərkibində dörd karbon atomu saxlayan monosaxaridlərdir. Onların nümayəndələrindən eritroza və treozanı göstərmək olar. Eritroza aldotetrozalardandır. Buna insan, heyvan və bitkilərdə fosfat turşusunun efiri (eritroza 4-fosfat) şəklində fotosintez prosesinin və karbohidratların mübadiləsinin aralıq məhsulu kimi təsadüf edilir.



*D-Eritroza*



*Eritroza -4-fosfat*

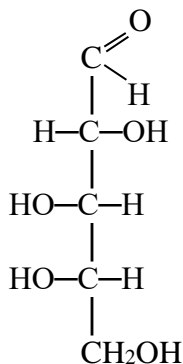


*D-Treozə*

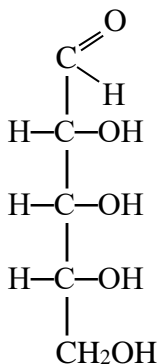
**Pentozalar.** Pentozalar ( $C_5H_{10}O_5$ ) tərkibində beş karbon atomu saxlayan monosaxaridlərdir. Bunlar da aldopentozalara və ketopentozalara bölünür. Sonunculara pentulozalar da deyilir. Bu da keton qrupu saxlayan monosaxaridlərdə “*oza*” şəkilçisinin “*uloza*” ilə əvəz edilməsindən yaranır.

Aldopentozaların nümayəndələrindən arabinozanı, ribozanı, dezoksiribozanı, ksilozanı və s.-ni göstərmək olar.

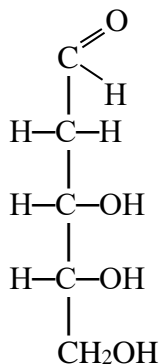
Molekul formullarına görə *d*-riboza, *d*-ksiloza və *l*-arabinoza bir-birindən fərqlənir. Dezoksiribozaya ikinci karbon atomuna birləşən hidroksil qrupu hidrogen atomu ilə əvəz edilmiş riboza kimi baxmaq olar.



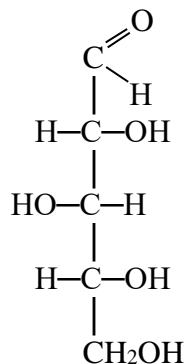
*L-Arabinoza*



*D-Riboza*



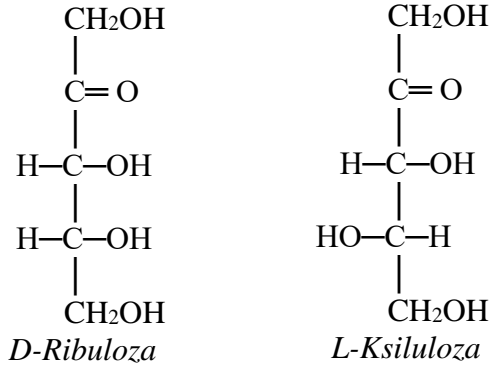
*D-Dezoksiriboza*



*D-Ksiloza*

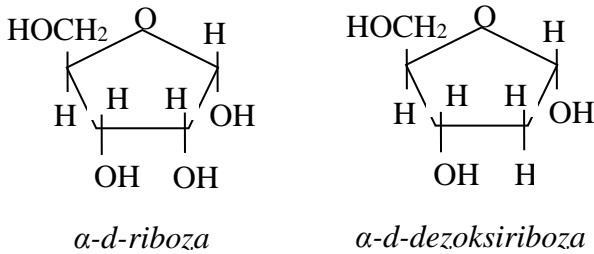


Pentozaların keto-formalarına ribuloza, ksiluloza və başqaları aiddir.



Aldo-və ketopentozalarda heksozalarda olduğu kimi asiklik və siklik formalarda müvafiq proyeksiya və konformasiyalarda təsadüf edilir.

Pentozalar sərbəst və birləşmiş formalarda ən çox bitkilərdə və nisbətən az insanda, heyvanlarda (riboza, dezoksiriboza) olur.



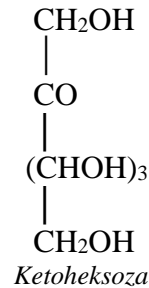
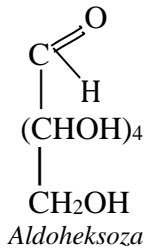
Arabinoza polisaxaridlərdən olan arabanların, ksiloza ksilanların tərkibini təşkil edir.

Monosaxaridlərin bioloji cəhətdən çox əhəmiyyətli heksozalar və pentozalardır.

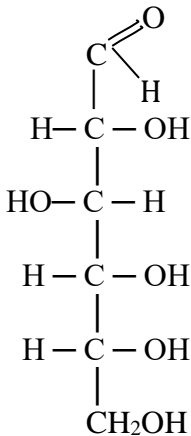
**Heksozalar.** Heksozalar ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) tərkibində altı karbon

atomu saxlayan monosaxaridlərdir. Onlar tərkibində olan funksional qruplara görə iki yerə: aldoheksozalar və ketoheksozalara bölünür.

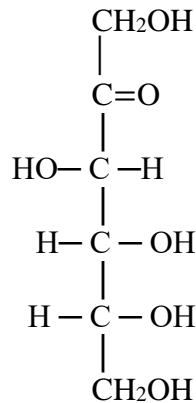
Aldoheksozalar tərkiblərində aldehid qrupu saxlayan və ketoheksozalar isə keton qrupu saxlayan monozalardır.



Aldoheksozlara qlükoza, mannoza və qalaktoza, ketoheksozlara isə fruktoza aiddir. Bunlar həm açıq zəncirli, həm də qapalı zəncirli siklik birləşmələr şəklində olur. Qlükozanın və fruktozanın açıq forması aşağıdakı kimidir:



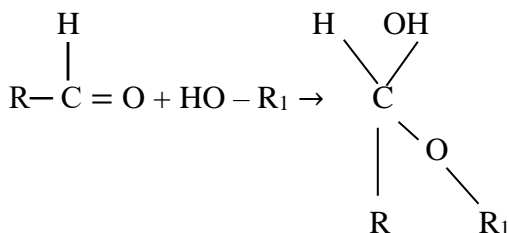
*Qlükozanın açıq və ya aldehid forması*



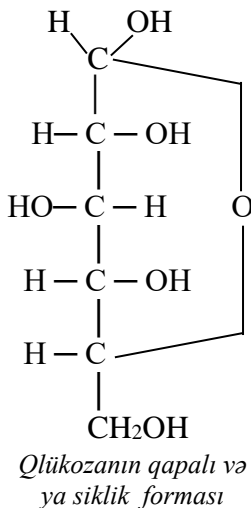
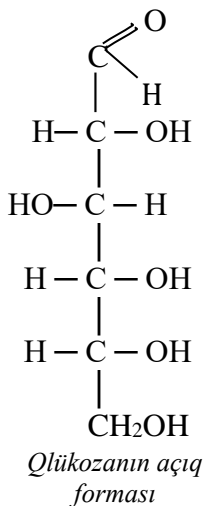
*Fruktozanın açıq və ya keto forması*

Qlükoza və fruktozanın, eləcə də başqa monosaxaridlərin açıq formaları Fişer proyeksiyası da adlanır.

Heksozların qapalı forması poluasetal və ya qlikozid tipli rabitə hesabına yaranır. Poluasetal tipli rabitəni sxematik belə göstərmək olar:

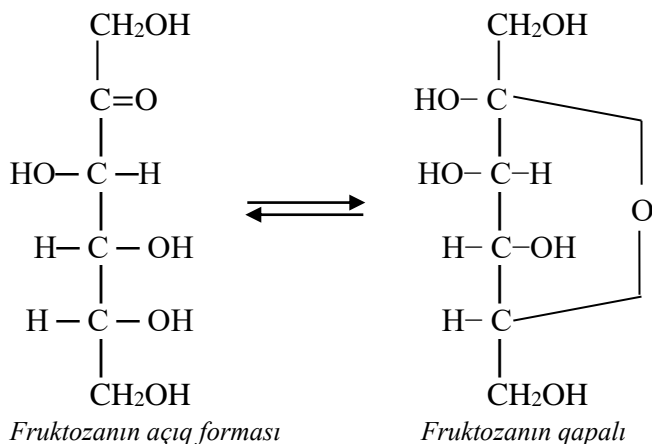


Sxemdən göründüyü kimi sikilləşmə aldehyd və spirt qrupları hesabına yaranır. Bunu qlükozanın misalında daha aydın görmək olar. Bu zaman sikilləşmə qlükozanın aldehyd qrupu hesabına gedir:



Siklləşmiş qlükoza pıranın törəməsi kimi baxmaq olar. Odur ki, əmələ gəlmiş birləşməyə *qlükopiranoza* da deyilir.

Fruktozada siklləşmə ikinci karbonla beşinci karbon arasında yarandığından ona furanın törəməsi kimi baxılır və siklik forması fruktofuranoya adlanır:

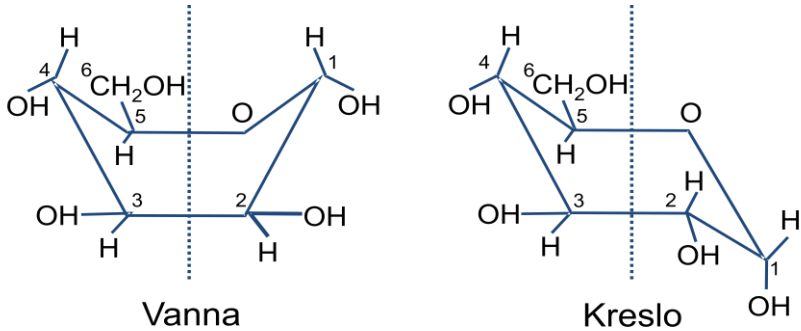


Bütün pıranoz və furanozların, həm də qlükopiranoza və fruktofuranozanın siklik quruluşlarına *Xeuors proyeksiyası* deyilir. Bu zaman beş və altı bucaqlı halqanı aşağı, oxucuya baxan tərəfi qalın xətlə göstərilir.



Xeuozsun təklifinə görə formulda karbon atomları yazılmır. Monosaxaridin siklik formulu şərti olaraq yatı formada təsvir edilir. Karbon zəncirinin müşahidəçiyə tərəf çevrilmiş çıxıq hissəsi qalın xətlə işarə edilir. Hidroksil qrupları isə yuxarı və aşağı olmaqla karbon atomunun yanında yerləşdirilir.

Fişer və Xeuors proyeksiyaları monosaxaridlərin konformasiyaları-fəza quruluşları barədə məlumat verir. Heksozaların konformasiyası sikloheksanıninkinə bənzədiyindən iki tipdə: kreslo və vanna (qayıq) formasında olur. Bunlara *konformerlər* deyilir.

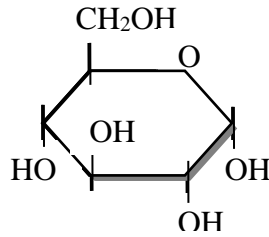
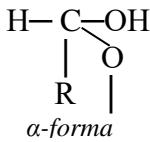


#### Pirianoza halqasının konformasiyaları.

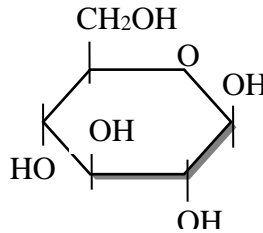
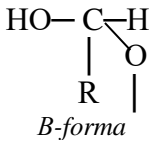
Molekullar kreslo konformasiyasında vanna formasına nisbətən davamlı olur. Bu göstərilənlər başqa heksozalara da (qalaktoza, mannoza və qeyriləri) aiddir.

Kreslo formasının davamlı olmasının əsas səbəbi karbon atomlarının bucaq quruluşunun vanna formasına nisbətən  $sp^3$  hibritləşmənin doymuş karbohidrogenlərə oxşamasıdır. Xeyrosun bu formulu hələ də öz əhəmiyyətini itirməmiş və karbohidratların quruluşunu izahında bundan istifadə olunur.

Aldoheksozaların (qlükoza, qalaktoza və mannoza) qapalı formasında birinci karbon atomunun və hidroksil qruplarının yerləşmə vəziyyətindən asılı olaraq onlar iki formada olur. Birinci karbon atomunun yanında hidrogen solda və hidroksil qrupu sağda yerləşdikdə (sis vəziyyətdə) alfa forma və əksinə, hidroksil solda və hidrogen sağda olduqda (trans vəziyyətdə) beta-forma adlanır. Bunu sxematik olaraq qlükozanın misalında belə göstərmək olar:

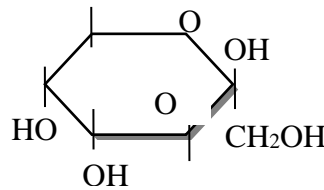
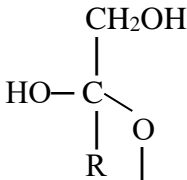


$\alpha$ -D-qlükopiranoza



$\beta$ -D-qlükopiranoza

Fruktozada anomer karbon atomu ikincidir, yalnız  $\beta$ -formada olur.



$\beta$ -D-fruktopiranoza

Heksozaların bu formaları *anomerlər* adlanır. Anomer karbon atomunun yanındakı hidroskilə *qlikozid* hidrosili və ya *poluasetal* hidrosili də deyilir. Bu qrupun iştirakı ilə yaranan rabitə isə qlikoqid rabitəsi, birləşmələr isə qlikoqidlər adlanır. Bunlara misal oliqosaxaridlər, polisaxaridlər və s. göstərilə bilər.

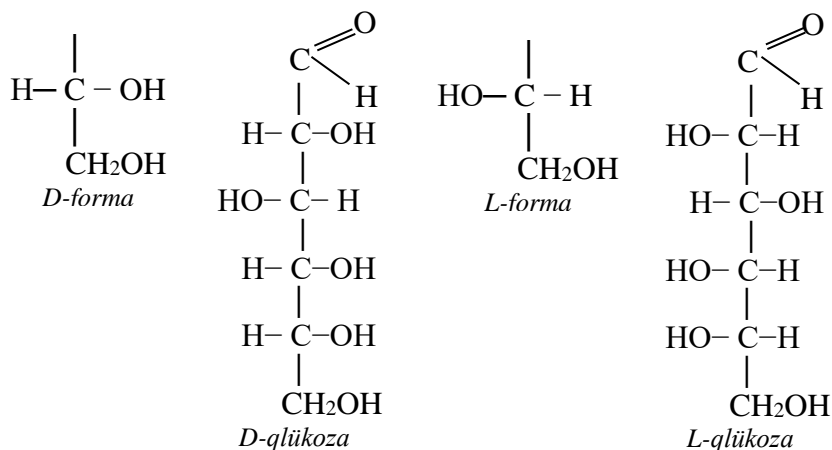
Sulu məhlulda anomerlər asanlıqla bir-birinə çevrilməklə (mutarotasiya) dinamik müvazinət yaradır.

Heksozaların qliserin aldehidində olduğu kimi axırdan ikin-

ci karbon atomunun vəziyyətinə görə iki konfiqurasiyası: *D*- və *L*-formaları da olur. Belə ki, axırdan ikinci (yəni beşinci) karbon atomunun yanında olan hidrogen atomu solda və hidroksil qrupu sağda yerləşdikdə *D*-forma və əksinə olduqda, yəni hidroksil solda və hidrogen isə sağda yerləşdikdə *L*-forma adalanır. Bunu sxematik olaraq qlükozanın misalında göstərmək mümkündür.

Heksozaların tərkibində asimmetrik karbon atomları da olduğundan müvafiq sayda izomerləri vardır, optik fəal birləşmələrdir, polyarizasiya müstəvisini sağa (+*D*) və ya sola (- *L*) fırladır. Optik izomerlərin sayı  $2^n$  formulu ilə hesablanır. *n*-assimetrik karbon atomlarının sayıdır.

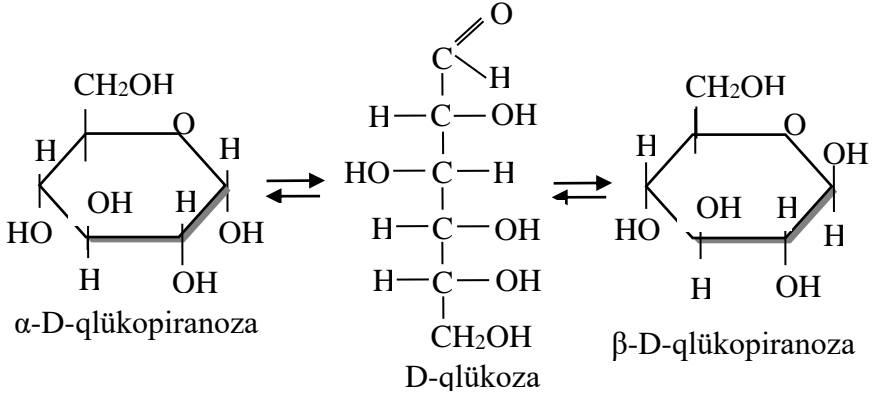
Təbiətdə heksozaların əsasən *D*-formalarına təsadüf edilir. Bunlar ağ kristallik maddələrdir, suda yaxşı həll olur, şirin dad malikdir.



Müxtəlif şəkərlərin şirinlik dərəcələri aşağıdakı kimidir:

Laktoza-16	Ksiloz-40
Rafinoza-23	Qlükoza-74
Qalaktoza-32	Saxaroza-100
Maltoza-32	Fruktoza-173

Heksozalar sulu məhlulda həm açıq, həm də qapalı formada mövcuddur. Bunlardan ən çox siklik formadadır. Məsələn, qlükozanın 37%-ə qədəri  $\alpha$ -D-qlükopiranoza, 63%  $\beta$ -D-qlükopiranoza formasında olur.



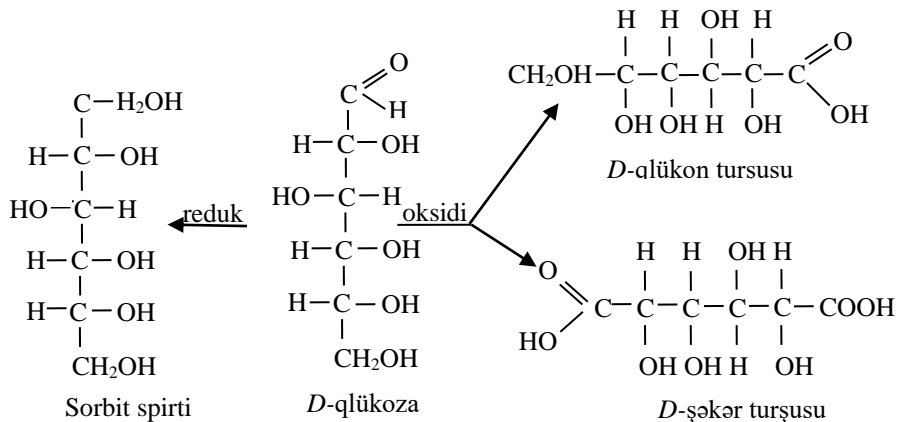
Bu formalar dinamikdir, biri digərinə keçir. Bununla yanaşı məhlulun optik fəallığı da dəyişilir. Dinamik müvazinət yaranıqda isə stabilləşir.

**Heksozaların nümayəndələri. Qlükoza.** Qlükozaya üzüm şəkəri və ya dekstroza da deyilir. Bu aldohexozalardandır.

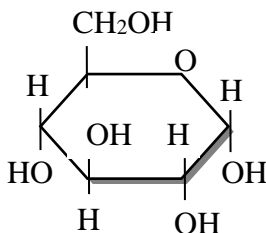
Təbiətdə qlükozaya ən çox birləşmiş və az sərbəst halda təsadüf edilir.

Qlükozanın tərkibində aldehid qrupu olduğundan asan oksidləşərək müvafiq turşulara: Qlükon və şəkər turşularına, reduksiyalaşdıqda isə sorbit spirtinə çevrilir.

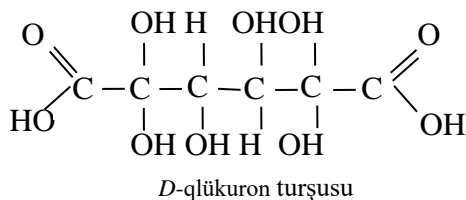




Qlükozanın siklik quruluşu belədir:



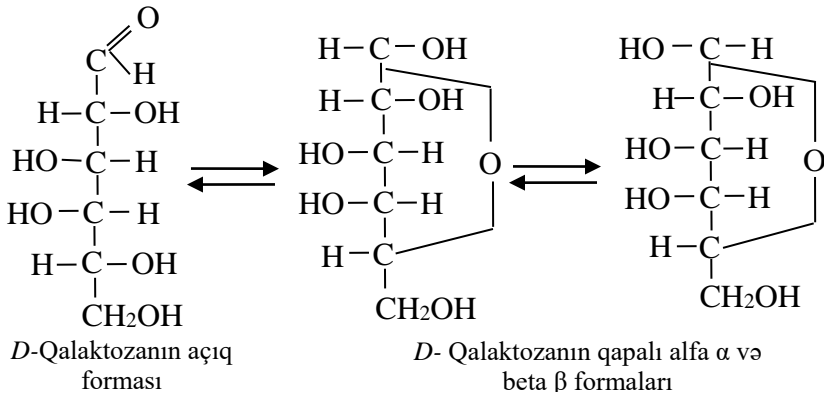
Qlükon turşusu aldon turşuları qrupuna, şəkər turşusu (və ya qlükar turşusu) isə aldar turşuları qrupuna aiddir. Aldar turşuları həm aldehid, həm də birli spirt qruplarının karboksil qrupuna qədər oksidləşməsi nəticəsinə əmələ gəlir. Qlükozanın ciddi oksidləşməsindən (məsələn, nitrat turşusunun təsiri ilə) uron turşularından olan qlükuron turşusu da əmələ gəlir:



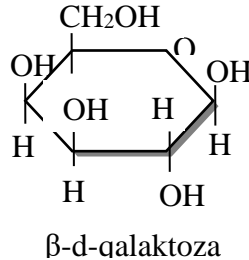
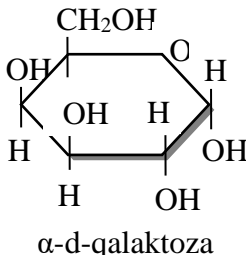
Bu turşular monosaxaridlərdəki birli spirt qrupunun karboksil qrupuna qədər oksidləşməsinin məhsullarıdır.

Təbiətdə qlükoza ən çox birləşmiş və az sərbəst halda təsadüf edilir. Sərbəst halda ən çox üzüm şirəsində (10-15%) olur. Qlükoza birləşmiş halda nişastanın, sellülozanın, hemisellülozanın, qlikogenin və başqa polisaxaridlərin, oliqosaxaridlərdən: şaxarozanın, laktozanın, maltozanın, rafinozanın, staxiozanın və qeyrilərinin tərkibində olur. Sorbitə ən çox meyvələrdə: gavalı, alma, armud, ərik və s. rast gəlinir.

**Qalaktoza.** Qalaktoza aldohexozalardan olub, açıq və qapalı formalarda təsadüf edilir.



Qalaktozanın siklik quruluşu belədir:

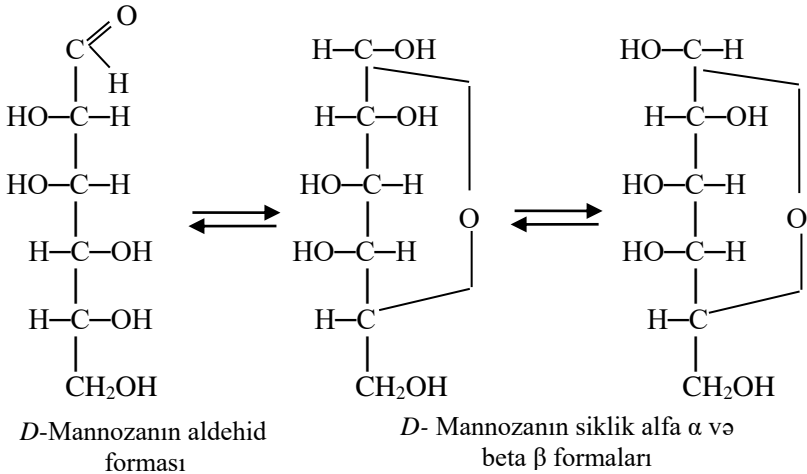


Qalaktozada zəif oksidləşdikdə qalakton turşusuna, kəskin

oksidləşdikdə (nitrat turşusunun təsiri ilə) selik turşusuna, reduksiya olunduqda isə dulsit spirtinə çevrilir.

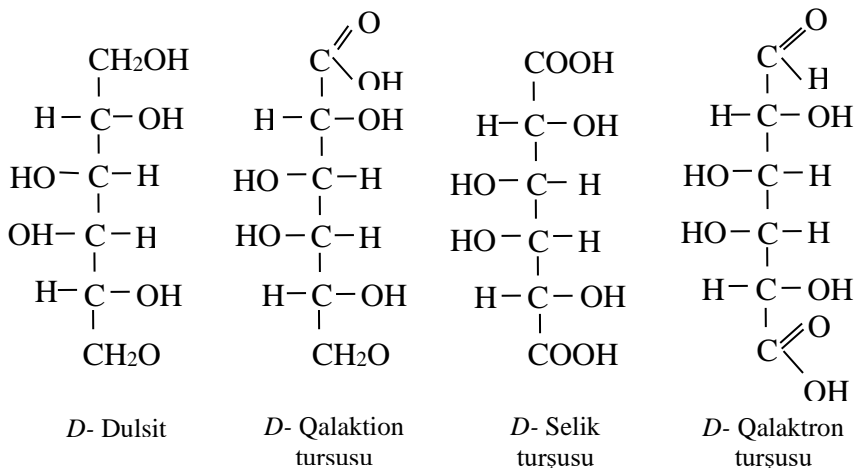
Qalaktoza sərbəst və birləşmiş şəkildə olur. O laktoza, rafinoza, staxioza və qalaktanların, digitoninin, beyində qlikolipidlərin tərkibində birləşmiş haldadır. Qalaktoza qlükozaya nisbətən az şirindir.

**Mannoza.** Aldoheksozaların nümayəndələrindən biri də mannozadır. Mannoza həm aldehid, həm də siklik formalarda olur:



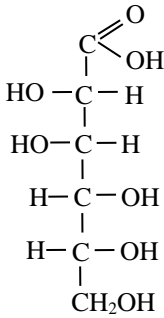
*d*-mannoza da qlükoza və qalaktozadan –H və –OH qruplarının fəzada yerləşməsi ilə fərqlənir. Onun molekulunun ikinci karbon atomunda hidrogen ilə hidroksil qrupunun yerləşməsi qlükozadakının əksinədir. Axırıncı 4 və 5-ci karbondada olan OH qrupları qlükozada olduğu kimidir. Bu cür H və OH-ın yerləşməsi monosaxaridlərin kimyəvi xassələrinin fərqli olmasına səbəb olur.

Mannoza bitkilərdə portağalın qabığında, polisaxaridlərdən mannanların tərkibində və s.-də olur.

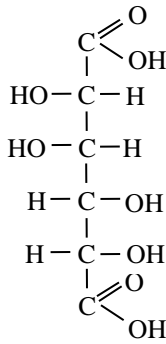


Mannoza zəif oksidləşdikdə mannon turşusuna, kəskin oksidləşdikdə mannoşəkər turşusuna, *D*-mannuron turşusuna və reduksiya olunduqda mannit spirtinə çevrilir.

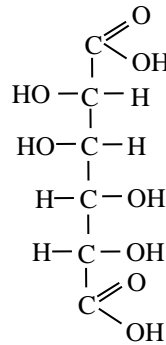
Mannoza bitkilərdə portağalın qabığında, polisaxaridlərdən mannanların tərkibində, mannit isə soğanda, sarı kökdə və ananasda olur. Bitkilərdə, insan və heyvanlarda aldoheksozaların dezoksiformalarına və aminli törəmələrinə də təsadüf edilir.



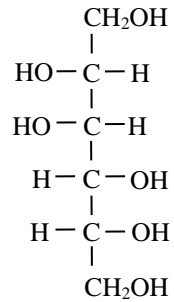
*D*- Mannon  
tursusu



*D*- Manoşəkər  
tursusu



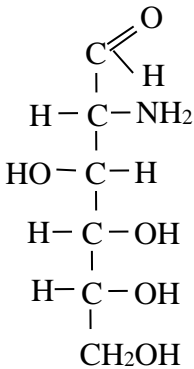
*D*- Mannuron  
tursusu



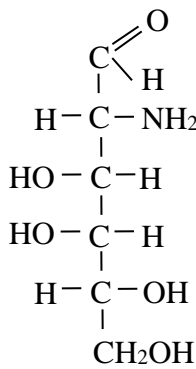
*D*- Mannit

Raminoza və fruktoza pektin maddələrinin tərkibində olur. Raminoza rutinin əmələ gəlməsində də iştirak edir.

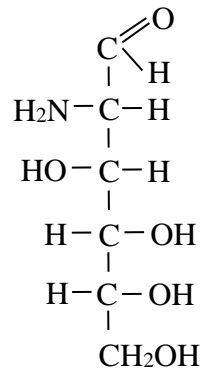
Heksozaların aminli törəmələrinə qlükozamin, qalaktozamin, mannozamin və s. aiddir. Bunlar ikinci karbonun yanındakı hidroksilin amin qrupu ilə əvəz edilməsindən əmələ gəlir.



*D*-Olükozamin



*D*-Oalaktozamin



*D*-Mannozamin

Göstərilən birləşmələrə *aminşəkərlər* də deyilir.

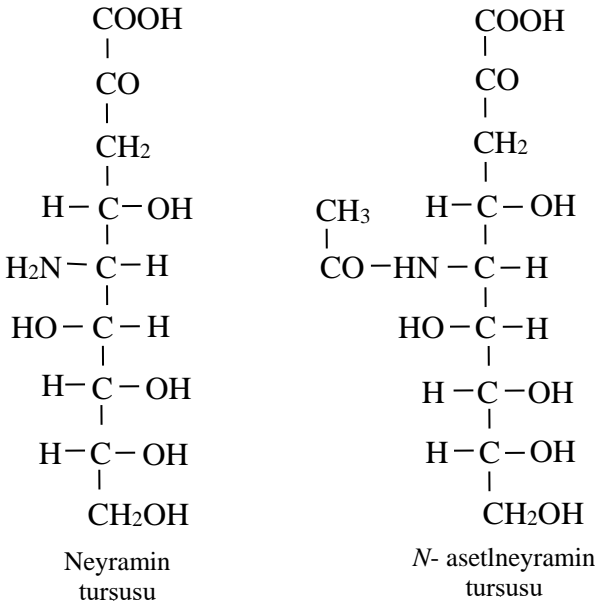
Qlükozaamin hialuron turşusunun tərkibinə daxildir. Qığırdaq toxumasının əsasını qalaktozaaminin polimeri təşkil edir.

Heksozaaminlər mukopolisaxaridlərin tərkibində asetat turşusu ilə birləşmiş şəkildə olur. Aminoşəkərlər kimyəvi xassələrinə görə adi monosaxaridlərdən fərqlənir. Onlar əsasi xassəlidir.

Aminoşəkərlər ən çox mukopolisaxaridlərin (hialuron turşusu və s.) və onların qarışıq biopolimerlərinin tərkibində olur.

Aminoşəkərlər təbiətdə geniş yayılmış üzvi birləşmələrdir.

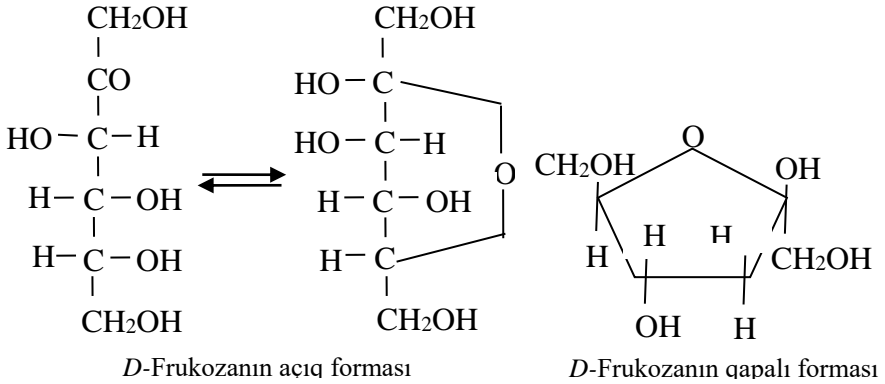
Aminoşəkərlərin törəmələrindən neyramin turşusu, *N*-asetilneyramin turşusu və s. polisaxaridlərin əmələ gəlməsində tikinti materialı kimi istifadə olunur. Neyramin turşusunun *N*-asetilneyramin törəmələrinə *sial turşuları* da deyilir.



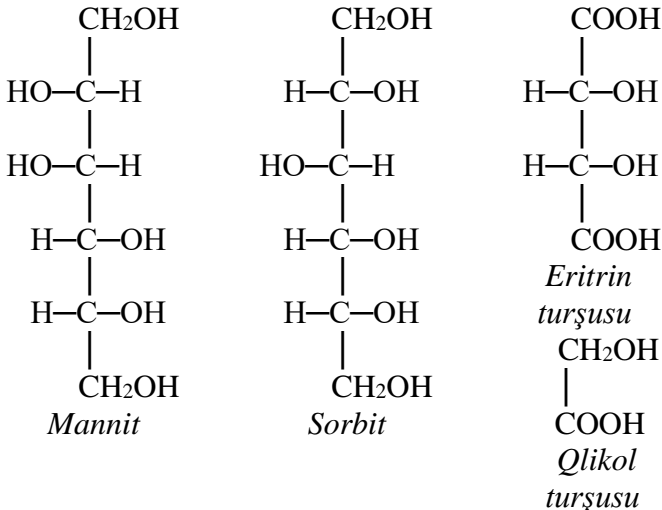
Neyramin turşusu *D*-mannozaminlə piroüzüm turşusunun qalığından və *N*-asetilneyramin turşusu isə neyramin turşusu ilə sirkə turşusunun qalığından ibarətdir.

**Fruktoza.** Fruktoza və ya meyvə şəkəri ketoheksozaların nümayəndəsidir. Onun tərkibində aldehid qrupu əvəzinə keton

qrupu vardır. Bu da açıq və qapalı formalarda olur.

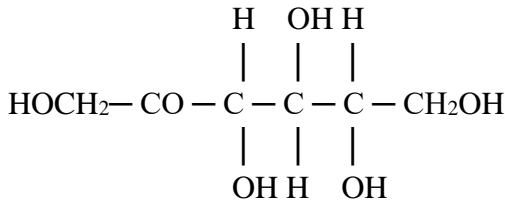


Fruktoza reduksiya olunduqda mannit və sorbit spirtlərinə, oksidləşdikə isə parçalanaraq eritrin və qlikol turşularına çevrilir.



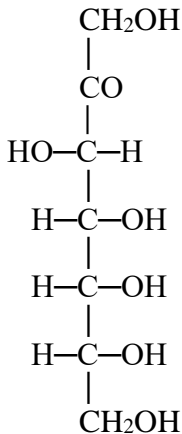
Fruktoza birləşmiş halda saxarozanın tərkibində, polisaxaridlərdən inulində, çoxlu miqdarda meyvələrdə, bitkilərin çiçəyində olan nektarda, georginin yumrularında, sərbəst halda isə üzümün şirəsində və balda olur.

**Sorboza.** Sorboza da ketoheksozalardan olub *L*-formasında təsadüf edilir.

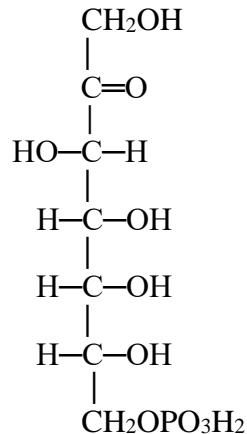


Sorboza sorbit spirtinin oksidləşməsindən əmələ gəlir. Bundan askorbin turşusunun sintezində də istifadə olunur.

**Heptozalar.** Heptozalar ( $\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_7$ ) tərkibində yeddi karbon atomu saxlayan monosaxaridlərdir. Bunların əhəmiyyətli sedoheptozadır. Bu ketoheptozalara mənsubdur. Hüceyrələrdə karbohidratların çevrilmələrində fosfat turşusunun efiri şəklində əmələ gəlir.



*Sedoheptuloza*



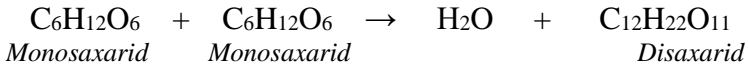
*Sedoheotuloza-7-fosfat*



## Oliqosaxaridlər

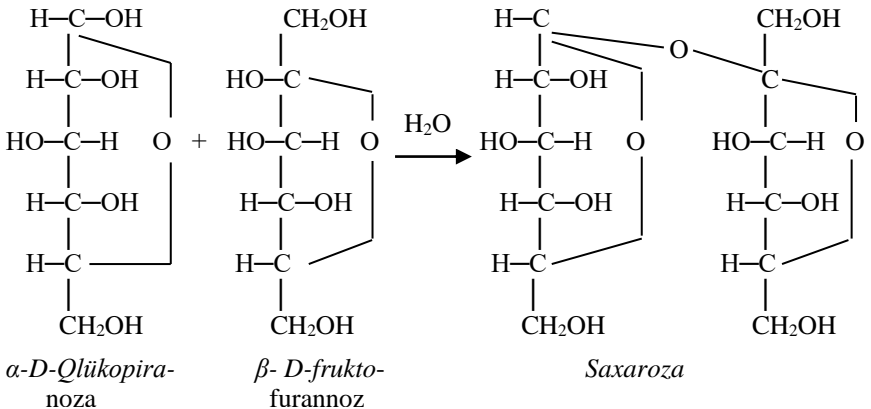
Oliqosaxaridlər iki və daha çox (təxminən 10-a kimi) monosaxaridlərin qalığından əmələ gəlmişdir. Bunlar tərkiblərinəki monosaxaridlərin qalığının sayından asılı olaraq disaxaridlərə, trisaxaridlərə və s. ayrılır.

**Disaxaridlər.** Disaxaridlər ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) iki eyni və ya müxtəlif monosaxaridin qalığından əmələ gəlmiş şəkərdir. Onlar eyni zamanda qlikozid hesab olunur. Çünki monosaxaridlərin rabitəsində qlikozid hidroksil də iştirak edir. İki monosaxariddən bir molekul su çıxdıqda oksigen körpüsü vasitəsilə rabitə yaranır və disaxarid əmələ gəlir. Reaksiya sxematik belə gedir:



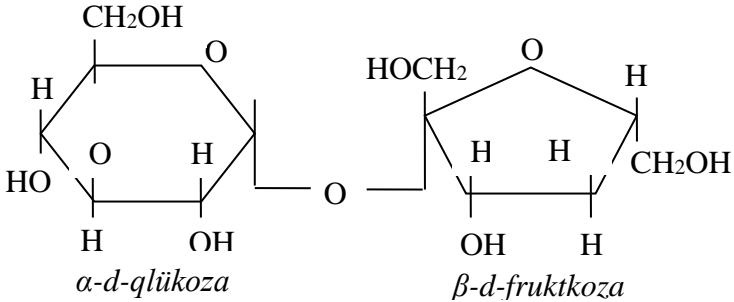
Disaxaridlərə saxaroza, laktoza, maltoza və qeyriləri aiddir.

**Saxaroza.** Saxaroza və ya qamış şəkəri qlükoza ( $\alpha$ ,  $D$ -qlükopiranoza) ilə fruktozanın ( $\beta$ ,  $D$ -fruktofuranoza) birləşməsindən qlükozid hidrokidlərinin qlükozid rabitəsi vasitəsilə əmələ gəlmişdir. Onun alınması və kimyəvi tərkibi aşağıdakı kimidir:



Onun miqdarı şəkər çuğundurunda 27%, şəkər qamışının gövdəsində 20%, olur. Başqa bitkilərin yarpaqlarında və meyvələrində çoxlu miqdarda saxarozaya rast gəlmək olur. Saxarozaya həzm sistemində saxarozaya fermentinin təsiri ilə hidrolizə uğrayıb bərabər miqdarda qlükoza və fruktoza əmələ gətirir.

Saxarozada, reaksiyadan göründüyü kimi, qlükoza  $\alpha$ , D-qlükopiranoza, fruktoza isə  $\beta$ -D-fruktofuranaza kimidir. Ona görə qamış şəkərinə 1, $\alpha$ , D- qlükopiranozil- 2  $\beta$ , D- fruktofuranozid də deyilir.



Qamış şəkəri (saxarozaya) felinq mayesini reduksiya etmir, reaksiya mənfə nətəcə verir. Çünki onun molekulunda sərbəst aldehid və keton qrupu yoxdur.

Saxarozanın tərkibində asimmetrik karbon atomları olduğundan optik fəaldır.

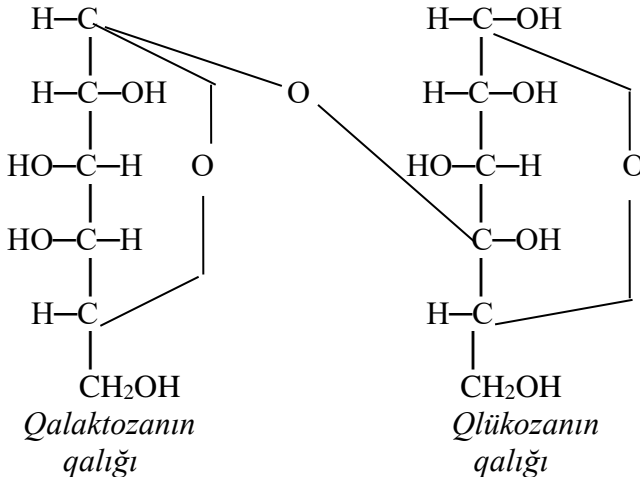
Polyarizasiya müstəvisinin 66,5° sağa fırladır. Müxtəlif amillərin (fermentlər, turşular və s.) təsirindən parçalandıqda yəni dən qlükoza və fruktozaya ayrılır, invertləşmiş şəkər əmələ gəlir. Ona görə də polyarizasiya müstəvisini sağa çevirmədən sola çevirmə daha qüvvətli olur. İnversiya fırlatma istiqaməti dəyişmiş, çevrilmiş deməkdir. Bu termin bəzən ümumiyyətlə, disaxaridlərin, trisaxaridlərin (poliozaların) hidroliz olunaraq monosaxaridlərə çevrilməsini ifadə etmək üçün işlənir.

Saxaroza əsasən şəkər qamışından alınır. Sonuncuda saxarozanın miqdarı 14-26%. Şəkər çuğundurunda isə 16-20% təşkil edir. Üzümdə saxaroza az: 0,2-1,5% olur.

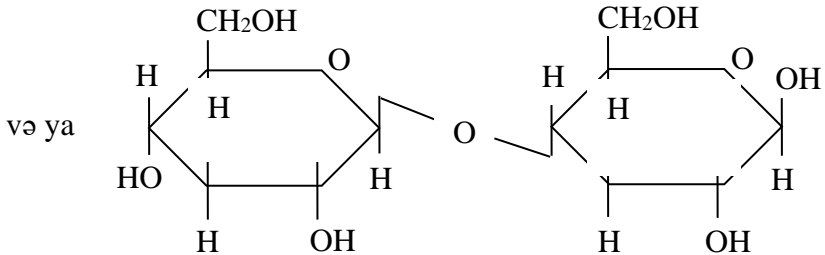
Saxaroza şəkər çuğundurundan da alınır. Bu isə ən çox Ukraynada, Qırğızıstanda, İranda və s. ölkələrdə əkilir.

**Laktoza.** Laktozaya *süd şəkəri* də deyilir. Bu disaxarid  $\alpha$ -D-qlükoza ilə  $\beta$ -D-qalaktozanın qalığından ibarətdir. Odur ki, hidroliz etdikdə qlükozaya və qalaktozaya ayrılır.

Laktozada göstərilən monosaxaridlərin rəbitəsi qalaktozanın birinci karbonu ilə qlükozanın dördüncü karbonu arasında yaranır.

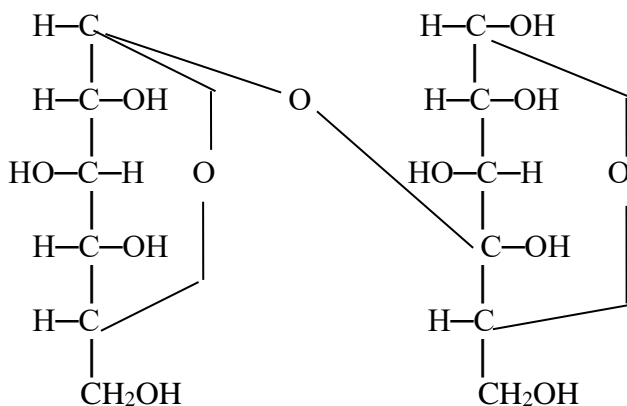


Onun quruluş formulu aşağıdakı kimidir:

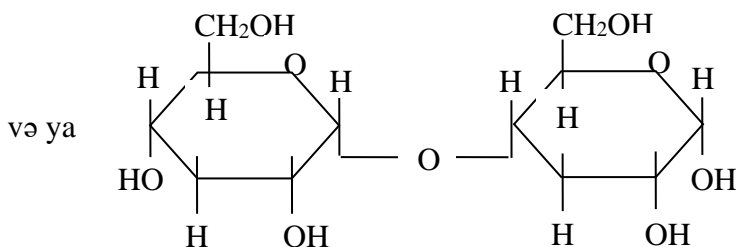


Süd şəkəri optik fəaldır, az şirindir. Felinq mayesini reduksiya edir. Laktoza əsasən insan və heyvanların südündə olub, 4-7% arasında dəyişir.

**Maltoza.** Maltoza nişastanın və qlikogenin fermentativ hidrolizi zamanı əmələ gəlir. Maltoza və ya səməni şəkəri də disaxaridlərdəndir. O, iki molekul  $\alpha$ -D-qlükozanın qalığından ibarətdir. Bunların rabitəsi isə birinci və dördüncü karbonlar arasındadır.



*Maltoza*

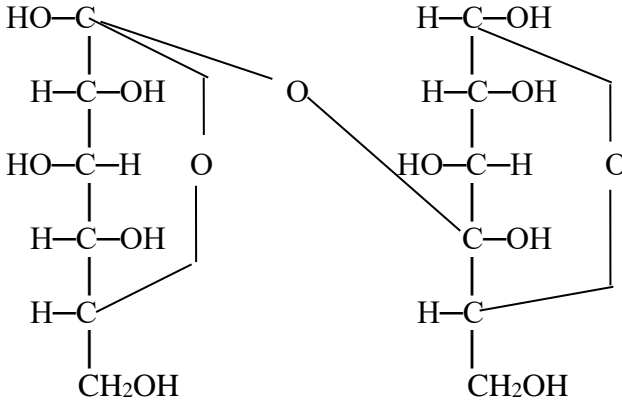


Maltozaya  $\alpha$ , D-qlükozid-D-qlükoza və ya 4- $\alpha$ -D-qlükopiranozid-1,  $\alpha$ , -D-qlükopiranozid də deyilir. O, saxarozaya nisbətən az şirindir. Felinq mayesi ilə müsbət reaksiya verir. Optik fəaldır, polarizasiya müstəvisini  $130,4^0$  sağa döndərir.

Maltoza (və ya səməni şəkəri) ən çox nişastanın tərkibində olur.

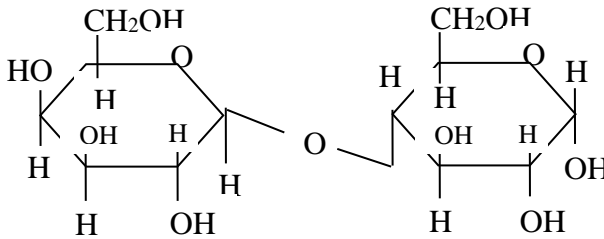
**Sellobioza.** Sellobioza iki molekul  $\beta$ -D qlükozadan əmələ gəlir. Buna 4- $\beta$ , D-qlükozid-qlükoza da deyilir.

Sellobiozada qlükozanın rabitəsi birinci və dördüncü karbonlar arasında gedir. Optik fəaldır.



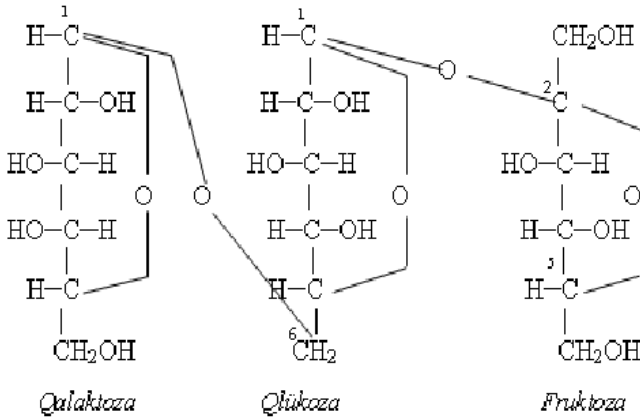
*Sellobioza*

Sellobioza birləşmiş halda sellülozanın tərkibində olur.



**Trisaxaridlər.** Trisaxaridlər ( $C_{18}H_{32}O_{16}$ ) üç molekul monosaxariddən iki molekul suyun kənar edilməsi ilə əmələ gəlir. Monosaxaridlər oksigen rabitəsi ilə bağlanır. Trisaxaridlərin nümayəndələrindən rafinozanı və melesitozanı göstərmək olar.

Rafinoza üç molekul monosaxariddən: qlükoza, fruktoza və qalaktozadan əmələ gəlir. Rafinoza invertazanın təsiri ilə hidroliz olunub melibioza adlanan disaxarid və  $\alpha$ -fruktoza əmələ gətirir. Onun düsturu aşağıdakı kimidir:



Rafinoza az şirindir. Felinq mayesini reduksiya etmir, optik fəaldır. Rafinoza ən çox şəkər çuğundurunda və pambığın toxumunda olur.

**Tetrasaxaridlər.** Tetrasaxaridlərin nümayəndəsi staxiozadır  $C_{24}H_{42}O_{19}$ . Bu 4-monosaxaridin: iki molekul qalaktoza, bir molekul qlükoza və bir molekul fruktozanın qalığından əmələ gəlir. Felinq mayesi ilə mənfi nəticə verir.

Staxioza ən çox noxudda, soyada, mərciməyin toxumunda və s. olur.

### Polisaxaridlər.

Polisaxaridlərə *qlikanlar* və ya *poliozalar* da deyilir. Bunlar çox sayda monosaxaridlərin qalığından əmələ gəlirlər, onların polikondensasiyasının məhsullarıdır, biopolimerlərdir.

Polisaxaridləri ayırmaq və təmizləmək üçün müxtəlif üsul-

lardan: ekstraksiya, çökdürmə, elektroforez, xromotoqrafiya, dializ, ultrafiltrasiya və qeyrilərindən istifadə olunur.

Polisaxaridlər tərkibindəki monosaxaridlərin eyniliyindən və müxtəlifliyindən aslı olaraq 2 qrupa: homopolisaxaridlərə və heteropolisaxaridlərə bölünür. Homopolisaxaridlər eyni monosaxaridlərdən, heteropolisaxaridlər isə müxtəlif monosaxaridlərdən əmələ gəlir.

Polisaxaridlər təbiətdə ən çox bitgilər aləmində yayılmışdır. Onlar üzvi birləşmələrin yarısından çoxunu təşkil edir. Bunlara insan və heyvanlarda da təsadüf edilir.

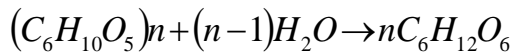
Polisaxaridlər bir sıra fizioloji funksiyalar yerinə yetirir: onlar (məsələn, nişasta, qlikogen) energetik material və ehtiyat maddələri sayılır. Bunların bəzi törəmələri müdafiə vəzifəsi daşıyır.

## Homopolisaxaridlər

Homopolisaxaridlər hidroliz olunduqda bir növ monosaxaridlərə ayrılır. Bunların empirik tərkibi  $(C_6H_{10}O_6)_n$  kimi yazılır.

Homopolisaxaridlərə nişasta, qlikogen, sellüloza, inulin və qeyriləri aiddir.

**Nişasta.** Nişasta mürəkkəb homopolisaxariddir. Suda həll etdikdə kolloid məhlul əmələ gətirir. Nişasta hidroliz olunduqda əvvəlcə bir sıra aralıq məhsullara (dekstrinlərə) və ən nəhayət qlükozaya ayrılır. Reaksiya sxematik belə gedir:

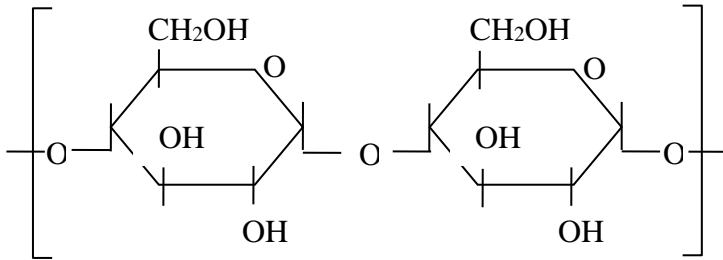


Burada  $n$ —nişasta molekulundakı qlükoza qalıqlarının sayını göstərir. Onun qiyməti 3-6 min arasında təbəddüd edir. Nişasta iki maddədən: amiloza və aminopektindən ibarətdir. Amoloza

amino-pektinə nisbətən bəsit maddədir, suda yaxşı həll olur. Amilozanın molekulyar kütləsi 100 mindən 600 minə qədər, aminopektininki isə 1 milyon çatır.

Nişastanın molekulyar kütləsi, adətən, bir neçə milyona çatır.

Amiloza zəncirində  $\alpha$ -D-qlükopiranoza qalıqları bir-biri ilə birinci və dördüncü karbonlar arasında  $\alpha$ -1,4 rabitələr hesabına birləşir, şaxələnmə olmur.

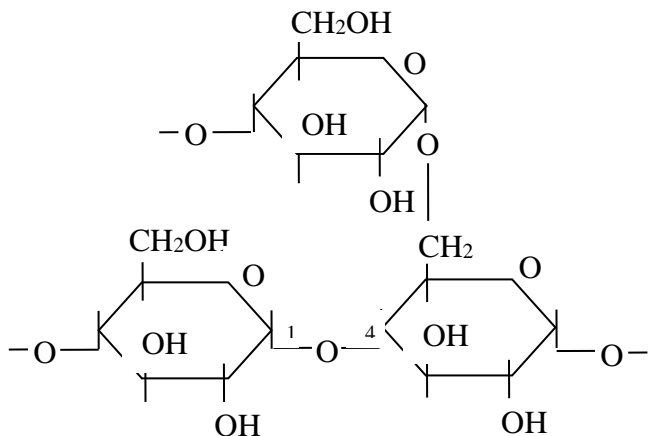


Amilopektinin tərkibində isə monosaxaridlərin qalıqları bir-birilə birinci və dördüncü karbonlarla  $\alpha$ -1,4 rabitə ilə yanaşı, birinci və altıncı karbonlar arasında da  $\alpha$ -1,6-qlükozid rabitələri yaratmaqla çox şaxələr verir. Son zamanlar müəyyən edilmişdir ki, amilopektində hər 8-12 qlükoza qalıqından bir şaxə verir. Şaxələrdə isə orta hesabla 12 qlükoza qalığı vardır.

Bitkilərdə nişasta ehtiyat qida maddəsi kimi toplanır. Bu yem bitkilərinin əsas tərkib hissələrindəndir, ən çox dənli bitkilərdə (düyüdə 60-80%, buğdada 60-70%, qarğıdalıda 65-75%), soğanaqlarda, kök yumrularında (kartofda 12-20%) olur.

Müxtəlif bitkilərin nişastasında amiloza ilə amilopektinin nisbəti eyni deyildir. Nişastanın 15-25% amiloza, 75-85%-i isə amilopektin təşkil edir. Amilopektin ən çox qarğıdalı, düyü, arpa nişastasında olur. Noxudda, qarğıdalının bəzi növlərində isə nişastanın 50-75% amilozadan ibarətdir.





**Qlikogen.** Qlikogen heyvan nişastası da adlanır. Bu da homopolisaxariddir. Qlikogen hidroliz olunduqda çox sayda qlükozaya ayrılır. Molekul kütləsi bir neçə yüz mindən 100 milyona yaxın və daha çoxdur. Bunda da amilopektində olduğu kimi  $\alpha$ -D qlükopiranoza qalıqları  $\alpha$ -1,5 və  $\alpha$ -1,2 qlikozid rabitələri ilə birləşməklə, şaxələnmişdir. Şaxələnmə orta hesabla hər 8-10 qlükoza qalığından bir başlanır. Yan zəncirlərdə 6-12 qlüloza qalığı vardır.

Qlikogenə şaxələnmə daha çoxdur.

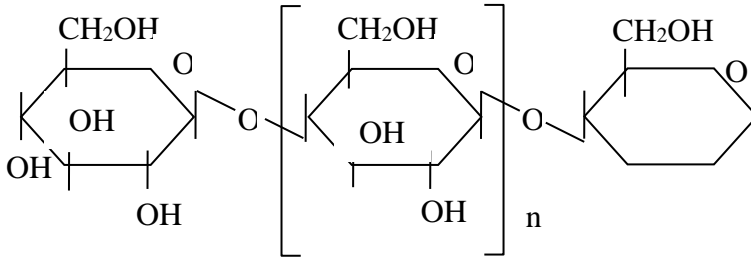
Qlikogen yüksək polidispers maddədir, isti suda yaxşı həll olur, hidrofil kolloiddir. Optik fəaldır, polyarizasiya müstəvisini  $196,6^{\circ}$  sağ fırladır, molekulunun forması sferik quruluşa yaxındır.

Qlikogen ən çox insan və heyvanların qaraciyərində (20%-ə qədər) və müəyyən miqdarda əzələlərində (4%) və başqa üzvlərində olur.

**Sellüloza.** Sellüloza bitki aləmində ən geniş yayılmış homopolisaxariddir. Karbon birləşmələrinin yarısından çoxunu sellüloza təşkil edir. Bu ən çox kətəndə (80-90%), çətənədə, samanda, bitkilərin oduncağında (40-50%) və pambığın lifində (90-98%) olur. Bitkilər ildə  $10^{11}$  tona yaxın sellüloza sintez edir. Bitkilərdə

sellüloza başqa karbohidratlarla (hemisellüloza, liqinin və s.) birlikdə olur.

Sellüloza hidroliz edilərkən D-qlükozanın  $\beta$ -formasını əmələ gəlir. Sellülozanın molekulyar kütləsi 10-20 milyon arasında dəyişir, qlükoza qalıqlarının miqdarı 3000-dən 10 000-ə qədər olur və zəncirvari şaxələndir. Qlükoza qalıqları biri digəri ilə birinci və dördüncü karbonlar arasında  $\beta$ -1-4 qlükosid rabitələri hesabına birləşir.



Sellüloza mikrofibrillər şəklində bitki hüceyrələri divarının əsas quruluş materialı sayılır.

Sellüloza müxtəlif kimyəvi təsirlərə çox davamlıdır. Yalnız Şvesyer reaktivində (mis-ammonyak kompleksi) həll olur.

**İnulin.** İnulin homopolisaxariddir. Suda yaxşı həll olur. Molekulyar kütləsi 5-6 min arasındadır. Hidroliz olunduqda  $\beta$ -D-qlükopiranozaya ayrılır. İnulinin molekulunda fruktozaların əlaqəsi birinci karbonla ikinci karbon arasında yaranır.

**Lixenin-**şibyələrdə olan homopolisaxariddir. Molekulyar kütləsi 10-40 min olur. Hidroliz olunduqda  $\beta$ -D-qlükopiranozaya ayrılır. Qlükoza molekulalarının əlaqəsi birinci və dördüncü karbonlar arasında yaranır. Bu polisaxarid şimal maralları üçün əsas yem sayılır.

Aqar-aqar yosunlarda olan polisaxariddir. Hidroliz olunduqda qalaktozanın D- və L-formalarına ayrılır.

Dekstranlar bakterioloji mənşəli şaxəli polisaxariddir. Bunların özlülüyü və osmotik xassələri qanına yaxın olduğundan və toksiki təsir göstərmədiklərinə görə qismən depolimerləşdirilərək qanplazmasının əvəzediciləri kimi işlənir. Bunlarda antigenlik xassəsi də vardır. Dekstranlar sənaye üsulu ilə külli miqdarda istehsal olunur.

Dekstranlar da D—qlükozanın polimerləridir. Bunlarda qlükoza qalıqları birinci və altıncı karbonlar vasitəsilə ( $\alpha$ —1—6—rabitərlə) birləşir.

**Pentozanlar.** Pentozanlar pentozaların biopolimerləridir. Bu qrup polisaxaridlərə arabanlar, ksilanlar və qeyriləri aiddir.

**Arabanlar** hidroliz olunduqda L—arabinozaya ayrılır. Arabanlar suda yaxşı həll olur. Molekul kütlələri 6000-ə yaxındır.

**Ksilanlar** ən çox bitkilərin oduncağında olan  $(C_5H_8O_4)_n$  polisaxaridlərdir. Bunlar samanda, bitkilərin budaq hissələrində və az miqdarda üzüm şirəsində də olur. Hidroliz olunduqda  $\beta$ —D—ksilozaya ayrılır. Molekulda  $\beta$ —1,4—qlikozid rabitələri ilə birləşmişdir.

## Heteropolisaxaridlər

Heteropolisaxaridlər müxtəlif növ monosaxaridlərdən əmələ gəlmiş karbohidratlardır. Bunlara hemisellüloza, pektin maddələri və qeyriləri aiddir.

**Hemisellülozanın** hidrolizi nəticəsində müxtəlif monosaxaridlər (qlükoza, qalaktoza, fruktoza, mannoza, arabinoza, ksiloz) əmələ gəlir. Bu polisaxarid hüceyrənin divarında ehtiyat kimi olur.

Pektin maddələri də heteropolisaxaridlərin nümayəndəsi

dir. Bunların hidrolizi zamanı müxtəlif monosaxaridlər: arabinoza, qalaktoza, raminoza, ksiloza, fruktoza ayrılır. Pektin maddələrində çoxlu miqdarda qalakturon turşusundan əmələ gəlmiş poliqaalakturon turşusu və ya pektin turşusu da olur. Burada  $\alpha$ -D-qalakturon turşusunun qalıqları arasında rabitə birinci və dördüncü karbonlar arasında  $\alpha$ -1-4-qlikozid əlaqələri hesabına yaranır.

Pektin maddələrinə ən çox meyvələrdə, giləmeyvələrdə, liflərdə təsadüf edilir.

Selik də heteropolisaxaridlərdəndir. Ona *k i t r ə* deyilir. Bu polisaxarid bitkilər zədələndikdə əmələ gəlir. Suda həll olmur, şişib kolloid məhlul əmələ gətirir. Kitrə hidroliz etdikdə D-qalaktozaya, D-qlükuron turşusuna, arabinozaya və raminozaya ayrılır.

Selik yoncada, çovdarda, kətanda, meyvə ağaclarında olur.

***Qalaktomannanlar*** tərkiblərində qalaktoza və mannoza (1:2) saxlayan heteropolisaxaridlərdəndir. Bunların nümayəndələrindən qararı göstərmək olar.

***Qlükomannanlar*** da polisaxaridlərdəndir. Bunların nümayəndəsi eremurandır. Eremuran bizim ölkəmizdə də vardır. Bunun hidrolizi zamanı qlükoza və mannoza alınır. Mannoza almaq üçün yaxşı mənbədir. Eremuran çox gözəl emulqatordur, qismən hidrolizdən sonra qanın əvəzedicisi kimi də işlənə bilər.

***Mukopolisaxaridlər.*** Mukopolisaxaridlər heteropolisaxaridlər qrupuna aiddir. Bunlardan turş mukopolisaxaridlərə aşağıdakılar aiddir: hialuron, xondroitin-kükürd, xondrontinsulfat turşuları, heparin və s. Bunlar hidroliz olunduqda heksozalara, heksozaminlərə, heksuron turşularına, sirkə turşusuna, sulfat turşusuna və s. ayrılır.

Mukopolisaxaridlərə birləşdirici toxumada, gözün şüşəvari cismində, sinovial mayesində, toxuma və hüceyrələrarası maddələrin tərkibində, qaraciyərdə, selikdə rast gəlinir. Bunlar boy pro-

sesində, mayalanmada iştirak edir və yapışdırıcı xassəyə malikdir.

**Hialuron** turşusu turş mukopolisaxaridlərdəndir, hidroliz olunduqda qlükozaminə, sirkə turşusuna, qlükuron turşusuna ayrılır. Onun tərkibində N—asetilqlükozaminlə qlükuron turşusunun qalığı birinci və dördüncü karbonların  $\beta$ —1—14 rabitəsilə birləşir.

Hialuron turşusunun molekul kütləsi bir neçə yüz mindən bir neçə milyona yaxındır. Məhlulunun özlülüyü çox yüksək olur. Hialuron turşusu toxumalarda (gözün şüşəvari cismində, dəridə) və bioloji mayelərdə (sinovial mayesində, qan plazmasında) zülallarla birləşmiş şəkildə olur. Hialuron turşusu sinoviya mayesinə sürüşkənlik xassəsi verməklə, oynaqlarda zərbəni zəiflətmək qabiliyyətinə malik olub, hüceyrələri bir-birinə birləşdirir.

A,— və C—xondroitinsulfatlar sulfatlaşmış N—asetil-D—qalaktozamin və D qlükuron turşusunun qalıqlarından əmələ gəlmiş zəncirvari polimerlərdir. Bunlar qalaktozamində sulfat turşusunun vəziyyətinə görə fərqlənir. A xondroitinsulfatda sulfat turşusunun qalığı qalaktozamində dördüncü karbonun yanındakı hidroksili, C—xondroitin—sulfatda isə altıncı karbonun yanındakı hidroksili əvəz etmişdir.

B-xondroitinsulfat (və ya dermatansulfat) bunlardan D—qlükuron turşusu əvəzinə L—induron turşusunun olması ilə fərqlənir.

Xondroitinsulfatlar çox da irimolekullu birləşmələr deyildir. Onların molekul kütləsi adətən 50-100 min arasında dəyişir.

Xondroitinsulfatlar qığırdaq toxumasının əsasını təşkil edir.

Heparinin tərkibinə D—qlükozamin, D—qlükuron turşusu və sulfat turşusu daxildir. Onun molekul kütləsi 10-20 minə yaxındır.

Heparin ən çox qaraciyərdə, ağciyərdə, əzələlərdə, qan və limfada olur. O qanın ən bioloji fəal spesifik antikoagulyantıdır. Odur ki, trombozun müalicəsində və s.-də işlənir.

Neytral mukopolisaxaridlərdə qlükuron və sulfat turşuları olmur. Onlarda fruktozaya, sial turşularına (N—asetilneyramin turşusu) rast gəlinir. Zülallarla birləşmiş şəkildə (mukoproteidlər) bütün üzv və toxumalarda, xüsusən selikdə və s.-də olur. Son zamanlar karbohidratların qarışıq polimerləri də müəyyən edilmişdir. Bunlar qlükopeptidlər, qlükolipidlər və lipoqlükoproteidlərdir. Qlükopeptidlərin tərkibində karbohidratlardan başqa amin-turşuları da vardır. Qlükolipidlərin tərkibində isə karbohidratlarla yanaşı yağ turşuları da olur. Lipoqlükoproteinlərin tərkibində isə karbohidratlarla bərabər yağ turşuları, aminturşuları və lipoidlərə də təsadüf edilir.

## 17. YAĞLAR VƏ YAĞABƏNZƏR MADDƏLƏR

*Lipidlər*-ali yağ turşularının, spirtlərin, aldehidlərin təbii üzvi törəmələridir. Lipidlərə yağlar və yağabənzər maddələr aiddir. Lipidlər energetik maddələrdir. Onlar insan və heyvanlarda ehtiyat qida maddəsi kimi toplanır. Bitkilərdə ən çox pambıqda, soyada, günəbaxanda, xaşxaşda və s.-də olur. İnsan və heyvanda yağlar xüsusi yağ hüceyrələrində, dərialtı qatda, daxili üzvlərin pərdəsində və s.-də toplanır. Onlar oksidləşdikdə karbohidrat və zülallardan iki dəfə çox enerji verir. Ancaq hüceyrə protoplazmasının tərkibində olan (protoplazmatik yağlar) yağların miqdarı sabit qalır, hətta aclıq və piylənmə hallarında da heç bir dəyişikliyə uğramır. Lipidlər suda həll olmurlar, əsasən zülal və karbohidratlarla birlikdə biokimyəvi komplekslər şəklində hüceyrə membranının quru maddənin 60 %-ə qədərini təşkil edirlər. Lipidlərin kompleks birləşmələri orqanizmin böyüməsi, əzələ və sinir fəaliyyəti həmçinin laktasiya üçün mühüm rol oynayır. Lipidlər suda həll olmayan (A, D, E və K) vitaminləri həll edərək onları orqanizm tərəfindən mənimsənilə bilən şəkildə salaraq, vitaminlərin orqanizmin müxtəlif toxumalarına keçirilməsini təmin edir. Lipidlər mexaniki funksya da yerinə yetirir. Yağlar istiliyi pis keçirdiyindən orqanizmi soyuqdan qoruyur, həmçinin elastiklik xassəsi xarici zərbəni azaldır. Lipidlər iki qrupa: sadə və mürəkkəb lipidlərə bölünür. Sadə lipidlərə neytral yağlar, mumlar və steridlər aiddir. *Lipidlərin hidrofob xassələri*-tərkibində olan yağ turşularının, spirtlərin, aldehidlərin miqdarından və quruluşundan asılıdır.

Cədvəl 4.

## Təbii lipidlərin hidrofob komponentləri

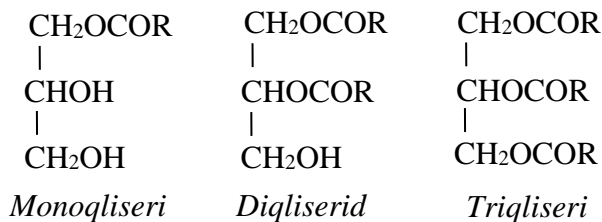
Karbon atomlarının sayı	Adı	Formulu
Doymuş normal yağ turşuları		
4	Butan turşusu (yağ turşusu)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$
6	Heksan turşusu (kapron turşusu)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$
8	Oktan turşusu (kaprin turşusu)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$
10	Dekan turşusu (kapril turşusu)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$
12	Dodekan turşusu (laurin turşusu)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$
14	Tetradekan turşusu (miristin turşusu)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$
16	Heksadekan turşusu (palmitin turşusu)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$
18	Oktadekan turşusu (stearin turşusu)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$
20	Eykozan turşusu (araxın turşusu)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$
22	Dokozan turşusu (bekon turşusu)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{20}\text{COOH}$
24	Tetrakozan turşusu (liqnoserin turşusu)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{22}\text{COOH}$
26	Heksakozan turşusu	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{24}\text{COOH}$
28	Oktakozan turşusu	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{26}\text{COOH}$
30	Triakontan turşusu (melisin turşusu)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{28}\text{COOH}$
Doymamış yağ turşuları		
4	2-buten turşusu (karton turşusu)	$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$
16	9-Heksadekan turşusu (palmiton-olein turşusu)	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_5-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$
18	9-Oktadekan turşusu (olein turşusu)	$\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$



22	13-Dokozan turşusu (eruk turşusu)	$C_{21}H_{41}COOH$
24	15-Tetrakozan turşusu (nervon turşusu)	$C_{23}H_{45}COOH$
18	6,9-Oktadekadien turşusu (linol turşusu)	$C_{17}H_{31}COOH$
20	8,11-Eykozadien turşusu	$C_{19}H_{33}COOH$
18	6,9,12-Oktadekatrien (lionolein turşusu)	$C_{17}H_{29}COOH$
18	9,12,15-Oktadekatrien turşusu (linolein turşusu)	$C_{17}H_{29}COOH$
20	5,8,11,14 Eykozatetraen turşusu (jaraxi-don)	$C_{19}H_{29}COOH$
18	6,9,12,15 Oktatetraen turşusu (rasinal turşusu)	$C_{17}H_{27}COOH$
20	8,11,14,17 Eykozatetraen turşusu (araxidon turşusu)	$C_{19}H_{29}COOH$
22	4,7,10,13,16,19 Dokozaheksaen turşusu	$C_{21}H_{31}COOH$
Doymuş ali spirtlər		
10	Dekanol-1	$C_{10}H_{21}OH$
12	Dodekanol-1 (laurin spirti)	$C_{12}H_{25}OH$
14	Tetradekanol-1 (miristin spirti)	$C_{14}H_{27}OH$
16	Heksadekanol-1 (setil spirti)	$C_{16}H_{33}OH$
18	Oktadekanol-1 (stearin spirti)	$C_{18}H_{37}OH$
20	Eykozanol-1	$C_{20}H_{41}OH$
26	Heksakozanol-1	$C_{26}H_{53}OH$
30	Triakontanol-1	$C_{30}H_{61}OH$
Doymamış ali spirtlər		
14	Sis-9-Tetrasen 1-ol (miristololein spirti)	$C_{14}H_{27}OH$
16	Sis-9-Heksasen 1-ol (palmitilolein spirti)	$C_{16}H_{31}OH$

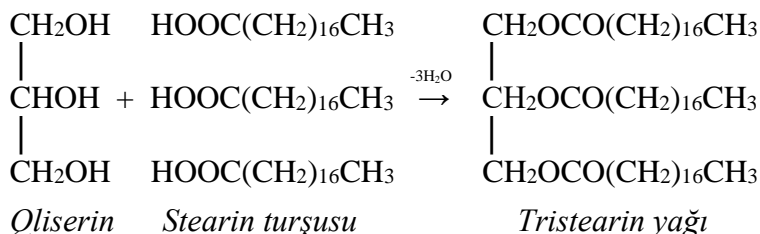
18	Sis-9-Oktadesen 1-ol (olein spirti)	$C_{18}H_{35}OH$
22	Sis-13-Dokozen 1-ol (eruk spirti)	$C_{22}H_{43}OH$
24	Sis-15-Tetrakozen 1-ol (nervon spirti)	$C_{24}H_{47}OH$
10	Dekanol (kapril aldehidi)	$C_{10}H_{20}O$
12	Dodekanol (laurin aldehidi)	$C_{12}H_{24}O$
14	Tetradekanol (meristil aldehidi)	$C_{14}H_{28}O$
16	Heksadekanol (palmitil aldehidi)	$C_{16}H_{32}O$
18	Oktadekanol (stearin aldehidi)	$C_{18}H_{36}O$
20	Eykozonal (Araxin aldehidi)	$C_{20}H_{40}O$
22	Dokozonal (Begen aldehidi)	$C_{22}H_{44}O$
<b>Doymamış ali yağ aldehydlər</b>		
14	Sis-9-Tetradesen 1-al (miristil-olein aldehidi)	$C_{14}H_{27}O$
16	Sis-9-Heksadesen 1-al (palmitil-olein aldehidi)	$C_{16}H_{31}O$
18	Sis-9-Oktadesen 1-al (olein aldehidi)	$C_{18}H_{35}O$
22	Sis-13-Dokozen 1-al (Eruk aldehidi)	$C_{22}H_{43}O$
24	Sis-15-Tetrakozan 1-al (Navon aldehidi)	$C_{24}H_{47}O$

**Neytral yağlar.** Neytral yağlar (asilqliserinlər) kim-yəvi cəhətdən qliserinlə irimolekullu yağ turşularının mürəkkəb efirləridir. Bunlarda qliserindəki spirt qruplarının efirləşmə dərəcəsi asılı olaraq monoqliseridlərə, diqliseridlərə və triqliseridlərə bölünürlər.

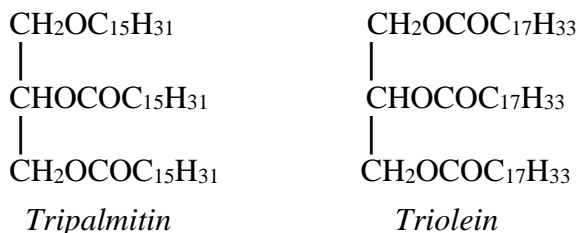


Üçatomlu spirt-qliserin stearin, palmitin, olein, linol, linolen turşuları və s. ilə birləşərək neytral yağları əmələ gətirir.

Müasir üsullarla ana südü yağında indiyə qədər məlum olmayan 40-a yaxın turşu aşkar edilmişdir. Tristearin yağının əmələ gəlməsi reaksiyasını belə təsəvvür etmək olar.



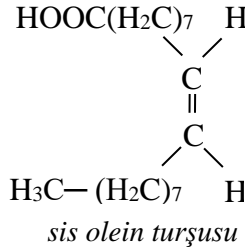
Reaksiyada olein və palmitin turşuları iştirak etdikdə müvafiq olaraq olein və ya palmitin yağı əmələ gəlir.



Bitki yağlarının tərkibində doymamış yağ turşularından: olein, linol və linolen turşuları çoxluğu təşkil edir.

Təbiətdə rast gəlinən doymamış yağ turşularının hamısı sis formasındadır.

İkiqat rabitə iki və çox olan yağ turşuları sis formada olur.



Bu da onların bükülməsinə və qısalmasına imkan verir. Bunun da xüsusən membranlarda bioloji əhəmiyyətə malik olduğu güman edilir. Linol və linolen turşularına *F*-vitamini (və ya esensial turşular) da deyilir. İnsanın gündəlik qidasında esensial turşularının miqdarı 12 q olmalıdır.

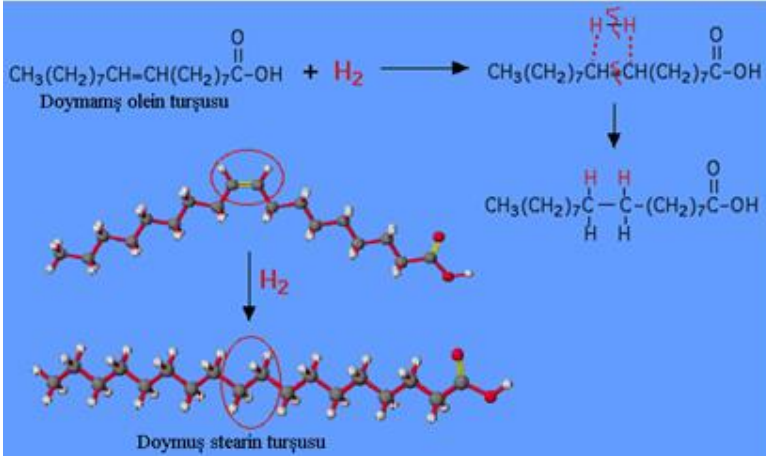
Rentgenoqrafiya analiz üsulu ilə müəyyən olunmuşdur ki, doymuş və doymamış yağ turşularının karbon zənciri bir-birinə iki paralel vəziyyətdə yerləşir ki, bu da onların lipid zülal biokomplekslərinin əmələ gəlməsində mühüm rol oynayır.

Bitki yağlarının maye halda olması onların tərkibində doymamış turşuların çoxluğu ilə əlaqədardır. Bunlar bitki və heyvan yağlarında müxtəlif miqdarda olur.

Cədvəl 5.

Stearin turşusu	Palmitin turşusu	Yağ	Olein turşusu	Linol turşusu	Linolen turşusu
24-29	27-29	Qaramal yağı	43-44	2-5	0,2-0,6
25-31	25-27	Qoyun - "-	36-43	2-5	-
8-16	19-30	Donuz - "-	41-54	5-16	0-2
2-5	3-6	Günəbaxan - "-	25-35	55-72	-
2-5	18-22	Pambıq - "-	17-27	45-59	-
2-4	6-8	Qarğıdalı - "-	42-45	40-48	1-2
2-3	6-9	Zeytun - "-	60-82	2-4	1-3
2-4	4-6	Soya - "-	23-32	40-49	1-2

Bitki yağlarında ən çox olein və linol turşuları olub, orta hesabla ümumi yağın 60%-ni təşkil edir. Olein turşusunu hidrogenləşdirməklə doymuş stearin turşusuna çevirməklə bərk yağlar almaq olar.



### *Olein turşusunun hidrogenləşməsi.*

Yağlar yağ turşularından asılı olaraq, bəsit və qarışıq olur. Əgər yağ qliserinlə müxtəlif turşuların, məsələn, bir molekul palmitin turşusu ilə iki molekul olein turşusunun birləşməsindən əmələ gəlsə ona *palmitindiolein* deyilir. Lakin reaksiyada bir molekul palmitin, bir molekul olein və bir molekul linol turşusu iştirak edərsə *palmitinoleinolinol* adlanan yağ alınır. Bunlar qarışıq yaxud müxtəlif turşulu yağlardır. Bəsit və ya bir turşulu yağlar qliserinlə yağ turşularının birləşməsindən əmələ gəlir. Bunlara misal tristearin, tripalmitin və s. göstərmək olar.

Yağların tərkibində az miqdarda sərbəst halda müxtəlif yağ turşuları da (kapron, kapril, mirisil turşuları və s.) vardır. Lakin çoxu triqliseridlər (95-98%) təşkil edir. Sərbəst turşular və fosfatidlər isə 1-2% olur.

Neytral yağlar bir sıra göstəricilərlə: turşu (*Reyxert-Meyssel*), sabunlaşma, yod ədədləri və s. ilə xarakterizə olunurlar.

Yağlar uzun müddət açıq havada saxlandıqda qaxsıyaraq xoşagəlməz iy və dad verir. Yağların qaxsımasına səbəb onların oksidləşməklə və hidrolitik yolla kiçik molekullu yağ turşularına, aldehid və ketonlara çevrilməsidir. Bunlar da yağa pis iy və dad verir. Yağların qaxsıma dərəcəsini turşuluq ədədi kəmiyyəti ilə xarakterizə edirlər.

*Turşuluq ədədi* yağların tərkibində sərbəst turşuların varlığını və miqdarını göstərir. Bu bir qram yağda olan sərbəst turşuların neytrallaşmasına sərf edilən kalium-hidroksidin milliqramlarla miqdarı ilə ölçülür.

Yağın tərkibində sərbəst yağ turşularının miqdarı çox olarsa onların neytrallaşmasına da o qədər qələvi sərf edilir. Deməli, turşu ədədi yağlarda sərbəst yağ turşularının nəinki olduğunu, həm də miqdarını da bildirir.

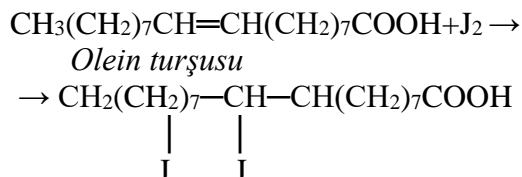
Yağların hidroliz məhsulunun hər 5 qramı destillə edildikdə, ondan su ilə birlikdə buxarlanan turşuların neytrallaşması üçün sərf olunan  $0,1 n$  qatılıqlı *NaOH* məhlulunun *ml*-lə miqdarına *Reyxert-Meyssel ədədi* deyilir.

Reyxert-Meyssel ədədinin yüksəlməsi (yağların tərkibində kiçik molekullu yağ turşularının çoxalması) yağların ərimə temperaturunu aşağı salır.

*Sabunlaşma ədədi* isə yağların tərkibində olan sərbəst və birləşmiş yağ turşularının olması barədə məlumat verir. Bu da bir qram yağda olan sərbəst və birləşmiş turşuları neytrallaşdırmaq üçün sərf edilən kalium-hidroksidin milliqramlarla miqdarı ilə ölçülür. Sabunlaşma ədədi ilə turşu ədədinin fərqi görə yağdakı birləşmiş turşuların miqdarını da hesablamaq olur.

*Yod ədədi.* Yod ədədinə görə yağların tərkibində olan doy-

mamış turşuların olması və miqdarı müəyyən edilir. Yod ədədi 100 q yağın tərkibindəki doymamış yağ turşularında olan ikiqat rabitələri doydurmaq üçün sərf edilən yodun *qramlarla miqdarına* deyilir.



Doymamış turşuların müxtəlifliyindən asılı olaraq yod az və çox sərf olunur.

Cədvəl 6.

Yağların xassələrini ifadə edən bəzi kəmiyyətlər

Yağ	Sabunlaşma ədədi	Turşu ədədi	Yod ədədi	Reyner-Meyssel ədədi
Qaramal yağı	190-200	0,1-0,6	32-47	24-34
Qoyun -"-	192-198	0,1-0,2	31-46,5	0,4-0,6
Donuz -"-	193-203	0,3-0,9	46-66	0,2-0,6
Pambıq -"-	189-199	0,2-14	101-116	0,1-0,3
Qarğıdalı -"-	186-193	0,4-5,0	111-133	0,2-0,4
Günəbaxan -"-	186-194	0,4-6,0	119-144	0,3-0,4
Zeytun -"-	189-195	0,3-7,0	130-163	0,3-0,4
Treska	191-197	0,4-6,5	125-150	0,2

**Mumlar.** İrimolekullu yağ turşuları palmitin, stearin, olein turşuları və s. ilə ali spirtlərin (seril spirti, mirisil spirti və s.) mürəkkəb efirləridir. Mumlar əsasən aşağıdakı turşulardan və spirtlərdən əmələ gəlir:

Serotin turşusu:  $\text{C}_{26}\text{H}_{53}\text{COOH}$

Karnaub turşusu:  $\text{C}_{23}\text{H}_{47}\text{COOH}$





( $C_{15}H_{31}OCOC_{30}H_{61}$ ) ibarətdir.

Mumlar güman edildiyinə görə mühafizə funksiyasını yerinə yetirir.

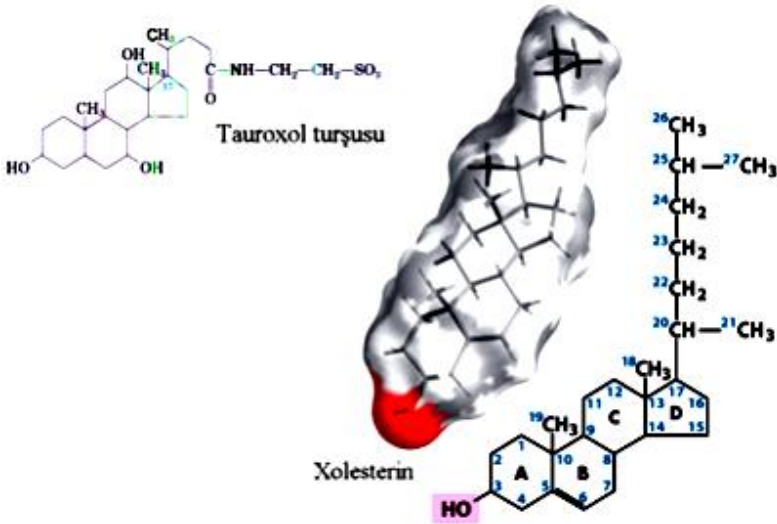
Onlar heyvanlarda dərinə suyun daimi təsirindən, bəzi hallarda isə həddindən artıq buxarlanmadan qoruyur.

**Steridlər.** Sadə lipidlərin bir qrupunu da steridlər təşkil edir. Steridlərin insan və heyvanlarda olan nümayəndələrinə *zoosteridlər* deyilir.

Zoosteridlər irimolekullu yağ turşularının sterollar adlanan spirt-lərlə əmələ gətirdikləri mürəkkəb efirlərdir.

*Sterinlər*-siklopentanoperhidrofenantrenin (və ya steran) törəmələridir. Onların tərkibində hidroksil qrupu olduğuna görə *sterollar* da adlanır.

Sterinlərin xarakterik nümayəndələrindən biri xolesterindir.



*Xolesterin və onun törəmələri.*

Xolesterin doymamış biratomlu ikili siklik spirttir. İnsan və heyvan orqanizmində maddələr mübadiləsində sterid hormonların, öd turşularının, *D*-vitamininin biosintezində mühüm bioloji rol oynayır, eritrositləri hemolizdən qoruyur. Xolesterinə bütün hüceyrələrdə membranın tərkib hissəsi kimi təsadüf edilir. Xolesterin və onun efirləri (xüsusən doymamış turşularla) qan plazmasında, beyində və s. toxumalarda da çox olur. Öd daşları əsasən xolesterin törəmələridir.

**Fosfatidlər**-mürəkkəb lipidlərə aid olub, yağabənzər maddələrdir. Yağabənzər maddələrin tərkibində də triqliseridlər vardır. Lakin yağlardan fərqli olaraq bunlarda əlavə fosfat turşusu və s. maddələr də (xolin, kolamin, serin, inozit və s.) olur.

Fosfatidlər yağ həlledicilərinin çoxunda (benzol, efir, xloroform) həll olur, lakin asetonun təsirindən çöküntü verir və hiqroskopikdir. Suda şişərək kolloid məhlul əmələ gətirir. Bunlar optik aktiv olub, polyarizasiya müstəvisini sağa fırlayır (*d*-izomer).

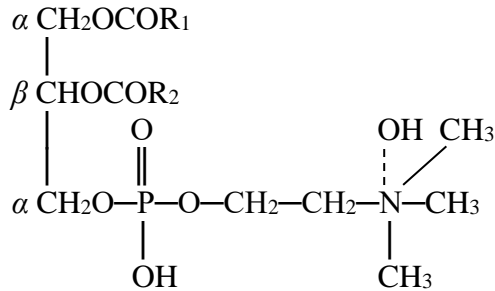
Fosfatidlər insanların və heyvanların hüceyrələrində və toxumalarında (sinir toxumasında, qaraciyərdə, böyrəklərdə, ağciyərdə, ürəkdə və s.) olmaqla eyni miqdarda paylanmır. Fosfatidlərə mitoxondriyalarda, mikrosomlarda da təsadüf edilir. Onlara orqanizmin bütün orqan və toxumalarında rast gəlmək olar. Beyin toxuması, ürək, qaraciyər, yumurta sarısı və balıq kürüsü fosfatidlərlə daha zəngindir. Fosfatidlər zülallarla birlikdə biokomplekslər əmələ gətirərək hüceyrə orqanoidlərinin (nüvə, endoplazmatik tor, ribosom, mitoxondrilər) əsasını təşkil edir. Müxtəlif maddələrin bir toxumadan digərinə daşınmasını təmin edir. Tərkibində olan spirtin növünə görə fosfatidlər aşağıdakı yarımqruplara bölünürlər:

Xolinfosfatidlər (lesitinlər), kolaminfosfatidlər (kefalinlər), asetilfosfatidlər (plazmogenlər), serinfosfatidlər, inozitfosfa-

tidlər və sfinqofosfatidlər.

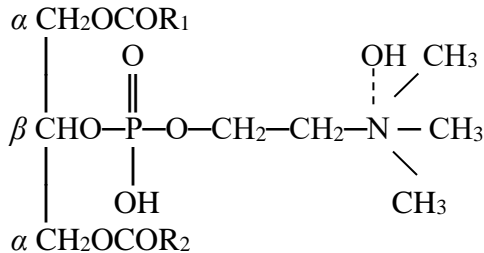
**Xolinfosfatidlər.** Xolinfosfatidlər həm bitki, həm də heyvan toxumalarında rast gəlmək olur. Bunlar beyin toxumasının və periferik sinirlərin tərkibinə daxildir. Qanda və digər toxumalarda da xolinfosfatidlərə rast gəlinir.

Xolinfosfatidlərin nümayəndəsi lesitinlərdir. Bunlara *fosfatidixolin* də deyilir. Lesitinlər bir molekul qliserindən, iki molekul (biri doymuş, digəri doymamış) yağ turşusundan, bir molekul fosfat turşusundan və bir molekul da xolindən əmələ gəlir. Odur ki, hidroliz olunduqda göstərilən maddələrə ayrılır:



*$\alpha$ -Lesitin*

Lesitinlər xolinfosfatın qliserinin hansı karbon atomunun yanında olmasından asılı olaraq  $\alpha$ - və  $\beta$ - formada təsadüf edilir.  $\alpha$ -lesitində fosfat turşusunun və xolinin qalığı qliserinin  $\alpha$ -karbonu,  $\beta$ -lesitində isə  $\beta$ -karbonu ilə birləşirlər.



*$\beta$ -Lesitin*

Lesitinlər ən çox yumurtanın sarısında və soyada olur. Bunlar etil spirtində yaxşı həll olur, havada tündləşir, buna səbəb tərkibində olan yağ turşularının oksidləşməsidir.

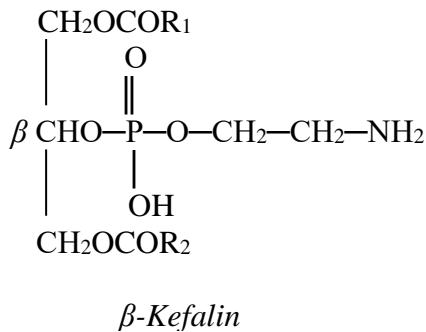
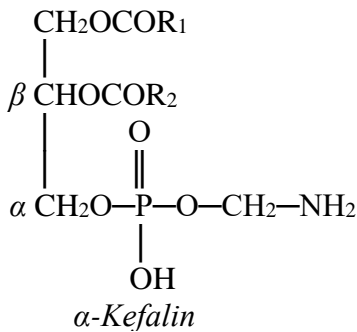
Lesitin maolekulundakı doymamış yağ turşusu hidroliz edildikdə lizolesitin adlanan yüksək hemolitik təsirə malik olan maddələr əmələ gəlir. İlan zəhərinin tərkibində göstərilən prosesi kataliz edən spesifik fermentlər vardır. İlan sancmış adamın qanında eritrosidlərin hemolizə uğraması həmin fermentin fəaliyyəti nəticəsində hemolitik təsirə malik lizolesitin miqdarının artması ilə izah olunur.

**Kolaminfosfatidlər (kefalinlər).** Kolaminfosfatidlərə kefalın adı verilməsi onun ilk dəfə olaraq baş beyində aşkar olunması ilə əlaqədardır. Onlara həmçinin qaraciyərdə, böyrəkdə, yumurta sarısında və paxlalı bitkilərin meyvəsində rast gəlmək olur.

Kolaminfosfatidlərdə xolinin əvəzinə etanolamin (və ya kolamin)  $\text{NH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—OH}$  olur.

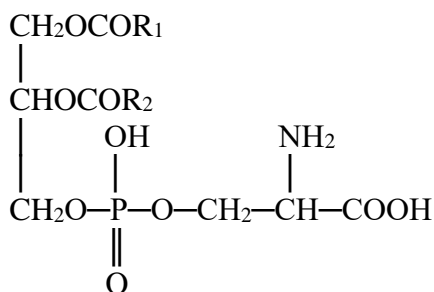
Kolaminfosfatidlərin nümayəndələri kefalinlərdir. Bunlara *fosfatidiletanolaminlər* də deyilir. Kefalinlərin tərkibində bir molekul qliserinin, iki molekul yağ turşusunun, bir molekul fosfat turşusunun və bir molekul da kolaminin qalığı vardır.

Kefalinlər də iki:  $\alpha$ - və  $\beta$ - formada olur.



Kefalinlər ağ rəngli bərk maddələrdir, xloroformda, benzolda, petrol efirində, həm də lesitinlərdən fərqli olaraq asetonda və etil spirtində həll olur.

**Serinfofatidlər** də yuxarıdakı fosfatidlərə bənzəyir. Lakin onlardan tərkibində azotlu maddə aminturşu serinin ( $\text{CH}_2\text{OHCHNH}_2\text{COOH}$ ) olması ilə fərqlənir. Serinfofatidlərin kimyəvi tərkibi aşağıdakı kimidir:



*Fosfatidilqliserin*

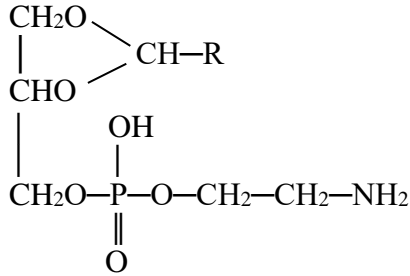
Serinfofatidlərin (və ya fosfatidilserin) tərkibində bir molekul qliserinin, fosfat turşusu, serin aminturşusunun qalığı və iki molekul yağ turşusu olur.

Serinfofatidlərdə sərbəst karboksil qrupu olduğundan turşu xassəyə malikdir. Təbiətdə tapılmış serinfofatidlərin tərkibində qliserin qalığında olan birinci karbon atomuna stearin, ikinci karbon atomuna isə olein turşusu qalığı birləşmiş halda rast gəlinir.

Lesitinlər, kefalinlər və serinfofatidlər mübadilə prosesində bir-birinə çevrilə bilirlər. Serin karboksizləşərək kolaminə, kolamin isə metilləşərək xolinə çevrilirlər. Bu da onlar arasında genetik əlaqənin olmasına sübutdur. Serinfofatidlər heyvanlarda bitkilərə nisbətən çoxdur. Son zamanlar müəyyən edilmişdir ki, fosfatidilserin rodopsinlə birləşərək onun hidrofob əhatəsinə şərait yaradır, membranda müəyyən vəziyyət almasını təmin edir.



**Asetilfosfatidlər.** Asetilfosfatidlərə *plazmogenlər* də deyilir. Bunlar hidroliz olunduqda qliserinə, turşu aldehidlərinə (palmitin və stearin aldehidlərinə), fosfat turşusuna, kolamunə və ya xolinə ayrılır.



*Plazmogen*

O, plazmanın tərkibində tapılmış fizioloji rolu hələ tam müəyyən olunmamışdır. Orqanizmdə yaşın artması ilə əlaqədar olaraq onların miqdarı azalır. Ən çox beyində, eritrositlərdə, əzələ toxumasında, qaraciyərdə, yumurtada asetilfosfatidlər tapılmışdır.

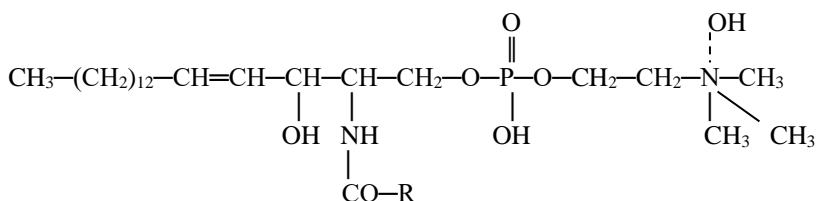
**Sfinqofosfatidlər.** Sfinqofosfatidlər (və ya sfinqomielinlər) sinir hüceyrələrinin membranının əsasını təşkil edən eritrositlərin, qan zərdabının və orqanizmin digər orqan və toxumalarının tərkibinə daxil olan spesifik lipidlərdir. Sfinqomielinlərdə (və ya sfinqofosfatidlərdə) qliserinin əvəzinə doymamış aminospirt-sfinqozin olur və trans vəziyyətdə mövcud olur.



*sfinqozin*

Müxtəlif toxumalardan alınmış sfinqofosfatidlər bir-birindən tərkibində olan alifatik turşuya görə fərqlənirlər. Məsələn, beyin toxumasından alınmış sfinqofosfatidlərdə liqnotserin, nervon və stearin turşusu, dalaq və ağciyər sfinqofosfatidlərdə isə palmitin və liqnotsterin turşusu tapılmışdır.

Sfinqomielinlərin tərkibində sfinqozin, yağ turşusu (ən çox stearin turşusu), fosfat turşusu və xolin vardır.



*Sfinqomielin*



Sfinqomielinlər ağ kristallik maddələrdir, efirdə həll olmur, oksigenə qarşı davamlıdır, suda şişərək, özülü kolloid məhlul əmələ gətirir. Bunlar ən çox beyində, dalaqda və ağciyərdə olur.

**Qlikolipidlər.** Qlikolipidlərə serebrozoidlər və qanqliozidlər aiddir. Sonunculara *mukolipoidlər* də deyilir.

Serebrozoidlərin 4 nümayəndəsi: frenozin (serebron), kerazin, nervon və oksinervon müəyyən edilmişdir. Bunlar tərkiblərinə dəki yağ turşularına görə fərqlənir.

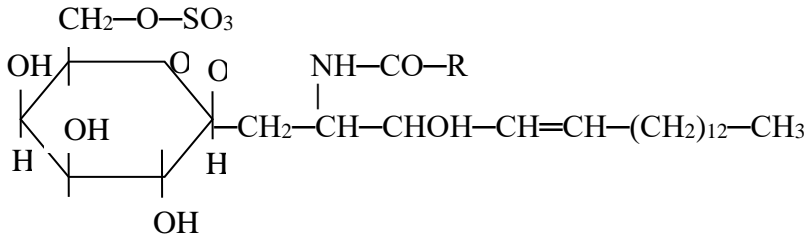
Qlikolipidlərin əmələ gəlməsində monosaxaridlər (əsasən qalaktosa), sfinqozin və yağ turşusu iştirak edir.

Qlikolipidlərin digər serebrozoidlər və qanqliozidlərlə əlaqəsi aşağıdakı sxemdə daha aydın görünür:



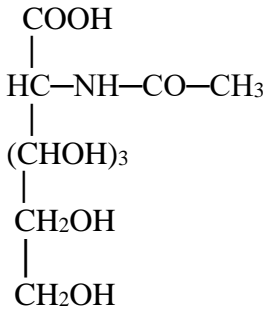


sulfat turşusunun qalığı da vardır. Onların quruluşu aşağıdakı kimidir:

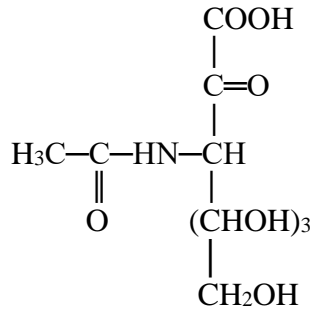


İnsan dalağında molekulunda qalaktozanın əvəzinə qlükoza daxil olan serebrozidlər tapılmışdır.

**Qanqliozidlər**-hidroliz olunduqda alifatik turşu, sfinqozin *d*-qlükoza və aminşəkər törəmələri əmələ gətirən qlükolipidlərdir. Onların molekul kütləsi (3000-ə yaxındır) çoxdur. Qanqliozidlərin molekulunda olan aminşəkərlərə *N*-asetilqlükozaminə və *N*-asetilneyramin (sial) turşusuna görə serebrozidlərdən fərqlənir. Bu turşular orqanizmdə qlükozamindən sintez olunur.



*N*-asetil qlükozamin

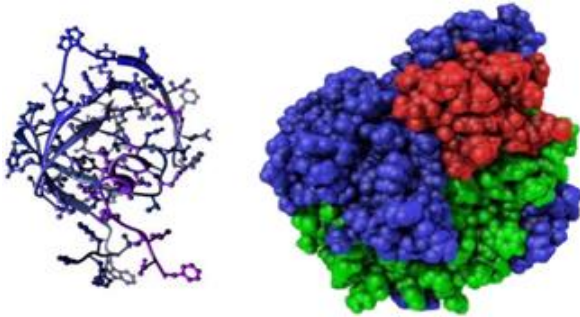


*N*-asetil neyramin turşusu  
(sial turşusu)

Qanqliozidlərdə serebrozidlərdən fərqli olaraq molekulunda qalaktozanın əvəzinə mürəkkəb oliqosaxarid olur. Qanqliozidlər beynin boz maddəsində, həmçinin hüceyrə membranında mitoxondriyada və nüvəsində onlara rast gəlinir.

## 18. FERMENTLƏR

Fermentlər (enzimlər)-biokatalitik aktivliyə malik olan yüksək spesifik zülal tərkibli üzvi maddələrdir. Fermentlərin yüksək spesifikliyi və qüvvətli təsir xüsusiyyətlərinə malik olması sayəsində, maddələr mübadiləsi ciddi ardıcılıq üzrə həyata keçir. Fermentlərin adı ferveo sözündən götürülmüşdür. Bu da latınca qıvcırdan deməkdir. Genlərin fəaliyyəti də fermentlərlə tənzim olunur. Ona görə fermentlər deferensiasiya və inkişaf proseslərində də mühüm rol oynayır. Biokimyanın fermentlərin öyrənilməsi ilə məşğul olan sahəsinə fermentologiya və ya enzimologiya deyilir.



*Fermentlər*

Fermentlər bir sıra əlamətlərinə görə qeyri-üzvi katalizatorlardan fərqlənirlər.

1. Fermentlər qeyri-üzvi katalizatorlardan fərqli olaraq çox incə bir şəraitdə (aşağı temperaturda, normal atmosfer təzyiqdə, müəyyən bir pH mühitində və s) təsir göstərir və aktivdirlər. Məsələn, katalaza fermentinin tərkibində olan 1 mq  $\text{Fe}^{3+}$  ionu 10 mld dəfə, qeyri-üzvi birləşmələrdə katalitik təsir edən  $\text{Fe}^{3+}$  ionundan aktividir.

2. Fermentlər qeyri-üzvi katalizatorlardan fərqli olaraq spesifik təsirə malikdirlər. Hər bir ferment yalnız bir biokimyəvi reaksiyanı və ya qurup halında bir tirəyə mənsub olan biokimyəvi reaksiyaları kataliz edir.

3. Hər bir fermentativ biokimyəvi reaksiyanın sürəti hüceyrələrdə özünü tənzimləmə sistemi ilə tənzimlənir.

Orqanizmdən ayrılmış ferment təsir xüsusiyyətinə malik deyildir. Bundan ötrü ayrılmış ferment kimya, əczaçılıq və həmçinin qida sənayesində geniş istifadə olunur.

### **Fermentlərin ayrılması və təmizlənməsi.**

Fermentlərin kimyəvi tərkibini, xassələrini, təsirini və başqa xüsusiyyətlərini öyrənmək üçün onları insan və heyvan materiallarından (həzm şirələri, qan, toxumalar, orqanlar, hüceyrə elementləri və s.), bitkilərdən, mikroorqanizmlərdən ayırmaq və təmizləmək lazımdır. Bu məqsədlə bioloji materialdan, sudan, bufer məhlulundan, qiliserinlə suyun qarışığından və üzvi həlledicilərdən (aseton, etil spirti və s.), fizioloji məhluldan istifadə etməklə ekstraktı və ya homogenatı (homogenizatorada və ya həvəngdə xırdalanmış kütləsi) alınır. Homogenatı müxtəlif sürətlərdə sentrifuqa etməklə hüceyrənin ayrı-ayrı hissələrindən (mitoxondriyalar, ribosomlar və s.) də fermentləri ayırmaq olar. Bu hissələrdən fermentlər növbə ilə dondurmaq və donunu açmaqla, yaxud detergentlərin (çox yüksək səthi fəal maddələrin: dezoksixolatın və s.) təsiri ilə çıxarılır. Hidrolazalar əsasən lizosomlarda, Krebs siklinin və sitoxrom sisteminin fermentləri isə mitoxondriyalarda lokalizasiya olunmuşdur. Bəzi fermentlər Holci aparatında, digərləri isə endoplazmatik torda yerləşir.

Fermentləri ayırmaq üçün aseton tozlarından da istifadə olunur. Həmin məqsədlə yoxlanan material (qaraciyər, böyrək, ürək, dalaq, bağırsaq və s.) əzilərək, bir neçə dəfə soyudulmuş asetonla işlənir. Bu zaman yağabənzər maddələr və s. kənar edilir. Belə işlənmiş material qurudulduqdan sonra bircinsli toza çevrilir. Sonuncudan da bufer məhlulu və ya başqa həlledici ilə fermentli ekstrakt alınır. Ekstraktdan fermenti ayırmaq üçün zülallar aşağı temperaturda spirtlə, asetonla və duz məhlulları (ammonium sulfat və s.) ilə çökdürülür.

Fermentlərin ayrılmasında adsorbisiya hadisəsindən, gelfiltrasiya, elektrofores və xromatoqrafiya üsullarından da istifadə olunur.

Ayrılmış fermentlərin bircinsliyi və təmizlik dərəcəsi həll olmalarına görə, elektroforez, xromatoqrafiya üsulu ilə, ultrasentrifuqa etməklə və fəallıqlarının təyininə görə müəyyənləşdirilir.

Fermentlərin öyrənilməsində K. S. Kirxhofun böyük xidməti olmuşdur. O, 1814-cü ildə səməni ekstraktında nişastanı maltozaya qədər parçalayan maddənin olduğunu müəyyən etmiş, ona amilaza adı vermişdir. 1833-cü ildə isə Fransa alimləri A. Payen və J. Perso arpanın cücertilərindən amilazanı ayırmaqla ilk ferment preparatını əldə etmişlər. Daha sonra bu sahədə XIX əsrin ikinci yarısında E. Buxner, M. Manasseina, A. Lebedev və b. böyük tədqiqat işləri aparmışlar. Fermentlərin öyrənilməsinə dair XX əsrin birinci yarısında İ. Pavlov, A. Bax, C. Samner, D. Nortop, H. Eyler, V. Engelhard, Varburq və başqaları da çox işlər görmüşlər. Bu alimlərin işləri sayəsində fermentlərin kimyəvi tərkibinin və bioloji xüsusiyyətlərinin öyrənilməsində yeni dövr açıldı.

## Fermentlərin quruluşu və kimyəvi təbiəti.

Bütün fermentlər qlobulyar zülallar tipinə aiddir.

1963-cü ildə ribonukleazanın və lizasomun, 1964-cü ildə isə  $\alpha$ -ximotripsinin birinci quruluşu (aminturşu ardıcılığı) müəyyən olundu. 1965-ci ildə rentgenostruktur analiz üsulu ilə lizosimin üçüncü quruluşu açıldı.

Kimyəvi təbiətlərinə görə fermentlər 2 qrupa: birkomponentli və ikikomponentli fermentlərə bölünür. Birkomponentli fermentlər yalnız sadə zülallardan ibarətdir. İkiikomponentli fermentlər isə sadə zülallarla zülal təbiətli olmayan birləşmələrdən əmələ gəlir.

Zülal təbiətli olmayan maddələrə (kofaktorlarla) vitaminlər (məsələn: B<sub>1</sub>; B<sub>2</sub>; B<sub>6</sub>; B<sub>12</sub>; PP və s.), müxtəlif metallar (sink, dəmir, molibden, mis və s.), nukleotidlər adinozin üç fosfat, adenozindifosfat, uridinüçfosfat, uridindifosfatqilikoza, quanozindifosfat-mannoza və s.) birləşmələr aiddir. Bunlar termostabildir.



*Kimyəvi tərkibinə görə fermentlərin təsnifatı.*

Fermentin zülal hissəsinə *apoferment*, zülal olmayan hissəsinə *kofoferment* deyilir. Kofoferment üzvi kofaktordur. Sonuncu

zülalla kovalent rabitə ilə birləşdikdə *prostetik qrup* da adlanır. Koferment fermentə fəallıq, apoferment isə spesiflik verir. Məsələn, karboksilazanın kofermenti tiaminpirofosfat olub, kokarboksilaza da adlanır.

Kobalamin fermentlərinin kofermentləri B<sub>12</sub> vitamininin törəmələridir. Piruvatkarboksilazanın (piroüzüm turşusunu oksalat-sirkə turşusuna çevirir) kofermenti biotindir.

Kofermentə apofermentlə birlikdə *xloferment* (yunanca tam deməkdir) deyilir.

Birkomponentli fermentlərə hidrolazaları, ikikomponentli fermentlərə isə oksidoreduktazaları misal göstərmək olar.

Hazırda müəyyən edilmişdir ki, eyni təsirə malik olub, fiziki-kimyəvi və qeyri xassələri ilə (elktroforetik hərəkətliyində, kinetik xassələrinə, inqibitorlara, aktivatorlara münasibətində, aminturşu tərkibində və s. görə) fərqlənən fermentlər də vardır. Bunlara *izofermentlər* (izoenzimlər) və ya *izozimlər* də deyilir.

İzofermentlər ayrı-ayrı fermentlərin formalarıdır. Müxtəlif bioloji materiyyallarda 50-yə yaxın fermentin izozimləri müəyyən edilmişdir. Bunlardan laktatdehidrogenazanı, fosfatazanı, estera-  
zanı, aminotransferazanı, leysinaminopeptidazanı və s. göstərmək olar. Laktatdehidrogenazanın 5—formasını, izofermenti (LD<sub>1-5</sub>) bəllidir. Bunların hamısının molekulyar kütləsi 134000-ə yaxındır. Tərkiblərində hər birinin molekulyar kütləsi 33500 olan dörd polipeptid zənciri (subvahid) vardır. Bu polipeptid zəncirləri iki tipdə olur. Onlardan biri M (İngilis dilində əzələ deməkdir), digəri H (İngiscə ürəkdə sözüdəndir) zənciri adlanır. Bu zəncirlərdən laktatdehidrogenazanın müxtəlif formaları (LD<sub>1</sub>; LD<sub>2</sub>; LD<sub>3</sub>; LD<sub>4</sub> və LD<sub>5</sub>) əmələ gəlir. Bunlardan bir 4 M (M<sub>4</sub> və ya LD<sub>5</sub>) zəncirindən, digər üç M və bir H (M<sub>3</sub>H) zəncirindən, üçüncüsü iki M və

H ( $M_2H_2$ ) zəncirindən, dördüncüsü bir M və üç H ( $MH_3$ ) zəncirindən, beşincisi isə yalnız dörd H ( $H_4$  və ya  $LD_1$ ) zəncirindən əmələ gəlmişdir. Bu polipeptid zəncirləri aminturşu tərkiblərinə görə fərqlənir və təklidə fermentativ fəallıqları yoxdur.

$M_4$  və  $M_2H$  izofermentləri əsas enerji mənbəyi qlükoliz olan toxumalarda (ağ skelet əzələlərində, embrion tozularında),  $MH_3$  və  $H_4$  isə aerob mübadilə ilə xarakterlənən toxumalarda çox olur.

İzofermentlər molekullarının quruluşuna və müxtəlif orqanlarda miqdarlığına görə də fərqlənir. Bütün orqanlarda laktat-dehidrogenazadan ən çox  $M_4$  forması vardır. Güman edilir ki, hüceyrələrdə nəinki izofermentlər, hətta zülallar da müxtəlif formalarda ola bilər. Odur ki, bu məsələlərin tədqiqinin hüceyrə difrensiasiyasının və morfogenezinin molekulyar əsaslarının öyrənilməsində də çox böyük əhəmiyyəti vardır.

Fermentlərin bəzi növləri birlikdə kompleks əmələ gətirir, *multienzimlər* adlanır-bu növ fermentlər eyni zamanda ardıcıl bir neçə biokimyəvi reaksiyanı kataliz edir. Ferment kompleksi adlanan üç növ fermentdən təşkil olunmuş multifermentim molekul kütləsi 4.500.000 Daltonudur, piroüzüm turşusunun oksidləşməsini və dekarboksizləşməsinin kataliz edir.

Son zamanların tədqiqatları göstərir ki, RNT-nin bəzi növləri zülallarla əlaqəli şəkildə katalitik funksiyaya daşıyırlar. Bunlar *ribozimlər* adlanır. **Ribozimlər**-peptid rabitəsinin hidrolizini, sintezini, polinukleotidlərin fosfoefirləşməsini, mononukleotidlərin polimerləşməsini sürətləndirir. Ribozimlərin katalitik aktivliyə malik olan əsas 12-13 oliqonukleotid olan hissəsidir ki, bunlar *minozimlər* adlanır. Ribozimlərdə ribonukleotidlərin dezoksiribonukleotidlərlə əvəz olunması nəticəsində hibrid quruluşlu *nukleozimlər* alınır. Nukleozimlərin aktivliyi ribozimlərdən üstün-



dür.

Ribozimlərin və nukleozimlərin yeni növlərinin sintezi biokatalizatorların evalyusiyasının başlanğıcı olacaq və gələcək nəslin sağlam inkişafını təmin edəcəkdir.

### **Fermentlərin təsnifatı və nomenklaturası.**

Adətən, hər bir fermenti adlandırmaq üçün onun təsir göstərdiyi substratın adının sonuna "aza" şəkilçisi əlavə edilir. Lakin bütün fermentləri bu cür adlandırmaqla, onları bir-birindən fərqləndirmək mümkün deyil, çünki çox zaman bir substrat müxtəlif fermentlərin təsiri altında bir-birindən əsaslı surətdə fərqlənən kimyəvi çevrilmələrə uğraya bilər. Bununla əlaqədar olaraq, bir sıra hallarda fermentə müəyyən ad verildikdən onun təsir xüsusiyyətini də nəzərə alırlar (laktatdehidrogenaza, suksinatdehidrogenaza və s.). Bununla əlaqədar, fermentlərin adlandırılmasında qeyri-mütəşəkkillik meydana çıxır. Bəzi hallarda eyni bir fermentin adı müxtəlif terminlərlə ifadə olunur və təsir xüsusiyyətlərinə görə bir-birindən kəskin dərəcədə fərqlənən fermentlərə oxşar adlar verilir.

1961-ci ildə cəmi 900-ə qədər ferment növü məlum idi. Onların 1978-ci ildə tərtib olunmuş siyahısına isə 2142 ferment növü daxil edilmişdir. Yeni kəşf edilən fermentlərin sayı ildən-ilə artır. Buna görə də fermentlərin öyrənilməsini asanlaşdırmaq üçün onların əlverişli nomenklatura və təsnifatının tərtib edilməsi zəruridir. Fermentlərin müasir təsnifatı və nomenklaturası 1961-ci ildə biokimyəçilərin Moskvada keçirilən beynəlxalq konqresində bəyənilmiş və qəbul edilmişdir.

Bu təsnifata əsasən, fermentlər kataliz etdikləri reaksiyaların növlərinə görə altı sinfə bölünür: 1) oksireduktazalar, 2)

transferazalar, 3) hidrolazalar, 4) liazalar, 5) izomerazalar, 6) liqazalar (sintetazalar).

Bu siniflərin hər biri müəyyən sayda yarım-siniflərə, onlar isə qruplara bölünür. Yarım-siniflər çox zaman fermentin təsiri ilə dəyişikliyə uğrayan kimyəvi radikalı səciyyələndirir. Təsnifata daxil olan hər bir fermentin özünəməxsus şifri vardır. Fermentlərin şifri bir-birindən nöqtələrlə ayrılmış dörd rəqəmdən ibarətdir. Bu rəqəmlərdən birincisi fermentin daxil olduğu sinfi, ikinci yarım-sinifi, üçüncü qrupu təmsil edir, dördüncü rəqəm isə fermentin qrupdakı sıra nömrəsini göstərir. Məsələn, laktatdehidrogenaza 1.1.1.27 şifri ilə ifadə olunur. Deməli, bu ferment birinci sinfin, birinci yarım-sinifinin, 1-ci qrupunda yerləşir, onun sıra nömrəsi 27-dir. Yeni kəşf edilən fermentlərin şifrini yalnız Beynəlxalq biokimya cəmiyyətinin fermentlər üzrə komissiyası təyin edir. Fermentlər üçün iki cür nomenklatura qəbul edilmişdir: sistemativ və adi (işçi) nomenklaturalar.

Katalitik təsiri tamamilə aydın olan fermentləri sistemativ nomenklatur üzrə adlandırırırlar. Fermentlərin sistemativ adları iki hissədən ibarətdir: birinci hissə substratın adını göstərir. İkinci hissə “aza” şəkilçisi ilə bitir və fermentin kataliz etdiyi reaksiyanı səciyyələndirir. Fermentlərin sistemativ adları yazıldıqda birinci hissə ilə ikinci hissənin arasında tire işarəsi qoyulur.

Fermentlərin adi adları mümkün qədər sadə və qısa olmalıdır. Bu məqsədlə fermentlərin əksəriyyətinin köhnə adları işlədilir.

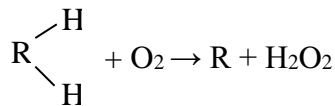
Təbiidir ki, adi adlandırma üsulu, sistemativ adlandırma qədər mükəmməl və dəqiq ola bilməz. Məsələn, sidik cövhərinin hidroliz yolu ilə ammoniyaka və karbon qazına parçalayan ferment hidrolazalar sinfinə daxildir. Onun şifri 3.5.1.5. sistemativ adı-karbamidamidohidrolaza, adı adlanma ilə ureazadır.

Aşağıda fermentlərin müasir təsnifatının müxtəlif qrupları

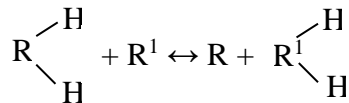
haqqında qısa məlumat verilir.

**I. Oksi-reduktazalar.** Bu sinfə bioloji oksidləşmə proseslərini kataliz edən, hidrogen ionlarının və elektronların daşınmasını həyata keçirən fermentlər daxildir. Onların spesifik koenzimləri və prostetik qrupları olur. Ən mühüm oksireduktazalar aşağıdakılardır:

*Aerob dehidrogenazalar*-hidrogen atomlarını oksidləşən substratdan alaraq, oksigenlə birləşdirir:

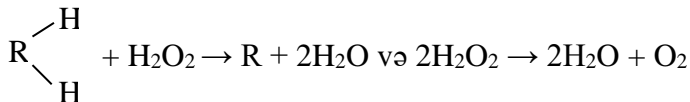


*Anaerob dehidrogenazalar*-hidrogeni bir substratdan digərinə keçirir. Bu cəhətə görə anaerob dehidrogenazalar aerob dehidrogenazalardan fərqlənir. Lakin onların kataliz etdiyi reaksiyalarda oksigen iştirak etmir:



*Sitoxromlar*-bioloji oksidləşmədə elektron daşıyıcı kimi iştirak edən fermentlərdir (məsələn, sitoxromoksidaza).

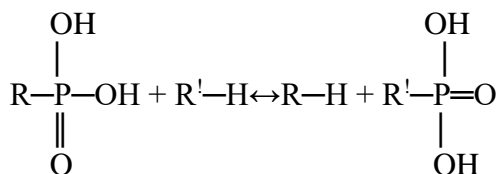
*Peroksidaza və katalaza*-ya hidrogen atomlarını substratdan hidrogenperoksid molekuluna keçirir (peroksidaza), ya da hidrogenperoksidi suya və molekulyar oksigenə parçalayır (katalaza):



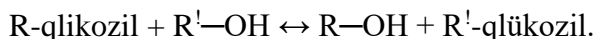
**II. Transferazalar.** Transferazalar-müxtəlif kimyəvi qrupların bir molekuldan digərinə keçirilməsi ilə nəticələnən reaksi-

yaları kataliz edən fermentlərdir. Bu sinfə daxil olan fermentlər daşıyan kimyəvi radikalın növünə görə biri-birindən fərqlənir.

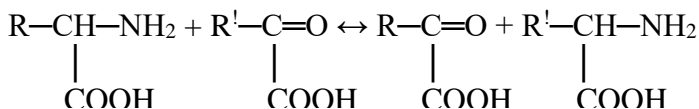
*Fosfotransferazalar*—fosfat turşusu qalıqlarını nukleozid-fosfatlardan başqa maddələrin molekullarına daşıyan fermentlərdir. Bu qrupun ən geniş yayılmış nümayəndələrindən biri fosfat turşusu qalığına ATF-in tərkibindən heksoza molekuluna keçirən heksokinaza fermentidir.



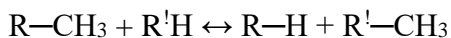
*Qlikoziltransferazalar* – sadə şəkər qalıqlarını daşıyan fermentlərdir.



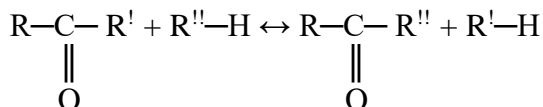
*Amintransferazalar*-amin qrupunu aminturşulsından keto-turşulara daşıyan fermentlərdir.



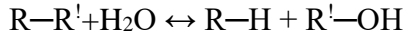
*Metultransferazalar*-metilləşmə reaksiyalarını kataliz edir.



*Asiltransferazalar*-asil qalıqlarını daşıyan fermentlərdir.



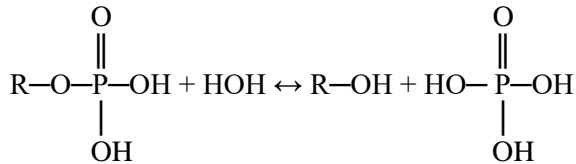
III. **Hidrolazalar.** Hidrolazalar-molekul daxili rabitələrin hidrolitik (su molekulunun birləşməsi ilə müşahidə olunan) parçalanma reaksiyalarını kataliz edən fermentlərdir. Onların ümumi təsir sxemi belə ifadə olunur.



Hidrolazalar adı altında fermentlərin çox böyük bir qrupu birləşir. Bu qrupa daxil olan fermentlər hidroliz etdikləri birləşmələrin təbiətindən asılı olaraq bir neçə yarımqrupa ayrılır.

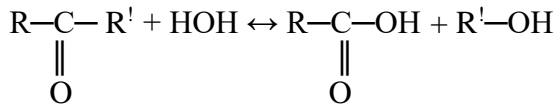
1. *Esterazalar*-mürəkkəb fermentlərin hidrolitik parçalanmasını sürətləndirən fermentlərdir. Bu yarımqrupa aşağıdakı fermentlər daxildir:

a) *Fosfatazalar*-fosfat turşusunu mürəkkəb efirlərini hidroliz edirlər:



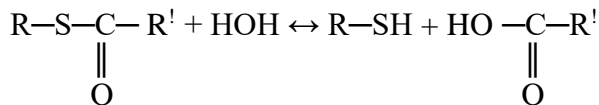
Bunlara qələvi və turş fosfatazalar, qlukoza-6 və qlukoza-1-fosfatazalar, nukleotidazalar, fosfodiesterazalar, ribonukleazalar, dezoksiribonukleazalar və s. aiddir.

b) *karboksiesterazalar*-üzvi turşuların mürəkkəb efirlərini hidroliz edirlər:



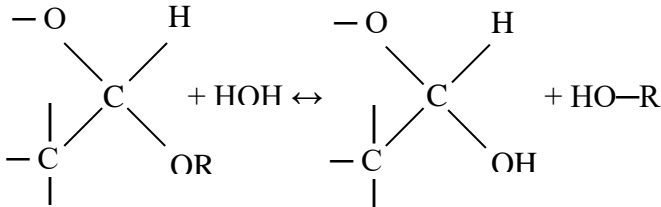
Bunlara sadə esterazalar, lipazalar, fosfolipazalar (A, B, C və D), sulfoesterazalar (sulfat turşusunun efirlərini hidroliz edən fermentlər) və s. aiddir.

2. *Tioesterazalar*-üzvi turşularla tiospirtlərin mürəkkəb efirlərini parçalayır.

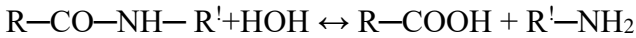


*Asetilkoenzim-A-deasilaza* tioesterazaların nümayəndəsidir.

3. *Qlikozidazalar*-qlikozidlərin hidrolizini sürətləndirən fermentlərdir. Mürəkkəb karbohidratların hidrolitik parçalanmasını kataliz edən fermentlər-amilaza, saxaraza, maltaza, laktaza və s. qlikozidazalar qrupuna aiddir. Bu fermentlər oliqo və polisaxaridləri monosaxaridlərə qədər parçalanmasını təmin edir. Bu fermentlər oliqo və polisaxaridləri monosaxaridlərə qədər parçalanmasını kataliz edir. Bu prosesdə qlükozidazaların təsiri ilə su molekulu  $H^+$  və  $OH^-$  anionlarına ayrılır və yenidən başqa atom və ya qruplarla birləşərək yeni birləşmələrə çevrilirlər.



4. *Peptidazalar*-peptid rabitələrini hidroliz edən fermentlərdir. Pepsin, tripsin, toxuma katepsinləri, karboksipeptidaza, dipeptidazalar və s. yarımqrupuna aiddir.

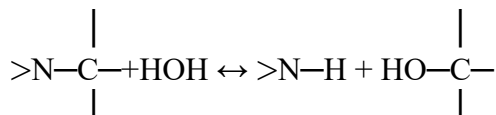


Peptidazalar təsir xüsusiyyətlərinə görə bir neçə yarımqrupa bölünür:

a) *ekzopeptidazalar*-polipeptid zəncirinin üç hissəsində yerləşən peptid rabitələrini tədricən hidroliz edir.

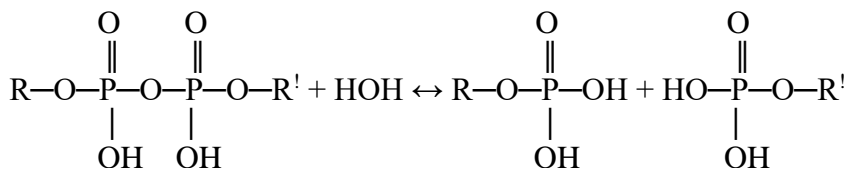
b) *endopeptidazalar*-polipeptid zəncirlərinin orta hissəsində yerləşən peptid rabitələrini parçalayır.

5. *Amidazalar*-amidlərin hidrolizini sürətləndirən fermentlərdir.



Bunlar asparaginaza, ureaza, adenindezaminaza aiddir.

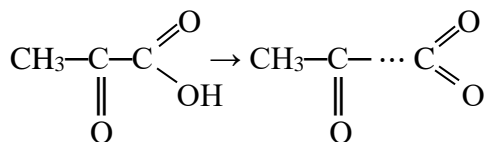
6. *Polifosfatazalar*-fosfat turşusu qalıqları arasındakı anhidrid rabitələrini parçalayan fermentlərdir.



Polifosfatazaların nümayəndələrindən adenozintpifosfatazanı, nukleoziddifosfatazanı və s. göstərmək olar.

**IV. Liazalar.** Liazalar substrat molekullarından bu və ya digər kimyəvi radikalı ayıran fermentlərdir. Hidrolazalardan fərqli olaraq, liazalar hidrolitik təsir göstərmir. Karboksilazaları bu qrupun fermentlərinə misal göstərmək olar.

Karboksilazalar (dekarboksilazalar) aminturşu və ya ketoturşuların tərkibində olan karboksil qruplarını onların molekullarından ayıraraq, karbon qazına çevirir.



**V. İzomerazalar.** İzomerazalar üzvi birləşmələrin müxtəlif izomerlərinin qarşılıqlı çevrilmələrini kataliz edir. Bu qrupa aşağıdakılar aiddir:

*Epimerazalar*-optik izomerlərin birini digərinə (məsələn, qlükozanı qalaktozaya) çevirən fermentlərdir.

*Sis-trans-izomerazalar*-adından məlum olduğu kimi, sis-

izomerləri trans-izomerlərə (və əksinə) çevirir. Məsələn, malein turşusunun fumar turşusuna çevrilməsi:



VI. **Liqazalar (sintetazalar)**. Liqazalar sinfinə pirofosfat rabitələrinin parçalanmasından alınan enerjidən istifadə edərək, sadə birləşmələrdən mürəkkəb maddələrin sintezini sürətləndirən fermentlər daxildir. Liqazalar zülalların, nuklein turşularının, ali-fatik turşuların və başqa birləşmələrin sintezində mühüm rol oynayırlar.

### Fermentlərin tətbiqi

Hazırda fermentlər gündəlik həyatda tətbiq sahəsinə görə aminturşularından və antibiotiklərdən sonra üçüncü yeri tutur.

Dünya bazarında istifadə olunan fermentlərin 60%-i peptidhidrolazaların (sintetik yuyucu maddələrin istehsalında istifadə olunur), 30%-isə qlükozidazaların (qənnadı sənayesində, meyvə-tərəvəz şirələrinin hazırlanmasında istifadə olunur) payına düşür. Fermentlər şərəbçilikdə, çörəkbişirmədə, spirt, pivə, şirələrin istehsalında, tütüncülükdə, göndəri, ət, süd, balıq, konserv sənayesində, şirniyat emalında, məişətdə və başqa sahələrdə də tətbiq olunur.

Çörəkbişirmə sənayesində köbələkdən alınmış ferment (əsasən amilaza) preparatından istifadə xəmirin tez yetişməsini (alınmasını, şişməsini) 30% artırır həmçinin əla növ bulka çörəyin əldə olunmasında saxarozaya 2 dəfəyə yaxın qənaət edir.



Pivəbişirmədə, spirt istehsalında, nişastadan qlükoza alınmasında amilaza fermentindən istifadə edilir. Peptidhidrolaza fermenti-gön dəri istehsalında ət yeməklərinin hazırlanmasında (onlara xüsusi dad verir) istifadə edilir.

Fermentlər təbabətdə bir sıra xəstəliklərin müalicəsində istifadə edilir: Proteolitik fermentlərdən pepsin, tripsin və başqa qarışıq tərkibli (betasid, festal, abomin, panzinorm və başqaları) olanlar-mədə bağırsaq yollarının müalicəsində, qan dövranının təmizlənməsində, trombların həll edilməsində, asparkinaza-xərçəng xəstəliklərinin bəzi növlərinin müalicəsində istifadə olunur.

Son zamanlar bəzi xəstəliklərin diaqnozunda və proqnozunda fermentlərin spesifik xassələrinə əsaslanaraq enzimdiaqnostika yaranmışdır. Beləki, qanda və sidikdə fermentlərin miqdarına əsaslanaraq bəzi diaqnozlar təyin edilir. Məsələn: laktodehidrogenaza (LDG), aspartataminotransferaza (AST) və aldolaza miokard infarktın diaqnostikasında; LDG, AST və alaninaminotransferaza qaraciyər xəstəliklərinin diaqnostikasında; j-qlutamilttransferaza orqanların köçürülmə əməliyyatında onların dəyişirikliyə uğramasının müəyyənləşdirilməsi diaqnostikasında və s istifadə olunurlar.

Biokimya laboratoriyalarında fermentlər bəzi göstəricilərin (qlükoza, süd turşusu, piroüzüm turşusu, ATF, ADF, AMF və s) bioloji materiallarda (qan, toxuma və s.) təyində işlədilir.

Mikrobiologiyanın və biotexnologiyanın nəəliyyətləri bakteriya və köbələk mənşəli fermentlərdən heyvanların yemləri mənimsənilməsini artırmaq məqsədilə istifadəsi get-gedə genişlənilir. Kompleks ferment preparatlarının tətbiqi yemlərdə selluloza və hemisellulozanın da heyvan orqanizmində mənimsənilməsinə şərait yaradır.

Ferment preparatların saxlanılması nəticəsində onların isti-

fadəsi çətinləşir. Tətbiqi enzimologiyanın nəaliyyətləri nəticəsində immobilləşdirilmiş fermentlər-süni ferment qrupları yaradılmışdır. Bu cür immobilləşdirilmiş fermentdə hər bir ferment süni surətdə həll olmayan daşıyıcı ilə birləşir. Daşıyıcı kimi üzvi (sellüloza, dekstrin, aqaroza, xıtın, keratin, fibroin, kollagen) həm də qeyri-üzvi (şüşə, gil, keramika, silikogel, metal oksidləri və s) maddələrdən istifadə olunur.

Son zamanlar biotexnoloji üsul ilə immobilləşdirilmiş fermentlər istehsalına başlanmışdır. Bu cür immeilləşdirilmiş fermentdə hər bir ferment öz aktivliyini saxlayır.

Gələcəkdə fermentativ reaksiyaların mexanizminin tam açılması reaksiyaların sürətlə getməsinə 100% çıxıma nail olmasını, canlı orqanizmdə bir çox xəstəliklərin vaxtında diaqnostikasını və müalicəsini təmin edəcəkdir.

## 19. VİTAMİNLƏR

*Vitaminlər* - hüceyrənin normal həyat fəaliyyəti üçün lazım olan ən vacib bioüzvi maddələrdir. Onlar qidanın əvəzolunmaz komponentləridir. Vitaminlərin çoxusu insan və heyvan orqanizmində sintez olunurlar. Bitkilərdə və mikroorqanizmlərdə aminturşulardan (triptofan,  $\beta$ -alanin, valin, serin və s.), karbohidratlardan (qlükoza, qalaktoza və s.) və qeyri-üzvi birləşmələrdən sintez olunurlar. Vitaminlər bir çox fermentlərin tərkibinə daxildir, bioloji katalizdə mühüm rol oynayır. Onlar orqanizmdə fermentlərin zülal olmayan hissələrinin-koferment və prostetik qruplarının qurulmasında iştirak edir. Onlar bitkilərin, heyvanların və insanların boy və inkişafında da mühüm rol oynayır.

Vitaminlərin mübadiləsi (biosintezi, parçalanması) bitkilə-

rin və heyvanların orqanlarında müxtəlif intensivlikdə getməklə onların yaşından, xarici mühit amillərindən (günün uzunluğu, temperatur, havanın rütubəti, təztiq, şüalanma və s.) və onların orqanizmindən də asılıdır.

Vitaminləri öyrənən elm sahəsi *vitaminologiya* adlanır. Hazırda 50-yə qədər vitamin müəyyən edilmişdir. Onların əksəriyyəti bitkilərdən süni surətdə sintez üsulu ilə alınmışdır.

Struktur və funksiyaları yaxşı öyrənilmiş vitaminlərdən əlavə *vitaminəbənzər* maddələr də mövcuddur. Onların bioloji rolu hələlik yaxşı tədqiq edilməmişdir. Belə maddələrə xolin, inozit, linol turşusu, I-vitamini (S-metilmetionin), B<sub>15</sub>-vitamini (panqam turşusu), orot turşusu, ubixinon, paraaminbenzoy turşusu, karnitin, linol, linolein, araxidon turşuları aiddir. Müəyyən edilmişdir ki, onların qidada çatışmazlığı bir sıra xəstəliklərin yaranmasına şərait yaradır.

### **Vitaminlərin təsnifatı və nomenklaturası**

Vitaminlərin öyrənilməsi 1880-ci ildə N. İ. Lunin tərəfindən başlanmış və ilk dəfə 1911-ci ildə K. Funk tərəfindən düyünün kəpəyində müəyyən edilmişdir. Hələ qədim zamanlarda insanlar arasında bir sıra kütləvi xəstəliklər (sınqa, beri-beri, pellaqra və s.) yayılmışdır. Beri-beri xəstəliyi haqqında məlumatı qədim Çin, Yunan və Hind həkimlərinin əsərlərində təsadüf olunur. 1912-ci ildə polyak alimi K. Funk düyü kəpəyindən alınan və beri-beri xəstəliyində işlədilən kristal maddənin tərkibində amin ( $-NH_2$ ) qrupunun olmasını müəyyən etmişdir və bu maddəyə vitamin (latınca vita-həyat, vitamin-həyat amili) adı verməyi təklif etdi.. Sonralar məlum oldu ki, düyü kəpəyindən alınmış kristal maddə də müxtəlif birləşmələrin qarışığından ibarətdir. Sonralar

qida ilə qəbul edilən, həyat üçün zəruri olan və orqanizm tərəfindən energetik maddə kimi istifadə edilməyən bioloji aktiv maddələr vitaminlər adı altında birləşdirildi. Sonralar aydın olmuşdur ki, tərkibində amin qrupu olmayan vitaminlər də (askorbin turşusu, tokoferol, pridoksin və s.) vardır.

Vitaminlər latın hərfləri ilə adlandırılır. A, B, C, D, E, K vitaminləri və s. Lakin bunlar təsirlərinə görə (antikseroftalmik, antipellaqrik vitaminlər və s.) və kimyəvi tərkiblərinə görə də (tiamin, askorbin turşusu və s.) adlandırılır. Hazırda hər üç adlanmadan istifadə edilir.

Vitaminlər müxtəlif qrup üzvi birləşmələrə aid olduğu üçün onların həll olma qabiliyyətinə görə iki qrupa bölünür.

1. Yağda həll olan vitaminlər – A, D, E, K, Q

2. Suda həll olan vitaminlər – B qrupu (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>5</sub>, B<sub>6</sub>) vitaminləri, C, PP, fol, paraaminbenzoy turşusu və s.

Yuxarıda qeyd edilən vitaminlərin bəziləri bir neçə formada olur. Həmin formalar – *vitamerlər* adlandırılır. Məsələn, A<sub>1</sub> və A<sub>2</sub> vitaminləri A vitamininin, D<sub>2</sub> və D<sub>3</sub> vitaminləri D vitamininin vitamerləridir.

Cədvəl 7.

Vitaminlərin mühüm nümayəndələri

Adlandırılma (nomenklatura)			İnsanların maksimum gündəlik təlabatı, mq-la
Hərflə işarəsi	Kimyəvi adı (beynəlxalq təsdiq olunmuş)	Bioloji təsir xüsusiyyətinə əsaslanan adı	
Yağda həll olanlar			
A	Retinol	Antikseroftalmik vitamin	2,5
D	Kalsiferol	Antiraxitik vitamin	0,025
E	Tokoferol	Nəsiltörətmə vitamini	5,0

K	Filloxinon	Antihemorragik vitamin	0,015
Q	Uboxinon	—	—
Suda həll olanlar			
B <sub>1</sub>	Tiamin	Antinevrit (anegrin)	3,0
B <sub>2</sub>	Riboflavin	Boy artımı vitamini	3,0
B <sub>5</sub> (PP)	Nikotin turşusu	Antipellaqra vitamini	25
B <sub>6</sub>	Piridoksin	Antidermatit vitamini	2,0
B <sub>12</sub>	Siankobalamin	Antianemik vitamin	0,001
C <sub>1</sub>	Askorbin turşusu	Antiskorbut vitamini	100
B <sub>3</sub>	Pantoten turşusu	Antidermatit vitamini	12
H	Biotin	Antiseborrik vitamini	0,01
P	Rutin (sitrin)	Keçricilik vitamini	50

Vitaminlər əvəzolunmaz birləşmələrdir. Onların orqanizmdə müxtəlif miqdarda olmasından asılı olaraq orqanizmin avitaminoz hipovitaminoz və hipervitaminozluq halları yaranır.



*Orqanizmdə avitaminoz, hipovitaminoz və hipervitaminoz halları.*

**Avitaminozluq** – qida maddələrinin tərkibində vitaminlərin tamamilə olmaması halına deyilir. Bir neçə vitaminin olmaması

*poliavitaminoz* adlanır. Bu hal müəyyən xəstəliklərə gətirib çıxarır və orqanizmin məhvi ilə nəticələnir.

**Hipovitaminozluq** – qidada bu və ya digər vitaminin qismən çatışmamazlığı, yəni vitaminlərin səviyyəsinin normadan aşağı düşdüyü hallarda baş verir.

Əmələ gəlmə səbəblərinə görə hipovitaminozları iki qrupa bölmək olar: 1) ekzogen hipovitaminozlar-qida maddələrinin keyfiyyətsizliyi nəticəsində baş verir. 2) endogen hipovitaminozlar-orqanizmdə baş verən patoloji hallarla əlaqədar meydana çıxır.

Hipovitaminozluq hallarında—orqanizmin iş fəaliyyəti aşağı düşür, qaranlıqda görmə zəifləyir, ümumiyyətlə orqanizmin xəstəliklərə qarşı müqaviməti zəifləyir.

**Hipervitaminozluq** – vitaminlərin uzun müddət həddindən artıq qəbul edilməsi nəticəsində baş verir. Bu hal bir sıra xəstəliklərin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Belə xəstələrə *hipervitaminozlar* deyilir. Hipervitaminozluq yağda həll olan vitaminlər (xüsusən A və D) üçün xarakterikdir. Bu hal insan orqanizmində bir sıra allergik xəstəliklərin əmələ gəlməsinə şərait yaradır.

Vitaminlərlə zəngin bitki və heyvan mənşəli ərzaqlarla qidalanma orqanizmdə fermentativ proseslərin normal getməsi üçün əsas amillərdən biridir.

## **Vitaminlərin təyin edilmə üsulları**

Qida məhsullarının tərkibində olan vitaminləri təyin etmək üçün iki üsuldan istifadə edilir: fiziki-kimyəvi və bioloji üsullardan.

Fiziki-kimyəvi üsul müxtəlif vitaminlərin müəyyən kimyəvi reaktivlərlə rəngli reaksiyalar vermək qabiliyyətinə əsaslanır. Bioloji üsulun mahiyyəti bundan ibarətdir ki, heyvanlar müəyyən

müddət ərzində (dəniz donuzu, siçovul və s.) süni, vitaminsiz pəhrizlə qidalandırılırlar, təcrübə heyvanlarında avitaminoz əmələ gəldikdən sonra, onları tədqiq olunan qida maddələri ilə yemləyirlər. Qida maddəsinin müəyyən vitaminin avitaminozunun qarşısını ala bilən miqdarını təyin etməklə, onun tərkibindəki vitaminin aktivliyini hesablayırlar.

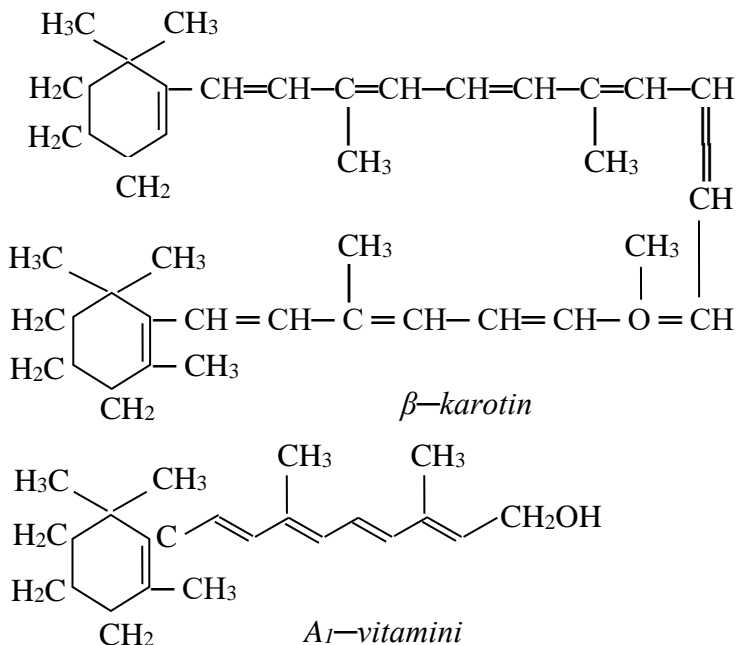
## A vitamini

A vitamini (və ya retinal) bitkilərdə provitamin formada olur. Onun provitamini karotindir. Onun da 3 izomeri vardır:  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -karotin. Karotinlərin qarışığında  $\beta$ -karotin çoxluğu (təxminən 85%) təşkil edir. Bunun bioloji fəallığı 100 götrülərsə,  $\alpha$ -formanınkı 53 və  $\gamma$ -formanınkı isə 27-dir. Karotinlər karbohidrogenlərə aid olub, empirik tərkibi  $C_{40}H_{56}$  olur.

A vitamini insan və heyvan orqanizmində karotindən əmələ gəlir. Bağırsağın selik təbəqəsində və qaraciyərdə karotinazanın iştirakı ilə bir molekul  $\beta$  – karotindən hidrolitik parçalanma nəticəsində 2 molekul,  $\alpha$ -, və  $\gamma$ -karotindən isə bir molekul  $A_1$  vitamini (və ya retinal) əmələ gəlir.

$A_1$  vitamini tsiklik biratomlu doymamış spirtidir. Oksigenli mühitdə tez pozulur. Təmiz halda açıq-sarı rəngli kristallik maddədir,  $63^{\circ}C$ -də əriyir. Suda həll olmur, lakin yağlarda, efirdə, xloroformda, asetonda və s. yağ həlledicilərində yaxşı həll olur. Bunun izomerləri də vardır.  $A_2$  vitaminindən bunun fərqi nüvəsində əlavə (2-ci) ikiqat rabitənin olmasıdır.

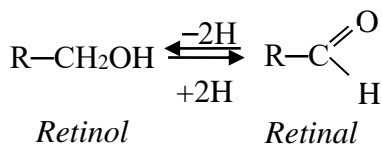
A qrupu vitaminləri zülalların, nuklein turşularının mübadiləsində, bəzi hormonların (insulinin) fəallaşmasında, oksidləşmə-reduksiyalaşma proseslərində iştirak edir.



Şirin su hövzələrində yaşayan balıqların yağında bioloji təsirinə görə retinola oxşar maddə tapılmışdır. Bu maddənin bioloji təsiri retinola nisbətən zəifdir. O kimyəvi quruluşuna görə retinoldan bir ədəd doymamış ikiqat rabitənin olması ilə fərqlənir və bununla əlaqədar dehidroretinol adlanır.

Balinaların qaraciyərində orqanizmə A vitamini kimi təsir göstərən bir maddə alınmışdır. Bu maddə A<sub>3</sub> vitamini adlanır.

*Retinaldehidrogenaza*



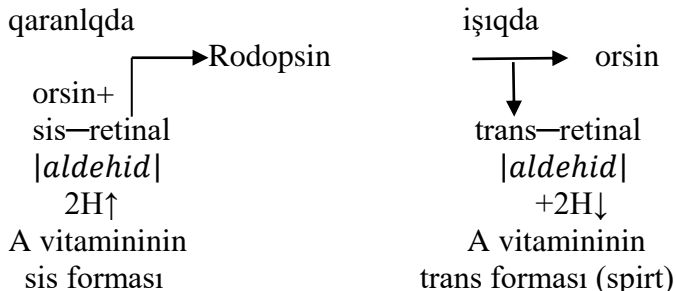
A vitamini orqanizmdə asanlıqla oksidləşmə və reduksiya reaksiyasına uğrayaraq müvafiq aldehidə və əksinə-spirtə çevrilir,



konfiqurasiyasını dəyişdirərək trans formadan sis formaya keçir.

A vitamininin aldehid forması (sis izomeri) opsinlə birləşib rodopsin (görmə purpuru) əmələ gətirir. Bu görmə prosesini də başa çatdırır. Rodopsin işığın təsiri ilə opsinə və A vitamininin sis – formasına ayrılır. Sonuncu isə izomerləşərək trans formaya və A vitamininin aldehid forması isə reduksiya olaraq spirt formasına çevrilir.

Qaranlıqda bu proseslər əksinə gedir. Bu çevrilmələri sxematik aşağıdakı kimi göstərmək olar:



A vitamini çatışmadıqda insan və heyvanlarda görmə prosesi (keratomalyasiya – gözün buynuz təbəqəsinin yumşalması, kseroftalmiya-gözün buynuz qişasının quruması, sinir sisteminin fəaliyyəti və epitel örtüyü) pozulur. Toyuq korluğu və ya hemerlopiya – A hipovitaminoz əmələ gəlir. Bu zaman alaqaranlıqda və axşamüstü görmə qabiliyyəti itir, lizosimin əmələ gəlməsi dayanmır, yoluxmaya həssaslıq artır. Belə xəstələr vərəmə tez tutulur.

Karotinin bir sıra izomerləri (likopin, ksantofil, zeaksantin) də vardır. Likopin narıncı-qırmızı rəngli maddədir, ən çox itburnu meyvəsində, pomidorda olur.

Ksantofilə ( $C_{40}H_{56}O_2$ ) bitkilərin yarpağındakı xloroplastlarda rast gəlinir.

Zeaksantinə ( $C_{40}H_{56}O_2$ ) qarğıdalının dənində təsadüf edilir.

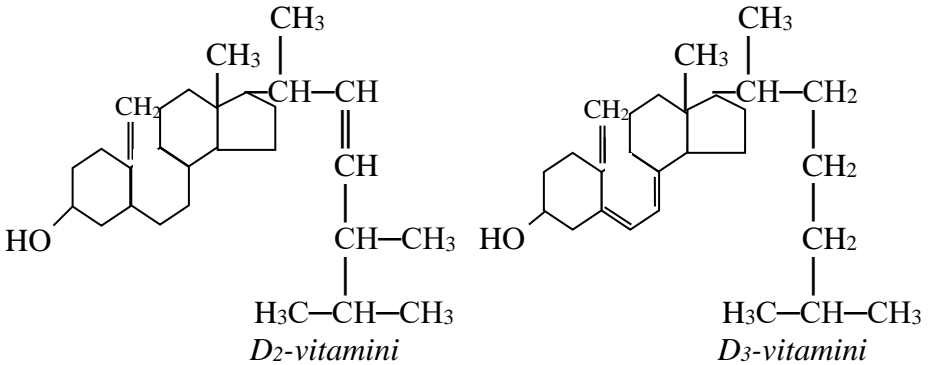
Karotin və onun izomerləri *karotinoidlər* adlanır. Bitkilərin inkişaf fazalarından asılı olaraq karotinoidlərin miqdarı dəyişir. Ən çox çiçəkləmə fazasında olur, sonra isə azalır. Meyvələrin yetişmə dövründə də onların miqdarı çoxalır.

A vitamini ən çox yumurtanın sarısında (2–15 mq%), qaraciyərdə (25 mq%), balıq yağında (27–400 mq%), süddə, kərə yağında və s. olur.

### D vitamini

Buna bir neçə formada (D<sub>2</sub>–D<sub>6</sub>) təsadüf edilir. Bunlardan faydalısı D<sub>2</sub> və D<sub>3</sub> vitaminləridir.

D vitamini və ya kalsiferol bitkilərdə provitamin formasındadır. Bu da sterinlərdəndir. Məsələn, erqosterin D<sub>2</sub> vitamininin provitaminidir. İnsan və heyvan orqanizmində erqosterindən ultrabənövşəyi şüaların təsiri ilə D<sub>2</sub> vitamini (erqokalsiferol) əmələ gəlir. D<sub>3</sub> vitamininin (və ya xolekalsiferol) biosintezində dəridə olan 7–dehidroxolesterindən istifadə olunur. D qrupu vitaminlərinin tərkibində tsiklopentanonperhidrofenantren nüvəsi vardır və quruluşları aşağıdakı kimidir:



D<sub>2</sub> vitamini rəngsiz kristallardan ibarət 4 ikiqat rabitəli siklik doymamış spirtidir. Temperatura davamlıdır, 115-117<sup>0</sup>C-də əriyir.

D vitamini mineral maddələrdən kalsium və fosfor mübadiləsinin nizamlanmasında iştirak edir. Bu vitamin çatışmadıqda körpələrdə raxit və yaşlılarda osteomalyasiya xəstəliyi əmələ gəlir. Raxit mineral mübadilənin pozulması nəticəsində lülə sümüklərin yumşalması və əyilməsi ilə xarakterlənir.

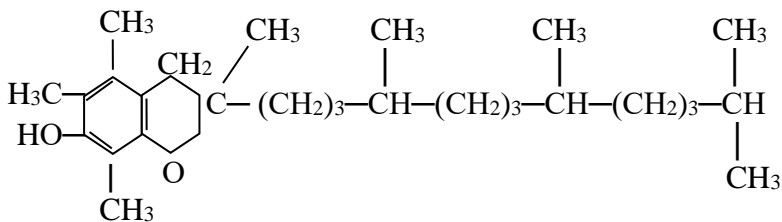
Bütün orqan və toxumalarda fosfor və kalsiumun miqdarı azalır. Qanda kalsiumun miqdarı 10 mq %-dən 7 mq %, fosforun-ku isə 5 mq %-dən 2 mq %-ə qədər azalır.

D vitamini ən çox balıq yağında, süddə, qaraciyərdə, yumurtanın sarısında, kərə yağında və qeyri məhsullarda olur.

## E vitamini

Bu vitamin *əmələgəlmə* (törəmə) prosesini nizamlamaqla, heyvanlarda qısırlığın qarşısını alır. Ona görə də buna *t ö r ə m ə* vitamini və ya tokoferol (nəsil gəzdiren deməkdir) da deyilir.

Empirik formulu C<sub>29</sub>H<sub>50</sub>O<sub>2</sub>. Tokoferolun quruluşu belədir:



E vitamini yağvari maye olub, spirt və efirdə yaxşı həll olur, asan oksidləşir, turşulara və temperatura davamlıdır. Qələvilərdə nisbətən tez həll olur.

Tokoferol yağları oksidləşmədən qoruduğu üçün antioksidant adlanır.

E vitamini həm sərbəst, həm də birləşmiş halda olur. Kələmdə E vitamini 20% sərbəst və 80% zülalla birləşmiş haldadır (M. P. Zaxarovaya görə).

Tokoferol 3 formada:  $\alpha$ ,  $\beta$  və  $\gamma$  olur. Onların başqa formaları da vardır. Lakin əhəmiyyətli yuxarıda qeyd edilənlərdir. Bunların fəallığı eyni deyildir. Ən fəali  $\alpha$ —tokoferoldur. Sonuncunun fəallığı 100 götürülsə  $\beta$ —tokoferolunku 30 və  $\gamma$  tokoferolunku isə 20 olur. Bu formaların miqdarı müxtəlif bitkilərdə eyni deyildir. Pambıq yağında 38%  $\alpha$ , 42% isə  $\gamma$  forma olur. Lakin qarğıdalı yağında tokoferolun 89%-ni  $\gamma$ , 11%-ni isə  $\alpha$  forma təşkil edir.

E vitamini orqanizmdə oksidləşmə - reduksiya proseslərinin nizamlanmasına imkan yaradır. Ona görə bu vitaminin çatışmazlığında əzələlərin oksigenə tələbatı çoxalaraq, onlar distrofiyalaşır.

Müəyyən olunmuşdur ki, E vitamini selenin və ubixinonun metabolizminə təsir edir, həmçinin qocalmanı ləngidir.

E avitaminozluq zamanı heyvanlarda balasalma əmələ gəlir. Spermatozoidlərin, tənəşül hormonlarının əmələ gəlməsi pozulur. Erkəklərin toxumaları degenirasiyalaşır.

E avitaminozu zamanı əzələlərdə fosfor mübadiləsi, xüsusilə adenzinüçfosfatın və fosfagenin çevrilmələri pisləşir. Hüceyrələrin lipoprotein təbəqəsinin zədələnməsi xarakterik əlamətlərdən sayılır.

E vitamini insan və heyvanların hipofiz hissəsində, əzələlərdə və mədəaltı vəzində ən çox toplanır.

Tokoferol bitkilərin yaşıl hissəsində, xüsusən toxumalarda (rüşeymdə) olur. Bu vitaminə ən çox bitki yağlarında təsadüf edilir. O, buğdanın dənində (1 mq%), rüşeymdə (30 mq%), noxudda (6 mq%), daha artıqdır. Pambıq yağında isə 100 mq% E vitamini

vardır. Bu vitamin qaraciyərdə və yumurtanın sarısında da çoxdur. Həmin vitamin bitkinin inkişaf fazasından asılı olaraq artıb-azalır. Toxum cücərəndə və bitkinin inkişafı zamanı vitaminin sintezi artır.

İtburnu meyvəsi, alma toxumu, dənli bitkilər və onlardan alınan yağlar, qaramal və donuz əti, kərə yağı, bitki yağları, kələm bu vitaminlə zəngindir.

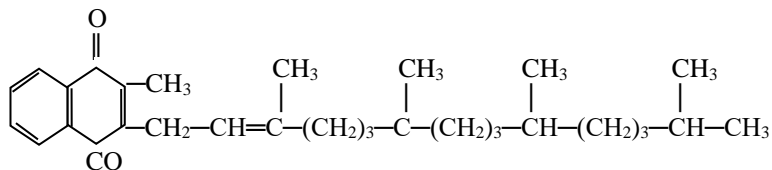
## K vitamini

Buna a n t i h e m o r r o k i k vitamini də deyilir. Bu qanın laxtalanmasında iştirak etdiyindən onun çatışmamazlığında qan laxtalanma qabiliyyətini itirir. Bədənin müxtəlif hissələrində (dəridə, qarın boşluğunda, əzələlərdə) qan sızmaları müşahidə edilir, qan azlığı baş verir. Bu vitamin protrombinin əmələ gəlməsində iştirak edir, prokonvertini stabiləşdirir.

K vitamini açıq-sarı rəngli kristallik maddə olub, 52<sup>0</sup> C temperaturda əriyir. Reduksiya etdikdə rəngsizləşir, oksidləşdikdə isə saralır. Bu vitamin ultrabənövşəyi şüaların və qələvilərin təsirinə pozulur. Lakin havada uzun müddət, hətta 120<sup>0</sup> C-yə kimi qızdırdıqda belə pozulmur.

K vitaminləri üzvi həlledicilərdə yaxşı həll olur. O bir neçə formada olur. Onlardan K<sub>1</sub> və K<sub>2</sub> vitaminləri əsasdır. K<sub>1</sub> vitamininə α-filloxinon, K<sub>2</sub> vitamininə isə farnoxinon da deyilir.

K<sub>1</sub> vitamininin tərkibi aşağıdakı kimidir:



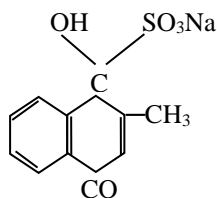
Bunun kimyəvi adı 2-metil-3-fetil-1,4-naftoxinondur. Bu 1940-cı ildə sintetik yolla da alınmışdır.

K vitamini naftaxinon qrupuna aiddir. Bunun bioloji fəallığında nüvəsi əsas rol oynayır, yan zəncir isə az əhəmiyyətlidir.

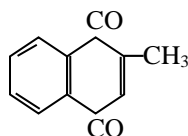
K vitaminləri orqanizmdə parçalanaraq 2-metil-1,4-naftoxinona da çevrilir ki, bu da zəif də olsa, fəallığa malikdir. Bu, K<sub>3</sub> vitamini də adlanır.

K vitamininin çatışmazlığına quşlar, xüsusən cavanlar çox həssasdır. O, bitgilərdə ən çox qara yoncada, kələmdə, ispanaqda, yerkökündə, gicitgəndə və qarğıdalının saçağında olur.

Təbabətdə və baytarlıqda ən çox K vitamininin əvəzedicisi olan vikasol və ya metil-naftoxinonun bisulfitli törəməsi işlənir.



*Vikasol*



*K<sub>3</sub>-Vitamini*

Bu maddə suda yaxşı həll olur, toksiki təsiri azdır və bilavasitə qana yeridilə bilər.

Vikasoldan qanaxmalarını dayandırmaq üçün də istifadə edilir.

### **F-vitamini.**

Linol, linolen və araxidon turşuları F vitamini (fat ingiliscə yağ deməkdir) sayılır. Bunlardan ən fəal araxidon turşusudur. Vitaminlər ən çox bitki yağlarında (qarğıdalı, günəbaxan) olur, insan və heyvanlarda sintez olunmur. Qeyd edilən turşular suda həll olmur, lakin üzvi həlledicilərdə yaxşı həll olur və yüksək bio-

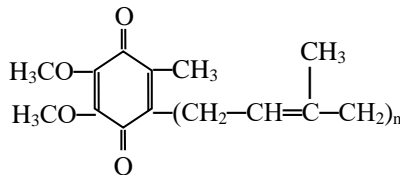
loji fəal maddələrdir. Plastik funksiya daşıyır. Bu turşuların bəzilərindən bir qrup prostaqlandinlər əmələ gəlir.

F vitamininin çatışmazlığı siçovullarda tüklərin tökülməsinə, dermatitə, boy inkişafının dayanmasına səbəb olur. Ağır formada insanda damarlarda skleroz, hiperxolesterinemiyə müşahidə edilir, yolxucu xəstəliklərə həssaslıq artır.

Kənd təsərrüfatı heyvanlarında F vitamininin çatışmazlığı yaxşı öyrənilməmişdir, lakin müəyyən edilmişdir ki, süd məhsuldarlığı azalır, cavanların boy inkişafı dayanır, nəsl vermə pozulur.

### Q vitamini. Ubixinon.

Q vitamini yaxud koferment (K<sub>o</sub>Q) adlanır. Ubixinon və ya koenzim Q canlı aləmdə çox geniş yayılmış kofermentlərdən biridir. Ona canlıların toxuma və hüceyrələrində təsadüf edilir. Koenzim Q əksəriyyət etibarilə hüceyrələrin mitoxondrilərində olur. O, toxuma tənəffüsü (bioloji oksidləşmə) prosesində elektronların membran dehidrogenazalarından sitoxrom sisteminə keçirilməsində iştirak edir. Lakin ona başqa ferment sistemlərində də (məsələn, qaraciyərin aldehidoksidazasının tərkibində) təsadüf olunur.



*Ubixinon (koenzim O)*

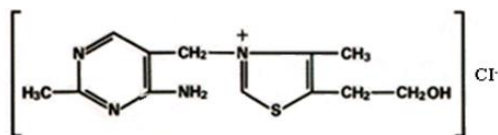
Koenzim Q-nün kimyəvi quruluşunun əsasını 2,3-dimetoksi-5-metil-1,4-benzoxinon təşkil edir. Onun yan zənciri müxtəlif miqdarda izoprenoid qalıqlarından ibarətdir.

Ubixinon suda həll olmayan maddədir, oksidləşmə-reduksiya qabiliyyətinə malikdir. Bu vitamin mitoxondriyaların daxili membranlarında elektron köçürücü zülalların tərkibinə daxildir. Tənəffüs prosesində flavoproteidlərdən (membran dehidrogenazlardan) V sitoxromdakı dəmirə elektronların köçürülməsində koferment funksiyasını yerinə yetirir. Bu vitamin heyvan məhsullarında sintez olunur. Ubixinon bitki və heyvan məhsullarında vardır. Heyvan orqanizmində ən çox qaraciyərdə olur.

KoQ-əzələ distrofiyası və ürək fəaliyyətinin çatışmazlığı hallarında da şəfaverici təsir göstərir.

### **B<sub>1</sub> vitamini.**

B<sub>1</sub> vitamini (və ya tiamin) rəngsiz, acı kristal maddədir, suda yaxşı həll olur, temperatur və turş mühitdə davamlıdır. Zəif qələvi mühitdə tez pozulur. Tərkibində həm kükürd, həm də amin qrupu olduğuna görə B<sub>1</sub>-vitamininə tiamin də deyilir. Tiamin (və ya anevrin) primidin nüvəsi ilə tiazol halqasından əmələ gəlmişdir. Bu vitaminin kimyəvi quruluşu Vilyams və Vandaus tərəfindən aydınlaşdırılmışdır və quruluşu belədir:

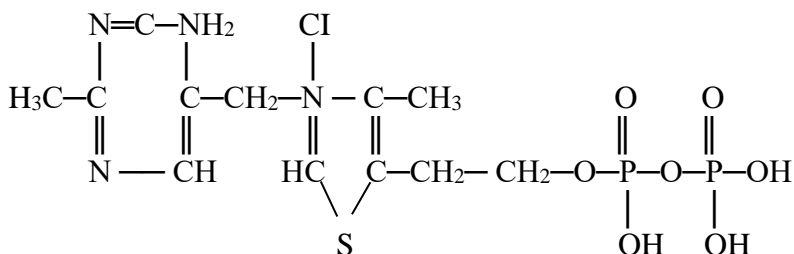


*B<sub>1</sub> vitamininin quruluşu.*



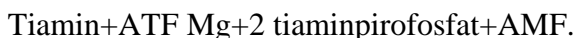
B<sub>1</sub> vitamini tiaminxlorid formada turş mühitdə mövcuddur.

Neytral və qələvi mühitdə bu quruluş dəyişir, tiamin molekulunda sərbəst aldehid və sulfhidril qrupları yaranır. Bu vitamin insan və heyvanların orqanizmində tiamin pirofosfat formasındadır, sərbəst şəkildə olmur.



*Tiaminpirofosfat*

Tiaminin fosforlaşması qaraciyərdə tiaminpirofosfokinazanın iştirakı ilə gedir. Reaksiya sxematik belə yazılır:



Tiaminpiro-fosfat karboksilaza fermentinin kofermentidir. Odur ki, buna kokarboksilaza da deyilir. Tiaminpirofosfat amin-turşularının mübadiləsində (karboksilsizləşməsində) iştirak edir. O kifayət qədər sintez olunmadıqda karbohidratların aralıq mübadiləsi, xüsusilə piroüzüm turşusunun dekarboksilləşməsi pozulur.

B<sub>1</sub> vitamini lipotiamindifosfat (LTDF) formasında piroüzüm, quzuqulaqsirkə, alfa-ketoqlutar turşularının oksidləşməklə, dekarboksilləşməsini kataliz edən fermentlərin dehidrogenazaların tərkibinə daxil olur.

İnsan və heyvanlarda B<sub>1</sub> vitamin çatışmadıqda beriberi (sinqalezcə-bacarmıram deməkdir) xəstəliyi və ya polinevrit əmələ gəlir. Bu xəstəlik, əsasən ürəyin və sinir sisteminin fəaliyyətinin pozulması ilə xarakterlənilir.

Xəstə müvazinətini itirir, çox arıqlayır. Orqanizimdə karboksilaza azalır, toxumalarda piroüzümturşusunun miqdarı çoxalır, oksidləşmə-reduksiya prosesləri pozulur. Buna sinir toxuması çox həssasdır və polinevrit də bununla əlaqədardır.

B<sub>1</sub> vitaminin yemdə çatmazlığına at, donuz, it və adadovşanı daha çox həssasdır.

Gövşəyən heyvanların B<sub>1</sub> vitamininə tələbatı azdır. Çünki onların mədə önlüklərindəki mikroflora bu vitamini sintez edir. Quşlarda və tək kameralı heyvanlarda anevrin əsasən kor bağırsaqda sintez olunur.

B<sub>1</sub> vitamini müxtəlif bitkilərin ayrı-ayrı orqanlarında müxtəlif miqdardadır. Bitkidə B<sub>1</sub> vitamini yetişmə fazasında yarpaq və gövdədən toxuma keçir. Buğdanın dənini yetişmə dövründə onda 2,4 mq/kq, tam yetişmədə 5,4 mq/kq tiamin olur. Tiamin dənli-paxlalı bitkilərin (düyü, noxud, buğda, vələmir və s.) qabığına daha çoxdur (0,02-0,06 mq %). Buğda dənində 1-1,5 mq % B<sub>1</sub> vitamini var.

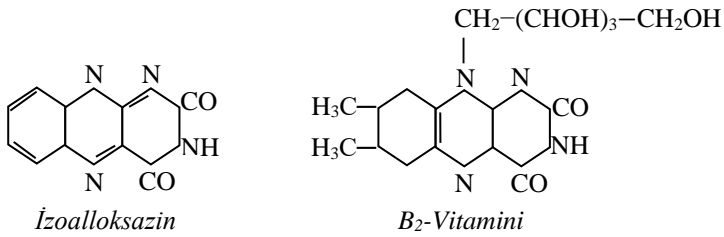
B<sub>1</sub> vitamini heyvan məhsullarından ən çox qaraciyərdə, böyrəklərdə, ürəkdə, daha çox isə pivə mayasında mövcuddur.

## **B<sub>2</sub> vitamini.**

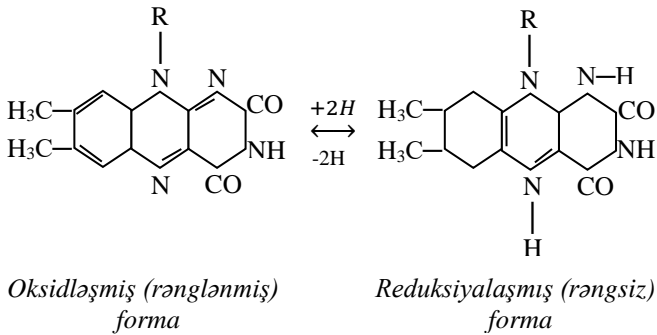
B<sub>2</sub> vitamini və ya riboflavin metilləşmiş izoalloksazınla ribitol spirtindən əmələ gəlir. O, suni halda da sintez edilmişdir.

Bu vitaminin kimyəvi adı 6,7 dimetil-9-ribitilizoalloksazindir.

B<sub>2</sub> vitamini sarı kristal maddə olub, suda yaxşı həll olur, 2,92<sup>o</sup>C temperaturda əriyir. Temperatur və ultrabənövşəyi şüaların təsirinə davamsızdır. İşığın təsiri ilə ribitola və dimetilizoalloksazinə parçalanır.



Flavinlər qrupuna aid olduğundan və tərkibində ribozanın qalığını saxladığı üçün ona riboflavin də deyilir. Bu vitamin flavin fermentlərinin kofermentidir. Hazırda 30-a yaxın flavin fermentləri məlumdur. Bunların az qismində prostetik qrup riboflavinfosfatdır, çoxunda isə flavinadenin dinukleotiddir (FAD) yəni B<sub>2</sub> vitamini ilə adenilnukleotidin kompleksidir. Bu vitamin tərkibindəki ikiqat rabitə hesabına özünə hidrogen molekulunu birləşdirmək və ayırmaq qabiliyyətinə malikdir. Hidrogenlə birləşəndə rəngsizləşir, hidrogəndən ayrılanda isə əvvəlki rəngini alır.



Odur ki, B<sub>2</sub> vitamini oksidləşmə-reduksiya proseslərində, toxuma tənəffüsündə iştirak edir.

B<sub>2</sub> vitamin heyvan orqanizmində sərbəst və zülallarla birləşmiş formada-kompleks şəklində olur.

Riboflavin asan fosforlaşır. Riboflavin fosfat efiri formasında aminturşuları oksidazasının, ksantinoksidazanın, müxtəlif

dehidrogenazanın da tərkibinə daxildir. Sarı tənəffüs fermenti də riboflavinin fosfat efiri ilə zülaldan ibarətdir.

B<sub>2</sub> vitamini çatışmadıqda insan və heyvanlarda hemoqlobinin, oksireduktazaların sintezi, boy və inkişaf əlaqədar olan oksidləşmə prosesləri pozulur, dermatit əmələ gəlir, boy prosesi və qanın regenerasiyası ləngiyir, gözlər xəstələnir, tüklər tökülür.

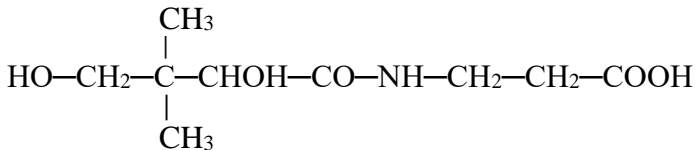
Riboflavinin çatmazlığına donuz, it və quşlar daha həssasdır. B<sub>2</sub> vitamininin sintezi həm işıqda, həm də qaranlıqda gedir. Onun miqdarı toxum cücərməyə başlayandan çiçəkləmə fazasına qədər artır. Bu vitamin cavan orqanlarda daha çoxdur.

Bitkilərdə B<sub>2</sub> vitamini sintez olunduqda onların azot ehtiyatı çoxalır. B<sub>2</sub> vitamini bitginin dənində, xüsusən kəpəyində daha çox olur. Buğdanın qabığına 0,5 mq % və dənində isə 0,1 mq % B<sub>2</sub> vitamini vardır. Bu vitaminin miqdarı tərəvəz bitkilərində 0,03-0,1 mq % arasında dəyişir.

Heyvan məhsullarından B<sub>2</sub> vitamini böyrəklərdə, qaraciyərdə (3,4 mq%), süddə (0,03-0,3 mq%), pendirdə, ətdə (0,3mq%) və yumurtada, pivə mayasında çoxdur.

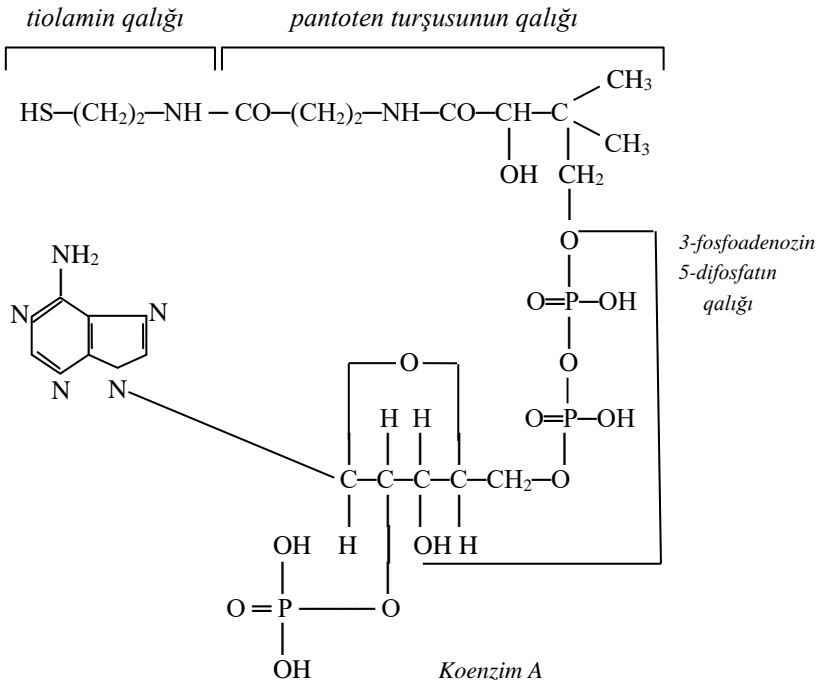
### **B<sub>3</sub> vitamini.**

Pantoten turşusu və ya B<sub>3</sub> vitamini aminsizləşmiş valinin metilləşmiş törəməsi (yəni dimetildioksiyağ turşusu) ilə β-alanindən ibarət olub, tərkibi belədir.



Pantoten turşusu (və ya pantoten) açıq sarı yapışqanvarı

yağa bənzər mayedir. Suda yaxşı həll olur. Turşu və qələvilərin iştirakı ilə hidroliz olunur, peptid rabitəsi pozulur. Az davamlıdır, asan oksidləşir. Bu vitamin sintez edilmişdir. İnsanın, heyvanların və bitkilərin həyatında pantoten turşusunun rolu çox böyükdür. O, koenzin A-nın tərkibinə daxil olmaqla, mübadilədə mühüm rol oynayır.



Karbon turşularını (sirkə turşusu, palmitin turşusu və s.) fəallaşdırmaqla, onların oksidləşməsinə şərait yaradır, zülalların mübadiləsi və lipoidlərin sintezində iştirak edir.

Pantoten turşusunun çatışmamazlığından insan və heyvanlarda dermatit baş verir, tüklər piqmentasiyasını itirir, tökülür, sinir sisteminin, böyrəküstü vəzlərin və ürəyin fəaliyyətində pozğunluq əmələ gəlir.

Pantoten turşusu gövşəyən heyvanların işkənbəsində, təkdırnaqlıların və quşların bağırsağında mikroorqanizmlər tərəfindən də sintez olunur. Lakin sonuncuların tələbi ödənilmir.

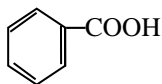
Heyvan toxumalarında pantoten turşusunu parçalayan fermentlərə təsadüf edilməmişdir. O orqanizmdən sidiklə xaric olunur.

Atın yeminin hər kiloqramında 3,2 mq, cücələrində isə 9 mq pantoten turşusu olduqda onların orqanizminin tələbi ödənilir.

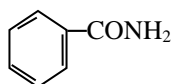
Pantoten turşusu ən çox bitkilərin yaşıl hissəsində, yarpaqlarda və mayalarda olur. Bundan başqa, düyü kəpəyində (1,5 – 2 mq%), buğdada (1 mq%), buğda kəpəyində (2,5 mq%), kartofda, kələmdə (0,4 mq%), otda (1,2 mq%), dənli bitkilərin qabığına mövcuddur. Bu vitaminə qaraciyərdə, ətdə, yumurtada və süddə də çox rast gəlinir.

### **B<sub>5</sub>-vitamini (və ya PP)**

Bu vitamin nikotin turşusu və onun amidindən ibarətdir. B<sub>5</sub> vitamini, yaxud niasin su və spirdə yaxşı həll olan, zəif turşu maddədir, temperatürə davamlı, ağ kristallik maddədir.



*Nikotin turşusu*



*Nikotinamid*

Nikotin turşusu 236<sup>0</sup>C-də, nikotinamid isə 129<sup>0</sup>C-də əriyir. Bu vitamin nikotinamid formada oksidoreduktaza fermentlərində koferment: nikotinamidadenin nukleotid (NAD) və nikotinamidadenin nukleotid fosfat (NAOF) funksiyasını yerinə yetirir, yəni anaerob dehidrogenazanın tərkibində olur, bioloji oksidləşmə

reaksiyalarını sürətləndirir, karbohidratların və yağ turşularının, fosfatidlərin parçalanmasında iştirak edir. PP vitamini donuzda, itdə, quşlarda və s. heyvanlarda triptofandan da əmələ gəlir. Nikotin turşusunun biosintezi kövşəyən heyvanların işkənbəsində və cücelərin bağırsağında daha intensiv gedir.

B<sub>5</sub> vitamini çatışmadıqda insanlarda pellaqra xəstəliyi əmələ gəlir. Bu da dərinin açıq yerlərində (sifətdə, əllərdə, ayaqlarda) simmetrik yaraların əmələ gəlməsi və sinir pozğunluqları (qısa müddətli huşsuzluq-demensiya) ilə xarakterlənir. Bu xəstəliyə körpə və yaşlı donuzlar, ev quşları daha çox həssasdır.

Ərzaq məhsullarında nikotin turşusu olmadıqda toxuma tənəffüsündə iştirak edən bir sıra fermentlərin sintezi pozulur. Bu vitamin karbohidrat mübadiləsində iştirak edir. Bundan əlavə nikotin turşusu azot mübadiləsinə, qanda xolesterinin miqdarına, yağ turşularının sintezinə təsir göstərir. Bu vitamin qan yaranmada iştirak edir.

Bu vitamin dənli bitgilərin toxumunda, qabıq hissəsində çoxdur. Buğdanın qabığında 15-30 mq %, dənində isə 5-7 mq %, noxudda 2 mq %, kartofda 1 mq % PP vitamini vardır.



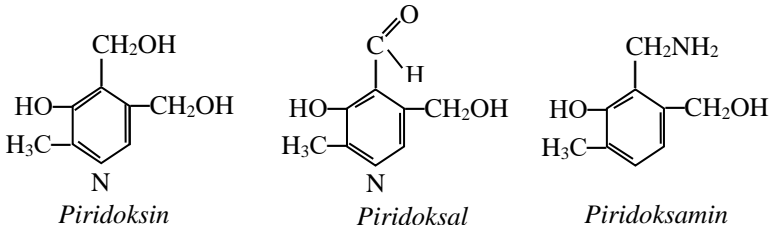
*Dəridə pellaqra xəstəliyinin əlamətləri.*

Bu vitamin yabanı bitkilərdən yemlikdə 3,1 mq %, yolotunun tərkibində isə 1,4 mq % olur. Heyvan məhsullarından PP vita-

mini qaraciyərdə, böyrəklərdə və ətdə də çoxdur.

### B<sub>6</sub> vitamini.

Bu vitaminə piridoksin və ya adərin də deyilir. Piridoksin piridin in törəməsi olub, kimyəvi adı 2-metil-3-oksi-4,5-dioksi-metilpiridindir. Bu quruluş sintezlə də təsdiq edilmişdir. Piridoksin 2 formada olur: piridoksal və piridoksamin. Bu vitamin çoxcəhətli xüsusiyyətlərə malikdir. İnsanların bağırsaqlarında saprofit həyat sürən bəzi mikroorqanizmlər B<sub>6</sub> vitamini sintez edə bilir. Onların sintez etdiyi B<sub>6</sub> vitamini insanın tələbatını ödəyir.

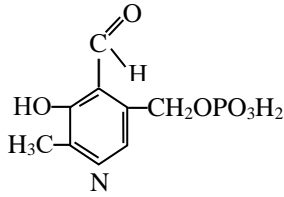


Orqanizmdə piridoksin oksidləşərək piridoksala və sonuncu isə aminləşib piridoksaminə çevrilir.

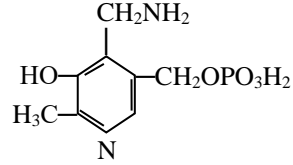
B<sub>6</sub> vitamini su və spirtə yaxşı həll olan, acı dadlı ağ kristallik maddədir, 160<sup>0</sup>C-də əriyir, işığın təsirindən tez pozulur, turşu və qələvilərə, qızdırmaya qarşı davamlıdır. Piridoksal 225<sup>0</sup>C-də, piridoksamin isə 193<sup>0</sup>C-də əriyir, rəngsiz kristal maddədir.

B<sub>6</sub> vitamini fosfopiroksidal halında aminoferaza və dekarboksilaza fermentlərində koferment rolunu oynayaraq təkrar aminləşmədə, zülalların mübadiləsində, aminturşularının dekarboksilləşməsində, təkrar sulfatlaşmasında, purin əsaslarının, hemoqlobinin, kreatinin sintezində, yağların mübadiləsində iştirak edir.





*Fospipridoksal*



*Fospipridoksamin*

Heyvanlarda (donuz, it, quş və s.) B<sub>6</sub> avitaminozu zülal mübadiləsini pozması və dermatitlə, anemiya ilə xarakteriklənir. Heyvanların boy inkişafı ləngiyir, sinir pozğunluqları baş verir. Donuzlarda hemoqlabinin miqdarı 30% azalır. Triptofanın mübadiləsi pozulduğundan sidiklə ksanturen turşusu ayrılır. Bu vitamin insanın qidasında çox olduğundan onda B<sub>6</sub>-avitaminozluğu əmələ gəlmir.

Gövşəyən heyvanların B<sub>6</sub> vitamininə olan tələbatı onların işkənbəsində sintez edilən vitamin hesabına ödənilir.

B<sub>6</sub> vitamini təbiətdə geniş yayılmışdır. O, qaraciyərdə, yumurtada, mayalarda çoxdur.

B<sub>6</sub> vitamini buğda da 0,5 mq%, kartofda 0,2 mq%, sarıkökdə 0,1 mq% olur. Noxudda da xeyli olur.

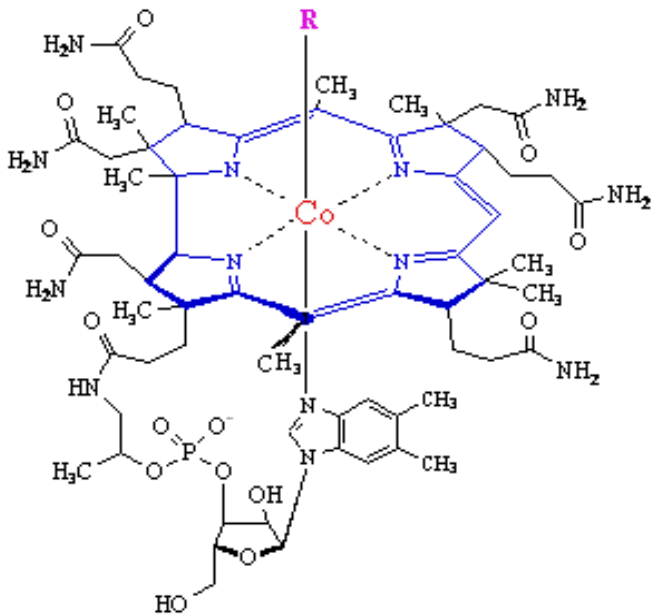
### **B<sub>12</sub> vitamini.**

B<sub>12</sub> vitamini və ya siankobalamin porfirinə yaxın mürəkkəb maddə olub, tərkibində ribozanın qalığı, üzvi fosfor, sian (CN-) qrupu və metilləşmiş benzimidazol halqası vardır. B<sub>12</sub> vitamininin tərkibində kobalt da olur. Onun tərkibi (C<sub>63</sub> H<sub>90</sub> N<sub>14</sub> PC<sub>00</sub>) və quruluşu tam öyrənilib sintez olunmuşdur.

Gövşəyən heyvanların mədəsində saprofit halda yaşayan bəzi bakteriyalar B<sub>12</sub> vitaminini sintez edir. Belə heyvanların qidasında kifayət qədər kobalt olduqda onları B<sub>12</sub> vitamininə qarşı

tələbatları bakteriyaların fəaliyyəti sayəsində ödənilir. Torpağında kobalt olmayan otlaq sahələrində qidalanan heyvanlarda B<sub>12</sub> vitamininin çatışmazlığı hallarına tez-tez təsadüf edilir. Çünki belə heyvanlar B<sub>12</sub> vitaminini sintez edən bakteriyaların fəaliyyəti üçün lazım gələn kobaltla təmin edilmir. İnsanların bağırsaqlarında B<sub>12</sub> vitaminini sintez edən bakteriyalara rast gəlinir, ancaq onlar tələbatı ödəmir.

Siankobalamin iynəvari-yaqutu-qırmızı rəngli, iysiz, dad-sız kristal maddədir. Suda məhlulu açıq-yasəmən rəngdədir. Bu vitamin suda yaxşı həll olur, kristalları 300<sup>0</sup>C-də əriyir, benzolda, efirdə, asetonda və xloroformda həll olmur. İşıqda fəallığını itirir, amma qaranlıqda uzun müddət qalır. Optik fəaldır. B<sub>12</sub> – vitamininin bəzi törəmələri bir sıra ferment sistemlərinin fəaliyyətində koferment (kobamid kofermentləri) şəklində iştirak edir və tərkibi belədir:



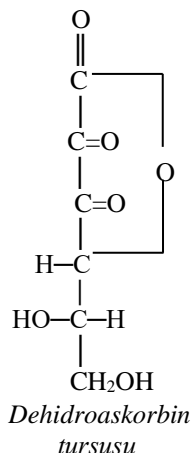
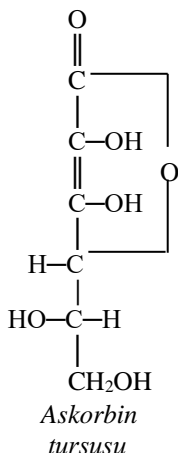
B<sub>12</sub> vitamini yüksək bioloji fəal maddə olub, mübadilə proseslərində: nuklein turşularının sintezində, təkrar metilləşmə reaksiyasında, aminoturşularının və zülal mübadiləsində, qan əmələ gətirmədə fəal iştirak edir. B<sub>12</sub> vitamini çatışmadıqda yaman keyfiyyətli (pernisioz) anemiya və ya Addison-Birmer xəstəliyi əmələ gəlir. Qandoğurma prosesi pozulur. Ona görə əsas anti-anemik amil sayılır. Bu vitamin maldarlıqda geniş işlənir. Onu donuzların və quşların yem payına qatdıqda çəkisi 15% artır və sonuncular çox yumurta verir. Bu vitamin bitgilərdə çox az olur. Onu mikroorqanizmlər və köbələklər sintez edir. Gövşəyən heyvanların həzm kanalında asanlıqla əmələ gəlir. Odur ki, qida ilə qəbul etməyə ehtiyac yoxdur.

B<sub>12</sub> vitamini heyvan məhsullarında: süddə, ətdə, yumurtda, qaraciyərdə, böyrəklərdə, balıqda çoxdur.

### **C vitamini.**

C vitamini ilk dəfə İ. Drumm (1919) bitki şirəsindən almışdır. 1923-cü ildə Sent-Dyerdi və S. Zilve C vitamini ilə güclü reduksiyaedici qabiliyyətinə malik olan heksuron turşularının xassələri arasında ümumi cəhətlər olduğunu aşkara çıxarmışdır. 1931-ci ildə N. A. Bessonov kələm şirəsində C vitamininin kristallik preparatını əldə etmişdir. 1933-cü ildə A. Reyxşteyn C vitaminini sintetik yolla əldə etmişdir.

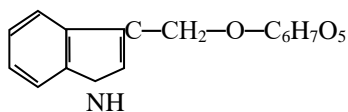
Buna askorbin turşusu da deyilir, sorbon turşusunun laktonudur. C vitaminində endiol qrupu (HO—C=C—OH) olduğundan hidrogen alıb-vermə qabiliyyətinə malikdir. Ona görə də oksidləşmə-reduksiya proseslərində iştirak edir. Tərkibi aşağıdakı kimidir:



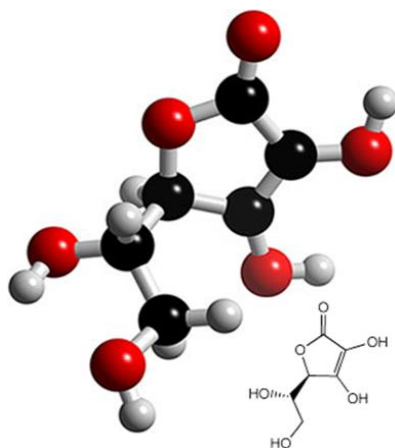
Aksorbin turşusundan bir molekul hidrogen çıxarıldıqda dehidroaskorbin turşusu alınır. Sonuncuya hidrogen birləşdikdə isə əksinə askorbin turşusuna çevrilir. Dehidroaskorbin turşusu diketoqulon turşusunun laktonudur.

C vitamini suda və spirtdə yaxşı həllolan, turş dadlı, rəngsiz, davamsız kristal birləşmədir. 192<sup>0</sup>C temperaturda əriyir, oksidləşdiricilərin təsirindən tez pozulur, havada asan oksidləşir.

Askorbin turşusu orqanizmdə əsasən oksidləşmiş, yaxud zülallarla birləşmiş formada askorbigen halında olur.



Sonuncunun fizioloji təsiri nisbətən azdır, ancaq fiziki-kimyəvi təsirlərə davamlıdır. Birləşmiş askorbin turşusu keçinin qaraciyərində C vitamininin 90%-ə yaxınını təşkil edir.



*C vitamininin fəza quruluşu.*

C vitamininin əsas funksiyalarından biri kollagenin sintezində iştirak etməsidir. Kollajendə damarların endotelisinin, birləşdirici toxumanın, qığırdaqların, sümük toxumasının tərkib hissəsidir.

Askorbin turşusu qaraciyərdə toksinləri (difteriya, vərəm, dizenteriya və s.) zərərsizləşdirir. Nuklein turşularının, zülalların, karbohidratların mübadiləsində iştirak edir, bağırsaqda dəmirin sorulmasına şərait yaradır, yoluxucu xəstəliklərə qarşı orqanizmin müqavimətini artırır. Bu vitamin bir sıra fermentlərin: arginazanın, amilazanın, katepsinlərin fəallığını yüksəldir, kortikosteroidlərin əmələ gəlməsində iştirak edir, piridin nukleotidlərinin (xüsusən HADF-n) sintezini artırır. Son zamanlar müəyyən edilmişdir ki, C vitamini bir sıra tioqlikozidlərin hidrolizini sürətləndirən fermentlərin fəal qrupunu yaradır.

C vitamini çatışmadıqda insanda, meymunlarda sinqa və ya skorbut xəstəliyi baş verir. Bu xəstəlik insanlara hələ XVI əsrdə bəlli idi. Lakin səbəbini bilmirdilər. Xəstəlik ağız boşluğunda yaraların əmələ gəlməsi, dişlərin laxlayıb tökülməsi, dərialtında

nöqtəvarı qan sağıntılarının olması ilə xarakterlənir. Ürək sahəsində ağrılar olur, tənginəfəslik müşahidə edilir.

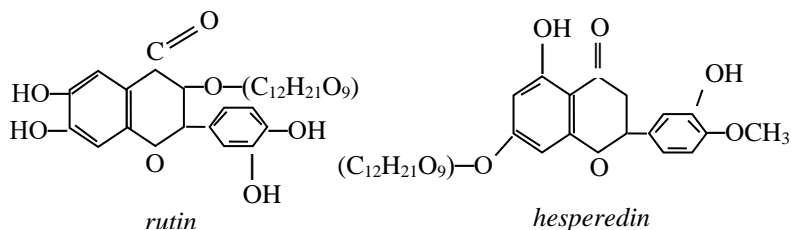
Kənd təsərrüfatı heyvanları karbohidratlardan C vitamini sintez etmək qabiliyyətinə malikdir və ona ehtiyacları postnatal dövrün ilk günlərində olur.

C vitamini D-qlükuron turşusunun laktonundan sintez olunur. Bu prosesdə iştirak edən fermentlərdə (qlükuronreduktaza, qlulonoksidaza və s.) müəyyən edilmişdir. Onlar heyvanların qaraciyərində mikrosomlarda vardır.

Kənd təsərrüfatı heyvanlarının orqanizmində C vitamini ən çox böyrəküstü vəzlərdə, ağciyərdə, dalaqda, hipovizdə, qaraçıyerdə və s. olur. C vitamini ilə süd də zəngindir, lakin əzələlərdə azdır. Bu vitamin bitkilərin yaşıl hissəsində, tərəvəzlərdə də çoxdur. İtərnü meyvəsində 100-400 mq%, limonda 40-60 mq% askorbin turşusu vardır. Bu vitaminin miqdarı bəzi yabanı bitkilərdə də (ciriş və pərpətöyündə 290 mq%, gicirkəndə 178 mq%) çoxdur.

### **P vitamini.**

Bu vitaminlərə rutin (hesperedin), sitrin və pirokatexinlər aiddir. Rutinin və hesperedinin formulu aşağıdakı kimidir.



Bu formulda C<sub>12</sub> H<sub>21</sub> O<sub>9</sub> ramnoza ilə qlükozanın-(qlükoramnozanın) qalıqından ibarətdir. Həmin qalıq flavon nüvəsilə birlikdə P vitaminini əmələ gətirir.

Sitrin eriodiktiolun metil efirinin, rutin isə kversentinin qlükozididir. Pirokatexinlər katexinin, epikatexinin və onların hal turşu ilə efirlərinin qarışığından ibarətdir.

P qrupu vitaminləri sarı və ya narıncı kristal maddədir, suda çətin həll olur.

P vitamini qan damarlarının sızma qabiliyyətinin nizamlanmasında iştirak edir. Ona görə də bu vitamin çatmayanda damarların sızma qabiliyyəti pozulur. P-avitaminoz zamanı qan sağıntılarının baş verməsi də bununla əlaqədardır. C və P vitaminlərinin çatışmazlığı çox zaman birlikdə baş verir, poliavitaminoz şəklində müşahidə olunur. Bu vitamin ən çox bibərdə, çayda, qara qarağatda və üzümdə mövcuddur.

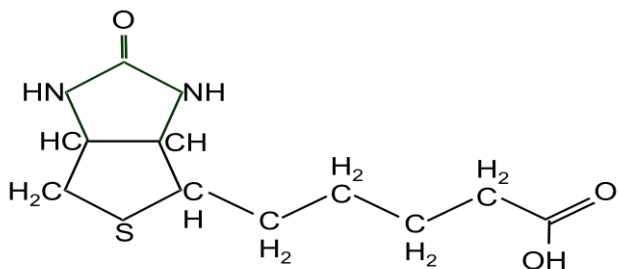
Qara qarağatda rutin miqdarı 1,6 q% təşkil edir. Quş üzümündə 300 mq%, gilənardə 280 mq%, sarıkökədə 70 mq% və kələmdə 40 mq% P vitamini vardır.

P vitamini bizim ölkədə əvvəllər itburnu meyvəsindən alınır. Son zamanlar isə çay yarpağından, xarici ölkələrdə qara-başaq və sitrus bitgilərindən istehsal edirlər.

## **H vitamini.**

Bu vitamin (və ya biotin) sidik cövhərinin qalığından, tiofen halqasından və valerian turşusunun qalığından əmələ gəlir. Suda və spirtə yaxşı həll olan vitamindir. Canlı aləmdə çox geniş yayılmış bioloji aktiv maddədir. Heyvanların əksəriyyətinin bağırsaqlarında saprofit həyat sürən bakteriyalar biotini sintez etmək xüsusiyyətinə malikdir.

Biotin çatışmadıqda boy inkişafı ləngiyir, dermatit, əzələ ağrıları əmələ gəlir, tüklər tökülür, dəri piyinin ayrılması çoxalır (sebirreya). Bu səbəbdən də biotin antiborrik vitamin də adlanır.



Müəyyən edilmişdir ki, biotin lizin vasitəsilə apoferment molekulu ilə birləşir. Biotin karbon qazının fəallaşmasında, yağ turşularının, xolesterinin, purin və pirimidin əsaslarının sintezində, quzuqulaq-sirkə turşusunun karboksilsizləşməsində və karboksilləşməsində, bəzi aminturşularının aminsizləşməsində, karboksilsizləşməsində koferment kimi iştirak edir.

Biotin bitgilərin yarpağında çox əmələ gəlir, cücərən toxumlarda da təsadüf edilir. Kartof, soğan, kəhvə və ispanaq H-vitamini ilə zəngindir. Heyvanlarda qaraciyərdə və yumurtanın sarısında, süddə çox olur.

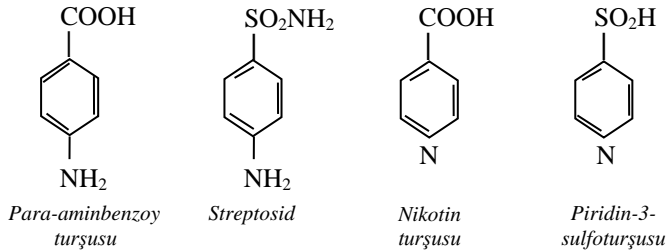
### **Antivitaminlər.**

Antivitaminlər kimyəvi tərkibinə görə vitaminlərə oxşayır, lakin vitamin xassəsinə malik olmayan birləşmələrdir. Bu birləşmələr orqanizmin vitaminlərə qarşı tələbatını yüksəldir və avitaminoz əlamətlərinin meydana çıxmasına səbəb olurlar. Bunlar münasib vitaminləri fermentin tərkibində əvəz etdikdə, ferment fəallığını itirir. Orqanizmə yüksək dozada vitamin daxil edildikdə antivitaminlərin təsiri aradan qalxır. Bir sıra vitaminlərin antivitaminləri müəyyən edilmişdir.

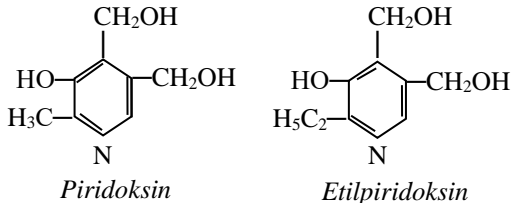
Paraaminbenzoy turşusunun antivitamini streptosiddir, nikotin turşusunun piridin-3-sulfoturşudur, piridoksinin etilpi-



ridoksindir, tiamininki piritiamindir, pantoten turşusununku pantolitarindir, C vitamininki qlükoaskorbin turşusudur.



K vitamininin antoqonisti olan dikumarin qanın laxtalanma qabiliyyətinin yüksəlməsi ilə əlaqədar olan xəstəliklərdə müalicə vasitəsi kimi tətbiq edilir. O, qanda olan protrombinin miqdarını azaldır.



Riboflavin, fol turşusu, biotin və s. vitaminlərin də antoqonistləri müəyyən edilmişdir. Antivitaminlərdən xəstəliktərəddici mikrobların boy və inkişafını dayandırmaq üçün istifadə olunur.

Hazırda bu istiqamətdə geniş tədqiqat işləri aparılır.

## ƏDƏBİYYAT

1. Məhərrəmov A. M., Məhərrəмова M. M. Üzvi kimya, BDU, Bakı, 2007.

2. Məhərrəmov A. M., Allahverdiyeva M. Ə. Üzvi kimya, BDU, Bakı, 2007.

3. Ливанцов, М.В. Органическая химия. Задачи по общему курсу с решениями. В 2-х т. Т. 2. Органическая химия. Задачи по общему курсу с решениями. Часть 2: Учебное пособие / М.В. Ливанцов. - М.: БИНОМ. ЛЗ, 2012. - 714 с.

4. Грандберг, И.И. Органическая химия: Учебник для бакалавров / И.И. Грандберг, Н.Л. Нам. - М.: Юрайт, 2013. - 608 с.

5. Матусевич, Л.Г. Органическая химия. Основной курс.: Учебник / А.Э. Щербина, Л.Г. Матусевич; Под ред. А.Э. Щербина. - М.: НИЦ ИНФРА-М, Нов. знание, 2013. - 808 с.

6. Травень, В.Ф. Органическая химия. В 3-х т. Т. 2: Учебное пособие для вузов / В.Ф. Травень. - М.: БИНОМ. ЛЗ, 2013. - 517 с.

7. Грандберг, И. И. Органическая химия. Учебник / И.И. Грандберг, Н.Л. Нам. - М.: Юрайт, 2014. - 608 с.

8. Захарова, Т. Н. Органическая химия. Учебник / Т.Н. Захарова, Н.А. Головлева. - М.: Academia, 2014. - 400 с.

9 . Синяшин, О. Г. Органическая химия. Учебное пособие для студентов вузов / О.Г. Синяшин, П.А. Гуревич, Е.Л. Гаврилова. - Москва: Машиностроение, 2016. - 298 с.

10. Травень, В. Ф. Органическая химия. Учебное пособие. В 3 томах. Том 1 / В.Ф. Травень. - М.: Лаборатория знаний, 2016. - 368 с.

## MÜNDƏRİCAT

GİRİŞ. ÜZVİ KİMYANIN MƏQSƏD VƏ VƏZİFƏLƏRİ, YARANMA TARİXİ, NƏZƏRİ ƏSASLARI.....	3
I. ÜZVÜ BİRLƏŞMƏLƏRİN TƏSNİFATI.....	5
Kərbəhidrogenlərin təsnifatı.....	5
Üzvi birləşmələrin quruluşu.....	7
Üzvi birləşmələrdə turşuluq və əsaslıq.....	20
Üzvi birləşmələrin elektron effektləri.....	24
Üzvi reaksiyaların təsnifatı.....	24
Hibridləşmə.....	28
2. DOYMUŞ KƏRBOHİDROGENLƏR. ALKANLAR.....	33
3. ALKENLƏR , ALKADİENLƏR.....	41
4. ALKİNLƏR, ASETİLEN SİRASI KƏRBOHİDROGENLƏRİ.....	54
5. KƏRBOTSİKLIK BİRLƏŞMƏLƏR, TERPENLƏR, KARATİNOİDLƏR, STEROİDLƏR.....	62
Terpenlər.....	70
Steroidlər.....	71
Karotinoidlər.....	73
6. AROMATİK KƏRBOHİDROGENLƏR.....	73
7. KƏRBOHİDROGENLƏRİN HALLOGENLİ TÖRƏMƏLƏRİ.....	87
8. SPİRTLƏR.....	92
9. FENOLLAR.....	107
10. ALDEHİD VƏ KETONLAR.....	113
11. KƏRBON TURŞULARI.....	120
12. AZOTLU ÜZVİ BİRLƏŞMƏLƏR.....	126
13. ZÜLALLAR.....	128
14. HETEROTSİKLIK BİRLƏŞMƏLƏR.....	165

15. NUKLEİN TURŞULARI.....	170
Nuklein turşularının kimyəvi tərkibi və növləri.....	171
DNT və NT- in birinci quruluşu.....	180
DNT və RNT-in ikinci quruluşu.....	183
NT-in üçüncü quruluşu.....	185
Nukleoproteidlər.....	186
Alkaloidlər.....	187
16. KARBOHİDRATLAR.....	189
Monosaxaridlər.....	191
Oliqosaxaridlər.....	209
Polisaxaridlər.....	214
Homopolisaxaridlər.....	215
Heteropolisaxaridlər.....	219
17. YAĞLAR VƏ YAĞABƏNZƏR MADDƏLƏR.....	223
18. FERMENTLƏR.....	243
Fermentlərin ayrılması və təmizlənməsi.....	244
Fermentlərin quruluşu və kimyəvi təbiəti.....	246
Fermentlərin təsnifatı və nomenklaturası.....	249
Fermentlərin tətbiqi.....	256
19. VİTAMİNLƏR.....	258
Vitaminlərin təsnifatı və nomenklaturası.....	259
Vitaminlərin təyin edilmə üsulları.....	262
A vitamini.....	263
D vitamini.....	266
E vitamini.....	267
K vitamini.....	269
F-vitamini.....	270
Q vitamini. Ubixinon.....	271
B <sub>1</sub> vitamini.....	272
B <sub>2</sub> vitamini.....	274

B <sub>3</sub> vitamini.....	276
B <sub>5</sub> -vitamini (və ya PP).....	278
B <sub>6</sub> vitamini.....	280
B <sub>12</sub> vitamini.....	281
C vitamini.....	283
P vitamini.....	286
H vitamini.....	287
Antivitaminlər.....	288
ƏDƏBİYYAT.....	290