

Qida kimyasından mühazirələr.

MƏRUZƏÇİ: dos.Həşimov Xalq Məhəmməd oğlu

**MÖVZU 1. GİRİŞ.QIDA KİMYASI FƏNNİ, MƏQSƏD VƏ VƏZİFƏLƏRİ,
ƏHƏMİYYƏTİ, DİGƏR ELMLƏRLƏ ƏLAQƏSİ**

P L A N

1. Qida kimyası fənni, predmeti, məqsəd və vəzifələri
2. Qida kimyası fənninin yaranma tarixi
3. Biokimyəvi proseslər, onların getmə şəraiti, mexanizmi
4. Qida kimyasının əsas bölmələri
5. Qida kimyasının əhəmiyyəti və digər elmlərlə əlaqəsi
6. Canlı orqanizmin kimyəvi tərkibi

Qida kimyası (biokimya) - canlı materiyanın kimyəvi tərkibini, insan, heyvan, bitki və mikroorqanizmlərin həyat fəaliyyətini təşkil edən kimyəvi çevrilmələri və bu çevrilmələr zamanı orqanizmdə baş verən dəyişiklikləri öyrənən elmdir.

Qida kimyası müstəqil elm kimi XIX əsrin ortalarında yaranmışdır. Onun bir elm kimi formalaşmasında üzvi kimyanın, fiziologiyanın və anatomiyanın böyük rolu olmuşdur. Lakin onun sürətlə inkişafı XX əsrdən başlayır. XX əsrin başlanğıcında bioloji kimyanın kimyəvi əsasları yaranmışdır. Bu dövrdə canlı materiyanın tərkibinə daxil olan birləşmələrin əsas tipləri ayırd edilmişdir. XX əsrin ortalarından sonra bioloji kimya sürətlə inkişaf etdi. Molekulyar biologiya, gen mühəndisliyi, biotexnologiya, bioqeyri-üzvi və bioüzvi kimya kimi elm sahələrinin yaranması və inkişafı bioloji kimyanın sürətli inkişafına stimül yaratdı.

Biokimyəvi proseslər termodinamikanın (termokimyanın) qanunları ilə sıx bağlıdır. Biokimyəvi reaksiyalar ani vaxtda millisaniyə (ml. san), mikrosaniyə (mk. san.) ərzində sulu mühitdə başa çatır.

Su molekulasında olan hidrogen rabitəsi biomolekullarda əmələ gələn hidrogen hidrofob rabitələrinin yaranmasına bir stimül verir.

Biomolekullar əsasən kovalent rabitə hesabına əmələ gəlmişlər. İon rabitəsi ilə əmələ gələn birləşmələr əsasən bioüzvi birləşmələrin quruluşunun saxlanması və biokimyəvi reaksiya-ların getməsində mühüm rol oynayır.

Təqdim etdiyimiz dərslikdə statik biokimyanın əsas bölmələri-canlı materiyanın kimyəvi tərkibini, karbohidratların, lipidlərin, zülalların, nuklein turşularının, fermentlərin, vitaminlərin, hormonların quruluşu, xassələri və onların müxtəlif bioloji obyektlərdə yayılması miqdarını öyrənir. Dinamik biokimya maddələr mübadiləsi və enerji mübadiləsi, karbohidratların, lipidlərin, zülalların mübadiləsi, mineral maddələr mübadiləsi, maddələr mübadiləsinin əlaqəsi və vəhdəti öyrənilir.

Qida kimyasından Azərbaycan dilində latın qrafikası ilə yazılmış dərsliyin az olması bu sahədə fənnin ali məktəblərin tələbələri tərəfindən öyrədilməsini olduqca çətinləşdirir. Məhz bu çətinliyi aradan qaldırmaq üçün bu dərslik yazılmışdır.

Kitabın yazılmasına əsas səbəblərdən biri də mövcud ədəbiyyatların köhnəlməsi və biokimyanın sürətlə inkişaf etməsidir. Belə ki, biomolekulların-elektron mikroskopiya, rentgenospektroskopiya, nüvə maqnit rezonansı (N. M. R.), xromatoqrafiya və elektroforezin yeni üsulları ilə tədqiqi bu kitabda nəzərə alınmışdır.

Kitabda müəyyən nöqsanları da gələcəkdə aradan qaldırmaq üçün öz məsləhətləri ilə kömək edən oxuculara müəlliflər əvvəlcədən səmimi təşəkkürünü bildirir.

Canlı orqanizmin müxtəlif növlərinin orqan və toxumalarında məlum olan kimyəvi elementlərin çoxusuna təsadüf edilir. Onlardan 20 elementə bütün canlıların orqan və toxumalarında rast gəlinir. Bunlar *C, N, H, O, S, P, K, Na, Ca, Mg, Mn, Zn, Fe, Cu, Co* az miqdarda *Mo, B, Cl, I, Se* olur.

Bunlar insan və heyvan orqanizmində yayılma miqdarına görə 2 qrupa ayrılır: makroelementlərə (miqdarı 0,001%-dən artıq olanlar) *C, N, H, O, S, P, K, Na, Ca*, mikroelementlərə (miqdarı 0,001%-dən az olanlar) *B, Mn, Zn, Cu, Mo, Co, B, Se, Ba, I, Sr* və s. aiddir.

Cədvəl 1.

Orqanizmdə kimyəvi elementlərin miqdarı

Element	Miqdarı %-lə	Element	Miqdarı %-lə
O	62,48	Mo	0,027
C	21,15	J	0,014
H	9,86	F	0,009
N	3,10	Fe	0,005
Ca	1,90	Zn	0,003
P	0,95	Br	0,002
K	0,23	Al	0,001
S	0,08	Si	0,001
Cl	0,08	Cu	0,00015
Na	0,08	Se	0,00001

Orqanizmin ümumi kütləsinin 96%-dən çoxunu, hüceyrənin 99%-ni əsas 4 element *O, C, H* və *N* təşkil edir. Onlar canlı orqanizmin əsasını təşkil edən əsas üzvi maddələrin (zülalların, lipidlərin, karbohidratların) və suyun tərkibinə daxildir. Bunlar *orqanogen elementlər* adlanırlar.

Canlı orqanizmin 70%-dən çoxunu su təşkil edir. Su orqanizmdə az da olsa dissosiasiya edir H^+ və OH^- ionlarına. Su orqanizmdə bütün toxuma və orqanlarda olur, az bir hissəsi hüceyrədə birləşmiş haldadır. Suda bütün mineral və üzvi maddələr ion və ya hidrat halında olur. Canlı orqanizmin 10%-ə qədərini mineral maddələr təşkil edir. Orqanizmin əsas hissəsini zülallar (40-50%), karbohidratlar, nuklein turşuları, lipidlər və s. 50-60% təşkil edir.

Cədvəl 2.

Bəzi orqan və toxumaların kimyəvi tərkibi, %-lə
(S. M. Rappoportun göstəricilərinə görə)

Orqan və toxuma	Su	Zülal	Lipid	Mineral maddə
Dəri	58	27	14	0,6
Sümük	28	20	25	27,0
Əzələ	70	22	6	1,0
Yağlı toxuma	23	6	71	0,2
Qaraciyər	71	22	3	1,4
Beyin	75	11	12	1,4

Hüceyrə canlıları cansızlardan fərqləndirən əsas xüsusiyyətlərə malikdir. Hüceyrə canlıların əsas quruluş və funksional vahididir. Ayrı-ayrı orqan və toxumaların hər birinin özünə məxsus hüceyrə quruluşu vardır. Hüceyrənin tərkibində üzvi və qeyri-üzvi birləşmələr müxtəlif miqdardadır.

2-ci cədvəldən göründüyü kimi orqanizmin əsas kütləsini su təşkil edir. Belə ki, dərinin 58%, əzələnin 70%, qaraciyərin 71%, beynin isə 75%-ni su təşkil edir. Həmçinin zülal, lipid, karbohidratlar və mineral maddələr bütün orqan və toxumalarda müxtəlif miqdarda yayılmışdır.

Cədvəl 3.

Hüceyrənin kimyəvi tərkibi
(A. Hezenin göstəricilərinə görə)

Maddə	Hüceyrə kütləsində qatılığı %-lə	Orta molekul kütləsi	Molekul sayının DNT molekullarına nisbəti
Su	85	18	$1,2 \cdot 10^7$
Zülallar	10	$36 \cdot 10^3$	700
DNT	0,4	10^6	1,0
RNT	0,7	$4 \cdot 10^4$	44
Lipidlər	2	700	$7 \cdot 10^3$
Digər üzvi birləşmələr	0,4	250	$4 \cdot 10^3$
Mineral maddələr	1,5	55	$6,8 \cdot 10^4$

Hüceyrənin kimyəvi tərkibi onun növündən, funksional vəziyyətindən, canlı orqanizmin növündən, yaşından və s. faktorlardan asılıdır.

ƏDƏBİYYAT

1. Həşimov X.M, Həsənova S.Ə, Qida kimyası, Bakı 2010, 478 c.
2. Həşimov X.M, İbrahimova D.Ə, Ramazanov V.S., Bioloji kimyadan laboratoriya məşğələləri. Dərs vəsaiti, Bakı, 2012, 240 s.
3. Xəlilov Q. B. Heyvan biokimyasının əsasları. Bakı. 1987. Maarif.
4. Həsənov Ə. C., Rzayev N. A., İslamzadə F. Q., Əfəndiyev A. M. Bioloji kimya. Bakı 1989.
5. Кольман Я., Рем К. Г. Наглядное биохимия –Москва. Мир, 2000.
6. Северин Е. С., Алейникова Т. Л., Осипов Е. В. Биохимия. - Москва. Медицина. 2003.
7. Ковалевский Н. И. Биологическая химия. Москва. Академия 2008.

Qida kimyasından mühazirələr.

MƏRUZƏÇİ: dos.Həşimov Xalıq Məmməd oğlu

***MÖVZU 2. KARBOHİDRATLAR. TƏSNİFATİ, KİMYƏVİ TƏRKİBİ,
ORQANİZMDƏ YAYILMASI.***

PLAN

1. Karbohidratların orqanizmdə yayılması və təsnifatı
2. Monosaxaridlər, quruluşu və bioloji rolu
3. Oliqosaxaridlər, quruluşu və bioloji rolu

4. Homopolisaxaridlər, bioloji rolu və kimyəvi tərkibi

5. Heteropolisaxaridlər, bioloji rolu və kimyəvi tərkibi

1. Karbohidratların orqanizmdə olması və təsnifatı: Bitki və heyvan orqanizmlərində olan üzvi birləşmələrdə 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 hidrogen-dən ibarətdir. Bu elementlər molekularda 1:2:1 nisbətində, yəni hər bir karbon atomu iki hidrogen və bir oksigen atomu (CH_2O) 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 qaydaya 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.

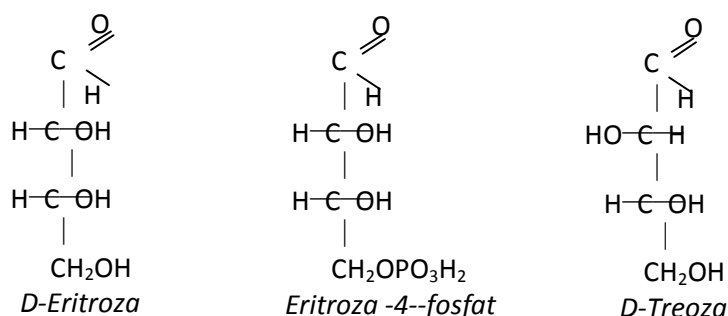
Karbohidratlar tərkiblərinə görə 3 qrupa: monosaxaridlərə, oliqosaxaridlərə və polisaxaridlərə bölünür.

2. Monosaxaridlər, quruluşu və bioloji rolu: Monosaxaridlər və ya bəsit şəkərlərə, monozalar, 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 $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ (-\text{C}-) \end{array}$ ketoza-
lar isə keton qrupu $(-\text{C}-)$ 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.

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.

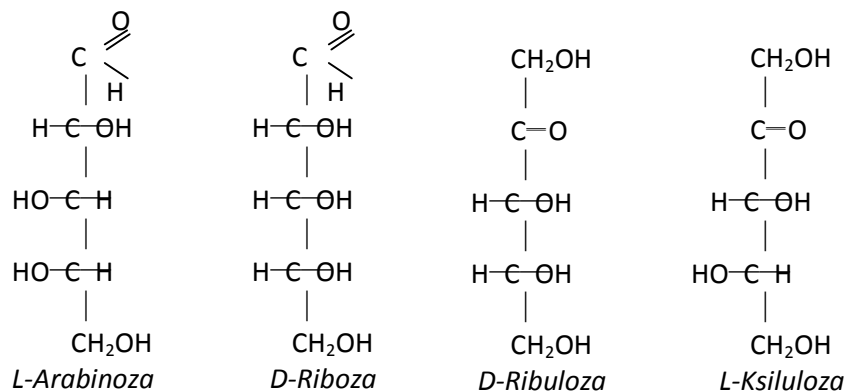


Pentozalar. Pentozalar ($C_5H_{10}O_5$) tərkibində beş karbon atomu saxlayan monosaxaridlərdir. Bunlar da aldopentozalara və ketopentozalara bölünür. Sonunculara pentulozalar da deyilir. Bu da keton qrupu saxlayan monosaxaridlərdə “*oza*” şəkilçisinin “*uloza*” ilə əvəz edilməsindən yaranır.

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

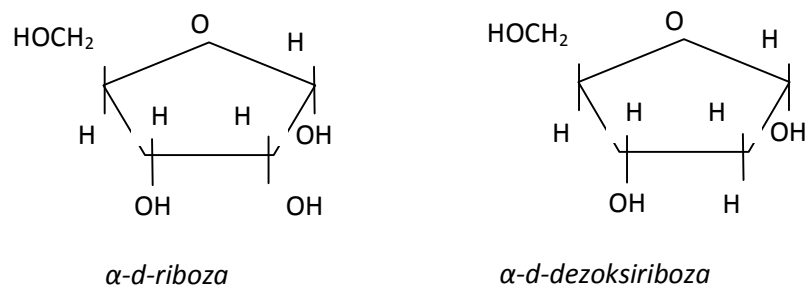
Molekul formullarına görə *d*-riboza, *d*-ksiloza və *l*-arabinoza bir-birindən fərqlənir. Dezoksiribozaya ikinci karbon atomuna birləşən hidroksil qrupu hidrogen atomu ilə əvəz edilmiş riboza kimi baxmaq olar.

Pentozaların keto-formalarına ribuloza, ksiluloza və başqaları aiddir.



Aldo-və ketopentozalarda heksozalarda olduğu kimi asiklik və tsiklik 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.

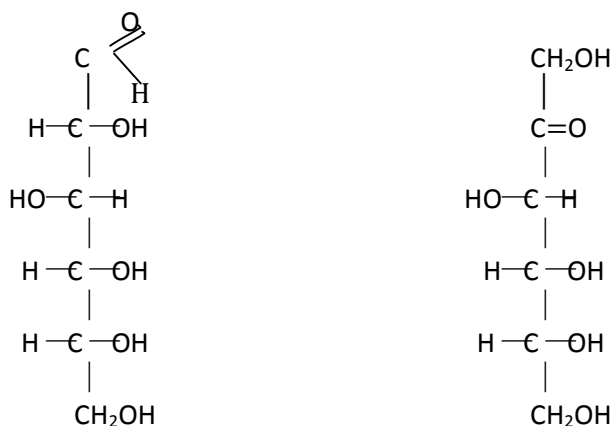
Monosaxaridlərin bioloji cəhətdən çox əhəmiyyətli heksozalar və pentozalardır.

Heksozalar. Heksozalar ($C_6H_{12}O_6$) 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.



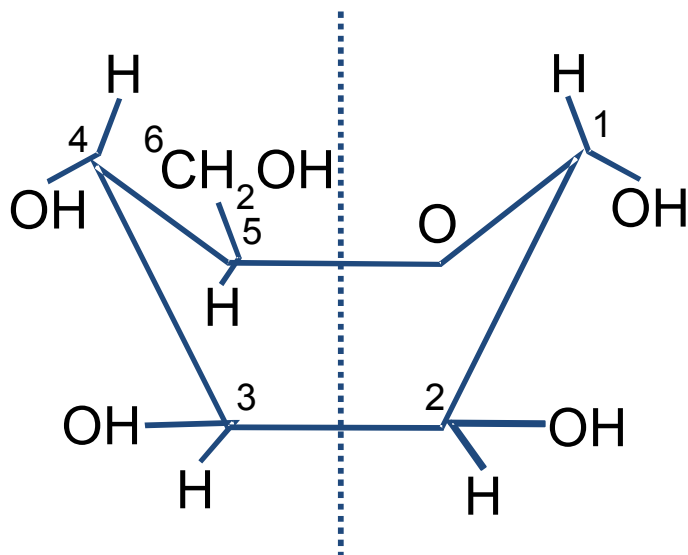
Aldoheksozlara qlükoza, mannoza və qalaktoza, ketoheksozlara isə fruktoza aiddir. Bunlar həm açıq zəncirli, həm də qapalı zəncirli siklik birləşmələr şəklində olur. Qlükozanın və fruktozanın açıq forması aşağıdakı kimidir:



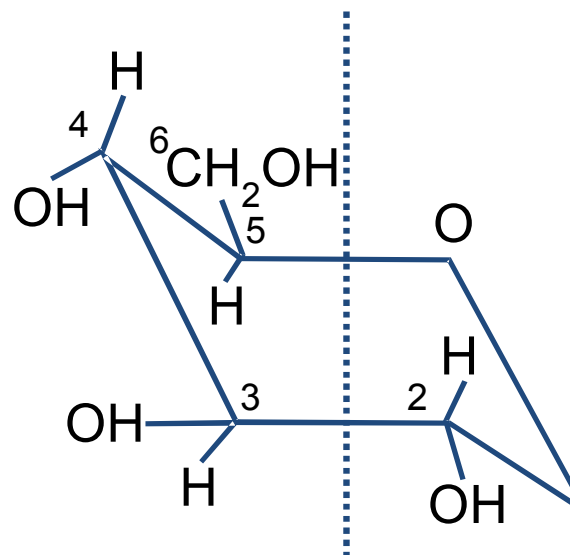
Qlükoza və Fruktozanın açıq və ya aldehyd forması ləcə də başqı Fruktozanın açıq və ya keto forması

Fişer proyeksiyası sozların qapa... və ya qlikozid tipli rabitə hesabına yaranır.

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.



Vanna



Kreslo

Pirianoza halqasının konformasiyaları.

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

Müxtəlif şəkərlərin şirinlik dərəcələri aşağıdakı kimidir:

Laktoza-16

Ksiloza-40

Rafinoza-23

Qlükoza-74

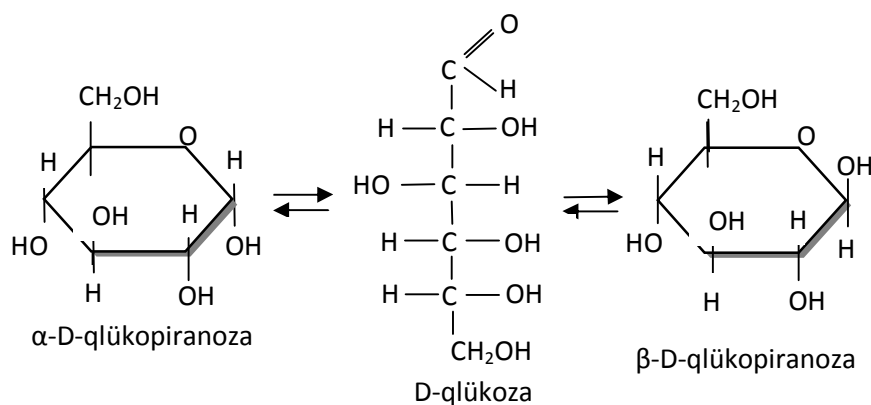
Qalaktoza-32

Saxaroza-100

Maltoza-32

Fruktoza-173

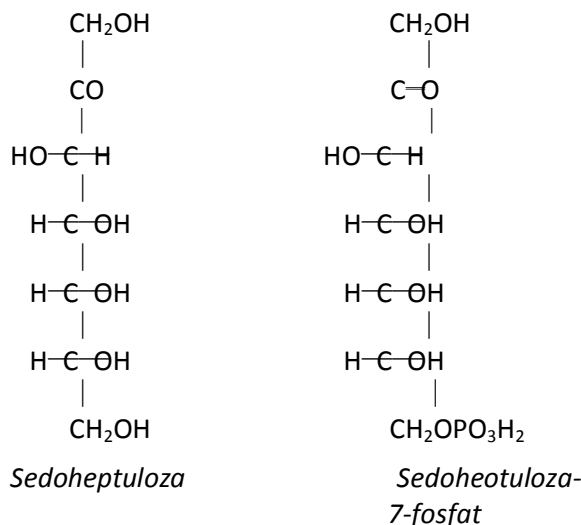
Heksozalar sulu məhlulda həm açıq, həm də qapalı forma-da mövcuddur. Bunlardan ən çox tsiklik formadadır. Məsələn, qlükozanın 37%-ə qədər α -D-qlükopiranoza, 63% β -D-qlükopiranoza formasında olur.



Bu formalar dinamikdir, biri digərinə keçir. Bununla yanaşı məhlulun optik fəallığı da dəyişir. Dinamik müvazinət yarandıqda isə stabilləşir.

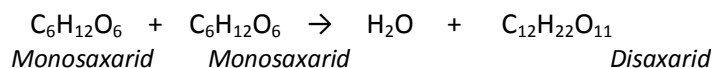
Heptozalar. Heptozalar ($C_7H_{14}O_7$) tərkibində yeddi karbon atomu saxlayan

monosaxaridlərdir. Bunların əhəmiyyətli sedoheptozadır. Bu ketoheptozalara mənsubdur. Hüceyrələrdə karbohidratların çevrilmələrində fosfat turşusunun efiri şəklində əmələ gəlir.



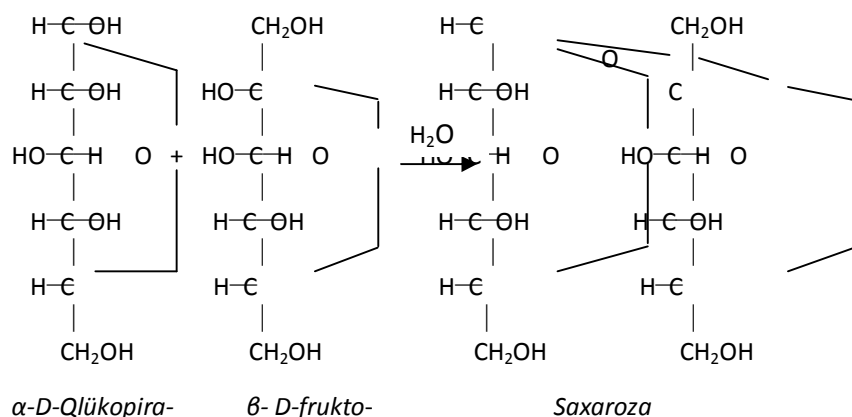
3. Oligosaxaridlər, quruluşu və bioloji rolu: Oligosaxaridlər iki və daha çox (təxminən 10-a kimi) monosaxaridlərin qalığından əmələ gəlmişdir. Bunlar tərkiblərinəki monosaxaridlərin qalığının sayından asılı olaraq disaxaridlərə, trisaxaridlərə və s. ayrılır.

Disaxaridlər. Disaxaridlər ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) 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:



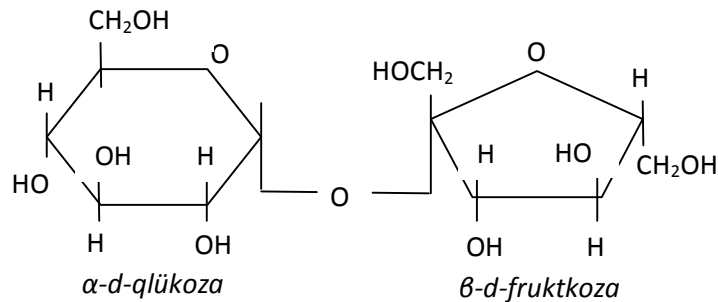
Disaxaridlərə saxaroza, laktoza, maltoza və qeyriləri aiddir

Saxaroza. Saxaroza və ya qamış şəkəri qlükoza (α , D-qlükopiranoza) ilə fruktozanın (β , D-fruktofuranoza) birləşməsinə qqlükozid 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. Saxaroza həzm sistemində saxaraza fermentinin təsiri ilə hidrolizə uğrayıb bərabər miqdarda qlükoza və fruktoza əmələ gətirir.

Saxarozada, reaksiyadan göründüyü kimi, qlükoza α , D-qlükopiranoza, fruktoza isə β -D-fruktofuranoza kimidir. Ona görə qamış şəkərinə 1, α , D-qlükopirannozil- 2 β , D- fruktofuranozid də deyilir.



Qamış şəkəri (saxaroza) felinq mayesini reduksiya etmir, reaksiya mənfi nəticə verir. Çünki onun molekulunda sərbəst aldehid və keton qrupu yoxdur.

Saxarozanın tərkibində asimmetrik karbon atomları olduğundan optik fəaldır.

Polyarizasiya müstəvisinin 66,5⁰ sağa fırladır. Müxtəlif amillərin (fermentlər, turşular və s.) təsirindən parçalandıqda yenidən 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.

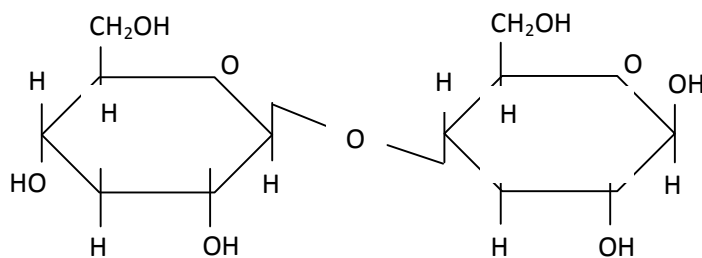
Saxaroza əsasən şəkər qamışından alınır. Sonuncuda saxarozanın miqdarı 14-26%. Şəkər çuğundurunda isə 16-20% təşkil edir. Üzümdə saxaroza az: 0,2-1,5% olur.

Saxaroza şəkər çuğundurundan da alınır. Bu isə ən çox Ukraynada, Qırğızıstanda, İranda və s. ölkələrdə əkilir.

Laktoza. Laktozaya *süd şəkəri* də deyilir. Bu disaxarid α -D-qlükoza ilə β -D-qalaktozanın qalığından ibarətdir. Odur ki, hidroliz etdikdə qlükozaya və qalaktozaya ayrılır.

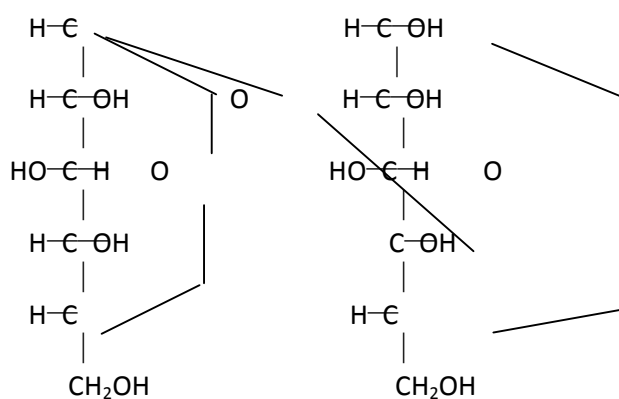
Laktozada göstərilən monosaxaridlərin rabitəsi qalaktozanın birinci karbonu ilə qlükozanın dördüncü karbonu arasında yaranır.

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 α -D-qlükozanın qalığından ibarətdir. Bunların rabitəsi isə birinci və dördüncü karbonlar arasındadır.

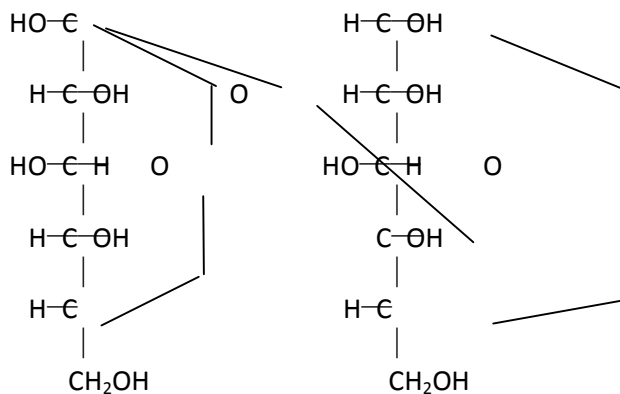


Maltoza

Maltozaya α , D-qlükozid-D-qlükoza və ya 4- α -D-qlükopiranozid-1, α , -D-qlükopiranozid də deyilir. O, saxarozaya nisbətən az şirindir. Felinq mayesi ilə müsbət reaksiya verir. Optik fəaldır, polyarizasiya müstəvisini $130,4^0$ sağa döndərir.

Sellobioza. Sellobioza iki molekul β -D qlükozadan əmələ gəlir. Buna 4- β , D-qlükozid-qlükoza da deyilir.

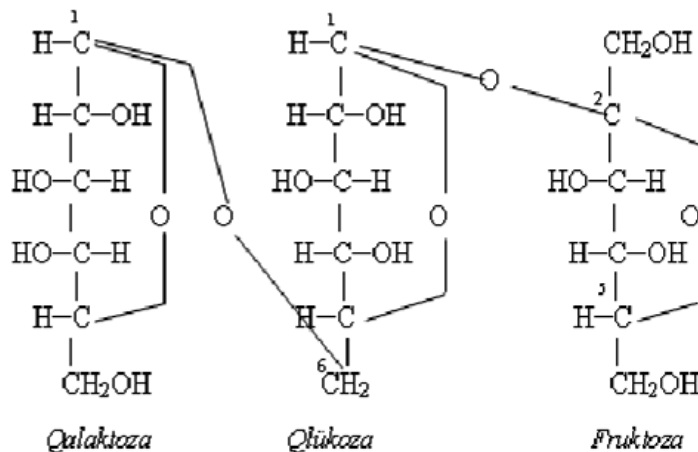
Sellobiozada qlükozanın rabitəsi birinci və dördüncü karbonlar arasında gedir. Optik fəaldır.



Sellobioza

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 α -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.

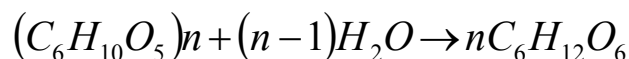
Tetrasaxaridlər. Tetrasaxaridlərin nümayəndəsi staxiozadır $C_{24}H_{42}O_{19}$. Bu 4-monosaxaridin: iki molekul qalaktoza, bir molekul qlükoza və bir molekul fruktozanın qalığından əmələ gəlir. Felinq mayesi ilə mənfi nəticə verir.

Staxioza ən çox noxudda, soyada, mərciməyin toxumunda və s. olur.

4. Homopolisaxaridlər, bioloji rolu və kimyəvi tərkibi: Homopolisaxaridlər hidroliz olunduqda bir növ monosaxaridlərə ayrılır. Bunların empirik tərkibi $(C_6H_{10}O_5)_n$ kimi yazılır.

Homopolisaxaridlərə nişasta, qilikogen, sellüloza, inulin və qeyriləri aiddir.

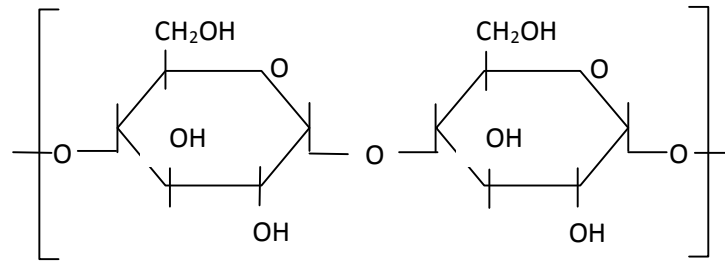
Nişasta. Nişasta mürəkkəb homopolisaxariddir. Suda həll etdikdə kolloid məhlul əmələ gətirir. Nişasta hidroliz olunduqda əvvəlcə bir sıra aralıq məhsullara (dekstrinlərə) və ən nəhayət qlükozaya ayrılır. Reaksiya sxematik belə gedir:



Burada n —nişasta molekulundakı qlükoza qalıqlarının sayını göstərir. Onun qiyməti 3-6 min arasında tərəddüd edir. Nişasta iki maddədən: amiloza və aminopektindən ibarətdir. Amoloza aminopektinə nisbətən bəsit maddədir, suda yaxşı həll olur. Amilozanın molekul kütləsi 100 mindən 600 minə qədər, aminopektininki isə 1 milyon çatır.

Nişastanın molekul kütləsi, adətən, bir neçə milyona çatır.

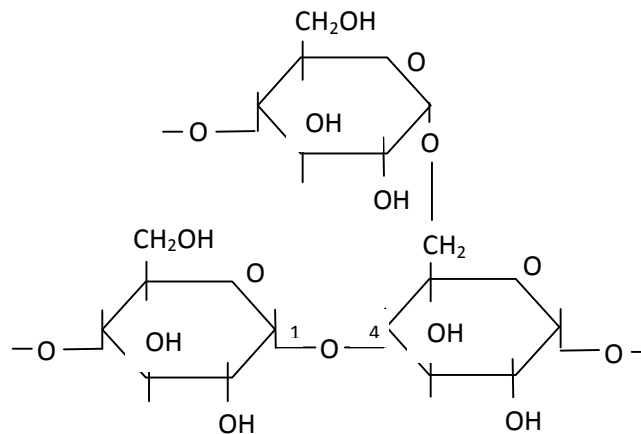
Amiloza zəncirində α -D-qlükopiranoza qalıqları bir-biri ilə birinci və dördüncü karbonlar arasında α -1,4 rabitələr hesabına birləşir, şaxələnmə olmur.



Amilopektinin tərkibində isə monosaxaridlərin qalıqları bir-birilə birinci və dördüncü karbonlarla α -1,4 rabitə ilə yanaşı, birinci və altıncı karbonlar arasında da α -1,6-qlükozid rabitələri yaratmaqla çox şaxələr verir. Son zamanlar müəyyən edilmişdir ki, amilopektində hər 8-12 qlükoza qalığından 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 nişastasası 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 α -D qlükopiranoza qalıqları α -1,5 və α -1,6 qlükozid rabitələri ilə birləşməklə, şaxələnməmişdir. Şaxələnmə orta hesabla hər 8-10 qlükoza qalığından bir başlanır. Yan zəncirlərdə 6-12 qlükoza qalığı vardır.

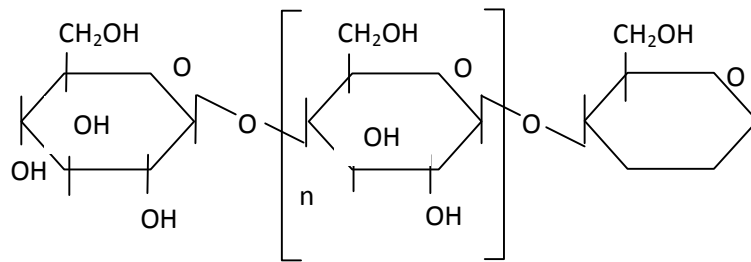
Qlikogendə şaxələnmə daha çoxdur.

Qlikogen yüksək polidispers maddədir, isti suda yaxşı həll olur, hidrofil kolloiddir. Optik fəaldır, polyarizasiya müstəvisini $196,6^0$ 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 yarıdan çoxunu sellüloza təşkil edir. Bu ən çox kəndə (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 karbohidratlara (hemisellüloza, liqinin və s.) birlikdə olur.

Sellüloza hidroliz edilərkən D—qlükozanın β —formasını əmələ gəlir. Sellülozanın molekul kütləsi 10-20 milyon arasında dəyişir, qlükoza qalıqlarının miqdarı 3000-dən 10 000-ə qədər olur və zəncirvari şaxələnilir. Qlükoza qalıqları biri digəri ilə birinci və dördüncü karbonlar arasında β —1—4 qlükozid rabitələri hesabına birləşir.



Sellüloza mikrofibrillər şəklində bitki hüceyrələri divarının əsas quruluş materialı sayılır.

Sellüloza müxtəlif kimyəvi təsirlərə çox davamlıdır. Yalnız Şvesyser reaktivində (mis-ammonyak kompleksi) həll olur.

İnulin. İnulin homopolisaxariddir. Suda yaxşı həll olur. Molekul kütləsi 5-6 min arasındadır. Hidroliz olunduqda β —D—qlükopiranozaya ayrılır. İnulinin molekulunda fruktozaların əlaqəsi birinci karbonla ikinci karbon arasında yaranır.

Lixenin şibyələrdə olan homopolisaxariddir. Molekul kütləsi 10-40 min olur. Hidroliz olunduqda β —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 qaninkına yaxın olduğundan və toksiki təsir göstərmədiklərinə görə qismən depolimerləşdirilərək qan plazmasının 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 (α —1—6—rabitələr) 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 β —D—ksilozaya ayrılır. Molekulda β —1,4—qlikozid rabitələri ilə birləşmişdir.

5. Heteropolisaxaridlər, bioloji rolu və kimyəvi tərkibi: Heteropolisaxaridlər müxtəlif növ monosaxaridlərdən əmələ gəlmiş karbohidratlardır. Bunlara hemisellüloza, pektin maddələri və qeyriləri aiddir.

Hemisellülozanın hidrolizi nəticəsində müxtəlif monosaxaridlər (qlükoza, qalaktoza, fruktoza, mannoza, arabinoza, ksiloza) əmələ gəlir. Bu polisaxarid hüceyrənin divarında ehtiyat kimi olur.

Pektin maddələri də heteropolisaxaridlərin nümayəndəsidir. Bunların hidrolizi zamanı müxtəlif monosaxaridlər: arabinoza, qalaktoza, raminoza, ksiloza, fruktoza ayrılır. Pektin maddələrində çoxlu miqdarda qalakturon turşusundan əmələ gəlmiş poliqlalakturon turşusu və ya pektin turşusu da olur. Burada α —D—qalakturon turşusunun qalıqları arasında rabitə birinci və dördüncü karbonlar arasında α —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 eremuran-dır. 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 işləyə bilər.

Mukopolisaxaridlər. Mukopolisaxaridlər heteropolisaxaridlər qrupuna aid-

dir. Bunlardan turş mukopolisaxaridlərə aşağıdakılar aiddir: hialuron, xondroitin—kükürd, xondroitinsulfat 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 prosesində, 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 β —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—qlükozemin, 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 aminturşuları da vardır. Qlükolipidlərin

tərkibində isə karbohidratlarla yanaşı yağ turşuları da olur. Lipoqlükoproteinlərin tərkibində isə karbohidratlarla bərabər yağ turşuları, aminturşuları və lipoidlərə də təsadüf edilir.

ƏDƏBİYYAT

1. Həşimov X.M, Həsənova S.Ə, Qida kimyası, Bakı 2010, 478 c.
2. Həşimov X.M, İbrahimova D.Ə, Ramazanov V.S., Bioloji kimyadan laboratoriya məşğələləri. Dərs vəsaiti, Bakı, 2012, 240 s.
3. Xəlilov Q. B. Heyvan biokimyasının əsasları. Bakı. 1987. Maarif.
4. Həsənov Ə. C., Rzayev N. A., İslamzadə F. Q., Əfəndiyev A. M. Bioloji kimya. Bakı 1989.
5. Кольман Я., Рем К. Г. Наглядное биохимия –Москва. Мир, 2000.
6. Северин Е. С., Алейникова Т. Л., Осипов Е. В. Биохимия. - Москва. Медицина. 2003.
7. Ковалевский Н. И. Биологическая химия. Москва. Академия 2008.

Qida kimyasından mühazirələr.

MƏRUZƏÇİ: dos.Həşimov Xalıq Məmməd oğlu

MÖVZU 3. *LİPİDLƏR, TƏSNİFATI. NEYTRAL YAĞLAR. MÜRƏKKƏB LİPİDLƏR, TƏRKİBİ, YAYILMASI, BİOLOJİ ROLU*

PLAN

1. Lipidlər, təsnifatı, biokimyəvi xüsusiyyətləri
2. Neytral yağlar, tərkibi, bioloji rolu
3. Sabunlaşma və yod ədədi, mahiyyəti

4. Mumlar, sterinlər, tərkibi, bioloji rolu

5. Fosfolipidlər (xolinfosfatidlər, kolaminfosfatidlər, serinfosfatidlər, inozitfosfatidlər, asetalfosfatidlər, sfinqofosfatidlər), tərkibi, bioloji rolu

6. Qlikolipidlər və qanqliozidlər, tərkibi və bioloji rolu

1. Lipidlər, təsnifatı, bioki və xüsusiyyətləri: 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 protoplazma-sının tərkibində olan (protoplazmatik yağlar) yağların miqdarı sabit qalır, hətta aclıq və piylənmə hallarında da heç bir dəyişirikliyə 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.

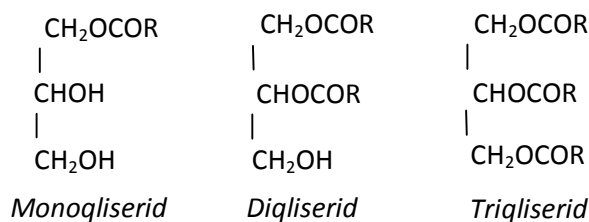
Cədvəl 4.

Təbii lipidlərin hidrofob komponentləri

Karbon atomları-nın 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 (araxin 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)	$\text{CH}_3\text{—CH=CH—COOH}$
16	9-Heksadekan turşusu (palmiton-olein turşusu)	$\text{CH}_3\text{—}(\text{CH}_2)_5\text{—CH=CH—}(\text{CH}_2)_7\text{—COOH}$
18	9-Oktadekan turşusu (olein turşusu)	$\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$
22	13-Dokozan turşusu (eruk turşusu)	$\text{C}_{21}\text{H}_{41}\text{COOH}$
24	15-Tetrakozan turşusu (nervon turşusu)	$\text{C}_{23}\text{H}_{45}\text{COOH}$
18	6,9-Oktadekadien turşusu (linol turşusu)	$\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$
20	8,11-Eykozadien turşusu	$\text{C}_{19}\text{H}_{33}\text{COOH}$
18	6,9,12-Oktadekatrien (lionolein turşusu)	$\text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{COOH}$
18	9,12,15-Oktadekatrien turşusu (linolein turşusu)	$\text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{COOH}$
20	5,8,11,14 Eykozatetraen turşusu (jaraxidon)	$\text{C}_{19}\text{H}_{29}\text{COOH}$
18	6,9,12,15 Oktatetraen turşusu (rasinal turşusu)	$\text{C}_{17}\text{H}_{27}\text{COOH}$

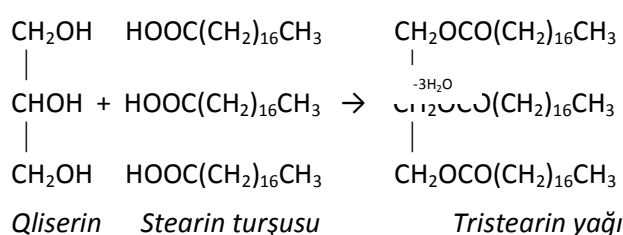
20	8,11,14,17 Eykozatetraen turşusu (araxidon turşusu)	$C_{19}H_{29}COOH$
22	4,7,10,13,16,19 Dokozahek-saen turşusu	$C_{21}H_{31}COOH$
Doymuş ali spirtlər		
10	Dekanol-1	$C_{10}H_{21}OH$
12	Dodekanol-1 (laurin spirti)	$C_{12}H_{25}OH$
14	Tetradekanol-1 (miristin spirti)	$C_{14}H_{27}OH$
16	Heksadekanol-1 (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 (miristil-olein 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 (miristil 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)	$C_{22}H_{44}O$
Doymamış ali yağ aldehidləri		
14	Sis-9-Tetradesen 1-al (miris-tilolein aldehidi)	$C_{14}H_{27}O$
16	Sis-9-Heksadesen 1-al (palmitilolein 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)	$C_{24}H_{47}O$

2. Neytral yağlar, tərkibi, bioloji rolu: Neytral yağlar (asilqliserinlər) kimyəvi cəhətdən qliserinlə irimolekullu yağ turşularının mürəkkəb efirləridir. Bunlarda qliserindəki spirt qruplarının efirləşmə dərəcəsiindən asılı olaraq monoqliseridlərə, diqliseridlərə və triqliseridlərə bölünürlər.

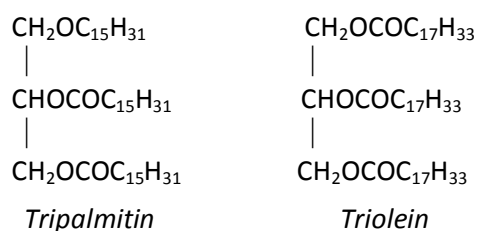


Üçatomlu spirt-qliserin stearin, palmitin, olein, linol, linolen turşuları və s. ilə birləşərək neytral yağları əmələ gətirir.

Müasir üsullarla ana südü yağında indiyə qədər məlum olmayan 40-a yaxın turşuları aşkar edilmişdir. Tristearin yağının əmələ gəlməsi reaksiyasını belə təsəvvür etmək olar.



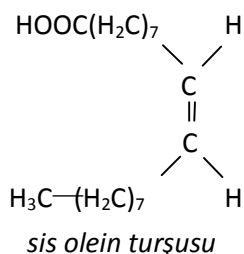
Reaksiyada olein və palmitin turşuları iştirak etdikdə müvafiq olaraq olein və ya palmitin yağı əmələ gəlir.



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.

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.

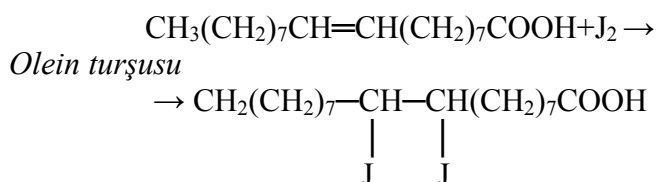
Yağın tərkibində sərbəst yağ turşularının miqdarı çox olarsa onların neytrallaşmasına da o qədər qələvi sərf edilir. Deməli, turşu ədədi yağlarda sərbəst yağ turşularının nəinki olduğunu, həm də miqdarını da bildirir.

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 fərqinə görə yağdakı birləşmiş turşuların miqdarını da hesablamaq olur.

Yod ədədi. Yod ədədinə görə yağların tərkibində olan doymamış turşuların olması və miqdarı müəyyən edilir. Yod ədədi 100 q yağın tərkibindəki doymamış yağ turşularında olan ikiqat rabitələri doyurmaq 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	Reyxert-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
Pambiq "-"	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

4. Mumlar, sterinlər, tərkibi, bioloji rolu: 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: $C_{26}H_{53}COOH$

Karnaub turşusu: $C_{23}H_{47}COOH$

Seril spirti: $C_{26}H_{53}OH$

Mirisil spirti: $C_{31}H_{63}OH$

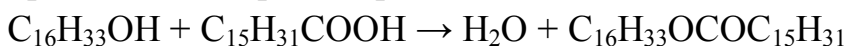
Ali alifatik spirtlər mumların tərkibinə daxil olduğundan onlara *mum spirtləri* də deyilir. Bunlar iysiz, ağ kristallik maddələrdir, suda həll olmur, asetonda və efirdə isə həll olur.

Təbii mumlara yun yağı (lanolin), spermaset, arı mumu və s. aiddir. Təbii mumlarda göstərilən mürəkkəb efirlərlə yanaşı spirtlər, sərbəst turşular və parafin karbohidrogenləri də olur. Qoyun yununun yağı, yunun 5-10%-ni təşkil edir. Bir qoyun dərisinin yun örtüyündən 500 q kimi yun yağı ayırmaq olur.

Yun yağının kimyəvi tərkibi çox mürəkkəbdir və tam öyrənilməmişdir. Onun əsas tərkib hissəsi ali alifatik və siklik spirtlərin irimolekullu yağ turşuları ilə əmələ gətirdikləri mürəkkəb efirlərin qarışığından ibarətdir. Siklik spirtlər (xolesterin, izoxolesterin, oksixolesterin, metaxolesterin və s.) yun yağındakı spirtlərin çox hissəsini (50-70%) təşkil edir, qalanı isə setil, seril, karnaubil spirtlərindən və başqalarından ibarətdir.

Təmizlənmiş lanolin qiymətli məhsul olub, təbabətdə və kosmetikada işlənir. O dəridən yaxşı sorulur, dəriyə yumşaq və elastiklik verir.

Spermaset setil spirti ilə palmitin turşusunun mürəkkəb efiridir.



Setil spirti *Palmitin turşusu*

Spermaset

Spermaset balının kəllə boşluğunda və başqa hissəsində olur.

Mum arıların mum vəzilərində istehsal olunur. Onun tərkibində spirtlərdən çoxluğu (38-40%) mirisil spirti, turşulardan isə palmitin turşusu təşkil edir.

Arı mumunun əsas hissəsi mirisilpalmitatdan ($C_{15}H_{31}OCOC_{30}H_{61}$) ibarətdir.

Mumlar güman edildiyinə görə mühafizə funksiyasını yerinə yetirir.

Onlar heyvanlarda dəriyi 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 spirtlərlə 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 doymamış biratomlu ikili siklik spirtir. İnsan və heyvan orqanizmində maddələr mübadiləsində steroid 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.

5. Fosfolipidlər (xolinfosfatidlər, kolaminfosfatidlər, serinfosfatidlər, inozitfos fatidlər, asetalfosfatidlər, sfinqofosfatidlər), tərkibi, bioloji rolu: 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*).

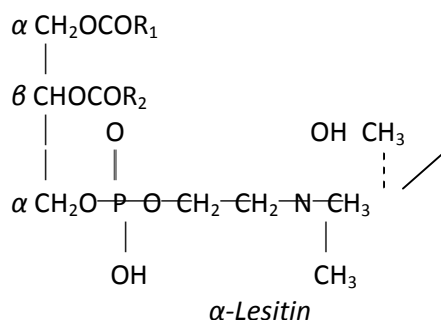
Fosfatidlər insanların və heyvanların hüceyrələrində və toxumalarında (sinir toxumasında, qaraciyərdə, böyrəklərdə, ağciyərdə, ürəkdə və s.) olmaqla eyni miqdarda paylanmır. Fosfatidlərə mitoxondriyalarda, mikrosomlarda da təsadüf edilir. Onlara orqanizmin bütün orqan və toxumalarında rast gəlmək olar. 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, inozitfosfatidlər və sfinqofosfatidlər.

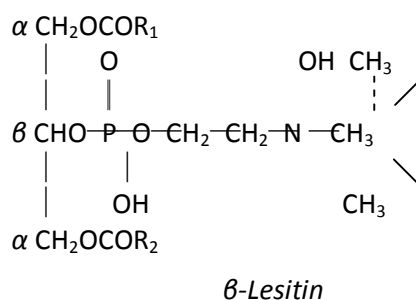
Xolinfosfatidlər. Xolinfosfatidlər həm bitki, həm də heyvan toxumalarında rast gəlmək olur. Bunlar beyin toxumasının və periferik sinirlərin tərkibinə daxildir. Qanda və digər toxumalarda da xolinfosfatidlərə rast gəlinir.

Xolinfosfatidlərin nümayəndəsi lesitinlərdir. Bunlara *fosfatidilxolin* 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:



Lesitinlər xolinfosfatın qliserinin hansı karbon atomunun yanında olmasından asılı olaraq α - və β - formada təsadüf edilir. α -lesitində fosfat turşusunun və xolinin qalıqı qliserinin α -karbonu, β -lesitində isə β -karbonu ilə birləşirlər.



Lesitinlər ən çox yumurtanın sarısında və soyada olur. Bunlar etil spirtində yaxşı həll olur, havada tündləşir, buna səbəb tərkibində olan yağ turşularının oksidləşməsidir.

Lesitin molekulundakı 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 nəti-cəsində hemolitik təsirə malik lizolesitin miqdarının artması ilə izah olunur.

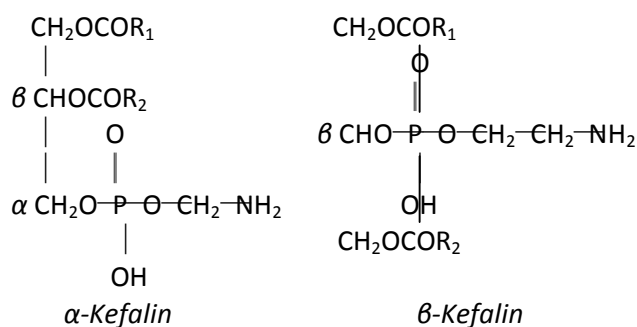
Kolaminfosfatidlər (kefalinlər). Kolaminfosfatidlərə kefalın adı verilməsi onun ilk dəfə olaraq baş beyində aşkar olunması ilə əlaqədardır. Onlara həmçinin qaraciyərdə, böyrəkdə, yumurta sarısında və paxlalı bitkilərin meyvəsində rast gəlmək olur.

Kolaminfosfatidlərdə xolinin əvəzinə etanolamin (və ya kolamin) $\text{NH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$ olur.

Kolaminfosfatidlərin nümayəndələri kefalinlərdir. Bunlara *fosfatidiletanol-aminlər* də deyilir. Kefalinlərin tərkibində bir mole-

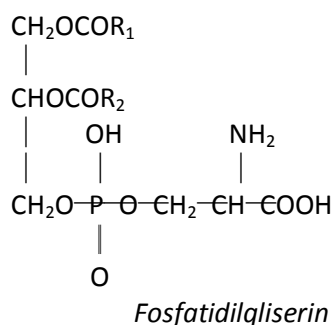
kul qliserinin, iki molekul yağ turşusunun, bir molekul fosfat turşusunun və bir molekul da kolaminin qalıqı vardır.

Kefalinlər də iki: α - və β - 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:



Serinfofatidlərin (və ya fosfatidilserin) tərkibində bir molekul qliserinin, fosfat turşusu, serin aminturşusunun qalığı və iki molekul yağ turşusu olur.

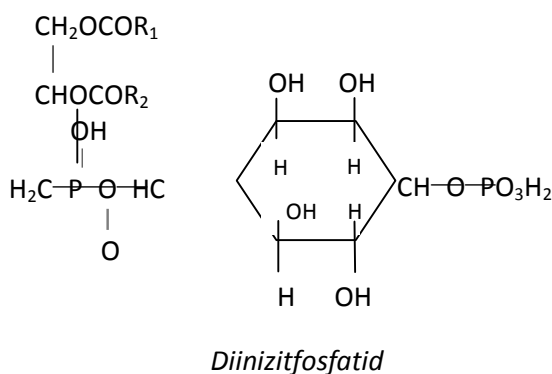
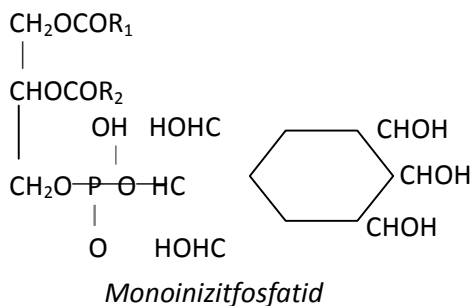
Serinfofatidlərdə sərbəst karboksil qrupu olduğundan turş xassəyə malikdir.

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.

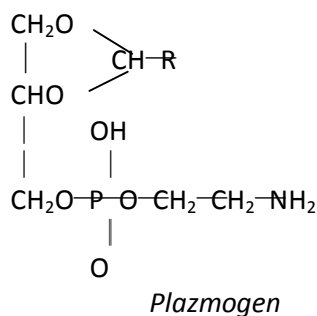
İnozitfosfatidlər. İnozitfosfatidlərə həm bitki, həm də heyvan orqanizmində rast gəlmək olar. İnozitfosfatidlərin (və ya fosfatidilinozidlər) tərkibində bir molekul

qliserinin, iki molekul yağ turşusunun, bir molekul fosfat turşusunun və bir molekul da altıatomlu siklik spirt olan inozitin qalığı vardır.



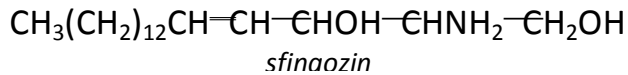
Təbiətdə tərkibində azotlu maddələr və karbohidratlar daxil olan inozitfosfatidlərə də təsadüf edilmişdir. Beyin maddəsində aşkar edilmiş lipozitol adlanan inozitfosfatidin tərkibinə inozit, kolamin, fosfat turşusu, yağ turşuları, qalaktoza və tartron turşuları daxildir. Bundan başqa tərkibində qliserin qalığı olmayan inozitfosfatidlərə də təsadüf edilmişdir.

Asetalfosfatidlər. Asetalfosfatidlərə *plazmogenlər* də deyilir. Bunlar hidroliz olunduqda qliserinə, turşu aldehydlərinə (palmitin və stearin aldehydlərinə), fosfat turşusuna, kolamunə və ya xolinə ayrılır.



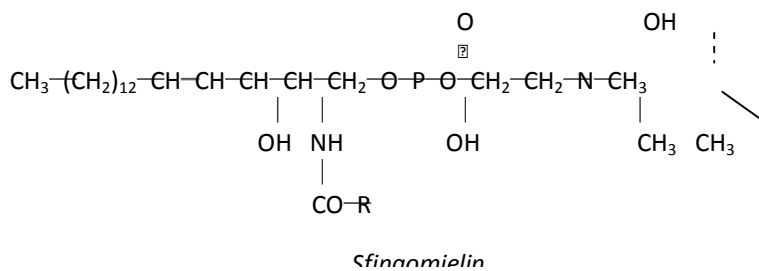
O, plazmanın tərkibində tapılmış fizioloji rolu hələ tam müəyyən olunmamışdır. Orqanizmdə yaşın artması ilə əlaqədar olaraq onların miqdarı azalır. Ən çox beyində, eritrositlərdə, əzələ toxumasında, qaraciyərdə, yumurtada asetilfosfatidlər tapılmışdır.

Sfinqofosfatidlər. Sfinqofosfatidlər (və ya sfinqomielinlər) sinir hüceyrə-lərinin 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.



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 liqnosterin turşusu tapılmışdır.

Sfinqomielinlərin tərkibində sfinqozin, yağ turşusu (ən çox stearin turşusu), fosfat turşusu və xolin vardır.



Sfinqomielinlər ağ kristallik maddələrdir, efiərdə həll olmur, oksigenə qarşı davamlıdır, suda şişərək, özülü kolloid məhlul əmələ gətirir. Bunlar ən çox beyində, dalaqda və ağciyərdə olur.

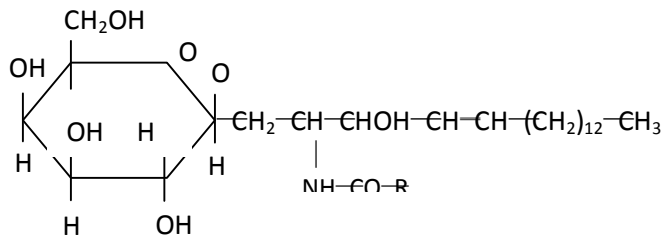
6. Qlikolipidlər və qanqliozidlər, tərkibi və bioloji rolu: Qlikolipidlərə serebrozoidlər və qanqliozidlər aiddir. Sonunculara *mukolipoidlər* də deyilir.

Serebrozoidlərin 4 nümayəndəsi: frenozin (serebron), kerazin, nervon və oksinervon müəyyən edilmişdir. Bunlar tərkiblərindəki yağ turşularına görə fərqlənir.

Qlikolipidlərin əmələ gəlməsində monosaxaridlər (əsasən qalaktoza), sfinqozin və yağ turşusu iştirak edir.

Qlikolipidlərin digər serebrozoidlər və qanqliozidlərlə əlaqəsi aşağıdakı sxemdə daha aydın görünür:

Serebrozoidlərin quruluşu ümumi şəkildə belə yazılır:

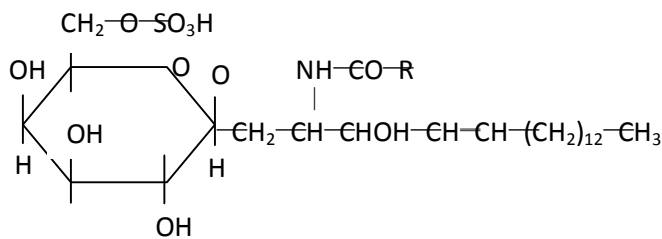


Serebrozidlər ilk dəfə beyində tapılmışdır. Sinir toxumasında və dalaqda bu lipidin miqdarı daha çoxdur.

Serebrozidlər bərk maddələrdir, suda şişərək, şəffaf həlməşik əmələ gətirir. Benzolda və isti spirtə həll olur. Efirdə həll olmur.

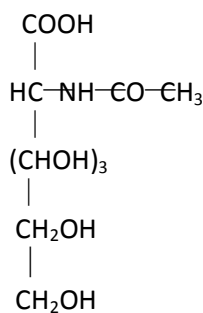
Serebrozidlər ən çox beyində, qan hüceyrələrində, həmçinin böyrəklərdə, dalaqda və s. olur. Patoloji hallarda qaraciyərdə, dalaqda, limfa düyünlərində kerazinin miqdarı kəskin çoxalır.

Sulfatidlər və ya sulfolipidlər kükürdlü serebrozidlərdir. Bunlarda qalaktozanın birli spirt qrupu ilə efir tipində birləşmiş sulfat turşusunun qalığı da vardır. Onların quruluşu aşağıdakı kimidir:

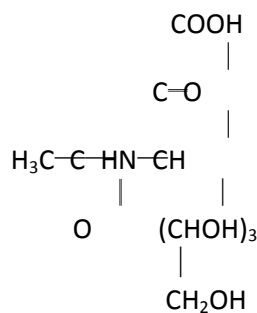


İnsan dalağında molekulunda qalaktozanın əvəzinə qlükoza daxil olan serebrozidlər tapılmışdır.

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*-asetil neyramin (sial) turşusuna görə serebrozidlərdən fərqlənir. Bu turşular orqanizmdə qlükozaminədən sintez olunur.



N-asetil qlükozamin



N-asetil neyramin turşusu
(sial turşusu)

Qanqlizidlərdə serebrozidlərdən fərqli olaraq molekulunda qalaktozanın əvəzinə mürəkkəb oliqosaxarid olur. Qanqlizidlər beynin boz maddəsində, həmçinin hüceyrə membranında mitoxondriyada və nüvəsində onlara rast gəlinir.

ƏDƏBİYYAT

1. Həşimov X.M, Həsənova S.Ə, Qida kimyası, Bakı 2010, 478 c.
2. Həşimov X.M, İbrahimova D.Ə, Ramazanov V.S., Bioloji kimyadan laboratoriya məşğələləri. Dərs vəsaiti, Bakı, 2012, 240 s.
3. Xəlilov Q. B. Heyvan biokimyasının əsasları. Bakı. 1987. Maarif.
4. Həsənov Ə. C., Rzayev N. A., İslamzadə F. Q., Əfəndiyev A. M. Bioloji kimya. Bakı 1989.
5. Кольман Я., Рем К. Г. Наглядное биохимия –Москва. Мир, 2000.
6. Северин Е. С., Алейникова Т. Л., Осипов Е. В. Биохимия. - Москва. Медицина. 2003.
7. Ковалевский Н. И. Биологическая химия. Москва. Академия 2008.

Qida kimyasından mühazirələr.

MƏRUZƏÇİ: dos.Həşimov Xalıq Məmməd oğlu

MÖVZU 4. ZÜLALLAR, TƏRKİBİ, FUNKSYALARI, QURULUŞU, TƏSNİFATI. SADƏ VƏ MÜRƏKKƏB ZÜLALLAR. BİOLOJİ ROLU.

P L A N

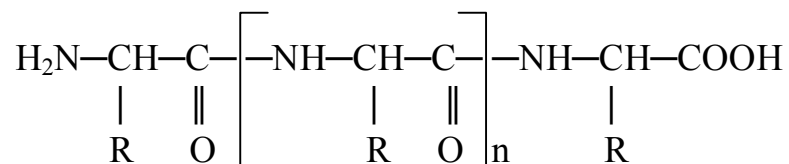
1. Zülalların tərkibi, xassələri, ayrılma və təmizlənmə üsulları
2. Peptidlər, tərkibi, bioloji rol
3. Zülalların birinci, ikinci, üçüncü və dördüncü quruluşu
4. Zülalların təsnifatı. Sadə zülallar, tərkibi, təbiətdə yayılması və bioloji rol

5. Mürəkkəb zülallar, tərkibi, yayılması, bioloji rolu

6. Zülalların funksyaları

1. Zülalların tərkibi, xassələri, qatılaşdırılma və təmizlənmə üsulları: Zülallar bütün canlıların orqanizmlərinin əsas təşkil edən, hidroliz məhsulları α amin turşuları olan yüksəkmolekullu azotlu təbii polimerlərdir.

Zülalların ümumi formulunu aşağıdakı kimi təsəvvür etmək olar.



Zülalların tərkibində elementlərin miqdarı müxtəlifdir.

Karbon50-55% Oksigen21-24%

Hidrogen6,5-7,3% Kükürd0-3,4%

Azot15-18% Kül0-0,5%

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 əvəzedilməz 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 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 ($+5^{\circ}\text{C}$ -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 elektrodlara 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 ($6n\text{ HCl}$), əsasi ($2n\text{ NaOH}$) 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 α -aminturşularının keyfiyyətə miqdarını təyin etmək mümkün olur.

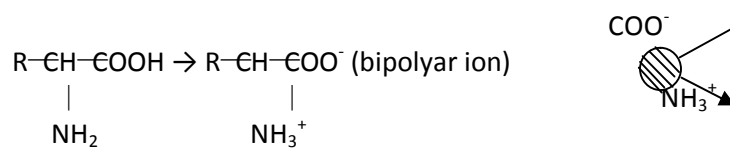
Zülal molekulunda atomların yerləşməsini və molekulun fəza quruluşunu – hidrodinamik və işıq xassələrinə əsaslanaraq rentgenoqrafiya, elektronmikroskopiya analiz üsulları ilə müəyyən olunmuşdur ki, zülal hissəcikləri asimmetrik dartılmış formada yerləşmişdir. Zülal hissəciklərinin asimmetriyasını xarakterizə

etmək üçün asimmetriya dərəcəsiindən istifadə edilir. $\alpha_a = \frac{b}{c}$; burada α_a - asimmetriya dərəcəsi; b -hissəciklərin uzunluğunun simmetriya oxu, c -hissəciklərin qısa simmetriya oxu $\alpha_a = 1$ olan zülalların molekullarının fəza quruluşu ellips və ya dairəvidir. Belə zülallara az rast gəlinir. $\alpha_a = 3-6^1$ olan zülalların molekullarının fəza quruluşu çubuqvarıdır. Bu zülallar çox yayılmışdır. $\alpha = 80-200$ olan zülalların molekullarının 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.

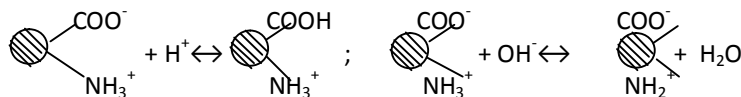
Zülalların molekul kütlələri 100 min hətta daha çox mln daltonla (atom kütləsinin ölçü vahididir) ifadə olunur. Zülalların molekul kütləsini fiziki üsullarla ən çox istifadə olunan ultrasentrafuqlaşma üsulu ilə müəyyən edilir. Bundan başqa elektronmikroskopiya, nüvə maqnit rezonans (NMR), gel-süzmə, 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 denaturasiyalaşdırır. Denaturasiyanın əksi *renaturasiya* adlanır.

Zülallar amfoter elektrolitlərdir, bu da onların tərkibindəki amin ($-NH_2$) və karboksil ($-COOH$) qrupları ilə əlaqədardır. Bu qruplar məhlulda ionlaşaraq anionlara və kationlara ayrılır.



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

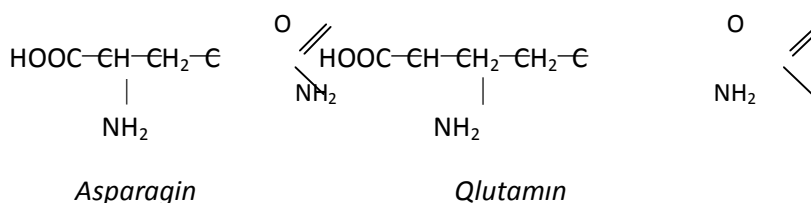


Zülallar elektrik yükü daşdığından izoelektrik halda olurlar. Bu hal zülalın kolloid hissəciklərinin elektroneytral vəziyyətinə deyilir. İzoelektrik hal elektrolitlərin təsiri ilə yaranır. Hidrogen ionları qatılığının bu haldakı qiyməti (yəni pH -ı) həmin zülalın izoelektrik nöqtəsi adlanır. İzoelektrik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

Zülalların bioloji xassələri-onların fermentativ, yəni biokatalitik aktivliyi ilə əlaqədardır. Bəzi zülalların molekulunun 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 kimyəvi tərkibini öyrənmək üçün turş, 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 α -aminturşusu və iki aminturşunun amidi-asparagin turşusunun amidi asparagin (*Asn*) və qlutamin turşusunun amidi – qlutamin (*Gln*).



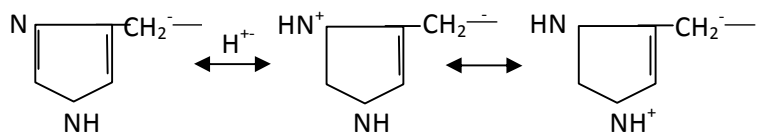
Zülallar α -aminturşularından (qlisin, prolin və oksiprolindən başqa) əmələ gəlmişdir. Bütün zülal aminturşuları (qlisindən başqa) optiki aktivdir və *L* (sol) izomer halındadırlar.

Zülalların tərkibində 18 α aminturşudan və iki amiddən başqa bəzi hallarda oksiprolinə (oksiprolidin 2-karbon turşusu), ornitinə (α, δ diaminvalerian turşusu), α -aminyaq turşusuna və selensistein (sistein turşusunda *Se*-də olur) turşusuna rast gəlinir. α -aminturşularının tərkibində olan funksional qruplar orqanizmdə gedən biokimyəvi reaksiyalara müxtəlif cür xassələr verir. Beləki, $-\text{NH}_2$ və $-\text{COOH}$ qrupları duz əmələgətirmə, $-\text{SH}$ və $-\text{S}-\text{S}-$ qrupları reduksiyaedici-oksidləşdirici, $-\text{NH}_2$, $-\text{OH}$, $-\text{COOH}$ qrupları alkülləşmə, $-\text{OH}$ qrupu fosforlaşma reaksiyalarını verir.

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.

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 bölünürlər.

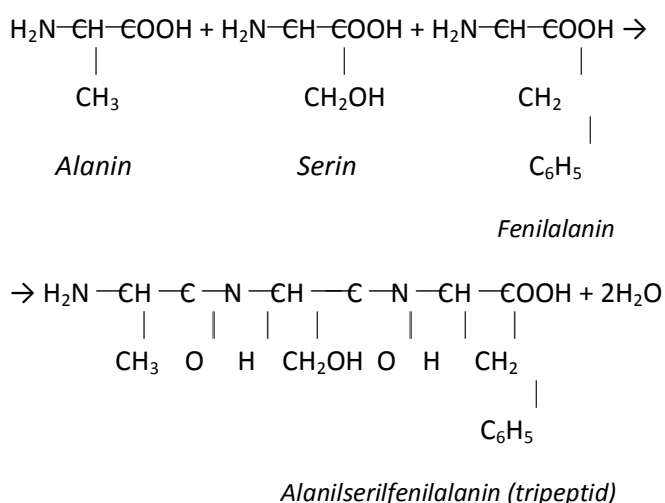
1. Asiklik-açıq zəncirli aminturşuları: qlisin, alanin serin, sistein, metionin və s.
2. Siklik-qapalı zəncirli aminturşuları: treptofan, histidin, prolin, fenilalanin və s.

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.

2. Peptidlər, tərkibi, bioloji rolu: 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.



Bu zaman alınan tripeptidin 6 izomeri ola bilər.

- 1) A – S – F alanilserilfenilalanin

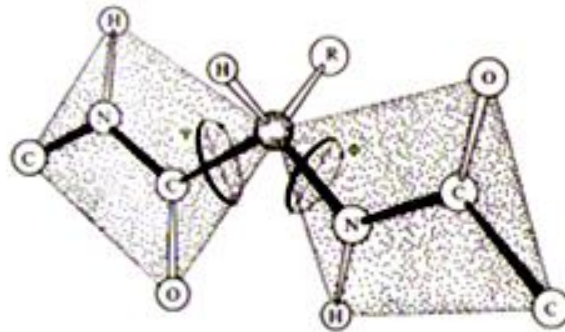
(angiotenzin, bradikinin, kallidin). 4) Güclü zəhər təsirinə malik olanlar - ilan və həşəratların zəhəri, zəhərli göbələklər, mikroblar. 5) Antibiotik təsirə malik olanlar. 6) Hüceyrənin fəaliyyətini artıranlar. 7) Bioüzvi kompleks və birləşmələri hüceyrə membranından keçirənlər. 8) Beyində gedən prosesləri nizamlayan hormonlar (neyrohormonlar).

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

3. Zülalların birinci, ikinci, üçüncü və dördüncü quruluşu: Hazırda 1000-dən çox zülal növünün kimyəvi tərkibi öyrənilmişdir. Zülal molekulu haqqında tam təsəvvür əldə etmək üçün aminturşuların zülal molekulunda hansı ardıcılıqla yerləşməsinə aydınlaşdırmaqdan ibarətdir. Bundan ötrü əvvəlcə zülalları hidroliz prosesinə uğradaraq kiçikmolekullu peptidlərə parçalayır və ayrılıqda götürülmüş peptidlərin terminal hissələrində yerləşən aminturşuları təyin edirlər.

Zülal molekulunu əmələ gətirən əsas peptid rabitələridir.

Peptid kristallarının müasir rentgenoqrafiya və spektroskopiya üsulları ilə analizi nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, peptid rabitəsində $-CO-NH-$ karbon atomu ilə azot atomu arasında olan məsafə 0,13 nm-dir və bir müstəvi üzərində trans vəziyyətində yerləşmişdir. Bu da peptid rabitəsinin davamlı olmasını təmin edir.



Şəkil 5. Peptid zəncirinin incə quruluşu

Termodinamikanın qanununa əsasən peptid rabitəsi ilə sintez olunan polipeptid və zülal molekulu onu əhatə edən aləmdə 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.

Polipeptid zəncirində aminturşu 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 β 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 treoqlobulinin ən uzun zəncirlərinin 2750 aminturşu qalığından ibarət olması müəyyən edilmişdir. Hazırda 100 minə qədər zülalın birincili quruluşu bu üsullarla müəyyən olunmuşdur.

Heyvanların çoxusunda insulinlərinin bir-birindən fərqi 4 zəncirində olan 8-10 yerdə duran aminturşu qalıqlarının müxtəlifliyidir.

Ribonukleazanın fermentativ aktivliyi onun birincili quruluşunda olan bir neçə aminturşunun düzülmə ardıcılığından asılıdır.

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 qaramal-dan 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.

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 dövrədəki aminturşu qalıqlarının sayından asılı olaraq 2 cür: alfa (α) və beta (β) adlanır.

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.

α -quruluşlu polipeptid zəncirləri β spiralına nisbətən davamlı olur. α 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 26^0 olur. Aminturşu qalıqlarının hər biri özündən əvvəlki qalıqdan spiralın boylama oxu üzrə 0,15 nm aralı yerləşir. α spiralın hər bir dövrədə 4-ə yaxın, β spiraldə 5-dən artıq amin-turşusunun qalığı olur.

Zülal molekullarında polipeptid zəncirlərinin ümumi uzunluğunun 75%-ə qədəri α spiralı şəklində olur:

Hemoqlobində 75%, yumurta albuminində 45%, ribonukleazada 17%, inək fibroinində 12% - α spiralı şəklindədir. Qalan hissəsi isə spiralların əmələ gəlməsində iştirak etmir.

β 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 β 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.

Polipeptid zəncirinin spirallaşmış və spirallaşmamış hissələrinin növbələşməsi nəticəsində zülal molekulları qıvrılaraq yumaq şəklində fəza konfiqurasiyası əldə edir. Bu zülalların üçüncü quruluşu koordinat oxları (x, y, z) üzərində α spiralların üç ölçülü fəza konfiqurasiyasını 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 153 aminturşu qalıqından 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 asılıdır. Beləki fermentlərinin aktiv mərkəzlərinin çox olması, fəallaşması üçüncü quruluşdan asılıdır.

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 olmurlar. 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.

2 α və 2 β polipeptid zəncirindən ibarət olan hemoqlobin molekulunun hər birinin molekul kütləsi 17000 Da olmaqla 4 protomerdən əmələ gəlmişdir. α -zəncirində 141, β -zəncirində 146 aminurşu qalıqı tetraed formasında tillərdə yerləşmişdir. Nəticədə yumaqşəkilli (şarşəkilli) 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 multimerinin tərkibində 4 substrat (protomer) yerləşir. Hər protomerin öz təsir sahəsi vardır ki, bunlar da aminurşu 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 multimerləri əmələ gətirir və kooperativləşərək zülalların bioloji aktivliyini artırır.

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

4. Zülalların təsnifatı. Sadə zülallar, tərkibi, təbiətdə yayılması və bioloji rolu: 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 (proteinlər) hidroliz olunduqda ancaq aminurşularına, mürəkkəb zülallar (proteidlər) isə aminurşularından başqa, zülal təbiətli olmayan (nuklein, fosfat, yağ turşuları, karbohidratlar və s.) başqa birləşmələrə ayrılırlar. Zülal olmayan hissə *prostetik qrup* adlanır.

Sadə zülallar həll olmasına, aminurşu tərkibinə və xassələrinə görə bir neçə qrupa: albuminlərə, qlobulinlərə, prolaminlərə, qlütelinlərə, histonlara, protaminlərə, proteinoidlərə və ya skleroproteinlərə bölünür.

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.

Qlobulinlərin molekul kütləsi 100-300 min dalton arasında dəyişir. Bu zülallara qan plazmasındakı fibrinogen, zərdab qlobulinləri (α -, β - və γ - qlobulinlər), süd qlobulinləri (laktoqlobulinlər), əzələ qlobulinləri, yumurta sarısındakı ovoqlobulinlər və qeyriləri aiddir.

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

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.

Turşularda həll olur. Bu zülalların tərkibində diaminomonokarbon turşuları (lizin, arginin) 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 sayılır. DNT-nin fəallığını azaltmaqla RNT-nin sintezini ləngidir.

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 (klupein) və balığın kürüsündə olur.

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.

5. Mürəkkəb zülallar, tərkibi, yayılması, bioloji rolu: 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 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 tərkibində sadə zülallar-dan 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.

Əzələlərdə olmaqla, hemoqlobinə nisbətən bəsitdir. Mioqlobin molekulda bir hem molekulunu və 153 aminturşusunun qalıqından əmələ gəlmiş bir polipeptid zəncirindən ibarət zülal molekulunu vardır. Bunun oksigenə hərisliyi hemoqlobindən artıqdır.

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

Flavoproteidlər və rodopsin də xromoproteiddir. Flavoproteidlərin prostetik qrupu B₂ vitamini, rodopsininki isə A vitaminidir.

Rodopsində A-vitamini 11-sis-retinal şəklindədir.

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

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.

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

Lipoproteidlərin bəziləri suda həll olan kompleks birləşmələrdir. Bunlarda lipidlər daxildə, zülallar isə xaricdə yerləşir. Zülal hissəsi daxildə 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.

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, qığırdaqlarda, gözün buynuz təbəqəsində, həzm şirələrində olan musinləri və mukoidləri, qan plazmasındakı qaptoqlobinləri, fetuini göstərmək mümkündür.

Zülallar molekullarının formalarına, fəza quruluşlarına (konformasiasına) 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) α - zülallar – polipeptid zəncirinin 60%-dən çoxu α spirallardan təşkil olunanlar.

2) β –zülallar – polipeptid zənciri β spirallardan (2-dən az olmamaq şərtilə) təşkil olunanlar.

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

4) α/β -zülallar- polipeptid zəncirinin α sturukturunun β - strukturunun əhatə-sində olanlar və ya əksinə β -strukturunun α -spiralının əhatəsində olan zülallar.

Qlobulyar zülalların ən çox rast gəlinənləri α/β quruluşda olanlardır. Sonrakı yeri β quruluş tutur, α və $\alpha+\beta$ quruluşda isə olan qlobulyar zülallara az rast gəlinir.

II.Funksyalarına görə zülallar aşağıdakı qruplara ayrılırlar: Zülalların müəyyən fəza quruluşuna malik olması, orqanizmdə hər hansı bir funksiya daşım-sı hüceyrənin əmələ gəlməsində bioloji xassələrinin formalaşmasında əsas rol oynayır.

6. Zülalların funksyaları: Zülallar hüceyrə xarici quruluş funksyalarını yerinə yetirirlər: İpəyin tərkibində rast gəlinir, tükün və dırnağın quruluşunu təmin edir, dəriyə quruluş və quruluq verir, ətrafların qurulmasında iştirak edir.

Bir çox zülallar müxtəlif tərkibli maddələrlə birləşərək onları hüceyrənin bir hissəsindən digərinə daşınmasını təmin edir. Məsələn, qanın eritrositlərinin tərkibində olan hemoqlobin 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.

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 qlikogenə çevrilməsini təmin edir.

Zülal reseptorları hüceyrə membranında zülalların qurulmasında iştirak edirlər. Onlar bu funksyanı yerinə yetirdikləri zaman hər hansı bir kimyəvi birləş-məni özünə birləşdirmək üçün hətta öz quruluşlarını da dəyişməyə qadirdirlər.

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 funksyalarına malikdirlər.

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

Qısa əzələlərin xüsusi zülalları (aktin və miozin) hüceyrənin və orqanizmin bütün hərəkətlərinin yerinə yetirilməsində iştirak edir. Aktin və miozin

təkhüceyrələrdə və çoxhüceyrələrdə əzələ qısalması prosesində iştirak edir. Həmçinin bu zülallar bitkilərdə yarpaqların hərəkət proseslərində və s. iştirak edir.

Bu funksyaları 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.

Orqanizmdə karbohidratlar və lipidlər azlıq təşkil etdikdə bəzi zülallar parçalanaraq enerji kimi istifadə edilir. Bir qram zülalın parçalanmasından 17,6 KCoul enerji alınır. Zülallar əvvəlcə aminturşulara sonra isə son məhsul olaraq CO_2 , NH_3 və H_2O parçalanırlar.

Bir çox qlobulyar zülallar ferment kimi funksyaya malikdir. Ferment zülallar biokimyəvi reaksiyaları kataliz edir, onları sürətləndirir. Fermentə birləşərək reaksiyanın sürətini dəyişən molekulə – *substrat* adlanır.

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

ƏDƏBİYYAT

1. Həşimov X.M, Həsənova S.Ə, Qida kimyası, Bakı 2010, 478 c.
2. Həşimov X.M, İbrahimova D.Ə, Ramazanov V.S., Bioloji kimyadan laboratoriya məşğələləri. Dərs vəsaiti, Bakı, 2012, 240 s.
3. Xəlilov Q. B. Heyvan biokimyasının əsasları. Bakı. 1987. Maarif.
4. Həsənov Ə. C., Rzayev N. A., İslamzadə F. Q., Əfəndiyev A. M. Bioloji kimya. Bakı 1989.
5. Кольман Я., Рем К. Г. Наглядное биохимия –Москва. Мир, 2000.
6. Северин Е. С., Алейникова Т. Л., Осипов Е. В. Биохимия. - Москва. Медицина. 2003.
7. Ковалевский Н. И. Биологическая химия. Москва. Академия 2008.

Qida kimyasından müəhazirələr.

MƏRUZƏÇİ: dos.Həşimov Xaliq Məmməd oğlu

MÖVZU 5. NUKLEİN TURŞULARI, TƏRKİBİ VƏ NÖVLƏRİ. DNT VƏ RNT. NUKLEOPROTEİDLƏR

P L A N

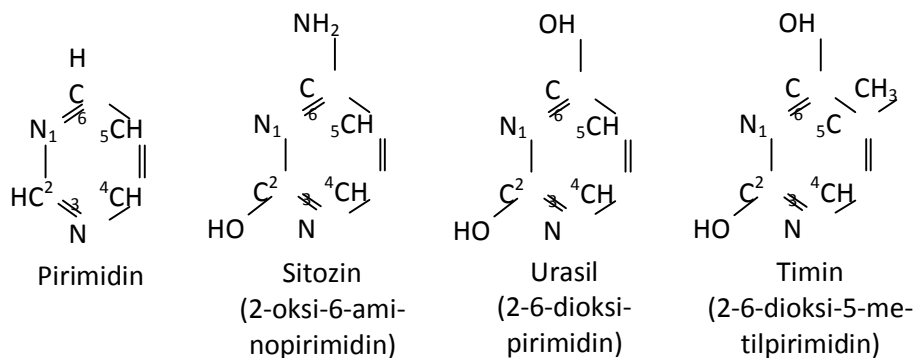
1. Nuklein turşuları haqqında məlumat
2. Nuklein turşularının kimyəvi tərkibi və növləri
3. DNT və RNT-nin birinci quruluşu
4. DNT və RNT-nin ikinci quruluşu
5. Nuklein turşularının üçüncü quruluşu
6. Nukleoproteidlər

1. Nuklein turşuları haqqında məlumat: Nuklein turşuları—elementar tərkibli azot əsasları, pentoza 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 köbəkələrindən nukleinin turşularının zülallardan ayrılmasına nail oldu. Daha sonra Kossel hüceyrələrdə NT-nin iki növü olduğunu aydınlaşdırdı. XX əsrin əvvəllərində Levin və Qulland NT-nin makro-molekulyar 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.

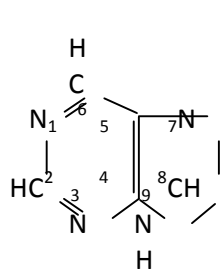
2. Nuklein turşularının kimyəvi tərkibi və növləri: Müxtəlif mənbələrdən alınan NT tam hidroliz olunduqda pirimidin və purin əsasları, pentoza və həmçinin fosfat turşusu əmələ gəlir. Natamam hidroliz zamanı nukleozid və nukleotidlər alınır. NT-in hamısının tərkibində pirimidin əsaslarından sitozin, urasil və timinə təsadüf edilir.

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

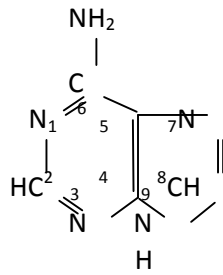


Azot əsaslarından olan digər birləşmələr – purin əsaslarına (purinin törəmələri) adenin (A) və qvanin (Q) aiddir.

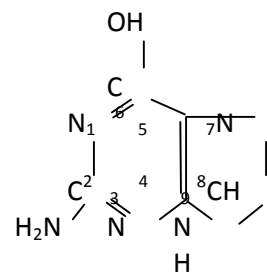
Pirimidin əsaslarından fərqli olaraq purin əsaslarında kondensləşmiş iki heterotsiklik həlqə olur. Purin molekulunu pirimidinlə imidazol həlqələrinin birləşməsi hesab etmək olar. İmidazol həlqəsinin purin molekuluna birləşmiş purin əsaslarının aktivliyini artırır. Purin törəmələrindən adeninə (6-aminopurin) və qvaninə (2-amin-6-hidroksipurin) nukleinin turşularının hidrolizi məhsulları arasında daha çox təsadüf edilir.



Purin

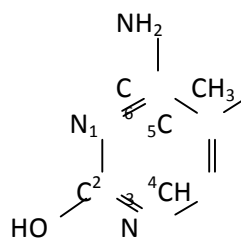


Adenin
(6-aminopurin)

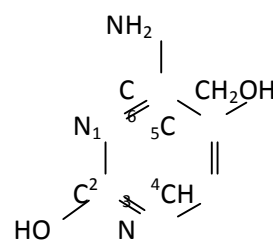


Qvanin
(2-amino-6-oksipurin)

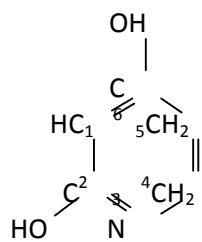
Bundan əlavə NT-in tərkibində az təsadüf olunan (mınar) azot əsaslarına rast gəlinir.



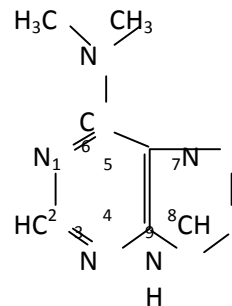
5-Metilsitozin



5-oksimetilsitozin

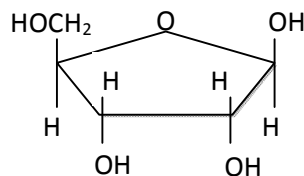


4,5-Dihidrourasil

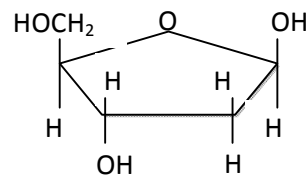


N₆-Dimetiladenin

Nuklein turşularının tərkibinə karbohidratlardan monosaxaridlərin iki nümayəndəsi α - β fruktofuranoz formada riboza və dezoksiriboza daxildir.



β -D-ribofuranaza



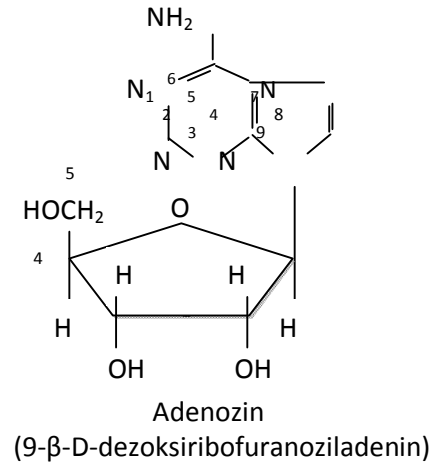
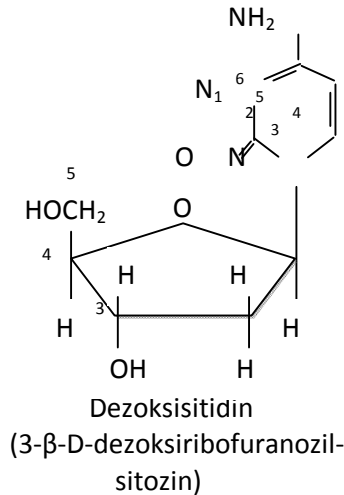
β -D-2-dezoksiribofuranaza

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

DNT-dezoksiribonuklein turşusuna və RNT-ribonuklein turşusuna ayrılır.

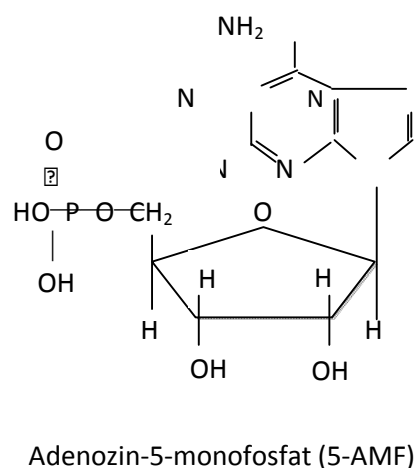
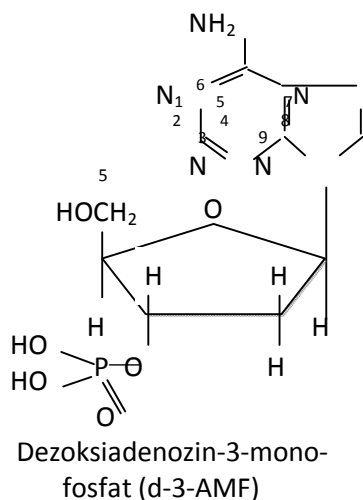
DNT –də azot əsaslarından – timin, RNT-də isə urasil olur. Həmçinin RNT-də bir çox minar azot əsaslarına rast gəlinir. DNT-də minar azot əsaslarına az rast olunur.

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

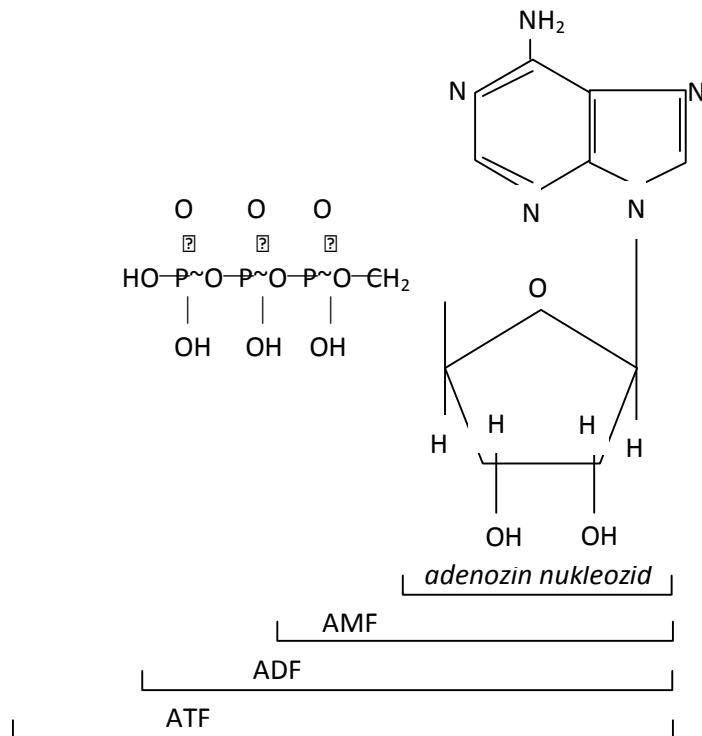
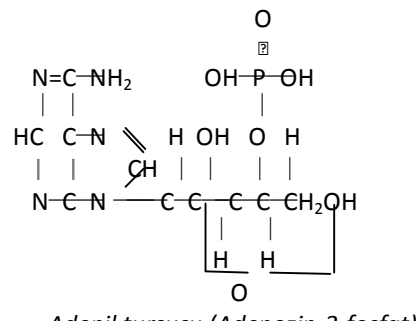


Əgər nukleozidin tərkibində ribozanın əvəzinə dezoksiriboza birləşsə “dezoksi” şəkilçisi əlavə edilir. Belə olan halda dezoksiadenzin, dezoksistidin və s. tərkibli nukleozidlər alınır.

Nukleotidlər-nukleozidlərin fosfat turşusu ilə əmələ gətir-dişi efrirlərdir. Fosfat turşusu riboza (və ya dezoksiriboza) molekuluna 3¹-cü və ya 5¹ karbon atomunda olan hidroksil qrupuna birləşir. Nəticədə adenzinmonofosfat (AMF) nukleotidi alınır.



Əgər adenzin nukleotidinə iki molekula fosfat turşusu birləşsə adenzin-difosfat (ADF) üç molekula fosfat turşusu birləşsə müvafiq olaraq adenzin-trifosfat (ATF) nukleotidi alınır.



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

Fosfat turşusu molekulları arasında makroergik efiir 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 oynayırlar. Bir çox mononukleotidlər amin, karbohidrat və s. qalıqlarının bir birləşmədən digərinə ötürülməsində, enerji mübadiləsində koferment kimi iştirak edirlər.

Nuklein turşuları (NT).- mononukleotidlərin müxtəlif sayda (minlərlə) bir-birilə efiir tipli rabitə ilə birləşərək oliqonukleotid və polinukleotid zəncirindən ibarət yüksəkmolekullu biopolimerlərdir. Poliribonukleotidlərin (RNT) tərkibində

purin nukleotidlərindən adenil və qvanil 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 molekulları 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 molekullarında nukleotidlərin yerləşmə ardıcılığına, onların *birincili quruluşu* deyilir.

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

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

1) Ribosom-rRNT-si hüceyrədə olan bütün RNT kütləsinin 80-85%-ni təşkil edir. Onun molekul kütləsi 1,7 mln Da şadır. 3-6 min nukleotiddən əmələ gəlir. Onların 80-84%-i spirallaşmış haldadır. Sadə zülallarla birləşərək ribonukleo-proteid 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-si hüceyrə nüvəsində DNT-in iştirakı ilə sintez olunur. mRNT-si funksiyası sintez olunacaq zülal molekulunun quruluşu haqqında olan məlumatı hüceyrənin nüvəsindən ribosoma aparmaqdır. Orqanizmdə saysız hesabsız zülal molekulu sintez olunur. Bunların hər birinin sintezi spesifik mRNT-si vasitəsilə idarə edilir.

4) Virus - vRNT-si virusların və faqların tərkib hissəsidir. Onlar virusun (hüceyrə sahibinin) çoxalmasında informasiya rolu-nu oynayır. Molekul kütləsi 2 –

15 mln Dalton aras1 dəyişir.

3. DNT və RNT-nin birinci quruluşu: Nuklein turşularının molekulunda 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 qanın 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 qlığının sayı timinə, qanın molekulları qlığının sayı isə sitozinə bərabər $A = T$; $Q = S$.

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

3. Qanınlə sitozini molyar miqdarının cəminin adeninlə timinin molyar miqdarının cəminə nisbəti $Q+S/A+T$ DNT-ın spəfik göstəricisi olub hər bir canlı növü üçün sabit kəmiyyətdir. Bu kəmiyyət DNT-ın spəfik 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 qanın sitozin tipinə mənsubdur. $Q+S > A+T$ onları qanın sitozin tipli (DNTQS) adlandırırlar. DNT-ın spəfik göstəricisi DNTAT tiplilərdə vahitdən az, DNTQS tipli DNT-lərdə isə vahiddən çox olur. İnsan DNT-ın spəfik göstəricisi 0,66-dır. Canlılardan DNT-ın spəfik göstəricisi ən çox olan şüalı köbəkəkdir (aktinomiset) onun spəfik göstəricisi 2,73-ə bərabərdir.

DNT molekulu nukleotidlərin miqdarca (Carqaff qaydaları) 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 (aminqrup) sayına bərabərdir. $Q+Y=A+S$

RNT molekulu bir ədəd polinukleotid zəncirindən ibarətdir. Bu zəncirdə monomerlərin yerləşmə ardıcılığı RNT-ın birinci quruluşunu zarakterizə 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-in tam nukleotid ardıcılığını ver-mişdir. 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-sının birinci quruluşu açıqlanmışdır. Hazırki vaxtda 2000-dən çox nRNT-in birinci quruluşu məlumdur.

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

Beynəlxalq “İnsanların geni” proqramının məqsəd və vəzifəsi insan orqanizmində olan bütün DNT və RNT molekulalarının quruluşunu aydınlaşdırmaqdır.

4. DNT və RNT-nin 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 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 quanin 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 molekullarda mütləq purin əsasının qarşısında pirimidin əsasları yerləşməlidir.

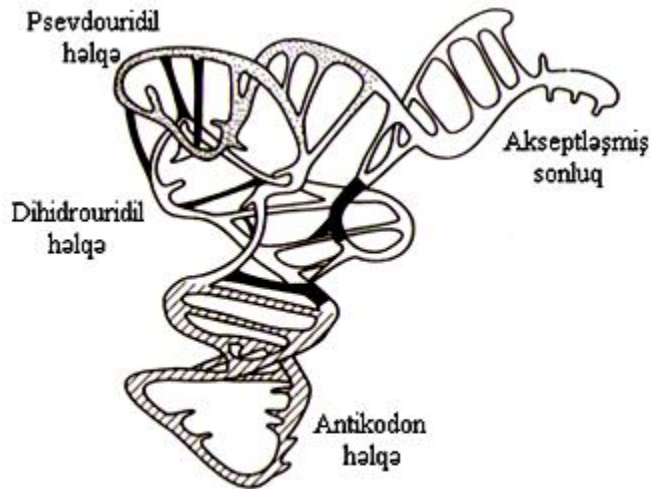
DNT molekulunda mononukleotidl r n düzülüş qaydasının belə asılılıęı komple-
mentarlıq (tamamlama) prinsipi adlanır.

DNT molekullarında nukleotidlər arasındakı məsafə 0,34 nm–dir. Spiralın
hər bir dövrəsində qarşı-qarşıya yerl  m   10 cüt nukleotid olur. Hər bir dövrənin
tamamlanması üçün 3,4 nm məsafə lazım gəlir.  kiqat 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 rabitələrə hesabına baş verir.

DNT molekulundan fərqli olaraq RNT molekulu bir polinukleotid
zəncirindən əmələ g lm  dir. RNT-in ikincili quruluşu fəzada polipeptid zəncirinin
natamam spiral  ekilini (50%-  qədər) almasıdır. Onun yalnız bəzi hissələrə
adeninl  timin arasında olan iki və quaninlə sitozin arasında əmələ gələn   
hidrogen rabit s  hesabına qısa və natamam spiral  ekli alır.

RNT molekulunda polinukleotid z ncirl r nin burulma yerl r nd n DNT
molekulunda olduęu kimi komplementarlıq prinsipi ilə bir-birini tamamlamır.

5. Nuklein turşularının üçüncü quruluşu: Hər bir NT molekulu fəzada
 mumi bir superspiralla ma halına malik olur ki, bu da onların üçüncü quruluşunu
 m l  gətirir. Bu hal  n çox fenilalanin nRNT-si üçün  yr nilm  dir.
Rentgenostruktur analiz üsulları ilə nRNT molekulunun açılması göstərir ki,   
hissə fəzada bir-birinə sıx birl  m   halda digər dördüncü hissə (antikod)  ks
isti am t dartılmış halda yerləşir.



Şəkil 39. Fenilalanin nRNT üçüncü quruluşunun sxemi

Xromatinin v  xromosomun tərkibində DNT üçüncü quruluş halında
superspiralla m   formada mövcuddur. Xromatinin struktur vahidini nukleosomlar
təşkil edir. Nukleosomlar DNK spiralı ilə əhatə olunur ki, orada 8 n v li əsasi
xassəli zülallar (histonlar) yerləşir.

6. Nukleoproteidlər: Nuklein turşuları sərbəst halda yaşayırlar (n RNT-dən başqa) in vivo, onlar əsasi xassəli (protaminlər, histonlar) zülallarla əlaqəli şəkildə fəaliyyət göstərilir. 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 bütün 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 funksiyalaşmasında əsas rol oynayır.

ƏDƏBİYYAT

1. Həşimov X.M, Həsənova S.Ə, Qida kimyası, Bakı 2010, 478 c.
2. Həşimov X.M, İbrahimova D.Ə, Ramazanov V.S., Bioloji kimyadan laboratoriya məşğələləri. Dərs vəsaiti, Bakı, 2012, 240 s.
3. Xəlilov Q. B. Heyvan biokimyasının əsasları. Bakı. 1987. Maarif.
4. Həsənov Ə. C., Rzayev N. A., İslamzadə F. Q., Əfəndiyev A. M. Bioloji kimya. Bakı 1989.
5. Кольман Я., Рем К. Г. Наглядное биохимия –Москва. Мир, 2000.
6. Северин Е. С., Алейникова Т. Л., Осипов Е. В. Биохимия. - Москва. Медицина. 2003.
7. Ковалевский Н. И. Биологическая химия. Москва. Академия 2008.

Qida kimyasından mühazirələr.

MƏRUZƏÇİ: dos.Həşimov Xəlil Məmməd oğlu

**MÖVZU 6. FERMENTLƏR, AYRILMASI VƏ TƏMİZLƏNMƏSİ,
QURULUŞU, TƏSNİFATI, TƏTBİQİ**

PLAN

1. Fermentlər haqqında məlumat
2. Fermentlərin ayrılması və təmizlənməsi üsulları
3. Fermentlərin quruluşu və kimyəvi tərkibi
4. Fermentlərin təsnifatı və nomenklaturası
5. Fermentlərin tətbiqi

1. *Fermentlər haqqında ümumi məlumat:* 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 qıcqırdan 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 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 Fe^{3+} ionu 10 mld dəfə, qeyri-üzvi birləşmələrdə katalitik təsir edən Fe^{3+} ionundan aktivdir.

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.

Orqanizimdən ayrılmış ferment təsir xüsusiyyətinə malik deyildir. Bundan ötrü ayrılmış ferment kimya, əczaçılıq və həmçinin qida sənayesində geniş istifadə olunur.

2. Fermentlərin ayrılması və təmizlənməsi üsulları: 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, elektroforez 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 səmənə 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 cücərtilərindən 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.

3. Fermentlərin quruluşu və kimyəvi tərkibi: Bütün fermentlər qlobulyar zülallar tipinə aiddir.

1963-cü ildə ribonukleazanın və lizosomun, 1964-cü ildə isə α -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: B₁; B₂; B₆; B₁₂; PP və s.), müxtəlif metallar (sink, dəmir, molibden, mis və s.), nukleotidlər adinozin üç fosfat, adenoindifosfat, uridinüçfosfat, uridindifosfatqilikoza, quanozindifosfatmannoza və s.) birləşmələr aiddir. Bunlar termostabildir.

Fermentin zülal hissəsinə *apoferment*, zülal olmayan hissəsinə *koferment* deyilir. Koferment üzvi kofaktordur. Sonuncu zülalla kovalent rabitə ilə birləşdikdə *prostetik qrup* da adlanır. Koferment fermentə fəallıq, apoferment isə spəsfiklik verir. Məsələn, karboksilazanın kofermenti tiampirofosfat olub, kokarboksilaza da adlanır.

Kobalamin fermentlərinin kofermentləri B₁₂ vitamininin törəmələridir. Piruvatkarboksilazanın (piroüzüm turşusunu oksalatsirkə 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 (elrketroforetik hərəkətliyinə, kinetik xassələrinə, inqibitorlara, aktivatorlara münasibətinə, aminturşu tərkibinə 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, esterazanı, aminotransferazanı, leysinamino-peptidazanı və s. göstərmək olar. Laktatdehidrogenazanın 5—formasını, izofermenti (LD_{1-5}) bəllidir. Bunların hamısının molekul kütləsi 134000-ə yaxındır. Tərkiblərində hər birinin molekul kütləsi 33500 olan dörd polipeptid zənciri (subvahid) vardır. Bu polipeptid zəncirləri iki tipdə olur. Onlardan biri M (ingilis dilində əzələ deməkdir), digəri H (ingiscə ürəkdə sözüdəndir) zənciri adlanır. Bu zəncirlərdən laktatdehidrogenazanın müxtəlif formaları (LD_1 ; LD_2 ; LD_3 ; LD_4 və LD_5) əmələ gəlir. Bunlardan bir 4 M (M_4 və ya LD_5) zəncirindən, digər üç M və bir H (M_3H) 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 təklildə fermentativ fəallıqları yoxdur.

M_4 və M_2H izofermentləri əsas enerji mənbəyi qlükoliz olan toxumalarda (ağ skelet əzələlərində, embrion tozumalarında), MH_3 və H_4 isə aerob mübadilə ilə xarakterlənən toxumalarda çox olur.

İzofermentlər molekullarının quruluşuna və müxtəlif orqanlarda miqdarına görə də fərqlənir. Bütün orqanlarda laktatdehidrogenazadan 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 diferensiasiyasının 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 üstündür.

Ribozimlərin və nukleozimlərin yeni növlərinin sintezi biokatalizatorların evalyusiyasının başlanğıcı olacaq və gələcək nəslin sağlam inkişafını təmin edəcəkdir.

4. 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 verilirərkən 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 surətdə 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) liqazalar, 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 sinfinin, 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: sistematik və adi (işçi) nomenklaturalar.

Katalitik təsiri tamamilə aydın olan fermentləri sistematik nomenklatur üzrə adlandırırırlar. Fermentlərin sistematik adları iki hissədən ibarətdir: birinci hissə substratın adını göstərir. İkinci hissə “aza” şəkilçisi ilə bitir və fermentin kataliz etdiyi reaksiyanı səciyyələndirir. Fermentlərin sistematik adları yazıldıqda birinci hissə ilə ikinci hissənin arasında tire işarəsi qoyulur.

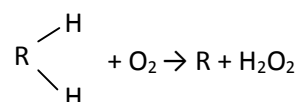
Fermentlərin adi adları mümkün qədər sadə və qısa olmalıdır. Bu məqsədlə fermentlərin əksəriyyətinin köhnə adları işlədilir.

Təbiidir ki, adi adlandırma üsulu, sistematik adlandırma qədər mükəmməl və dəqiq ola bilməz. Məsələn, sidik cövhərinin hidroliz yolu ilə ammonyaka və karbon qazına parçalayan ferment hidrolazalar sinfinə daxildir. Onun şifri 3.5.1.5. sistematik adı-karbamidamidohidrolaza, adı adlanma ilə ureazadır.

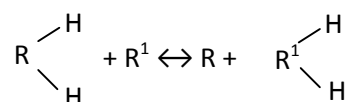
Aşağıda fermentlərin müasir təsnifatının müxtəlif qrupları haqqında qısa məlumat verilir.

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:

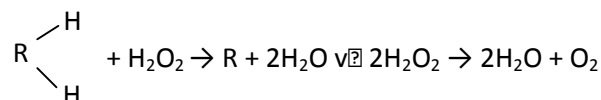


Anaerob dehidrogenazalar-hidrogeni bir substratdan digərinə keçirir. Bu cəhətə görə anaerob dehidrogenazalar aerob dehidrogenazalardan fərqlənir. Lakin onların kataliz etdiyi reaksiyalarda oksigen iştirak etmir:



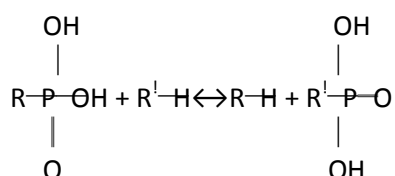
Sitoxromlar-bioloji oksidləşmədə elektron daşıyıcı kimi iştirak edən fermentlərdir (məsələn, sitoxromoksidaza).

Peroksidaza və katalaza-ya hidrogen atomlarını substratdan hidrogenperoksid molekuluna keçirir (peroksidaza), ya da hidrogenperoksidi suya və molekulyar oksigenə parçalayır (katalaza):

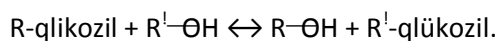


II. Transferazalar. Transferazalar-müxtəlif kimyəvi qrupların bir molekuldan digərinə keçirilməsi ilə nəticələnən reaksiyaları kataliz edən fermentlərdir. Bu sinfə daxil olan fermentlər daşıyan kimyəvi radikalın növünə görə bir-birindən fərqlənir.

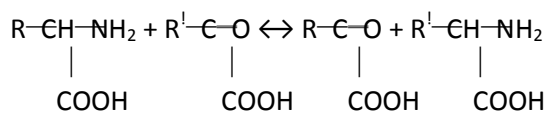
Fosfotransferazalar—fosfat turşusu qalıqlarını nukleozidfosfatlardan başqa maddələrin molekullarına daşıyan fermentlərdir. Bu qrupun ən geniş yayılmış nümayəndələrindən biri fosfat turşusu qalığına ATF-in tərkibindən heksoza molekuluna keçirən heksokinaza fermentidir.



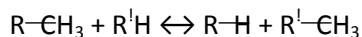
Qlikoziltransferazalar - sadə şəkər qalıqlarını daşıyan fermentlərdir.



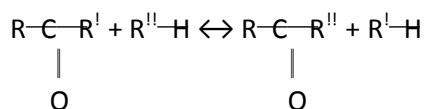
Amintransferazalar - amin qrupunu aminturşulılarından ketoturşulara daşıyan fermentlərdir.



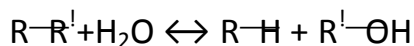
Metultransferazalar-metilləşmə reaksiyalarını kataliz edir.



Asiltransferazalar-asil qalıqlarını daşıyan fermentlərdir.



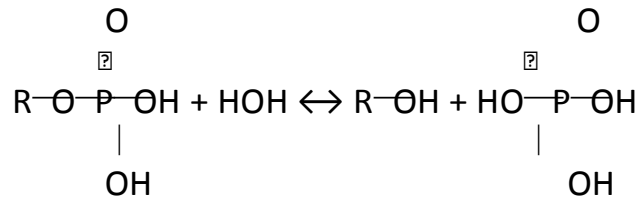
III. Hidrolazalar. Hidrolazalar-molekul daxili rabitələrin hidrolitik (su molekulunun birləşməsi ilə müşahidə olunan) parçalanma reaksiyalarını kataliz edən fermentlərdir. Onların ümumi təsir sxemi belə ifadə olunur.



Hidrolazalar adı altında fermentlərin çox böyük bir qrupu birləşir. Bu qrupa daxil olan fermentlər hidroliz etdikləri birləşmələrin təbiətindən asılı olaraq bir neçə yarımqrupa ayrılır.

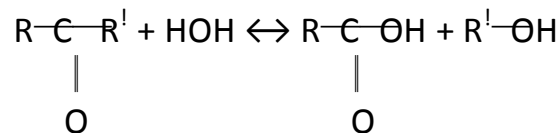
1. *Esterazalar*-mürəkkəb fermentlərin hidrolitik parçalanmasını sürətləndirən fermentlərdir. Bu yarımqrupa aşağıdakı fermentlər daxildir:

a) *Fosfatazalar*-fosfat turşusunu mürəkkəb efirlərini hidroliz edirlər:



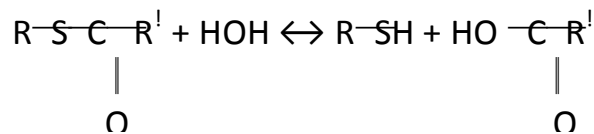
Bunlara qələvi və turş fosfatazalar, qlukoza-6- və qlukoza-1-fosfatazalar, nukleotidazalar, fosfodiesterazalar, ribonukleazalar, dezoksiribonukleazalar və s. aiddir.

b) *karboksiesterazalar*-üzvi turşuların mürəkkəb efirlərini hidroliz edirlər:



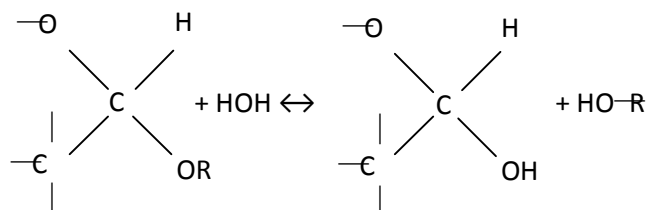
Bunlara sadə esterazalar, lipazalar, fosfolipazalar (A, B, C və D), sulfoesterazalar (sulfat turşusunun efirlərini hidroliz edən fermentlər) və s. aiddir.

2. *Tioesterazalar*-üzvi turşularla tiopsirtlərin mürəkkəb efirlərini parçalayır.

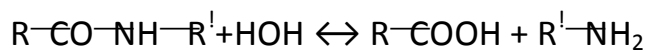


Asetilkoenzim-A-deasilaza tioesterazaların nümayəndəsidir.

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.

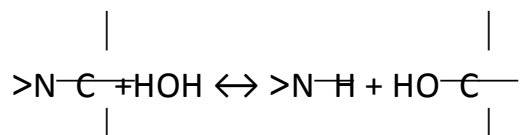


Peptidazalar təsir xüsusiyyətlərinə görə bir neçə qrupa bölünür:

a) *ekzopeptidazalar*-polipeptid zəncirinin üç hissəsində yerləşən peptid rabitələrini tədricən hidroliz edir.

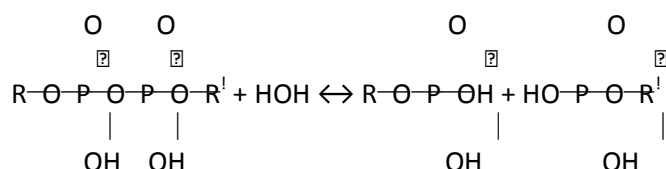
b) *endopeptidazalar*-polipeptid zəncirlərinin orta hissəsində yerləşən peptid rabitələrini parçalayır.

5. *Amidazalar*-amidlərin hidrolizini sürətləndirən fermentlərdir.



Bunlar asparaginaza, ureaza, adenindezaminaza aiddir.

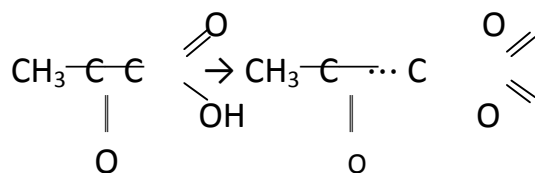
6. *Polifosfatazalar*-fosfat turşusu qalıqları arasındakı anhidrid rabitələrini parçalayan fermentlərdir.



Polifosfatazaların nümayəndələrindən adenozintpifosfatazanı, nukleoziddi-fosfatazanı 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.

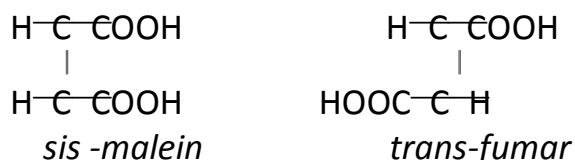
Karboksilazalar (dekarboksilazalar) aminturşu və ya ketoturşuların tərkibində olan karboksil qruplarını onların molekullarından ayıraraq, karbon qazına çevirir.



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 enerjiden istifadə edərək, sadə birləşmələrdən mürəkkəb maddələrin sintezini sürətləndirən fermentlər daxildir. Liqazalar zülalların, nuklein turşularının, alifatik turşuların və başqa birləşmələrin sintezində mühüm rol oynayırlar.

5. 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 şərabçılıqda, çörəkbişirmədə, spirt, pivə, şirələrin istehsalında, tütünçülükdə, gön-dəri, ət, süd, balıq, konserv sənayesində, şirniyyat emalında, məişətdə və başqa sahələrdə də tətbiq olunur.

Çörəkbişirmə sənayesində köbələkdən alınmış ferment (əsasən amilaza) preparatından istifadə xəminin 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 dövrənin 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: laktodehidroge-naza (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.) təyininə işlədilir.

Mikrobiologiya və biotexnologiya sahələrinin nəaliyyətləri bakteriya və köbək mənşəli fermentlərdən heyvanların yemləri mənimsənilməsinə artırmaq məqsədilə istifadəsi get-gedə genişlənir. Kompleks ferment preparatlarının tətbiqi yemlərdə selluloza və hemisellulozanın da heyvan orqanizmində mənimsənilməsinə şərait yaradır.

Ferment preparatların saxlanması nəticəsində onların istifadəsi çətinləşir. Tətbiqi enzimologiya sahələrinin nəaliyyətləri nəticəsində immobiləşdirilmiş fermentlər-süni ferment qrupları yaradılmışdır. Bu cür immobiləşdirilmiş fermentdə hər bir ferment süni surətdə həll olmayan daşıyıcı ilə birləşir. Daşıyıcı kimi üzvi (selluloza, 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 immobiləşdirilmiş fermentlər istehsalına başlanmışdır. Bu cür immobiləşdirilmiş 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.

ƏDƏBİYYAT

1. Həşimov X.M, Həsənova S.Ə, Qida kimyası, Bakı 2010, 478 c.
2. Həşimov X.M, İbrahimova D.Ə, Ramazanov V.S., Bioloji kimyadan laboratoriya məşğələləri. Dərs vəsaiti, Bakı, 2012, 240 s.
3. Xəlilov Q. B. Heyvan biokimyasının əsasları. Bakı. 1987. Maarif.
4. Həsənov Ə. C., Rzayev N. A., İslamzadə F. Q., Əfəndiyev A. M. Bioloji kimya. Bakı 1989.
5. Кольман Я., Рем К. Г. Наглядное биохимия –Москва. Мир, 2000.
6. Северин Е. С., Алейникова Т. Л., Осипов Е. В. Биохимия. - Москва. Медицина. 2003.
7. Ковалевский Н. И. Биологическая химия. Москва. Академия 2008.

MƏRUZƏÇİ: dos. Həşimov Xalq Məmməd oğlu

***MÖVZU 7. VİTAMİNLƏR VƏ KOFERMENTLƏR, TƏSNİFATI. YAĞDA VƏ
SUDA HƏLL OLAN VİTAMİNLƏR. ANTİVİTAMİNLƏR***

P L A N

1. Vitaminlər və kofermentlər haqqında ümumi məlumat
2. Vitaminlərin təsnifatı və nomenklaturası, təyin edilmə üsulları
3. Yağda həll olan (A, D, E, K, F, Q) vitaminlər, tərkibi, bioloji rolu
4. Suda həll olan (B qrupu vitaminləri, C vitamini) vitaminlər, tərkibi, bioloji rolu
5. Antivitaminlər, tərkibi, bioloji rolu

1. Vitaminlər və kofermentlər hü
hüceyrənin normal həyat fəaliyyəti üçün

ümumi məlumat: Vitaminlər -
olan ən vacib bioüzvi maddələrdir.

Onlar qidanın əvəzolunmaz komponentləridir. Vitaminlərin çoxusu insan və heyvan orqanizmində sintez olunurlar. Bitkilərdə və mikroorqanizmlərdə amin-turşulardan (triptofan, β -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) bitkilərin və heyvanların orqanlarında müxtəlif intensivlikdə getməklə onların yaşından, xarici mühit amillərindən (günün uzunluğu, temperatur, havanın rütubəti, təzyiq, 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-vitami (S-metilmetionin), B₁₅-vitami (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.

2. Vitaminlərin təsnifatı və nomenklaturası, təyin edilmə üsulları:

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 (B₁, B₂, B₃, B₅, B₆) vitaminləri, C, PP, fol, paraaminbenzoy turşusu və s.

Yuxarıda qeyd edilən vitaminlərin bəziləri bir neçə formada olur. Həmin formalar – *vitamerlər* adlandırılır. Məsələn, A₁ və A₂ vitaminləri A vitamininin, D₂ və D₃ vitaminləri D vitamininin vitamerləridir.

Vitaminlər əvəzolunmaz birləşmələrdir. Onların orqanizmdə müxtəlif miqdarda olmasından asılı olaraq orqanizmin avitaminoz hipovitaminoz və hipervitaminozluq halları yaranır.

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.

Qida məhsullarının tərkibində olan vitaminləri təyin etmək üçün iki üsuldən istifadə edilir: fiziki-kimyəvi və bioloji üsullardan.

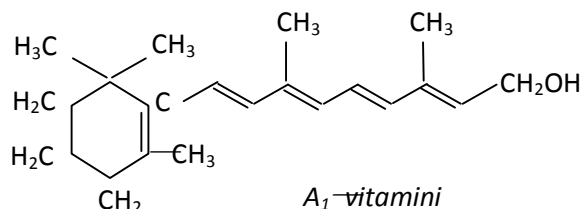
Fiziki-kimyəvi üsul müxtəlif vitaminlərin müəyyən kimyəvi reaktivlərlə rəngli reaksiyalar vermək qabiliyyətinə əsaslanır. Bioloji üsulun mahiyyəti bundan ibarətdir ki, heyvanlar müəyyən müddət ərzində (dəniz donuzu, siçovul və s.) süni, vitaminsiz pəhrizlə qidalandırılırlar, təcrübə heyvanlarında avitaminoz 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.

3. Yağda həll olan (A, D, E, K, F, Q) vitaminlər, tərkibi, bioloji rolu:

A vitamini- A vitamini (və ya retinal) bitkilərdə provitamin formada olur. Onun provitamini karotindir. Onun da 3 izomeri vardır: α -, β -, γ -karotin. Karotinlərin qarışığında β -karotin çoxluğu (təxminən 85%) təşkil edir. Bunun bioloji fəallığı 100 götrülərsə, α -formanınkı 53 və γ -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 β – karotindən hidrolitik parçalanma nəticəsində 2 molekul, α –, və γ -karotindən isə bir molekul A_1 vitamini (və ya retinal) əmələ gəlir.



A_1 vitamini tsiklik biratomlu doymamış spirtədir. Oksigenli mühitdə tez pozulur. Təmiz halda açıq-sarı rəngli kristallik maddədir, 63°C -də əriyir. Suda həll olmur, lakin yağlarda, efirdə, xloroformda, asetonada və s. yağ həlledicilərində yaxşı həll olur. Bunun izomerləri də vardır. A_2 vitaminindən bunun fərqi nüvəsində əlavə (2-ci) ikiqat rabitənin olmasıdır.

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.

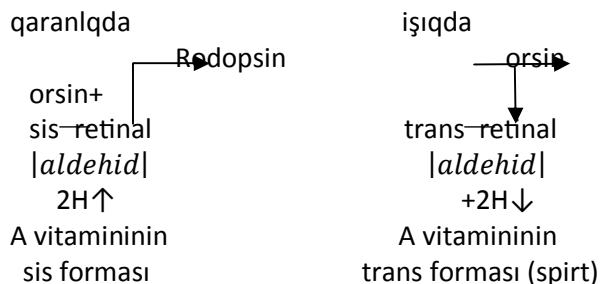
Balinaların qaraciyərində orqanizmə A vitamini kimi təsir göstərən bir maddə alınmışdır. Bu maddə A_3 vitamini adlanır.

A qrupu vitaminləri zülalların, nuklein turşularının mübadiləsində, bəzi hormonların (insulinin) fəallaşmasında, oksidləşmə-reduksiyalaşma proseslərində iştirak edir.

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 reduksiyalaşaraq spirt formasına çevrilir.

Qaranlıqda bu proseslər əksinə gedir. Bu çevrilmələri sxematik aşağıdakı

kimi göstərmək olar:

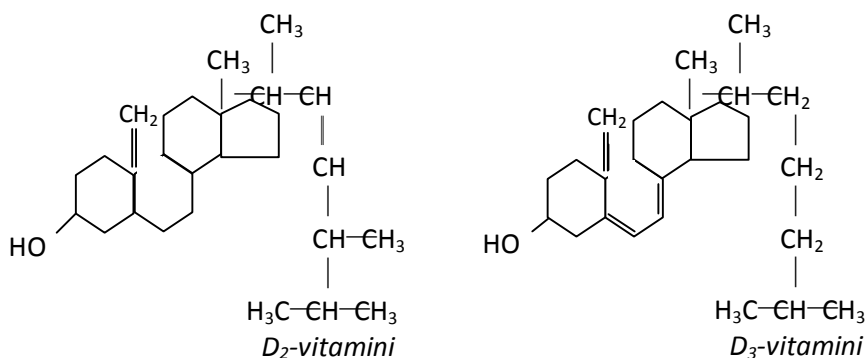


A vitamini çatışmadıqda insan və heyvanlarda görmə prosesi (keratomal-yasiya – gözün buynuz təbəqəsinin yumşalması, kseroftalmiya-gözün buynuz qışasının quruması, sinir sisteminin fəaliyyəti və epitel örtüyü) pozulur. Toyuq korluğu və ya hemerlopiya – A hipovitaminoz əmələ gəlir. Bu zaman alaqaranlıqda və axşamüstü görmə qabiliyyəti itir, lizosimin əmələ gəlməsi dayanmır, yoluxma-ya həssaslıq artır. Belə xəstələr vərəmə tez tutulur.

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_2 – D_6) təsadüf edilir. Bunlardan faydalısı D_2 və D_3 vitaminləridir.

D vitamini və ya kalsiferol bitkilərdə provitamin formasındadır. Bu da sterinlərdəndir. Məsələn, erqosterin D_2 vitamininin provitaminidir. İnsan və heyvan orqanizmində erqosterindən ultrabənövşəyi şüaların təsiri ilə D_2 vitamini (erqokal-siferol) əmələ gəlir. D_3 vitamininin (və ya xolekalsiferol) biosintezində dəridə olan 7–dehidroxolesterindən istifadə olunur. D qrupu vitaminlərinin tərkibində tsiklo-pentanonperhidrofenantren nüvəsi vardır və quruluşları aşağıdakı kimidir:



D_2 vitamini rəngsiz kristallardan ibarət 4 ikiqat rabitəli siklik doymamış spirtidir. Temperatura davamlıdır, 115–117⁰C-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 nəticə-

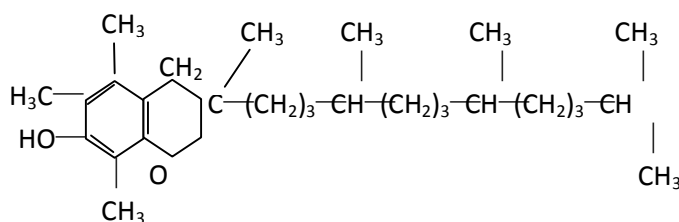
sində lülə sümüklərin yumşalması və əyilməsi ilə xarakterlənir.

Bütün orqan və toxumalarda fosfor və kalsiumun miqdarı azalır. Qanda kalsiumun miqdarı 10 mq %-dən 7 mq %, fosforunkü 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 $C_{29}H_{50}O_2$. 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).

E vitamini orqanizmdə oksidləşmə - reduksiya proseslərinin nizamlanmasına imkan yaradır. Ona görə bu vitaminin çatış-mazlığında əzələlərin oksigenə tələbatı çoxalaraq, onlar distrofiyalaşır.

Müəyyən olunmuşdur ki, E vitamini selenin və ubixinonun metabolizminə təsir edir, həmçinin qocalmanı ləngidir.

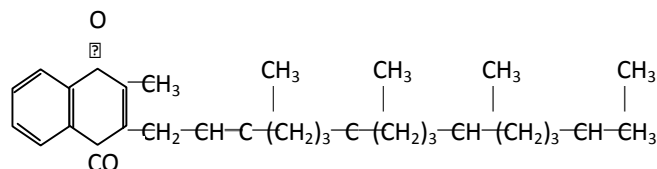
E avitaminozluğu zamanı heyvanlarda balasalma əmələ gəlir. Spermatozoidlərin, tənasül hormonlarının əmələ gəlməsi pozulur. Erkəklərin toxumaları degenerasiyalaşır.

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 stabilizləşdirir.

K vitamini açıq-sarı rəngli kristallik maddə olub, $52^{\circ}C$ temperaturda əriyir. Reduksiya etdikdə rəngsizləşir, oksidləşdikdə isə saralır. Bu vitamin ultrabənövşəyi şüaların və qələvilərin təsirindən pozulur. Lakin havada uzun müddət, hətta $120^{\circ}C$ -yə kimi qızdırdıqda belə pozulmur.

K vitaminləri üzvi həlledicilərdə yaxşı həll olur. O bir neçə formada olur. Onlardan K₁ və K₂ vitaminləri əsasdır. K₁ vitamini-nə α-filloxinon, K₂ vitamininə isə farnoxinon da deyilir.

K₁ vitamininin tərkibi aşağıdakı kimidir:



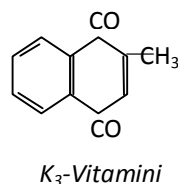
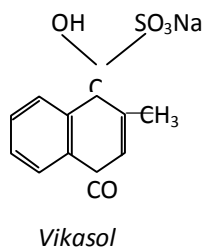
Bunun kimyəvi adı 2-metil-3-fetil-1,4-naftoxinondur. Bu 1940-cı ildə sintetik yolla da alınmışdır.

K vitamini naftaxinon qrupuna aiddir. Bunun bioloji fəallığında nüvəsi əsas rol oynayır, yan zəncir isə az əhəmiyyətli.

K vitaminləri orqanizmdə parçalanaraq 2-metil-1,4-naftoinona da çevrilir ki, bu da zəif də olsa, fəallığa malikdir. Bu, K₃ 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 metilnaftoxinonun bisulfitli törəməsi işlənir.



Bu maddə suda yaxşı həll olur, toksiki təsiri azdır və bilavasitə qana yeridilə bilər.

Vikasoldan qanaxmalarını dayandırmaq üçün də istifadə edilir.

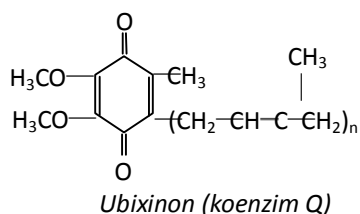
F vitamini- Linol, linolen və araxidon turşuları F vitamini (fat ingiliscə yağ deməkdir) sayılır. Bunlardan ən fəal araxidon turşusudur. Vitaminlər ən çox bitki yağlarında (qarğıdalı, günəbaxan) olur, insan və heyvanlarda sintez olunmur. Qeyd edilən turşular suda həll olmur, lakin üzvi həlledicilərdə yaxşı həll olur və yüksək bioloji 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, hiperxolesterinemiya 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- Q vitamini yaxud koferment (K_oQ) 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.

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 dehidrogenazalardan) 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.

K_oQ -əzələ distrofiyası və ürək fəaliyyətinin çatışmazlığı hallarında da şəfəverici təsir göstərir.

4. Suda həll olan (B qrupu vitaminləri, C vitamini) vitaminlər, tərkibi, bioloji rolu: B_1 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_1 -vitamininə tiamin də deyilir. Tiamin (və ya anevrin) primidin nüvəsi ilə tiazol halqasından əmələ gəlmişdir. Bu vitaminin kimyəvi quruluşu Vilyams və Vandaus tərəfindən aydınlaşdırılmışdır.

B_1 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.

B₁ vitamini lipotiamindifosfat (LTDF) formasında piroüzüm, quzuqulaq-sirkə, alfa-ketoqlutar turşularının oksidləşməklə, dekarboksilləşməsini kataliz edən fermentlərin dehidrogenazların tərkibinə daxil olur.

İnsan və heyvanlarda B₁ vitamin çatışmadıqda beriberi (sinqalezcə-bacarmıram deməkdir) xəstəliyi və ya polinevrit əmələ gəlir. Bu xəstəlik, əsasən ürəyin və sinir sisteminin fəaliyyətinin pozulması ilə xarakterlənir.

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.

B₁ vitaminin yemdə çatmazlığına at, donuz, it və adəvşanı daha çox həssasdır.

Gövsəyən heyvanların B₁ vitamininə tələbatı azdır. Çünki onların mədə önlüklərindəki mikroflora bu vitamini sintez edir. Quşlarda və təkkameralı heyvanlarda anevrin əsasən kor bağırsaqda sintez olunur.

B₁ vitamini müxtəlif bitkilərin ayrı-ayrı orqanlarında müxtəlif miqdardadır.

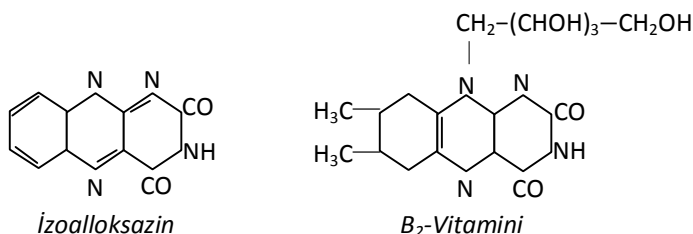
Bitkidə B₁ vitamini yetişmə fazasında yarpaq və gövdədən toxuma keçir. Buğdanın dənini yetişmə dövründə onda 2,4 mq/kq, tam yetişmədə 5,4 mq/kq tiamin olur. Tiamin dənli-paxlalı bitkilərin (düyü, noxud, buğda, vələmir və s.) qabığına daha çoxdur (0,02-0,06 mq %). Buğda dənində 1-1,5 mq % B₁ vitamini var.

B₁ vitamini heyvan məhsullarından ən çox qaraciyərdə, böyrəklərdə, ürəkdə, daha çox isə pivəmayasında mövcuddur.

B₂ vitamini- B₂ vitamini və ya riboflavin metilləşmiş izoalloksazinslə ribitol spirtindən əmələ gəlir. O, süni halda da sintez edilmişdir.

Bu vitaminin kimyəvi adı 6,7 dimetil-9-ribitilizoalloksazindir.

B₂ vitamini sarı kristal maddə olub, suda yaxşı həll olur, 2,92°C temperaturda əriyir. Temperatur və ultrabənövşəyi şüaların təsirinə davamsızdır. Işığın təsiri ilə ribitola və dimetilizoalloksazinə parçalanır.



B₂ 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 daxil-

dir. Sarı tənəffüs fermenti də riboflavinin fosfat efiri ilə zülaldan ibarətdir.

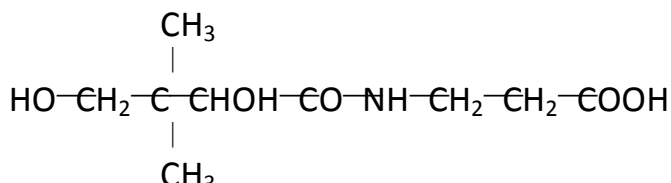
B₂ vitamini çatışmadıqda insan və heyvanlarda hemoqlobinin, oksireduktazaların sintezi, boy və inkişaf əlaqədar olan oksidləşmə prosesləri pozulur, dermatit əmələ gəlir, boy prosesi və qanın regenerasiyası ləngiyir, gözlər xəstələnir, tüklər tökülür.

Riboflavinin çatmazlığına donuz, it və quşlar daha həssasdır. B₂ vitamininin sintezi həm işıqda, həm də qaranlıqda gedir. Onun miqdarı toxum cücərməyə başlayandan çiçəkləmə fazasına qədər artır. Bu vitamin cavan orqanlarda daha çoxdur.

Bitkilərdə B₂ vitamini sintez olunduqda onların azot ehtiyatı çoxalır. B₂ vitamini bitkinin dənində, xüsusən kəpəyində daha çox olur. Buğdanın qabığına 0,5 mq % və dənində isə 0,1 mq % B₂ vitamini vardır. Bu vitaminin miqdarı tərəvəz bitkilərində 0,03-0,1 mq % arasında dəyişir.

Heyvan məhsullarından B₂ vitamini böyrəklərdə, qaraciyərdə (3,4 mq%), süddə (0,03-0,3 mq%), pendirdə, ətdə (0,3mq%) və yumurtada, pivə mayasında çoxdur.

B₃ vitamini- Pantoten turşusu və ya B₃ vitamini aminsizləşmiş valinin metilləşmiş törəməsi (yəni dimetildioksiyağ turşusu) ilə β-alanin-dən 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 pigmentasiyasını 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 sonun-

cuların tələbi ödənilmir.

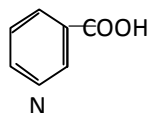
Heyvan toxumalarında pantoten turşusunu parçalayan fermentlərə təsadüf edilməmişdir. O orqanizmdən sidiklə xaric olunur.

Atın yeminin hər kiloqramında 3,2 mq, cücələrində isə 9 mq pantoten turşusu olduqda onların orqanizminin tələbi ödənilir.

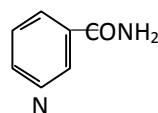
Pantoten turşusu ən çox bitkilərin yaşıl hissəsində, yarpaqlarda və mayalarda olur. Bundan başqa, düyü kəpəyində (1,5 – 2 mq%), buğdada (1 mq%), buğda kəpəyində (2,5 mq%), kartofda, kələmdə (0,4 mq%), otda (1,2 mq%), dənli bitkilərin qabığında mövcuddur. Bu vitaminə qaraciyərdə, ətdə, yumurtada və süddə də çox rast gəlinir.

B₅ vitamini (və ya PP)- Bu vitamin nikotin turşusu və onun amidindən ibarətdir.

B₅ vitamini, yaxud niasin, su və spirtə yaxşı həll olan, zəif turş dada malik, temperatura davamlı, ağ kristallik maddədir.



Nikotin turşusu



Nikotinamid

Nikotin turşusu 236⁰C-də, nikotinamid isə 129⁰C-də əriyir. Bu vitamin nikotinamid formada oksidoreduktaza fermentlərində koferment: nikotinamidadenin dinukleotid (NAD) və nikotinamid-adenin dinukleotid 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 cücələrin bağırsağında daha intensiv gedir.

B₅ 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 bitkilərin toxumunda, qabıq hissəsində çoxdur. Buğdanın qabığına 15-30 mq %, dənində isə 5-7 mq %, noxudda 2 mq %, kartofda 1 mq % PP vitamini vardır.

Bu vitamin yabanı bitkilərdən yemlikdə 3,1 mq %, yolotunun tərkibində isə 1,4 mq % olur. Heyvan məhsullarından PP vitamini qaraciyərdə, böyrəklərdə və ətdə də çoxdur.

B₁₂ vitamini- B₁₂ vitamini və ya siankobalamin porfirinə yaxın mürəkkəb maddə olub, tərkibində ribozanın qalığı, üzvi fosfor, sian (CN-) qrupu və metilləşmiş benzimidazol halqası vardır. B₁₂ vitamininin tərkibində kobalt da olur. Onun tərkibi (C₆₃ H₉₀ N₁₄ PCo₀) və quruluşu tam öyrənilib sintez olunmuşdur.

Gövşəyən heyvanların mədəsində saprofit halda yaşayan bəzi bakteriyalar B₁₂ vitaminini sintez edir. Belə heyvanların qidasında kifayət qədər kobalt olduqda onları B₁₂ vitamininə qarşı tələbatları bakteriyaların fəaliyyəti sayəsində ödənilir. Torpağında kobalt olmayan otlaq sahələrində qidalanan heyvanlarda B₁₂ vitamininin çatışmazlığı hallarına tez-tez təsadüf edilir. Çünki belə heyvanlar B₁₂ vitaminini sintez edən bakteriyaların fəaliyyəti üçün lazım gələn kobaltla təmin edilmir. İnsanların bağırsaqlarında B₁₂ vitaminini sintez edən bakteriyalara rast gəlinir, ancaq onlar tələbatı ödəmir.

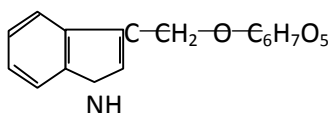
Siankobalamin iynəvari-yaqutu-qırmızı rəngli, iysiz, dadsız kristal maddədir. Suda məhlulu açıq-yasəmən rəngdədir. Bu vitamin suda yaxşı həll olur, kristalları 300⁰C-də əriyir, benzolda, efirdə, asetonda və xloroformda həll olmur. Işıqda fəallığını itirir, amma qaranlıqda uzun müddət qalır. Optik fəaldır. B₁₂ – vitamininin bəzi törəmələri bir sıra ferment sistemlərinin fəaliyyətində koferment (kobamid kofermentləri) şəklində iştirak edir.

C vitamini- C vitamini ilk dəfə İ. Drummod (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. Reyx-şteyn C vitaminini sintetik yolla əldə etmişdir.

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 spirtə yaxşı həllolan, turş dadlı, rəngsiz, davamsız kristal birləşmədir. 192⁰C temperaturda əriyir, oksidləşdiricilərin təsirindən tez pozulur, havada asan oksidləşir.

Askorbin turşusu orqanizmdə əsasən oksidləşmiş, yaxud zülallarla birləşmiş formada askorbigen halında olur.



C vitamininin əsas funksiyalarından biri kollagenin sintezində iştirak etməsidir. Kollagendə 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 nöqtəvari qan sağıntılarının olması ilə xarakterlənir. Ürək sahəsində ağrılar olur, tənginəfəslik müşahidə edilir.

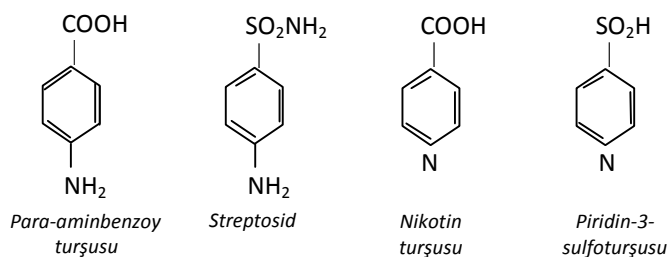
Kənd təsərrüfatı heyvanları karbohidratlardan C vitamini sintez etmək qabiliyyətinə malikdir və ona ehtiyacları postnatal dövrün ilk günlərində olur.

C vitamini D-qlükuron turşusunun laktonundan sintez olunur. Bu prosesdə iştirak edən fermentlərdə (qlükuronreduktaza, qlonoksidaza və s.) müəyyən edilmişdir. Onlar heyvanların qaraciyərində mikrosomlarda vardır.

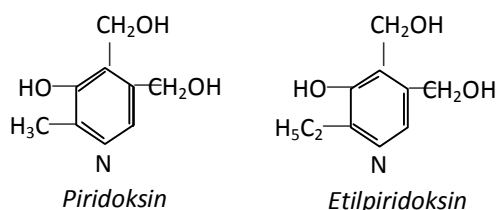
Kənd təsərrüfatı heyvanlarının orqanizmində C vitamini ən çox böyrəküstü vəzlərdə, ağciyərdə, dalaqda, hipovizdə, qaraciyərdə və s. olur. C vitamini ilə süd də zəngindir, lakin əzələlərdə azdır. Bu vitamin bitkilərin yaşıl hissəsində, tərəvəzlərdə də çoxdur. İtburnu meyvəsində 100-400 mq%, limonda 40-60 mq% askorbin turşusu vardır. Bu vitaminin miqdarı bəzi yabanı bitkilərdə də (ciriş və pərpətöyündə 290 mq%, gicirkəndə 178 mq%) çoxdur.

5. Antivitaminlər, tərkibi, bioloji rolu: 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 turşusununku piridin-3-sulfoturşudur, piridoksininki etilpiridoksindir, 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 xəstəliktörəddici mikrobların boy və inkişafını dayandırmaq üçün istifadə olunur.

Hazırda bu istiqamətdə geniş tədqiqat işləri aparılır.

ƏDƏBİYYAT

1. Həşimov X.M, Həsənova S.Ə, Qida kimyasi, Bakı 2010, 478 c.
2. Həşimov X.M, İbrahimova D.Ə, Ramazanov V.S., Bioloji kimyadan laboratoriya məşğələləri. Dərs vəsaiti, Bakı, 2012, 240 s.
3. Xəlilov Q. B. Heyvan biokimyasının əsasları. Bakı. 1987. Maarif.
4. Həsənov Ə. C., Rzayev N. A., İslamzadə F. Q., Əfəndiyev A. M. Bioloji kimya. Bakı 1989.
5. Кольман Я., Рем К. Г. Наглядное биохимия –Москва. Мир, 2000.
6. Северин Е. С., Алейникова Т. Л., Осипов Е. В. Биохимия. - Москва. Медицина. 2003.
7. Ковалевский Н. И. Биологическая химия. Москва. Академия 2008.

Qida kimyasından mühazirələr.

MƏRUZƏÇİ: dos.Həşimov Xalıq Məmməd oğlu

MÖVZU 8. HORMONLAR, TƏSNİFATI, TƏSİR MEXANİZMİ, KİMYƏVİ

TƏBİƏTİ, FUNKSYALARI

P L A N

1. Hormonlar haqqında ümumi məlumat
2. Hormonların təsir mexanizmi və təsnifatı
3. Qalxanabənzər vəzin hormonları, kimyəvi təbiəti, funksyaları
4. Böyrəküstü vəziləri hormonları, kimyəvi təbiəti, funksyaları
5. Mədəaltı vəzi hormonları, kimyəvi təbiəti, funksyaları
6. Tənasül vəzi hormonları, kimyəvi təbiəti, funksyaları
7. Hipofiz vəzi hormonları, funksyaları
8. Hormonoidlər, kimyəvi təbiəti, funksyaları

1. Hormonlar haqqında ümumi məlumat Orqanizmdə maddələr mübadiləsini tənzim edən sistemlərdən biri də endokrin sistemdir. Hormonal sistem bütün endokrin vəzilərinin (daxili sekresiya vəzilərinin) təsiri ilə həyata keçirilir. Endokrin vəzilər aşağıdakılardır:

1. Epifiz, 2. Hipofiz, 3. Qalxanvari vəzi, 4. Paraqalxanvari vəziləri, 5. Hipotalamus, 6. Böyrəküstü vəzilər; a) Böyrəküstü vəzin beyin maddəsi, b) Böyrəküstü vəzin qabıq maddəsi, 7. Mədəaltı vəzi, 8. Tənasül (cinsiyyət) vəziləri, 9. Timus və s.

Endokrin vəzi toxumalarının yaratdığı maddələri bir başa qana ifraz etməsi prosesi daxili sekresiya adlanır. Daxili sekresiya vəzilərinin hüceyrələrinin yaratdığı xüsusi maddələrə hormonlar adı verilmişdir.

Hormonlar 2 əsas qrupa bölünür:

1. Liofil hormonlar. Bunlara steroid hormonları, estradiol, testosteron, kalsitreol, yodtironinlər, tiroksinlər və s. aiddir.

2. Hidrofil hormonlar. Bunlara isə histaminlər, serotoninlər, melatonin, adrenalin, tiroliberin, tireotropin, insulin, qlükaqon və s. aiddir.

Liofil hormonlar sintez olunan kimi qana ifraz edilir. Asanlıqla hüceyrə membranını keçir, hüceyrədaxili reseptorlarla birləşir. Hüceyrədaxili genlərin çevrilmələrini tənzimləyir. Daşıyıcı zülallar vasitəsilə daşınır.

Hidrofil hormonlar peptid təbiətli və yaxud da amin turşularının törəmələridirlər və bəzi hüceyrələrdə toplana bilirlər, hüceyrə daxilinə keçə bilmirlər, membran səthindəki reseptorlarla birləşə bilirlər. Qan axınında daşıyıcısız hərəkət edirlər.

Hormonlar – xüsusi üzv və toxumalarda hazırlanaraq qana və limfaya ifraz edilən hazırlandığı yerdən kənarda orqanizmin müxtəlif üzvlərinin funksiyasına təsir göstərən spesifik aktiv maddələrdir.

Hormon termini 1905-ci ildə E. N. Starling tərəfindən elmə daxil edilmiş (yunanca hormao - oyadıram) və əvvəllər müxtəlif mənşəli bioloji aktiv maddələri adlandırmaq məqsədilə işlədilmişdir.

Hormonlar ilk dəfə Burdax və Myuller tərəfindən (1845) sonralar Bertold (1889) və Braun Sexar (1892) bu işlə məşğul ilmağa başlamışdır.

Hormonlar maddələr mübadiləsini, fermentativ prosesləri ayrı-ayrı orqanların funksiyasını nizama salır. Bunların təsirində qarşılıqlı əlaqə vardır. Onlar orqanizmdə həm sərbəst, həm də zülallar, fosfatidlər, üzvi turşular və başqa maddələrlə kompleks şəkildə olur. Bu formalar sinir impulslarının təsirindən dəyişə bilər.

Hormonlar ayrı-ayrı toxuma və orqanlarda biokimyəvi reaksiyaları tənzimləyir. Məsələn: hormonlar nRNT-in sintezini, ribosomun funksiyalarını aminoturşuların daşınmasını (translyasiya) nizama salır.

Mərkəzi sinir sistemi ilə daxili sekresiya vəzlərini ifraz etdiyi hormonlar arasında siqnallar ötürən peptid quruluşlu (tərəfli) hormonlar mövcuddur. Bu hormonları tənzimləyici-faktorlar və ya neyrohormonlar adlanır.

Hormonlar digər maddələrdən öz spesifikliyinə, yüksək bioloji aktivliyinə, xüsusi vəzilərdə sintez olunaraq qana ifraz etmələrinə və təsirinin distantlığına görə fərqlənir. Göstərilən xassələrin hamısına malik olan hormonlar həqiqi hormonlar hesab edilir.

Hormonların spesifikliyi – onun xarakterik kimyəvi quruluşuna və quruluşa müvafiq gələn bioloji təsir xüsusiyyətinə malik olması müəyyən bir vəzdə sintez olunaraq qana ifraz edilməsi nəzərdə tutulur.

Hormonlar çox yüksək bioloji aktivliyə malikdirlər. Onlar olduqca kiçik dozalarda (bioloji mayələrin hər 100 ml-də nanoqram və mikroqram 10^{-6} dozada) öz təsirini təzahür etdirir. Onlar yalnız periferik toxumalarda müəyyən dəyşirikliyə uğradıqdan sonra hormonal aktivliyi əldə edirlər. Buna görə onları *parahormonlar* adlandırmaq daha məqsədəuyğundur. Cinsiyyət vəzlərində və böyrəküstü vəzinin qabıq maddəsində hazırlanan androstendion və dehidroepiandrosteron parahormonların nümayəndələridir. Bəzi endokrin vəzilərin məhsulları eyni zamanda həm hormon, həm də parahormon vəzifəsini daşıya bilir (məsələn, testosteron, lipotropin).

Həqiqi hormonlar toxuma hormonlarından fərqli xüsusiyyətləri sintez olunduğu vəzdən xeyli uzaqda yerləşən toxumalar təsir göstərməsidir. Bu xassə hormonların – *distantlığıdır*.

Endokrin vəzilərin fəaliyyətində əks-əlaqə prinsipi mövcuddur. Belə ki, hipovizin ön payının, qalxanabənzər vəzinin, cinsiyyət vəzlərinin və böyrəküstü vəzin qabıq maddəsinin fəaliyyətini tənzim edən bir neçə hormon hipovizin ön payının hormonlarının sekresiyasına təsir göstərir.

Endokrin vəzilərin fəaliyyətinin sinir sistemindən asılılığı əlaqəli və əks əlaqəli formada qurulmuşdur.

Sinir sistemi endokrin vəzlərin fəaliyyətinə əsasən hipotalamus vasitəsi ilə təsir göstərir. Xarici və daxili amillərin təsiri altında orqanizmin toxumalarında yerləşən reseptorlarda impulslar yaranaraq mərkəzi sinir sistemində verilir. Nəticədə hipotalamusda spesifik tənzimedicilərin hormonları (leberinlər və statinlər) sintez olunur. Onların təsiri ilə hipovizin ön payının hormonlarının sintezi sürətlənir ya da ləngiyir. Hipovizin ön payının hormonları isə öz növbəsində digər daxili sekresiya vəzlərinin fəaliyyətinin tənzimində iştirak edir. Beləliklə, yuxarıda göstərilən xassələr hormonların bioüzvi maddələrin xüsusi bir qrupu kimi səciyyələndirməyə və onları digər humoral amillərdən (sinir sisteminin mediatorları, toxuma hormonları və s.) fərqləndirməyə əsas verir. Qeyd etmək lazımdır ki, humoral amillərin hormonal və qeyri-hormonal növlərə bölünməsi müəyyən dərəcədə məqsədəuyğun olsa da, şərtidir. Hormonlarla prohormonlar, histohormonlar və hüceyrədaxili tənzimedicilər arasında kəskin fərq yoxdur. Bəzi birləşmələr bu maddələr arasında aralıq mövqe tutur. Eyni bir maddə həm hormon,

həm də histohormon üçün səciyyəvi olan xassələrə malik ola bilər (məsələn, progesteron). Bundan əlavə, qeyri-hormonal amillərin əksəriyyətinin təsir mexanizmi hormonların hüceyrələrə təsirinin həyata keçirilməsi ilə əlaqədardır.

2. Hormonların təsir mexanizmi və təsnifatı: Hormonlar toxuma və hüceyrələrin funksiyalarına seçmə, spesifik təsir edir. Bu isə hüceyrələrdə hormonlara birləşəcək spesifik zülal reseptorlarının varlığı ilə əlaqədardır. Həmin reseptorlar 2 qrupa bölünür. Onlardan bir qrupu plazmatik membranın (hüceyrə örtüyünün xarici) səthində yerləşir. Digəri-sitoplazmatik reseptorlar isə hormonla hüceyrənin daxilində birləşir. Birinci növ reseptorlar adenilatsiklaza ilə əlaqədar olduğundan adenilatsiklaza sistemi adlanır. Hormon (məsələn, prolaktin) zülal reseptoru ilə birləşərək hormon-reseptor kompleksini əmələ gətirir. Bu da adenilatsiklazaya təsir edib, onu fəallaşdırır. Sonuncu isə ATF-i siklik AMF-ə (ts AMF) çevirir.



Siklik AMF hədəf hüceyrədə bəzi orqanellərin (məsələn, nüvə) və bir sıra spesifik zülalların (məsələn, xromatin zülallarının) fosforlaşmasını sürətləndirən fermentləri (nüvə proteinkinazaları: məsələn, fosforilaza) fəallaşdırır. Nəticədə hüceyrədə gen fəallaşır və müvafiq maddənin (məsələn süd vəzi hüceyrəsində) kazeinin sintezinə başlanılır.

Hormonun (məsələn, adrenalin) seçmə təsiri müvafiq reseptorun quruluşu ilə əlaqədardır. Fermentlərin fəallığı siklik QTF və başqa nukleotidlərlə, proataqlantinlərlə də tənzimlənir. Bu yolla, yəni adenilatsiklaza sistemi ilə zülal (prolaktin, insulin bə s.) və polipeptid (adrenokortikotropin, qlükoqon və s.) təbiətli hormonlar, katexolaminlər (adrenalin, noradrenalin) təsir edir.

Steroid hormonları (kortikosteroidlər, androsteronlar, estrogenlər) sitoplazma reseptorlarına təsir göstərir. Onlar spesifik zülal-reseptorlarla birləşərək, sitoplazmada mitoxondriyalarda və başqa orqanlarda hormon-reseptor kompleksi əmələ gətirir. Həmin komplekslər hədəf hüceyrənin sitoplazmasından nüvəsinə keçərək, xromosomlardakı xüsusi zülallarla (akseptorlarla) birləşir və transkripsiyaya təsir edir. Bu zaman genlər fəallaşır, PHT-nin, o cümlədən mPHT-nin, müvafiq fermentlərin və başqa zülalların (məsələn, yumurtalıq yolunda ovalbuminin) sintezi sürətlənir. Sitoplazmatik zülal reseptoru hormonun təsirinin vasitəsi olub bu xassəni yalnız hormonla birləşdikdə, kompleks əmələ gətirdikdə qazanır. Göstərilən mexanizmlər hormonların təsirində əsas sayılır. Lakin hormonların təsiri ilə mübadilə proseslərinin tənzimində əlavə spesifik amillər də iştirak edir.

Hazırda 100-ə yaxın hormon və hormonoid məlumdur. Hormonoidləri (histamin, serotonin, bradikinin, renin, qastrinsekretin və s.) toxuma hormonları da deyilir. Onlar adi hüceyrələrdə əmələ gəlirlər.

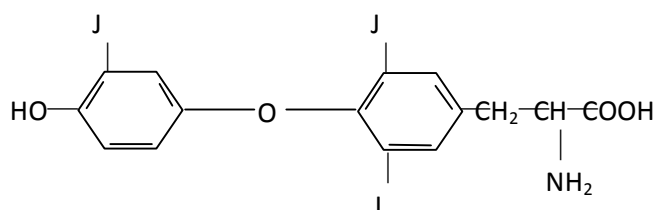
Hormonlar təsirinə görə 2 yerə ayrılır: buraxıcı və icraçı. Buraxıcılara hipotalamusun neyrohormonları aiddir. Onlar bəzi daxili sekresiya vəzilərinin fəaliyyətini tənzimləyir. İcraçı hormonlar isə boy, inkişaf, məhsuldarlıq, çoxalma və s-də əlaqədar mübadilə proseslərinə təsir edir.

Hormonlar kimyəvi təbiətinə, funksiyalarına və əmələgəlmə yerlərinə görə də təsnif olunur.

Hormonlar kimyəvi təbiətinə görə 3 əsas qrupa ayrılır: zülal, aminturşuların törəmələri və steroid hormonları. Zülal təbiətli hormonlar sadə (somatotropin, prolaktin, insulun) və mürəkkəb zülal (tireotropin, liporopin), polipeptid (somayostatin, vazopressin, oksitosin) olur. Bəziləri isə aminturşularının (böyrəküstü vəzin beyin maddəsinin və qalxanabənzər vəzinin hormonları) törəmələridir. Steroid hormonları sterinlərdən əmələ gəlir. Aşağıda hormonların əmələgəlmə yerlərinə görə təsnifi verilir.

3. Qalxanabənzər vəzin hormonları, kimyəvi təbiəti, funksiyaları: Qalxanvari vəzi çəkiyə kiçik olmasına baxmayaraq, qanla ən yaxşı təchiz olunmuş orqandır. İnsanda bunun çəkisi 25-30 q, inəkdə 10-15 q, qoyunda 5 q, donuzda 7-8 q olur. Bu vəzidə əmələ gələn hormona tiroksin və ya tetrayodironin deyilir. Tiroksini ilk dəfə 1919-cu ildə Kendal tireoqlobulin adlanan zülalın hidrolizindən ayırmışdır. Qalxanvari vəzin folikulunda olan bu zülalda 0,5-1 % yod vardır. Onun molekul kütləsi 650-700 min daltonlara yaxındır.

Son zamanlar heyvanların qanında xüsusi maddənin-üçyodtironinin də varlığı müəyyən edilmişdir. Bu maddə tərkibcə tiroksinə yaxındır, amma fəallığı ondan 10 dəfə artıqdır.



Üçyodtrionin

Qalxanvari vəzidə az miqdarda monojodtirozin də olur.

Tiroksinin maddələr mübadiləsində rolu böyükdür. O qaz mübadiləsini, qanda qlükozanı artırır, mitoxondrilərdə oksidləşməklə fosforlaşmanın intensivliyini nizamlayır.

Tiroksin və tiryodtironin orqanizmdə öz funksiyalarını başa çatdırdıqdan

sonra tez aminləşmə, yodsuzlaşma və konfuqasiya proseslərinə uğrayır. Yodun ayrılması toxumalarda tiroksin-halogenaza fermentinin iştirakı ilə baş verir. Parçalanmadan ayrılan yod əsasən qeyri-üzvi birləşmələr şəklində böyrəklər vasitəsilə xaric olunur.

Trioksinin istehsalı azalırsa, hipotireoidizm baş verir. Bu qalxanvari vəzinin atrofiyalaşmasından əmələ gəlir. Bu zaman insan və heyvanda qısa boyluluq müşahidə olunur, kretinizm baş verir.

Əgər bu hal yaşlılarda müşahidə edilərsə, miksedema adlanır. Bu zaman xəstələr çox yaşlı görünür, mübadilə prosesi zəifləyir, sulu şişlər əmələ gəlir və piylənmə müşahidə olunur.

Qalxanvari vəzinin degenerativ böyüməsində endimik ur xəstəliyi əmələ gəlir. Bu xəstəlik insan və heyvanlarda ən çox yod az olan yerlərdə (dağlıq və dağətəyi rayonlarda) baş verir. Azərbaycanda bu xəstəliyə Zaqatala-Şəki zonasında rast gəlinir. Xəstəliyin baş verməməsi üçün, yəni profilaktik məqsədlə kalium-yodiddən istifadə olunur.

Qalxanvari vəzinin hiperfunksiyasına da təsadüf edilir. Bu zaman Bazedov xəstəliyi əmələ gəlir. Bu da mübadilə proseslərini intensivliyi ilə xarakterlənir. Nəticədə orqanizm zəifləyir, spesifik əlamət olaraq çəpgözlülük baş verir, arıqlama, ətraflarda titrəmə müşahidə olunur.

Qalxanvari ətraf vəzilər qlxanabənzər vəzinin arxa səthində yerləşən sarımtıl-qırmızı rəngli xırda törəmədir (çəkisi 0,1-0,15 q-dır).

Bu vəzilərin sintez etdiyi hormon paratireokrin və ya parathormon adlanır. Parathormon 84 aminurşusunun qalıqından və lipidlərdən əmələ gəlmiş mürəkkəb zülaldır, tərkibində 12,6-15,5% azot var, molekul kütləsi 700 min daltona yaxındır. Bu zülal iki fraksiyadan ibarətdir. Fəal faksiya suda, duz məhlullarında yaxşı həll olur, proteolitik fermentlərin təsirindən inaktivləşir. Parathormon Ca^{2+} və fosfat ionlarının bağırsaqlarından sorulmasını sürətləndirir.

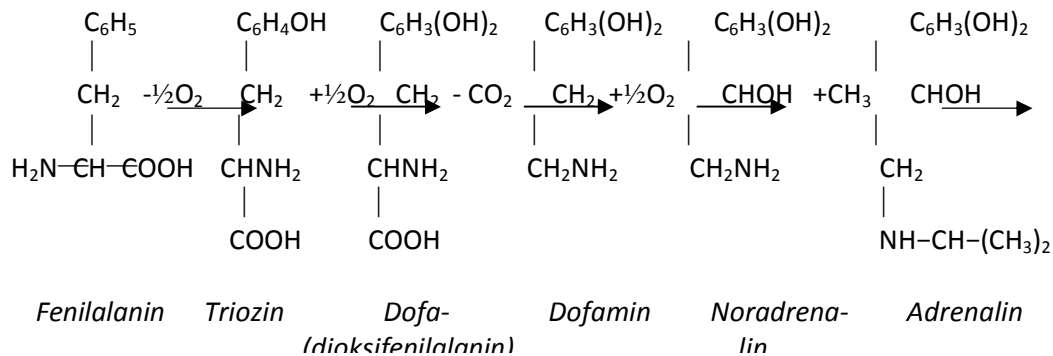
Qalxanvari ətraf vəzilərin hormonlarının çatışmazlığında qanda kalsiumun miqdarı azalır, qanın və fosfor çoxalır, çünki parathormon kalsium və fosfor mübadiləsinin nizamlanmasında iştirak edir. Sinir sisteminin oyanması sürətlənir, tetaniya baş verir. Bədənin müxtəlif əzələlərində sinir əzələ oyanıqlığının yüksəlməsi müşahidə edilir.

4. Böyrəküstü vəziləri hormonları, kimyəvi təbiəti, funksiyaları: Böyrəküstü vəzilər cüt üzvlərdən olub böyrəklərin kranial hissəsində yerləşir.

Böyrəküstü vəzilərin həm qabıq, həm də beyin hissəsində çoxlu hormonlar istehsal edilir. Bu vəzilərin çəkisi insanda 10-12 q, inəkə 10-30 q, donuzda 5 q, qoyunda 3-4 q olur. Bunların çəkisinin 10%-i beyin qatından, 90%-i isə qabıq qatından ibarətdir. Böyrəküstü vəzilərin beyin hissəsində əmələ gələn hormonlar katexolaminlər adlanır: buraya üç hormon-adrenalin, noradrenalin və izopropilad-

renalin aiddir. Adrenalin və noradrenalin həmçinin simpatik sinir sisteminin hüceyrələrində əmələ gəlir.

Adrenalin (və ya epinefrin) tipozinin və ya fenilalaninin törəməsidir.



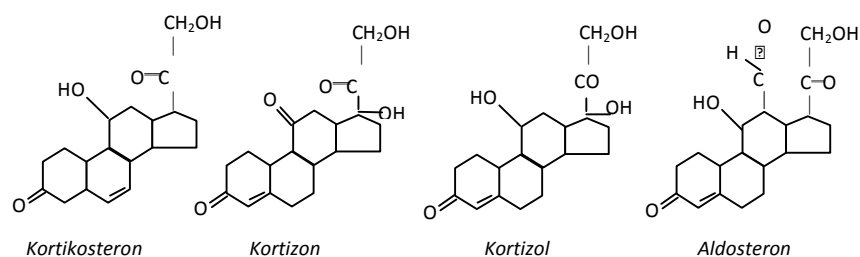
Adrenalin özü noradrenalinin törəməsidir, onun metilləşməsindən əmələ gəlir. Bu hormon karbohidratların mübadiləsində iştirak edir. Fosforilazanın fəallığını artırmaqla, qlikogenin qlükozaya qədər parçalanmasını sürətləndirir, hiperqligemiyaya (qanda qlükozanın çoxalmasına) səbəb olur. Adrenalinin fəallığı noradrenalinə 4-8 dəfə artıqdır. Adrenalin orqanizmə çox kiçik dozalarda fizioloji təsir göstərə bilər. Onun optimal dozası (1 kq çəkiyə 0,0001 mq olmaqla) ürəyin yığılmasını sürətləndirir. Qan damarlarını daraldaraq arterial təzyiqi yüksəldir (tac damarlar müstəsna olmaqla).

Böyrəküstüvəzilərin qabıq hissəsində isə indiyə kimi 30-a qədər hormonun varlığı müəyyən edilmişdir. Bunların hamısı sterinlərin ketoörəmələridir, steroidlərdir. Misal olaraq kortikosteron, kortizon, kortizol (oksikortikosteron) və s. göstərilə bilər.

Böyrəküstü vəzinin qabıq maddəsində sintez olunan hormonların quruluşlarının əsasını tsiklopentanperhidrofenantrenin törəmələri olan preqnan və alloprenan təşkil edir. Böyrəküstü vəzilərin ümumi çəkisinin 5%-ə qədəri xolesterinin payına düşür. Ondan kortikosteroidlər sintez olunur.

Bu hormonlar zülalların, karbohidratların, yağların və mineral maddələrin (düzların, suyun) mübadiləsində əsas rol oynayır.

Mineral maddələrin mübadiləsində iştirak edənlərə mineralokortikoidlər deyilir. Məsələn, aldosteron, dezoksikortikosteron və s. Bunların təsiri hüceyrələrdə və bioloji mayelərdə natrium və kalium ionlarının paylanması nizamlanır.



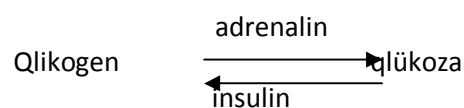
Qlükokortikoidlər (kortizon, kortikosteron, pksikortikosteron və s.) karbohidratların mübadiləsində iştirak edir. Bu vəzilərin xəstəliyi nəticəsində xroniki kaxeksiya və zəiflik müşahidə olunur, dəridə piqmentasiya pozulur. Buna bürünc və ya Addison xəstəliyi deyilir.

5. Mədəaltı vəzi hormonları, kimyəvi təbiəti, funksiyaları: Mədəaltı vəzi (pankreas) qarşıq, yəni həm ekzokrin, həm də endokrin funksiyalı vəzilərdəndir. Onun axacağı onikibarmaq bağırsağa tökülür.

Bu vəzin çəkisi insanda 80-90 q, qaramalda 120 q, donuzda 60 q, və qoyunda 40 q-dır.

Mədəaltı vəzinin hormonu insulin Langerhans adacıqlarında beta-hüceyrələrdə əmələ gəlir. İnsulinin öyrənilməsinə təxminən 50 il bundan əvvəl Minkovski, L. Sobolyov, F. Bantinq və Ç. Best tərəfindən başlanmışdır. Hazırda müəyyən edilmişdir ki, insulin sadə zülaldır. Qeyri-fəal 84 aminturşusunun qalığından ibarət proinsulin şəklində istehsal olunur. Fəallaşdıqda iki hissədən parçalanaraq, 31-63-cü amin turşusunu itirmiş proinsulin fəal formaya-insulinə keçir. İnsulinin tərkibində 51 aminturşusunun qalığı vardır. Bunlar 2 polipeptid zəncirində birləşir, zəncirin birində 21 amin turşusunun, digərində 30 aminturşusunun qalığı vardır.

İnsulinin nəinki kimyəvi tərkibi, hətta quruluşu da bizə məlumdur. Hazırda o sintez də edilmişdir. Müxtəlif heyvanların insulini 21 aminturşusundan ibarət polipeptid zəncirində (A) 8-10-cu aminturşularına görə fərqlənir. Belə ki, qaramalda və qoyunda 8-ci aminturşusu alanin olduğu halda, insanda, donuzda, atda, itdə, adadovşanında izoleysindir. Deməli, insulin növ xüsusiyyətinə malikdir. İnsulin karbohidratların mübadiləsində iştirak edir. O adrenalinin əksinə təsir göstərir, yəni qanda şəkərin miqdarını azaldır. Heksokinazanın fəallığını artırır, qlükozanın qlikogenə çevrilməsini sürətləndirir.



İnsulin piroüzüm turşusundan qlükozanın sintezini kataliz edən fermentlər sisteminin aktivliyini azaltmaqla, qlikoneenez prosesinə ləngidici təsir göstərir. Onun təsirindən peptidlərin sintezi artır, zülalların parçalanmasını ləngidir, qaraciyər hüceyrələrində karbohidratlardan lipidlərin sintez olunmasını sürətləndirir. İnsulin hüceyrə divarlarında osmotik təzyiqə təsir edərək Na^+ , K^+ , PO_4^{3-} ionlarının, həmçinin qlükozanın hüceyrələrə daxil olmasını sürətləndirir. İnsulinin orqanizimdə yarımparçalanma dövrü 40 dəqiqədir. Onun toxumalarda parçalanmasında iki ferment iştirak edir. Əvvəlcə *qlütation-insulin-transhidrogenaza* fermentinin təsiri ilə A və B polipeptid zəncirləri bir-birindən ayrılır.

Bu prosesdən sonra sərbəst hala keçən A və B polipeptid zəncirləri *insulinaza* fermentinin təsiri ilə hidroliz prosesinə uğrayır.

Qlükaqon. Bu hormonda mədəaltı vəzinin alfa hüceyrələrində əmələ gəlir, tərkibində 29 amin turşusunun qalığı vardır.

Müəyyən edilmişdir ki insan və heyvan qlükaqonun birincili quruluşu birbirindən fərqlənir (hindquşundan başqa).

Qlükaqon mədəaltı vəzidən başqa bağırsağ divarında da sintez olunur. Bu hormon qlükogenolitik təsirinə görə adrenalinə bənzəyir lakin qlükaqon adrenalindən fərqli olaraq arterial təzyiqi yüksəltmir. Onun təsir obyekti qaraciyər, miokard və piy toxuması hüceyrələridir. Qlükaqon göstərilən hüceyrələrdə adenilatsiklaza fermentinin fəallığını artırır nəticədə AMF-in sintezi sürətlənir.

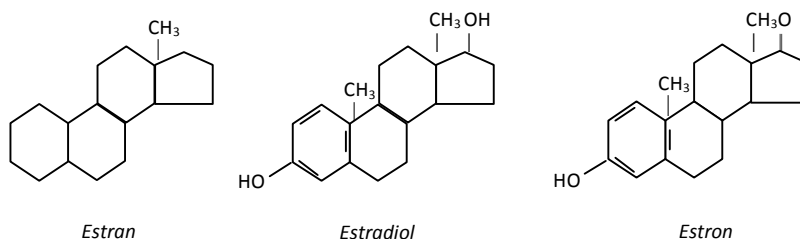
Qlükaqon orqanizmdə karbohidratların parçalanma məhsullarından lipidlərin sintez olunmasını ləngidir və qlükonogenez prosesini sürətləndirir. Onun təsirindən piy toxumasından qliserinin və yağ turşularının azad olaraq qana keçməsi sürətlənir. Qaraciyər lipazasının aktivliyi yüksəlir. Toxumalarda qlükoza, fruktoza və sirkə turşusunun yağ turşularına və xolesterinə çevrilməsinə mane olur. Bunların nəticəsində toxumalarda enerji hasilatı artır və orqanizmin oksigenə qarşı tələbatı yüksəlir.

Lipokain. Bu polipeptiddir. O vəzin xırda axarlarının epitelisində əmələ gəlir. Lipokain yağ turşularının oksidləşməsinin, fosfatidlərin mübadiləsini sürətləndirir, lipotrop amillərin (xolin, metionin) təsirini stimullaşdırır. Onun çatışmamazlığı insan və heyvanlarda qaraciyərin piylənməsinə səbəb olur.

Bunlardan əlavə mədəaltı vəzdə daha 4 hormonun sintez olunduğu aşkar edilmişdir – somatostatin, vaqotonin, sentropnein və pankreatik polipeptid. Bu hormonların hər birinin özünün funksiyaları var.

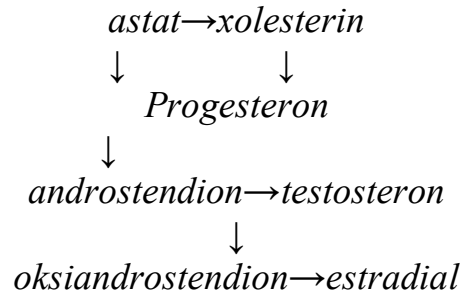
6. Tənasül vəzi hormonları, kimyəvi təbiəti, funksiyaları: Tənasül vəziləri hormonları erkək və dişi cinsi vəzilərinin interstisial hüceyrələrində və qismən böyrəküstü vəzinin qabıq maddəsində sintez edilir.

Hazırda erkək və dişi tənasül hormonlarının çoxunun kimyəvi təbiəti öyrənilib artıq sintez edilmişdir. Bunlar tsiklopentanoperhidrofenantrenin, dişi tənasül hormonları isə estranın törəmələridir. Dişi tənasül hormonlarına misal estradiolu, estronu (follikulin), progestronu və estriolu göstərmək olar. Estran bunların törəməsidir.

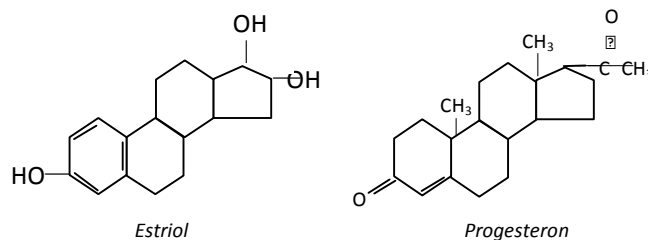


Estradiol fizioloji təsirinə görə estrondan 10 dəfə estrioldan isə 25-30 dəfə yüksək aktivliyə malikdir.

Estradiol follikulalarda, estron folikullarda, yumurtalıqda, boğazlıq zamanı plasentada da əmələ gəlir. Folikullarda sintez olunan hormonlara (estron və estradiol) *e s t r o g e n l ə r* də deyilir. Bunların biosintezini sxematik belə göstərmək olar:



Yaxınlarda müəyyən edilmişdir ki, dişi tənasül hormonları: follikulin və estradiol beyində də sintez oluna bilər. Bu məqsədlə qanda olan erkək tənasül hormonlarından istifadə olunur.



Progesteron (lyuteosteron) sarı cisimdə boğazlığın ikinci dövründə əmələ gəlir. Bu hormon orqanizmdə estrogenlərin ifrazını artırır.

Orqanizmdə bu hormonların sintezi üçün ilkin material kimi xolesterindən və sirkə turşusundan istifadə olunur. Onların əmələ gəlməsində aralıq məhsul testosterondur. Esterogenlər qan və limfanın tərkibində ya sərbəst halda ya da zülallarla (xüsusən albuminlərlə) birləşmiş şəkildə olur. Qanın hər 100 ml-də 1 mq-a qədər estrogen olur.

7. Hipofiz vəzi hormonları, funksyaları: Hipofiz vəzinin (beyin artımı) çəkisi çox azdır. İnsanda onun çəkisi 1 q-a yaxın, inəkdə 3,8 q, atda 2 q, qoyunda 0,4 q, donuzda 0,3 q olur.

Hipofizin hormonları maddələr mübadiləsinə təsir etməklə boy və inkişaf proseslərini nizamlayır.

Hipoviz vəzi 3 hissədən ibarətdir: ön, orta və arxa. Ön və arxa hissələrin hormonları yaxşı öyrənilmişdir, ortankı isə hələlik tam müəyyənləşdirilməmişdir. Ön hissənin hormonları aşağıdakılardır: somatotropin, honadrotropin, adrenokorti-

kotropin, tireotropin, laktotropin.

Somatotropin. Bu, zülal təbiətli maddə olub, tərkibi heyvanın növündən asılıdır. Qaramalın somatotropinində 396, insanındakı isə 190 aminurşusunun qalığı vardır. Sonuncu 1971-ci ildə sintez edilmişdir. Müxtəlif heyvanlarda somatotropinin molekul kütləsi 25-46 min dalton arasında dəyişir. Somatotropinə boy hormonu da deyilir. Bu hormon toxumalarda sərbəst aminturşularının miqdarını azaldır, zülalların sintezini artırır, sidiklə azotlu maddələr az ifraz olunur. Diabetogen və pankreotrop təsir bununla əlaqədardır. Karbohidratların mübadiləsinə təsir edərək əzələlərdə qlükogenin miqdarını çoxaldır.

Somatotropin hüceyrələrin bölünməsinə, hüceyrə nüvəsinin və sitoplazmanın tərkibinə daxil olan zülalların biosintezini sürətləndirir. Bu hormon sümük və qığırdaq toxumalarına xüsusilə güclü təsir göstərir, böyrək parenximasının inkişafını stimula edir, fosfataza fermentini fəallığını artırır. Onun təsirindən süd vəzilərinin fəaliyyəti və qanda eritrositlərin əmələ gəlməsi sürətlənir.

Samatotropin hüceyrələrin böyüməsinə həm bilavasitə, həm də somatomedin (somatotropinin mediaboru) adlanan zülali maddələrlə biokomplekslər şəklində təsir göstərir. İnsanın qanında somatomedinlərin 6 növü tapılmışdır.

Honadotrop hormonlar. Bu ad altında hipovizin ön payında sintez olunan follikultənzimedi, lüteinləşdirici və lakfogen hormonlar birləşdirilir. Honadotrop hormonlar mürəkkəb quruluşa malik olan qlükoproteidlərdir. Qanda bu hormonların miqdarı artdıqca hipotalamılda müvafiq tənzimedi amillərin sintezi azalır.

Folikultənzimedi hormon - follitropin dişilərin yumurtalığında olan folekullara, erkəklərin toxumluğunda gedən spermatogenez prosesinə stimula edici təsir göstərir. İnsan folekultənzimedi hormonu molekul kütləsi 34 000 Dalton olan qlükoproteiddir.

Lüteinləşdirici hormon-dişilərdə ovulyasiyanı (folekulun partlaması) yumurtahüceyrənin azad olması) və yumurtalıqlarda sarı cismə əmələ gəlməsini sürətləndirir, erkəklərdə isə androgenləri hasil edən leydiq hüceyrələrinin fəaliyyətini tənzim edir. İnsanda lüteinləşdirici hormonun molekul kütləsi 28-500 Daltondur.

Laktogen hormon (laktotropin)-süd vəzilərinə estrogenlər kimi təsir göstərir onların poliferasiyasına səbəb olur və hamiləlik dövründə hipotrofiyaya uğramış süd vəzilərində südün əmələ gəlməsini və ifrazını artırır. Bundan əlavə prolaktin hamiləlik dövründə yumurtalıqlarda yeni yumurta hüceyrələrinin qarşısını alır. Onun molekul kütləsi 24 minə yaxın polipeptiddir.

Adrenokortikotropin (AKTH). Bu hormon 39 aminturşusunun qalığından ibarət polipeptiddir, sintez edilmişdir. Müxtəlif heyvanların adrenokortikotrop hormonu quruluşca fərqlənir.

Kortikotropin və ya adrenokortikotrop hormon böyrəküstü vəzilərin qabıq

hissəsinə təsir göstərməklə karbohidratların mübadiləsində iştirak edir.

Tireotropin. Tireotrop təsir göstərir yəni qalxanavarı vəzin fəallığını artırmaqla tiroksinin istehsalını çoxaldır. Əsasən karbohidratların mübadiləsinə təsir edir. Bu hormon qlükoproteiddir, qeyri-zülal hissəsi karbohidratlardandır. Tərkibində 3,5% heksoza, 2,5% qlükozamin və 1%-ə yaxın kükürd vardır.

Tireotrop hormon (tireotropin) molekul kütləsi 28 300 Da-dur. Onun molekulunu iki α və β polipeptid zəncirindən ibarətdir. α -zəncirində 96, β -zəncirində 118 aminturşu qalığı olur. Tərkibində 11 ədəd disulfid rabitəsi olur.

Hipofizin orta payının hormonu. Hipofizin orta (ara) payında melanositstimuləedici hormon (melanotropin, intermedin) sintez edilir. Məməli heyvanlarda bu hormonun iki formasına təsadüf olunur. Onlardan biri α -, digəri isə β -melanositstimuləedici hormon adlanır. α -Melanositstimuləedici hormon – tərkibinə 13 aminturşu qalığı daxil olan polipeptiddir. Onun molekulunun birinci quruluşu adrenokortikotrop hormonunun molekul zəncirinin ilk 13 aminturşu qalığından ibarət olan hissəsi ilə eynidir. Lakin α -melanotropin molekulunun N-terminal hissəsində yerləşən serin aminturşusu sirkə turşusu qalığı ilə birləşmiş şəkildə olur, onun C-terminal hissəsində olan 13-cü aminturşu isə valin turşusunun amididir.

Hipofizin arxa payının hormonları. Yuxarıda göstərilmişdir ki, hipofizin arxa payının hormonları – vazopressin və oksitosin hipotalamus nüvələrindəki neyrosekretor hüceyrələrdə əmələ gəlir və hipotalamo-hipofizar sistemi sinir lifləri vasitəsilə hipofizin arxa payına gətirilir. Burada vazopressin və oksitosin neyrosekretor hüceyrələrin aksonlarının uclarında (Xerrinq cisimciklərində) toplanır. Beləliklə, hipofizin arxa payı bu hormonlar üçün rezervuar vəzifəsi daşıyır. Q. Olivekronun (1957) məlumatına görə, vazopressin hipotalamusun supraotik, oksitosin isə paraventrikulyar nüvələrində əmələ gəlir.

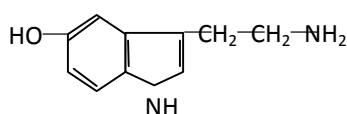
Vazopressin və oksitosin, kimyəvi tərkiblərinə görə, nonapeptiddirlər. Onlar bir-birindən iki aminturşu qalığı ilə fərqlənilir. Belə ki, oksitosinin molekulunda leysin və izoleysin qalığı olduğu halda, vazopressinin molekul zəncirinin həmin aminturşulara müvafiq gələn hissəsində arginin və fenilalanin qalıqları yerləşir.

Hamiləliyin erkən dövrlərində oksitosin uşaqlığa təsir göstərmir. Sonralar uşaqlığın oksitosinə qarşı həssaslığı yüksəlir və doğuş dövründə maksimal səviyyəyə çatır. Estrogenlər uşaqlığın oksitosinə qarşı həssaslığını yüksəldir, sarı cismin hormonu (prohesteron) isə azaldır. Oksitosin süd yollarının miopitelial hüceyrələrinin təqəllüsünü gücləndirərək süd vəzisinin daxili təzyiqini yüksəldir və südvermə prosesini stimula edir. Təmiz oksitosin vazopressinin, təmiz vazopressinin isə oksitosinin bəzi təsir xüsusiyyətlərini cüzi dərəcədə özündə əks etdirir. Oksitosin qanda olan spesifik oksitosinaza (pitotsinaza) fermentinin təsiri ilə parçalanır.

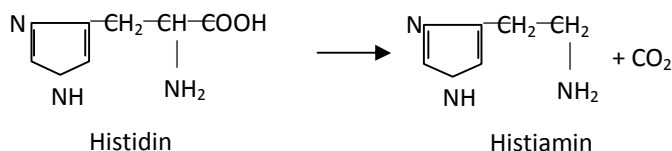
Vazopressinin orqanizmə yeridilməsi arteriya və kapilyarların daralmasına

səbəb olur ki, bu da qan təzyiqinin yüksəlməsi ilə nəticələnir. Vazopressin tac damarları daraldaraq, ürək çatışmazlığı əlamətləri göstərə bilər. Lakin qeyd etmək lazımdır ki, qan təzyiqinin artırılması üçün bu hormonun çox yüksək dozaları (antidiuretik təsir göstərən dozada bir neçə min dəfə artıq) tətbiq olunmalıdır. Vazopressin qısamüddətli təsir göstərir. Bədənə yeridilmiş vazopressinin aktivliyi 1 – 3 dəqiqə müddətində 2 dəfə azalır. Onun çox hissəsi qaraciyər və böyrəklərdə parçalanır, 8 – 10%-i isə sidiyin tərkibində dəyişikliyə uğramamış şəkildə orqanizmdən xaric olur.

8. Hormonoidlər, kimyəvi təbiəti, funksiyaları: Hormonoidlər deyilən maddələr də vardır. Bunlar da hormonlar kimi təsir edir, lakin daxili sekresiya vəzilərində əmələ gəlir. Onlardan serotonin göstərilə bilər. Bu oksitriptamindir.



Serotonin trombositlərdə, toxumalarda (baş beyində, mədə-bağırsaq traktında və s.) müəyyən edilmişdir. Serotonin qan damarlarını daraltdığı üçün xüsusi əhəmiyyətə malikdir. Qan axmasının qarşısını almaqda işlənir. Histamin də hormonoiddir. Histidin dekarboksilləşməsindən əmələ gəlir.



Histiamin hüceyrə və toxumalarda birləşmiş şəkildədir. O, sinir oyanmalarının verilməsində iştirak edir, mədənin selik qişasında xlorid turşusunun sekresiyasını fəallaşdırır, böyrəküstü vəzilərinin qabıq hissəsinin hormonal fəallığını azaldır. Buna görə də şizofreniyanın müalicəsində işlənir. Anqiotenzində bu qrupa mənsub olub, böyrəklərdə qan təzyiqini artırır. Kalium ionunun hüceyrələrə keçməsinə nizamlayır. Kimyəvi təbiətinə görə heptapeptiddir. Quruluşu belədir:

Asp—ark—val—tir—ilə—his—pro—fen.

Sekretin nazik bağırsağın, xüsusən onikibarmaq bağırsağın selik qişasındakı vəzilərdə istehsal olunan polipeptiddir. Onun molekulyar kütləsi 5000-ə yaxındır. Sekretin pankreas şirəsinin və ödün sekresiyasını stimullaşdırır. Bradikinin də hormonoiddir, 9-aminturşusunun qalıqından ibarət peptiddir. Aminturşularının düzəlmə ardıcılığı belədir: arginin—prolin—prolin—qlisin—fenil-alani—serin—

—prolin—fenilalanin—arginin. Bu hormonoid damarları genişləndirir, saya əzələləri qısaldır.

Yuxarıda göstərilənlərdən aydın olur ki, hormonların insan və heyvan orqanizmində çox böyük əhəmiyyəti vardır. Ona görə də onların təbabətdə və baytarlıqda daxili sekresiya vəzilərinin xəstəliklərinin müalicəsində geniş istifadə olunur. Heyvanların boy və inkişafının nizamlanmasında, məhsuldarlığının artırılmasında hormonların tətbiqinin böyük perspektivləri vardır.

ƏDƏBİYYAT

1. Həşimov X.M, Həsənova S.Ə, Qida kimyası, Bakı 2010, 478 c.
2. Həşimov X.M, İbrahimova D.Ə, Ramazanov V.S., Bioloji kimyadan laboratoriya məşğələləri. Dərs vəsaiti, Bakı, 2012, 240 s.
3. Xəlilov Q. B. Heyvan biokimyasının əsasları. Bakı. 1987. Maarif.
4. Həsənov Ə. C., Rzayev N. A., İslamzadə F. Q., Əfəndiyev A. M. Bioloji kimya. Bakı 1989.
5. Кольман Я., Рем К. Г. Наглядное биохимия —Москва. Мир, 2000.
6. Северин Е. С., Алейникова Т. Л., Осипов Е. В. Биохимия. - Москва. Медицина. 2003.
7. Ковалевский Н. И. Биологическая химия. Москва. Академия 2008.

Qida kimyasından mühazirələr.

MƏRUZƏÇİ: dos.HəşimovXalıq Məmməd oğlu

MÖVZU 9. MADDƏLƏR MÜBADİLƏSİ VƏ ENERJİ. HƏZMİN BİOKİMYASI. BİOLOJİ OKSİDLƏŞMƏ. MAKROERGİK BİRLƏŞMƏLƏR

P L A N

1. Maddələr mübadiləsi və enerji. Tənəffüs əmsalı
2. Maddələr mübadiləsinin öyrənilmə üsulları
3. Həzmin biokimyası. Həzm kanalında maddələrin sorulması
4. Bioloji oksidləşmə, mexanizmi
5. Oksidləşməklə fosforlaşma
6. Makroergik birləşmələr, orqanizmdə rolu

1. Maddələr mübadiləsi və enerji. *alt:* Maddələr mübadiləsi canlıları cansızlardan ayıran əsas əlamətc mübadiləsi dəqiq nizamlanmış biokimyəvi və fizioloji bir prosesdir. Bu prosesdə qanın və digər maddələrin orqanizmə daxil olması, onların orqanizm tərəfindən mənimsənilməsi, hüceyrə daxilində digər məhsullara çevrilməsi və əmələ gələn lazımsız məhsulların orqanizmdən xaric olunması ardıcılığı ilə baş verir. Bu çevrilmələr xarakterik biokimyəvi reaksiyalarla (hidroliz, hidrogenləşmə, aminləşmə, fosforlaşma və s.) icra olunur. Bu reaksiyalar mərkəzi sinir sisteminin nəzarəti və hormonların iştirakı ilə fermentlər tərəfindən sürətləndirilir. Maddələr mübadiləsi bütün hüceyrə quruluşunun boy və inkişafını və enerji təminatı ilə təmin edir. Maddələr mübadiləsinin dayanması orqanizmin həyat fəaliyyətinin zəifləməsinə və nəhayət məhvinə səbəb olur.

Maddələr mübadiləsi bir-biri ilə əlaqəli və müxtəlif istiqamətə yönələn iki prosesin vəhdətindən ibarətdir. Birinci-dissimlyasiya (və ya metabolizm)

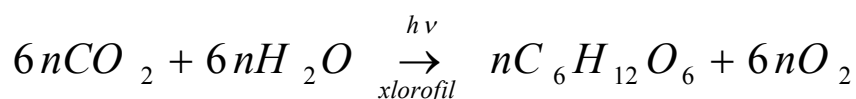
maddələrin parçalanma prosesidir. İkincisi assimilyasiya (və ya katabolizm) maddələrin əmələ gəlmə prosesidir. Bu proseslərdə əmələ gələn maddələr metabolitlər adlanır. Bu bölgü şərtidir, orqanizmdə bunlar eyni zamanda yaranır biri-digərini tamamlayır, bir sözlə vəhdət təşkil edir.

Anabolizm (assimilyasiya)-prosesində sadə molekulardan mürəkkəb tərkibli maddələrin sintez olunması baş verir. Anabolizm prosesində NT-i, zülallar və digər makromolekullar əmələ gəlir. Anabolizm reaksiyaları ATF və NADN-enerjisindən istifadə sayəsində mümkün olur.

Katabolizm (dissimilyasiya)-prosesi orqanizmin hüceyrələrində mürəkkəb maddələrin daha sadə aşağı molekul tərkibli məhsullara (CO_2 , H_2O , NH_3 və s) çevrilməsi və onların orqanizmdən xaric olunmasıdır.

Anabolizm və katabolizm prosesləri bir-birindən asılı olmayaraq müxtəlif istiqamətlərdə baş verir. Ancaq buna baxmayaraq bu proseslər bir-birilə vəhdət təşkil edir. Katabolizm prosesləri anabolizm prosesləri üçün metabolitlərə enerji hazırlayır. Anabolizm prosesləri isə ehtiyat enerji yığır və mürəkkəb maddələr hazırlayır.

Bütün canlılar üçün yer kürəsində ilk enerji mənbəyi Günəşdir. Fotosintez prosesi Günəş enerjisi ($h\nu$) nəticəsində bitkilərin yaşıl hissələrində üzvi maddələrin əmələ gəlməsini təmin edir. Bitkilər avtotrof orqanizmlərdir.



Bu prosesdə qeyri üzvi maddələrdən üzvi maddələr sintez olunur.

İnsanlar və heyvanlar isə enerji mənbəyi kimi yalnız qida vasitəsilə qəbul olunan üzvi maddələrdən istifadə edir, belə orqanizmlər heterotrof orqanizmlər adlanır.

Cədvəl.

İnsanın mineral komponentlərə tələbatı

Komponent	Orqanizmdə miqdarı q-la	Əsas mənbəi	Gündəlik tələbatı q-la	Funksyası
Su				
H_2O	35000-40000	İçkilər; bərk qidanın tərkibində olan su; oksidləşmə prosesində alınan su (300 q)	1200/900*	Həlləddici; hüceyrənin tərkib hissəsi, biokimyəvi reaksiyaların iştirakçısı
Makroelementlər**				
Na	100	Xörək duzu	1,1 - 3,3	Osmotik tənzimləyici; membran potensialcısı
K	150	Meyvə, tərəvəz, dənli bitkilər	1,9-5,6	Membran potensialcısı, mineral maddələr mübadiləsi

Ca	1300	Süd və süd məhsulları	0,8	Sümük toxumasını formalaşdırmaq; qanın laxtalanması; orqanizmin signal maddəsi
Mg	20	Yaşıl tərəvəz	0,35	Sümük toxumasını formalaşdırmaq, fermentlərin koferment tərkibi
Cl	160	Xörək duzu	1,7-5,1	Mineral maddələr mübadiləsi
P	650	Ət, süd, tərəvəz, dənli bitkilər	0,8	Sümük toxumasını formalaşdırmaq; enerji mübadiləsi, nuklein turşularının mübadiləsi
S	200	Kükürlü amin turşular (sistin, sistein, metionin)	0,2	Lipidlərin və karbohidratların mübadiləsi; konyuqatların əmələgətiricisi
Mikroelementlər				
Fe	4 – 5	Ət, qaraciyər, yumurta, tərəvəz, kartof, dənli bitkilər	0,010	Hemoglobin, mioqlobin, sitoxromlar
Zn	2 – 3	Ət, qaraciyər, dənli bitkilər	0,015	Sinktərkibli fermentlər
Cu	0,1 – 0,2	Ət, balıq, meyvə, tərəvəz	$(2 - 3) \cdot 10^{-3}$	Oksidazalar
Mn	0,02	Qida məhsullarının əksərində	$(2 - 5) \cdot 10^{-3}$	Fermentlər
Co	< 0,01	Balıq	—	B ₁₂ – vitamini
Cr	<0,01	—	$(0,5 - 2) \cdot 10^{-4}$	—
Mo	0,02	Dənli bitkilər, qoz, fındıq, şabalıd	$(1,5 - 5) \cdot 10^{-4}$	Oksireduktaza
Se	—	Ət, tərəvəz	$(0,5 - 2) \cdot 10^{-4}$	Selentərkibli fermentlər
J	0,03	Dəniz balığı, yodlaşdırılmış duz, dəniz yosunları, içməli su, qoz	$1,5 \cdot 10^{-4}$	Tirotksin
F ⁻	—	Dana əti, içməli su, çay, süd	$(1,5 - 4) \cdot 10^{-4}$	Sümük, dişin emalı

* - Bölünəndə kişilər, böləndə qadınlar üçün norma verilmişdir.

** -Göstərilən makroelementlərə gündəlik tələbatı 100 mq-dan çox olanlardır.

Canlı orqanizmə daxil olan hər bir üzvi maddə müəyyən miqdarda potensial enerji ehtiyatına malikdir. Buna sərbəst enerji adı verilmişdir. Üzvi maddə yandırıldıqda onun enerjisi bütünlüklə istilik şəklində xaric olunur. Maddənin kalorimetr vasitəsilə təyin edilən yanma istiliyinə ümumi enerji adı verilmişdir. Sabit temperatur və atmosfer təzyiqi şəraitində maddənin yanma istiliyi ilə sərbəst enerjisi arasında olan əlaqə $\Delta H = \Delta G + T\Delta S$ tənliyi ilə ifadə edilir (bu tənlikdə ΔH -ümumi enerjinin dəyişməsinə, ΔG -sərbəst enerjinin uğradığı dəyişikliyi, T -mühitin mütləq temperaturunu, ΔS isə sistemin entropiyasını göstərir). Hər hansı bir reaksiya zamanı sərbəst enerjinin dəyişməsinə isə $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ tənliyi ilə ifadə etmək olar. Maddənin sərbəst enerjisinin ayrılması ilə müşayiət olunan reaksiyalar ekzerqonik proseslər, enerjinin sərf olunması ilə baş verən reaksiyalar isə enderqonik proseslər adlanır. Canlı orqanizmlərdə kimyəvi reaksiyalar sadəcə olaraq istilik enerjisinin xaric olunması ilə nəticələnir. Bu reaksiyalarda yaranan enerji

istilik enerjisinə çevrilmədən bilavasitə bir sıra həyati funksiyaların yerinə yetirilməsinə sərf edilir.

Üzvi maddələrin sərbəst enerjisinin maddi əsasını atomlar arasında olan kimyəvi rabitələr təşkil edir. Adətən, üzvi birləşmələrdə olan adi kimyəvi rabitə növlərinin parçalanması və sintezi zamanı ayrılan və ya qəbul edilən enerjinin miqdarı 19,5 kC/mol-dan artıq olmur. Lakin 25 kC/mol və daha artıq sərbəst enerjiyə malik olan kimyəvi rabitə növləri də məlumdur. Belə kimyəvi rabitələrə-makroergik rabitə, birləşmələrə isə makroergik birləşmələr deyilir. Makroergik rabitəyə malik olan birləşmələrdən üzvi aləmdə ən geniş yayılanları-nukleozit-trifosfatlar (ATF, UTF, STF, QTF,TTF), kreatinfosfat, fosfoenolpiroüzüm turşusu, 1,3-difosfoqliserin turşusu, bəzi tioefir birləşmələri (məsələn, asilkoenzim-A) və başqaları aiddir.

Bioenergetik proseslərdə ATF-in çox mühüm əhəmiyyəti vardır. Onun bir qram molekulunun hidroliz prosesinə uğrayaraq ADF və fosfat turşusuna çevrilməsi zamanı 30,2 kC enerji ayrılır.

Bu maddə orqanizmdə universal enerji mənbəyi vəzifəsi daşıyır. Toxumalarda digər makroergik rabitəli birləşmələr çox zaman ATF molekullarında toplanan enerjinin sərf edilməsi hesabına yaranır.

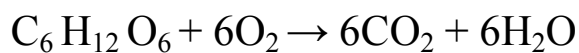
Tənəffüs əmsalı. Heyvan orqanizmində qida maddələri tədricən oksidləşərək, mübadilənin son məhsulları olan karbon qazına, suya və digər kiçikmolekullu kimyəvi birləşmələrə çevrilir; bu prosesi üzvi maddələrin zəif sürətlə yanmasına bənzətmək olar. Qida maddələri orqanizmin daxilində karbon qazına və suya qədər oksidləşdikdə, onların orqanizmdən xaricdə yanması zamanı ayrılan istiliyin miqdarına bərabər enerji əmələ gəlir. Buna görə də, orqanizmin sərf etdiyi oksigenlə ondan xaric olan karbon qazının həcminə əsaslanaraq, bədənə əmələ gələn enerjinin miqdarı haqqında mühakimə yürütmək mümkündür.

Bədənədən xaric olunan karbon qazının həcmnin sərf edilən oksigenin həcminə nisbəti tənəffüs əmsalı adlanır.

$$RQ = \frac{CO_2}{O_2}$$

Burada RQ tənəffüs əmsalının rəmzidir.

Tənəffüs əmsalının qiyməti oksidləşən maddələrin tərkibindən asılıdır. Karbohidratların oksidləşməsi zamanı sərf edilən oksigenin həcmi əmələ gələn karbon qazının həcminə bərabər olur. Aydındır ki, əgər orqanizmin qəbul etdiyi oksigenin hamısı yalnız karbohidratların oksidləşməsinə sərf edilərsə, onda tənəffüs əmsalı vahidə bərabər olur.



$$RQ = \frac{6CO_2}{6O_2} = 1.$$

Yağların tərkibində oksigen atomlarının miqdarı karbohidratlardakına nisbətən azdır. Yağlar oksidləşdikdə həm karbon qazının əmələ gəlməsi, həm də hidrogen atomlarının oksidləşməsi üçün oksigen sərf edilir. Odur ki, yağların oksidləşməsi zamanı tənəffüs əmsalı vahiddən aşağı (0,7) olur. Zülalların oksidləşməsinin tənəffüs əmsalı $\approx 0,8$ -ə bərabərdir.

Qarışıq qidalanma şəraitində insanların tənəffüs əmsalı 0,7 ilə 1,0 arasında təbəddüd edir (orta hesabla 0,83-0,87). Qida qarışığında karbohidratların nisbi miqdarı nə qədər çox olarsa, tənəffüs əmsalı da bir o qədər yüksək olur.

Tənəffüs əmsalının qiymətinə və udulan oksigenin həcminə əsaslanaraq, müvafiq cədvəllər vasitəsilə orqanizmdə əmələ gələn istiliyin miqdarını müəyyən etmək olar. Tənəffüs əmsalı şəraitdən asılı olaraq dəyişə bilər. Aclıq halında orqanizmin karbohidrat ehtiyatı tükəndiyinə görə, yağlar oksidləşməyə başlayır və tənəffüs əmsalı 0,7-yə yaxınlaşır. Kökəlmə zamanı isə bunun əksi müşahidə edilir, yəni toxumalarda, karbohidratlardan yağlar sintez edilir və tənəffüs əmsalı yüksəlir.

2. Maddələr mübadiləsinin öyrənilmə üsulları: Qəbul edilən qida maddələrinin ilk çevrilmələrindən başlayaraq, mübadilənin son məhsullarının əmələ gəldiyi mərhələyə qədər uğradıqları bütün kimyəvi dəyişikliklərə *aralıq mübadilə* deyilir. Mədə-bağırsaq traktında gedən həzm və sorulma prosesləri, sümüklərdə mineral maddələrin əmələ gəlməsi, bəzi toxumaların ara maddələrinin və mayələrinin yaranması müstəsna olmaqla, aralıq mübadilənin yerdə qalan bütün prosesləri hüceyrələrin daxilində baş verir.

Balans üsulu ilə müxtəlif elementlərin və maddələrin (azot, kalsium, fosfor, su və s.) qəbul edilən və kənar olunan miqdarı təyin edilməklə, orqanizmin onlara olan tələbatı müəyyənləşdirilir. Yoxlanan maddənin (məsələn, azotun) qəbul edilmiş miqdarı ifraz olunandan çoxdursa müsbət balans adlanır. Bu zaman həmin maddə bədəndə toplanır. Belə hal ən çox cavanlarda nəzərə çarpır. Maddənin qəbul olunmuş miqdarı ifrazından az olarsa, o mənfi balans adlanır. Həmin vəziyyət müxtəlif xəstəliklərdə yaranır. Qəbul olunan maddənin miqdarı ilə ifraz olunankı eynidirsə ona müvazinət balansı deyilir.

Balans üsulu insan və heyvanların müxtəlif maddələr olan tələbatının miqdarca təyininə imkan verir. Bu üsulla keyfiyyət tələbatını müəyyən etmək olmur.

Nişanlanmış atomlar üsulundan istifadə etməklə orqanizmə daxil olan maddənin tərkibində (aminturşusunda, yağ turşusunda, hormonda, vitamində, duzlarda və s.) atomlardan biri (məsələn, karbon, kükürd, fosfor, azot, və s.) nişanlanır-yəni mədəyə radiktiv izotopu olan element daxil olur. Radiktiv elementə görə orqanizmdə, ayrı-ayrı orqan, toxumalarda yoxlanan maddənin vəziyyəti izlənilir. Bu üsul aralıq mübadilənin ətraflı öyrənilməsinə imkan verir. Angiostomiya üsulunda müxtəlif orqanların aralarına, arteriya və vena damarlarına fistula qoyularaq istənilən vaxtda qan, öd və başqa nümunələr götürülür, kimyəvi təhlil aparılır. İ. P. Pavlov, J. S. London tərəfindən təklif edilmiş bu üsul müxtəlif maddələrin (məsələn, karbohidratların, zülalların və s.) ayrı-ayrı orqanlarda mübadiləsinə-yəni çevrilmələrini öyrənməyə imkan verir.

Təcrid edilmiş orqanlar üsulu Klod Bernar tərəfindən təklif edilmişdir. Bu üsulla mübadilə proseslərini öyrənmək üçün ayrı-ayrı orqanlar bədəndən-orqanizmdən təcrid edilmiş və mübadilə prosesləri həm müəyyən orqan çıxarılmış orqanizmdə, həm də çıxarılan orqanın özündə öyrənilir. Bu yollarla aparılan tədqiqatlar biri digərini tamamlayır. Qanda qlükozanın miqdarının sabit saxlanması, sidik cövhərinin əmələ gəlməsində qaraciyərin rolu İ. P. Pavlov, M. V. Nenski və Q. Embden tərəfindən bu üsulla müəyyən edilmişdir. Elektron mikroskopiyası üsullardan, sürətli sentrifugalardan, polyaroqrafiya, xromatoqrafiya, elektroforez və s. ilə birlikdə hüceyrədə (mitoxondriyalarda, ribosomlarda, nüvədə və s.) maddələr mübadiləsinin öyrənilməsində geniş istifadə olunur.

Biopsiya və ya orqanostomiya üsulunda ayrı-ayrı orqanlardan kəsiklər götürülərək, onlarda maddələrin kimyəvi təhlili aparılır və ona əsasən də maddələr mübadiləsi öyrənilir. Bu məqsədlə O. Varburq aparatından və s. cihazlardan istifadə olunur. Hidrokimyəvi üsulda müayinələr histoloji kəsiklərdə aparılır.

Maddələr mübadiləsinə öyrənmək üçün fraksiyalarından və homogenatlardan da istifadə edilir. Bu üsul mübadilə proseslərinin lokalizasiyasının (yerləşməsinə) müəyyənləşdirməyə imkan verir. Zülalların ribosomlarda sintez olunması və s. bu üsulla öyrənilmişdir.

Bütün bu üsullar maddələr mübadiləsinə ətraflı öyrənməyə və onu istənilən istiqamətdə dəyişdirməyə, heyvanların məhsuldarlığını artırmaq, onların keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq, xəstəliklərinin qarşısını almaq yollarını müəyyən etməyə imkan verir.

Maddələr mübadiləsinin tipi, intensivliyi bir sıra amillərdən: heyvanın növündən, yaşından, qidasından, ilin fəslindən, temperaturdan, təzyiqdən və s.-dən asılıdır. (Q. E. Vladimirov, P. P. Radikov, V. V. Kovalski, H. İ. Səfərov, Q. B. Xəlilov və b.). Mübadilə prosesinin gedişində sinir sisteminin və daxili sekresiya vəzlərinin nizamlayıcı rolu da mühüm əhəmiyyətə malikdir. (İ. P. Pavlov, K. M. Bıkov, A. İ. Qarayev, H. İ. Səfərov, Q. B. Xəlilov və b.). Bütün bu məsələləri

ətraflı öyrənməklə, maddələr mübadiləsini heyvandarlığın inkişafına şərait yaradacaq istiqamətə yönəltmək olar.

3. Həzmin biokimyası. Həzm kanalında maddələrin sorulması: İnsan və heyvanların qəbul etdiyi qida və onda olan müxtəlif maddələr (zülallar, yağlar, karbohidratlar, duzlar və s.) öz tərkib hissələrinə həzm orqanlarında (ağız boşluğu, mədə, bağırsaqlar) parçalanır. Həzm orqanlarında qida müxtəlif şirələrin (tüpürcək, mədə şirəsi, bağırsaq şirəsi, öd və s.) və onlardakı maddələrin (xüsusən fermentlərin), öd turşularının və s. təsiri ilə fiziki və kimyəvi dəyişikliyə uğrayır. Həzm prosesində zülallar son məhsul olaraq aminturşularına, karbohidratlar monosaxaridlərə, yağlar və yağabənzər maddələr qliserinə, yüksəkmolekullu yağ turşularına, fosfat turşusuna, azotlu birləşmələrə (xolinə, kolaminə, serinə və s.), nuklein turşuları purin və purimidin nukleotidlərinə, duzlar isə ionlara ayrılır. Bu bəsit birləşmələr həzm orqanlarından sorularaq qana keçir və qanda bədənin bütün orqan və toxumalarına aparılır.

Qida maddələri həzm prosesində öz tərkib hissələrinə parçalandıqdan sonra həzm orqanlarından, xüsusən nazik bağırsaqdan sorularaq, qana keçir. Maddələrin 70 – 80 %-i nazik bağırsaqdan qana sorulur. Nazik bağırsağın selik təbəqəsindəki çoxlu xovlar (1 sm^2 2000 - 2500) onun səthini 20 – 25 dəfə artırır və bununla da qana sorulmanı asanlaşdırır.

Karbohidratlar monosaxaridlər (qlükoza, qalaktoza, fruktoza və s.) şəklində qana sorulur. Disaxaridlər çox olduqda müəyyən hissəsi parçalanmadan da sorula bilər.

Monosaxaridlər növündən, quruluşundan və s.-dən asılı olaraq, eyni dərəcədə sorulmur. Qana ən yaxşı sorulan qalaktoza və qlükozadır. Arabinozanın sorulması zəifdir. Bunlar (qlükoza, qalaktoza və feuktoza) bağırsağın divarında fosforlaşaraq, bir-birinə çevrilə bilər. Bu da onların sorulmasını asanlaşdırır. Beləliklə, fosfatlar monosaxaridlərin sorulmasını sürətləndirir.

Yağlar qliserin və yağ turşuları şəklində qana sorulur. Onlar az miqdarda yaxşı emulsiyalaşdıqda parçalanmadan da qana sorula bilər. Ərimə temperaturu yüksək olan yağların emulsiyalaşması və sorulması çətin olur. Ona görə də bitki yağları hidroliz olunmadan 98%, tristearinlər isə 15% sorulur. Qliserin suda yaxşı həll olunduğundan asan, yağ turşuları isə pis həll olunduğundan çətin sorulur. Öd turşuları bunlarla müxtəlif nisbətdə (1:4; 2:7; 3:8; 4:9 və s.) mürəkkəb komplekslər əmələ gətirərək, həll olan şəkllə keçirir və sorulmanı sürətləndirir. Bu komplekslər (xolein turşuları) sorulduqdan sonra parçalanır. Yağ turşuları bağırsağın epiteli toxumasında qalaraq orqanizmdə yağların sintezi üçün istifadə olunur. Öd turşuları isə qanla qaraciyərə gedib, ödə keçir və yenidən bağırsağa qayıdır, yağ turşularının sorulmasında təkrar iştirak edir. Yağ turşularının sorulması fosfat turşusu ilə də stimullaşdırılır.

Bağırsağın selik təbəqəsində yağ turşuları qliserinlə birləşərək yağlara da çevrilir. Sonra əsasən limfa sisteminə və qismən (təxminən 20 – 30%) kapilyar qan damarlarına keçir.

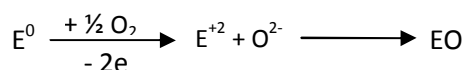
Zülallar aminturşuları şəklində qana sorulur. Yemlə zülal çox qəbul edildikdə az hissəsi parçalanmadan da sorula bilər. Bağırsağın selik təbəqəsində aminturşularından müəyyən dərəcədə polipeptidlərin sintezi üçün də istifadə edilir.

Su bütün həzm orqanlarında, xüsusi ilə bağırsaqdan sorulur. Sutka ərzində qaramalın bağırsağından 100 l-ə, donuzda isə 25 l-ə qədər su sorula bilər. Bu da bağırsaq möhtəviyyatının osmos təzyiqindən, orada duzların qatılığından və s.-dən asılıdır.

Duzlardan xörək duzu və kalium-xlorid asan, suda zəif həllolan duzlar (natrium sulfat, maqnezium sulfat) isə ləng qana sorulur. Fosfat və karbonat turşularının kalsium və maqnezium duzlarının sorulması daha da zəif olur. Dəmir, yod və s. elementlərin duzları isə mürəkkəb üzvi birləşmələr (tiroksin, askorbinat və s.) şəklində asan sorulur.

4. Bioloji oksidləşmə, mexanizmi: Hələ XVIII əsrin ikinci yarısında M. V. Lomonosov və A. L. Lavuazye sübut etmişlər ki, yanma yanan maddənin havanın oksigeni ilə birləşməsidir. Üzvi maddə yandıqda karbon qazı və su əmələ gəlməklə, sərbəst istilik enerjisi də ayrılır. İnsanların və heyvanların tənəffüsü də bunun eynidir. Orqanizmə daxil olmuş havanın oksigeni hüceyrələrdəki maddələri karbon qazı və suya qədər oksidləşdirir, enerji ayrılır. Son iki əsr ərzində bioloji oksidləşmənin bir çox cəhətləri: fermentlərin iştirakı, mərkəzi sinir sisteminin, hormonların, vitaminlərin rolu, enerjinin çevrilmələri və s. öyrənilmişdir. Bioloji oksidləşmə bütün toxumalarda getdiyindən toxuma tənəffüsü və ya oksidləşməsi də adlanır.

Əvvəllər toxuma tənəffüsünə oksidləşən maddəyə oksigenin birləşməsi kimi baxırdılar. Oksigenin çıxmasını isə maddənin reduksiya olunması hesab edirdilər. Elmin son nailiyyətləri bu anlayışı dərinləşdirmişdir. Oksidləşmə maddə atomunun elektron verdiyini, reduksiyalanma isə onun qəbul edilməsini göstərir.

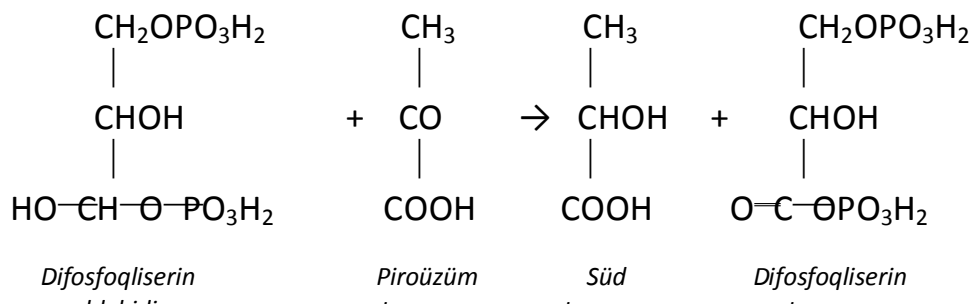


Ona görə də oksidləşmiş atomun mənfi yükü azalır və ya müsbət yükü çoxalır. Neytral atomlar oksidləşdikdə müsbət yüklü ionlara çevrilir. Oksidləşmə reaksiyalarında elektronların verilməsi ilə müsbət, reduksiyalanmada isə elektronların birləşməsi ilə mənfi yüklülük çoxalır.

Oksidləşmə və reduksiyalanma reaksiyaları həmişə birlikdə gedir, qarşılıqlı əlaqədədir və biri digərini tamamlayır. Odur ki, oksidləşmə-reduksiya prosesi

iştirak edən bütün maddələrlə birlikdə o k s i d l ə ş m ə - r e d u k s i y a sistemi adlanır.

Bioloji sistemlərdə də oksidləşən maddə elektron və ya proton (məsələn: hidrogen ionu) verməklə d o n o r, reduksiyaalanan maddə isə elektron və ya proton almaqla a k s e p t o r adlanır.

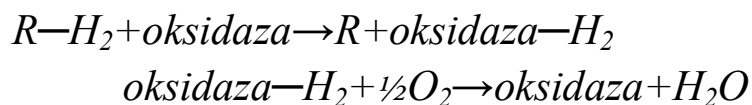


Bu reaksiyada difosfoqliserin aldehydi özündən iki hidrogen ionu verməklə oksidləşərək difosfoqliserin turşusuna, piroüzüm turşusu isə özünə iki hidrogen ionu birləşdirməklə reduksiya olunaraq süd turşusuna çevrilir. Beləliklə, difosfoqliserin aldehydi d o n o r, piroüzüm turşusu isə a k s e p t o r rolunu oynayır.

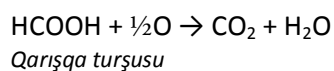
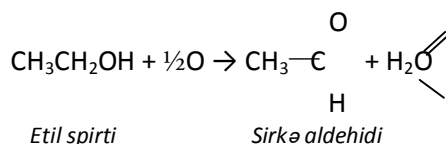
Oksidləşmə-reduksiya reaksiyalarının əksəriyyəti, yanma prosesi kimi enerji ayrılması ilə gedir.

Bioloji oksidləşmə prosesinin mahiyyətini izah edən bir sıra nəzəriyyələr mövcuddur. Onlardan birincisi keçən əsrin axır-ları və XX əsrin əvvəllərində (1908 – 1912-ci illərdə) meydana gəlmiş V. İ. Palladin və Villand nəzəriyyəsidir.

V. İ. Palladin nəzəriyyəsinə görə bioloji oksidləşmənin əsasını oksidləşən maddənin hidrogensizləşməsi, yəni onun molekulundan hidrogen atomunun ayrılması təşkil edir. Ayrılan hidrogen atomu oksigenə birləşərək su əmələ gətirir. Burada oksigen akseptor rolunu oynamaqla, ikinci dərəcəli əhəmiyyətə malikdir. Bu reaksiya oksidazalarla kataliz olunmaqla, sxematik belə göstərilir:



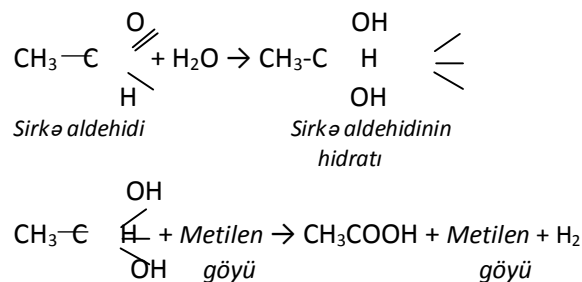
Buna misal spirtlərin və turşuların oksidləşməsini göstərmək olar.



Deməli, oksidləşmənin son məhsulları su və karbon qazıdır.

Bu aerob oksidləşmədir, yəni oksigenin iştirakı ilə gedir.

Viland V. İ. Palladinin fikrini inkişaf etdirməklə təcrübələrlə konkretləşdirilmişdir. O, sübut etmişdir ki, müxtəlif maddələrin, o cümlədən sirkə aldehydinin oksidləşməsi mürəkkəb proses olub, əvvəlcə suyun birləşməsi ilə onun hidratına çevrilir. Sonuncu isə metilen göyünün iştirakı ilə hidrogensizləşməklə oksidləşir.



Bu anaerob oksidləşmə sayılır. Çünki oksidləşmə oksigenin iştirakı olmadan gedir.

5. Oksidləşməklə fosforlaşma: Tənəffüs prosesinin əsasını təşkil edən oksidləşməklə fosforlaşma hüceyrələrin mitoxondriyalarında gedir. Hüceyrələrdə mitoxondriyaların sayı 50-dən 5 minə qədər olur. Onlar xarici və daxili membranlara malikdir. Sonuncular daraqvarı şaxələnir. Boşluqları isə bərk maddə-matrikslə dolmuşdur.

Mitoxondriyaların 65 – 70%-ni zülallar, 25 – 30%-ni lipidlər və 0,5%-ni RNT təşkil edir. Zülalların yarıya qədəri daxili membrandakı tənəffüs fermentləri və s.-dən ibarətdir. Matriksin də 50%-i zülaldır.

Tənəffüs prosesinin gedişində fosforlu birləşmələr mühüm rol oynayır. Toxumalarda maddələrin oksidləşməsi (aerob fazada da) qeyri-üzvi fosfatların iştirakı ilə gedir. Bu səbəbdən oksidləşmə zamanı qeyri-üzvi fosfatların miqdarı azalır. Odur ki, bu iki proses (oksidləşmə və fosforlaşma) qarşılıqlı əlaqədar olduğundan oksidləşməklə fosforlaşma adlanır. Bu məsələ ilk dəfə V. A. Engelhardt, Kalkar, V. A. Belitser, E. T. Sıbakova (1930 – 41-ci illərdə), S Oçoa tərəfindən müəyyənləşdirilmiş, sonralar isə A. Lenincer, P. Mitçel, V. Skulaçev, Kennedi, Lumis, Lipman və başqaları tərəfindən də öyrənilmişdir.

Oksidləşməklə fosforlaşmanın mexanizmi: kimyəvi (F. Lipman, Sleyter 1946), mexaniki-kimyəvi (Bayer, 1964) və kimyəvi-osmotik (P. Mitçel, 1961; V. Skulaçev, 1972) kimi bir sıra nəzəriyyələrlə izah olunur.

Kimyəvi nəzəriyyəyə görə oksidləşmə və fosforlaşmanın əlaqələnməsi, ADF-in makroergik rabitəli qeyri-üzvi fosfatla birləşib ATF-i əmələ gətirməsi xüsusi ötürücülərlə (NAD, ubixinon, E və K vitaminləri, kariozin, ADF-in adenil hissəsi, aminturşularının imidazol radikalları və s.) icra olunur. Sonuncular oksidləşən maddələrlə (substratla) makroergik rabitəli arabirləşmələr (yüksək enerjili komplekslər: $U \sim B$; $X \sim U$; $X \sim P$) əmələ gətirir. Lakin bunlar ayrılaraq, varlığını sübut edilməmişdir.

Mexaniki-kimyəvi (və ya konformasiya) nəzəriyyə tərəfdarları güman edir ki, oksidləşmə və fosforlaşmanın qarşılıqlı əlaqəsi oksidləşmə enerjisi hesabına fermentlərin konformasiya dəyişiklikləri ilə yaranır, yüksək enerjili rabitə (məsələn, tioefir rabitəsi) ADF-ə köçürülür, ATF-in sintezinə istifadə olunur. Bu fikri sübut edən dəlil hələlik yoxdur.

Kimyəvi-osmotik nəzəriyyə tərəfdarlarının fikrincə hüceyrə tənəffüsü ilə fosforlaşmanın əlaqələnməsi mitoxondriyaların xarici membranında gedir. Bu zaman oksidləşmənin kimyəvi enerjisi elektrokimyəvi potensiallar enerjisinə çevrilir. AH_2 donorunun oksidləşməsi ilə proton və donorlar yaranır. Protonlar membranın səthində qalır, elektronlar isə membranın daxili səthində - akseptorlarla (məsələn, oksigenə) keçir. Xarici membran müsbət, daxili membran mənfi yüklənir, akseptor isə reduksiyyalaşır. Akseptor oksigendirsə, daxili mühitin hidrogen ionları ilə qarşılıqlı təsir nəticəsində su əmələ gətirir. Xarici və daxili membranlar arasında elektrik sahəsi yaranır və makroergik vasitəçinin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Sonra onun makroergik rabitəsi ADF-ə köçürülür, ATF əmələ gəlir.

Hazırda kimyəvi-osmotik nəzəriyyə oksidləşməklə fosforlaşmanın mexanizmini izah edən əsas konsepsiya sayılır.

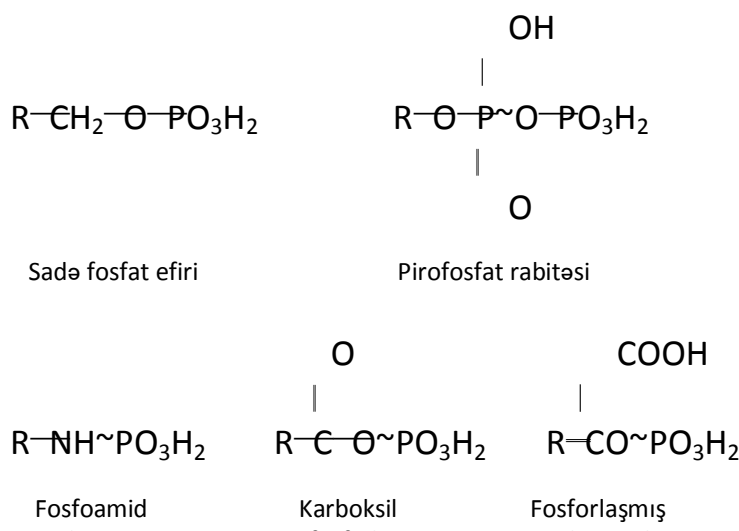
Oksidləşməklə fosforlaşma Krebs sikli üzrə maddələrin oksidləşməsi zamanı ADF-dən ATF-in əmələ gəlməsi üçün qram-molla istifadə edilən qeyri-üzvi fosforla lazım olan oksigenin q/atomla miqdarının nisbəti ($P : O$) ilə təyin edilir. Buna oksidləşməklə fosforlaşma əmsalı deyilir. V. Belitserə görə bunun qiyməti orta hesabla 3-ə bərabərdir. Oksidləşməklə fosforlaşmada əsas əhəmiyyətə malik olan adenzintrifosfat turşusunun (ATF) əmələ gəlməsidir. Maddələr (karbohidratlar, qliserin, yağ turşuları və s.) oksidləşdikdə ATF ADF-in fosforlaşması nəticəsində əmələ gəlir. Bunu, yəni qarşılıqlı oksidləşməklə fosforlaşmanı aşağıdakı ümumi tənliklə göstərmək olar:



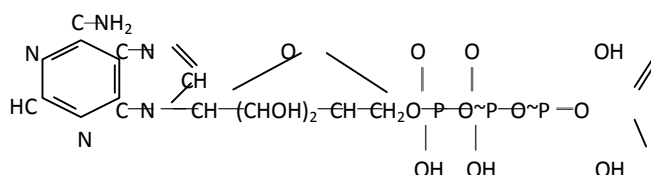
6. Makroergik birləşmələr, orqanizmdə rolu: Orqanizmdə müxtəlif maddələrin (karbohidratların, yağların və s.) oksidləşməsi nəticəsində külli miqdarda enerji ayrılaraq, makroergik və ya enerji ilə zəngin birləşmələrdə toplanır. Makroergik rabitə əyri xətlə (~) göstərilir. Bunlardan fosforlu birləşmələri göstərmək olar. Fosforlu birləşmələrin bu qabiliyyəti – yəni özlərində enerji toplamaq və lazım gəldikdə vermək onların termodinamik davamsızlığı və kinetik davamsızlığı ilə əlaqədardır.

Sadə fosfat efiirlərinin (3 – fosfoqliserin turşusu, qlükoza – 6 – fosfat, fruktoza – 1, 6 – difosfat və s.) hidrolizi zamanı az enerji (2 – 3 kkalori) ayrılır. Lakin pirofosfat rabitəli maddələr (ATF, ADF), fosfoamid rabitə saxlayanlar (keratinfosfat, argininfosfat), karboksilfosfatlar (asetilfosfat, 1,3 – difosfoqliserin turşusu),

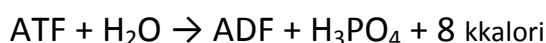
fosforlaşmış üçlü spirtlər (fosfoenolpiroüzüm turşusu) enerji ilə zəngin maddələrdir. Bu rabitələrin qırılması orqanizmin enerji ilə təminində əsas rol oynayır.



Bunların hidrolizi əsasında ayrılan enerji 6 – 12 kkalori arasında dəyişir. Göstərilən birləşmələrin içərisində əsas yeri purin nukleotidlərindən olan adenosin-trifosfat turşusu (ATF) tutur. Bu mürəkkəb üzvi maddə olub, adenindən, ribozadan və üç molekul fosfat turşusundan ibarətdir. Onun quruluş formulu belədir:



ATF hidroliz olunduqda ADF və fosfat turşusu əmələ gəlir, 6–8 kkalori də enerji ayrılır. Bu da mexaniki, elektrik, istilik enerjilərinə və qeyrilərinə çevrilir.



Adenosindifosfat turşusu da (ADF) enerji ilə zəngin birləşmədir. Bu turşu fosforlaşma proseslərində əmələ gələn makroergik fosfatların birinci akseptorudur. Bundan miokinazanın (adenilatkinaza) təsiri ilə ATF-də əmələ gəlir.



Adenosinmonofosfat turşusu (AMF) makroergik maddə deyildir. Çünki fosfat turşusu ribozaya adi fosfoefir rabitəsi ilə birləşmişdir. Biosintez proseslərinin çoxunda ATF-dəki enerjiden istifadə edilir. Fosfat qrupu fosfotransferazaların iştirakı ilə başqa maddələrə (məsələn, keratinfosfata) köçürüldükdə də enerji itmir. Lakin fosfat turşusunun qalığı ATF-dən monosaxaridlərə verildikdə fosfoefir rabitəsi yaranır və enerjinin müəyyən hissəsi səpələnir. Son zamanlar orqanizmdə (əzələ, qaraciyər, beyin və s.) ATF-dən başqa enerji ilə zəngin başqa nukleotidlərdə quanozindifosfat (QDF), quanozintrifosfat (QTF), uridindifosfat

(UDF), uridintrifosfat (UTF), sitidindifosfat (SDF), sitidintrifosfat turşuları (STF) aşkar edilmişdir. Bu nukleozidfosfatlar da nuklein turşularının sintezində və fosfat qruplarının köçürülməsindəki təkrar fosforlaşma reaksiyalarında iştirak edir.

Sitidinfosfatlar neytral yağların və fosfolipidlərin sintezi üçün lazım olan enerjini verir. Quanozinfosfatlar isə adenoinfosfatlarla birlikdə zülalların biosintezində iştirak edir.

Karbohidratların mübadiləsində nukleotiddişəkarlər xüsusi yer tutur. Bunların tərkibində nukleotidfosfatlardan başqa heksozalar (qlükoza) və ya onların törəmələri də (heksuron turşuları və ya asetilaminoşəkarlər) olur. Bu birləşmələr karbohidratların sintezində iştirak edir.

Makroergik rabitəyə kükürlü birləşmələrdə də rast gəlinir. Onlardan tioefir makroergik rabitəni ($R-CO-S-R^1$) göstərmək olar. Bütün göstərilən makroergik birləşmələr orqanizmi enerji ilə təmin edir və onun yaşamasına şərait yaradır.

Müxtəlif enerji növlərinin orqanizmdə əmələ gəlməsi və paylanması aşağıdakı sxemdə təsvir edilmişdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Həşimov X.M, Həsənova S.Ə, Qida kimyası, Bakı 2010, 478 c.
2. Həşimov X.M, İbrahimova D.Ə, Ramazanov V.S., Bioloji kimyadan laboratoriya məşğələləri. Dərs vəsaiti, Bakı, 2012, 240 s.
3. Xəlilov Q. B. Heyvan biokimyasının əsasları. Bakı. 1987. Maarif.
4. Həsənov Ə. C., Rzayev N. A., İslamzadə F. Q., Əfəndiyev A. M. Bioloji kimya. Bakı 1989.
5. Кольман Я., Рем К. Г. Наглядное биохимия –Москва. Мир, 2000.
6. Северин Е. С., Алейникова Т. Л., Осипов Е. В. Биохимия. - Москва. Медицина. 2003.
7. Ковалевский Н. И. Биологическая химия. Москва. Академия 2008.

Qida kimyasından müəhazirələr.

MƏRUZƏÇİ: dos.Həşimov Xalıq Məmməd oğlu

MÖVZU 10. NUKLEİN TURŞULARININ MÜBADİLƏSİ. NUKLEİN TURŞU-

LARININ HƏZM SİSTEMİNDƏ PARÇALANMASI, SİNTEZİ VƏ MÜBADİLƏ POZĞUNLUQLARI

P L A N

1. Nuklein turşularının həzm sistemində parçalanması
2. Nuklein turşularının bioloji sintezi
3. DNT-in biosintezi (replikasiya)
4. DNT-in biosintezinin insiasiyası mərhələsi
5. DNT-in sintezinin elonqasiya mərhələsi
6. RNT-in biosintezi – transkripsiya
7. Nuklein turşularının mübadiləsinin pozğunluqları

1. Nuklein turşularının həzm sistemində parçalanması: Nuklein turşularının mübadiləsinin öyrənilməsi – insanın bir çox problemlərinin açılmasında mühüm rol oynayır. Beləki, bir çox makromolekulların sintezinin mexanizmi, irsi əlamətlərin öyrənilməsi, onların nəsildən-nəsilə keçməsi, hüceyrənin quru-

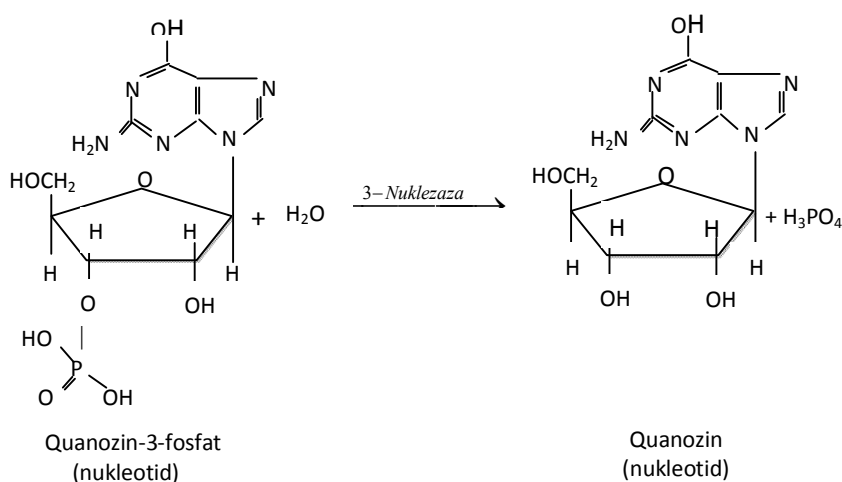
luşu onun diferensiallaşması mexanizmi NT-in mübadiləsinin və sintezinin sayəsində mümkün olur.

Nuklein turşuları (NT) qida maddələrinin tərkibində zülallarla birləşmiş şəkildə (nukleoproteidlər – NP) olur. Ağız boşluğunda heç bir dəyişirikliyə uğramayan NP-lər mədəyə düşür, orada HCl və pepsinin təsirindən sadə zülallara və NT-a parçalanır. Qida mədədən bağırsaqlara keçdikdən sonra nukleoproteidlər (NP) prostetik qruplara və zülali hissəyə (məsələn tripsin) təsiri ilə davam edir.

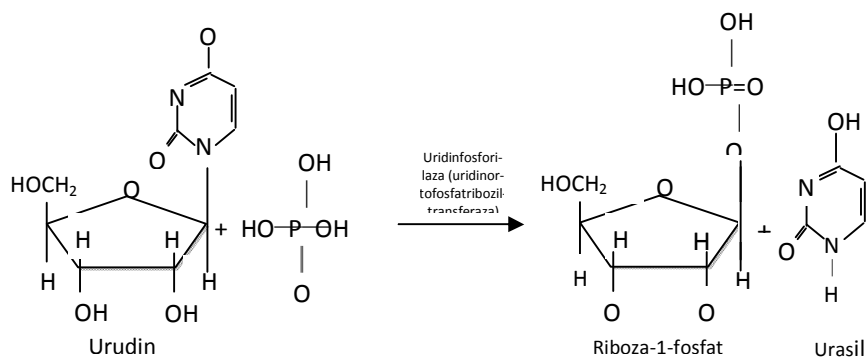
NT-in parçalanması mədəaltı vəzinin və bağırsağın selikli qişasında olan vəzilərin hazırladığı xüsusi fermentlərin fosfodiesterazaların (nukleazaların) təsiri ilə gedir. Nukleazalar; RNT-ni parçalayan-ribonukleazalar və DNT-ni parçalayan dezoksiribonukleazalar olmaqla iki qrupa bölünür. Hər iki fermentin aktivliyi pH=7-8,2 mühitində daha fəal olur. Bu iki ferment birlikdə-endonukleazalar adlanır. Endonukleazalar NT-ni depolimerləşdirərək onları oliqonukleotidlərə qədər parçalyır. Ekzonukleazalar isə NT-ni sərbəst nukleotidlərə qədər parçalanmasını sürətləndirir. RNT-azanın təsirindən RNT 2', 3' siklofosfatlara və nəhayət sonuncularda həmin fermentlərin təsiri ilə oliqonukleozid-3'-fosfata hidroliz olunurlar.

Nəticədə müxtəlif endo- və ekzonukleazaların təsirindən NT-ları, -ribo və dezoksiribonukleozid-3' - və -5' fosfatlar tərkibli qarışıq nukleotidlərə parçalanırlar.

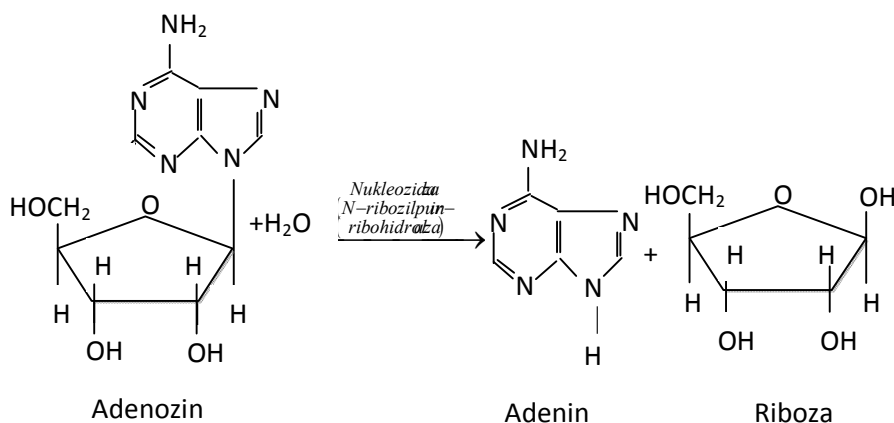
Nukleozidfosfatlar sonrakı parçalanmaya məruz qalırlar. Əvvəlcə onlar hidrolazaların təsirindən hidrolizə uğrayaraq fosfat turşusu molekulunu itirirlər (defosforlaşma).



Sonrakı mərhələdə riboziltransferazanın təsiri ilə fosfat turşusunun iştirakı ilə nukleoziddən azot əsaslarının ayrılması baş verir.



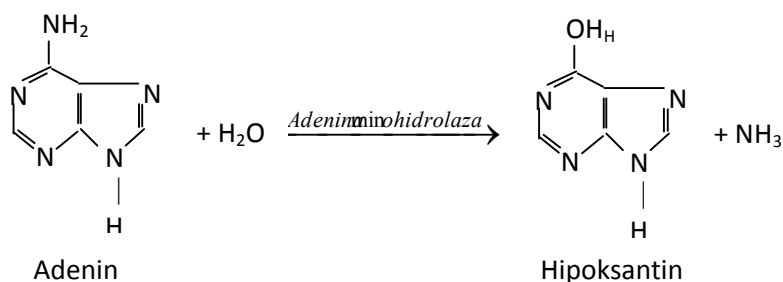
Həmçinin nukleozidlər də hidrolizə uğrayır.



Riboza və riboza 1-fosfat karbohidratlara xas olan mübadilə reaksiyasına daxil olur.

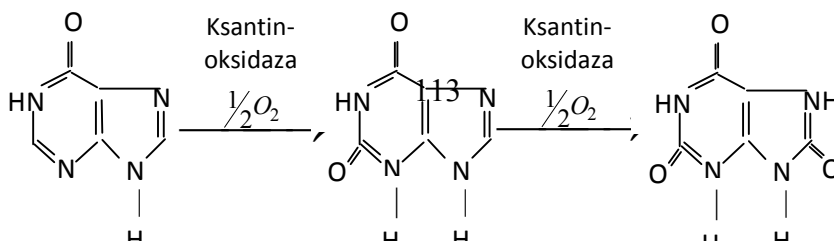
Purin və pirimidin əsasları sonrakı parçalanmaya məruz qalır.

Birinci mərhələdə purin və pirimidin əsasları aminhidrolazaların təsiri ilə aminsizləşirlər. Bu çevrilmələrdə yalnız amin qrupu ayrılır.



Nəticədə adenin – hipoksantinə, qvanin – ksantinə çevrilir. Sitozindən isə urasil əmələ gəlir.

Purin və pirimidin əsaslarının sonrakı aminsizləşməsi müxtəlif cür baş verir. Purin əsasları (hipoksantin və ksantin) ksantinoksidaza fermentinin təsiri ilə sidik turşusuna oksidləşir.



[illegible]

Timinden 0.5 cm'ye kadar uzakta bulunmalıdır.

1. *Journal of the American Medical Association*, 1997; 277: 1039-1043.

NAME: _____ **DATE:** _____ **TIME:** _____ **DAY:** _____ **MONTH:** _____ **YEAR:** _____

9 9 9 1 1 1 1

nukleotidlərin müəyyən olunmuş nizamlı düzülüşü) biosintezi DNT matrisasında ribonukleozidtrifosfatlardan əmələ gəlir.

Nukleotidlərin əsas üç tərkib hissələrindən (azot əsasları, fosfat turşusu və pentoza) olan fosfat turşusu həmişə hüceyrədə olur, riboza və dezoksiriboza karbohidratların mübadiləsindən alınır, ancaq heterotsiklik əsaslar xüsusi biosintez reaksiyalarından və zülalların parçalanmasından alınır.

Purin və pirimidin əsaslarının biosintezi müxtəlif cürdür. Ancaq purin və pirimidin sikllərinin bəzi sintez mexanizmində oxşar əlaqələr də mövcuddur:

1) Heterotsiklik sikldə azot mənbəyi kimi qlisindən, asparagin və qlutamin-dən istifadə etmək

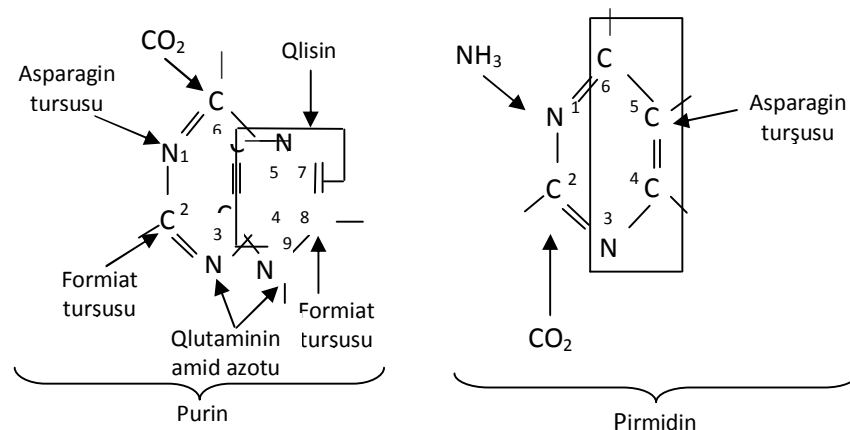
2) Purin və pirimidin sikllərin tərkibinə karbon qazından və qarışqa turşusundan istifadə etməklə karbon daxil etmək

3) Riboza 5'-fosfatdan purin əsaslarının əmələ gəlməsi və pirimidin əsaslarının sintezi, son məhsul olaraq nukleozid 5'-fosfatın biosintezi

4) Nukleotidlərin biosintezində bütün reaksiyaların fermentativ xarakterində olması

5) Ayrı-ayrı biosintez mərhələlərində oxşar maddələrin (inozin-5'-monofosfat – purin nukleotidlərinə, uridin-5'-monofosfat – pirimidin nukleotidləri üçün) əmələ gəlməsi.

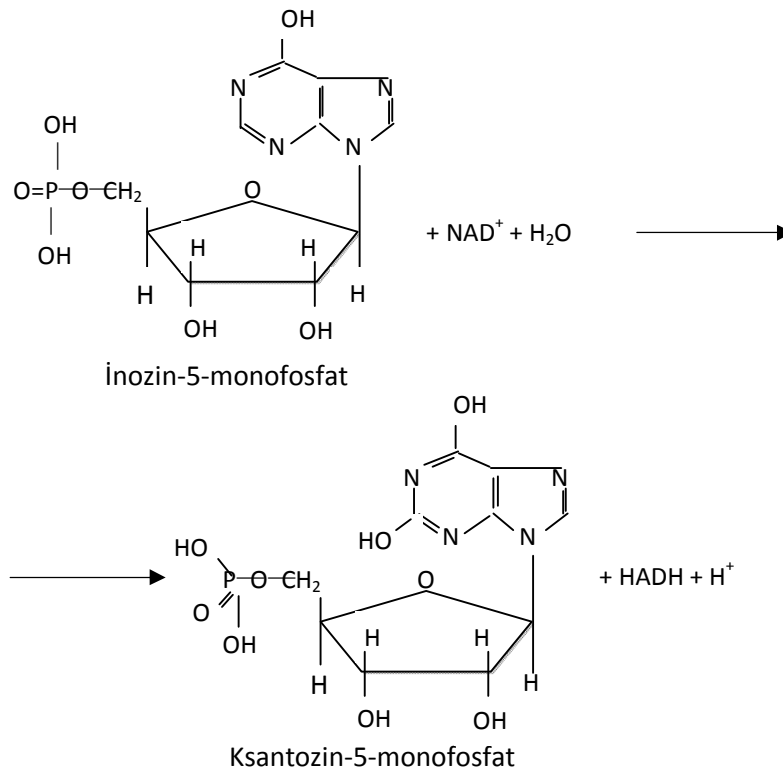
Purin və pirimidin əsaslarının biosintezi Bukenen və Qrinberqin laboratoriyalarında tərkibində (nişanlanmış atomlar) radioaktiv azot və karbon atomları (^{15}N , ^{13}C) olan maddələrin orqanizmə yeridilməsi ilə aparılan təcrübələr nəticəsində aydınlaşdırılmışdır. Təcrübələr əsasən göyərçin üzərində aparılmışdır, lakin məməlilərdə də biosintez prosesinin belə getdiyini güman etmək üçün elmi əsaslar vardır.



Sxemdən göründüyü kimi purin nüvəsinin biosintezinə azotun iki atomu (N₃ və N₉) qlutaminin amid azotundan, N¹-atomu asparagin turşusundan, nəhayət

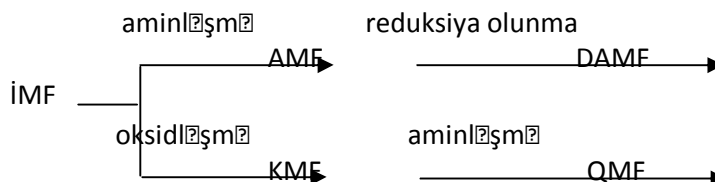
dördüncü azot atomu N₇-qlisindən keçir. Formiat turşusundan C₂ və C₈, həmçinin C₆ isə CO₂ qazından purin nüvəsinin biosintezində iştirak edir. Beləliklə aminsirkə turşusu (qlisin) purin əsasının sintezinə üç atom verir (iki karbon, bir azot).

Müasir zamanda purin əsaslarının mürəkkəb biosintezinin ayrı-ayrı mərhələləri dəqiq müəyyən olunmuşdur. Purin nüvəsinin biosintezi üçün riboza-5'-fosfatdan istifadə olunur. Bu maddə bir çox çevrilmələrdən sonra inozit-5'-monofosfata (İMF) çevrilir. İMF isə oksidləşərək ksantozin-5'-fosfata keçir.



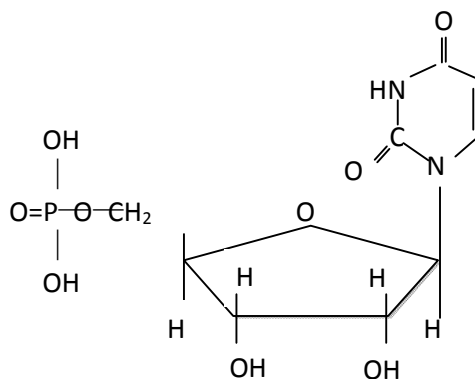
Sonrakı mərhələdə inozit-5'-monofosfatın (İMF) aminləşməsindən adenozin-5'-monofosfat (AMF), sonuncunun reduksiya olunmasından dezoksiadenozin-5'-monofosfat (dAMF) alınır.

Ksantozin-5'-monofosfat (KMF) aminləşmə yolu ilə quanozin-5'-monofosfata (QMF) çevrilir. Aşağıdakı sxemdə bütün bu proseslər göstərilmişdir.



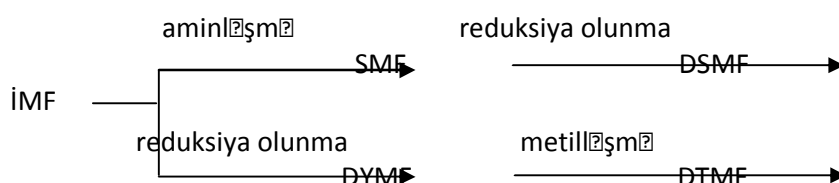
Pirimidin əsaslarının biosintezi üçün pirimidin nüvəsinə N₁-azotu NH₃ molekulundan C₂-atomu CO₂-molekulundan, N₃-azot atomu və C₄, C₅, C₆- karbon atomları isə asparagin turşusundan daxil olur (keçir).

Digər tərəfdən riboza-5-fosfatdan bir çox çevrilmələrdən sonra uridin-5¹-fosfat (UMF) bu maddədən də pirimidin nukleotidləri sintez olunur.

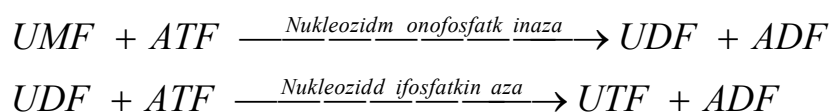


Uridin-5-monofosfat

Uridin-5¹-monofosfat (UMF) aminləşmə yolu ilə sitidin-5¹-minofosfata (SMF) bu da reduksiya olunmaqla – dezoksi sitidin monofosfata (DSMF). Eynilə UNF-at reduksiya yolu ilə dezoksi-uridin-5¹-monofosfata (DUMF) bu da metilləşmə yolu ilə dezoksitimidin-5¹-monofosfata (DTMF) çevrilir.



Nukleotidlərin fosforlaşması prosesi ATF-in və fosfotransferaza fermentinin iştirakı ilə baş verir.



Bu ardıcılıq dezoksiribonukleotidlərin fosforlaşmasında da baş verir.

Beləki, nukleozigdifosfatların reduksiyasından dezoksiribonukleozid-5¹-monofosfat, onun ATF ilə qarşılıqlı təsirindən dezoksiribonukleozid-5¹-trifosfat əmələ gəlir.

Hüceyrələrdə dezoksiribonukleozid-5¹-trifosfatların və ribonukleozid-5¹-trifosfatların biosintezi baş beyin tərəfindən nizamlanır və onların bir-birinə nisbəti həmişə sabit qalır.

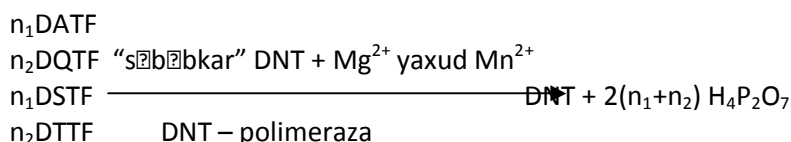
3. DNT-in biosintezi (replikasiya): Müasir elmi təsəvvürlərə görə, irsiyyətin nəsildən-nəsilə verilməsi DNT molekullarında olan nukleotidlərin yerləşmə ardıcılığı ilə əlaqədardır. Buna görə də, hüceyrələrdə DNT-nin sintezinin öyrənilməsi bioloji kimyanın mühüm problemlərindən biri hesab olunur.

Hüceyrələrin biokimyəvi xüsusiyyətlərini özündə cəmləşdirən genetik informasiyanı dəyişikliyə uğramadan valideyndən övlada verilməsindən aydın olur ki, bu informasiyanı daşıyan DNT molekulaları dəqiq sürətdə öz-özünü yaratmaq xüsusiyyətinə malikdir. DNT molekulunun ikiqat polinukleotid spiralının quruluşunda təsadüf etdiyimiz komplementarlıq prinsipi, onun öz-özünü yaratma (ikiləşdirmə) funksiyasının mexanizmini izah etməyə imkan verir. Hüceyrədə olan DNT-nin yeni DNT spirallarını sintez olunmasında rolu oynadığını əsas tutan iki nəzəriyyə irəli sürülmüşdür. Uotson və Krik tərəfindən irəli sürülən yarımkonservativ replikasiya nəzəriyyəsində göstərilir ki, DNT molekulunun ikizəncirli spiralında olan hər bir polinukleotid zənciri öz komplementini sintez edir. Bu zaman yeni əmələ gəlmiş iki DNT molekulunun hərəsinin polinukleotid zəncirlərindən biri əvvəlki spiralından ayrılmış olur. Konservativ replikasiya adlanan ikinci nəzəriyyəyə görə, əvvəlcə DNT molekulunda olan polinukleotid zəncirindən biri ikiləşir, sonra isə yeni əmələ gəlmiş zəncir öz komplementinin sintezi üçün matrisə rolunu oynayır.

1958-ci ildə Mezelson və Stal E. Coli bakteriyalarını azot mənbəyi yalnız radioaktiv N^{15} atomları ilə nişanlanmış ammonium-xloriddən $\left({}^{15}_N H_4 Cl \right)$ ibarət olan qidalı mühitdə təcrübələr apararaq, sübut etdilər ki, hüceyrə daxilində DNT-nin sintezi yarımkonservativ replikasiya prinsipi üzrə gedir. Replikasiya edən DNT-nin ikili spiralında olan hər 10 cüt nukleotidin bir-birindən açılması üçün molekul öz oxu ətrafında bir dəfə fırlanmalıdır. Aydındır ki, əgər çoxlu miqdarda mononukleotidlərdən təşkil olunmuş DNT zəncirləri bir-birindən tam açıldıqdan sonra öz komplementlərinin sintezinə başlasaydılar, onda biosintezin normal sürətini təmin etmək üçün hüceyrədə olan DNT öz oxu ətrafında çox böyük tezliklə fırlanmalı olardı (təxminən 10000 dövr/dəq.). Hüceyrələrin daxilində uzunluğu 1 mm-ə qədər olan DNT molekulalarının belə böyük sürətlə fırlanması mümkün deyil. Buna görə də, belə güman edilir ki, DNT spiralının açılması və yeni DNT molekulunun formalaşması eyni vaxtda gedən prosesdir.

DNT molekulaları DNT-polimeraza fermentinin (bu fermentə DNT-nukleotidiltransferaza da deyilir) iştirakı ilə sintez olunur. Dezoksinukleozidtrifosfatlar DNT-nin sintezi üçün ilkin material vəzifəsi daşıyırlar. DNT molekulalarının sintezi üçün mühitdə Mg^{2+} və ya Mn^{2+} ionlarının olması vacib şərtədir. Hüceyrədən xaric sistemlərdə (in vitro) DNT sintezinin bir sıra mühüm xüsusiyyətləri vardır. Onun əsas xüsusiyyətlərindən biri mühitdə dezoksinukleozidtrifosfatların (DATF, DQTF, DSTF, DTTF) bütün növlərinin olmasının vacibliyidir. Onlardan yalnız birinin olmaması DNT sintezinin dayanması ilə nəticələnir. Bundan əlavə, DNT-polimerazanın fəaliyyəti üçün mühitdə mütləq “səbəbkar” DNT molekulaları olmalıdır. Burada “səbəbkar” DNT sintez olunan DNT molekulaları üçün matrisə

vəzifəsini daşıyır. Sintez olunan DNT-nin xüsusiyyətləri ilk götürülmüş “səbəbkar” DNT molekulunda nukleotidlərin yerləşmə ardıcılığı ilə əlaqədardır. DNT-nin sintezi zamanı gedən reaksiya sxematik olaraq aşağıdakı tənliklə ifadə edilir:



Bu reaksiya zamanı dezoksinukleozidtrifosfatlar matrisa vəzifəsini daşıyan DNT zənciri üzərindəki azot əsasları ilə komplementarlıq prinsipi üzrə qarşı-qarşıya yerləşir, bir-birinin qonşuluğunda yerləşən dezoksinukleozidtrifosfatların tərkibində olan dezoksiriboza qalıqları arasında 3,5-fosfodiefir rabitələri əmələ gəlir və iki fosfat turşusu qalığı – pirofosfat turşusu şəklində ayrılır. Tənlikdən aydın olur ki, DNT molekullarının sintezinə sərf olunan DATF və DQTF-in miqdarı müvafiq olaraq, DQTF və DSTF-in miqdarına bərabərdir. Bu fakt DNT molekullarının kimləndirici quruluşu (A – T; Q – S) haqqında Uotson və Krik tərəfindən irəli sürülən müddəaları bir daha təsdiq edir.

Dezoksinukleozidtrifosfatdan pirofosfat turşusunun ayrılması zamanı alınan enerji biosintez proseslərinə sərf olunur.

Canlı orqanizmdən xaricdə molekul zənciri nəzərdə tutulan ardıcılıqla yerləşmiş nukleotid qalıqlarından ibarət olan DNT molekulunun sintez edilməsi çox çətin problemdir. Son vaxtlarda aslimlər alanin aminturşusunun nəqliyyat RNT-nin genin (Q. Xorana) və E. Coli bakteriyalarını yoluxdurmaq qabiliyyətinə malik olan faqların bir növünü (Kornberq) sintez etməyə müvəffəq olmuşlar. Hemoqlobin molekulundakı aminturşu qalıqlarının yerləşmə ardıcılığı haqqında informasiyaya malik olan genin sintez edilməsi bioloji kimyanın ən yeni nailiyyətlərindən biridir.

Zülalların, RNT-nin və DNT-nin biosintezini şərti olaraq, 3 mərhələyə bölürlər: i n i s i a s i y a (təşəbbüs, biosintez prosesinin başlanması üçün verilən göstəriş), e l o n q a s i y a (sintez olunan polinukleotid zəncirlərinin uzunluğunun artması) və t e r m i n a s i y a (biosintez prosesinin sona çatması) mərhələləri.

4. DNT-in biosintezinin insiasiyası mərhələsi: DNT biosintezinin insiasiyası nukleotid zənciri əsasında yeni zəncirləri sintez edilməsi prosesinin başlanğıcıdır. Bundan ötrü, əvvəlcə əsas DNT molekulunun bir hissəsində komplementarlıq prinsipi üzrə oliqoribonukleotid sintez edilir. Praymer adlanan oliqoribonukleotidin tərkibindəki riboza qalığının 3-cü karbon atomu sərbəst hidroksil qrupuna malik olur. Oliqoribonukleotidin tərkibinə 50-yə yaxın nukleotid qalığı daxildir. Onun sintezi RNT-polimeraza fermentinin təsiri altında baş verir.

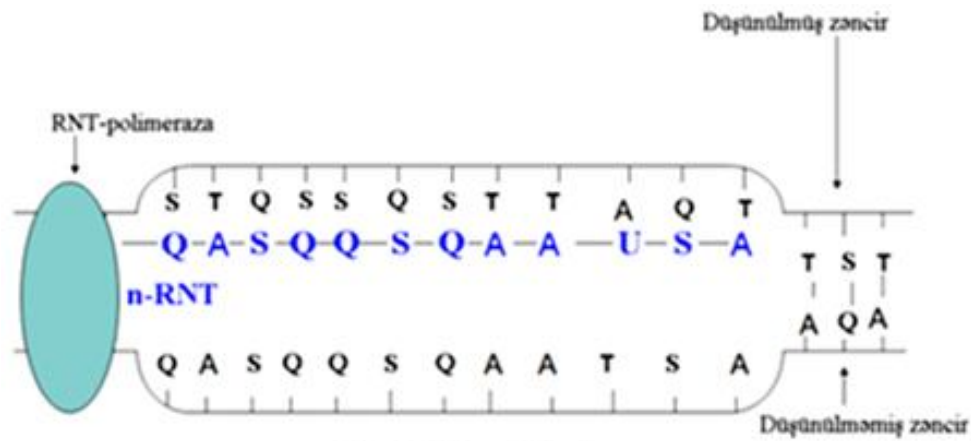
İnisiyasiya prosesində DNT molekulu əvvəlcə DNT-birləşdirici, sonra isə DNT-açıqıcı zülallarla birləşir. DNT-açıqıcı zülalın təsiri altında DNT molekulunun ikiqat spiraldan ibarət olan hörüyü müəyyən nahiyyədə açılır. Sonra açılmış spirala DNT-polimeraza və RNT-polimeraza fermentləri birləşir. RNT-polimerazanın təsiri ilə praymer sintez olunur. Belə güman edilir ki, DNT molekulu məhz praymerin sonuncu riboza qalığının 3-hidroksil qrupu ilə birləşmiş şəkildə sintez edilir. Sonra molekul zəncirinin həmin hissəsi nukleaza fermentinin təsiri ilə yeni yaranmış oliqodezoksiribonukleotid molekulundan ayrılır.

5. DNT-nin sintezinin elonqasiya mərhələsi: DNT sintezinin elonqasiya mərhələsində əsas DNT molekulu replikasiyaya uğrayır və onun polinukleotid zəncirlərinin iştirakı ilə komplementarlıq prinsipi üzrə yaranan yeni DNT zəncirlərinin hər biri əsas zəncirlərdən biri ilə birləşib, ikiqat spiral əmələ gətirir.

Yeni DNT zəncirləri DNT-polimeraza fermentinin iştirakı ilə sintez edilir. Zəncirlərin bir-birinə hörülərək, spiral əmələ gətirməsi isə DNT-liqaza fermentinin iştirakı ilə həyata keçir. Belə güman edilir ki, DNT sintezinin *terminasiyası* (sona çatması) əsas DNT molekulunun replikasiyasının sona çatması ilə əlaqədar olaraq baş verir.

6. RNT-in biosintezi – transkripsiya: Hüceyrədə RNT-nin miqdarı sabit deyil. Hüceyrə və toxumanın növündən, yaşından və fizioloji funksiyasından asılı olaraq, onun tərkibindəki RNT-nin miqdarı müxtəlif hədudda dəyişir. Böyümə və çoxalma dövründə hüceyrələrdə RNT artır. Bundan əlavə, hüceyrələrdə olan RNT-nin tərkib və funksiyasına görə bir-birindən fərqlənən müxtəlif növləri vardır (m-RNT, n-RNT, p-RNT). Müxtəlif tərkib və quruluşa malik olan RNT molekulları hüceyrənin nüvəsində olan DNT-nin təsiri ilə sintez edilir. RNT molekulunun DNT matrisasında biosintezi-*transkripsiya* adlanır. RNT-nin digər növlərinin də transkripsiya yolu ilə əmələ gəldiyi güman edilir.

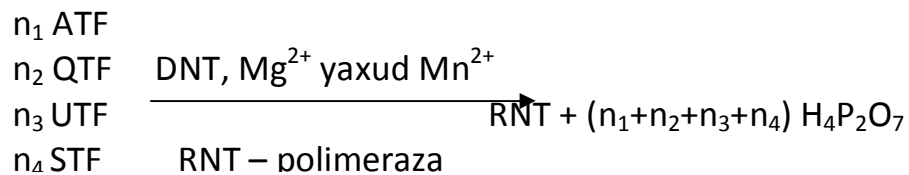
Transkripsiya prosesinin normal gedişi üçün bu prosesin baş verdiyi mühitdə bütün nukleozidtrifosfatların (ATF, QTF, STF, UTF), matrisa vəzifəsini daşıyan DNT-nin və Mg^{2+} , yaxud Mn^{2+} ionlarının olması zəruri şərtidir.



Şəkil 64. Transkripsiya

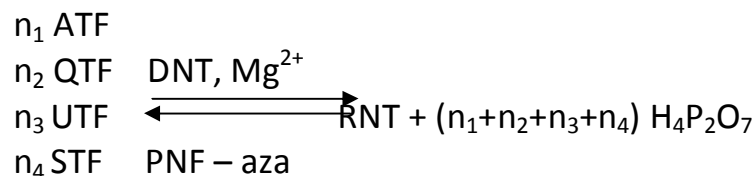
Nukleozidtrifosfatlardan RNT molekullarının sintez olunması prosesini kataliz edən ferment RNT-polimeraza (yaxud transkriptaza) adlanır.

RNT-polimerazanın təsiri ilə nukleozidtrifosfatlar polimerləşərək, monomerlərin arasında 3,5-fosfodiefir rabitələri olan polinukleotid zəncirləri əmələ gətirir; bu zaman nukleozidtrifosfatlar-dan pirofosfat turşusu ayrılır.



Müxtəlif canlıların toxuma və hüceyrələrində təsir xüsusiyyətinə görə RNT polimerazanı xatırladan bir neçə fermentə təsadüf edilmişdir. Bunlardan ən mühümü polinukleotidfosforilaza və RNT-sintetazadır.

Polinukleotidfosforilaza (PNF-aza) Qrunberq-Monaqa və Oçoa tərəfindən 1955-ci ildə *Azotobacter vinelandii* ekstaktında aşkar edilmişdir. Sonralar bu fermentə müxtəlif bitki və heyvan hüceyrələrində də təsadüf olunmuşdur. PNF-azaribonukleoziddifosfat molekullarından RNT-nin əmələ gəlməsi prosesini kataliz edən fermentdir:



RNT-polimeraza matrisa ilə birlikdə-promotor adlanır. RNT-polimeraza fermenti bir neçə zülal tənzimləyici faktor (TATA) mərkəzi olan substratdan əmələ gəlmişdir. İnisiyasiya prosesində (biosintez prosesinin başlanması) promotorun aktivləşməsi xüsusi nukleotid düzülüşünə malik olan TATA-faktorun köməyi ilə baş verir.

PNF-azanın bioloji funksyası hələ tam aydınlaşdırılmamışdır. Bu fermentin hüceyrələrdə müxtəlif tipli RNT molekulalarının sintezində iştirak etməsi haqqında olan nəzəri mülahizə özünü doğrultmur, çünki ribonukleoziddifosfatların və fosfat turşusunun hüceyrədaxili mühit üçün səciyyəvi hesab olunan konsentrasiyasında bu dönər reaksiyanın tarazlığı əks tərəfə yönəlir, yəni göstərilən şəraitdə reaksiya PNF-azanın təsiri ilə ribonukleoziddifosfatların polikondensasiyası istiqamətində deyil, RNT-nin fosforolizi istiqamətində gedir. Bundan əlavə, PNF-azanın iştirakı ilə sintez edilən RNT-nin birincili quruluşu “səbəbkər” DNT-yə müvafiq gəlmir. Bunları nəzərə alaraq, güman etmək olar ki, PNF-azanın əsas bioloji funksyası hüceyrələrdə lazım gəlməyən RNT molekulalarını fosfat turşusu iştirakı ilə ribonukleoziddifosfatlara çevirməkdən ibarətdir.

RNT-sintetaza fermenti tərkibində RNT olan faqlarla yoluxmuş mikroorqanizmlərdə, həmçinin belə viruslarla yoluxmuş bitki və heyvan hüceyrələrində tapılmışdır. Bu fermentin təsiri ilə nukleozidtrifosfatlardan RNT molekulaları sintez edilir. Lakin RNT-sintetazanın RNT-polimerazadan əsas fərqi bundan ibarətdir ki, onun fəaliyyəti üçün mühitdə DNT molekulalarının olması vacib deyil. Bu fermentin təsiri ilə hüceyrələrdə, onların yoluxduğu virus və faqlar üçün xarakterik olan RNT molekulaları sintez edilir. Bu zaman virus və faqların spesifik RNT-si yeni sintez olunan RNT üçün matrisa vəzifəsini daşıyır.

RNT-polimerazadan ən yaxşı öyrənilən bağırsaq şöplərində rast gəlinən molekul kütləsi 487000 Da olan, beş substratdan təşkil olunmuş fermentdir (prokariot). Bu fermentin “-in vivo-” köməyi ilə hüceyrə nüvəsində müxtəlif m RNT, n RNT və r RNT-si sintez olunur.

1970-ci illərdə xərçəng hüceyrələrinin onkogen viruslarında RNT matrisasında DNT-in sintezini kataliz edən ferment müəyyən olunmuşdur. Bu ferment RNT-dən asılı olan (bağlı olan) DNT-polimeraza adlandırıldı. Onu həmçinin tərsinə (geridönən) transkripsiya – refertaza prosesi adlandırırlar. Refertaza gen mühəndisliyində geniş istifadə edilir. Bu fermentin köməyi ilə m RNT-si bir sıra gen və zülalların sintezini təşkil edir. Refertaza reaksiyaları vasitəsilə normal sağlam hüceyrənin xərçəng hüceyrəsinə necə çevrilməsi öyrənilir.

DNT-in və RNT-in sintezi artıq sonuncu 40 ildə daha da dərindən öyrənilməyə başlanmışdır. Artıq bu çoxmərhləli sintez proseslərinin bir çox fermentləri məlumdur. Bu mərhələlərin mexanizminin detallarının açılması gələcəkdə bir çox xəstəliklərin əmələ gəlməsi səbəblərini müəyyən edəcəkdir və insanların orqanizminin qocalmasının qarşısı alınacaqdır.

7. Nuklein turşularının mübadiləsinin pozğunluqları: İnsan və heyvanlarda rast gəlinən bir sıra xəstəliklər nuklein turşularının və nukleoproteidlərin mübadiləsinin pozulmaları ilə müşayiət olunur. Hazırda xromosomların sayının (Daun, Şereşevski-Terner, Kleynfelter xəstəlikləri və s.) və bəzi fermentlərin aktivliyinin

(katalaza, oksidazalar, fosfatazalar və s.) dəyişməsi nəticəsində əmələ gələn müxtəlif irsi xəstəliklər məlumdur. Bu xəstəliklərin hamısı nukleoproteidlərin zülal mübadiləsinə rəhbərlik edən ayrı-ayrı şöbələrində (genlərdə) baş vermiş dəyişikliklərin nəticəsi kimi meydana çıxır.

Purin və pirimidin mübadiləsinin irsi pozulmaları nəticəsində podaqra, ksantinuriya və orot turşusunun sidiklə ifraz edilməsi ilə müşayiət olunan xəstəlik halları təzahür edə bilər. Ksantinuriya xəstəliyində sidikin tərkibində çoxlu miqdarda ksantin olur; sidik turşusunun miqdarı isə normaya nisbətən azalır. Nadir təsadüf edilən bu xəstəliyin səbəbi, orqanizmdə ksantini oksidləşdirərək, sidik turşusuna çevirən ksantinoksidaza fermentinin çatışmamasıdır. Toxumalarda orotidilpirofosforilaza və ya orotidildekarboksilaza fermenti çatışmadıqda orot turşusunun orotidil, yaxud uridil turşusuna çevrilməsi prosesi ləngiyir. Bunun nəticəsində sidiklə çoxlu miqdarda orot turşusu ifraz edilir. Bu xəstəlik anemiya ilə müşayiət olunur.

P o d a q r a (yunanca podus – ayaq və agrios – sərt) nuklein turşularının mübadilə pozulmaları ilə xarakterizə olunan xəstəliklərin ən geniş yayılmış növüdür. Podaqra xəstəliyinə tutulmuş şəxslərin qanında sidik turşusunun miqdarı artır (hiperurikemiya). Sağlam şəxslərin qanında 2 – 4 mq%-ə qədər sidik turşusu olduğu halda, podaqra zamanı onun miqdarı 6 mq% və daha artıq ola bilər. Sidik turşusu və onun duzları (uratlar) pis həll olan maddələrdir. Buna görə də, qanda belə maddələrin artması, onların toxumalar çökməsi ilə müşayiət olunur. Podaqra xəstəliyi zamanı qığırdaqlarda, vətər yataqlarına, oynaq kisələrinə, bəzən isə böyrəklərə, dəriyə və əzələlərə sidik turşusu kristalları yığılır. Sidik turşusunun ayaq və əl barmaqlarının (xüsusən, ayağın baş barmağının) oynaq qığırdaqlarına və qulaq sırgılığına yığılması podaqra üçün səciyyəvi haldır. Sidik turşusunun yığılması və onun yığıldığı nahiyyənin iltihablaşması nəticəsində xəstələrin oynaqlarında podaqra düyünləri əmələ gəlir. Bu oynaqların quruluşunun və funksiyasının pozulmasına səbəb olur. Podaqra xəstəliyi üçün oynaqlarda vaxtaşırı baş verən kəskin ağrı tutmaları xarakterikdir. Adətən, bu ağrılar bədən temperaturunun yüksəlməsi ilə müşayiət olunur və 3 günə qədər davam edir. Podaqra zamanı daxili üzvlər arasında ən çox böyrəklər, damarlar və ürək (skleroz şəklində) zədələnir.

Podaqra xəstəliyinin əmələ gəlməsində irsi amillərin rolu olduğu güman edilir. Orqanizmdə sidik turşusunun sintezinin sürətlənməsinə və onun böyrəklərlə xaric olmasının azalmasına səbəb olan irsi amillər podaqra xəstəliyinin əmələ gəlməsi ilə nəticələnir. Podaqra zamanı orqanizmdə sidik turşusunun sintezinin sürətlənməsi təcrübələrlə isbat olunmuşdur. Xəstəliyin tutmaları zamanı sidik turşusunun böyrəklərlə xaric edilməsi azalır və tutmadan sonrakı dövrdə böyrəklərin bu funksiyası yenidən bərpa edilir. Podaqranın əmələ gəlməsində qəbul edilən qidanın keysiyyətinin də rolu vardır. Purin nukleotidləri ilə zəngin olan qida

maddələrinin (məsələn, ətli qida məhsullarının) həddindən artıq qəbul edilməsi orqanizmdə çoxlu miqdarda sidik turşusunun yığılması üçün əlverişli şərait yaradır.

ƏDƏBİYYAT

1. Həşimov X.M, Həsənova S.Ə, Qida kimyası, Bakı 2010, 478 c.
2. Həşimov X.M, İbrahimova D.Ə, Ramazanov V.S., Bioloji kimyadan laboratoriya məşğələləri. Dərs vəsaiti, Bakı, 2012, 240 s.
3. Xəlilov Q. B. Heyvan biokimyasının əsasları. Bakı. 1987. Maarif.
4. Həsənov Ə. C., Rzayev N. A., İslamzadə F. Q., Əfəndiyev A. M. Bioloji kimya. Bakı 1989.
5. Кольман Я., Рем К. Г. Наглядное биохимия –Москва. Мир, 2000.
6. Северин Е. С., Алейникова Т. Л., Осипов Е. В. Биохимия. - Москва. Медицина. 2003.
7. Ковалевский Н. И. Биологическая химия. Москва. Академия 2008.

Qida kimyasından mühazirələr.

MƏRUZƏÇİ: dos.Həşimov Xalıq Məmməd oğlu

MÖVZU 11. ZÜLALLARIN MÜBADİLƏSİ. ZÜLALLARIN VƏ AMİNTUR-ŞULARININ PARÇALANMASI VƏ BİOSİNTEZİ

PLAN

1. Zülal mübadiləsi haqqında ümumi məlumat
2. Zülal və aminturşularının parçalanması
3. Aminturşuların biosintezi
4. Zülalların biosintezi – reduplikasiya, transkripsiya və translyasiya prosesləri
5. Kodonlar və antikodonlar

1. Zülalların mübadiləsi haqqında ümumi məlumat: Zülal mübadiləsi canlı orqanizm ilə ətraf mühit arasında maddələr mübadiləsinin ən aparıcı və mürəkkəb prosesidir. Zülali maddələr fiziki-kimyəvi və bioloji xassələrinə görə canlının əsas həyat amilidir. Hüceyrə, toxuma və orqanların əsas struktur elementidir. Canlı orqanizmlərdə gedən bütün kimyəvi proseslər zülal-ferment komplekslərinin köməyi ilə başa çatır. Buna görə bütün canlı aləmdə baş verən maddələr mübadiləsi zülali maddələrin varlığına bağlıdır.

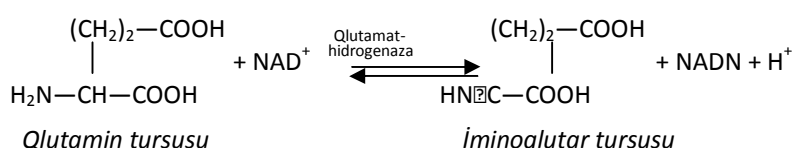
Zülallar insan və heyvan orqanizminə müxtəlif zülal tərkibi ilə fərqlənən qida vasitəsi ilə daxil olur. Orqanizmə daxil olan qidaların tərkibində zülallarla zəngin olan (ət, balıq, şor, pendir, yumurta, noxud, lobya, soya və s.) və az olan (meyvə, tərəvəz) ərzaqlar olur.

2. Zülal və aminturşuların parçalanması: İnsan və heyvan orqanzimində zülallar da daimi katabolizmi (dissimlyasiyası) həzmlə başlayır. Həzm prosesində zülallar fermentlərin (hidrolazaların) təsiri ilə parçalanır. Zülalların mədədə turş mühitdə mədə şirəsinin təsiri ilə natamam hidrolizə uğrayır. Mədədə turş mühitdə zülallar əsasən pepsinin təsirindən albumoz və peptonlara parçalanır. Bu prosesdə bir neçə peptid rabitəsi qırılır. Bağırsaqlarda isə albumoz və peptonlar tripsin, ximotripsin, pepsin, karboksilpeptidaza, dipeptidazanın iştirakı ilə aminturşularına ayrılır. Adları çəkilən fermentlər bağırsaq möhtəviyyatında aktiv formada olurlar. Ancaq mədə şirəsindən gələn xlorid turşusunun həmçinin bağırsaq divarlarında olan xüsusi ferment – prefermentin təsirindən aktiv formaya keçirlər.

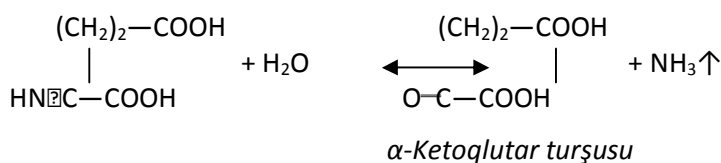
Zülalların tam parçalanma məhsulları olan aminturşuları qana sorulur, bədənə bütün üzv və toxumalarına aparılır. Orqan və toxumalarda aminturşularından spesifik zülallar, fermentlər, hormonlar, vitaminlər və s. birləşmələr sintez olunur. Aminturşuların bir hissəsi isə hüceyrələrdə parçalanaraq bəsit birləşmələrə çevrilir və enerji verir. Bunun hesabına orqanizmin enerjiyə olan tələbatının 14%-i ödənilir. 1q zülalın parçalanmasından 4,1 kkal enerji ayrılır.

Qlükoza və üzvi turşulardan fərqli olaraq aminturşular orqanizmdə uzun müddət sərbəst şəkildə qala bilmir. Onlar müxtəlif çevrilmələrə məruz qalır. Orqanizmdə aminturşuları üç cür çevrilməyə uğrayırlar: α – amin qrupuna görə, karboksil qrupuna görə və radikal çevrilmələrinə görə.

Aminsizləşmə reaksiyalarına əsas–dezaminləşmə və transaminləşmə (yenidən aminləşmə) prosesləri aiddir. Dezaminləşmə reaksiyalar müxtəlif yollarla (reduksiya olunmaqla, hidrolitik, oksidləşməklə, molekul daxili) baş verə bilər. Onlardan başlıcası oksidləşməklə aminləşmədir. Bu da iki mərhələdə gedir. Əvvəlcə aminturşu spesifik dehidrogenaza fermentlərinin təsiri ilə (koferment tərkibli – NAD^+ və ya NADP^+) oksidləşərək iminturşulara çevrilir.

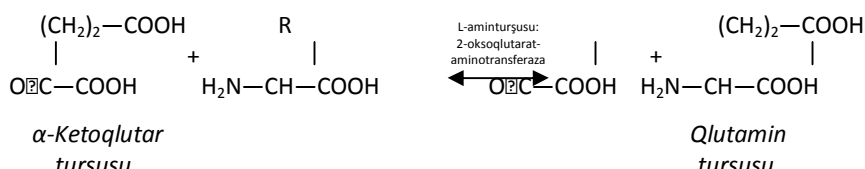


Prosesin ikinci mərhələsində iminturşu molekulu su ilə reaksiyaya girərək ammoniyaka və ketoturşuya çevrilir.



Oksidləşmə aminsizləşmədə iştirak edən fermentlərin aktivliyi zəif olduğuna görə onlar insan və heyvan toxumalarında gedən aminturşu mübadiləsində mühüm rol oynaya bilmir. Aminturşuların tərkibindəki amin qrupları başlıca olaraq, yenidən aminləşmə (transaminləşmə) yolu ilə mübadilə edilir.

Yenidənaminləşmə α - ketoqlütur turşusunun keto qrupu ilə aminturşuların α -amin qrupu arasında yerdəyişmə reaksiyası nəticəsində baş verir.



Bu proses dönərdir, əmələ gələn qlütamin turşusu yenidən oksidləşməklə - aminsizləşmə prosesinə uğrayır. Nəticədə əmələ gələn α -ketoqlütur turşusu L-aminturşularının təkrar aminləşməsi prosesinə qoşulur. Əvəzolunan aminturşuların hamısı transaminləşmə prosesində aktiv iştirak edir. Əvəzolunmayan aminturşulardan bəziləri (triptofan, metionin və s.) yenidən aminləşmə prosesində iştirak edir.

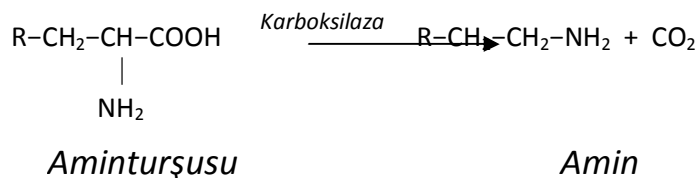
Cədvəl

Zülal aminturşuları

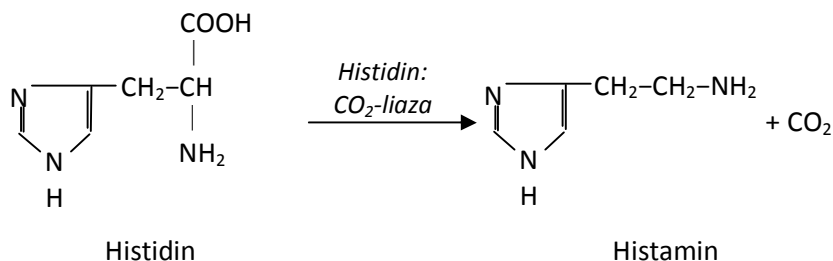
Əvəzolunmayanlar	Qismən (şerti) əvəzolunmayanlar	Əvəzolunanlar	Qismən (şerti) əvəzolunanlar
Valin	Arginin	Alanin	Tirozin
İzoleysin	Histidin	Asparagin	Sistein
Leysin		Asparagin turşusu	
Lizin		Qlisin	
Metionin		Qlutamin	
Treonin		Qlutamin turşusu	
Triptofan		Prolin	
Fenilalanin		Serin	

Yenidən aminləşmə reaksiyalarını kataliz edən fermentlərə transaminazalar və ya aminotransferazalar deyilir. Onların prostetik qruplarına fosfopiridoksal (B₆-vitamininin 5- fosfat efiri) daxildir.

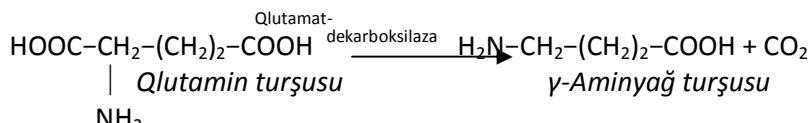
Aminturşuların toxumadaxili çevrilmələrinin müxtəlif formalarından biri də molekulun tərkibindən karboksil qrupunun ayrılması və müvafiq aminlərin əmələ gəlməsi ilə müşayiət olunan *karboksilsizləşmə* reaksiyasıdır. Ümumi şəkildə bu reaksiya aşağıdakı kimi ifadə olunur.



Çox zaman aminturşuların dekarboksizləşməsindən aminlər alınır. Alınan aminlər orqanizmdə yüksək bioloji aktivliyə malik olurlar. Onları biogen aminlər adlandırırlar. Histamin daxili sekresiya vəzlərinin fəaliyyətini gücləndirir, qan təzyiqini aşağı salır.

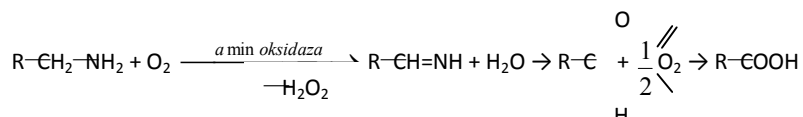


Bəzi hallarda dekarboksizləşmə prosesində başqa maddə alınır. Məsələn, qlutamin turşusunun dekarboksizləşmə məhsulu olan γ -aminyaq turşusu əmələ gəlir. Bu maddə sinir hüceyrələrinin təbii ləngidici amili hesab olunur.



Anoloji olaraq bu ardıcılıqla asparagin turşusunda β -alanin alınır. Həmçinin sistindən-sistaamin, histidindən-histamin, lizindən-kadaverin, ornitindən-putressin, serindən-etanolamin və s. alınır.

Biogen aminlərin yüksək dozaları orqanizm üçün ciddi təhlükə törədir. Buna görə də normal şəraitdə toxumalarda biogen aminlər aminoksidazaların təsiri ilə oksidləşərək müvafiq aldehidlərə və nəhayət üzvi turşulara qədər oksidləşərək orqanizmdən sidiklə xaric edilir.

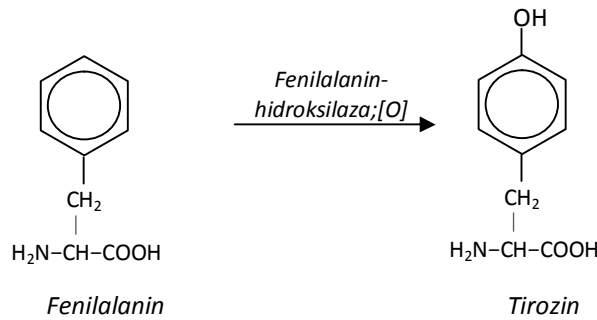


Qaraciyər, ağciyər və böyrəklərdə aminoksidazaların miqdarı daha çoxdur. Onlar da təsir etdiyi aminin mənşəyinə görə-mono və diaminoksidazalara bölünürlər.

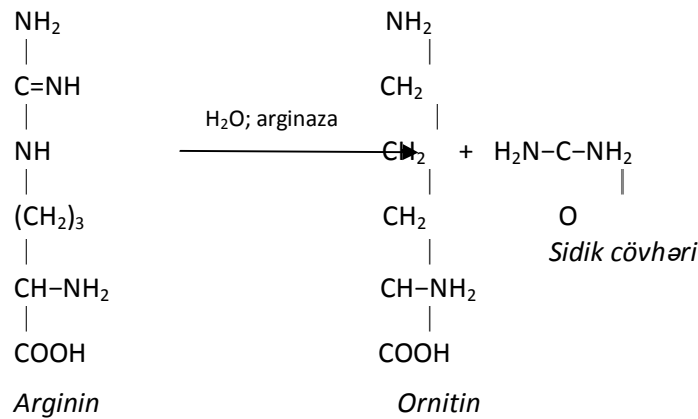
Aminturşuların karboksil qrupunun digər vacib reaksiyasından biridə onların aminoasiladenilata çevrilməsidir. Bu barədə zülalların biosintezində ətraflı məlumat veriləcəkdir.

Aminturşularının çevrilmələrindən biri də radikal yerdəyişməsidir. Bu zaman üzvi radikal görünüşünü dəyişir bir aminturşudan digərinə keçir, nəticədə

yeni aminturşusu sintez olunur. Məsələn fenilalanin oksidləşməsindən tirozin alınır.

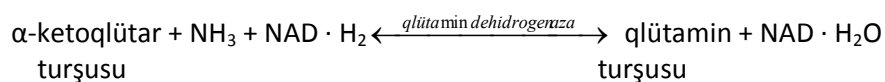


Arginin hidrolizindən ornitin və karbamid (zülal mübadiləsinin son məhsulu) alınır. Bu reaksiya arginaza fermentinin iştirakı ilə baş verir. Su molekulasındakı oksigen atomu karbamidin sintezinə sərf olunur.



Yenidən zülalların sintezində və digər maddələrin (hormonların, vitaminlərin, fermentlərin) əmələ gəlməsinə sərf olunmayan aminturşular son məhsullara: ammonyaka, karbamidə, karbon qazına və suya parçalanır. Su orqanizmdə müxtəlif mübadilə proseslərinə qoşulur və artıq hissəsi orqanizmdən xaric edilir. Karbon qazın da həmçinin orqanizmdən xaric edilir. İnsan və heyvanların mərkəzi sinir sistemi ammonyaka qarşı həssasdır. Orqanizimdə ammonyakın artıq toplanması (qidanın tərkibində zülal çox olduqda) sinir oyanıqlığı və qıcolma ilə nəticələnir.

Canlı orqanizmlərin əksəriyyəti biosintez prosesində ammonyakdan istifadə edə bilir. Ammonyak qlütamatdehidrogenaza fermentinin katalizatorluğu şəraitində α-kefoqlutar turşusu ilə birləşir:



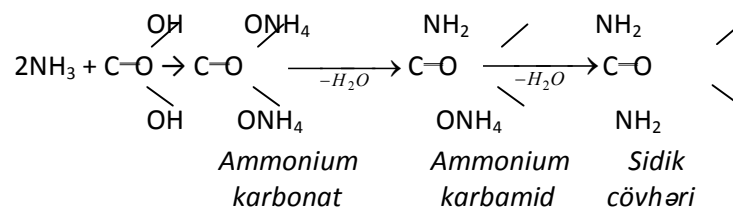
Lakin orqanizmdə əmələ gələn ammonyakın bir hissəsi istifadə edilmir və orqanizmdən ya sidik cövhəri ya da sidik turşusu şəklində xaric edilir. Quruda

yaşayan onurğalılarda əksəriyyəti amin azotunu sidik cövhəri şəklində xaric edilir. Bunlara urotelik orqanizmlər deyilir. Suda yaşayan heyvanların əksəriyyəti (xüsusən balıqlar) amin azotunu ammoniyak şəklində xaric edilir. Bunlara ammoniotelik orqanizmlər deyilir.

Orqanizmdə qida rasionunda zülallar çox olduqda aminturşuların toxumadaxili parçalanması yüksəlir. Orqanizmdən sidik vasitəsilə xaric olunur. Azotun 6%-ə qədərini ammonium duzları, 90%-ə yaxını isə sidik cövhəri təşkil edir. Ammoniyakın sidik cövhərinə çevrilməsi onu orqanizm üçün zərərsiz hala salır və asanlıqla ifraz edilir.

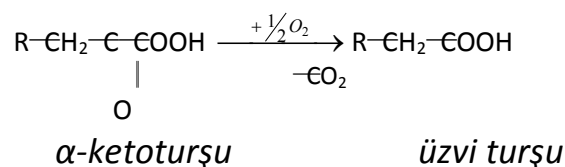
Əvəllər elə güman edilirdi ki, sidik cövhəri böyrəklərdə əmələ gəlir. Sonralar aydınlaşdırıldı ki, normal halda qaraciyər toxumasında sidik cövhərinin miqdarı qandakına nisbətən çox olur.

Sidik cövhərinin əmələ gəlməsi haqqında ilk nəzəriyyəni M. V. Nenski irəli sürmüşdür. Bu nəzəriyyəyə görə heyvan orqanizmində sidik cövhəri karbon qazı və ammoniyakdan əmələ gəlir.



XX əsrin əvvəllərində bu nəzəriyyə öz əhəmiyyətini itirdi. 1932-ci ildə Krebsin qaraciyərdə apardığı təcrübələrdən aydın oldu ki, arginin, ornitin və sitrulin sidik cövhərinin sintezini sürətləndirir. Ornitin əvvəlcə CO_2 və NH_3 ilə birləşərək sitrulinə çevrilir. Alınan sitrullin yenidən bir molekul ammoniyakla reduksiyaya girib argininin əmələ gətirir. Arginin isə arginaza fermentinin təsiri ilə parçalanıb sidik cövhəri və ornitinə çevrilir. Ornitin karbon qazı və ammoniyakla reaksiyaya girməklə sidik cövhərinin sintezində iştirakını davam etdirir. Beləliklə sikl davam edir, bu proses “ornitin dövrəsi” adlanır.

Orqanizmdə müxtəlif aminturşuların aminləşməsi və ya transaminləşməsi məhsulları olan α ketoturşular ya oksidləşmə yolu ilə CO_2 və H_2O -ya çevrilir ya da müxtəlif biosintez proseslərinə sərf edilir. α -ketoturşular oksidləşdirici karboksilsizləşmə yolu ilə üzvi turşulara çevrilir.



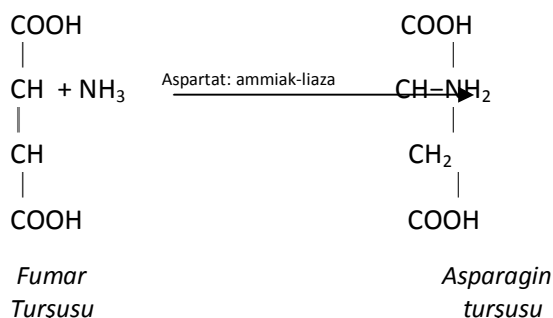
Əmələ gələn üzvi turşular β oksidləşmə yolu ilə parçalanaraq sirkə turşusuna o da öz növbəsində CO_2 və suya parçalanır. Aminturşu molekullarının azotsuz hissələri karbohidrat və yağların biosintezində də iştirak edə bilər. Aclıq halı keçirən bəzi heyvanlar üzərində (diabet xəstəliyi olan heyvanlar) aparılan təcrübələr nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, bəzi aminturşular qlikonegenezi (aminturşulardan karbohidratların sintezini) sürətləndirir və qaraciyərdə qlikogenin miqdarını artırır. Aminturşuların digər qrupu isə orqanizmdə keton cisimlərin əmələ gəlməsini sürətləndirir. Bu xüsusiyyətlərinə əsaslanaraq aminturşular iki qrupa bölünür. Birincilər qlikonegenezi sürətləndirir-qlikoplastik, ketogenezi sürətləndirənlər isə-ketoplastik aminturşular adlanır. Aminturşulardan qlisin, alanin, serin, treonin, valin qlütamin və asparagin turşuları, histidin, arginin, prolin-*qlikoplastik*, leysin tirozin və fenilalanin isə-*lipoplastik* xassəyə malikdir. İzoleysin və hidroksiprolin zəif şəkildə hər iki xassə göstərir.

Aminturşuların qlükoplastik və ketoplastik xassələr göstərməsi, onların tərkibində olan funksional qruplardan və onların miqdarından asılı olaraq dəyişir.

3. Aminturşuların biosintezi: Aminturşular əvvəlcə bitkilərdə qeyri-üzvi maddələrdən sintez olunur. Bitki hüceyrələrində aminturşuların sintezi üçün ilkin material kimi ammoniyakdan nitrat turşusunun duzlarından və xloroplastlarda fotosintez yolu ilə sintez edilən karbohidratlardan istifadə edilir. Heyvani toxumalarda aminturşuların bir qismi sintez olunur (əvəzedilən aminturşular). Bir hissəsi isə orqanizmdə sintez olunmur (əvəzedilməyən aminturşular).

Aminturşuların ilk sintezi ketoturşuların reduksiya olunmaqla aminləşmə yolu ilə və doymamış turşuların birbaşa aminləşməsi ilə baş verir.

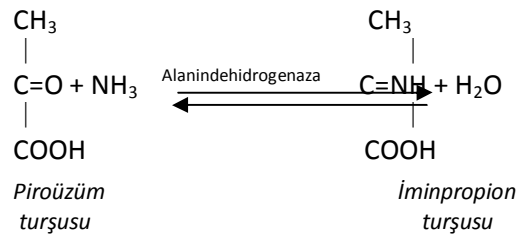
Doymamış turşuların birbaşa aminləşməsi – bitkilər və bakteriyalar üçün xarakterikdir.



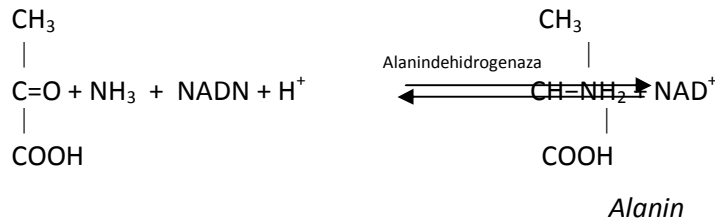
Reduksiya olunmaqla aminləşmə və oksidləşməklə aminsizləşmə proseslərində aminturşuların sintez proseslərinin başlıca yollarıdır. Bunlar aşağıdakı reaksiyalarla baş verir.

1) Ketoturşulara ammoniyakın birbaşa birləşməsi nəticəsində iminturşuların alınması.

Piroüzüm turşusunun alanindehidrogenaza fermentinin iştirakı ilə ammon-yakın birləşməsi aşağıdakı reaksiya vasitəsilə baş verir və nəticədə iminpropion turşusu alınır.

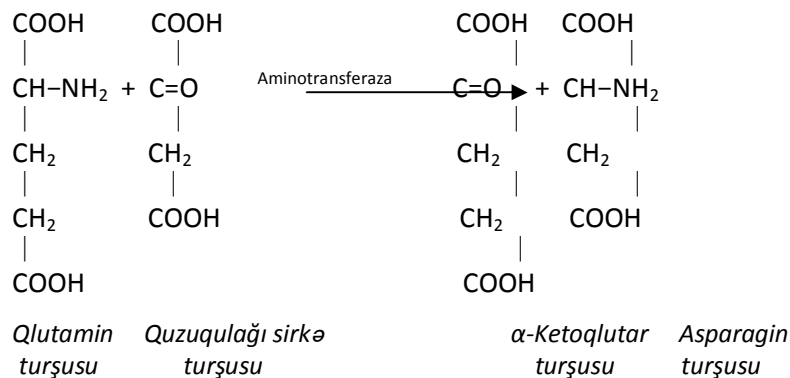


2) İminturşuların reduksiya olunmaqla aminturşulara çevrilməsi.



Aminturşularını sintez etmə səviyyələrinə görə bitki və heyvan orqanizmi bir-birindən fərqlənilir. Bitki orqanizmində 100-dən çox aminturşu molekulu sintez olunur. Onların bir hissəsi təbii zülalların tərkibində rast gəlinir. Çox hissəsi isə nadir halda rast gəlinir və özlərinə məxsus quruluşdadırlar ya sərbəst halda, ya da digər bioüzvi maddələrin tərkibində olurlar.

Bitki orqanizmində ketoturşuların reduksiya olunmaqla və birbaşa aminləşmə reaksiyası geniş yer tutur və bitkilər üçün xarakterikdir. Heyvan orqanizmində isə müvafiq ketoturşuların birbaşa aminləşmə reaksiyası üstünlük təşkil edir. Məsələn, qlütamin turşusundan asparagin turşusunun sintezi aşağıdakı kimidir.



Bitki orqanizmindən fərqli olaraq insan və heyvan orqanizmində zülal aminturşularının təxminən yarısı sintez olunur (əvəzolunanlar). Yerdə qalan zülal aminturşularının təxminən yarısı insan və heyvan orqanizmində sintez olunmur (əvəzolunmayanlar), ancaq qida vasitəsi ilə orqanizmə daxil olur. Bu bölgü şərtidir.

Heyvanın növündən asılı olaraq dəyişir. Məsələn, ev quşları üçün arginin əvəzedilməyən aminturşudur.

Əvəzedilməyən aminturşularının insan qidasında və heyvani yemlərdə çatışmamasından maddələr mübadiləsində pozğunluqlar baş verir. Beləki, böyümə və inkişafda ləngimələr baş verir. Bitki zülallarında bəzi əvəzolunmaz (lizin, metionin, triptofan) aminturşuları hiss olunan dərəcədə az rast gəlinir. Onları qida rasionuna daxil edirlər.

Heyvanların sağlam inkişafı üçün qidada əvəzedilməyən aminturşuları müəyyən nisbətdə olmalıdır. Bu nisbət siçovullar, toyuqlar, böyüyən donuzlar üçün təxminən müəyyən edilmişdir. İri donuzların yem payında lizin-2,5%, leysin-0,8%, arginin-0,25%, valin-1,42%, izoleysin-1,0%, fenilalanin-0,9%, treonin-1,0%, metionin-0,6%, histidin-0,5% və triptofan-0,2% olmalıdır.

Ümumdünya sağlamlıq təşkilatının məlumatına görə dörd əsas aminturşusunun illik tələbatı aşağıdakı miqdarda təşkil edir: lizin-5 mln.t, metionin-4 mln.t, treonin-3,7 mln.t, triptofan isə-2 mln.t. İndiki zamanda bu istehsal insan orqanizminə əvəzolunmaz aminturşulara olan tələbatı tam ödəmir. İnsanın sutkalıq tələbatını ödəmək üçün əvəzedilməyən aminturşulardan triptofan-1,02q; treonin-2,0-3,02q; lizin-3,5q; metionin-2,4q; fenilalanin-2,0-4,0q; valin-4,0q; leysin-4,6q və izoleysin-3,0-4,0q olmalıdır.

Tərkibində əvəzedilməyən aminturşularını saxlayan zülallar bioloji (qidalı) dəyərli sayılır. Əvəzedilməyən aminturşuları olmayan zülallar isə bioloji (qidalı) dəyərsiz zülallar adlanır. Heyvan zülalları bioloji dəyərli, bitki zülalları (zein, qordein, qliadin, lequmin və s.) isə bioloji az dəyərlidir. Çünki sonuncularda əvəzedilməyən aminturşularının bəziləri olmur.

Zülalların bioloji (qidalı) dəyərliliyi onun tərkibindəki əvəzolunmayan aminturşularının olması ilə bərabər, həm də zülalın orqanizm tərəfindən mənimsənilmə dərəcəsi (səviyyəsi) ilə də ölçülür. Bu göstərilən mənimsəmə nə qədər çox olarsa zülalın keyfiyyəti bir o qədər yüksək olur. Bu cəhətdən yumurta və südün zülalları bioloji (qidalı) dəyərli sayılır və zülal tərkibli qidalar üçün etalon hesab edilir.

İnsanların zülala olan tələbini bioloji (qidalı) dəyərli zülallar (kazein, süd albumini, yumurta albumini və s.) tam ödəyir. Heyvanların rasionundakı zülalların tam dəyərli olması məsələsi əsas iki yolla həll edilir. Birincisi mikrobioloji yolla- bu məqsədlə mikroorqanizmlərdən istifadə edilir. Digəri isə yem bitkilərindən geniş istifadə etməkdir. Bu məqsədlə əvəzolunmaz aminturşularla zəngin olan yem bitkilərindən (amarant, raps, paxlalılar və s.) qarışıq halda heyvanların yem rasionuna əlavə etməklə onlarda ət və süd məhsuldarlığının artırılmasına nail olunur.

4. Zülalların biosintezi – reduplikasiya, transkripsiya və translyasiya prosesləri: Müasir mikrobiologiyanın ən əsas məsələlərindən biri təbii biopolimer

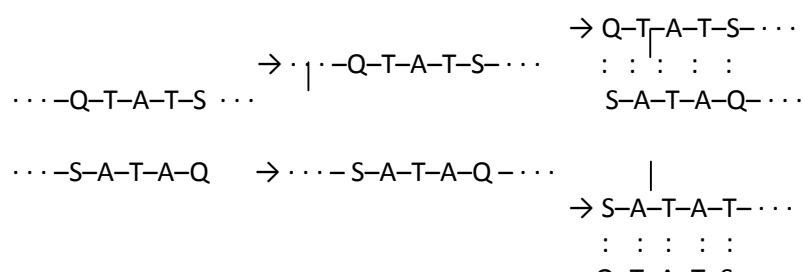
olan zülal sintezi problemidir. Canlıların toxumalarına daxil olan zülallar daim parçalanır və yeniləşir. Zülalların yeniləşməsi prosesinin əsasını onların parçalanmış hissəsinin hüceyrələrdə sintez edilmiş yeni zülallarla əvəz olunması təşkil edir. Müxtəlif orqan və toxumalarda zülalların biosintezi eyni sürətlə getmir. Nişanlanmış atomlar sayəsində müəyyən olunmuşdur ki, insan qaraciyərində zülalların yarımparçalanma dövrü 9 gün, əzələ zülallarındakı 120 gündür. Gün ərzində insan toxumasında 1,3 q zülal sintez olunur (1 kq canlı kütləyə görə). Məlumdur ki, eritrositlər 110 gündən artıq yaşamır: ölmüş eritrositlərdə olan hemoqlobin isə öz əvvəlki funksiyasını itirir. Bu qanyaradıcı hüceyrələrdə fasiləsiz olaraq hemoqlobin sintez edilməsi zərurətini qarşıya çıxarır. Zülal sintezinin əsas xüsusiyyətlərindən biri onun dəqiqliyidir: Zülalların molekul quruluşunun genetik proqramı orqanizm tərəfindən mühafizə olunur və nəsildən-nəsilə verilir. Bunun nəticəsində orqanizmdə eyni bir zülal molekulunun dəfələrlə sintez olunmasına baxmayaraq, onlarda aminturşu qalıqlarının yerləşmə ardıcılığı bir-birindən nəzərə cərpacaq dərəcədə fərqlənmir.

Zülalların hüceyrədaxili biosintezi mexanizminin bir çox detalları hələ tam açıqlanmayıbdır. Bu sahədə hələ bir çox işlər görülməlidir. Ancaq zülal biosintezinin bəzi məqamları öyrənilmişdir. Bu məsələlərin həllində A. M. Belozerskonun, O. S. Spirinin, A. A. Baevin, F. Krikin, S. Oçoanın, M. Nirenberqin, E. Uebbanın və başqalarının xidmətləri olmuşdur.

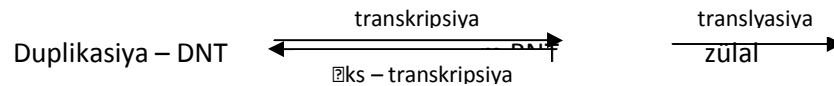
Zülallar sitoplazmada yerləşən kiçik hüceyrə orqanoidlərində-ribosomlarda sintez olunur. Hüceyrə nüvəsində olan DNT bu prosesə rəhbərlik edir. DNT molekulunda monomer vahidlərinin (mononukleotidlərin) yerləşmə ardıcılığı ribosomda sintez olunan zülalların aminturşu tərkibini müəyyənləşdirir. İkiqat spirala malik olan DNT molekulunun müxtəlif hissələri bir-birindən fərqlənən müxtəlif zülalların sintezinə rəhbərlik edir. DNT molekulunun hər bir zülalın sintezi üçün müvafiq gələn hissəsi *sistron* (struktur gen) adlanır. Molekul kütləsi 50 000 Da yaxın olan zülalın sintezini idarə edən sistronun (genin) tərkibində təxminən 1500 nukleotid olur.

Zülalların biosintezi aşağıdakı ardıcılıqla baş verir.

Zülalların sintezində nuklein turşuları: dezoksiribonuklein turşusu və ribonuklein turşusu (DNT və RNT) əsas rol oynayır. DNT molekulaları ikiləşmək yolu ilə çoxalır. Buna *reduplikasiya* da deyilir. Bu proses sxematik belə göstərilir:



Zülalın sintezi haqda genetik məlumat DNT-də saxlanır. Bu da məlumat RNT-sinə DNT-dən RNT-nin sintezi zamanı verilir. Bu proses *t r a n s k r i p - s i y a* adlanır. Transkripsiya və translyasiya prosesləri sxematik belə göstərilir.

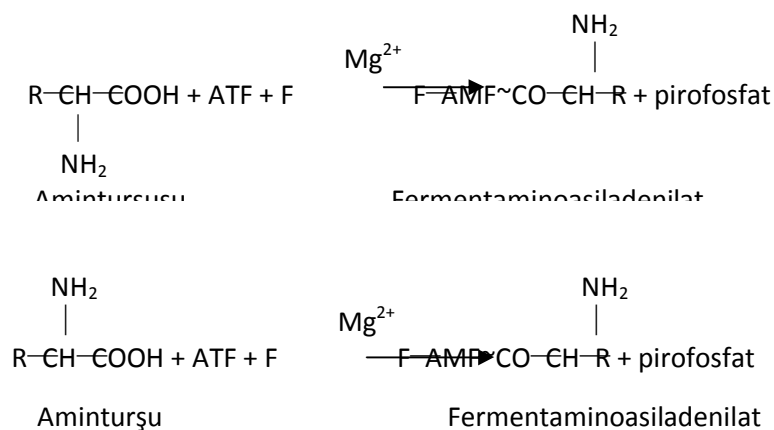


Reduplikasiya və transkripsiya prosesləri hüceyrənin nüvəsində törənir.

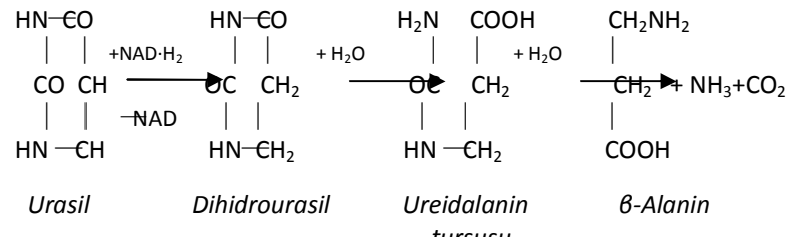
Transkripsiya transkripaza və ya replikaza ilə kataliz olunur. Nüvədə əmələ gəlmiş mRNT sonra ribosoma gətirilir və orada onun göstərişi ilə lazım olan tərkibdə və quruluşda zülal sintez edilir. Bu prosesə, yəni mRNT-dəki məlumata görə zülalın sintezinə *t r a n s l y a s i y a* deyilir. Translyasiyanın 4 hərfləli əlifba yazısından 20 hərfləli əlifba yazısına keçmək kimi də adlandırmaq olar. Burada 4 hərfləli nukleotid turşularındakı nukleotidlər, 20 hərfləli isə zülallardakı amin turşuları hesab olunur. Beləliklə, zülalın sintezi barədə məlumat DNT-dən ribosomlara məlumat RNT-si ilə gətirilir və orada yerinə yetirilir.

Məlumat RNT-də polipeptid zəncirinin sintezini icra edən sahəyə *g e n* və ya *s i s t r o n* deyilir. Sistronlar birlikdə *g e n q r u p u*, yaxud *o p e r o n* adlanır.

Zülalın sintezində sitoplazmada əvvəlcə amin turşuları, onların karboksil qrupu fəallaşdırılır. Bu da xüsusi fermentlərin – aminoasil – dRNT sintetazaların (F), ATF-in, maqnezium ionlarının iştirakı ilə gedir.



peptid zənciri əmələ gətirir. Peptid rabitəsinin əmələgəlmə prosesi *t r a n s p e p t i d a s i y a* adlanır. Polipeptid zəncirinin sintezi aminturşularında azotdan karbona tərəf istiqamətində aparılır.



Ribosomlarda aminturşularının birləşmə prosesinin başlanmasına *i n i s i a - s i y a*, polipeptid zəncirinin uzanmasına isə *p r o l o n q a s i y a* (və ya *e l o n q a - s i y a*) deyilir.

Ribosom iki: iri və xırda subvahiddən ibarətdir. İri subvahiddə (50S) iki rRNT (5S və 23S rRNT) və 34 müxtəlif zülal, kiçik subvahiddə (30S) isə bir rRNT (16S rRNT) və 21 fərdi zülal vardır. Məlumat RNT-si xırda subvahidlə birləşir, polipeptid zənciri isə iri subvahiddə əmələ gəlir. Sonuncuda iki sahə: peptidil (R-sahəsi) və aminoasil sahəsi (A-sahəsi) vardır. Peptidil sahəsində *d o n o r s a h ə s i* və aminoasil sahəsinə *a k s e p t o r s a h ə s i* də deyilir. Aminoasil-dRNT əvvəlcə A sahəsi və sonra keçib R sahəsi ilə birləşir. Bu prosesə, yəni aminoasil-dRNT-nin A sahəsindən R sahəsinə keçməsinə *t r a n s l o k a s i y a* deyilir. Amin-turşuları translokasiya zamanı bir-birilə birləşir, polipeptid zənciri əmələ gətirir. Bu proses prolonqasiya zamanı quanozintrifosfatın (QTF) iştirakı ilə xüsusi zülallar (U-amili) kataliz olunur.

5. Kodonlar və antikodonlar: Polipeptid zəncirlərində aminturşularının düzülmə ardıcılığı məlumat RNT-sindəki və daşıyıcı RNT-lərdəki tripletlərlə Çarqaf qaydası ilə kodon və antikodonlarla nizamlanır. Bu tripletlər (və ya kodlar) DNT və RNT-lərdə ardıcıl birləşmiş üç nukleotiddir. Nukleotidlərdə azotlu əsaslardan əsasən adenin (A), qvanin (Q), sitozin (S), timin (T) və urasil (U) iştirak edir.

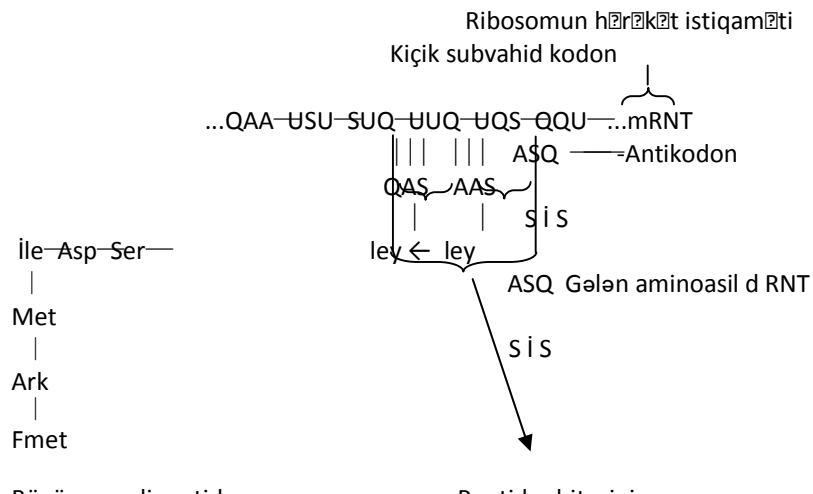
Cədvəl

Aminturşuların kodonları	
Aminturşular	Kodonlar
Alanin	QSU, QSS, QSA, QSQ
Arginin	SQU, SQS, SQA, SQQ, AQA, AQQ
Asparagin	AAU, AAS
Asparagin turşusu	QAU, QAS
Sistein	UQU, UQS
Qlütamin turşusu	QAA, QAQ
Qlütamin	SAA, SAQ, QQA, QQQ

Qlisin	QQU, QQS
Histidin	SAU, SAS
İzoleysin	AUU, AUS, AUA
Leysin	SUU, SUS, SUA, SUQ, UUA, UUQ
Lizin	AAA, AAQ
Metionin	AUQ
Fenilalanin	UUU, UUS
Prolin	SSU, SSS, SSA, SSQ
Serin	USU, USS, USA, USQ, AQU, AQS
Treonin	ASU, ASS, ASA, ASQ
Triptofan	UQQ
Tirozin	UAU, UAS
Valin	QUU, QUS, QUA, QUQ

Burada *A*-adenil, *Q*-quanil, *S*-sitidil, *U*-uridil nukleotidləridir.

Məlumat RNT-sindəki tripletlərə *k o d o n l a r* və daşıyıcı, RNT-lərdəki tripletlərə isə *a n t i k o d o n l a r* deyilir. Fenilalanin tripletində nukleotidlər SSU, alanininkində SSQ, triptofaninkində SQT, valininkində UUQ ardıcılığında düzülmüşlər və s. Bunlar elə ardıcılıqla düzülmüşdür ki, bir-biri ilə, yəni dRNT-nin tripleti mRNT-nin tripleti ilə birləşir. Buna *k o d o n - a n t i k o d o n t a n ı - m a s ı* deyilir. Bununla da aminurşularının ardıcıl birləşməsi nəticəsində polipeptid zəncirinin sintezi təmin olunur. Bunu sxematik olaraq belə göstərmək olar:



Polipeptid zəncirinin uzanma prosesinin qurtarmasına *prolonqasiyasının* dayanmasına *t e r m i n a s i y a* deyilir. Terminasiya boş kodların-terminasiya kodlarının (UAQ, UAA, UQA) iştirakı ilə dRNT ilə həyata keçirilir. Lakin onda aminurşusu olmur.

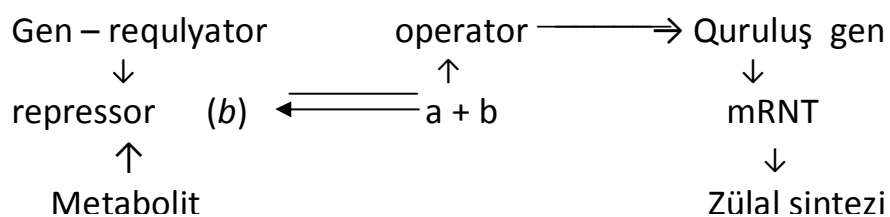
Polipeptid zəncirinin əmələ gəlməsi tamamlandıqdan sonra onda formalaşma gedir, qıvrılıaraq müəyyən forma alır. Bu isə hidrogen, disulfid tipli rabitələrin və s.

yanması ilə əlaqədardır. Bu rabitələr polipeptid zəncirinə xüsusi forma verməklə, zülal molekulunun ikinci və üçüncü quruluşunu yaradır. Yuxarıda göstərilən rabitə növləri iki və çox polipeptid zəncirlərindən əmələ gəlmiş zülal molekulalarının formalaşmasında dördüncü quruluşun yaranmasında da iştirak edir. İnsulin, hemoqlobin, laktodehidrogenaza və qeyri-zülalların fəza quruluşu belə yaranır.

Müəyyən edilmişdir ki, adəvəşanın retikulositlərində hemoqlobinin alfa-zənciri təxminən 3 dəqiqəyə sintez olunur (Dinsis və s.). Polipeptid zəncirləri xüsusi fermentlərin iştirakı ilə formalaşaraq spesifik zülallara çevrilir. Onların fiziki, kimyəvi və bioloji xüsusiyyətləri də bununla müəyyənəşdirilir.

Zülalların biosintezi kimi nizaməlanma mexanizmi də mürəkkəbdir.

Zülalların sintezinin tənzimi Jakob və Mono nəzəriyyəsində verilmişdir. Bunların fikrincə gen-requlyator repressorla metaboliti (maddəni) birləşdirir. Repressorla birləşmiş metabolit operatora təsir edib, quruluş genini fəallaşdırır. Sonuncudan isə metabolitin məlumat RNT-si əmələ gəlir və zülallar sintez edir. Bu prosesi sxematik belə göstərmək olar:



Jakob və Mononun nəzəriyyəsi molekulyar biologiyanın əsas nailiyyətlərindən sayılır. Bu nəzəriyyə hələ də öz əhəmiyyətini itirməmiş zülalların sintezinin tənzimində aparıcı yer tutur.

ƏDƏBİYYAT

1. Həşimov X.M, Həsənova S.Ə, Qida kimyası, Bakı 2010, 478 c.
2. Həşimov X.M, İbrahimova D.Ə, Ramazanov V.S., Bioloji kimyadan laboratoriya məşğələləri. Dərs vəsaiti, Bakı, 2012, 240 s.
3. Xəlilov Q. B. Heyvan biokimyasının əsasları. Bakı. 1987. Maarif.
4. Həsənov Ə. C., Rzayev N. A., İslamzadə F. Q., Əfəndiyev A. M. Bioloji kimya. Bakı 1989.
5. Кольман Я., Рем К. Г. Наглядное биохимия –Москва. Мир, 2000.
6. Северин Е. С., Алейникова Т. Л., Осипов Е. В. Биохимия. - Москва. Медицина. 2003.
7. Ковалевский Н. И. Биологическая химия. Москва. Академия 2008.

Qida kimyasından mühazirələr.

MƏRUZƏÇİ: dos.Həşimov Xəliq Məmməd oğlu

**MÖVZU 12. KARBOHİDRATLARIN MÜBADİLƏSİ. ANAEROB VƏ AEROB
PARÇALANMA. KARBOHİDRATLARIN BIOSİNTEZİ**

P L A N

1. Karbohidratların mübadiləsi haqqında ümumi məlumat
2. Karbohidratların həzm sistemində çevrilməsi
3. Karbohidratların aralıq mübadiləsi
4. Karbohidratların dioxotomik yolla (anaerob) qlükoza – 6 – fosfata
parçalanması
5. Spirtə qıcqırma
6. Karbohidratların aerob parçalanması
7. Karbohidratların biosintezi

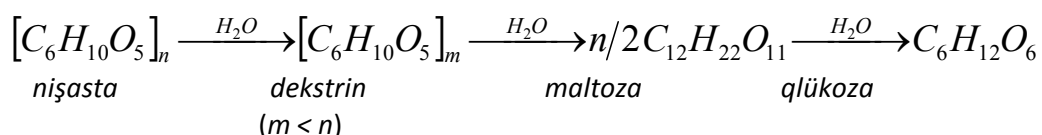
1. Karbohidratların mübadiləsi haqqında ümumi məlumat: Karbohidrat mübadiləsi maddələr mübadiləsində aparıcı yerlərdən birini tutur. Karbohidratların parçalanmasından və oksidləşməsindən orqanizmdə əmələ gələn enerjinin rolu əvəzsizdir. İnsan orqanizminin həyat fəaliyyəti ərzində sərf etdiyi enerjinin 70%-ə qədəri karbohidratların parçalanması və oksidləşməsi nəticəsində yaranır. Bu enerjinin istifadə olunmayan hissəsi makroergik rabitələrdə ATF molekulunda ehtiyat şəklində toplanır. Otyeyən heyvanların enerji balansı karbohidratların mübadiləsi hesabına qurulur.

Karbohidratlar energetik materialdan başqa, onların parçalanma məhsulları yağların, piylərin, aminturşuların və qeyri-birləşmələrin sintezində, bəzi nümayəndələrindən tikinti materialı kimi (nukleotidlər və s.), müdafiə məqsədilədə (əks cisimlərin əmələ gəlməsində) istifadə olunur.

Karbohidrat mübadiləsi bir-birilə üzvi sürətdə əlaqəli olan ardıcıl proseslərdən ibarətdir. Bunlara aşağıdakılar aiddir: 1) karbohidratların qida vasitəsilə qəbulu; 2) mürəkkəb karbohidratların həzm sistemində parçalanması; 3) monosaxaridlərin bağırsaqlardan sorulması; 4) sorulmuş monosaxaridlərin toxuma və orqanlara daşınması; 5) toxumalarda karbohidratların parçalanması və onlardan digər maddələrin sintezi; 6) karbohidratların parçalanmasının son məhsullarının orqanizmdən xaric edilməsi.

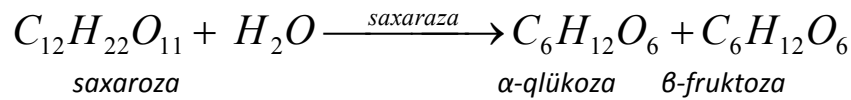
2. Karbohidratların həzm sistemində çevrilməsi: Heyvan və bitki mənşəli qidanın tərkibində olan karbohidratlar ağızda mexaniki, fiziki və qismən biokimyəvi təsirə uğrayır.

Bunlar ağız boşluğunda az saxlandığından ağız suyunda olan α -amilaza və α -qlükozidaza (maltaza) fermentlərinin təsirindən qismən hidrolitik parçalanma prosesinə məruz qalırlar. Amilaza nişasta və qlikogeni maltozaya qədər, α -qlükozidaza (maltaza) fermenti isə disaxarid maltozanı qlükozaya qədər parçalayır. Aralıq məhsul isə dekstrinlər alınır. Bu prosesi aşağıdakı kimi təsəvvür etmək olar.

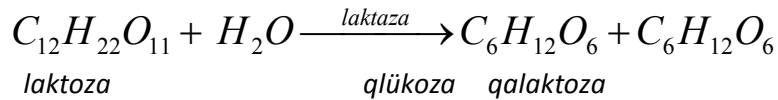


Mədədə karbohidratları parçalayan ferment yoxdur. Ağız suyunun amilazası mədənin turş mühitində (pH=1,5 – 1,8) fəallığı itir. Mədə möhtəviyyatından sonra karbohidratlar onikibarmaq bağırsağa keçir. Burada mədəaltı vəzin ifraz etdiyi pankreatik α -amilaza fermentlərin təsiri ilə maltoza, laktoza, saxarozanı və s. monosaxaridlərə (qlükoza, fruktoza, qalaktoza və s.) qədər parçalayır. Karbohidratların parçalanması nazik bağırsaqda zəif qələvi mühitdə (pH=7,3 – 8,7) davam edir. Ancaq son məlumatlara görə karbohidratların hidrolizi hüceyrə membranında da gedir. Epiteli hüceyrəsinin nazik divarlarında bir sıra fermentlər: maltaza, şaxa-

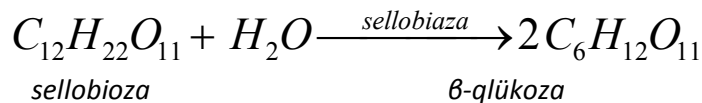
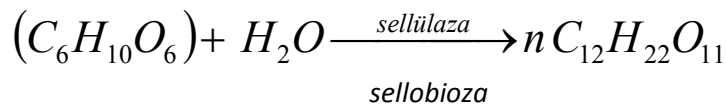
raza, β -qalaktozidaza (laktaza) və s. mövcuddur ki, onlar da disaxaridləri monosaxaridlərə parçalayırlar. Maltaza fermenti maltozanı 2 molekul α -qlükozaya, saxaraza fermenti saxorazanı qlükozaya və β -fruktozaya parçalayır.



β -qalaktozidazanın (laktaza) təsirindən laktoza qlükozaya və qalaktozaya parçalanır.



İnsan və heyvanların həzm şirələrində sellüloza -1,4 qlükon-4-qlükonohidrolaza K·F·3.2.1.4 fermenti sellülozanı sellobiozaya qədər parçalayır. İnsanlarda bu proses yoğun bağırsaqlarda mikrofloranın təsiri ilə az miqdarda baş verir.



Monosaxaridlər müxtəlif sürətlə qana sorularaq qaraciyər və başqa orqanlara aparılır. Qlükozanın bağırsaqdan qana sorulma sürətini şərti olaraq 100 götürsək, qalaktozanın 110, fruktozanın 43 və mannozanın 19-dur. Pentozaların sorulma sürəti daha zəifdir.

Qaraciyərdə, əzələlərdə və başqa orqanlarda qlükozanın müəyyən hissəsi qaraciyərdə qlikogenə çevrilir və ehtiyat maddə kimi toplanır. Qalan hissəsi isə qanla orqanlara aparılaraq, hüceyrələrdə oksidləşmə prosesinə uğrayır.

Orqan və toxumalarda karbohidratların: əsasən qlikogenin və qlükozanın miqdarı nisbətən sabit olur. Qanda qlükozanın miqdarı insanda 80–120 mq%, atda 90–110 mq%, kövşəyən heyvanlarda 40–100 mq%, inəkdə 60–100 q%, camışda 70–90 mq%, qoyunda 60–90 mq%, donuzda 40–250 mq%, itdə 70–100 mq% arasında dəyişir. Qlükozanın və başqa karbohidratların miqdarının qanda və s. orqanlarda nizamlanması sinir sistemi və daxili sekresiya vəziəri ilə aparılır. Onlardan adrenalinin, insulinin, kortikosteronu, qlükaqonu və s. hormonları göstərmək olar.

İnsulin və adrenalin bir-birinin antiqonistidir. İnsulin hormonu qaraciyərdə, əzələlərdə və s. orqanlarda qlükozanın qlikogenə çevrilməsini sürətləndirir, qlükozanın bir hissəsini (30%) isə yağa çevirir, aminturşuların karbohidratlara çevrilmə-

sini dayandırır, qlikoneogenezi ləngidir. Adrenalin isə bunun əksinə təsir göstərir, yəni qlikogenin qlükozaya çevrilməsində iştirak edir, qanda süd turşusunu artırır.

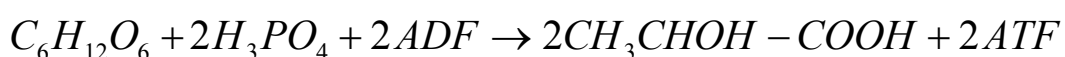
Tirotksin və hipofizin hormonları əzələlərdə olan qlikogeni qlükozaya çevirir. Ona görə də diabetogen hormonlar sayılır. Bunun əvəzində azotsuz üzvi birləşmələrdən karbohidratların sintezini sürətləndirir. Kortikoidlər (kortizon, kortikosteron və s.) insulinin əksinə təsir edir, qaraciyərdə qlikoneogenezi sürətləndirir, qlükozanın mübadiləsini zəiflədir.

Qanda qlükozanın miqdarının nizamlanması uzunsov beyində şəkər mərkəzinin iştirakı ilə həyata keçirilir.

Qanda qlükozanın miqdarının sabitliyi pozulduqda – yəni hipoqlikemiya zamanı qanda qlükozanın miqdarı azaldıqda (istifadə artdıqda, qəbulu azaldıqda və s.) heksokinazanın fəallığı azalır, toxumalar, xüsusilə mərkəzi sinir sistemi qlükoza ilə təmin olunmur, bihuşluq baş verir. Hiperqlikemiya (qanda qlükozanın miqdarının çoxalması) heksokinazanın fəallığı artır, qlükozadan tam istifadə olunmur, sidiklə 8–10% qlükoza ifraz edilir. Hiperqlikemiya diabet zamanı, hipofizin, qalxanvari və böyrəküstü vəzilərin hiperfunksiyası nəticəsində baş verir.

3. Karbohidratların aralıq mübadiləsi: Karbohidratların həzm aparatında qlükozaya qədər parçalanması aralıq mübadilənin başlanğıcı hesab olunur. Aralıq mübadilə iki mərhələdə gedir. Onlardan biri anaerob, digəri aerob mübadilə adlanır. Anaerob mübadilənin son məhsulu süd turşusu, aerob mübadilənin isə karbon qazı və sudur.

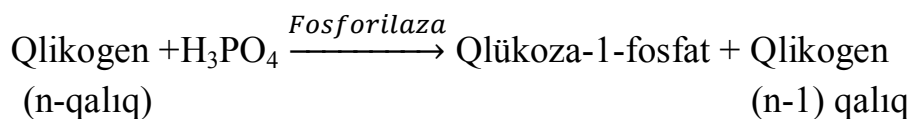
Anaerob mübadilə qlikogendən başlayırsa qlikogenoliz, qlükozadan başladıqda Embden – Meyerhof – Parnas (EMP) yolu və ya qlikoliz adlanır. Qlikolizin ümumi tənliyinin sxemi belə yazılır:



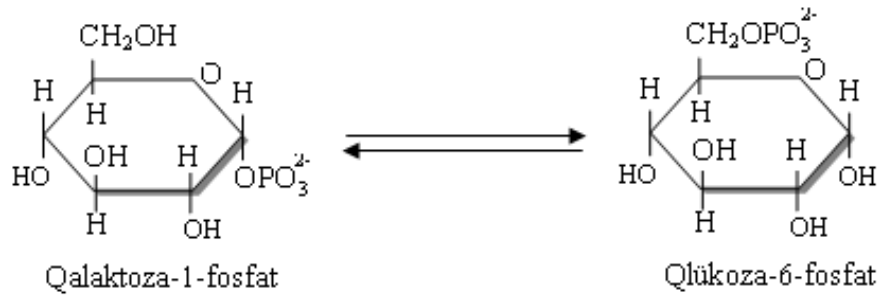
Burada 50 kkal enerji ayrılır. Onun 20 kkalorisi (2 molekul) ATF-də toplanır və 30 kkalorisi isə istilik enerjisi şəklində çıxır. Beləliklə, qlikolizin energetik faydalılığı təxminən 35% təşkil edir.

Qlikogenolizdə qlikolizdən fərqli olaraq 3 molekul ATF əmələ gəlir. Çünki qlikogenolizdə qlükoza-6-fosfatın əmələ gəlməsinə ATF istifadə olunmur.

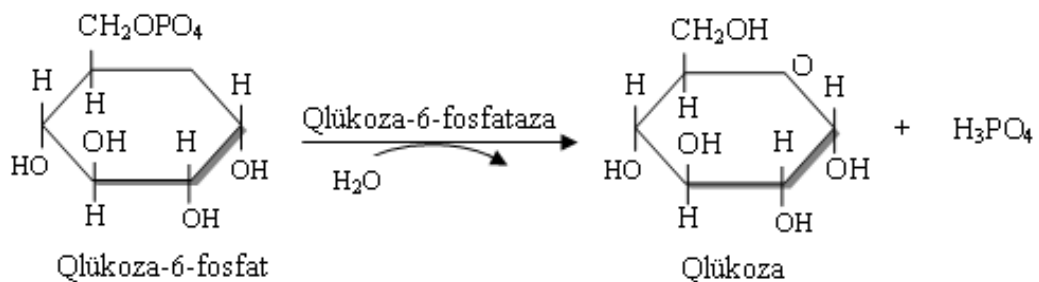
Toxumalarda qlikogen ilk mərhələdə fosforoliz yolu ilə parçalanaraq qlükoza-1-fosfata ayrılır.



Qlükoza -1-fosfat qlükoza-1,6 difosfat kofermentinin iştirakı ilə fosfoqlükmutaza fermentinin təsirindən qlükoza-6-fosfata çevrilir.



Bu qarışıq birləşmədə 95% qlükoza-6-fosfat olur. Bu reak-siya qaraciyərin fosfoqlükomutaza reaksiyasının məhsulu adlanır. Qlükoza 6-fosfat qaraciyərdə qlükoza-6-fosfataza fermentinin iştirakı ilə sərbəst qlükozaya və fosfat turşusuna parçalana bilər.



Həmçinin qlükoza-6-fosfat qlükoliz prosesinə qoşula bilər.

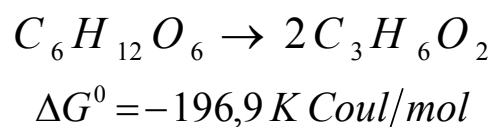
Esterləşmə (efirləşmə) reaksiyasına daxil olmamış qlükoza qana daxil olur qan vasitəsilə toxumalara daşınaraq energetik material kimi istifadə olunur. Qlükoza-6-fosfat isə bir çox toxumalarda (əzələ və beyin toxumasından başqa) ATF-in regenerasiyasına və enerjinin çıxarılmasına (ayrılmasına) sərf olunur.

Qlükoza-6-fosfatın orqanizmdə parçalanması iki istiqamətdə:

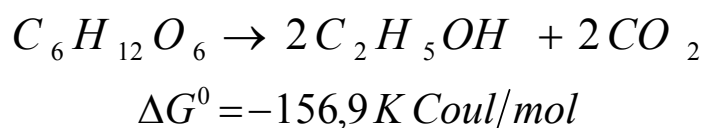
1) Dixotomik istiqamət (anaerob çevrilmə) bu istiqamətdə molekula tən yarıya bölünür.

2) Apotomik parçalanma – molekula birinci karbon atomunu itirir.

4. Karbohidratların dixotomik yolla (anaerob) qlükoza-6-fosfata parçalanması: Bu üsulla parçalanmada qlükoza iki molekul süd turşusuna parçalanır.



Spirtə qıvcırmada isə qlükoza etil spirtinə və karbon qazına parçalanır.



Anaerob parçalanma eberjinin azad olunması ilə gedir ki, bu enerji ATF-in

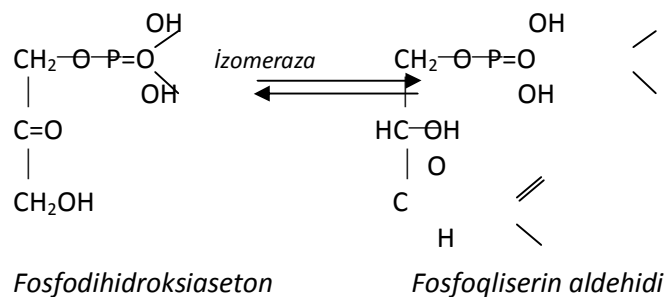
makroergik rabitələrində toplanır.

Qlükoza-6-fosfatın dixotomik parçalanması aşağıdakı mərhələlərdə baş verir.

Birinci mərhələdə qlükoza-6-fosfat molekulu qlükoza-6-fosfat izomeraza fermentinin təsiri ilə izomerləşməyə məruz qalır və β -D-fruktoza-6-fosfata çevrilir. O, da öz növbəsində fosfofruktokinaza fermentinin təsirindən fruktoza 1,6 difosfata çevrilir.

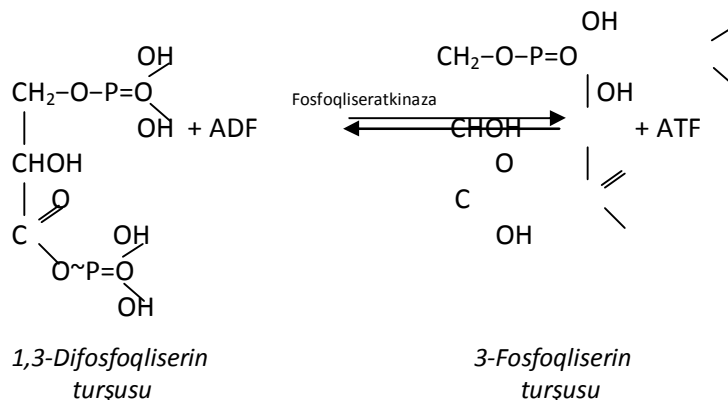
Fruktoza-1,6-difosfat molekulu sonrakı prosesdə dixotomik yolla bir-birinə çevrilə bilən iki molekul fosfotriozaya parçalanır. Fruktoza-1,6-difosfat molekulu aldolaza fermentinin təsiri ilə bir-birinə çevrilə bilən fosfodioksiaseton və 3-fosfoqliserin aldehydininə parçalanır.

Sonrakı mübadilə prosesində yalnız 3-fosfoqliserin aldehydi iştirak edir. Fosfodioksiasetonda yenidən izomerazanın iştirakı ilə izomerləşərək fosfoqliserin aldehydinə keçir. Beləliklə bir molekul qlükozadan iki molekul fosfoqliserin aldehydi alınır. Bu da fosfoqliserinaldehiddehidrogenaza fermentinin təsirindən asilfermentə sonuncu isə H_3PO_4 molekulunu birləşdirərək 1,3 difosfoqliserin turşusuna çevrilir.

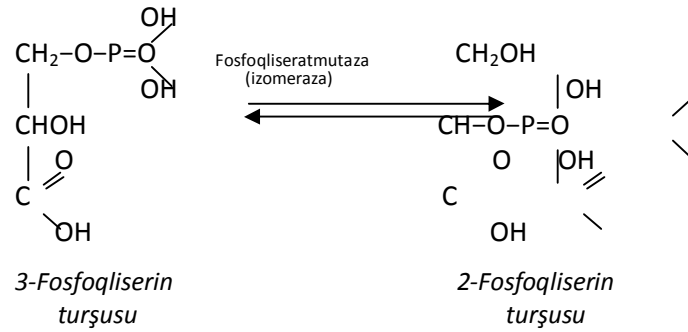


1,3 Difosfoqliserin turşusu fosfoqliseratkinaza fermentinin təsiri ilə ADF molekuluna bir mol H_3PO_4 verərək 3-fosfoqliserin turşusuna çevrilir.

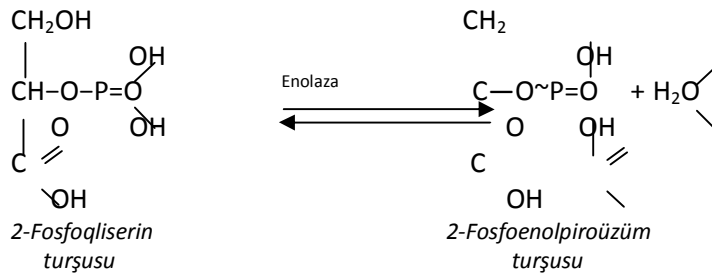
1,3 difosfoqliserin turşusu molekulunda fosfat turşusu molekulundakı makroergik rabitələrdə olan enerji ATF molekulunun əmələ gəlməsinə sərf olunur. Belə sintez prosesi çoxlu miqdarda ehtiyat ATF molekulunun əmələ gəlməsinə səbəb olur.



3-fosfoqliserin turşusu fosfoqliseratmutaza (izomeraza sinifinə aiddir) fermentinin təsiri ilə izomerləşərək 2-fosfoqliserin turşusuna çevrilir.

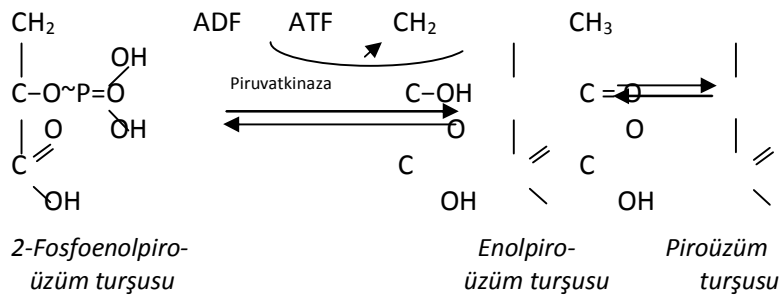


Sonra 2-fosfoqliserin turşusu enolaza fermentinin təsiri ilə bir su molekulu itirərək yüksək eberjili maddəyə enol formaya 2-fosfoenolpiroüzüm turşusuna çevrilir.



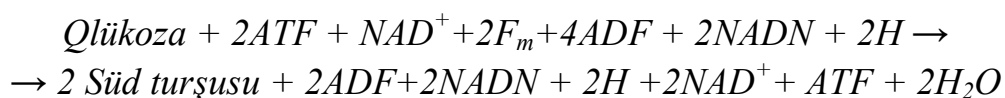
Bu reaksiyanın nəticəsində əmələ gələn enerjinin molekul daxili paylanması (bölünməsi) baş verir. Enerjinin çox hissəsi 2-fosfoenolpiroüzüm turşusunun makroergik rabitəsində toplanır. Hansı ki, bu birləşmə hüceyrədə ən çox enerjiyə malik olan (enerjini özündə toplayan) fosfattır.

Sonrakı mərhələdə bu birləşmə piruvatkinaza fermentinin təsiri ilə 1 molekul fosfat turşusu itirməklə enolpiroüzüm turşusuna, o, da öz növbəsində piroüzüm turşusuna çevrilir.

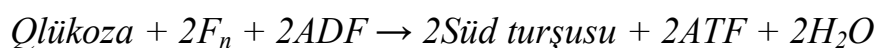


Bu mərhələdə də ehtiyat enerji ATF-də toplanır. Qlükolizin ümumi balansına nəzər salsaq görürük ki, bir molekul qlükozanın parçalanmasından iki molekula süd turşusu və iki molekula ATF sintez olunur. Qliseraldehid-3-fosfatdan

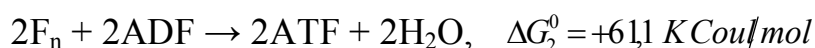
piroüzüm turşusuna $2\text{NADN} + 2\text{H}^+$ şəklində dörd elektron keçir. Ümumi şəkildə bu proses aşağıdakı kimidir.



Sağ və sol tərəfdə olan eyni molekulaları ixtisar etdikdə tənlik aşağıdakı sadə formaya keçir.



Termokimyəvi proses nöqtəyi nəzərinə görə bu ümumi tənlik iki yerə ayrılır. Birincisi qlükozanın süd turşusuna çevrilməsi-eksotermik proses $\Delta G_1^0 = -196,9 \text{ K Coul/mol}$, ikincisi ATF-in biosintezi – endotermik proses



$\Delta G_{\text{ATF}}^0 = -30,6 \text{ K Coul/mol}$ qəbul etsək, onda aşağıdakı kimi alarıq.

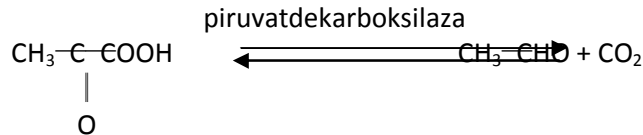
$$\Delta G_{\Sigma}^0 = \Delta G_1^0 + \Delta G_2^0 = -196,9 + 61,6 = -138,5 \text{ K Coul/mol}$$
 Standart enerjinin (ΔG^0)

dəyişməsinin analizi göstərir ki, qlükozanın süd turşusuna çevrilməsi prosesində ayrılan enerji ($\Delta G^0 = -196,9 \text{ K Coul/mol}$) 2 mol ATF-in sintezini tam təmin edir. Ancaq qlikogenelisdə bir molekul qlükozadan üç molekul ATF sintez olunur.

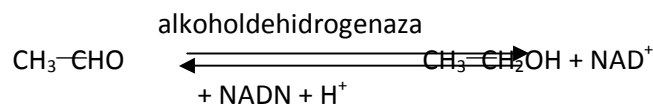
Qlikoliz və qlikogenoliz prosesində enerjinin istifadə effektivliyi (hansıki ATF molekulunda toplanır) 35-40% təşkil edir. Enerjinin qalan istifadə olunmayan 60-65%-i isə istilik şəklində ayrılır.

Qlikoliz prosesi enerji nöqtəyi nəzərinə az effektivdir, çünki orqanizm üçün lazım olan enerjinin alınmasına çoxlu miqdarda karbohidrat istifadə edilir (sərf edilir). Ancaq fizioloji nöqtəyi nəzərinə qlikoliz sərfəlidir. Orqanizm öz funksiyalarını oksigen çatışmazlığı şəraitində də yerinə yetirməlidir. Həmçinin qlikoliz prosesinin aralıq məhsulları orqanizmdə digər maddələrin biosintezi üçün lazımlı materialdır.

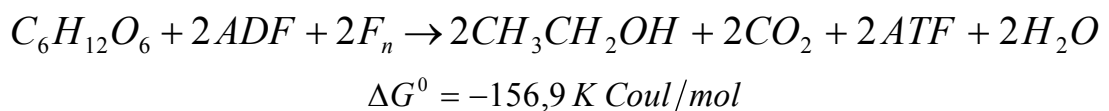
5. Spirtə qıcqırma: Bir çox maya və mikroorqanizmlər üçün şəkərləri spirtə qıcqırtma xarakterikdir. Bu prosesdə qlükoza son məhsul olaraq etil spirtinə və karbon qazına parçalanır. Qlikozanın spirtə qıcqırma prosesi qlikoliz prosesinin mərhələlərinə çox oxşardır. Ancaq son mərhələlərdə bəzi fərqli cəhətlər ayrılır. Belə ki, piroüzüm turşusu ilk mərhələdə piruvatdekarboksilaza fermentinin təsiri ilə dekarboksilləşərək asetaldehidə və CO_2 -yə parçalanır. Bu prosesdə piruvat-dekarboksilaza fermenti onun koferment hissəsi tiaminpirofosfat (karboksilaza) və Mg^{2+} ionu fəallaşır.



Bu reaksiya tam dönər olmaması ilə xarakterikdir. İkinci mərhələdə asetaldehid alkonoldehidrogenazanın təsiri ilə reduksiya olunaraq etanola çevrilir. Bu prosesdə qliseralaldehyd-3-fosfatın oksidləşməsindən alınan $\text{NADN} + \text{H}^+$ reduksiyaedici kimi təsir edir.



Nəticədə spirtə qıcqırmanın son məhsulu etil spirti və karbon qazı molekuludur. Bu prosesi ümumi şəkildə aşağıdakı kimidir.

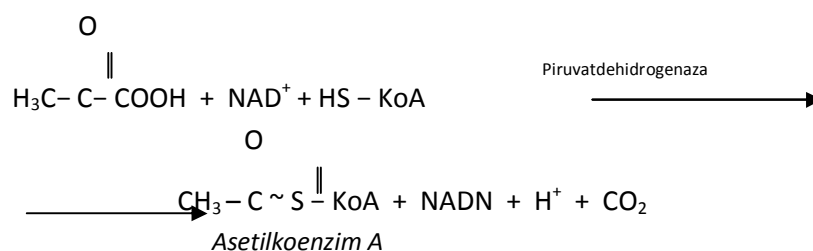


Qlikoliz prosesində olduğu kimi o qədər çox enerji alınmır.

6. Karbohidratların aerob parçalanması: Aerob (oksigenli şəraitdə) parçalanmada qlükozadan əmələ gələn süd turşusu iki istiqamətdə çevrilməyə məruz qalır.

Birinci istiqamətdə süd turşusunun $\frac{1}{5}$ hissəsi CO_2 və H_2O oksidləşir, ikinci istiqamətdə süd turşusunun qalan hissəsi qlikogenə çevrilir. Həm anaerob, həm də aerob parçalanmanın müəyyən mərhələləri eyni fermentlərin (kinazalar, mutazalar, dehidrogenazalar və s.) təsiri ilə baş verir. Anaerob və aerob oksidləşmə yolları arasında sıx əlaqə vardır.

Aerob prosesdə (tənəffüs prosesində) süd turşusu birinci mərhələdə oksidləşməklə dekarboksizləşməyə məruz qalır. Bu reaksiyanı molekul kütləsi $4,5 \cdot 10^6 \text{ Da}$ olan kompleks ferment-piruvatdehidrogenaza kataliz edir. Oksidləşməklə dekarboksizləşmə reaksiyasının mexanizmi demək olar çox mürəkkəbdir. Ancaq ümumi şəkildə onu aşağıdakı kimi təsəvvür etmək olar.

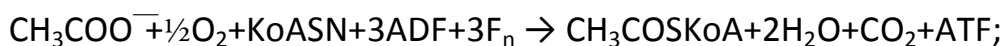


Oksidləşmə reaksiyası nəticəsində asetilkoenzim A molekulunda enerji mənbəyi olan makroergik rabitə yaranır. Bu rabitə hesabına enerji hesabına asetilkoenzim adi və trikarbon turşuları siklinə qoşulur.

Asetilkoenzim A həmişə toxumalrada olan oksalat sirkə turşusu ilə kondensləşir və limon turşusu əmələ gəlir, nəticədə asetil-koenzim A azad olur. Əmələ gəlmiş limon turşusu bir sıra çevrilmələrə məruz qalır. Bu çevrilmələrdə 4 reaksiya dehidrogenləşmə, 2 reaksiya isə dekarboksizləşmə yolu ilə baş verir.

Həmçinin bir sıra dehidratlaşma və hidratlaşma reaksiyaları bu spesifik fermentlərin katalitik təsiri baş verir. Bu çevrilmələrin nəticəsində limon turşusunun mərhələli şəkildə oksidləşərək oksalat sirkə turşusuna çevrilir. Deməli toxumalarda limon turşusunun əmələ gəlməsi və oksidləşməsi “dövri” xarakter daşıyır. Limon turşusunun toxumadaxili dövrəni alınır. Bu haqda ilk fikir söyləyən alman alimi Q. A. Krebsin şərəfinə Krebs sikli adlanır.

Krebs sikli aerob şəraitdə toxumadaxili tənəffüsdə mümkündür. Piroüzüm turşusunun oksidləşməklə dekarboksizləşməsini ümumi şəkildə aşağıdakı kimi təsvir etmək olar.



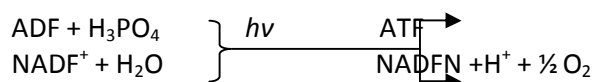
$$\Delta G = -163,1 \text{ K Coul /mol}$$

Əmələ gəlmiş piroüzümasetil-KoA trikarbonturşuları siklinə sitoxrom sisteminin köməyi ilə qoşulur, ən sonda isə CO_2 və H_2O parçalanır.

Di- və trikarbon turşuları qoşulan bütün mürəkkəb ferment sistemi mitoxondriyalara elektron və protonların daşıyıcısı rolunu oynayır.

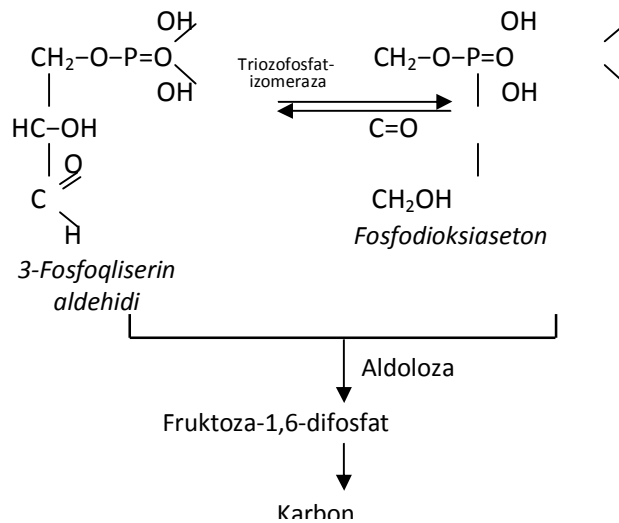
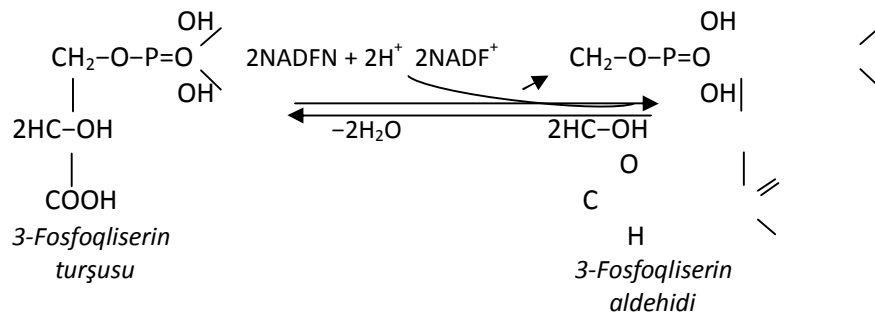
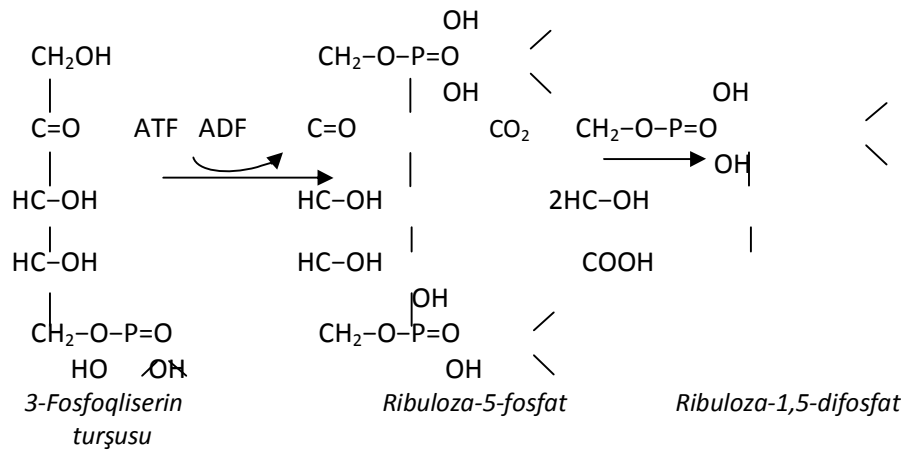
7. Karbohidratların biosintezi: Canlı orqanizmdə karbohidratların parçalanması ilə yanaşı biosintezi də gedir. Sadə karbohidratlar əsasən bitkilərdə, xemosintez və fotosintezə bənzər bakteriyalarda (avtotrof orqanizmlər) atmosferin karbon qazının, günəşin ultrabənövşəyi şüalarının və su molekullarının hesabına ilk üzvi maddələr sintez olunur. Aşağıdakı sxemdə avtotrof orqanizmlərdə işıqda və qaranlıqda fotosintez reaksiyalarının gedişi verilmişdir.

1) fotosintezin işıqda gedən reaksiyaları



2) fotosintezin qaranlıqda gedən reaksiyaları

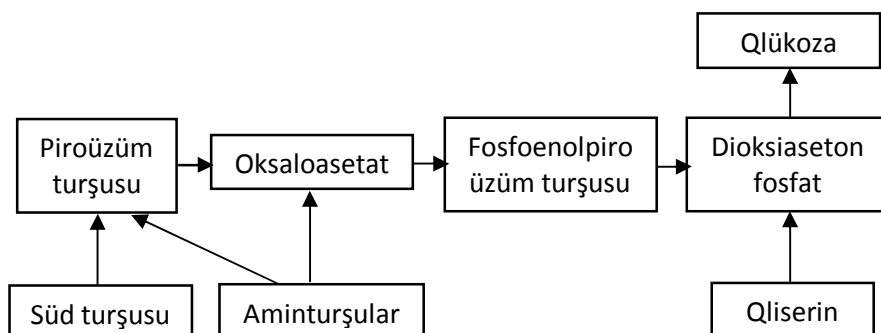
Prosesin ilk mərhələsində ribuloza-5-fosfat özünə ATF-dən bir molekul fosfat turşusu birləşdirərək ribuloza-1,5-difosfata çevrilir.



Heterotrof (insan və heyvan) orqanizmlərində sadə karbohidratların biosintezi, lipidlərin, zülalların və digər üzvi birləşmələrin parçalanmasından alınan məhsullar hesabına baş verir.

Orqanizmdə karbohidrat qrupuna mənsub olmayan üzvi maddələrdən qlükoza və qlükogenin sintez edilməsi *qlükoneogenez* adlanır. Bu proses əsasən qaraciyərdə və bəzi hallarda böyrəklərdə gedir. Qlükogen aminturşularından qliserindən habelə gövşəyən heyvanların mədə önlüklərində əmələ gələn süd, piroüzüm, propion turşularından və s. birləşmələrdən sintez oluna bilər. Qlikoneoz orqanizm üçün çox əhəmiyyətlidir. Çünki əsasən beyin enerji məqsədilə yalnız qlükozadan istifadə edir. Bir gün ərzində 160 q-a yaxın qlükozanın 120 q-ı beyində istifadə edilir. Bədəndə olan qlükogenin ehtiyatı isə 190 q-dır. Uzunmüddətli aclıq

zamanı isə orqanizm öz həyat fəaliyyətini başqa üzvi maddələrdən sintez olunan qlükoza sayəsində mühafizə edir. Bu proses aşağıdakı sxemdə göstərilmişdir:



Sxemdən göründüyü kimi qlükoza piroüzüm və süd turşularından Krebs dövrəsinin aralıq məhsullarından, lipidlərin parçalanması nəticəsində yaranan qliserindən və qlikontörədicə aminturşularından (qlisin, alanin, serin, alanin, treonin, valin, qlutamin və asparagin turşuları, arginin, histidin, prolin, oksiprolin) sintez oluna bilər. Orqanizmin tələbatından asılı olaraq qlikoneogenezs prosesi ya qlikogenin sintez olunduğu mərhələyə qədər davam edir, ya da bu prosesdə əmələ gələn qlükoza-6-fosfat hidrolitik yolla qlükozaya və fosfat turşusuna parçalanaraq qan vasitəsilə toxumalara daşınır. Bunlara qlikogen əmələ gətirən aminturşuları da deyilir. Çünki göstərilən aminturşuları orqanizmdə ketobirləşmələrin miqdarının azalmasına şərait yaradır.

ƏDƏBİYYAT

1. Həşimov X.M, Həsənova S.Ə, Qida kimyası, Bakı 2010, 478 c.
2. Həşimov X.M, İbrahimova D.Ə, Ramazanov V.S., Bioloji kimyadan laboratoriya məşğələləri. Dərs vəsaiti, Bakı, 2012, 240 s.
3. Xəlilov Q. B. Heyvan biokimyasının əsasları. Bakı. 1987. Maarif.
4. Həsənov Ə. C., Rzayev N. A., İslamzadə F. Q., Əfəndiyev A. M. Bioloji kimya. Bakı 1989.
5. Кольман Я., Рем К. Г. Наглядное биохимия –Москва. Мир, 2000.
6. Северин Е. С., Алейникова Т. Л., Осипов Е. В. Биохимия. - Москва. Медицина. 2003.
7. Ковалевский Н. И. Биологическая химия. Москва. Академия 2008.

Qida kimyasından müəhazirələr.

MƏRUZƏÇİ: dos.Həşimov Xalq Məmməd oğlu

MÖVZU 13. *LİPİDLƏRİN MÜBADİLƏSİ. SADƏ VƏ MÜRƏKKƏB LİPİDLƏRİN MÜBADİLƏSİ VƏ BIOSİNTEZİ. LİPİD MÜBADİLƏSİNİN POZĞUNLUQLARI*

P L A N

1. Lipid mübadiləsi haqqında ümumi məlumat
2. Yağların parçalanması
3. Qliserin və yağ turşularının mübadiləsi
4. Yağabənzər maddələrin mübadiləsi
5. Sterinlərin mübadiləsi
6. Ali yağ turşularının biosintezi
7. Yağların (triqliseridlərin) sintezi
8. Lipid mübadiləsinin pozğunluqları

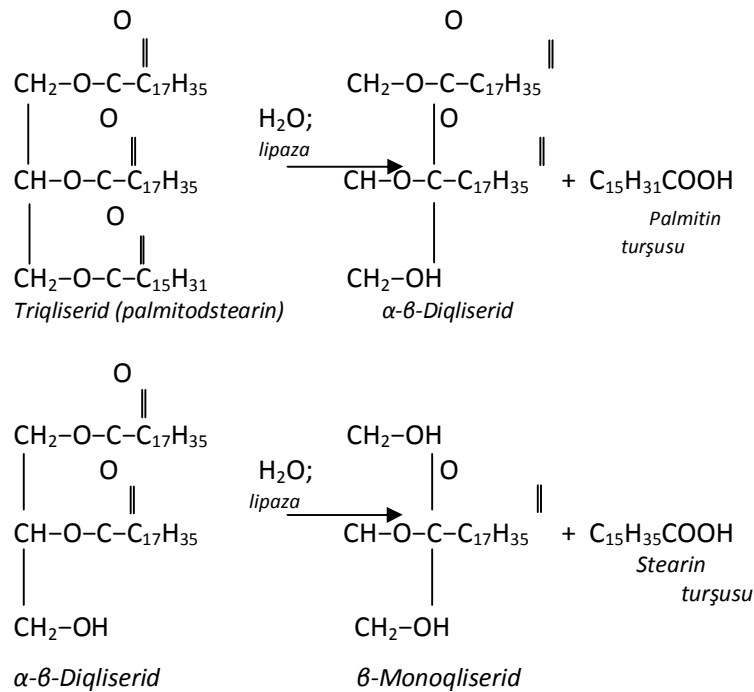
1. Lipid mübadiləsi haqqında ümumi məlumat: Lipidlər orqanizmin əsas enerji materialı sayılır. İnsan və heyvanların enerjiyə olan ehtiyacının 30–40%-i lipidlərin, xüsusilə neytral yağların hesabına ödənilir. İnsan və heyvan orqanizminə lipidlər qida vasitəsilə daxil olur. İnsan orqanizminə gün ərzində qida vasitəsilə 50–70 q heyvan və bitki mənşəli lipidlər (o cümlədən 10 q doymamış yağ turşuları, 10 q fosfolipidlər və 0,5 q xolestrol) daxil olur. Mədə-bağırsaq sistemində lipidlərin çevrilməsi və bağırsaqlardan sorulması mürəkkəb prosesdir.

Lipidləri parçalayan əsasən lipaza fermentidir. Mədədə bu ferment az fəaldır. Yaşlı insanlarda 5%-dən az (əsasən süddə olan yağ) hissəsi parçalanır. Mədə şirəsində lipaza bütün heyvanlarda olur, lakin az fəaldır. Bu ferment zəif turş mühitdə ($pH=4-5$) yağları qliserinə və yağ turşularına parçalayır. Ancaq körpələrdə mədə lipazası aktivdir, lipidlərin parçalanması zamanı öd axarı onikibarmaq bağırsağa açılır və nəticədə yağlar emulsiyalaşır. Öddəki öd turşuları (qlikoxol, qlikodezoksixol, tauroxol turşuları) yağ turşuları ilə birləşib suda həll olan (yağlar suda həll olmurlar, bu səbəbdən bağırsaq divarlarından sorula bilmirlər) komplekslər (xolein turşularını) əmələ gətirirlər. Yağların parçalanması nəticəsində əmələ gələn qliserin suda həll olduğundan bağırsaqlardan asanlıqla sorulur. Bağırsaq divarlarının epitel hüceyrələrində lipidlərin parçalanması nəticəsində əmələ gələn məhsullardan (qliserin, ali yağ turşuları, mono- və diqliseridlər) yenidən triqliseridlər (neytral yağlar) və ya fosfolipidlər sintez olunur. Bu proses *resintez* adlanır. Resintez yolu ilə əmələ gəlmiş lipidlərin əsas hissəsi (80%-ə qədər) limfa sistemində, nisbətən az (20%-ə qədər) isə *müsariqə* venaları vasitəsilə qapı venasına keçir. Resintez prosesi nəticəsində bağırsaq divarlarında ATF, koenzim-A və sitidin trifosfatın iştirakı ilə müəyyən miqdar (30–40%) neytral yağlar sintez olunur. Bunların bir qismi orqanlarda ehtiyat şəklində toplanır, qalanı isə hidroliz olunaraq qana sorulur, ayrı-ayrı orqanlara aparılır.

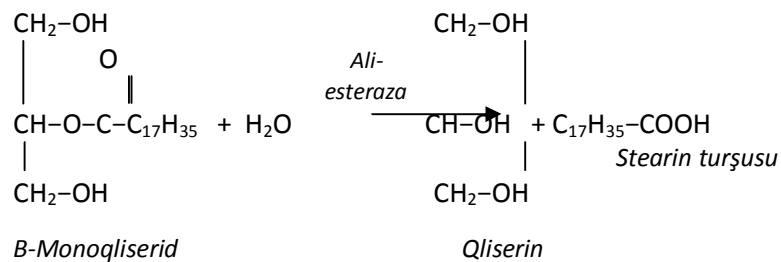
2. Yağların parçalanması: Yağların (triqliseridlərin) parçalanması onların hidrolizi nəticəsində baş verir. Hidroliz nəticəsində qliserin və ali yağ turşuları alınır. Ali yağ turşuları tərkibində əsasən karbonun miqdarı 16:18 olan (həmişə cüt karbon olur) doymuş: palmitin – $C_{15}H_{31}COOH$, stearin – $C_{17}H_{35}COOH$ və araxin – $C_{19}H_{39}COOH$ turşuları, doymamış: olein – $C_{17}H_{33}COOH$, linol – $C_{17}H_{31}COOH$, linolein – $C_{17}H_{29}COOH$, araxidon – $C_{19}H_{31}COOH$ turşuları olur.

Yağların hidrolizi nazik bağırsaqda mədəaltı vəzin hazırladığı lipolitik fermentlərin (əsasən lipazanın) təsiri ilə baş verir.

Lipolitik fermentlər iki tipdə olur. Birincilər triqliseridlərdə olan α -efir rabitəsinin, ikincilər isə β -efir rabitəsinin hidrolizini kataliz edirlər. Triqliseridlər birbaşa hidrolizə uğramır. Hidroliz prosesi mərhələlərlə baş verir. Əvvəlcə α -efir rabitələri, sonra isə β -efir rabitələri hidrolizə məruz qalır.



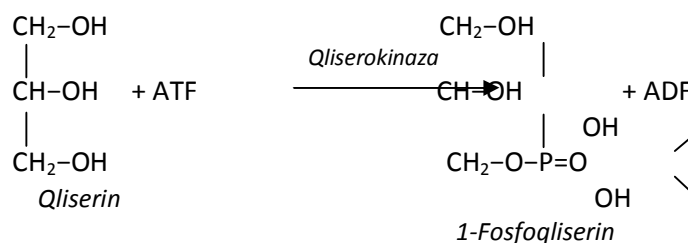
β -monoqliseridlərin bir hissəsi bağırsağ divarlarından qana sorulur. Digər hissəsi resintez prosesinə uğrayır. Qalan hissəsi isə qaraciyərdə spesifik olmayan aliesteraza fermentinin təsirindən hidrolizə uğrayır.



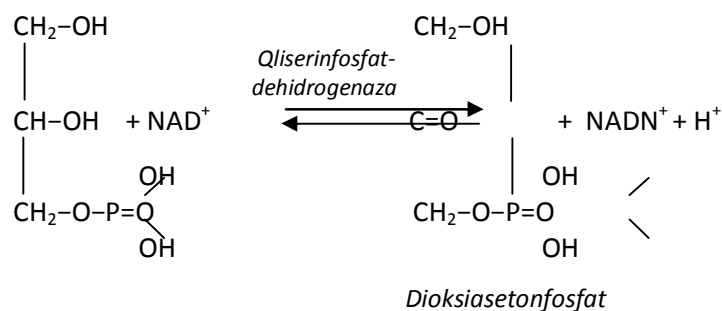
Sonrakı proses orqanizmdə qliserin və ali yağ turşularının parçalanması ilə davam edir.

3. Qliserin və yağ turşularının mübadiləsi: Triqliseridlərin hidrolizindən əmələ gəlmiş qliserin və ali yağ turşuları sonrakı mübadilə prosesində bir sıra çevrilmələrə məruz qalırlar.

Qliserin resintez prosesinə və ya başqa mübadilə prosesinə qoşulsa belə karbohidratlarda olduğu kimi əvvəlcə ATF-in təsiri ilə fosforlaşmaya məruz qalır. Prosesi qliserolkinaza fermenti kataliz edir.



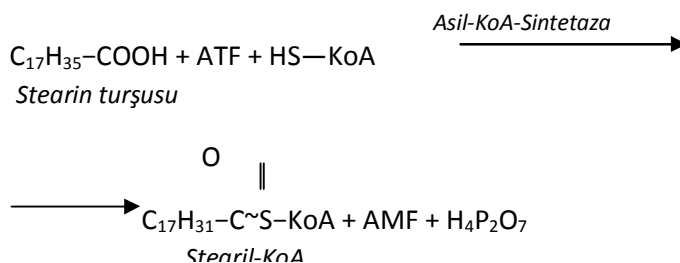
1-fosfoqliserin molekulunun əsas hissəsi yeni triqliseridlərin sintezinə sərf olunur. Bir hissəsi isə dioksiasetonfosfata oksidləşir.



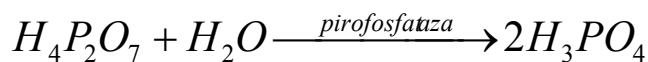
Dioksiasetonfosfat molekulu izomerləşərək 3-fosfoqliserin aldehydinə çevrilir. Sonuncu isə dixotomik prosesə qoşulur bir sıra çevrilmələrə uğrayaraq, sirkə turşusuna, nəhayət suya, karbon qazına ayrılır və enerji verir.

Təbiətdə rast gəlinən yağ turşularının tərkibində karbon atomlarının sayı cütdür. Belə turşular tədricən parçalanaraq, hər bir β -oksidləşmədən sonra özlərindən bir molekul sirkə turşusu ayırırlar. Bu proses tərkibində dörd karbon atomu olan yağ turşusunun əmələ gəlməsi ilə başa çatır. Yağ turşusu da öz növbəsində β -oksidləşmə prosesinə uğrayır. O növbə ilə 2 dəfə hidrogenləşmə və hidratlaşma reaksiyalarına girdikdən sonra parçalanaraq 2 molekul sirkə turşusuna çevrilə bilər. Ali yağ turşularının β -oksidləşməsi demək olar ki, bir çox canlılar üçün universal proses sayılır. Müasir nəzəriyyəyə görə parçalanmaya məruz qalan doymamış yağ turşuları (onların digər hissəsi müxtəlif maddələrin alınmasında iştirak edir) ilk əvvəl reduksiya olunaraq (hidrogenləşərək) doymuş ali yağ turşularına çevrilirlər. Bu proses mərhələrlə baş verir.

Birinci mərhələdə doymuş ali yağ turşuları asil-KoA-sintetaza fermentinin iştirakı ilə koenzim-A-nın təsirindən aktiv formaya keçirlər. Bu reaksiya üçün sərf olunan enerji ATF molekulunun parçalanması nəticəsində alınır.



Yağ turşularının aktivləşməsi hüceyrənin sitoplazmasında gedir. Bu prosesdə əmələ gəlmiş pirofosfat turşusu tezliklə sitoplazmada olan pirofosfataza fermentinin təsiri ilə hidrolizə uğrayaraq 2 molekul fosfat turşusuna çevrilir və prosesin geri dönməsinə şərait yaranmır.

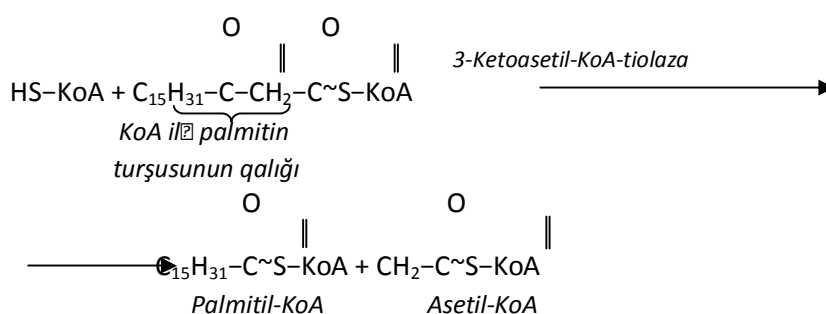


İkinci mərhələdə aktivləşmiş yağ turşuları mitoxondriyanın matrisasına daxil olur və asil-KoA dehidrogenaza fermentinin iştirakı ilə flavinadenindinukleotidin (FAD) oksidləşməyə məruz qalır.

Üçüncü mərhələdə əmələ gəlmiş α - β -dehidrostearil-KoA molekulunun iki qat rabitə olan hissəsinə su molekullarının birləşməsi (hidratlaşma) baş verir. Bu proses hidrolazalar sinfinə aid olan enoil-Ko A-hidrataza fermentinin iştirakı ilə gedir.

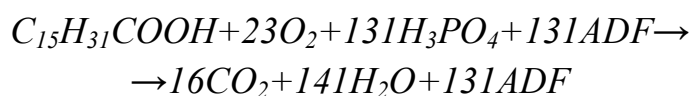
Dördüncü mərhələdə yağ turşularının parçalanması karboksil qrupundan β vəziyyətdə yerləşən karbon atomundan iki hidrogen atomunun çıxarılması ilə gedir. Bu səbəbdən prosesin adı β -oksidləşmə adlanır. Hidrogen atomunun çıxarılması qoparılması (hidrogenləşmə) β -oksiasil-KoA-dehidrogenaza (oksireduktaza) fermentinin və NAD^+ iştirakı ilə gedir.

Birinci mərhələdə β -ketostearil-KoA molekulu 3-ketoasil-KoA-tiolaza fermentinin iştirakı ilə yeni asil-KoA molekulu ilə qruplaşaraq aktiv fəal sirkə turşusuna (asetil-KoA) və palmitil-KoA molekullarına çevrilir.



Nəticədə stearin turşusundan iki karbon atomu ayrılır fəal sirkə turşusu (asetil-KoA) və fəal palmitil-KoA alınır. Bu proses hər dəfə iki karbon atomu ayrılmaqla (sirkə turşusu əmələ gəlməklə) nəhayət dörd karbonlu yağ turşusuna qədər parçalanır o da 2 mol sirkə turşusuna çevrilir.

Belə oksidləşmədə çoxlu miqdarda enerji əmələ gəlir. Məsələn 1 mol palmitin turşusu oksidləşdikdə ayrılan enerjinin müəyyən hissəsi (40%) 131 molekul ATF-də toplanır və hüceyrələr tərəfindən istifadə olunur. Bu parçalanmada 7 sikl β -oksidləşmə baş verir. β -oksidləşmənin son məhsulu CO_2 və H_2O -molekullarıdır. Prosesi sxematik olaraq aşağıdakı kimi göstərmək olar.



Əgər asetil-KoA əmələ gəlməsi azalarsa o zaman HS-KoA-nın ehtiyatı tükənər və nəticədə mitoxondriyalarda yağ turşularının oksidləşməsi dayanar.

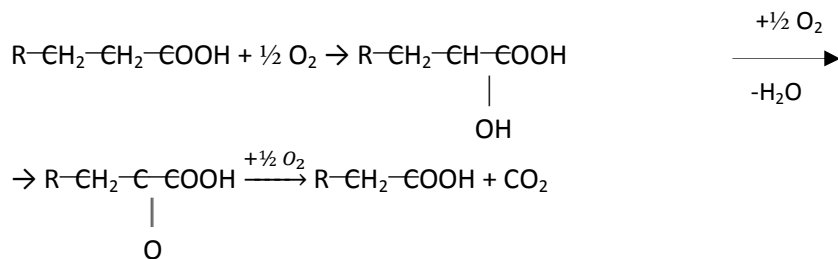
Qeyd etmək lazımdır ki, tərkibində n sayda karbon atomu olan yağ turşusunun tam parçalanması zamanı baş verən β -oksidləşmə mərhələlərinin sayı $n/2-1$, əmələ gələn asetil-KoA molekulalarının sayı $n/2$ -dir. Buna əsasən tərkibində karbon atomunun sayından asılı olaraq parçalanmasından sintez olunacaq ATF molekulalarının sayını hesablamaq olar. Məsələn, tərkibində 18 karbon atomu olan stearin turşusunun toxumadaxili oksidləşməsi zamanı 8 dəfə $(18/2-1)$ β -oksidləşmə baş verir və 9 $(18/2-1)$ asetil-KoA əmələ gəlir. Deməli, bu turşunun bir molekulunun toxumadaxili oksidləşməsi $8 \cdot 5 + 9 \cdot 12 = 148$ ATF molekulunun sintezinə səbəb ola bilər.

Yağ turşularının β -oksidləşməsi karbohidratların oksidləşməsindən enerji cəhətdən sərfəlidir. Belə ki, bir molekul qlükozanın (altı karbon atomu var) CO_2 və H_2O qədər oksidləşməsi nəticəsində 38 molekul ATF əmələ gəlir. Ancaq bir molekul yağ turşusunun (C_6 -olan) CO_2 və H_2O qədər oksidləşməsi zamanı 44 molekul ATF əmələ gəlir.

Üzvi turşuların bioloji oksidləşməsinin az təsadüf edilən α və ω parçalanma yolları da məlumdur.

Alifatik turşuların α -oksidləşmə yolu ilə parçalanmasına beyin hüceyrələrinin mikrosomlarında və bəzi bitkilərin inkişaf etməkdə olan toxumalarında təsadüf edilmişdir. Həmçinin müxtəlif heyvan və bitki toxumalarında alifatik turşular α və ω yolu ilə parçalana bilər.

α -oksidləşmə yolu ilə parçalanmanın ilk mərhələsində alifatik turşunun α vəziyyətdə olan ikinci karbon atomunda olan H atomu OH ilə əvəz olunur. sonra isə α hidroksiturşu oksidləşərək α -ketoturşuya, o da öz növbəsində oksidləşdirici karboksizləşmə prosesinə uğrayaraq zəncirin uc hissəsində olan karboksil qrupu itirilir. Beləliklə, alifatik turşu molekulunda olan karbon atomlarının sayı hər bir oksidləşmə dövrü ərzində bir ədəd azalır. Oksidləşmənin növbəti mərhələləri həmin prosesin təkrarı ilə başa çatır. Bütün deyilənləri aşağıdakı qısa sxemlə izah etmək olar.

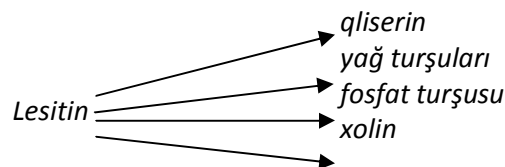


Qaraciyər hüceyrələrinin mikrosomlarında üzvi turşuların ω -oksidləşmə prosesinə uğrayaraq α -, ω -dikarbon turşularına çevirən ferment sisteminə təsadüf olunmuşdur. Bu sistemin iştirakı ilə üzvi turşu molekulunun uc hissəsində yerləşən metil radikalı (bu radikal üzvi turşunun ω -qrupu adlanır) oksidləşmə prosesinə

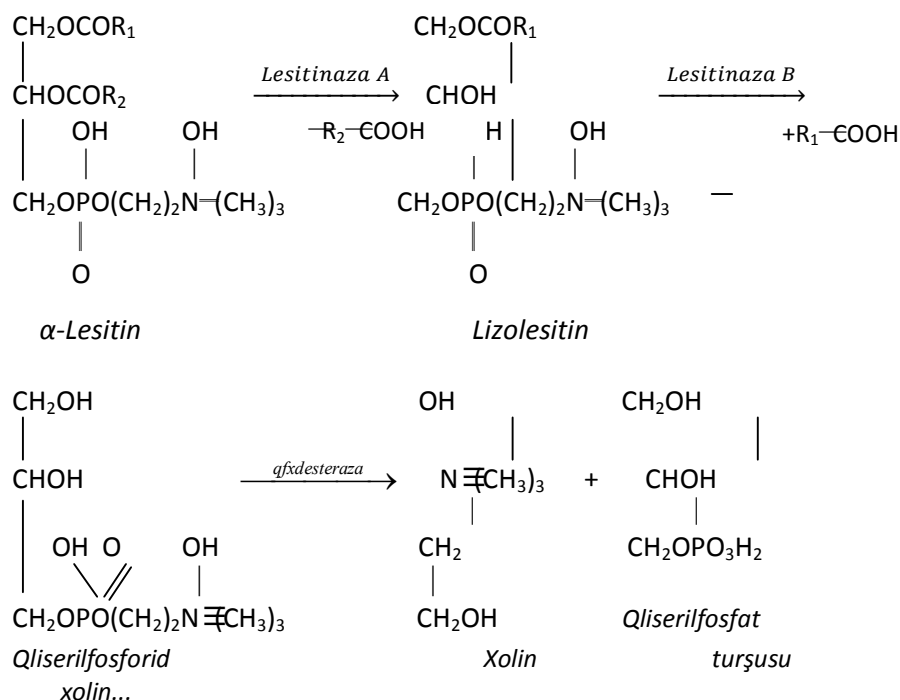
uğrayır. ω -oksidləşmə prosesində isə monooksigenaza fermenti, $\text{NADP}^+ \cdot \text{H}_2$, oksigen və sitoxrom P_{450} iştirak edir (sitoxrom P_{450} -nin reduksiyaya uğramış forması spektrofotometriya zamanı dalğa uzunluğu 450 nm olan işıq şüaları udur. Onun adı bu hadisə ilə əlaqədardır). ω -oksidləşmə prosesinin bioloji rolu hələlik aydınlaşdırılmamışdır.

4. Yağabənzər maddələrin mübadiləsi: Yağabənzər maddələrə l i p o i d l ə r də deyilir. Bura fosfatidlər, steridlər və s. aiddir. Fosfatidlərə misal lesitinləri, kefa-linləri, serinfosfatidləri və s.-ni göstərmək olar.

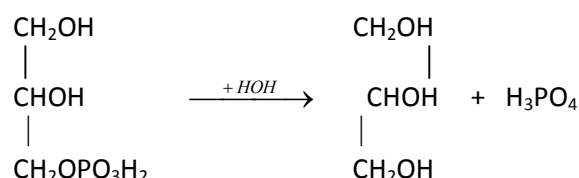
Lesitinlərin hidrolizindən qliserin, yağ turşuları, fosfat turşusu və xolin əmələ gəlir. Bu sxem formasında belə göstərilir:



Lesitin əvvəlcə β -vəziyyətinə olan yağ turşusunun qalığını ayırmaqla lizolesitinə, sonuncuda qalan yağ turşusunun qalığını itirməklə qliserilfosfoxolinə çevrilir.

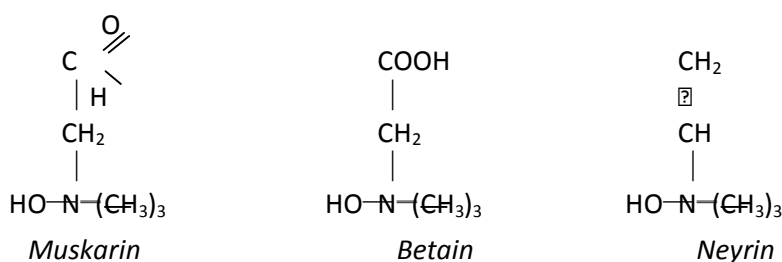


Qliserilfosfoxolində xolinə və qliserinfosfata ayrılır. Bu da qliserinfosfata-zanın iştirakı ilə qliserinə və fosfat turşusuna parçalanır:

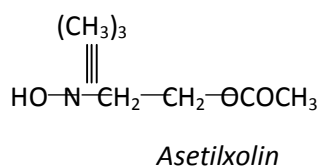


Qliserinin və yağ turşularının sonrakı çevrilmələri yuxarıda göstərildiyi kimi gedir, yəni son məhsul olaraq su və karbon qazına parçalanır, həm də enerji ayrılır. Fosfat turşusu fosforlu üzvi birləşmələrin (nukleozidfosfatların, monosaxaridlərin, fosfat efirlərinin və s.) və qismən fosfat turşusunun duzlarının (kalsium-fosfat, natrium-hidrofosfat, natrium-dihidrtofosfat və s.) əmələ gəlməsində istifadə olunur.

Azotlu əsaslar (xolin, kolamin və s.) qarşılıqlı olaraq bir-birinə çevrilə bilər. Xolin oksidləşdikdə muskarin və betain, reduksiya olunduqda neyrin əmələ gəlir.

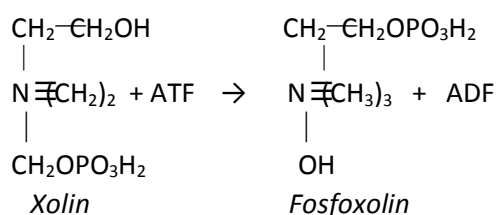


Xolin sirkə turşusu ilə birləşib asetilxolinə də çevrilir. Bu da sinir oyanmalarında mediator rolunu ifa edir.

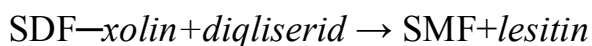


Kolamin oksidləşmə proseslərində iştirak edir, mədə şirəsinin sekresiyasını, amilazanın fəallığını stimulaşdırır, qlikogenelizi, fosforlaşmanı sürətləndirir və qeyri proseslərdə iştirak edir.

Fosfatidlər orqanizmdə, xüsusilə qaraciyərdə və müəyyən dərəcədə başqa orqanlarda (böyrəklərdə, sinir toxumasında, nazik bağırsaqda və s.) sintez olunur, yəni göstərilən komponentlərdən əmələ gəlir. Bu məqsədlə fosfatid turşulardan əmələ gələn diqliseridlərdən istifadə olunur. Sonuncular fosfat turşusu, xolin, kolamin, serin və s. ilə birləşərək müvafiq fosfatidlərə (lesitinlər, kefalinlər, serinfosfatidlər və qeyriləri) çevrilirlər. Bu çevrilmələrdə ATF və sitidiltrifosfat da (STF) iştirak edir. Xolin fosfoferazanın iştirakı ilə fosforlaşmaqla fosfoxolinə, sonuncu isə STF-lə birləşib sitidilfosfoxolinə (SDF-xolin) çevrilir.



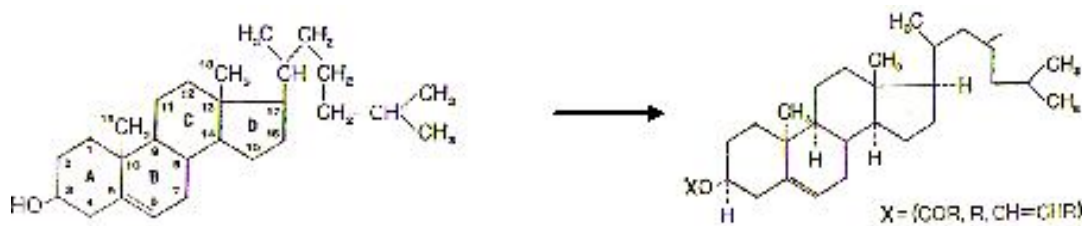
Sitidildifosfoxolin və diqliseridlə birləşib, lesitin əmələ gətirir:



Bu sxem üzrə başqa fosfatidlərdə: kefalinlər, serinfosfatidlər və qeyriləri də sintez olunur.

5. Sterinlərin mübadiləsi: Sterinlərin ən əhəmiyyətli xolesterindir. Bu orqanizmdə həm sərbəst, həm də yağ turşularının efirləri (steridlər) və zülallarla kompleks formada olur.

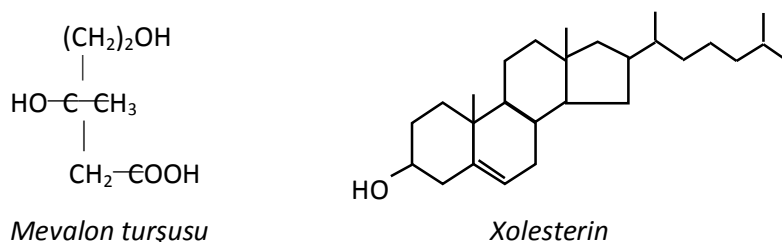
Xolesterindən orqanizm üçün bir sıra çox faydalı fizioloji fəal maddələr: öd turşuları, tənəş hormonları, kortikosteroidlər, *D* – vitamini və s. əmələ gəlir. Xolesterin toxumaların su ilə birləşməsində iştirak edir, toksinləri zərərsizləşdirir. Sterinlər orqanizmdən müxtəlif yollarla: ödlə, bağırsağın divarından, dəri ilə və s. toxumalarla ayrılır. Yoğun bağırsağın möhtəviyyatında həmişə xolesterinin mikrofloranın təsiri ilə reduksiyalaşma məhsulu olan koprosterinə təsadüf edilir.



Qoyunlarda dəri piyi ilə daimi steridlər də ifraz olunur.

Xolesterin oksidləşdikdə siklik nüvəsi parçalanır və son mərhələdə enerji ayrılır. Ona görə də uzun müddətli iş zamanı qanda və başqa orqanlarda xolesterinin miqdarı azalır.

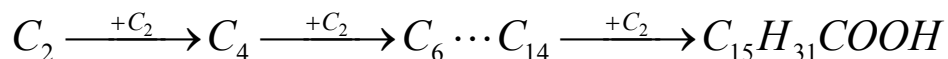
Xolesterin bütün orqan və toxumalarda, xüsusilə qaraciyərdə, dalaqda, beyində, ağciyərdə və s.-də sintez edilir. Bu məqsədlə sirkə, piroüzüm, yağ, asetosirkə turşularından və başqa birləşmələrdən istifadə olunur. Həmin çevrilmələr ATF-in, koenzim-A-nın, NADF-in, qlütationun, maqnezium ionunun və s. maddələrin iştirakı ilə gedir. Bunlardan bir sıra aralıq çevrilmələr nəticəsində mevalon turşusu, skvalen, lanosterin və ən nəhayət, xolesterin əmələ gəlir.



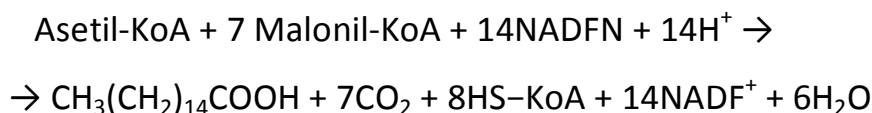
Xolesterin isə asetil-KoA ilə birləşməklə xolesteridlərə çevrilir.

Xolesterinin mübadiləsi pozulduqda (ateroskleroz zamanı və s.) damarların divarında çökür və onların elastikliyi pozur. Arteriya damarlarında təzyiq artdığından damarlar da partlayır. Belə hal ən çox yaşlı insan və heyvanlarda müşahidə olunur. Bu zaman qanda və başqa toxumalarda xolesterinin miqdarı çoxalır. Buna *hiperxolesterinemiya* deyilir.

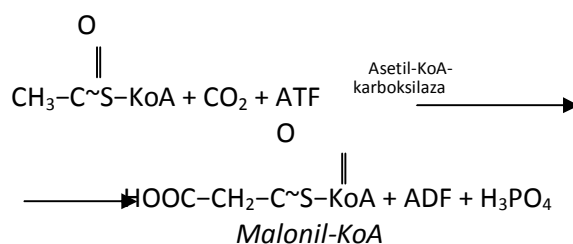
6. Ali yağ turşularının biosintezi: Yağ turşularının biosintezi hüceyrələrin sitoplazmasında törənir. Bu məqsədlə ikikarbonlu birləşmələr (sirkə turşusu və s.) sıxlaşmaqla iriləşir müvafiq doymuş yağ turşularını əmələ gətirir.



Palmitin turşusu 1 molekul asetil-KoA-nın və 7 molekul malonil KoA-nın sıxlaşmasından əmələ gəlir. Bu prosesi ümumiləşdirilmiş şəkildə palmitin turşusunun əmələ gəlməsi misalında aşağıdakı kimi təsəvvür etmək olar.



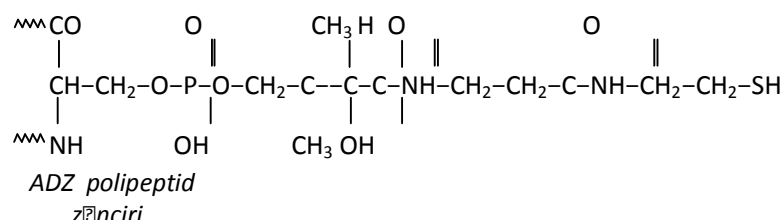
Bu proses üçün asetil-KoA karbohidratların və yağ turşularının aralıq məhsulundan alınır, ondan başqa ATF, NADFH bikarbonat və Mg^{2+} ionları olmalıdır. Göstərilən reaksiyada karbon qazı deyil onun aktiv forması iştirak edir. Malonil – KoA əmələ gəlməsi asetil-KoA ATF-in və aktiv CO_2 -nin asetil-KoA karboksilaza fermentinin katalitik təsiri ilə baş verir.



Müəyyən edilmişdir ki, malonil-KoA hüceyrələrin sitoplazmasında onun sintezinə sərf olunan asetil KoA isə mitoxondrilərdə əmələ gəlir. Asetil-KoA-nın mitoxondriyalardan sitoplazmaya keçməsinə (irimolekullu birləşmələr mitoxondrilərdən keçə bilmir) oksalat sirkə turşusu ilə birləşərək keçir. Bu prosesə 1 mol ATF sərf olunur.

Malonil KoA alifatik turşuların biosintezində mərkəzi rol oynayır. Malonil KoA yağ turşularının sintezində birbaşa asetil KoA ilə reaksiyaya girmir. Əvvəlcə asetil malonil KoA asildaşıyıcı zülal (ADZ) ilə əvəzetmə reaksiyalarına girirlər aktivləşirlər. ADZ (acil carrier protein) heyvan hüceyrələrinin protoplazmasında və

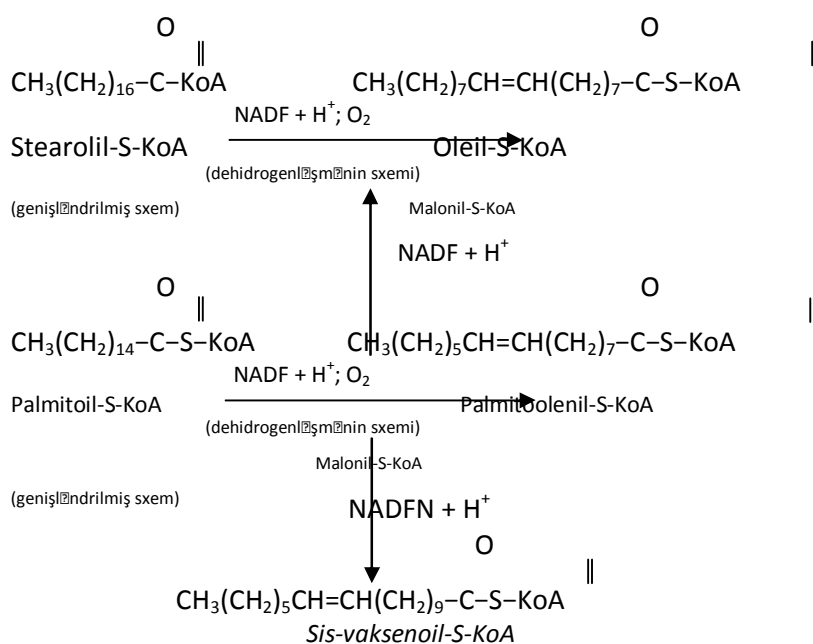
mikroorqanizmlərdə aşkar edilmişdir. O molekul sonluğunda aktiv sulfihidril ($-SH$) qrupları daxil olan maddədir. Onun quruluşu aşağıdakı kimidir.



Asetil Ko-A –nın ADZ ilə reaksiyasına asetiltransasilaza, malonil Ko A-nın müvafiq reaksiyasına isə malonil transasilaza fermentləri kataliz edirlər.

Doymamış ali yağ turşuları doymuş ali yağ turşuları kimi karbon zəncirinin ikiləşərək çoxalma yolu ilə sintez olunurlar. Çünki onları kataliz edən fermentlər məməli heyvanlarda və insan orqanizmində mövcud deyildir. Doymamış yağ turşuları yalnız doymuş yağ turşularının dehidrogensizləşməsi yolu ilə əmələ gəlirlər. Lakin məməlilərin orqanizmində üzvi turşuların molekul zəncirində sıra nömrəsi 9-a qədər olan karbon atomlarını hidrogensizləşdirən (dehidrogenləşdirən) fermentlər vardır. Onların iştirakı ilə palmitilolein və olein turşuları sintez edilə bilər. Deməli məməlilərin toxumalarında yalnız nonoentərkiibli doymamış ali yağ turşuları sintez edilə bilər. Palmitilolein və olein turşularının stearin və palmitin turşularından dehidrogenləşmə (hidrogensizləşmə) yolu ilə biosintezində iştirak edən fermentlərə qaraciyərin və piy toxuması hüceyrələrinin mikrosomlarında təsadüf edilir.

Doymamış yağ turşularının dehidrogenləşmə yolu ilə əmələ gəlməsi və karbon zəncirinin uzanması aşağıdakı sxemdə aydın görmək olar.

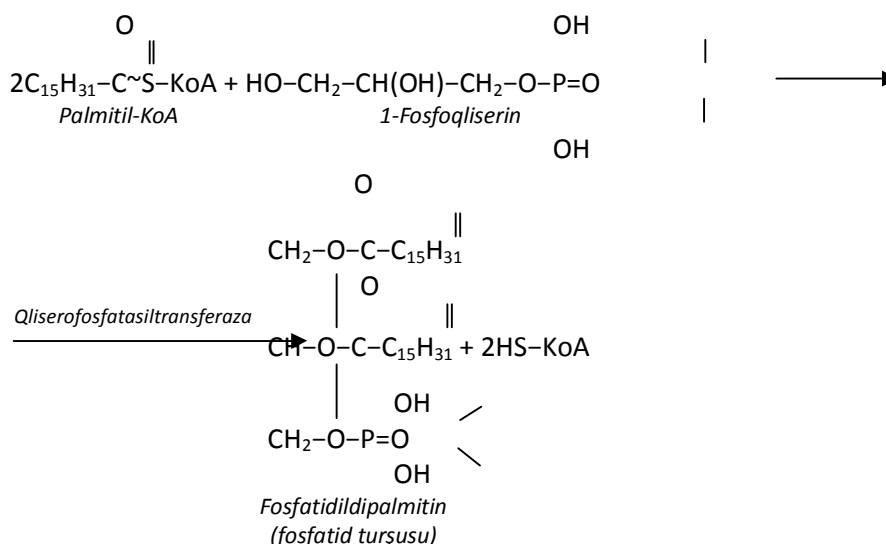


Doymamış turşularının məməlilərin orqanizmində sintez edilməsi qeyri-mümkündür. Orqanizm linol, linolein, araxidon turşularını yalnız qida maddələrinin (yalnız bitki mənşəli) tərkibində mənimsəyir. Bununla əlaqədar göstərilən turşulara əvəzedilməz turşular adı verilmişdir. Son vaxtlarda sübut edilmişdir ki, məməli heyvanlar qida vasitəsilə (sorqo, amarant, raps və s. yem bitkiləri ilə qidalandıqda) kifayət qədər linol və linolein turşuları qəbul etdikdə onların qaraciyərində bu turşulardan eykozatrien, eyzoatetraen (araxidon) və eykozapenten turşuları sintez oluna bilər.

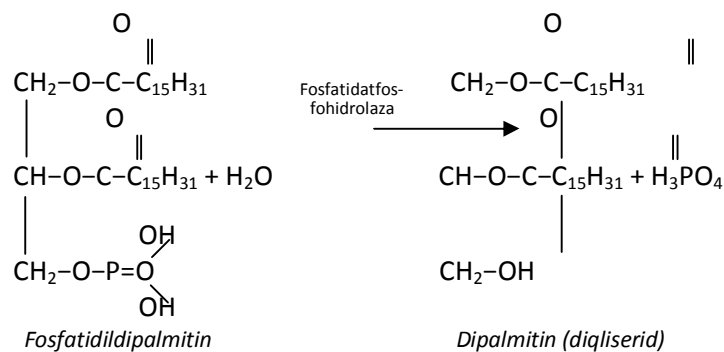
Tərkibində bir neçə ikiqat rabitə olan üzvi turşuların orqanizmdə mühüm vəzifə daşması son zamanlar müəyyən olunmuşdur. Belə ki, bu turşular orqanizmdə xəstəliktörədicə mikrobların fəaliyyətini minimuma endirir. Bioloji aktiv maddələrin (prostaqlandinlər, prostasiklin, tromboksan, leykotreinlər və s.) məhz tərkibində bir neçə ikiqat rabitə olan ali yağ turşularında əmələ gəldiyi sübut olunmuşdur. Doymamış ali yağ turşularına F (essensial) vitamini də deyilir.

7. Yağların (triqliseridlərin) sintezi: Yağların biosintezinin əsas substratı 1-fosfoqliserin və asil-Ko A molekullarıdır. Sintezi transasilləşmə reaksiyası nəticəsində baş verir. Bu prosesdə 1-fosfoqliserin molekulu qliserinin fosforlaşmasından və ya fosfodioksiasetonun reduksiyasından alınır. Asil-Ko A molekulu isə yağ turşularının sintezi prosesi və β -oksidləşməsi zamanı əmələ gəlir.

Əvvəlcə transasilləşmə reaksiyası nəticəsində fosfatid turşusu (fosfatidil-dipalmitin) əmələ gəlir.



Əmələ gəlmiş fosfatid turşusu fosfatidatfosfohidrolaza fermentinin təsiri ilə hidrolizə uğrayaraq dipalmitinə (diqliseridə) çevrilir.



Diqliserid yenidən diqliseridtransasilaza fermentinin təsiri ilə asil-Ko A molekulu ilə tripalmitin (triqliseridi) molekulunu əmələ gətirir.

Triqliseridlərin sintezi prosesini sürətləndirən fermentlər qrupuna qaraciyər və s. toxumalarda rast gəlinir.

8. Lipid mübadiləsinin pozğunluqları: Yağların və lipoidlərin həzm olunmasında mədəaltı vəzinin ifraz etdiyi fermentlərin (lipazanın) və ödün mühüm rolu vardır. Buna görə də, mədəaltı vəzi şirəsinin və ödün bağırsağa tökülməsinin pozulması yağların orqanizm tərəfindən mənimsənilməsinə nəzərə cərpacaq dərəcədə azaldır.

Mədəaltı vəzi şirəsinin bağırsaq mənfəzinə ifraz edilməsinə maneəçilik törədən xəstəliklər nəcisdə yağların miqdarının kəskin sürətdə artmasına (steatoreya) səbəb olur.

Pankreas şirəsinin bağırsaqlara tökülməsinin pozulması ilə nəticələnən xəstəliklər anadangəlmə və qazanılma ola bilər. Anadangəlmə xəstəliklərə pankreas kanalının aplaziyasını, mədəaltı vəzinin hipoplaziyasını və fibrozunu misal göstərmək olar. Bunlardan mədəaltı vəzinin fibrozu nisbətən çox rast gəlinir.

Mədəaltı vəzinin fibrozu autosom-resessiv yolla nəslə verilən irsi xəstəlikdir. Bu xəstəlik zamanı mədəaltı vəzinin selik ifraz edən hüceyrələrində fermentativ dəyişikliklər baş verir və onlardan ifraz edilən şirə yüksək suvaşqanlığa malik olduğuna görə, tədricən vəzin parenximasını fibrozlaşdırır. Yaşlı şəxslərdə pankreatik steatoreyaya kəskin və xronik pankreatidlərə, həmçinin mədəaltı vəzinin axacağıının tutulması kimi xəstəliklərə də təsadüf etmək olar.

Öd axacağıının tutulması, xolesistit (öd kisəsinin iltihabı) və öd ifrazının pozulması ilə müşayiət olunan bəzi qaraciyər xəstəlikləri (məsələn Botkin xəstəliyi) zamanı bağırsaqlarda yağların həm həzmi, həm də sorulması azalır, çünki bağırsaqlara düşmüş yağlar əvvəlcədən ödün təsiri ilə emulsiyalaşdıqdan sonra həzm olunurlar. Yağların parçalanması nəticəsində əmələ gələn üzvi turşular isə yalnız öd turşuları ilə kompleks birləşmələr (xolein turşuları) əmələ gətirdikdən sonra bağırsaq divarından sorulur. Bağırsaq möhtəviyyatında ödün miqdarı azaldıqda, yağların parçalanması nəticəsində əmələ gələn üzvi turşuların hamısı xolein turşularına çevrilə bilmir və buna görə də bağırsaq divarından sorulmur.

Belə hallarda nəcis bozuntul-ağ rəngdə olur, onun tərkibində çoxlu miqdarda parçalanmamış yağlar və sorulmamış yağ turşuları aşkar edilir (axolik nəcis).

Bəzi mədə-bağırsaq xəstəliklərində (kəskin enterokolit, dizenteriya, bağırsaq vərəmi, qastritlər və s.) qida maddələrinin həzm sistemində hərəkəti sürətlənir və bağırsaq divarlarının selikli qişasında anatomik dəyişikliklər meydana çıxır ki, bunlar da yağların sorulmasının pozulmasına səbəb ola bilər.

Qida maddələrinin tərkibindən yağların və lipoidlərin tamamilə çıxarılması yolverilməz haldır, çünki onların qida maddələrinin tərkibindən çıxarılması nəticəsində orqanizm yağlarda həll olan vitaminlərdən (*A, D, E, K*) və əvəzedilməyən yağ turşularından (linol – $C_{17}H_{31}COOH$, linolen – $C_{17}H_{29}COOH$) məhrum olur.

Xolesterin mübadiləsinin pozulmaları ateroskleroz, öd daşı xəstəliyi, ksantomatoz (idiopatik hiperxolesterinemiya), lipoidli nefroz və s. xəstəliklərin əsasını təşkil edir. Ateroskleroz xəstəliyi qanda xolesterinin artması ilə müşayiət olunur. Öd daşlarının ümumi kütləsinin əsas hissəsini (90%-ə qədər) xolesterin təşkil edir. Xolesterin normal halda ödənin tərkibində məhlul halında olur. Suda həll olmayan xolesterinin məhlul halında qalmasında öd turşularının mühüm rolu vardır. Xolesterinin kristallaşaraq çöküntüyə keçməsi nəticəsində öd daşları əmələ gəlir. Bu kristal daşlar oksalat, urat, fosfat, karbonat duzlarının həll olmayan çöküntüləridir. Xolesterin mübadiləsinin pozulmaları praktiki təbabətin mühüm problemlərindən biridir. Bu problem haqqında tələbələr “Patoloji fiziologiya” kursunda və klinik kafedralarda daha ətraflı məlumat alacaqlar və onun aradan qaldırılması yolları haqqında məlumat əldə edəcəklər.

ƏDƏBİYYAT

1. Həşimov X.M, Həsənova S.Ə, Qida kimyası, Bakı 2010, 478 c.
2. Həşimov X.M, İbrahimova D.Ə, Ramazanov V.S., Bioloji kimyadan laboratoriya məşğələləri. Dərs vəsaiti, Bakı, 2012, 240 s.
3. Xəlilov Q. B. Heyvan biokimyasının əsasları. Bakı. 1987. Maarif.
4. Həsənov Ə. C., Rzayev N. A., İslamzadə F. Q., Əfəndiyev A. M. Bioloji kimya. Bakı 1989.
5. Кольман Я., Рем К. Г. Наглядное биохимия –Москва. Мир, 2000.
6. Северин Е. С., Алейникова Т. Л., Осипов Е. В. Биохимия. - Москва. Медицина. 2003.
7. Ковалевский Н. И. Биологическая химия. Москва. Академия 2008.

Qida kimyasından mühazirələr.

MƏRUZƏÇİ: dos.Həşimov Xalq Məmməd oğlu

**MÖVZU 14. MİNERAL MADDƏLƏR MÜBADİLƏSİ. SUYUN VƏ DUZUN
MÜBADİLƏSİ. MAKRO VƏ MİKROELEMENTLƏR**

P L A N

1. Mineral maddələr mübadiləsi haqqında ümumi məlumat
2. Suyun mübadiləsi və orqanizmdə rolu
3. Duzların mübadiləsi və bioloji rolu. Makroelementlər
4. Mikroelementlər mübadiləsi və bioloji rolu

1. Mineral maddələr mübadiləsi haqqında ümumi məlumat: İnsan və heyvanların bədənində mineral maddələrdən su və duzlar olur. Bunlar da molekul və ionlar şəklində, həm də başqa maddələrlə birləşmələr, karbohidratlar, turşular və s.) birləşmiş halda təsadüf edilir.

Duzlara molekul halında əsas sümük toxumasında və qismən hüceyrələrin tərkibində rast gəlinir. Onlar birləşmiş halda, yaxud ionlar şəklində hüceyrə və toxumaların əmələ gəlməsində və s. (molekulların formalaşmasında da) iştirak edirlər.

Su toxumalarda zülallarla, lipidlərlə, karbohidratlarla birləşmiş haldadır. Bu da onlardakı funksional qruplarla (karboksil, hidroksil, keton, aldehid qrupları və s.), su ilə onun dissosiasiya məhsullarının: hidrogen və hidroksil ionlarının xassələri ilə əlaqədardır. Su birləşmiş halda sərbəst formaya nisbətən çox az olur. Əzələlərdə suyun birləşmiş forması onun maksimum 1%-ni təşkil edir.

Mineral maddələrdən çoxluğu təşkil edən sudur. O, polifunksional maddədir. Su polyarlıq xassəsinə və hidrogen rabitəsi yaratmaq qabiliyyətinə malik olduğundan orqanizmdə həlledici rolunu oynayır. O, bədənə temperaturun nizamlanmasında iştirak edir. Bu da istilik tutumunun çoxluğu ilə izah olunur.

Su bioloji mayələrin (qan, sidik, öd, həzm şirəsi və s.) əsasını təşkil edərək, bədənə onların hərəkətinə də şərait yaradır. O, ifrazatda da iştirak edir. Maddələr mübadiləsi nəticəsində əmələ gələn son məhsullar sulu məhlullar şəklində ifrazat orqanlarına aparılır və bədənə xaric olunur. Buna sidik, tər və s. misal göstərilə bilər.

Su mübadilə proseslərində də qida maddələrinin parçalanmasında, yeni maddələrin biosintezində də iştirak edir. Su mexaniki funksya da daşıyır: oynaqları hərəkət zamanı sürtünmə ilə zədələnmədən qoruyur. Bütün bu göstərilənlərlə əlaqədar olaraq, insan və heyvan 20%-dən çox su itirdikdə ölür.

Mineral maddələr miqdarına görə 2 qrupa: makroelementlərə və mikroelementlərə bölünür.

Makroelementlərin orqanizmdə miqdarı 0,001%-ə qədərdir. Bu miqdardan az, yəni 10^{-3} — 10^{-12} % arasında olan elementlərə isə mikroelementlər deyilir. Makroelementlərə: kalsium, maqnezium, natrium, kalium, xlor, kükürd, fosfor və s. mikroelementlərə: mis, yod, kobalt, sink, manqan, molibden və başqaları aiddir.

Makroelementlərə orqanizmdə əsas qeyri-üzvi birləşmələr: sulfat, fosfat, karbonat, xlorid, flüorid turşularının duzları şəklində təsadüf olunur. Bu duzlar osmos təzyiqinin yaranmasında, buferli məhlulların əmələ gəlməsində, turşu-qələvi müvazinətində də iştirak edir.

Mikroelementlər əsasən üzvi birləşmələrin: zülalların, fermentlərin, vitaminlərin və hormonların tərkibində olur. Məsələn, zülallardan hemoqlobində dəmir,

vitaminlərdən siankobalamində kobalt, fermentlərdən ksantinoksidazada molibden, karboanhidrazada sink, hormonlardan tiroksində yod vardır.

2. Suyun mübadiləsi və orqanizmdə rolu: Su orqanizmdə diri çəkinin yarısından çoxunu (50–80%-ni) təşkil edir. Bu da heyvanın növündən, yaşından, yemindən, yemlənməsindən və s. amillərdən asılıdır. Yaşlı heyvanlarda suyun miqdarı cavanlara nisbətən azdır. Əgər yeni doğulan buzovun bədənində suyun miqdarı 75% təşkil edirsə, yaşlı öküzdə 55% olur. Orta köklükdə olan qoyunun bədənində 50–60%, çox kök qoyunda isə 35–45% su vardır. Bədəndə müxtəlif orqanlarda su eyni miqdarda paylanmır. Məsələn, bədəndəki suyun mütləq miqdarının 48%-i əzələdə, 11%-i dəridə, 8%-i qandadır. Beləliklə, heyvan orqanizmindəki suyun mütləq miqdarının çoxu əzələlərdə, dəridə, bağırsaqlarda, sümüklərdə və qanda, azı isə ağciyərdə, beyində, böyrəklərdə və dalaqda mövcuddur. Orqanizmdə və bioloji mayelərdə də suyun miqdarı müxtəlifdir. Məsələn, qaraciyərdə 70%, əzələ toxumasında 75%, beyində 70–84%, böyrəklərdə 82%, qanda 85%, tüpürcəkdə 99,4%, sümük toxumasında 16–46% su var.

İnsanın bədənində olan suyun $\frac{2}{3}$ hissəsi hüceyrələrdə, qalanı isə ondan xaricdə olur.

İnsan və heyvan suyu xaricdən qida ilə və içməklə qəbul edir. İnsan sutkada 2,5-2,8 l, at 15-18 l, camış 42-91 l mənimsəyir. Su orqanizmin özündə də, mübadilə zamanı qida maddələrinin oksidləşməsində də yaranır. Toxumalarda 1 kq nişasta oksidləşdikdə 600 ml, 1kq zülaldan 400 ml və 1 kq yağdan isə 1 l-dən çox su əmələ gəlir. Buna görə də onun balansı həmişə mənfi olur. Qəbul olunan sudan ifraz edilən suyun miqdarı təxminən 15% çoxdur. Su qismən mədədən və əsas bağırsaqlardan sorulur. Bədəndə onun əsas deposu dəri sayılır. Çünki içilən suyun 80%-i ehtiyat halında dəridə toplanır. Suyun bədəndə saxlanması natrium ionu, əksinə, ifrazını isə kalium və kalsium ionları artırır, toxumaların dehidratasiyasına səbəb olur.

Su bədənədən əsasən sidiklə gedir. Bədənədən çıxan suyun təxminən 50%-i sidiklə, 30%-i dəri və ağciyərlə, qalanı isə bağırsaqdan nəcisə ayrılır. İnsan sidiklə sutkada 1,5 l, at 4–8 l su ifraz edir.

Suyun mübadiləsində dəri və böyrəklərin də əhəmiyyəti çoxdur. Böyrəklərin normal fəaliyyəti zamanı insan orqanizmindən içilən suyun 80%-i 3–4 saata, atınkı 30–54%-i və inəyinki 33–61%-i 4–6 saata xaric olur.

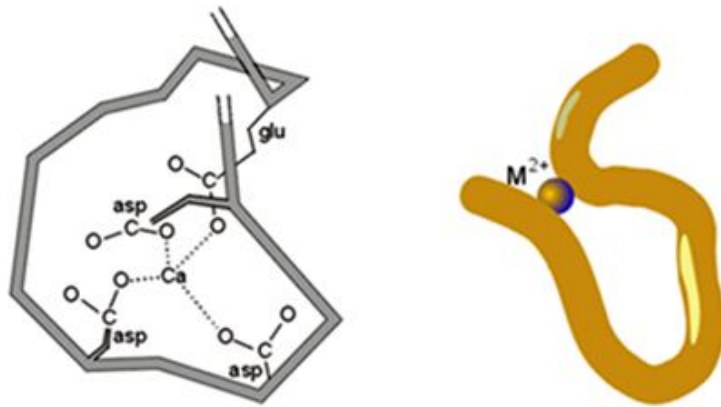
Suyun mübadiləsinə bəzi daxili sekresiya vəzilərinin (qalxanabənzər, hipofiz, mədəaltı vəzi və s.) hormonları da təsir göstərir. Buna misal vazopressini, tiroksini və s.-ni göstərmək olar.

Tiroksin suyun ifrazatını artırır, vazopressin və insulin isə azaldır, toxumalarda saxlanmasına şərait yaradır. Suyun mübadiləsinin nizamlanmasında sinir sistemi də (beyin qabığı, ara beyin, boz qabıq) iştirak edir.

3. Duzların mübadiləsi və bioloji rolu. Makroelementlər: Bütün canlıların həyatında duzların da rolu az deyildir. Duzlar ən çox (təxminən 84%) insan və heyvanların sümüklərində olur. Sümük toxumasının 85%-ni kalsium-fosfat, 10%-ni isə kalsium-karbonat təşkil edir. Sümüklərdə 1,5% maqnezium-fosfat da vardır. Küldə 0,3% kalsium-flüorid də olur.

Duzlar orqanizmdə buferli sistemlərin də (fosfat, karbonat buferləri və s.) əmələ gəlməsində, osmos təzyiqinin yaranmasında iştirak edir.

Kalsiumun orqanizmdə miqdarı 2%-ə yaxın, maqnezium 0,05%, kalium 0,3%, natrium 0,15% və flüor 0,009% olur. Orqanizm duzları qida və içilən su ilə qəbul edir. İnsan və heyvanların duzlara olan təlabatı onların yaşından, qidasından, ilin fəslindən, fizioloji və patoloji halından və s. amillərdən asılıdır. İnsanın sutkalıq təlabatı kalsiuma 0,7–0,8 q, fosfora 1,5–2 q, natriuma 4–8 q, kaliuma 2–3 q, xlorə 2–4 q təşkil edir. Heyvanların diri çəkisinin hər 100 kq-na sutkada inəkdə 5 q, atda 35 q, qoyunda 3–10 q kalsium, müvafiq olaraq 2,5 q, 37 q və 1,5–5,5 q fosfor tələb edilir. Bəzi duzlar (kalsium-karbonat, maqnezium-karbonat, kalsium-fosfat, maqnezium-fosfat) suda pis həll olur. Pankreas şirəsi və öd onların sorulmasını asanlaşdırır.



Kalsiumun biokimyası

Duzların orqanlarda paylanması müxtəlifdir. Kalsium, maqnezium və fosforun duzları ən çox sümüklərdə, xörək duzu dəridə, dəmir qaraciyərdə toplanır. Onlar sidiklə, tərle (natrium xlorid) və nəcisə ifraz olunur. Civə, qurğuşun və bismut duzları yoğun bağırsağın selik qişası ilə ifraz edilir. Kalsium-fosfatlar isə əsas sidiklə və qismən nəcisə ayrılır.

Natrium və kalium bədəndə fosfat, karbonat, xlorid, sulfat turşularının duzları formasındadır. Bu elementlərin müəyyən hissəsi ionlaşmış halda, bir qismi də zülallar, nuklein turşuları və başqa maddələrlə birləşmiş vəziyyətdədir.

Natrium bioloji mayələrdə, kalium isə toxumalarda çoxdur. Məsələn, qan zərdabında natrium 335 mq%, kalium 20 mq%, əzələlərdə isə natrium 38 mq% və kalium 320 mq%-dir. Kaliumun 95%-dən çoxu eritrositlərdədir. Bu elementlər osmos təzyiqinin yaranmasında (xüsusilə natrium), buferli məhlulların əmələ gəl-

məsində, ayrı-ayrı orqanların (sinir sistemi, ürək, əzələlər, damarlar və s.) fəaliyyətində iştirak edir. Natrium əzələlərin oyanmasını artırır, kalium isə əksinə ləngidir.

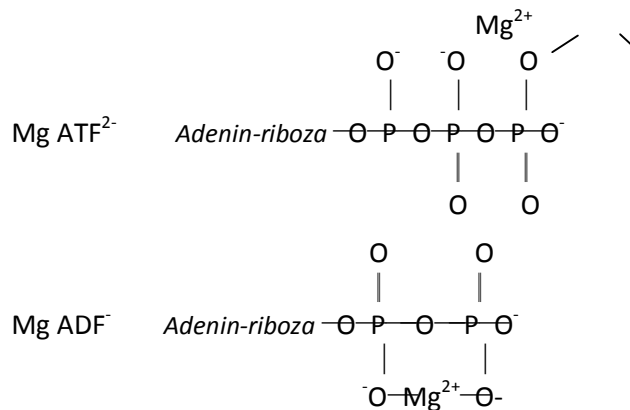
Qidada natrium az olanda insan və heyvanlarda adinomiya xəstəliyi baş verir.

Kalsium ən çox (97%) fosfat və karbonat turşusunun duzları şəklində sümük toxumasında rast gəlinir. Qalan orqan və toxumalarda ion şəklində, yaxud zülallarda (məsələn, kazeinlə) birləşmiş haldadır.

Kalsium sinir oyanmalarını, toxuma zülallarının su ilə birləşmək qabiliyyətini, hüceyrələrin sızma xüsusiyyətini (keçiriciliyini) azaldır, qanın laxtalanmasında iştirak edir, ürəyin fəaliyyətini artırır. Fermentlərin fəallığına da təsir göstərir. Lesitinazanı fəallaşdırır, dipeptidazaların fəallığını azaldır.

Kalsium 25–35% sidiklə, 65–75% isə nəcislə ifraz olunur.

Maqnezium hüceyrədaxili kationdur. Mitoxondriyalarda oksidləşməklə fosforlaşmanı sürətləndirir. Nüvədə və ribosomlarda zülallarla və nuklein turşuları ilə birləşmiş halda olur. O, ADF və ATF-lə komplekslər əmələ gətirməklə onları fəallaşdırır. Bu da pirofosfat qrupunun ikivalentli kationlarla birləşmək qabiliyyəti və hüceyrələrdə maqnezium ionunun qatılığının çoxluğu ilə əlaqədardır. Kalsium və maqnezium mübadilə proseslərində bir-birinin antoqanistidir. Maqnezium çox qəbul edildikdə, o kalsiumu zülalların və mineral birləşmələrin tərkibindən sıxışdırıb çıxarır. Onun artıq miqdarı böyrəklər vasitəsilə orqanizmdən xaric olunur.



Maqnezium ionunun ATF-lə kompleks əmələ gətirmək qabiliyyəti ADF-ə nisbətən 10 dəfə çoxdur. ATF isə MgATF^{2-} kompleksi şəklində daha fəal olmaqla, fermentativ reaksiyalarda fosfatın donoru rolunu oynayır. Maqnezium ionu mübadilə proseslərində vacib biostimulyatordur, zülalların biosintezində, irsiyyətlə əlaqədar çevrilmələrin nizamlanmasında, əzələlərin qısalmasında, bir sıra fermentlərin (fosfataza, peptidaza, karboksilaza və s.) fəallaşmasında iştirak edir.

Maqneziumun 70%-ə yaxını fosfatlar və karbonatlar şəklində sümük toxumasındadır.

Fosfor fosfat turşusunun duzları şəklindədir. O, bəzi zülalların (fosfoproteidlər), lipidlərin (fosfatidlər), karbohidratların törəmələrinin (monosaxaridlərin fosfat

efirləri), nukleotidlərin (nukleozidfosfatlar) və s. birləşmələrin də tərkibinə daxil olur.

Mübadilə proseslərdə: zülalların, karbohidratların, yağların parçalanmasında fosforun rolu çox böyükdür.

Fosfat turşusu bir sıra kofermentlərin də tərkib hissələrindən biridir. O, kalsiumla birlikdə sümük toxumasının əsasını təşkil edir. Bədəndəki fosforun 87%-i sümük toxumasındadır. Bunların yəni fosfor və kaliumun mübadiləsi pozulduqda tetaniya, raxit və osteomalyasiya xəstəliyi baş verir.

Kükürd əsas üzvi birləşmələrin: bəzi aminturşularının, peptidlərin (qlütation), zülalların, hormonların və fermentlərin tərkibində olur.

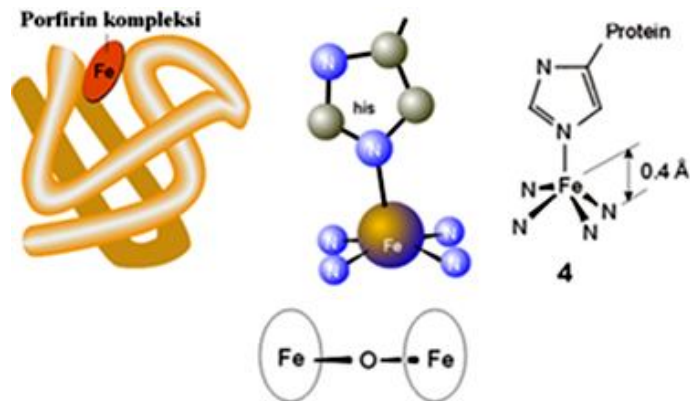
Kükürd bəzi vitaminlərdə də (tiamin, biotin) vardır. Bunlarda kükürd reduksiya olmuş formada: hidrogen-sulfidin qalığı şəklindədir. Kükürd sulfhidril qrupu şəklində oksidləşmə-reduksiya reaksiyalarında mühüm rol oynayır. Lakin mukopolisaxaridlərdə kükürd oksidləşmiş formada, sulfat turşusunun qalığı şəklindədir.

Kükürd ən çox tükdə (yunda), buynuzda, dırnaqda və lələkdə olur. Onun qeyri-üzvi birləşmələrinin çoxu (60%-ə yaxını) dəridə toplanır.

Kükürd orqanizmdə əmələ gələn bir sıra zərərli maddələrin (fenol, krezol, indol, skatol və s.) sulfat turşusunun efirləri şəklində zərərsizləşməsində mühüm rol oynayır. O, orqanizmə zülallarla daxil olur. Onun çox hissəsi (60–70%) sidiklə sulfatlar (natrium-sulfat, kalium-sulfat, ammonium-sulfat, kalsium-sulfat, maqnezium-sulfat), az qismi isə sulfat turşusunun efirləri (fenol-kükürd, indoksilkükürd, krezolkükürd turşuları və s.) şəklində ifraz olunur.

Dəmir ən çox (60–70%) porfirinin törəmələrində (hemoqlobin, mioqlobin), katalazada, peroksidaza və sitoxromlarda olur, zülal komplekslərində isə nisbətən azdır. Qan plazmasında beta-qlobulinlərlə birləşərək transferrin əmələ gətirir.

Dəmir orqanizmdə baş verən oksidləşmə-reduksiya proseslərində, immuno-bioloji reaksiyalarda, boy artımı və qanyaranma proseslərində aktiv iştirak edir. Dəmir mübadiləsi qan zərdabında dəmirin daşıyıcısı rolu oynayan ixtisaslaşmış zülali maddə-siderofillin vasitəsilə həyata keçirilir.



Dəmirin biokimyası

Dəmir zülal komplekslərindən ən çox (quru çəkiyə görə 17–25%) ferritində olur. Bu da əsas qaraciyərdə və dalaqdadır.

Xlor bütün toxumalarda və bioloji mayelərdə ion halındadır. Bu ən çox mədə şirəsində xlorid turşusunun tərkibində, qan plazmasında, xörək duzunda mövcuddur. Bioloji mayelərdə osmos təzyiqinin yaranmasında xlorun da rolu böyükdür. Qanın osmos təzyiqinin 65–70%-i xloridlərlə əlaqədardır.

Flüor sümüklərdə, dişlərdə kalsium-flüorid şəklindədir. Bunun artıqlığından dişlərdə ləkə əmələ gəlir. Bu da xallı emal adlanır. Flüorid az olanda isə dişin emalı sərtliyini itirir.

4. Mikroelementlər mübadiləsi və bioloji rolu: Heyvan orqanizmində mikroelementlər mühüm fizioloji funksiya yerinə yetirir. Bir çox fermentlərin (karboanhidraza, uratoksidaza, tirozinaza, prolidaza, ksantinoksidaza, fosfopiruvat-hidrataza və s.) hormonların və vitaminlərin tərkib hissəsi mikroelementlərdən ibarətdir, mübadilə proseslərinin fəallaşmasında, qandoğurmada, toxuma tənəffüsündə, boy və inkişaf proseslərində iştirak edir.

Mikroelementlərin üzvi birləşmələri qeyri-üzvi birləşmələrinə nisbətən daha qüvvətli təsir göstərir. Məsələn, 20 mq qeyri-üzvi kobalt 0,004 mq üzvi kobaltla əvəz olunur.

Mikroelementlərin çatışmazlığından bir sıra xəstəliklər baş verir, heyvanların boy və inkişafı ləngiyir, məhsuldarlığı azalır. Bu da xarici mühitdə: torpaqda, suda, bitkilərdə onların azlığından və ya artıqlığından irəli gəlir. Bu məsələlərin öyrənilməsi ilə biogeokimya elmi məşğul olur. Biogeokimya kainatın kimyəvi tərkibi ilə orqanizmin elementar kimyəvi tərkibi arasındakı əlaqəni və mübadilə proseslərini öyrənir. Biogeokimyanın banisi akademik V. İ. Vernadskidir. Hazırda bəzi ölkələrdə bir sıra biogeokimyəvi əyalətlər müəyyən edilmişdir. Bu da mikroelementlərin xarici mühitdə yayılma dərəcəsini (azlığını və artıqlığını) göstərir. Bu məsələni ilk dəfə öyrənən akademik L. P. Vinqradov, sonralar isə V. V. Kovalski, Y. V. Peyve, Y. M. Berzin, M. A. Riş, R. K. Dautov və başqaları olmuşdur. Bu biogeokimyəvi əyalətlərə görə insan və heyvanların mikroelementlərlə nə dərəcədə təmin olunduğu müəyyən edilir və bir sıra əməli tədbirlər həyata keçirilir. Bu sahədə Azərbaycanda da xeyli işlər aparılmışdır (Ə. Güləhmədov, İ. Eyyubov, F. Hacıyev, Q. Xəlilov, K. Daşdəmirov və başqaları).

Azərbaycanın çox rayonlarında (Şəki–Zaqatala, Lənkəran–Astara, Laçın–Kəlbəcər, Gəncə - Qazax, Muğan zonalarının və s.) mikroelementlərin (yod, kobalt, mis, manqan və s.) çatışmazlığı və bununla əlaqədar olan bəzi xəstəliklərdə (endemik ur, enzootik ataksiya, alimentar anemiya və s.) aşkar edilmişdir. Lakin bir sıra rayonlarda (Daşkəsəndə kobalt, Gədəbəydə mis, Naxçıvanda molibden və s.) isə əksinə mikroelementlərin miqdarı çoxdur.

İnsan və heyvanlar mikroelementləri yediyi qida və içdiyi su ilə qəbul edir. Xarici mühitdə kobalt çatışmadıqda heyvanlarda akobaltoz xəstəliyi nəzərə çarpır. Bu xəstəlik zamanı B_{12} vitamininin sintezi pozulur. Çünki onun tərkibində 4,5% kobalt vardır. Ona görə də akobaltoz B_{12} avitaminoza da səbəb olur. Xəstəliyin qarşısını almaq üçün və profilaktik məqsədlə heyvanların yemində kobalt və ya B_{12} vitamini əlavə olunur.

Yod orqanizmdə ən çox qalxanabənzər vəzdə toplanır və tiroksinin sintezində iştirak edir. O, çatışmayanda endemik ur xəstəliyi baş verir. Yodun çatışmamazlığına donuzlar, xüsusən cavanları daha həssasdır. Yodun çatışmamazlığının qarşısını almaq üçün insan və heyvanlara verilən xörək duzuna natrium yodid (100 kq-a 1 q) qatılır.

Mis orqanizmdə ən çox qaraciyərdə və dalaqda toplanır. Bu mikroelement qanyaratmada və hemoqlobinin sintezində iştirak edir. Orqanizmdə mis çatışmadıqda qoyunlarda enzootik ataksiya (yalama) xəstəliyi baş verir, qanazlığı (anemiya) əmələ gəlir.

Manqan ən çox qaraciyərdə və böyrəklərdə olur. Fermentlərdən peptidazaları, fosfatazaları, arginazanı, karboksilazanı, xolinesterazanı və s.-ni fəallaşdırır. ATF-lə fəal kompleks: $Mn\ ATF^{2-}$ əmələ gətirir.

Manqanın çatışmazlığı qanyaranma prosesinə, cinsi yetişməyə, daxili sekresiya vəzilərinin fəaliyyətinə mənfi təsir göstərir.

Manqanın çatışmazlığına quşlar daha həssasdır. Onlarda perozis adlanan xəstəlik baş verir. Bu isə ətrafların və qanadların sümüklərinin deformasiyası ilə xarakterlənir.

Molibden xarici mühitdə çox olduqda heyvanlarda xroniki molibden toksikozu əmələ gəlir. Boy prosesi dayanır, anemiya baş verir, diri çəki azalır. Qoyunlarda yun məhsuldarlığı pozulur.

Orqanizmdə təbii radioaktiv elementlərin əhəmiyyəti də çoxdur. Onlardan (məsələn, radioaktiv karbon) alınan enerjidən mübadilə proseslərində istifadə olunur. Bu məsələləri radiobiologiya öyrənir. Hazırda radiobiologiya elminin sürətlə inkişafı da bununla əlaqədardır.

Mikroelementlərin maldarlıqda: heyvanların normal inkişafında və məhsuldarlığında əhəmiyyəti böyükdür. Ona görə də heyvanların yemləndirilməsində onların mikroelementlərə olan tələbatı və yemlərdə, yem payında, kifayət qədər olmasına da fikir verilməlidir.

ƏDƏBİYYAT

1. Həşimov X.M, Həsənova S.Ə, Qida kimyası, Bakı 2010, 478 c.
2. Həşimov X.M, İbrahimova D.Ə, Ramazanov V.S., Bioloji kimyadan laboratoriya məşğələləri. Dərs vəsaiti, Bakı, 2012, 240 s.
3. Xəlilov Q. B. Heyvan biokimyasının əsasları. Bakı. 1987. Maarif.
4. Həsənov Ə. C., Rzayev N. A., İslamzadə F. Q., Əfəndiyev A. M. Bioloji kimya. Bakı 1989.
5. Кольман Я., Рем К. Г. Наглядное биохимия –Москва. Мир, 2000.
6. Северин Е. С., Алейникова Т. Л., Осипов Е. В. Биохимия. - Москва. Медицина. 2003.
7. Ковалевский Н. И. Биологическая химия. Москва. Академия 2008.

Qida kimyasından mühazirələr.

MƏRUZƏÇİ: dos.Həşimov Xalıq Məmməd oğlu

MÖVZU 15. MADDƏLƏR MÜBADİLƏSİNİN ORQANİZMDƏ ƏLAQƏSİ (VƏHDƏTİ)

P L A N

1. Maddələr mübadiləsinin orqanizmdə əlaqəsi haqqında ümumi məlumat
2. Nuklein turşularının və zülalların mübadiləsi arasında əlaqə
3. Nuklein turşularının və karbohidratların mübadiləsi arasında əlaqə
4. Nuklein turşularının və lipidlərin (triqliseridlərin) mübadiləsi arasında

əlaqə

5. Karbohidratların və zülalların mübadiləsi arasında əlaqə

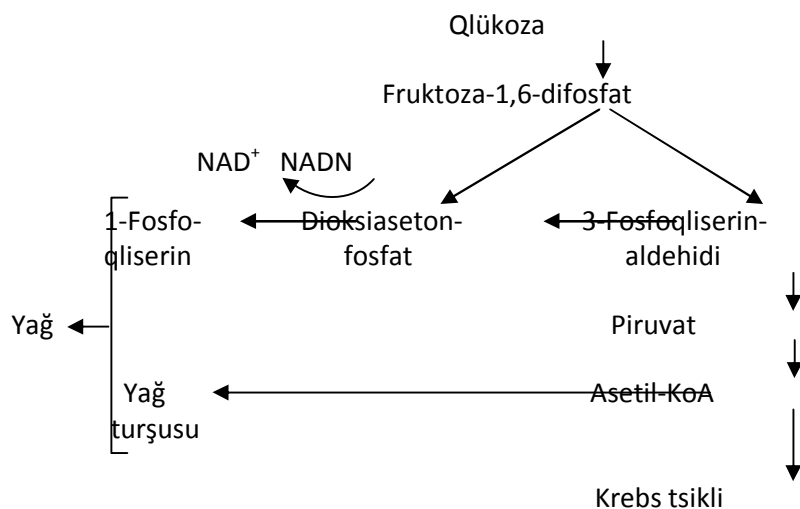
6. Zülalların və lipidlərin mübadiləsi arasında əlaqə

7. Karbohidratların və lipidlərin mübadiləsi arasında əlaqə

1. Maddələr mübadiləsinin orqanizmdə əlaqəsi haqqında ümumi məlumat:

Maddələr mübadiləsi bir-biri ilə sıx əlaqəsi olan və bir-birini tamamlayan ardıcıl kimyəvi proseslərdən ibarət nizamlı cümləsi olan ansambldır. Heterotrof orqanizmlərdə qida vasitəsilə hazır şəkildə qəbul edilən üzvi maddələr kimyəvi proseslər nəticəsində bir-birinə əlaqəli şəkildə çevrilirlər və bunun hesabına onların orqanizmi qurulur.

Qəbul edilən qidanın tərkibində orqanizmin qurulması üçün lazım olan maddələr hazır şəkildə mövcud deyildir. Yalnız bir sıra biokimyəvi çevrilmələr (fermentlərin iştirakı ilə) sayəsində heterotrof orqanizmlərdə bir sinifə mənsub olan üzvi maddələr digər sinifin nümayəndələrinə çevrilir. Bu da orqanizmin həyat fəaliyyətinin qurulmasına və inkişafına zəmin yaradır. Məsələn, heterotrof orqanizmlərdə qida vasitəsilə qəbul olunan karbohidrat-ların yağlara çevrilməsi aşağıdakı sxem əsasında baş verir.



Avtotrof orqanizmlərdə üzvi maddələr fotosintez nəticəsində qeyri-üzvi maddələrdən sintez olunur. Bu prosesdə əsasən karbohidratlar sintez olunur. Həmçinin piroüzüm turşusu əmələ gəlir ki, bu maddədən də aminoturşular, asetil-Ko A və başqa maddələr sintez olunur. Əmələ gəlmiş maddələr zülalların, nuklein turşularının və lipidlərin biosintezi üçün ilkin material rolunu oynayır.

Deməli, üzvi maddələrin bir-birinə əlaqəli keçidləri canlı orqanizmin mövcudluğunu təmin edir.

Canlı orqanizmdə zülalların, karbohidratların, nuklein turşularının və lipidlərin mübadiləsinin bir-biri ilə əlaqəsi aralıq məhsulların: metabolitlərin hesabına yaranır. Bu məhsullar karbohidratların zülallara, nuklein turşularına, zülalların nuklein turşularına, lipidlərə və karbohidratlara, lipidlərin zülallara, nuklein turşularına və karbohidratlara çevrilməsinə şərait yaradır. Aralıq məhsullardan əsas rol oynayanlar sirkə turşusu, qismən nukleotidlər, ketoturşular və s. birləşmələrdir. Bu sxem qısa şəkildə belədir.



Bu məhsulların sonrakı parçalanmasından CO_2 və H_2O əmələ gəlir, enerji ayrılır. Bu enerji vasitəsilə başqa proseslərdə əlaqə yaranır. Belə ki, karbohidratların oksidləşməsi nəticəsində ATF-də toplanan enerjiden yağlarda və zülalların biosintezində, yağların oksidləşməsindən alınan enerjiden isə karbohidratların və zülalların biosintezində, zülalların parçalanmasından ayrılan enerjiden də lipidlərin və karbohidratların mübadiləsində istifadə olunur. Deməli, maddələr mübadiləsində əlaqə enerji mübadiləsində yaranır. Müxtəlif maddələrin mübadiləsi zamanı qarşılıqlı əlaqənin yaranmasında və onların vəhdətində mühüm rolu Krebs sikli oynayır.

Mübadilə prosesində bu əlaqə hüceyrənin ayrı-ayrı hissələrində də (mitoxondriyalar, ribosomlar, nüvə və s.) rabitə yaradır. Belə ki, mitoxondriyalarda əmələ gələn enerji ATF-lə nüvəyə aparılaraq zülalların və nuklein turşularının sintezi üçün istifadə olunur. Nüvədə sintez olunan RNT ribosomlara aparılaraq zülalların sintezində iştirak edir. Belə misalları çox göstərmək olar. Bunları ümumiləşdirərək göstərmək olar ki, mübadilə proseslərində əlaqə nəinki metabolitlərin