

Giriş

Hormaly Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedow öz çykyşlarynda ýaşlara berilýän bilimiň dünýä ülnülerine laýyk bolmak üçin kämil okuw kitaplaryny we okuw gollanmalaryny taýýarlamagyň zerurlygyny belleýär. Biohimiýa dersi boýunça taýýarlanylýan okuw kitaby Beýik Galkynyş we Täze özgertmeler zamanýnda Hormatly Prezidentimiziň bilim ulgamynda alyp barýan işlerini durmuşa geçirmekde, ýaşlara döwrebap bilim bermekde ygtybarly çeşme bolup bilýär. Çünki laborantlar lukmançylyk ylmyň köp dürli nazary ylmy ugurlaryny şol sanda molekulýar biologiýa we molekulýar genetika ýaly ylymlary gowy özleşdirmeli. Molekulýar biologiýa we molekulýar genetika ylymlarynyň gözbaşy hem biohimiýadyr.

Ýokarda görkezilen ylmy ugurlaryň gazanylanlaryndan peýdalanylýan häzirki wagda adam bedeninde 2500-den-de gowrak “molekulýar” keseller anyklanyldy. Ol keselleriň köpüsi dogabitdi ýa-da nesil yzarlaýjy kesellerdir.

Biohimiýa ylmy XIX asyryň ikinji ýarymynda döredi. Emma biohimiki usullar hem-de barlaglar adamzat jemgyýetinde we şol sanda lukmançylyk ugurda orta asyrlardan bäri bellidir. Milli türkmen lukmançylygynda we umuman lukmançylyk ylmynda asyrlaryň dowamynda görnükli yz goýup giden beýik şahsyýetimiz Abu Ali Ibn Sina, Seýt Ismaýyl Gürgen li Muhammet Gaýmaz Türkmen we başgalarözleriniň barlaglarynda bio- himiki usullary (eretme, bugartma, çökdürme, kristallaşma) giňden ulanypdyrlar. Ganyň, peşewiň, sülekeyiň we beden agzalarynyň hem-de dokumalaryň düzümlerini öwrenmek, ol suwukluklaryň düzüminiň ütgeme gi esasynda keselleri anyklamak we bejermek ýaly işler giňden alnyp barlypdyr.

Biohimiýa- janly jandarlaryň himiki düzümini we bedende bolup geçýän ýaşaýyş hadysalarynyň esasy bolup hyzmat edýän himiki reaksiýany öwrenýän ylymdyr. Biohimiýa ýaşaýyş hadysalaryny molekulýar derejede öwrenýär. Ol durnukly we hereketli diýen iki bölümden durýar.

Durnukly biohimiýa adamyň beden agzalarynyň we dokumalarynyň aýry-aýry öýjükleriniň we öýjük içki bölejikleriniň himiki düzümlerini, olary düzýän birleşmeleriň himiki gurluşuny öwrenýän ylymdyr.

Hereketli biohimiýa öýjükde, umuman bedende bolup geçýän çylşyrymly fiziki-himiki hadysalary öwrenýär. Adamyň biohimiýasy sag adamyň ýaşaýyşy bilen baglanyşykly, olaryň bedeninde bolup geçýän

fiziki himiki hadysalary öwrenýär. Keselleriň döremeginiň we olary bejermegiň molekulýar ýollaryny we keselleri anyklamakda biohimiki usullary ulanmagyň esaslaryny öwrenýän ugra **lukmançylyk biohimiýa diýilýär**

Şeýlelikde biohimiýa köp ugurly, ýaşaýyş ulgamyny molekulýar dereje de öwrenýän ylymdyr. Biohimiýanyň bölümleriniň we ugurlarynyň arasynda aýdyň araçäk geçirmek hem örän kyn. (1828ý) F.Welýer tarapyndan organiki madda moçewina açylandan soň witalistik taglymatyň tarapdarlaryna urgy boldy. Olar „ýaşaýyş güýji“ bar diýip ykrar etjek bolýarlar. N.I.Zinin tarapyndan aniliniň, M.Bertlo ýagyň, A.M.Butlerow uglewodyň Danilewskiý we E.Fişer tarapyndan peptid şekilli maddalaryň, B.Ingreminiň emeli belogyň insulin gormonyň sintezlenmegi ylmyň ösmeginde uly öňe gidişliklere eltdi.

Biohimiki barlaglaryň usullary.

Madda çalşygy birnäçe usullar bilen öwrenilýär. Organizmiň bütewiligi maddalaryň deňeçerligi bilen barlanylýar, ýagny organizme düşen we darganda bölünip çykan önümleriň gatnaşygy göz önünde tutulýar.

Adamyň gury agramynyň ýarysyny (45%) diýen ýaly proteinlerdir. Proteinleriň düzüminde uglerod (50,6-54,5%), kislorod (21,5-23,5%), wodorod (6,7-7,3%), azot (15,0-17,6%) we kükürt (0,3-2,5%) bar.

Janly jandarlarda özleriniň fiziki we himiki häsiýetleri, esasanda biologiki aýratynlyklary boýunça bir-birinden giňden tapawutlanýan proteinle riň münlerçe we millionlarça görnüşleri bar. Şeýle köp sanly protein molekulalarynyň ähli görnüşleri 20 aminoturşydan durýar. Şeýlelikde aminoturşylar proteinleriň monomer birlikleri bolup, olar protein molekula laryna dürli hilde we her hili aragatnaşykda bolmak bilen protein mole kulasynyň ummasyz köp görnüşiniň döremegine getirýär.

Şonuň bilen birlikde aminoturşylar polimerizasiýalaşyp proteiniň polimer molekulasyny döredýärler.

Aminoturşular proteinleriň düzüminde biri-biri bilen çylşyrymly efir ýa -da tioefir baglanyşyklary bilen birleşýän bolmaklary mümkin. Emma proteinlere beýle häsiýet mahsus däldir.

Bedeniň himiki düzümi

Janly organizmleriň düzümine girýän köp dürli himiki birleşmeleri iki topara bölýärler: organiki we organiki däl birleşmeler.

Gurluşynyň esasyňy uglerodyň atomlary düzýän himiki birleşmelere organiki maddalar diýilýär. Olar janly tebigata mahsus bolan dürli-dürli bolsalar-da olaryň diňe dört sany görnüşi umumy biologiki ähmiýete eýedir: beloklar, nuklein kislotalary, uglewodlar, lipidler.

Organiki däl birleşmeler

Biologik nukdaýnazardan wajyp ähmiýetli himiki elementler.

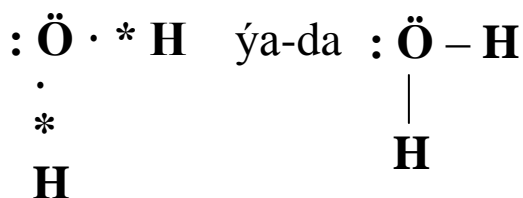
Häzirki wagta çenli bize mälim bolan 110 görnüşli himiki elementlerden öýjügiň düzümine olaryň diňe 24-si girýär. Bu elementleriň toplumy tötänleýin däl. Ilkinji ýaşayş alamatlary dünýä ummanynyň suwlarynda döräpdir. Şol sebäpden jandarlaryň bedenini düzýän himiki elementleriň aglaba köpüsi suwda ereýän birleşmeleri emele getirýärler. Bu elementler agramy boýunça, köplenç, ýeňil bolýarlar. Olar berk (kowalent) baglanyşyklar arkaly çylşyrymly we dürli – dürli molekulalary emele getirýärler.

Adamyň bedeniniň öýjüklerinde köp duş gelýän elementlere wodorod (60%-den gowrak), kislorod (25%-e golaý) we uglerod (10% töweregi) degişlidir. Azot, kalsiý, fosfor, hlor, kaliý, kükürt, natriý, magniý ýaly elementler umumylykda 3%-den hem azdyrlar. Galan 13 element bolsa öýjügiň bary-ýogy 0,1% bölegini düzýärler. Emma öýjükde juda az mukdarda saklanýan elementleriň hiç birini-de çalşyryp bolmaýar. Çünki olar ýaşayş üçin örän wajypdyrlar. Mysal üçin, öýjükdäki ýoduň (I) mukdary 0,018%-den köp bolmaýar. Emma onuň toprakdaky we şoňa baglylykda iýmit önümlerindäki ýetmezçiligi organizmiň ösüşine örän uly täsir ýetirýär. Toprakda ýoduň örän az duş gelýän sebitlerinde çagalaryň boý alşy we ösüşü peselýär. Haýwanlaryň öýjüklerinde misiň (Cu) mukdary 0,00028%-den köp däl. Emma onuň toprakda we ösümlikleriň düzüminde ýeterlik mukdarda bolmazlygy haýwanlaryň keselleriniň köpçülikleýin döremegine sebäp bolýar.

Suw. – Ýer togalagynda iň köp duş gelýän maddalaryň biri. Jandarlaryň ählisiniň diýen ýaly öýjükleriniň düzümi, esasan, suwdan ybarat. Adam agramynyň, takmynan, üçden iki bölegini suw tutýar.

Suw başga zatlar bilen çalşyp bolmaýan käbir häsiýetlere eýe. Onuň bu häsiýetleriniň jandarlar üçin örän möümdigi sebäpli suwsuz ýaşayş göz önüne getirmek mümkin däl.

Suwuň özboluşly häsiýetlerini onuň molekulalarynyň gurluşy kesgitleýär. Suwuň molekulasynda kislorodyň bir atomy wodorodyň iki atomy bilen kowalentli baglanyşandyr – $H : \ddot{O} : H$. Suwuň molekulasy polýardyr (dipoldyr). Položitel zaryadlar wodorodly atomlaryň ýanynda jemlenendirler. Sebäbi kislorod wodoroda göre elektrotriseteldir.



Suwuň moleýkulasynyň gurluşy.

Suwuň ýylylyk sygymy hem uly bolýar, ýagny ol öz temperaturasyny mümkingadar az derejede üýtgedip, ýylylygy kabul etmegä ukyply. Şonuň üçin ol öýjügi temperaturanyň duýdansyz üýtgäp durmagyndan goraýar. Suwuň bugarmagy üçin köp mukdarda ýylylyk harç edilýär. Şonuň üçin organizmler suwy bugardyp, özleriniň bedenini aşa gyzmaklykdan goraýarlar (mysal üçin, derleme wagtynda).

Suwda ereýjiligi boýunça öýjügiň ähli maddalary iki topara bölünýär: *gidrofil* we *gidrofob* (grekçe *gidr* – suw, *fileo* – söýýärin, halaýaryn we *fobos* – gorkýaryn) maddalar. Gidrofillere degişli maddalar suwda gowy ereýärler. Olara duzlar, şekerler we aminokislotalar degişli. Gidrifilleriň tersine, gidrofob maddalar suwda eremeýärler. Gidrofob maddalara ýaglary degişli etmek bolar.

Öýjügiň organiki däl maddalarynyň hataryna suw bilen birlikde duzlar hem girýärler. Duzlar ionly birleşmelerdir. Olar kaliý, natriý, magniý we beýleki metallaryň kationlaryndan hem-de duz, kömür, kükürt, fosfor kislotalarynyň anionlaryndan ybarat. Duzlaryň dissosiasiýasy netijesinde erginlerde kationlar (K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} we başgalar) we anionlar (Cl , HCO_3 , HSO_4 we başgalar) emele gelýär. Öýjügiň daş ýüzündäki ionlaryň konsentrasiýasy onuň içindäki konsentrasiýadan tapawutly bolýar.

Kalsiniň we magniniň ionlary fermentleriň köpüsiniň işjeňligini aktiwleşdirijiler (güýçlendirijiler) bolup hyzmat edýärler. Olaryň ýetmezçiligi öýjügiň ýaşayşyndaky möhüm prosesleriň bozulmagyna getirýärler.

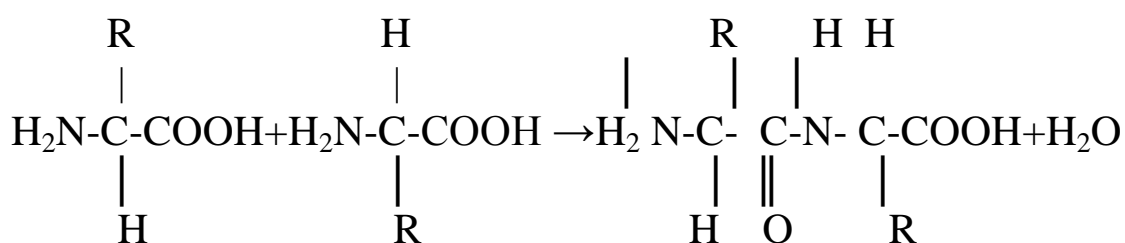
Beloklaryň elementar we himiki düzümi.

Düzüminde azot atomyny saklaýan ýaşaýşyň gurluş wezipe birligi bolup hyzmat edýän, ýokary molekulýar çylşyrymly organiki birleşmelere **proteinler** diýilýär. “Belok” sözi adalga hökmünde, proteinler gaýnadylanda çöküşip ýumurtganyň agy ýaly ak reňkli çökündini emele getirmeklik ukyby bilen baglanyşykly bolup, rusça (belyý) sözünden gelip çykandyr. Bu birleşmeleriň protein ady (grek protos-ilkinji ýa-da wajyp) birleşmeleriň ýaşaýyşdaky iň wajyp we uly ähmiýetli maddadygyny aňladýar. Dogrydan-da janly organizmi suratlandyrýan, onuň ähli häsiýetleri, ýagny janly-jandarlaryň ösüş we köpeliş ukyplylygy, olaryň giňişlikde hereketlenmekleri ýa-da özüne meňzeş ulgamy döredip bilmek ukyplylygy we şeýle ulgamyň madda çalşygyny alyp barmaklygy hem-de immune-goraýyş ulgamlarynyň we ýokary ösüşdäki jandarlarda merkezi beýni ulgamynyň wezipeleri, gös-göni proteinleriň gurluş işjeňliginiň netijesidir.

Proteinler özleriniň gurluşy boýunça örän çylşyrymly ýokary molekulýar polimer birleşmelerdir. Adam bedeninde 5.000.000-dan gowrak protein molekulalaryň görnüşleri bar. Adam bedeniniň aýry-aýry agzalarynda proteiniň mukdary dürlidir.

Karbonil uglerod bilen imin azot atomynyň arasynda baglanyşykly bolmaly we şeýlelikde aminoturşular bir-biri bilen proteinleriň molekulasynda amino we karboksil toparjyklaryň üstleri bilen birleşýärler.

1902-nji ýylda E.Fişer proteinleriň polipeptid gurluş nazarýetini işläp düzdi.



Her bir protein molekulasy tebigy ýagdaýda özüne mahsus bolan giňişlik de belli bir göwrümi eýeleýär. Şol göwürüme proteinleriň giňişlik göwrüm gurluşy ýa-da proteinleriň konformasiýasy diýilýär. Proteinleriň molekulasyňyň göwrüm gurluşyny dört dereje gurluş bilen häsiýetlendirilýär. Proteinleriň molekulasyndaky polipeptid zynjyrynda aminoturşylaryň bir-biri bilen yzygiderlikli ýerleşişlerine proteinleriň **birinji derejeli** gurluşy diýilýär. Bu gurluş protein molekulasynda örän wajyp gurluşdyr.

Her bir polipeptid zynjyr özüne mahsus bolan giňişlikde gurluşa eýedir. Ol düzüminde polipeptid zynjyr çekilen inçejik, uzyn sapajyk ýa-da zynjyr burumlaşyp aýlaw görnüşindäki gurluşy emele getirýändir. Şeýlelikde polipeptid zynjyryňyň giňişlikde eýeleýän gurluşyna proteinleriň **ikin ji derejeli** gurluşy diýilýär. Zynjyryň ugry boýunça birinji aminoturşy bilen dördünji aminoturşy, ikinji bilen başinji aminoturşy galyndylarynyň aralarynda ikiden wodorod baglanyşyklary emele gelýär.

Proteinleriň üçünji dereje gurluşy.

Proteinleriň molekulasynda polipeptid zynjyryň aminoturşy yzygiderliklerine görä dürli gurluşlary emele getirmegi mümkindir. Zynjyr bir az uzynlyk dowamynda burumlaşyp α - gurluşda bolsa, soňra ol gurluş bozu lyp zynjyr çekilen ýagdaýa, ýa-da ýiti burç bilen eplenip, zynjyryň ugrunyň ütgemegine getirýär. Zynjyryň gatlaklaşan gurluşyny emele getirme gi mümkindir. Disulfid köpürjik emele gelýär.

Proteinleriň dördünji dereje gurluşy.

Proteinleriň molekulasynda biri-biri bilen birleşmedik birnäçe polipeptid zynjyrlar girýär. Oňa **oligomer** diýilýär. Gemoglobin eritrositleriň düzü- mindäki gyzyl reňkli proteindir. Ol bedende öýkenden öýjüklere kisloro dy çekýär. Gemoglobin 4 peptid zynjyryndan durýar.

Proteinleriň düzimine girýän adaty aminoturşularyň gurluşy

№	Aminoturşunyň ady	Halkara şertli bellikleri.		GURLUŞY
		Üç harpy	Bir harpy	
Monoaminomonokarbon turşulary.				
1	Glisin	Gly	G	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$
2	Alanin	Ala	A	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$
3	Walin	Val	V	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \qquad \\ \text{CH}_2 \quad \text{NH}_2 \end{array}$
4	Leýsin	Leu	L	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \qquad \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \end{array}$
5	Izoleýsin	Ile	I	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \qquad \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \end{array}$
Gidroksiaminoturşular.				
6	Serin	Ser	S	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \qquad \\ \text{OH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$
7	Treonin	Tre	T	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \qquad \\ \text{OH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$

Beloklaryň häsiýetleri we klassifikasiýasy.

Proteinler tebigatda iň köp görnüşli molekulýar birleşmelerdir. Proteinleri iki topara bölýärler.

1. Proteinler.

2. Proteidler.

Proteinleriň düzümi diňe aminoturşulardan durýar. Olara ýönekeý proteinler diýilýär.

Proteidleriň düzümine protein bölekden we protein däl birleşmelerden ybarat. Oňa prostatiki topar diýilýär. Bu topara çylşyrymly proteinler diýilýär.

Proteinleriň biologik ähmiýeti

Proteinler ýaşaýyş ulgamynda iň bir ähmiýetli işjeň birleşmedir. Bedende her bir protein ozone mahsus bolan belli bir işi ýerine ýetirýär. Proteinler bedende şu aşakdaky işleri ýerine ýetirýärler:

1. Katalitiki işi. Bedendäki ähli biohimiki reaksiýalar katalizleşip geçýän hadysadyr. Ol hadysalaryň katalizatorlary ýeterlik derejede özboluşly, ýokary molekulýar protein molekulaly fermentler bolup durýarlar. Meselem: pepsin, tripsin, ribonukleaza, sitohromlar we başgalar.

2. Himiki – mehaniki işi. Protein molekulalary maddanyň himiki energiýasy mehaniki energiýa öwürüp, işi berjaý etmäge ukyplydyr. Şeýle proteinlere meazin we aktin degişlidir.

3. Gurluş işi. Öýjügiň we onuň içki bölejikleriniň gurluşy esasan protein molekulalaryndan düzülendir. Şeýle protein öýjük gurluşyny düzmek bilen çäklenmän, başga hem işleri ýerine ýetirmäge gatnaşýar.

4. Daşamak işi. Protein molekulalary madda gatnawy üpjün etmekde giňden gatnaşýarlar. Gemoglobin öýkenden kislorody ähli öýjüklere gatnadýar. Gan syworotkasyndaky albumin lipidleriň, şol sanda ýag turşularynyň daşalmalaryny üpjün edýär. Protein transferin demiriň atomyny bagra çekýär.

5. Gorag işi. Bedeniň immun – goraýyş ulgamy proteinlerden duran. Gan lagtalananda fibrinogeniň fibrine öwürülmegi gan damaryndan daşary gan akmadan gorap saklaýar.

6. Sazlaşdyryjy işi. Bedeniň agzalarynyň we dokumalaryň işleri, umuman bedende öýjükara işi, gormonlaryň gatnaşmaklary bilen sazlaşdyrylýar. Gormonlaryň bir topary pepid we protein düzümlü gormonlardyr.

Käbir protenleriň aminoturşy düzümi.

<i>№</i>	<i>Aminoturşular</i>	<i>Insulin</i>	<i>Ribo-nukleaza</i>	<i>Sitohrom C</i>	<i>Gemo-globin</i>	<i>Miog-lobin</i>
1	2	3	4	5	6	7
1	Alanin	3	12	6	72	12
2	Arginin	1	4	2	12	2
3	Asparagin	3	10	5	20	3
4	Aspartat	0	5	3	30	8
5	Sistein	6	8	0	0	0
6	Glutamat	4	5	9	24	14
7	Glutamin	3	7	3	8	7
8	Glisin	4	3	12	40	15
9	Gistidin	4	4	3	38	9
10	Izoleýsin	2	3	6	0	8
11	Leýsin	1	2	6	72	17
12	Lizin	6	10	19	44	20
13	Metionin	1	4	2	6	3
14	Fenilalanin	0	3	4	30	7
15	Prolin	3	4	4	28	5
16	Serin	1	15	0	32	7
17	Treonin	1	10	10	32	4
18	Triptofan	0	0	1	6	2
19	Tirozin	4	6	4	12	2
20	Walin	5	9	3	62	7
	Jemi:	51	124	104	574	153

Ýönekeý proteinler albuminler we globulinler. Bular umumylaşdyrylan atlardyr. Agzalarda we dokumalarda erän ýagdaýynda duş gelýän, kiçi molekulýar proteinlerdir. Ganyň osmotiki basyşynyň 70-80% albuminler tarapyndan üpjün edilýär. Olar lipidleriň daşalyşyny amala aşyrýar.

Globulinler syworotkada bilirubin bilen birleşip, onuň daşalmagyna gatnaşýar. Demiriň we misiň atomlarynyň ionlary globuliniň kömegi bilen daşalýar. Bu protein topary ganyň lagtalanmagynda gatnaşýar. Prolaminler we glutelinler ösümlükleriň dänelerinde duş gelýär. Protamin we gistonlar. Esasy öýjük maňzynyň düzümine girýärler. Proteinoidler ýa-da skleroproteinler. Bedeniň direg gurluşyny düzýän proteinler.

Çylşyrymly proteinler. Olara proteidler diýilýär. Ol iki bölekden durýar. Protein we protein däl bölekden. Protein däl bölegine prostatiki topar diýilýär. Olar birnäçe topara bölünýär.

1 Nukleoproteidler- protein bölüminden we prostatiki topar nuklein turşulardan düzülendir. Olaryň iki görnüşi duş gelýär. DNP-dezokseribonukleoproteid we RNP-rebonukleoproteid. DNP-düzümine DNT gatnaşýar. RNP-düzümine RNT gatnaşýar. DNP we RNP bir-birinden tapawutlanýarlar. DNP öýjük maňzynda ýerleşýär. RNP esasan ribosomanyň düzümine girip, öýjügiň içki böljeklerini düzýär.

2. Hromoproteidler- tebigatda giň ýaýran çylşyrymly proteidlerdir. Onuň prostatik topary belli bir reňkde reňklenen birleşmeler girýär. (Chromo reňk) grek sözünden gelip çykan.

3. Lipoproteidler- örän çylşyrymly birleşmelerdir. Adam bedeniniň ähli agzalarynda we dokumalarynda, ösümlüklerde we kiçi bedenlerde giňden ýaýran. Ganyň plazmasyndaky lipoproteidler birnäçe görnüşde bolmak bilen bedende ýaşaýşy üpjün etmekde uly ähmiýete eýedir. Şonuň üçinde adamyň ömrüni uzaltmaklyk baradaky (gerontologiýa) ylmy meselelerde lipoproteidlere uly ähmiýet berilýär.

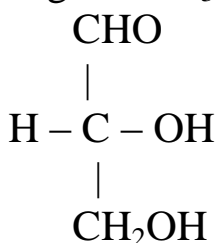
4. Glikoproteidler- çylşyrymly proteinleriň düzümine uglewodlar we olaryň önümleri, ýagny glýukoza, maltoza, galaktoza, glýukuron we neýramin turşylary girýär. Glikoproteidler öýjükde köp dürli hadysalara gatnaşýar.

5. Fosfoproteidler - düzüminde prostatiki topar hökmünde fosfor turşyyny saklaýar. Olar örän işjeň birleşmelerdir. Şonuň üçin olar merkezi nerw ulgamda, bagyrda, bedeniň ösüş we köpeliş bilen baglanşykly agzalarynda we ulgamlarynda giňden ýaýraýar.

Uglewodlar we olaryň klassifikasiýasy.

Uglewodlar tebigy organiki birleşmelerdir. Olar ähli bedendäki öýjükleriň we dokumalaryň düzümine girýärler. Olar hil we mukdar taýdan ösümlik dünýäsinde köpdür. Ýagny 70-80%-i tutýar. Haýwanlarda gury agramy boýunça uglewodlaryň mukdary 2-% çenlidir, özi hem olaryň massasy bagyrdaky we myşsalarda glikogen polisaharidi görnüşindedir. Uglewodlar adam we haýwan bedeni üçin energiýa çeşmesidir. Uglewodlaryň umumy formulasy $C_m(H_2O)_n$. Soňky gözlegleriň netijesinde uglewod adynyň nätakykdygy belli boldy. Şu formula gabat gelmeýän uglewod tapyldy. Ikinjiden uglewodlaryň häsiýetinden üýtgeşik häsiýeti ýüze çykýan birnäçe birleşmeler tapyldy (CH_2O -formaldegid).

1. Monosaharidler. Hidroliz edilende ýönekeý uglewodlary emele getirmeýän uglewodlara monosaharidler diýilýär. Ýönekeý wekili gliserin aldegididir $C_3H_6O_3$.



Tetrozlar, pentozlar, geksozlar diýen toparlara uglerodyň sanyna garap bölünýär.

$C_4H_8O_4$ - tetroz

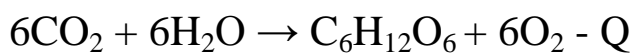
$C_5H_{10}O_5$ - pentoz

$C_6H_{12}O_6$ - geksoz

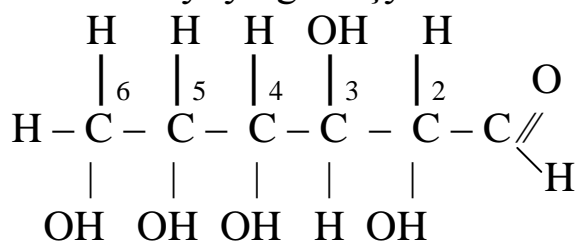
2. Oligosaharidler. Olar köp dälidirler. Olar öz gezeginde disaharidleri, trisaharidlere, tetrasaharidlere bölünýärler.

3. Polisaharidler. Bular köp sanly monosaharid molekulalaryndan emele gelen birleşmelerdir.

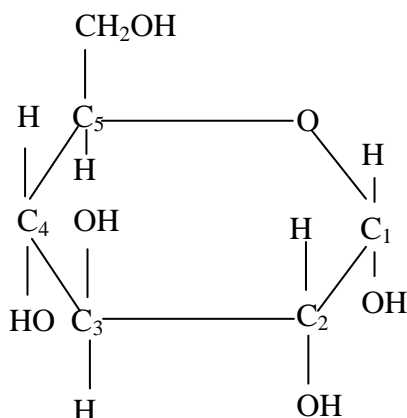
Monosaharidler. Ähli monosaharidler bifunksional birleşme bolup, düzüminde şahalanmadyk uglerod zynjyryny birnäçe gidroksil topary we bir karbonil topary saklaýarlar. Glýukoza aldogeksozlaryň wekilidir. $C_6H_{12}O_6$ glýukoza süýji tagamly, suwda oňat ereýän, ak kristal maddadyr. Ol köp mukdarda ösümlik bedenlerinde saklanýar. Onuň köp mukdary üzüm şiresinde, ary balynda, bişen ir-iýmişlerde duş gelýär. Adam bedeninde glýukoza ganda, myşsalarda we köp bolmadyk mukdarda, ähli öýjüklerde saklanýar. Glýukoza tebigatda beýleki uglewodlar ýaly fotosintez täsirleşmesiniň netijesinde emele gelýär.



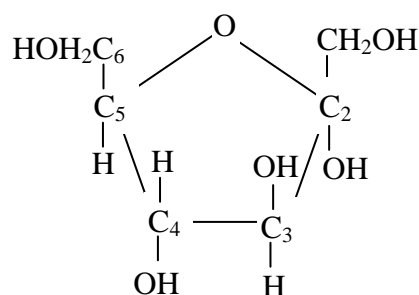
Molekulasynyň gurluşy:



Glýukoza molekulasynyň kristallary iki hili ýapyk görnüşde (λ, β glýukoza) bolup bilýär.



α -D glýukoza,



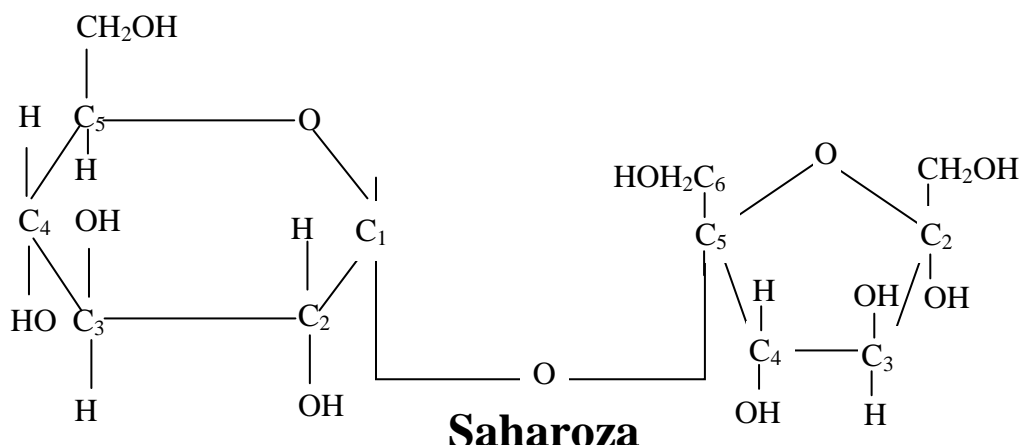
β -D glýukoza

Fruktoza-($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) bu glýukozanyň izomeridir. Fruktoza göni görnüşinde baş gidroksil atomly ketonosprit.

Pentozlaryň arasynda durmuşda has ähmiýetlileri riboza we dezoksiribozadyr. Şeýle diýmegimiziň sebäbi bar. Olar nuklein kislotalaryň düzümine girýär. Riboza RNK-nyň, dezoksiriboza DNK-nyň düzümine girýär.

Disaharidler

Olaryň esasy wekilleri bolsa saharoza, maltoza we laktozadyr. Bularyň Saharoza adaty şeker, süýji tagamly, suwda oňat ereýär ak kristal maddadyr. Saharozanyň molekulasy altyülüşli we başülüşli halkalardan durýar. Bu iki halka biri-biri bilen glukozanyň glikozid gidroksili arkaly baglaşýar.

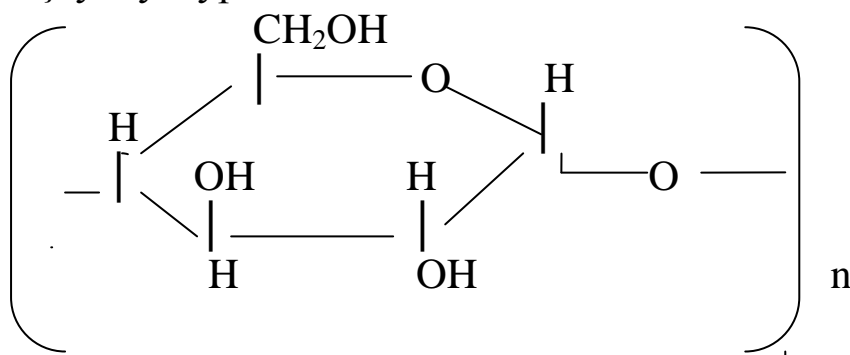


Saharoza gant şugundyryndan we şekerçiňriňkden alynýar. Saharoza fermentleriň täsirinde adam bedeninde ýeňil dargaýar. Garaşsyzlygymyzy alanymyzdan soň, iýmit garaşsyzlygy üçin ep-esli işler ýola goýuldy. Maryda gant öndürýän zawod guruldy.

Polisaharidler.

Makromolekulalary birnäçe monosaharidleriň molekulalaryndan düzülen ýokary molekulýar birleşmelere **polisaharidler diýilýär**. Olaryň umumy formulasy $(C_6H_{10}O_5)_n$. Tebigy polisaharidlerden iň zerury krahmal we sellýulozadyr.

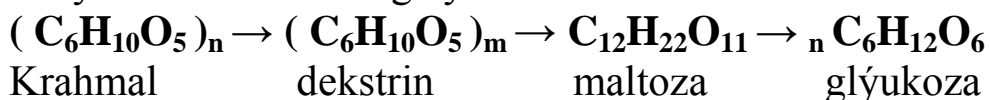
Krahmal. Sowuk suwda eremeýän, tagamsyz ak külkedir. Onuň formulasy $(C_6H_{10}O_5)_n$. n -iň bahasy birnäçe müňe ýetýär. Krahmalyň amiloza we amilopektin diýen iki görnüşi bar. Amiloza suwda ereýär onuň molekulasynda α -glýukozanyň galyndylary biri – biri bilen birinji we dördünji uglerod atomlary arkaly birleşýärler. Onuň bir bölegini şeýle ýazyp bolar.



Amilozanyň molekulasyňyň göni polimer zynjyry spirala öwrülýär. Spiralyň içinde 0,5mm ölçegli kanal bar. Şol kanal arkaly amiloza käbir molekulalary (meselem, iodyň molekulasy) saklap bilýär. Iod bilen emele gelen kompleks birleşme gök reňk berýär. Krahmalda gidroliz täsirleşmesi bolup geçýär. $(C_6H_{10}O_5)_n + H_2O \rightarrow n C_6H_{12}O_6$.

Amilopektin suwda eremeýär, onuň şahalanan gurluşy bardyr. Onuň molekulasyndaky α -glýukozanyň galyndylary diňe 1,4 baglanyşykly däl-de 1,6 baglanyşyklar arkaly hem baglanyşýarlar.

Geçiş şertlerine görä krahmalyň gidrolizi basgançakly geçýär we birnäçe aralyk önümler emele gelýär.



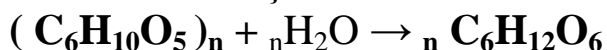
Krahmal gymmatly iýmit önümidir. Ol çöregiň, ýer almasynyň düzümine girýär we saharoza bilen bir hatarda, adam bedeni üçin gerekli uglewod çeşmesidir. Krahmalyň özi bedende kyn özleşdirilýär. Artykmaç galan krahmal glikogene öwrülýär. Glikogeniň düzümi krahmalyňky ýaly ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$)_n ýöne onuň molekulasy has şahalanan. Bagyrda takmynan 10%-de golaý glikogen saklanýar. Ol ätiýaçlyk madda hökmünde saklanýar.

Sellýuloza.

Sellýuloza ýa-da kletçatka krahmala garanda giň ýaýrandyr ol tebigy polimerdir. Onuň umumy formulasy krahmalyňky ýaly ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$)_n. Krahmaldan tapawutlylykda, sellýulozanyň molekulasy β-glýukozanyň galyndylaryndan duran göni zynjyry emele getirýär.

Sellýulozanyň himiki häsiýeti

Gidroliz täsirleşmesi.



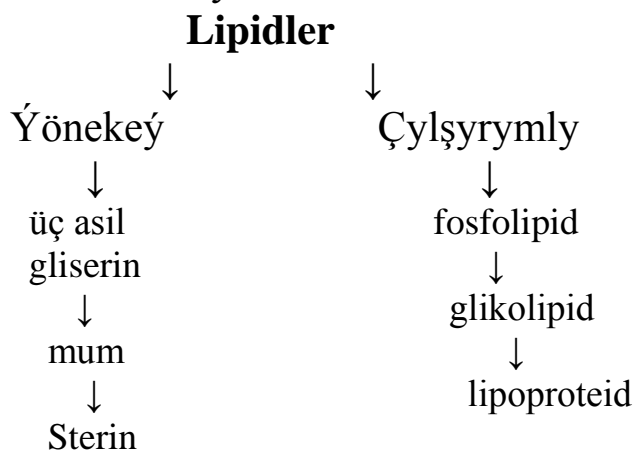
Lipidleriň klassifikasiýasy, ähmiýeti.

„Lipid“ diýen adalga (grek, lipos – ýag) diýmegi aňladýar. Ol özünde köp dürli birleşmeleri jemleýär. Olar suwda kyn ereýän, organiki eredijilerde ereýän maddalardyr. Adam organizminde 10-20%-e çenlisini ýag tutýar. Adam gaty semrände ýagyň mukdary onuň agramynyň 50%-e ýetýär. Lipidleri şertli 2 topara bölýärler: **protoplazmatiki we ätiýaçlyk**. Protoplazmatiki organlaryň we dokumalaryň düzümine girýär.

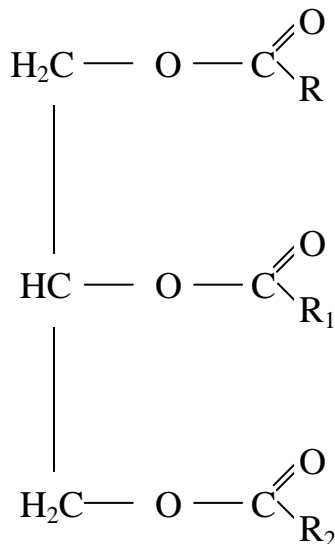
Organizmde onuň mukdary 20%-dir we ömrüniň ahyryna çenli şol derejede saklanýar. Ätiýaçlyk lipidler bedende toplanýar onuň mukdary dürli täsirleriň netijesinde ütgýär. Lipidleriň organizm üçin biologiki ähmiýeti uludyr. Lipidler beloklar bilen kompleks birleşme emele getirip öýjük gabygyny düzýär. Gormonlaryň ýaşayş işjeňligine sazlamaga, biologiki okislenme hadysalaryna, dürli maddalaryň daşalmagyna gatnaşýar. Lipidler energiýa çeşmesidir.

Lipidleriň klassifikasiýasy.

Ähli lipidleri 2 topara bölmek bolýar.



Ýönekeý lipidler spirtler bilen ýokary ýag kislitalaryň çylşyrymly efirleridir. Lipidleriň düzümine gliserin, olein spirti, holesterin girýär. Üçasilgliserin çylşyrymly efirdir.



R R₁R₂- ýokary ýag kislotalarynyň galyndylary.

Doýan ýag kislotalardan organizmde palmitin CH₃ (CH)₁₄ – COOH, stearin CH₃ (CH₂)₁₆ – COOH, duş gelýär. Doýmadyk ýokary ýag kislotalaryndan 18 uglerod atomy saklaýan olein, linol, linonel ýaly kislotalar girýär. Olarda ikili baglanyşyk bar. Linol we linonel kislota bedende sintezlenmeýär. Şonuň üçin ol çalşyp bolmaýan iýmit faktoryna girýär.

Şonuň üçin yzygider bedene düşmegi zerur. Lipidleriň fiziki-himiki häsiýetleri onuň düzümine girýän ýag kislotalaryna baglydyr.

Mum – bir atomly uzyn zynjyr spirtler bilen ýokary molekulýar ýag kislotalaryň çylşyrymly efiridir. Ol gaty maddadyr. Gorag funksiýasyny amala aşyrýar.

Sterinler – Ýokary molekulýar ýapyk zynjyrly spirtler bilen ýag kislotalaryň çylşyrymly efiri steridlerdir. Steridleriň wekili holestrin, E.Konradi tarapyndan XVII asyrda öt daşyndan bölünip aýrylan. organizmde holestrin esasy rol oýnaýar, birnäçe esasy biologik birleşmeleri döredijidir. Ganda erkin we efir baglanyşykly holestrin saklanýar onuň mukdary erkin holestrinden 3esse köp umumy holestrin ganda 2,97-8,79 mmol/l (115- 340mg%), ondan erkin holesteriniň mukdary 0,74-2,2mmol/l (29-85mg%).

Lipidleriň fiziki we himiki häsiýetleri.

Çylşyrymly lipidler.

Çylşyrymly lipidleri birleşmeleriň uly topary degişlidir. Spirtler we ýokary ýag kislotalardan başgada olaryň düzümine başga birleşmeler: fosfor we kükürt kislota, monosaharid we onuň önümleri, azotly esaslar degişlidir.

Fosfolipidler – bu at özüne örän köp sanly lipidleri birleşdirýär. Olaryň düzüminde $H_3 PO_4$ saklanýar. Ondan başgada spirt, ýag, kislota, azotly esas we beýleki birleşmeler gatnaşýar. Fosfolipidler organizm üçin uly rol oýnaýar. Nerw dokumasynda 60-70%, ýürekde we bagyrda hem köpdür. Belogyň sintezine, protrombiniň işjeňligine, ganda ýag kislotalaryň daşalmagyna ýardam edýärler

Glikolipidler – lipidleriň uglewodlar bilen çylşyrymly birleşmesidir. Lipidler köp sanly uglerod atomyny saklaýan ýag kislotalary we uglewodlar geksozamin we sial kislotalar bilen baglanyşyklydyr. Olar beýni dokumalaryna da we nerw süýmlerinde köp duş gelýär.

Lipoproteidler. – Çylşyrymly lipidleriň arasynda lipoproteidler aýratyn gyzyklanma döredýär. Olar lipidleriň belok bilen kompleks birleşmesidir. Gurluşy boýunça uly bolmadyk sferik bölejik bolup, daşky gabygy belokdan emele gelen, içki bölegi lipid we onuň önümlerinden düzülen. Lipoproteidleriniň esasy işi gan boýunça lipidleri daşamakdyr. Lipidiň we belogyň mukdaryna seredip olar 2 topara bölünýär.

1) Hilomikron. Lipoproteid pes dyklykly PDLP.

2) Ýokary dyklykly lipoproteid ÝDLP.

Ýa-da ony α we β lipoproteid diýip belleýärler. Hilomikron düzüminde 98-99% lipid, 1-2% belok saklaýar. Olar içegäniň nemli bardasynyň öýjük lerinde emele gelýär. Lipidleriň içegeden limfa daşalmagyny üpjün edýär soňra gana geçýär.

PDLP-de belogyň mukdary 9-20%, lipidlerden holesterin we üçasilgliserin agdyklyk edýär.

ÝDLP belogyň mukdary 35-50%, lipidlerden fosfolipid, holestrin agdyklyk edýär. Ganda holestriniň we PDLP derejesiniň göni baglanyşygy belleniýär. Kliniki laboratoriyalarda şonuň üçin ganda lipoproteidiň derejesi kesgitlenilýär.

Janly-jandarlar bilen jansyz tebigatyň esasy umumylygy, olaryň himiki düzümleriniň hemişeligidir. Ýaşayşy jansyz ulgamdan tapawutlandyrýan häsiýetleriň biri-de janly ulgamlardaky bolup geçýän himiki reaksiýalardyr. Bedende himiki hadysalar iň ýokary tizlik bilen ýagny daşky gurşawda ýetip bolmajak tizlikler bilen geçýän-de bolsalar öýjükde şol hadysalar ýerli talaba laýyklykda dürli tizlik bilen geçýärler.

Öýjükde şol bir wagtyň özünde yüzlerçe hadysalar geçip dur we şol reak siýalar biri-birleri bilen içki baglanyşykly bolýar. Janly jandarlardaky himiki hadysalar hökmany suratda katalizirleşip geçýän hadysalardyr. Bedende bolup geçýän katalitiki hadysalary aýratyn aňlatmak we tapawutlandyrmak üçin oňa biokataliz diýip at berilýär. Biohimiýanyň ösüşi bütinleý biokatalizi öwrenmeklik bilen baglanyşyklydyr. Adamzat özünüň ýaşayşynda özakymyna onuň manysyna belli bir üns bermän, biokatalitiki hadysalary durmuşda giňişleýin ulanyp gelipdirler. Süýt-den peýnir, çörek we nahar bişirmek, çakyr önümleri taýýarlamaklyk biokataliz bilen gös-göni baglanyşykly hadysalardyr. Biokatalizi öwrenmek XIX başlanýar. Ilki alymlaryň ünsüni aşgazan şiresiniň täsiri astynda etiň bişip özleşdirilmekligi we sülekeyiň täsirinde petiň ganda öwrülişme hadysalary özüne çekipdir. 1822-nji ýylda Guron kölünde bolup geçen waka muňa subutnama bolupdyr. Şol kölde bir awçy garnyndan ýaralanýar. Ýara bitýär. Emma aşgazandan daşaryk çykýan deşik galýar. Awçy şol deşik bilen 50 ýyldan-da köp ýaşapdyr. Şol deşik lukmanlar üçin aşgazan şiresiniň täsiri astynda iýmitiň özleşişini öwrenmeklige giň mümkinçilikleri açypdyr. 1896-njy ýylda T. Şwann aşgazan şiresinde proteinleriň özleşdirilmesine ýardam edýän pepsiniň bardygy anyklanýar. XIX asyryň ortalarynda hamyrmaýanyň täsiri astynda gandyň spirtli turşamagy uly mesele hökmünde şol döwrüň belli alymlarynyň ünslerini özüne çekdi we bedendäki katalitiki hadysalar iki dürli akymyň döremegine getirýär. Guramaçylyk kataliz we guramaçylyksyz kataliz. Bedende biokatalizi üpjün edýän biokatalizi alym Kýune guramaçylykly katalizi tizleşdirýän katalizatora fermentler (latyn sözünden „fermentatio“ – turşatmak) diýip at berýär we guramaçylyksyz katalizi tizleşdirýän katalizatora bolsa enzimler (grek sözünden „enzyme“ - hamyrmaýa) diýip atlandyrýar. Bu meseläni gutarnykly çözmekde 1926-njy ýyl- da D. Sammer saldamly goşant goşdy. Ol ureazany kristal görnüşinde bedenden bölüp aýyrmaklyk başardypdyr. Alnan ureaza fermenti bedenden daşarda hem, moçewinanyň CO_2 we NH_3 dargaýyş

özgermesini ýokary tizlik bilen katalizdirýändigini görkezdi. Şonuň bilen birlikde biokatalizatorlar ferment hem enzimdir. Fermentler özleriniň himiki düzümi boýunça ýokary molekulýar we örän ýokary dereje özboluşly gurlan proteindir. Fermentler gurluşy boýunça ýönekeý we çylşyrymla bölünýärler

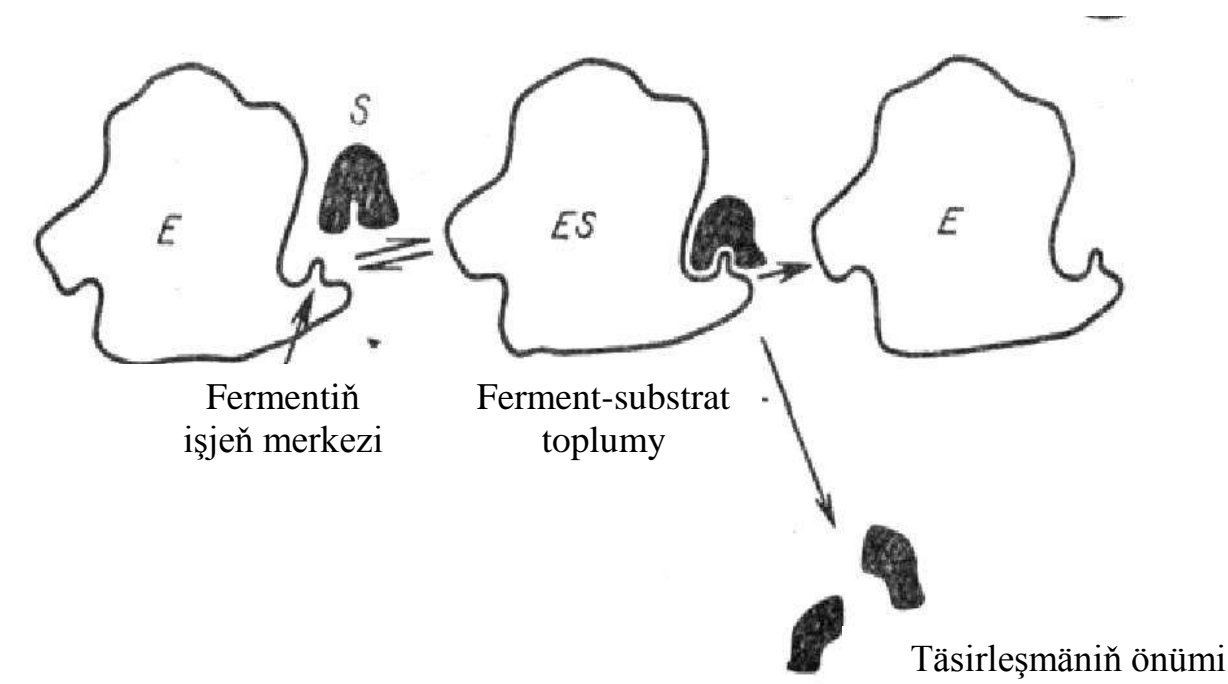
Ýönekeý fermentler protein aminoturşulardan ybaratdyr. Çylşyrymly fermentler protein we protein däl bölekden durýar. Ferment proteinlere pepsin, tripsin, himotripsin degişli.

Ferment proteidleriň protein däl bölejigi dürli metallar ýa-da olaryň ionlary witaminler, köp dürli biologiki işjeň maddalar we başgalar düzýär. Şeýle ýagdaýda fermentiň protein däl bölegine prostatiki topary diýilýär. Olara kofermentler hem diýilýär. Fermentiň protein bölegine apoferment diýilýär. Fermentatiw reaksiýalaryň manysyny aşakdaky deňleme bilen görkezip bolar.



E – ferment, **S** – substrat, **P** – reaksiýanyň önümi, **ES** – ferment substrat toplumy. Fermentiň ägirt uly molekulasynda şol işi alyp barýan belli bir ýerjagazy bardyr. Şol ýerjagaz fermentiň işjeň merkezidir. İşjeň merkez iki bölekden durýar. Aragatnaşyk bölegi we katalitiki bölegi.

Fermentiň substrat bilen özara täsiri:



Fermentleriň häsiýetleri.

Fermentleriň beýleki katalizatorlardan esasy tapawutlarynyň biri hem olaryň ýokary derejeli özboluşlyklarydyr. Ferment özüniň işjeň merkezi bilen diňe belli bir reaksiýany çaltlandyrýar. Şeýlelikde fermentiň özboluşly häsiýeti, onuň edýän täsiriniň belli bir ugra ugrukdyrylmagydyr. Fermentleriň özboluşlulygy iki görnüşde bolup biler.

1. Otnositel ýa-da toparlaşan özboluşly fermentler. Bu toparyň fermenti özleriniň täsirini belli bir gapdal we beýleki toparjyklaryna ugrukdyrylýar. Meselem: proteazalar (pepsin, tripsin) diňe birleşmäniň düzümindäki peptid baglanyşyna hüjüm edýär. Fosfotaza fermenti fosfor turşusynyň galyndysynyň gatnaşygyndaky çylşyrymly efir baglanyşyklara hüjüm edýär.

2. Absolýut özboluşly ferment. Bu fermentler diňe bir aýdyň madda täsir edýär. Meselem: saharaza fermenti saharozany glýukoza we fruktoza dargadýar. Beýleki saharaza meňzeş (maltoza, lantoza) disaharidlere hiç hili täsir etmeýär. Absolýut özboluşly fermentiň täsir etmezligi üçin maddanyň gurluşynda sähelçe aýratynlyk ýeterlikdir. Absolýut özboluşly fermentler maddanyň stereoizomer görnüşleriniň ýa-da sis we trans izomerlerli birleşmeleriniň görnüşlerini hem tapawutlandyrýarlar. Fermentleriň özboluşlulygynyň esasynda substratyň gurluşy we fermentiň işjeň merkeziniň arasynda berk aragatnaşyk ýatýar. Substratyň başlangyç gurluşy we işjeň merkezi biri – birine dogry gelmeýär. Emma ýakynlaşyp başlanda biri-birine täsir edip, giňişlikdäki gurluşy birneme üýtgeýär. Şonuň netijesinde E.Fişer umumylaşdyryp şeýle diýýär. “Substratyň fermente dogry gelmegi, edil açaryň gulpa dogry gelşi ýalydyr.” Fermentleriň işjeňligi birnäçe täsirlere baglydyr.

Olar:

1. Fermentiň konsentrasiýasy.
2. Substratyň konsentrasiýasy.
3. Temperatura.
4. PH-ň ululygy.
5. Aktiwleşdirijiler.
6. Ingibitorlar
7. Kofermentler.

Fermentleşme təsirleşmesiniň mehanizmi.

Fermentiň gatnaşmagynda geçýän təsirleşmeleriň tizligini üpjün etmeklikde fermentiň işjeň merkeziniň ähmiýeti örän uludyr. Şeýle bolsa-da, bedende bir meňzeş işjeň merkezli fermentleriň dürli – dürli təsirleşmeleri katalizleşdirilýändigine köp duş gelinýär. Muňa mysal hökmünde piridoksalfosfatgaraşly fermentleri getirmek bolar. Bu topar fermentleriň işjeň merkezi piridoksalfosfatdyr (B_6 witamini). Emma fermentiň düzüminde transfirleşme hadysasyny katalizleşdirse, beýleki topar fermentiň düzüminde bolmaklyk bilen, aminoturşularyň dekarboksirleşmesini katalizleşdirýär. Gemoproteid fermentlerde özüniň katalitiki işleri boýunça biri-birinden giňden tapawutlanýan fermentlerdir. Şol sanda sitohromlra we katalazalar, piroksidaza hem-de triptofanpirroloza, gemoglobin we başga gemoproteid fermentleriniň ählisiniň katalize jogapkär merkezi gem toparjykdyr. Emma ol fermentler hem aýry – aýry hadysalary katalizleşdirýärler.

Şeýlelikde fermentiň katalitiki ukyby diňe bir onuň işjeň merkezine esaslanman, eýsem umumy molekulasy bilen baglanyşykda bolýar.

Fermentiň himiki təsirleşmesiniň tizligini örän ýokary derejä galdyrmagy ($10^8 - 10^{20}$ esse) şu aşakdaky täsirleri bilen hem baglanyşykda bolýar:

1. Ferment özüniň hüjüm edýän maddasyna ýakynlaşmak we onuň işjeň merkeziniň maddasyna täsir etjek ýerini anyklamak. Bu hadysany ýerine ýetirmek üçin ferment substrat madda bilen birleşip, ferment-madda toplumyny döredýär. Şeýle toplumyň emele gelmekligine fermentiň hüjüm edýän işjeň merkezi maddanyň moleýkulasynyň täsir edilýän ýerine diňe ýakynlaşmak bilen çäklenmän, eýsem oňa fermentiň işjeň merkeziniň amatly gönükdirilmegine hem getirýär.

2. Dartgynly ýagdaýy döretmek we onuň netijesinde maddanyň moleýkulasynyň görnüşini üýtgetmeklik. Ferment-madda toplumynyň döremekligi fermentiň we maddanyň molekulalaryny göwrüm təsirleşmelerine alyp barýar. Netijede fermentiň işjeň merkezinde belli bir derejede dartgynlyk ýüze çykýar we şol sebäpdende maddanyň molekulasyň görnüşü üýtgeýär.

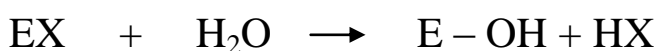
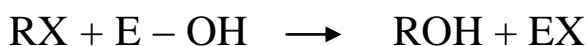
3. İşjeň merkeziň maddanyň turşu-esas katalitiki hüjümi. Fermentiň işjeň merkezinde, aminoturşy gapdal zynjyryna katalitiki hüjüm etmeklige ukyply proton-donorlykly we proton-akseptorlykly toparjyklar ýerleşýär.

4. Kowalent katalizi. Ferment-madda toplumynda ferment substrat madda bilen kowalent baglanyşyk arkaly birleşip, ýokary derejede durnuksyzlykly toplumyň emele gelmegine ayp barýar. Şeýle toplum hadysanyň önümine tiz we ýeňil dargaýar.

Katalizleşmeýän hadysa-da:



Katalizleşýän hadysa-da:



Berlen görnüşi ýaly, ferment maddanyň (RX) işjeň toparjygy ® bilen çalyşýar we emele gelen toplum (EX) durnuksyz birleşme bolany üçin suw bilen dargaýar. Netijede ferment (E-OH) boşaýar we madda (RX) önümlere (ROH we HX) dargaýar.

Fermentatiw täsirleşmeleriň kinetikasy.

Fermentatiw täsirleşmeleriň tizligi birnäçe şertlere baglydyr.

1. Fermentiň konsentrasiýasyna baglylygy. Bu görkezijiniň ululygy himiki täsirleşmäniň tizligine göni proporsionaldyr. Fermentiň konsentrasiýasynyň ýokarlanmagy täsirleşmäniň tizligine täsir edýär. Täsirleşmäniň tizligi haçanda fermentiň ähli mukdary substrat bilen baglanyşyp, ferment-substart toplumyny emele getiren ýagdaýynda in ýokary derejä ýetýär.

2. Substratyň konsentrasiýasyna bagly täsirleşmäniň tizligi bilen substratyň mazmuny optimal şertlerde göni baglanyşyklydyr. Substratyň konsentrasiýasynyň artdyrylmagy bilen ösýär ýöne ýokary dereje ýetmeýär.

3. Temperatura baglylygy. Temperatura her 10^0 ýokarlananda täsirleşmäniň tizligi 2 esse artýar. Bu ýagdaý kesgitli temperatura derejesine çenli bolup geçýär. Organizmdäki köp fermentleriň ýokary temperaturasy $35-45^0S$ aralaryndadyr. Şol temperaturadan geçse fermentleriň işjeňligi peselýär, $70-80^0S$ -da ferment öz täsirini ýitirýär. Onuň sebäbi fermentiň düzümi belokdan duran. Ýokarlanan wagty işjeň

merkeziň gurluşy üýtgäp ol substrat bilen täsirleşip bilmeýär. Eger-de temperature aşak düşse fermentiň işjeňligi peselýär.

4. PH-ň ululygyna baglylygy. Her fermentiň ýokary işjeňligine PH-ň ululygynyň aýratyn ähmiýeti bardyr. Meselem: Pepsin – 1,0-1,5, tripsin 7,0-8,0, tüýküligiň amilazasy 6,8-7,4, turşy fosfataza 4,5-5,0.

PH-ň ululygynyň durnuklylygy kadaly ululykdan üýtgeşe fermentiň işjeňligi peselip täsirleşmäniň tizligine täsir edýär.

5. Aktiwleşdirijilere baglylygy. Fermentatiw täsirleşmäniň tizligini ýokarlandyryňan ýagdaýlaryň biridir. Hlor iony pepsiniň işjeňligini öt turşulary aşgazan asty mäziň lipazasynyň işjeňleşdirijisidir. Iki walentli metallar köp sanly fermentleriň işjeňleşdirijisidir. Şol sanda demir sitohromlaryň katalazalaryň peroksidazanyň işjeňleşdirijisidir. Mis askorbatoksidazanyň tirozinazanyň we fenol aksidazanyň kalsiý bolsa amilazanyň, lipazanyň, magniý, pepsidazanyň, fosfotazanyň işjeňleşdirijileridir.

6. Ingibitorlara baglylygy. Fermentleriň ingibitorlary fermentiň işjeňligini biraz peseltmekden başlap onuň işjeňliginiň doly we gutarnykly ýitmegine alyp barýar. Eger-de fermentiň protein moleýkulasynyň göwrüminiň giňişlik gurluşyny bozyňan täsirler (temperatura, turşular, aşgarlar, agyr metallaryň duzlary) olaryň işjeňliginiň ýitmegine getirip biler. Ingibirleşme 2 hili görnüşde bolup biler. Olar gaýdymly we gaýdymсыз ingibirleşmelerdir. Gaýdymly täsirleşmede ingibitor ferment bilen gowşak baglanyşygyň üsti bilen birleşýär. Netijede fermentiň moleýkulasynda gaýdymсыз täsirleşme geçmeýär. Ferment ingibitordan aýrylandan soň ol özüniň işjeňligini dikeldýär.

Gaýdymсыз täsirleşmede fermentiň işjeň merkezi berk kowalent baglanyşyk bilen birleşip fermentiň işjeň merkezini gutarnykly we doly baglasa ferment özüniň işjeňligini hemişelik ýitirýär we fermentden ingibitory hem onuň moleýkulasynyň 3-nji dereje gurluşyny bozman aýryp bolmaýar. Şeýle ingibirleşmä gaýdymсыз ingibirleşme diýilýär.

7. Kofermente baglylygy. Bir topar witaminler (B_1, B_2, B_6 , PP witamin) we biologiki işjeň maddalar aýry – aýry fermentleriň kofermentleri bolup olaryň düzümine girmek bilen fermentiň işjeňleşdirijileri bolup hyzmat edýär.

Fermentleriň klassifikasiýasy.

1961-nji ýylda biohimikleriň halkara birleşiginiň ýanynda fermentleriň topara bölünmek we olaryň atlaryny işläp düzmek barada iş topary döredildi. Şol döwre çenli fermentleri atlandyrmak ýa-da olary ulgamlaşdyrmak barada belli bir düşünje ýokdy. İş toparyň teklibi boýunça fermentleri atlandyrmak üçin olary katalizleşdirýän maddalaryň ady göz önünde tutulmagy we onuň adynyň yzyndan „aza“ goşulmasynyň goýulmagy makullanyldy. Meselem, saharozany katalizleşdirýän fermentiň ady saharaza, maltozany – maltaza. Maddanyň adyndan soň fermentiň katalizleşdirýän täsirleşmäniň görnüşi we hili hem görkezilýär. Meselem, süýt turşyny okislendirýän ferment laktatdehidrogenaza.

Fermentler şu aşakdaky alty topara bölünýärler.

1. Oksidoreduktazalar.
2. Transferazalar
3. Hidrolazalar
4. Liaza
5. Izomeraza
6. Ligaza (sintetazalar)

1.Oksidoreduktazalar bedende okislenme – gaýtarylma hadysalary katalizleşdirýär.Fermentiň ady: „donor-akseptor oksidoreduktaza“onuň görnüşleri katalaza, peroksidaza.

2. Transferazalar. Molekulanyň içinde we molekula aralykda atomlaryň we atom toparjyklaryň geçirilmeklerini katalizleşdirýän fermentler deňşlidir. Amino we amido toparjyklaryny, karboksil, aldehid we keton toparjyklary geçirýän fermentler.

3. Hidrolazalar. Birleşmeleriň molekulalarynda himiki baglanyşygy suwlaşyp dargadylýan hadysanyň üsti bilen üzüp, organiki birleşmeleri dargadyan fermentler deňşlidir.

4. Liazarlar. Organiki birleşmeleri suwlaşdyrma ýoly bilen däl-de molekulanyň düzüminde jübütleşýän baglanyşyk döretmeklik arkaly katalizleşdirýän fermentlerdir. Meselem: gistidin-ammiakliaza.

5. Izomerazalar. Dürli izomerleşme hadysalary katalizleşdirýän fermentler deňşlidirler. Meselem: trifosfatizomeraza.

6. Ligazalar (sintetazalar) Bu topar fermentlere bedende döreme hadysalaryny katalizleşdirýän fermentler deňşlidirler. Fermentiň ady emele getirmeklige gatnaşýan maddalaryň atlary ýagny „x-y ligaza”.

Meselem: glutamat – ammiak- ligaza (sintetaza). Bu ferment glutamini glutamatdan we ammiakdan emele getirýär. Käbir öňden ulanyp gelýän fermentleriň empiriki atlary hem saklanandyr. Muňa mysal edip, pepsin, tripsin we başgalary getirmek bolar.

Fermentleriň lukmançylykda ulanylyşy.

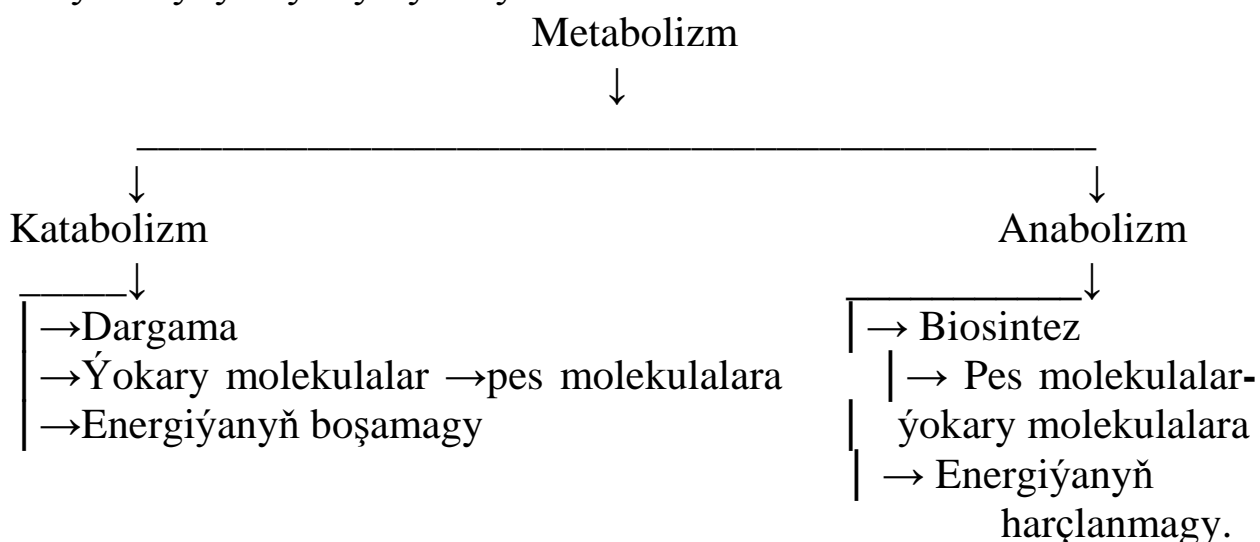
Bedeniň ähli öýjüklerinde köp sanly fermentler ýerleşýärler. Bir topar fermentler öýjügiň sitozolynda erän ýagdaýda erkin görnüşde ýerleşen bolsalar, köp sanly fermentler öýjükiňki böljekler bilen birleşen ýagdaý- da ýerleşýärler. Belli bir topar ferment ulgamlary bedeniň ähli öýjükleri- ne mahsus bolman, aýry-aýry agzalara we dokumalara mahsusdyrlar. Meselem: bagyr öýjüklerine moçewinanyň döreýşine gatnaşýan, böwrek üsti maziň steroid gormonlaryny döredýän fermentler hem bar. Ýürek myşsasynda kreatin – fostokinaza duş gelýär.

Bedende agzalaryň ýa-da ulgamlaryň gurluş işiniň kadasyz reaksiýasy bedeni belli bir derejede näsaglyga alyp barýar. Nesliň ösüş döwründe haýsy-da bolsa bir fermentiň emele gelmekligi bozulýar we bedende ol öz enzimi bolmaýar. Dürli keseller anyklamakda amaly lukmançylykda ganyň plazmasynda dürli fermentleriň işjeňliklerini öwrenmeklik giňden ulanylýar. Häzirki wagtda köp sanly fermentiň ýokary işjeňlikli görnüşinde, olaryň derman serişdeleriniň almaklygy üçin senagat derejesindäki usullary ulanylýar. Meselem: asparaginaza leykozyň käbir görnüşlerini bejermekde ulanylýar.

Madda çalyşygy we onuň esas görnüşleri.

Janly beden daşgy gurşaw bilen berk baglanyşykly bolup, gerek bolan iýmit we kislorod bilen üpjün edýär. Iýmit önümlerinde iýmit maddalar belok, ýag, uglewod, suw we mineral duzlar saklanýar. Iýmit siňdiriş ýollarynda olar bişirilýär we sorulýar, soňra kislorodyň gatnaşmagynda ahyrky maddalara çenli okislenýär (dargaýar). Şonda aralyk we ahyrky maddalar emele gelende energiýa bölünip çykýar. Bu hadysa **katabolizm** ýa-da dissimilýasiýa diýen ady aldy. Şol bir wagtda dargan önümler we energiýa berlen organizm üçin häsiýetli maddalaryň sintezine gatnaşýar. Bu hadysa **anabolizm** ýa-da **assimilýasiýa** diýilýär.

Sagdyn adamda katabolizm we anabolizm hadysalarynyň deňagramlylygy örän berkdir. Katabolizm we anabolizm hadysalarynyň aýratynlyklary



Açlykda, iýmit ýetmezçiliginde we doly bahaly iýmit iýilmedik wagtynda katabolizm agdyklyk edýär. Bu ýagdaýda organizm özüniň ätiýaç maddalaryndan peýdalanýar. Käwagtlarda ölüme hem eltip biler. Göwrelilikde, çaganyň ösýän döwründe we emdirýän wagtynda anabolizm agdyklyk edýär. Anabolizmiň katabolizmden agdyklyk etmegi aşa semizlige, çakdan aşa ösmeklige (gigantizm) eltýär. Anabolizm we katabolizm täsirleşmeleriniň arabaglanşygy madda çalyşgyny kesgitleýär ýa-da oňa metabolizm diýilýär. Metabolizm-organizme iýmit maddalaryň düşmegi we olaryň ahyrky maddalara çenli dargap, daşky gurşawa bölünip çykmagydyr. Bularyň hemmesi energiýa çalyşygy bilen baglanyşyklydyr. Başga sözler bilen aýdanymyzda madda

we energiýa çalşygy organizmde bir wagtyň özünde bolup geçýär. Madda çalşygyny şertli 2 topara bölýärler.

1. Daşky (iýmit önümleriniň organizme düşmegi, dargan önümleriň bölünip çykmagy)

2. Aralyk (iýmit maddalaryň bişirilmegi we sorulmagy, öýjüge düşmegi we aralyk ýa-da ahyrky önüme çenli dargamagy we ondan dokumalar üçin özboluşly birleşmeleriň sintezlenmegi.

Adamyň iýmit hökmünde ulanýan maddalarynyň arasynda, organizmde emele gelip bilmeýän, ýöne bedeniň kadaly işjeňligi üçin zerur maddalar bar. Ol maddalara **çalşyp bolmaýan** iýmit önümleri diýilýär. Olara birinjiden çalşyp bolmaýan aminoturşular: lizin, metionin, triptofan, fenilalanin, treonin, walin, leýsin, izoleýsin. Çalşyp bolmaýan aminoturşular haýwan önümlerinde (etde, süýtde, ýumurtgada) belli bir mukdarda saklanýar. Çalşyp bolmaýan iýmit önümlerine doýmadyk ýag kislotalary linol, linolen, arahidon degişli bolup olar ösümlik ýaglarynda duş gelýär.

Witaminleriň hem käbiri bedende sintezlenmeýär. Emma beden üçin örän zerur. Agzalan maddalardan makro we mikro elementler hem beden üçin zerurdyr. Olar öýjügiň guralyşyna we fermentleriň aktiw merkeziniň düzümine girýär. Kalsiý we fosfor süňk dokumasynyň esasyny düzýär. Natriý we kaliý organizmiň bufer ulgamyny düzýär. Çalşyp bolmaýan iýmit önümleriniň ýene biri suwdyr. Organizmde ol bölekleýin emele gelýär (endogen suw), ýöne organizm üçin gerekli mukdary bilen üpjün edip bilmeýär. Şonuň üçin gündelik iýmitiň düzümine hökmany suw gerekdir. Hemme biohimiki hadysalar organizmde suw gurşawda bolup geçýär. Suw köp himiki täsirleşmäniň geçmegine gatnaşýar.

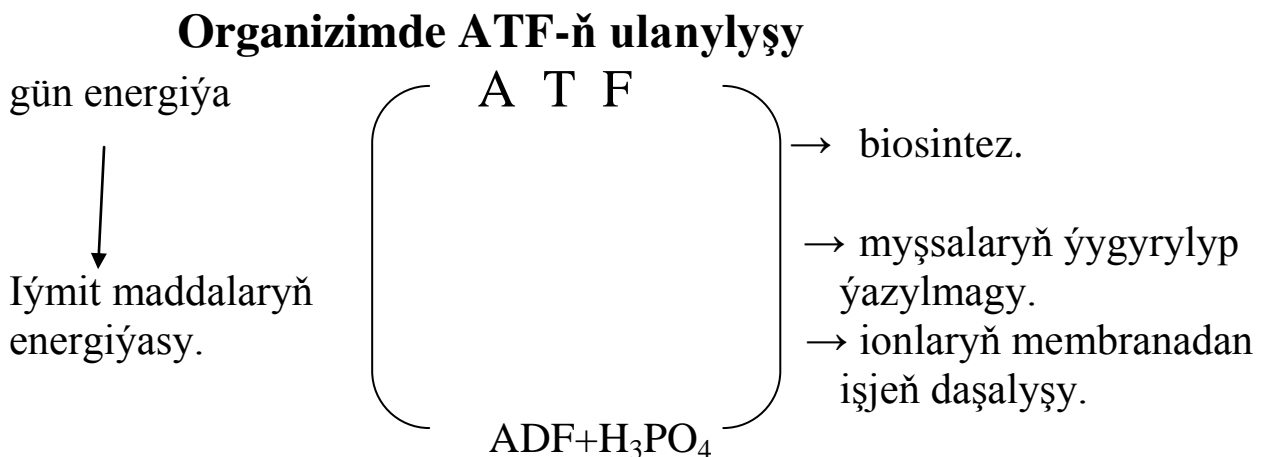
Energiýa çalşygy .Gormonlar.

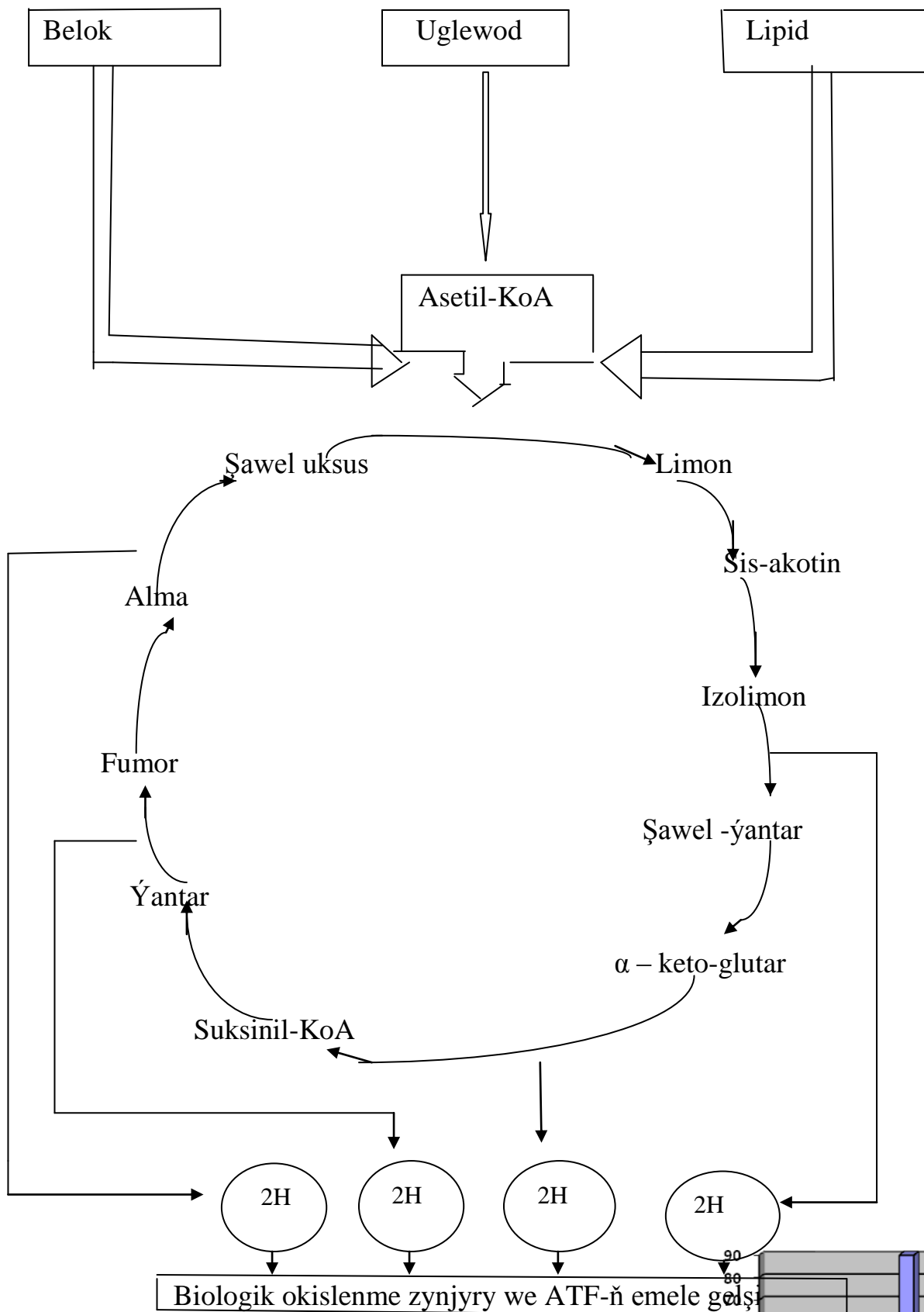
Özünde energiýanyň bölünip çykmagy, toplanmagy, energiýanyň kabul edilmegi, iýmit maddalaryň dargamagyndan energiýa çalşygy emele gelýär. Energiýa göteriji bolup \bar{e} – elektron hyzmat edýär. Energiýanyň belli bir bölegini kabul edip ol ýokarky energetik derejä geçýär ýa-da oýandyrylýar. Yzyna gaýdanda ýene-de şonça energiýa boşaýar. Ol energiýa haýsy bolsada bir işi ýerine ýetirmäge harçlansa oňa erkin energiýa diýilýär. Ol ýylylyga geçýär. Bular janly organizmde esasy rol oýnaýar. Energiýanyň esasy çeşmesi gün energiýasy ýadro täsirleşmelerinde sintezlenýär. CO_2 we H_2O - dan ýokary energiýaly organiki birleşmeler krahmal, kletçatka emele gelýär. Haýwan organizminde organiki maddalar darganda energiýa bölünip çykýar, boşan energiýa bölekleyin ýylylyga öwrülýär. Bedeniň hemişelik temperaturasyny saklaýar. Energiýanyň köp bölegi himiki baglanyşygyň energiýasyna öwrülýär. Ol baglanyşyga makroergik baglanyşyk diýilýär we şeýle bellenilýär. $\sim \text{F}$.

Makroergik baglanyşykly birleşmelere makroergik ýa-da makroerg diýip aýdylýar. Oňa ilki bilen ATF degişli. Makroergik baglanyşygyň ululygy 33,5 – 41,9 kJ/mol. Beýleki makroerglere kreatinfosfat, GTF UTF, TTF degişlidir. Bu birleşmeleriň aýratynlygy makroergik baglanyşygyň energiýasy darganda ýaýrap gitmeýärde, ýitirilmän başga madda geçirilýär. Ony ATF-ň mysalynda görmek bolýar. Onuň emele gelmegi üçin ADF we H_3PO_4 fosfor kislotasy gerek bolýar.

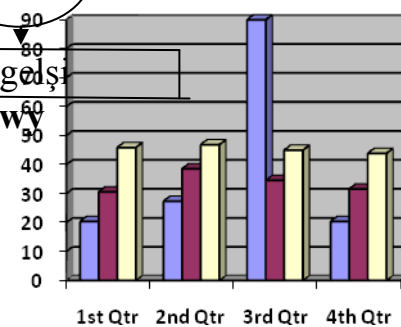


Şunlukda ATF energiýany geçiriji we energiýanyň kabul edilmegini we bölünip çykmagyny baglanyşdyrýan zynjyrdyr.

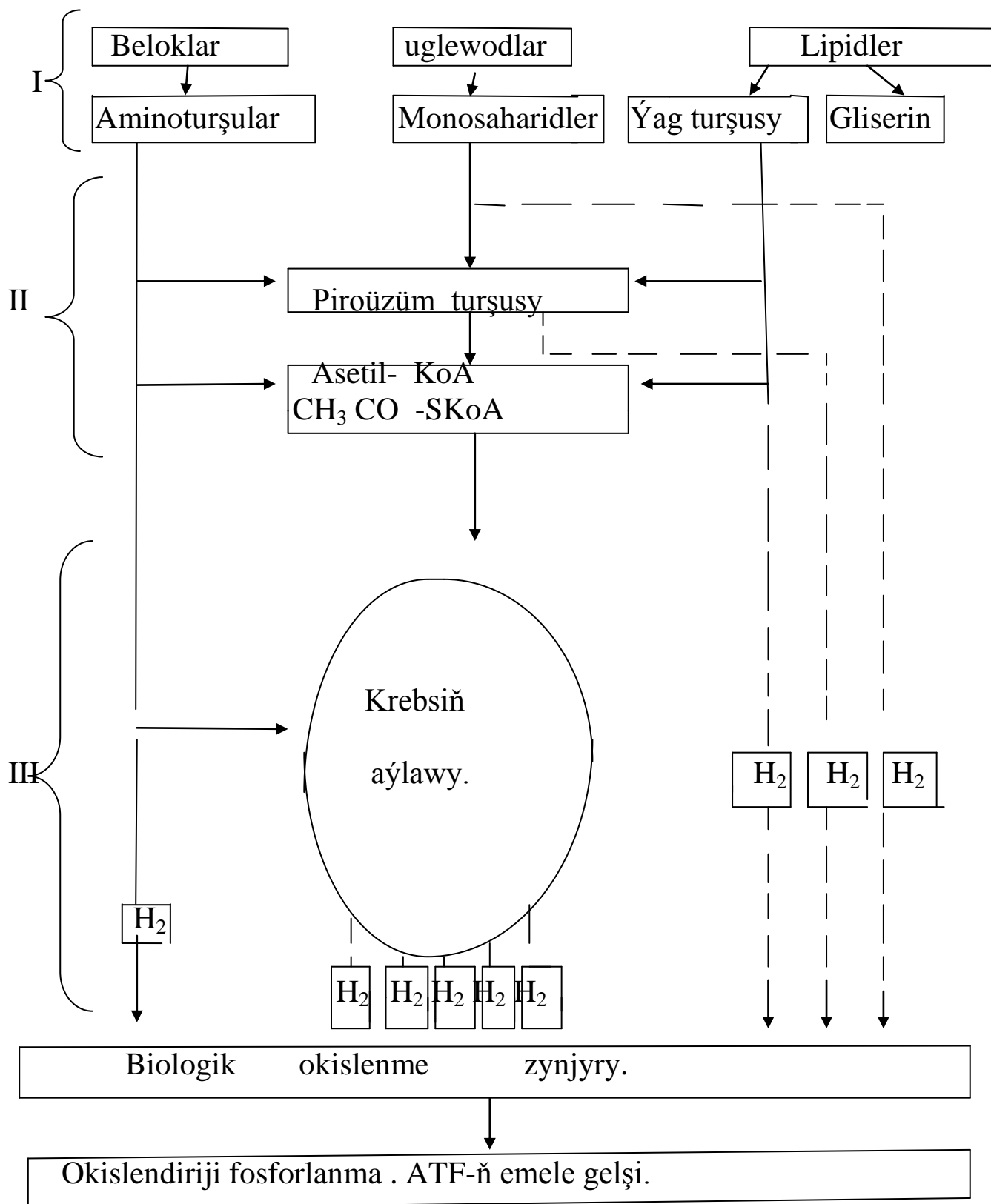




Krebsiň aylanawy



Organizimde energiýanyň boşamagynyň döwürleri.



Organizmde ATF-ň emele gelşini, haýsy ýol bilen iýmit maddalaryndan energiýa boşaýandygyny, onuň toplanyşyny öwreneliň. Energiýa elektronlarda saklanýar. Esasan hem wodorodda. Energiýanyň boşamagy wodorodyň boşamagydyr. Ony 3 döwre bölmek bolýar. Organizimde energiýanyň boşamagynyň döwürleri

I – taýýarlyk döwürde iýmit siňdiriş ulgamynda amala aşýar. Maddalar dargaýar 0,1% golaý energiýa bölünip çykýar.

II – döwürde monomerler öýjüklerde has ýönekeý birleşmelere dargaýar we hemme organiki maddalar dürli ýollar bilen asetil KoA



Energiýanyň 2/3 bölegi boşaýar.

III – döwürde Asetil koA doly okislenmegi Krebsiň aýlawynda amala aşýar. Onda CO_2 we H_2 boşaýar. Ol hemme öýjüklerde birmeňzeş mitohondriýanyň matriksinde geçýär. Maddalaryň okislenmegiň geçişine gatnaşýar. Kofermentler emele gelip H_2 -y birleşdirýär. NADH_2 , FADH_2 .

H_2 – yň az mukdary täze birleşmeleriň emele gelmegine harçlanýar. Köp bölegi O_2 bilen okislenip H_2O emele getirýär. Şol wagtda elektronlarda saklanýan energiýa boşaýar.

Gormonlar.

Organizmde ýaşayyş üçin zerur, biologik işjeň maddalar bolan gormonlary mázler ulgamy bölüp çykarýar. Ýöne olar organizmde örän az mukdarda, emma organizm üçin uly rol oýnaýar. Gormonlaryň himiki tebigaty dürli-dürlidir. Gipofiziň öňki bölegi, aşgazan asty mäzi, jübüt galkan görnüşli mázler belokdan käbirleri aminoturşularyň önümlerinde (adrenalin, tiroksin) böwrek üsti mäziň gabygynda we jyns mázlerinde steroid tebigatly maddalardan durandyr.

Gormonlaryň biologik ähmiýeti.

Organizmdäki esasy hadysalary sazlaýar Gormonlaryň ýerine ýetirýän wezipeleri.

1. Organizmiň içki sredasynyň hemişeligini saklaýar. (Gomeostaz)
2. Himiki reaksiýalaryň tizligini çaltlandyrýar.
3. Nerw işjeňligine.

4. Jyns taýdan ýetismeklige getirýär.
5. Madda çalşygyny kadalaşdyrýar.

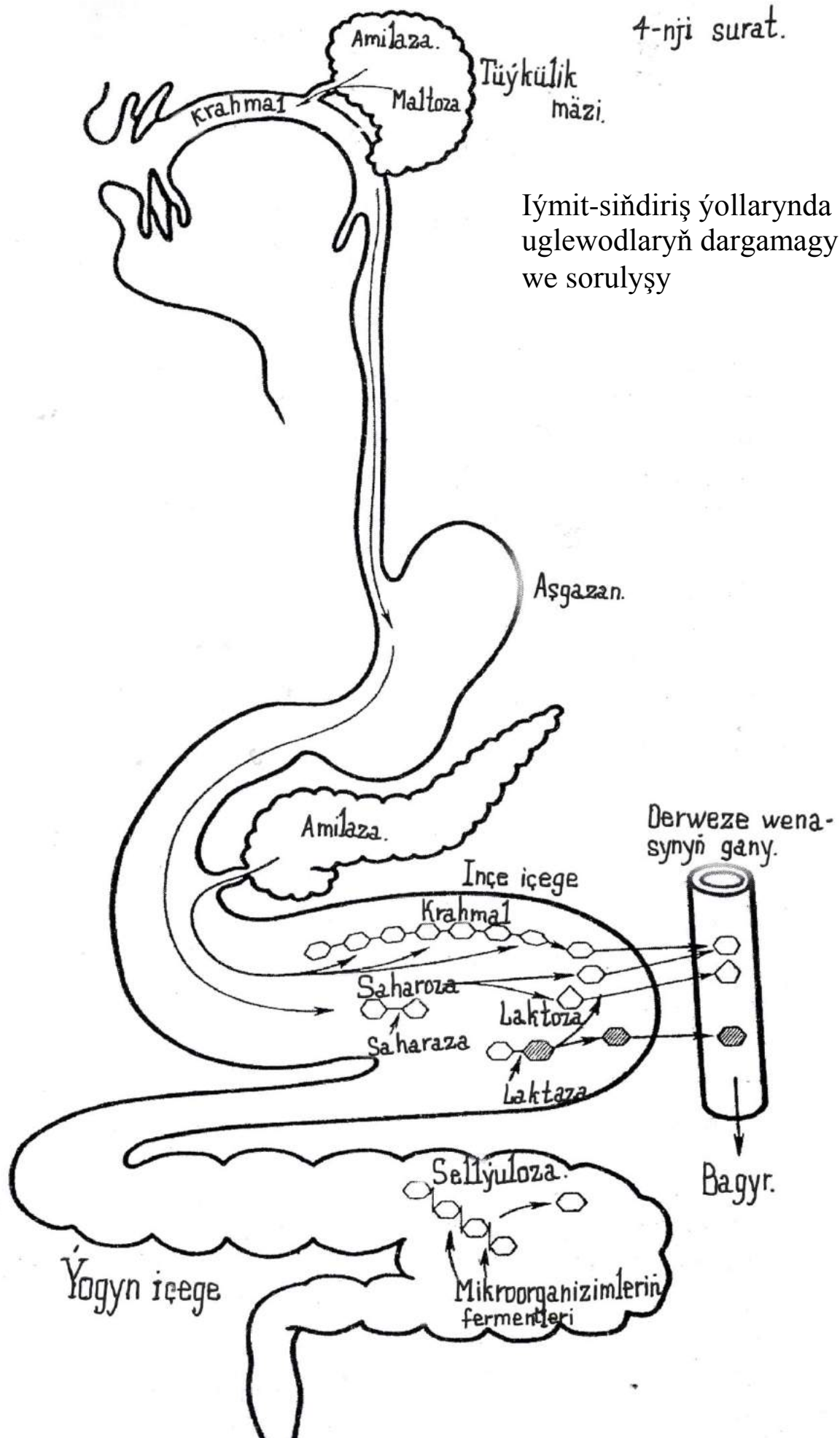
Gormonlaryň täsiriniň sazlaýjylyk we özboluşly täsiri tapawutlanýar.

Içki sekresiýa mázleriň işiniň bozulmagy gipofunksiýa ýa-da giperfunksiýa netijesinde bolýar. Gormonlar köp ýa-da az bölünip çykarýar.

Uglewodlaryň çalşygy. Aerob we anaerob dargama.

Adamyň iýmitiniň düzümine monomerden tä polimere çenli uglewod girýär. Gana bolsa diňe monomer görnüşinde düşýär. Şonuň üçin iýmit siňdiriş sistemasynda fermentiň täsirinde uglewodyň dargamagy bolup geçýär. Bu hadysa agyzdan başlanýar. Tüýkülikde amilaza, maltaza krahmaly maltoza çenli ony glýukoza çenli gidrolizleýär. Aşgazanda uglewod gerekli fermentiň ýoklugy sebäpli bişirilmeýär. Inçe içegede bişirilýär. Sebäbi ol ýerde aşgazan asty máz we içege şiresi fermente baý. Inçe içege gowşak aşgar sreda (PH 7,8 – 8,2) ýokary işjeňligi üpjün edýär. Krahmal amilazanyň täsirinde dargaýar. Aralyk madda dekstrin → maltoza, soňra maltazanyň täsirinde 2mol glýukoza çenli dargaýar. Galan uglewodyň önümleri disaharid görnüşinde fermentiň täsirinde gidrolizleşýär. Saharoza glýukoza we fruktoza, laktoza glýukoza galaktoza çenli dargaýar. Soňra gana sorulýar. Uglewoddan kletçatka gidrolizlenmeýär. Ol ýogyn içegä geçip sellulaz fermentiň täsirinde dargaýar. Ol mikroorganizmleriň ýaşaýjylygy üçin zerur. Sorulan monosaharidler bagyra derweze wena arkaly düşýär. Bagyrda monomerler biri-birine öwrülýär. Glikogen sintezlenýär. Ol organizme gerek wagty harçlanýar. Bagyrdan gan gerekli organlara gidýär. Böwrekde peşew emele gelende glýukoza doly yzyna sorulýar. Ganda glýukoza 3,33 – 5,5m mol/l-e deň.

4-nji surat.

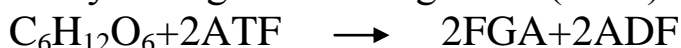


Iýmit-siňdiriş ýollarynda uglewodlaryň dargamagy we sorulyşy

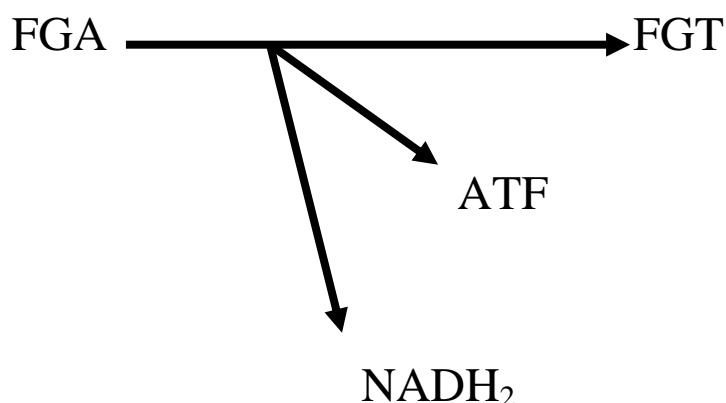
Öýjükde glýukozanyň nähili okislenýändigini we onuň netijesinde energiýanyň nähili toplaýandygyny bilen tanyşalyň. Glýukozanyň okislenmegi onuň dargadylmagy netijesinde geçýär. Şonuň üçin bu hadysa glikoliz (grekçe „gliks“ – süýji we „lisis“ – dargama, ereme) diýip atlandyrylýar. Glýukozanyň okislenmegi iki ýagdaýda geçýär.

1. Aerob glikoliz – öýjük kislorod bilen doly üpjün edilende.
2. Anaerob glikoliz – öýjükde kislorod ýetmezçilik edende.

Anaerob glikoliz glýukozanyň kislorodsyz doly däl okislenmesidir ýa-da öýjügiň dem alşynyň anaerob fazasydyr. Anaerob glikolizde elektronlaryň akseptory bolup NAD^+ hyzmat edýär. Anaerob glikoliz 12 sany fermentativ täsirleşmeden ybarat bolup 3 döwre bölünýär. Birinji döwürde glýukoza ATF-iň fosforynyň hasabyna 2 sapa fosforlanýar we 3 uglerodly fosfogliserin aldegidiniň (FGA) 2 moleýklasyna dargaýar:



Ikinji döwürde fosfogliserin aldegidleriniň hersi fosfogliserin turşusyna (FGT) çenli okislenýär. Netijede gaýtarylan NADH_2 moleýkulasy we bölünýän energiýanyň hasabyna ATF-nyň moleýkulasy emele gelýär.



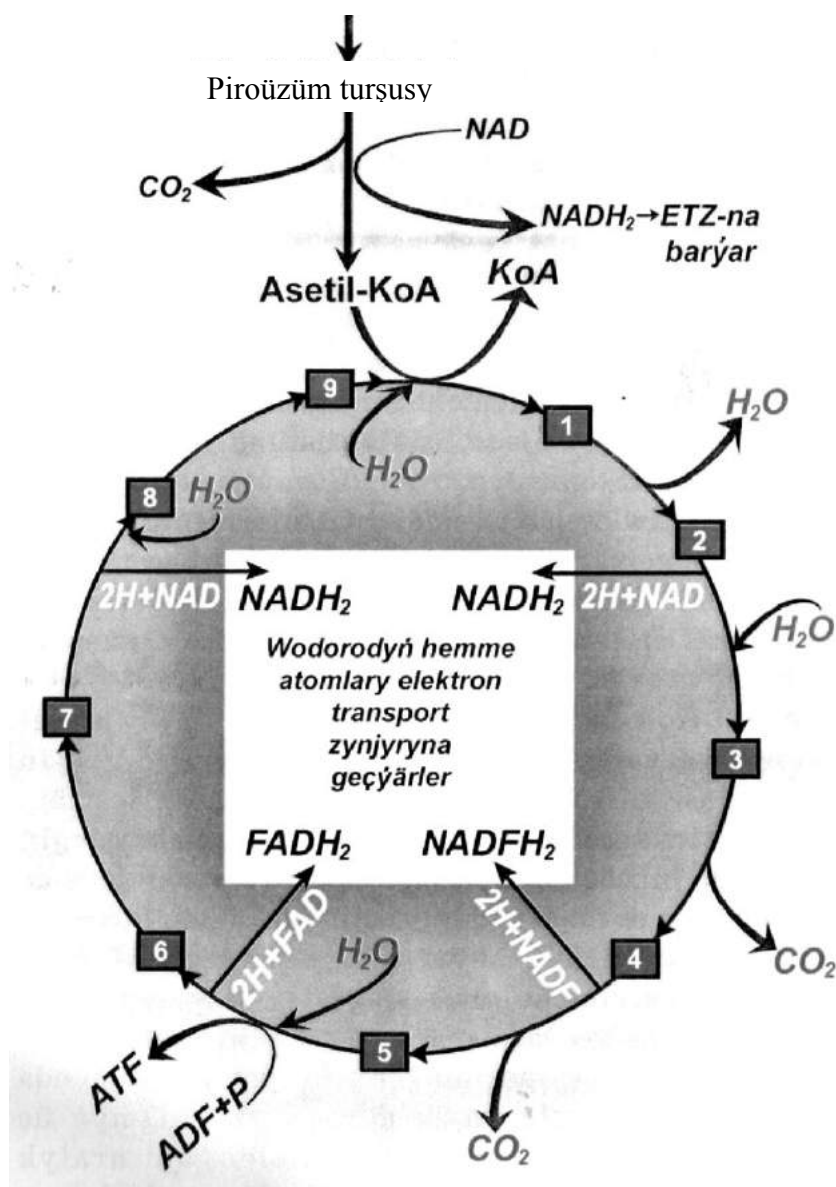
Üçünji döwürde fosfogliserin turşusy piroüzüm turşusyna çenli okislenýär. Şonda ýene bir moleýkula ATF emele gelýär.

Şeýlelikde emele gelen 2 sany piroüzüm turşusy kislorod ýetmezçilik edende 2 sany NADH_2 -niň hasabyna süýt turşusyna çenli gaýtarylýar.



Şunuň bilen anaerob glikoliz tamamlanýar.

Aerob glikoliz (Krebsiň aýlawy) - Anaerob glikolizde emele gelen PÜT kislorodly şertlerde, mitohondrýalarda doly, ýagny suwa we kömürturşy gazyna çenli okislenme sezewar bolýar. Piroüzüm turşusynyň mitohondrýalarynyň içki membramasynyň kristlerindäki okislenmesi aýlaw boýunça geçýär. Bu aýlawy 1937-nji ýylda inlis alymy Hans Adolf Krebs (1981) haýwan öýjüklerinde öwrendi şonuň üçin bu aýlawa Krebsiň aýlawy diýilýär.



Krebsiň aýlawynyň çyzgysy

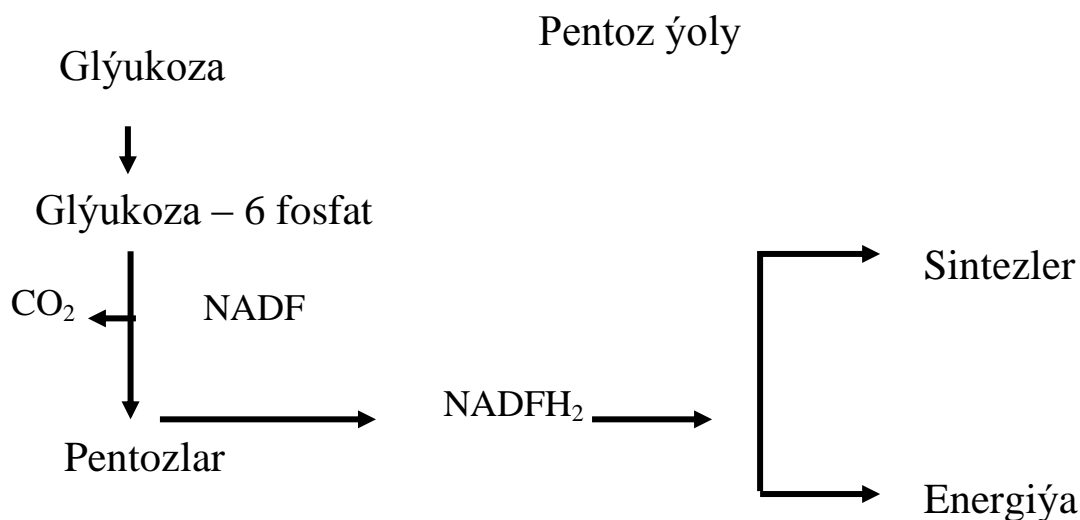
PÜT aýlawa gatnaşmazdan öň ýörite fermentiň topary bilen okislenýär hem-de ondan kömürturşy gazy çykýar. Netijede, NAD^+ üstüne fermentleriň kömegi bilen H^+ goşulyp, NADH_2 gaýtarylýar we iki uglerodly asetilkoferment A (asetil – KoA) emele gelýär. Onuň soňraky okislenmesi aýlawly hadysa boýunça geçýär. Aýlawyň in

soňunda emele gelýän birleşme asetil – KoA bilen birleşip, birinji birleşmäni emele getirýär. Ondan soň yzygider okislenmegiň netijesinden birnäçe aralyk birleşmeler we soň ýene-de ahyrky birleşme emele gelip asetil – KoA bilen birleşýär we aýlaw täzedan gaýtalanýar. Aýlawyň geçmegi üçin fermentleriň gatnaşmagy zerurdyr.

Glikogenez glikogeniň dargama hadysasy katalizleşdirýän fermentleriň işjeňliginiň bozulmagyndan ýüze çykýan nesle geçiji keselleri özünde jemleýär. Belli bolşy ýaly, glikogen bagyrda we myşsalarda köp mukdarda toplanýar. Bagyrda glikogen erkin glikoza çenli dargaýar we ol gana düşýär. Bu hadysa diňe bagyrda duş gelýän glýukoza – 6 fofataza fermentiň täsiri netijesinde bolup geçýär. Myşsalarda glikogeniň dargamagy laktatyň we energiýanyň ATF görnüşinde toplanmagy ol bolsa myşsalaryň ýygrylyp ýazylmagy üçin zerurdyr. Glikogeneziň ýene bir görnüşü bagyrda dogabitdi fosforelazanyň ýetmezçiligidir. Bu ýagdaýda birinjiden, glikogeniň glýukoza çenli dargamagy kesilýär, ol gana düşmeýär we gipoglikemiýa ýüze çykýar. Ikinjiden giperlipemiýa gandan we bagyrdan lipidleriň köp bolmagy asidoz, ösüşiniň saklamagyna eltýär. Fosforilazalaryň ýetmezçiligi süňk myşsalarynda glikogen dargamaýar we hemişelik sinteziň barşynda toplanýar. Şonuň netijesinde ATF-nyň önümi peselýär. Şonuň ýaly-da myşsanyň işjeňligi peselip agry ýüze çykýar. Bagyrda dogabitdi glýukoza – 6 fosfotaza bolmasa (Girkin keseli) ýüze çykýar. Onda erkin glýukozanyň emele gelmegi ýetmezçilik edýär. Ýaglaryň dargamagy ýokarlanýar we holesteriniň, lipoproteitleriň, ýag kislotalaryň ganda toplanmagyna getirýär.

Glýukozanyň dargamagynyň apotomik ýoly.

Glýukozanyň dargamagynyň bu ýoly glýukozanyň moleýkulasynyň dogry okislenme netijesinde 2 sany triozlara dargamaýar. Bu ýoluň barşynda 6 sany uglerod atomynyň biri kömürturşy gazy pentoz emele gelýänçä okislenýär. Şol wagtda wodorodyň atomy hem bölünip çykýar. Ony NADF özüne birleşdirip NADFH₂ emele getirýär. Glýukozanyň ähli moleýkulasynyň doly okislenmegi 5 sany ýoluň dowamynda geçýär. Pentozlar nuklein kislotalarynyň sintezlenmeginde ulanýar ýöne beýleki öwrülmelere, meselem: glýukozanyň sintezine hem gatnaşyp biler. Pentoz ýolunda emele gelen NADFH₂ sintez hadysalary gatnaşýar ýa-da energiýanyň emele gelmeginde ulanýar. Pentoz ýoly eritrositlerde süýt we jyns mázlerinde ýüze çykýar.



Uglewod çalşygynyň sazlanlyşy we patologiýasy.

Bedenimizde duş gelýän uglewodlaryň içinde iň ähmiýetlisi glýukozadyr .

1. Sebäbi gandaky monosaharidleriň 90%-ni glýukoza tutýar.
2. Öýjükde onuň öwrülişini katalizleýän işjeň fermentler bar.
3. Bagyrda galaktoza, fruktozany glýukoza öwürýän işjeň hadysalar ýüze çykýar.

Soňra glýukoza glikogen görnüşinde toplanyp bilýär we gerek wagtynda harçlanýar we uglewod ýetmezçiligini üpjün edýär. Ganda glýukozanyň mukdary hemişelikdir we uglewod çalşygynyň esasy bolup durýar. Eger-de ütgeşme bolsa ganda mukdary ütgeýär. Merkezi nerw sistema bütün organizmde uglewod çalşygyny sazlaýar. Ganda glýukozanyň kadadan azalmagy organizm üçin tebigy gyjyndyryjydyr. (gipoglikemiýa) Haçanda beýnä şeýle gan düşse kesgitli merkezi gyjyndyrýar we glýukozany glikogene çenli dargadýan, impuls işlenip çykarylýar we ganda onuň derejesi kadaly ýagdaýa gelýär.

Uglewod çalşygynyň sazlanlyşynda MNS-dan başgada gormonlar ulgamynyň işi esasy orny eýeleýär. Gormonlaryň içinde aşgazanasty mäziň gormony – insuline esasy orun degişlidir. Ol aşgazanasty mäziň Langergans adajyklaryndaky β – öýjüklerde işlenip çykarylýar. Himiki tebigaty boýunça belokdyr. Ol öýjükleriň glýukozany özleşdirişini çaltlandyrýar. Öýjüğe düşen glýukoza, glýukoza 6-fosfata öwrülýär. Ol öýjükden çykyp bilmeýär we başga maddalara öwrülýär.

Ýenede bir gormon böwrek üsti mäziň beýni şekilli maddasy – adrenalin. Ol ganda glýukozanyň köpelmegine alyp barýar. (giperglikemiýa) Ol fosforilaza fermentini aktiwleşdirip glikogeniň

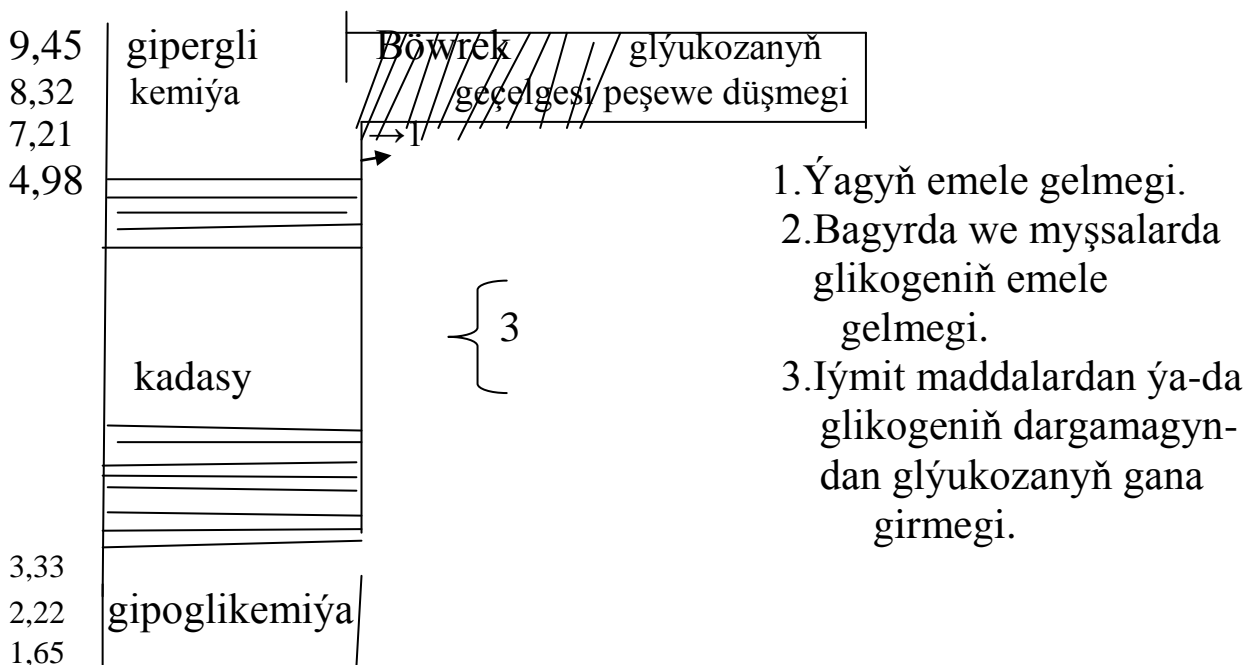
dargamagyny katalizl ýär. Bu hadysa bagyrda geçýär. Myşsalarda adrenalin glýukozany süýt kislotasyna çenli dargadýar. Bagyrda adrenaline meňzeş glýukagon – gormony aşgazanasty mäs işläp çykarýar. Ganda glýukozany ýokarlandyran böwrek üsti mäziň gabygynyň gormony – glýukokortikoidlerdir. Netijede adrenalin we glýukagon ganda glýukozanyň toplanmagyna insulin bolsa öýjükleriň ony kabul etmegine mümkinçilik döredýär.

Çalşygyň patologiýasy.

Organizm üçin uglewodlaryň örän köp işi ýerine ýetirýänligi üçin ähmiýeti uludyr. Uglewod çalşygyň bozulmagy organizmiň ýagdaýyny bozýar

Oňa giperglikemiýa, glýukozuriýa, gipoglikemiýa degişlidir. Metabolizmiň islendik üýtgemesinde ganda we peşewde glýukozanyň derejesiniň üýtgemegi bilen ýüze çykýar.

Ganda glýukozanyň derejesiniň üýtgemegi.



Giperglikemiýa – ganda glýukozanyň bolmasynyň ýokarlanmagy. Onuň 2 görnüşi bar insulýar we ekstrainsulýar. Insulýar giperglikemiýa süýji keselinde duş gelyär. Ekstrainsulýar insuliniň bölünip çykmagyna bagly däl. Organizmiň fiziologik we patologik ýagdaýlarynda ýüze çykýar. Hemde içki sekresiýa mäsleriniň

kesellerinde ýüze çykýar. Sagdyn adamyň peşewinde glýukoza bolmaýar. Sebäbi peşew emele gelende böwrek kanallarynda glýukoza yzyna sorulýar. Egerde ganda glýukoza 6,68 mmol/l bolsa peşewe glýukoza düşýär. Oňa glýukozuriýa diýilýär.

Gipoglikemiýa – ganda glýukozanyň derejesi peselýär. Ysgyndan gaçma, özünden gitmek, diffuzly derlemek, nerw sistemasynyň gowşamagy bolup geçýär.

Giperglikemiýa – gepatitde, enterkolitde, nefrozda, nefritde ýüze çykýar. Süýji keselini bejermekde insuliniň gerek mukdaryny kabul etmek we uglewodyň insulinsiz dargaýan görnüşlerini kabul etmek.

1. Insuluniň bejeriş mukdaryny ulanmaly. Ony glýukoza bilen bile ulanmaly.

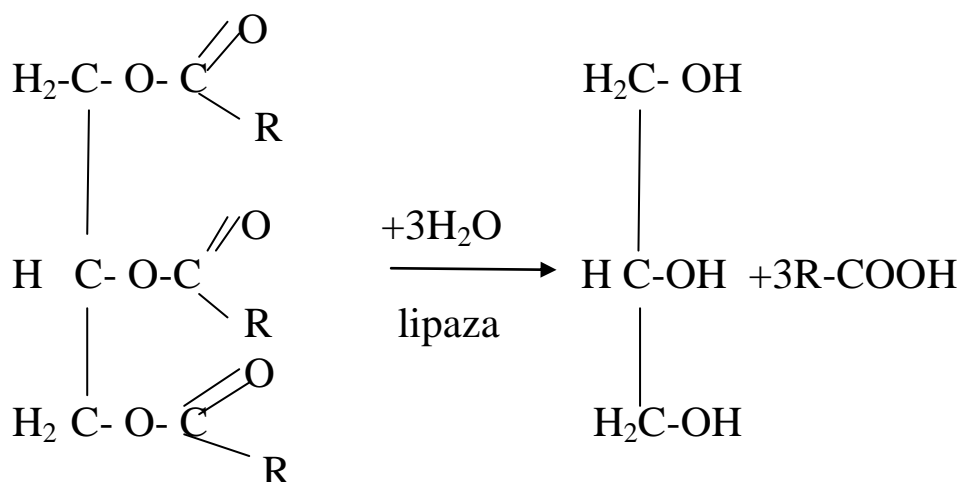
2. Iýmitine fruktoza, sorbitol, ksilit goşmaly.

Lipid çalsygy. Bişirilişi we siňdirilişi.

Iýmit siňdiriş ulgamynda lipidleriň bişirilmegi üçin lipolitik ferment, emulgator zerurdyr. Lipidleri gidrolitik katalizleýän gidrolazyň uly toparydyr. Iýmit siňdiriş ulgamynda lipaza triasilgliserini (TAG), fosforilaza fosfolipidleri dargadýar. Olaryň aktiwligi gowşak aşgar şertde (PH 7,8- 8,2) ýokarydyr. Emulgatorlar – ýaglaryň bölejikleriniň biri birine ýapyşmagynyň önüni alýar. Agyz boşlugynda ýaglaryň siňmegi başlanmaýar. Sebäbi ol ýerde lipolitik ferment ýokdur. Aşgazanda iýmitiň emulgirlenen ýaglary az mukdarda dargadýar. Aşgazan şiresinde lipaza fermenti bolsada onuň aktiwligi pesdir. Sebäbi güýçli turşy şert (PH 1,0 – 1,5) päsgel berýär. Ýaglaryň dargamagy inçe içegede bolup geçýär. Ol ýerde hemme şertler bar. Aşgazanasty mäs we aşgazanyň nemli bardasy lipolitik fermentleri bölüp çykarýar. Olaryň işjeňligi gowşak aşgar şertde ýokarydyr. Ýaglar içegeleriň ýygrylyp ýazylmagynda owranýarlar, jübüt öt kislotasynyň gatnaşmagynda emulgirlenýär. Şeýle ýagdaýlarda TAG-ň 90-97%-i gidrolizleşýär onuň 40% gliserine we ýag turşusyna çenli dargadýar, 50-57%-i monoglesirine çenli gidrolizlenýär. Siňmedik ýaglaryň galan mukdary (ululygy 0,5nm) bolsa ýogyn içegede siňdirilýär, ýa-da ýogyn içegä düşüp nejesat bilen daşa çykarylýar. Ýag turşusy, holesterin, jübüt öt turşusynyň gatnaşmagynda suwda ereýän komplekslere öwrülýär.

Triasilgliseriniň öwrülişi (TAG)

Öýjükde TAG sitoplazmada toplanyp, dokumalarda lipazanyň gidrolizlenmeginde gliserin we ýag turşusyna çenli dargadýar.



Holesteriniň öwrülişigi.

Holesterin organizme 2 ýol bilen düşýär.

1. Iýmit önümlerinden. İçegäniň nemli bardasyndan sorulýar. Soňra limfa hilomikronyň düzümine girýär.
2. Endogen holesterin bagyrda sintezlenýär. Holesteriniň ähmiýeti organizm üçin uludyr. Ol öýjük membranasynyň düzümine girýär. Bagyr öýjüklerinde öt turşusyna öwrülýär. Holesterin artykmaçlyk edende ateroskleroz ýüze çykýar. Holesterini köp saklaýan iýmit iýlende ganyň düzüminde holesteriniň toplanmagyna getirýär.

Triasilgliseriniň sintezi.

Belleýşimiz ýaly çalşyk hadysasyna işjeň molekulalar gatnaşýar. Gliserin ATF-nyň we gliserokinazyň gatnaşmagynda özüniň işjeň formasy gliserofosfata bölünýär. Soňra ol ýene 3 fosfogliserinaldegid ýa-da TAG-yň sintezlenmegine gatnaşýar. TAG-yň sintezlenmeginde 3 döwür tapawutlandyrylýar.

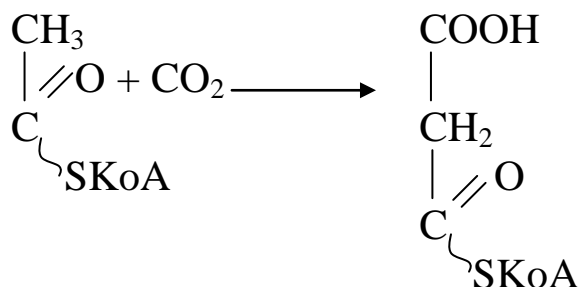
I. Gliseriniň emele gelşi.

II. Ýag turşusynyň emele gelmegi.

III. Ýag turşusynyň we gliseriniň özara täsirleşip TAG-yň emele getirmegi.

Gliserin gliserofosfat görnüşinde uglewodlaryň dargan önümlerinde ýa-da TAG darganda emele gelýär.

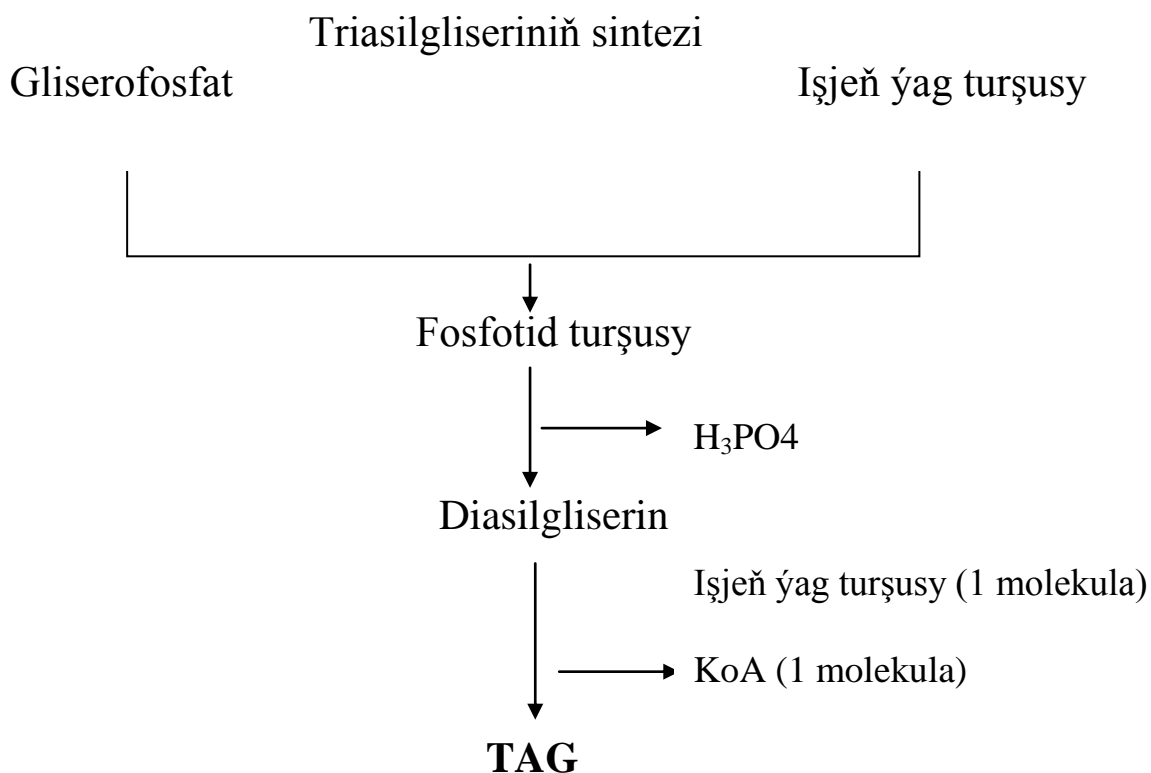
Ýag turşularynyň biosintezi. Bu hadysa örän çylşyrymlydyr. Oňa asetil – KoA, malonil – KoA, ATF, NADFH₂ we fermentler ulgamy gatnaşýar. Malonil – KoA sintezde başlangyç madda bolup, ol asetil KoA bilen işjeň kömür turşusy bilen birleşip emele gelýär.



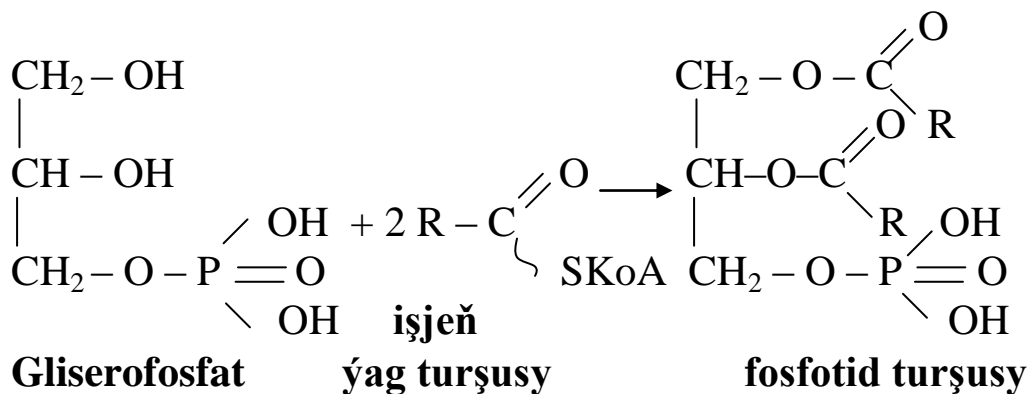
Asetil – KoA

Malonil - KoA

TAG sinteziniň soňky döwri gliserofosfatyň 2 molekula işjeň ýag turşysy bilen özara täsirleşmesi başlaýar. Onuň netijesinde emele gelen fosfatid turşysy diňe bir triasilgliseriniň däl-de fosfolipidiň aralyk maddasy bolup hyzmat edýär.

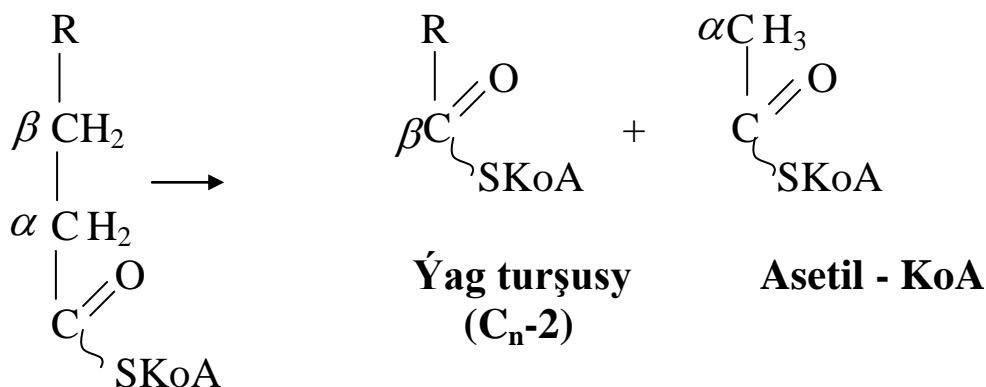


Indiki döwürde fosfotid turşusyndan fosfor turşusy aýrylyp we diatilgliserin emele gelýär, oňa ýene bir molekula işjeň ýag turşusy birleşýär we TAG emele gelýär. TAG-yn düzüminde dürli doýan we doýmadyk ýag turşulary girýär.



Ýag turşularynyň çalsygy.

Ýag turşularynyň dargamagyny KoA, ATF we asil – KoA emele getirýän fermentler işjeňleşdirýär. Bu hadysa sitoplazmadan geçýär. şonuň bilen bir wagtda soňky okislenme mitohondriýada geçýär. Sebäbi oňa ýag turşulary özbaşdak geçip bilmeýär. Onuň üçin mitohondriýanyň gabygynda ýörite geçiriji – karnitin saklanýar. Ol işjeň ýag turşularyny sitoplazmadan mitohondriýa daşaýar. Ýag turşularyň dargamagy β – okislenme ýoly bilen geçýär. Bu hadysanyň manysy ýag turşusynyň bir ýolunyň täsirleşmesiniň dowamynda 2 sany uglerod atomy gysgalýar. Olar asetil – KoA görnüşinde bölünip çykýar. Ýag turşularynyň galan bölegi täzeden şu ýol boýunça okislenýär we doly dargaýança bolup geçýär. Öýjükde ýag turşusynyň dargama ýoluny ilkinji gezek F.Knoop geçen ýüz ýyllygyň başlarynda subut etdi. Ol bu taglymata β – okislenme diýip at berdi. Soňky ýyllarda bu taglymat has takyklandy we şu görnüşde şekillendirilýär.



Ýag turşusy (C_n)

Ýag turşularynyň okislenmeginiň möhüm energetiki ähmiýeti bardyr. Okislenmegiň bir aýlawynda aralyk maddalar iki gezek degidririlenýär, boşan wodorodyň erkin atomy bir ýagdaýda FAD bilen birleşip FADH₂-ni beýleki ýagdaýda NAD bilen birleşip NADH₂ emele gelýär. Olar biologik okislenme zynjyryna düşüp, 2 we 3 molekulada ATF-ň emele gelmegini üpjün edýäň. Şonuň ýaly-da asetil KoA Krebsiň aýlawynda okislenip ýene-de 12 molekulada ATF berýär. Şunlukda, okislenmegiň bir ýolunda 17 molekulada ATF berýär, 1 molekulada tripalmitin doly okislenmeginde 412 molekulada ATF emele gelýär. Glýukozanyň okislenmeginden 10 esse köp ATF emele gelýär.

Öýjükde lipidleriň dargamagy bilen bir hatarda lipogenez – triasilgliseriniň we beýleki lipidleriň täze emele gelmesi ýüze çykýar.

Ýag çalşygynyň sazlanlyşy we patologiýasy.

Ýag çalşygyna daşky we içki şertler täsir edýär. Günüň dowamynda nädogry iýmitlenmek, iýmitde uglewodyň köp bolmagy, hereketsizlik bular ýagyň sintezlenme hadysasyny aktiwleşdirýär we onuň toplanmagyny amala aşyrýar. Ýag çalşygyna nerw sistema hem uly täsir edýär. Wegetatiw nerw sistema oýandyrylanda ýag gana gönükdirilýär we bagra düşýär. Ol ýerde okislenýär.

Käbir kesellerde ganda umumy lipidiň derejesi ýokary derejede artýar. Oňa giperlipemiýa diýilýär. Ol gepatitde, süýji keselinde, nefrozda ýüze çykýar. Has artykmaçlyk edende bagyr sirrozy ýüze çykýar.

Peşewde ýagyň mukdary (2mg/l) bolmaly onuň köpelmegi lipuriýaiýmit iýlenden soň esasan hem balyk ýagy köp iýlende ýüze çykýar. Peşewde ýagyň patologik ýygnanmagy süýji keselinde, inçe keselde, nefrozda ýüze çykýar. Bu ýagdaýlarda peşewde dargan leýkositler we epitelial öýjükler ýüze çykýar. Peşew süýt reňkde bolýar.

Gipolipemiýa – ganda ýagyň mukdarynyň peselmegi bagyr sirrozynda ýüze çykýar. Keseli anyklamakda ganyň düzümindäki lipid fraksiýalary barlanylýar. TAG ganda (0,59-1,77 mmol/l) möçberde bolmaly. Ol semremekde, nefrozda, aterosklerozda, galkan görnüşli mäziň giperfunksiýasynda köpeliýär. Fosfolipidleriň derejesi ganda kadada (1,52-3,62g/l) bolmaly. Süýji keselinde, nefrozda köpeliýär. Bagryň parenhimasy ýaralalanda fosfolipidleriň derejesi azalýar.

Holesteriniň gandaky mukdary (2,97- 8,79mmol/l) ýaşyna jynsyna bagly. Erkeklerde ýokarydyr. Onuň ýokary göterilmegi fiziologik

ýagdaýyň üýtgemeginde, göwreli aýallarda, klimaksda bolýar. Patologik giperholesterinemiýa MNS-ň kesellerinde (meningit, beýni çişmesi, epilepsiýa, nefroz, nefrit, ateroskleroz) ýüze çykýar. Nerw sistema içki sekresiýa mázleriniň üstünden gözegçilik edýär, gormonlaryň täsirini ylalaşdyrýar. Insulin lipogenez hadysasyny güýçlendirýär, uglewodlary ýaga öwürýär. Ýag turşularynyň okislenmegine eltýär. Kontrinsulýar gormonlar: adrenalin, glýukogon, tiroksin, onuň tersine bolup geçýän hadysalary aktiwleşdirýär. Şonuň üçin gipofiziň gormonlary peselende ýa-da jyns gormonlary az işlenip çykarylanda ýagyň sintezlenmegini amala aşyrýar. Dargamagy peselýär. Lipid çalşygynyň sazlaşygynda TAG-ň we fosfolipidleriň sinteziniň gatnaşygy bagyrdaky esasy rol oýnaýar.

Lipid çalşygyň patologiýasy.

Lipidleriň organizmde köp ýaýramagy we köpdürli funksiýasynyň bolmagy organlaryň, dokumalaryň işjeňliginde esasy rol oýnaýar. Lipid çalşygy beýleki maddalaryň öwrülişigi bilen hem bagly. Keselleri anyklamakda ganyň dürli lipidleri saklamagy esasy görkeziji bolup biler. Kliniki barlaglarda ganyň syworotkasynda umumy lipid kesgitleýär. Onuň kadaly derejesi 4-8g/l bolmaly. Emma ol ýaşyna, jynsyna, häsiýetine, iýmit režimine garap ütgüýär. Käbir kesellerde umumy lipidiň gandaky mukdary ýokarlanýar. Oňa **giperlipemiýa** diýilýär. Süýji keselinde pankreatitde, gepatitde, nefrozda ýüze çykýar. Onuň esasynda energiýa çalşygy ýatýar.

Gipeholesterinemiýa- ganda holesteriniň mukdarynyň azalmagy. Madda çalşygyň bozulmagynda ýüze çykýar.

Iýmit siňdiriş ýollarynda lipolit fermentiň aktiwligi peselende ýa-da içegä öt suwuklygy az düşende lipidleriň bişirilmegi we sorulmagy bozulýar. Aralyk çalşyk bozulanda semreme ýüze çykýar. Öýjüklerde ýag toplanmagy başlanýar. Onuň uzak ýaşamaga zyýany degýär. Agramy ýokary adamlar, kadaly agramly adamlara garanda 7ýyl az ýaşaýar. Olarda ýürek-damar keselleri, süýji, rak keseli 3-4esse köp duş gelýär. Ateroskeloroz bu diňe bir arteriýanyň keseli däl, madda çalşygyň we nerw sistemanyň, gan aýlanşyň sazlanysynyň bozulmagydyr. Aterosklerozda holesterin 13mmol/l çenli ýokarlanýar. Onuň sebäbi sintezlenýän we dargaýan holesteriniň mukdarynyň deňagramlylygy nyň bozulmagydyr.

Ýönekeý beloklaryň siňdirilişi.

Organizmiň beloga bolan üpjünçiligi gündelik harç edilişine bagly. Ol ýaşa, jynsa zähmet işjeňligine beýleki faktorlara bagly. Iýmit režimindäki belogyň diňe bir mukdaryna däl onuň hiline hem bagly. Adam belogynyň düzümine girýän aminoturşular 2 topara bölünýär.

I-Çalşyp bolmaýan aminoturşular. Olar organizmde sintezlenmeýär. Iýmit bilen hemişe düşüp durmaly. (triptofan, lizin, metionin, fenilalanin, treonin, walin, leýsin) Olar etde, balykda, süýtde, peýnirde bar.

II- Çalşyp bolýan aminoturşular. Organizmde sintezlenýär. Oňa köp aminoturşular girýär. Düzüminde çalşyp bolmaýan aminoturşulary saklaýan belok biologik doly bahaly hasaplanýar. Belogyň kadasy käbir kesellerde üýtgeýär. Iýmit siňdiriş ýollarynyň kesellerinde belogyň siňdirilmegi we sorulmagy bozulýar. Belogyň düzümi üýtgeýär. Käbir kesellerde çalşyp bolýan aminoturşularyň sintezlenmegi peselýär, iýmit bilen düşmeli bolýar. Organizmde esasy rol belok ätiýaçlygyna bagly. Belok uglewod we ýag ýaly ätiýaçlyk görnüşinde toplanmaýar. Iýmit bilen belok näçe köp düşse şonçada ahyrky önüm hökmünde dargaýar. Uzak wagtlaýyn belok ýetmezçiliginde ýa-da açlyk çekende organizmde belok azalýar. Ilkinji nobatda ol ganyň plazmasyna bagly .1g belok plazmada ýitirilse, 30g belok dokumada ýitirilýär. Soňra bagyrdaky we myşsalardaky belok ulanylýar.

Belogyň siňdirilmegi we sorulmagy.

Agyz boşlugynda belok dargamaýar. Ol ýerde proteid ferment ýok. Aşgazanda belogyň işjeň bişirilmegi proteaz-pepsin we gastriksin ýagly fermentleriniň täsirinde aşgazan şiresiniň güýçli turşy şertlerinde geçýär. (PH 1,5-2,5) Turşy sreda HCl-ň hasabyna geçýär, ol aşgazanyň nemli bardasynyň öýjükleri tarapyndan bölüp çykarýar. Gije-gündiziň dowamynda aşgazanda 2g pepsin işlenip çykarylýar. Pepsin peptid baglanyşygy üzüp, beloklary aminoturşulara ýa-da polipeptidlere çenli dargadýar. Aşgazanda albuminiň we globuliniň işjeň gidroliz hadysasy bolup geçýär. Şeýlelikde iýmit siňdiriş ýollarynda belogyň bişirilmegi netijesinde erkin aminoturşular emele gelýär, ol derweze wena arkaly bagra düşýär. 5%-e golaýy limfa düşýär. Bagyrda aminoturşularyň belli bir bölegi ýöriteleşen belogyň emele gelmegi üçin harçlanýar. (albumin, globulin, fibrinogen, ferment) galan bölegi gan bilen organlara we dokumalara eltilýär. Adamda aminoturşularyň konsentrasiýasy hemişelik derejede saklanýar.

Aminoturşularyň aralyk çalsygy.

Organizmde aminoturşular dürli öwrülmelere sezewar bolýarlar. Olaryň köpüsi hemme aminoturşular üçin birdir. (Dezaminirlenme ,dekarboksilirlenme, gaýtadan aminirlenme) Ondan başga-da aminoturşularyň özboluşly çalşyk ýoly bardyr.

Dezaminirlenme.

Bu hadysa dezaminaz we oksidaz fermentiň täsirinde aminoturşudan amino toparyň aýrylmagyndan ybaratdyr. Netijede azotsyz galyndy emele gelip amino topar ammiak görnüşinde bölünip çykýar. Dezaminirlenme birnäçe ýollar bilen geçip biler:

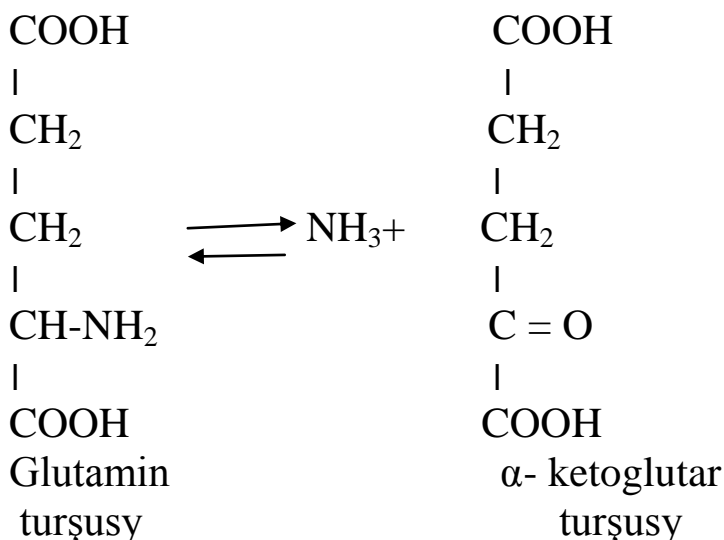
Gaýtaryjylyk.

Gidroliz.

Içki molekulýar.

Okislendirijilik.

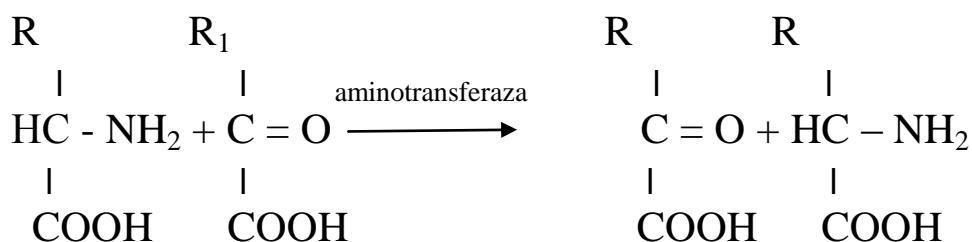
Adamda we haýwanda soňky ikisi duş gelyär. Okislendiriji dezaminirlenme glutamin turşusynda örän işjeň geçýär. Ol glutamatdehidrogenaza fermentiň ýokary işjeňligi bilen baglanyşyklydyr. Azotsyz galyndy hökmünde α -ketoglutar turşusy emele gelyär.



Bu ferment göni we ters täsirleşmäni katalizleýär. Ters täsirleşme dikeldiji aminirlenme adyny aldy.

Gaýtadan aminirlenme

1937 ýylda A.E Braunşteýn we M.G Krisman ilkinji gezek amino topary aminoturşudan ketoturşy geçirende ammiak bölünip çykmaýandygyny ýüze çykardy. Bu hadysa aminotranferaza, koferment fosfopiridoksal tarapyndan katalizlenýär.



Gaýtadan aminirlenme hadysasy 2döwre bölünýär.

I. – ferment amino topary aminoturşudan aýyrýar, şonda α - ketoturşa öwrülýär .

II. – döwürde koferment amino topary beýleki α - ketoturşa geçirýär, ol täze aminoturşa öwrülýär. Koferment bolsa öňki ýagdaýyna gaýtarylýar. Gaýtadan aminirlenme hadysasynyň organizm üçin uly rol oýnaýar. Çalşyp bolýan aminoturşularyň sintezlenmeginde zerurdyr.

Dekarboksilirlenme.

Bu hadysa aminoturşynyň karboksil toparyndan CO_2 –ň aýrylyp degişli aminiň emele gelmegidir.

Gistidin – gistamine

Tirozin – tiramine

Triptofan – triptamine öwrülýär

Bu birleşmeleriň organizm üçin güýçli biologik täsiri bardyr. Şonuň üçin olara biogen aminler diýilýär. Gistamin kapillýarlary giňeldýär, uly gan damarlaryň daralmagyny, aşgazanda HCl -ň bölünip çykmagyny güýçlendirýär

Belok çalşygynyň patologiýasy.

Belok çalşygynyň bozulmagy bilen dürli keseller ýüze çykýar. Belok çalşygy bozulanda ganda belogyň derejesi ýa-da azot galyndysynyň mukdary üýtgeýär. (gipo- giperproteinemiýa, azotemiýa) Ol bolsa absolýut we otnositel bolup biler.

Gipoproteinemiýa – ganda umumy belogyň derejesini azalmagy Ol iki ýagdaýda bolýar.

1. Belogyň sinteziniň peselmegi.

2. Belogyň peşew bilen ýitirilmegi.

Giperproteinemiýa – ganda belogyň derejesiniň göterilmegi. Ol seýrek duş gelyär we özboluşly häsiýete eýedir. Mysal üçin organizm köp suw ýitirende yzygider gaýtarmada, içgeçmede, süýji däl diabetde duş gelyär. Kähalatda belogyň sinteziniň artmagynyň netijesinde bolmagy hem mümkin. Sagdyn adamda duş gelmeýär.

Umuman aýdanda ganda belogyň derejesiniň peselmegi albuminiň emele gelşiniň peselmegi bilen ýüze çykýar. Globulin üýtgemeyär diýen ýalydyr. Başga sözler bilen aýdanymyzda gipoproteinemiýa gipoalbumemiýanyň esasynda ýüze çykýar. Ýiti ýokanç kesellerde (sepsis, poliartrit) α_2 – globuliniň mukdary köpeliýär. Gepatitde bagryň zäherlenmeginde albumin azalyp, λ , β globulin köpeliýär. Mehaniki sarygetirmede α_2 , β we λ globuliniň mukdary has ýokary göterilýär.

Belok çalşygyny häsiýetlendirýän alamatlara **azotemiýa** – ganda galyndy azodyň derejesiniň göterilmegidir.

Absolýut azotemiýa – galyndy azodyň böwrek arkaly bölünip çykyşynyň saklanmagyndan ýa-da onuň köp emele gelmegine baglydyr. Belok çalşygynyň bozulmagynyň esasy patologik ýagdaýlaryndan biri belok ýetmezçiligidir. Iýmit önümlerinde onuň ýetmezçiliginde, belogyň mukdar we hil düzüminiň bozulmagy hem degişlidir. Haýwan önümleri çalşyp bolmaýan aminoturşynyň çeşmesidir.

Çylşyrymly beloklaryň çalşygy.

Iýmit siňdiriş ýollarynda duz turşusynyň täsirinde pepsin, tripsin we beýleki fermentler nukleoproteidlerden belok bölegini aýryp aminoturşulara çenli gidrolizleýär. Nuklein turşular mononukleotidlere çenli dar gaýarlar. Olar fermentiň täsirinde azotly esasa, pentoza, H_3PO_4 -e çenli dargaýar. Şu ýol bilen nukleoproteidler organizmde dargaýar. Fosfor kislotasy H_3PO_4 fosforyň ätiýaçlygyny doldurýar, pentozlar okislenme hadysalaryna we täze aminoturşularyň sintezlenmegine, azotly esas dürli öwrülişikleriň emele gelmegine gatnaşýar. Purin önümleri adenin we guanin dezaminirlenenden soň peşew turşusyna öwrülip böwrek arkaly organizmden daşary çykarylýar. Pirimidin azotly esaslaryň dargan ahyrky önümleri NH_3 , CO_2 we azotsyz birleşmeleridir.

Öýjükde dargama hadysasy bilen bir hatarda nuklein turşularyň sintezi hemişe bolup geçýär. Bu hadysa örän çylşyrymly bolup oňa örän köp başlangyç maddalar gatnaşýar.

Purin mononukleotidleriniň emele gelmegi üçin pentozlaryň işjeň for masy, glisin, glutamin, garynja we aspargin kislotas, kömürturşy gazy, ATF we degişli fermentler gatnaşýar. Sintezleme döwründe aralyk önümler inozinmonofosfat emele gelyär ondan AMF we GMF emele gelyär. Pirimidin mononukleotid sintezlenmegi üçin glutamin, CO_2 , aspargin turşysy başlangyç madda bolup hyzmat edýär. Netijede azot turşusy emele gelip, aktiwleşen pentozlar bilen özara täsir edişip UMF

emele gelmegine gatnaşýar. Nuklein turşularyň sintezi üçin nukleotidtrifos fatlaryň hemme görnüşleri, şonuň ýalyda fermentler toplумы we DNT, onuň matrisasynda DNT-ň ýaş molekulalary we RNT-ň dürli tipleri gatnaşýar.

Ganyň syworotkasyndaky beloklar.

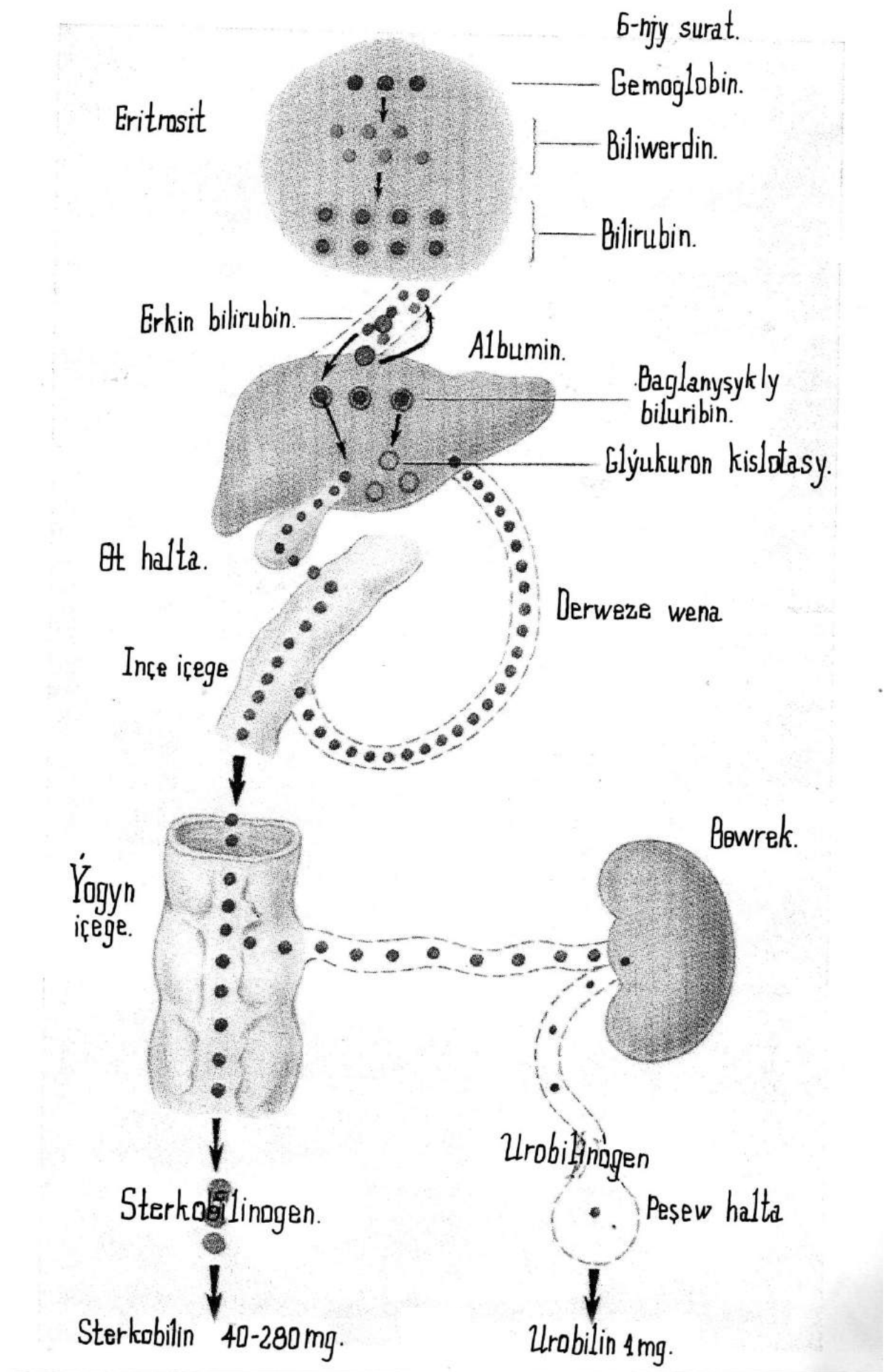
Organizmde belok örän köp funksiýany ýerine ýetirýär we ähli öýjükleriň düzüm bölegine girýär. Şonuň üçin belok çalşygynyň ýagdaýy, бүтін organizmiň ýagdaýyny kesgitleýär. Belok çalşygyna baha bermek üçin dürli görkezijiler: belogyň mukdary we onuň gandaky azot çalşygynyň derejesi esasy rol oýnaýar. Ganyň plazmasynyň belogy onuň esasy düzüm bölegidir. Olaryň içinde esasy roly fibrinogen eýeleýär. Fibrinogeni aýrylan plazma syworotka diýip atlandyrylýar. Plazmanyň belogyň işi ganyň şepbeşikligine, onkotik basyşyna, kationlaryň derejesine, PH-yň ululygyna, ganyň lagtalanmagyna, immun täsirlemelerine täsir edýär. Häzirki wagtda plazmada 100-den gowrak belok ýüze çykaryldy. Kliniki barlaglarda albumin, globulin we onuň fraksiýalary, fibrinogen barlanylýar.

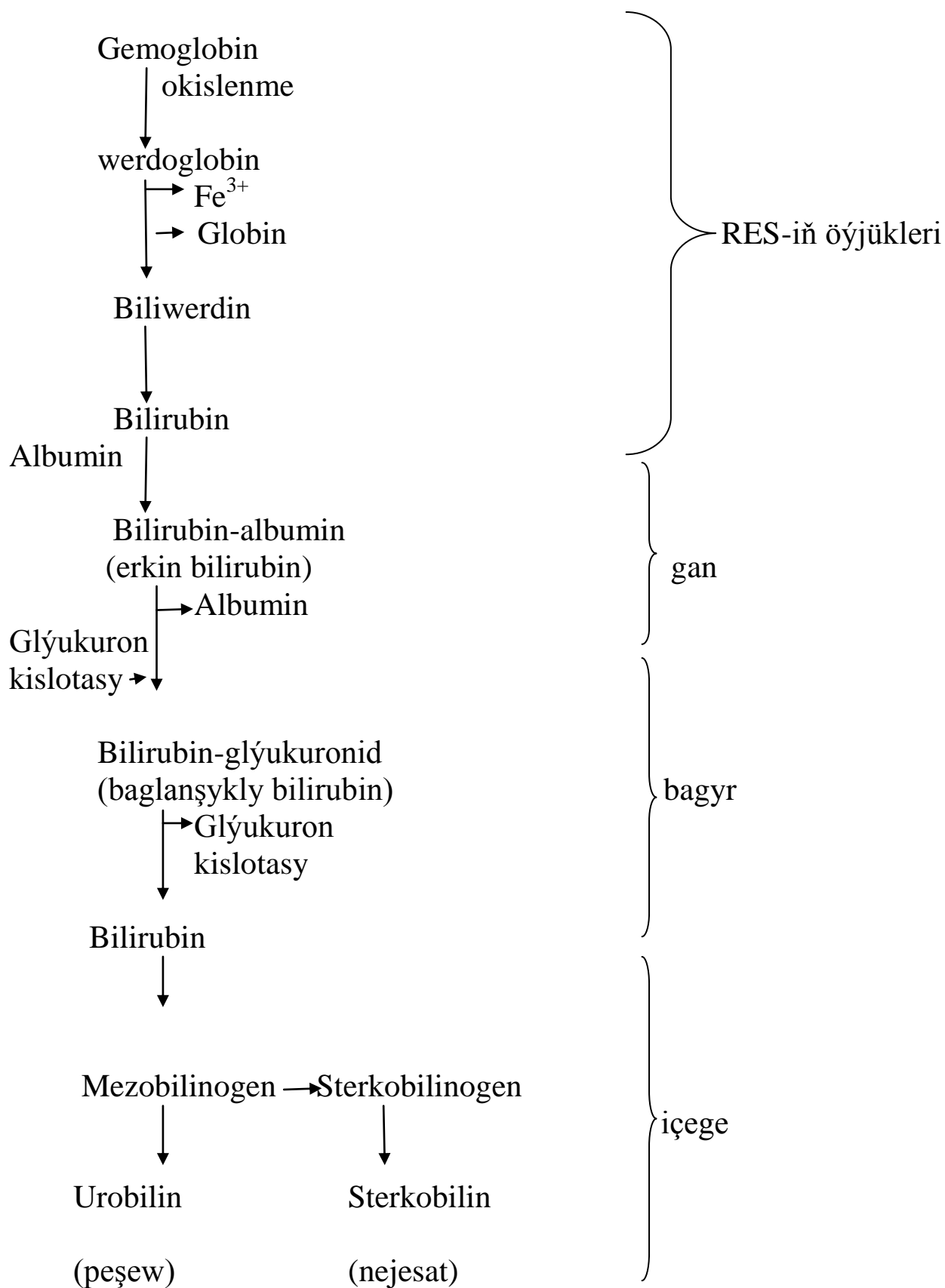
Belogyň plazmasynyň esasy bölegini albumin tutýar. Ol onkotik basyşy kesgitlemekde, ýag turşulary daşamakda, holesterin, bilirubin, dermanlyk maddalar onuň bilen suwda ereýän kompleksleri emele getirýär. Albuminiň emele gelýän ýeri bagyrdyr.

Hromoproteidleriň çalşygy.

Hromoproteidleriň içinde adam üçin iň ähmiýetlisi gemoglobindir. Iýmit bilen düşen gemoglobin (HB) iýmit siňdiriş ýollarynda öz düzüm böleklerine dargaýar. Globin belok bölegi, belok däl bölegi gema. Globin aminoturşa çenli gidrolizleşýär we sorulýar we gana geçýär. Gem okislenip gematin görnüşinde nejesat bilen çykarylýar. Endogen HB çalşygy özboluşly geçýär. Gemoglobiniň içki çalşygy özboluşly geçýär. Eritrosit emele gelýän döwründe gemoglobini saklap 110-120 gün ýaşayar we dargaýar. Bu hadysa dalakda, süňk ýiliginde bagyrdaky geçýär. Eritrositleriň belli bir bölegi gan aýlanyşda dargaýar we onda boşan HB gaptoglobulin bilen gana sorulýar we bagra daşalyp dargaýar.

Gemoglobiniň dargamagy şeýle geçýär.





Werdoglobinden demir aýrylandan soň biliwerdin (ýaşyl reňkli pigment) emele gelýär. Globin aminoturşa çenli gidrolizlenýär.

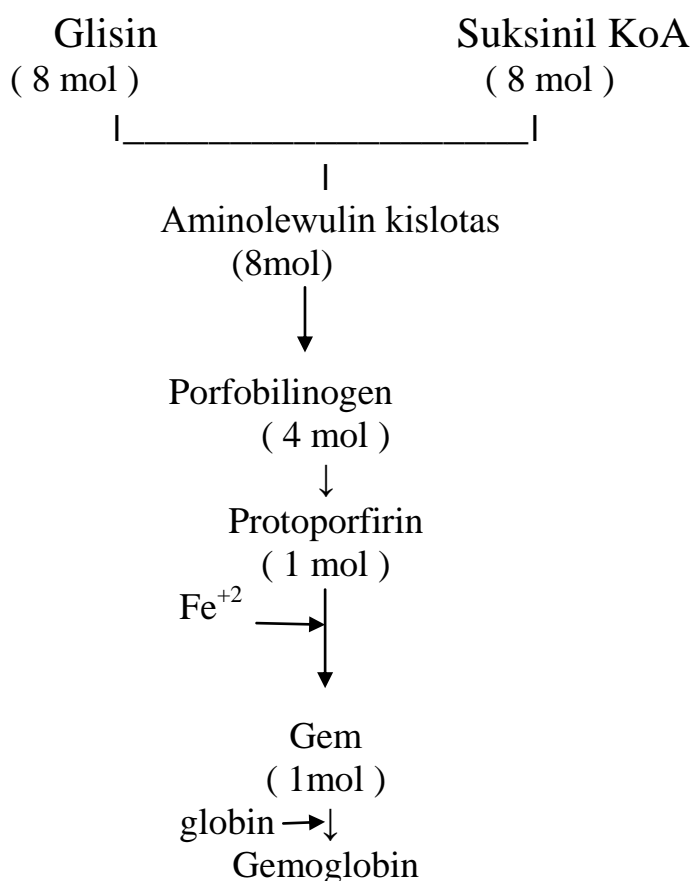
Biliwerdin bilirubine çenli gaýtarylýar. Sarygyzyl reňkde suwda ereme ýän örän zäherli maddadyr. Şonuň üçin ol öýjükden çykyp gana düşýär. Ol ýerde albumin bilen baglanyşyp erkin bilirubini emele getirýär. Ol bagra äkidilýär. Ol ýerde dargaýar bilirubun bagra düşýär, bagyrda glýukuron turşy bilen birleşip zähersizlenýär we baglanyşykly bilirubine öwrülýär. Kliniki barlaglarda başgaça atlandyrylýar.

Erkin bilirubin – göni däl (2 döwür)

Baglanyşykly bilirubin – göni (1 döwür)

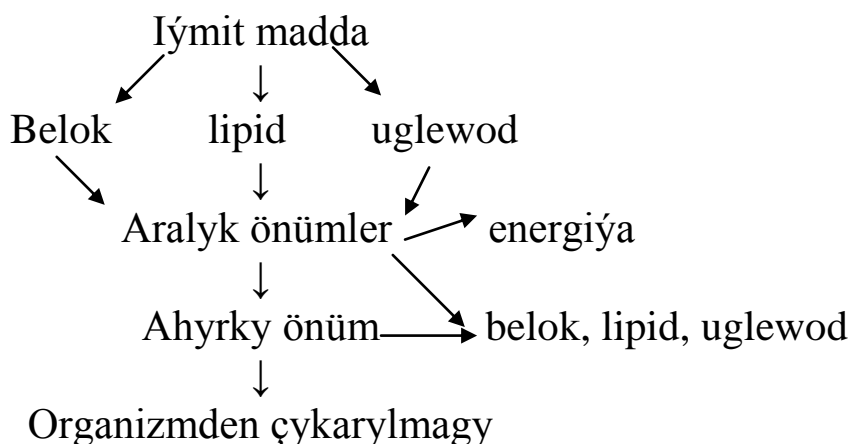
Bagryň öýjüklerinde baglanyşykly bilirubin toplanyp olar öt halta barýar öt pigmentleriniň düzümine girýär. Baglanyşykly bilirubin içegä düşüp ýene-de dargaýar. Boşan bilirubin fermentleriň täsirinde mezobilinogen (peşewe, nejesada) öwrülýär.

Kadaly ýaşayyş işjeňlik üçin gemoglobiniň mukdaryny bilmeli. Gemoglobiniň sintezi üçin glisin we suksinil KoA gatnaşýar. Öwürlmeler netijesinde 4 pirrol halka emele gelýär. Olar biri-biri bilen birleşip, porfobilinogen emele gelýär. Birnäçe basgançakdan soň protoporfirine öwrülýär. Ahyrynda Fe bilen birleşip gem emele gelýär. Gem globilin bilen birleşip gemoglobine öwrülýär.



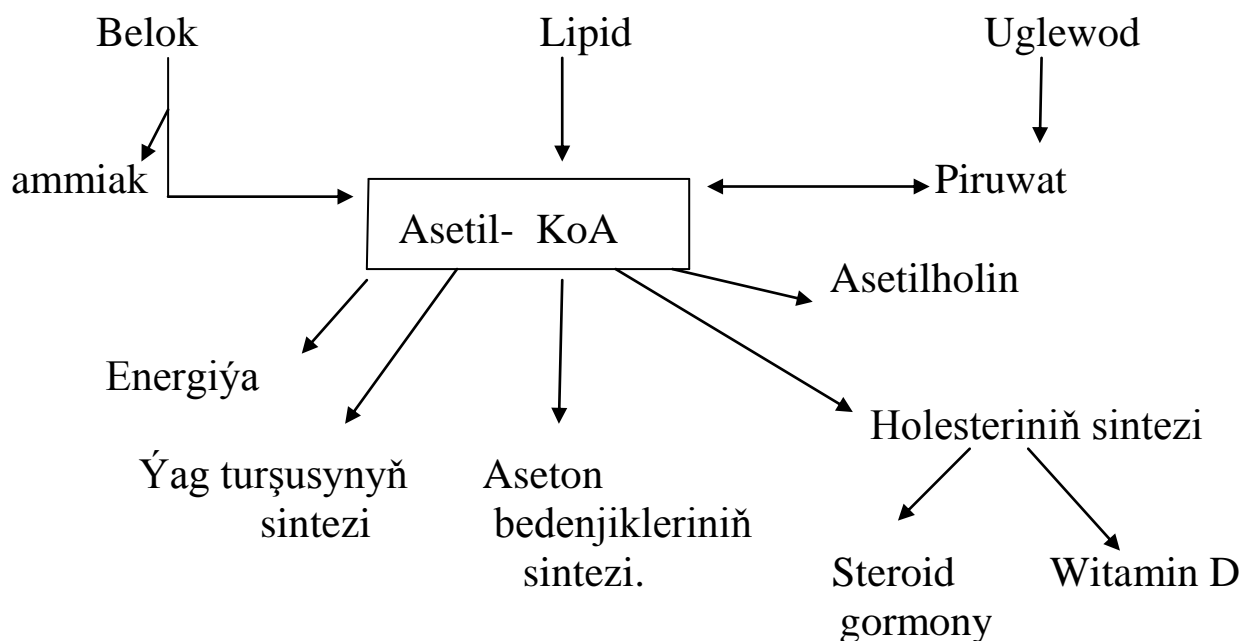
Dürli maddalaryň çalşygynyň aragatnaşygy.

Bedendeki dürli maddalaryň çalşygynyň hadysasy öz aralarynda berk baglanyşyklydyr. Dürli iýmit maddalaryň dargamagynda birmeňzeş gurluşly aralyk maddalar emele gelýär.

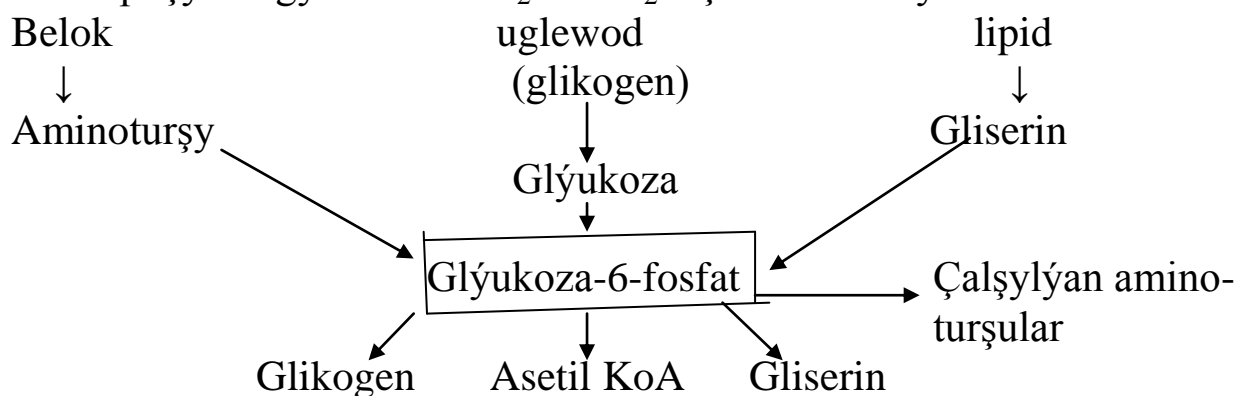


Dürli maddalaryň çalşygynda organizmiň soňky maddalary ulanylyşy bilen baglanyşyklydyr. Suw, CO_2 , NH_3 ahyrky önümleriň ulanylyşyna gözegçilik etmek bolýar. Şol maddalaryň her biri emele gelşine garamazdan soňky metabolizme girýär. Suw her bir öýjügiň işjeňligi üçin, köp täsirleşmeleriň geçmegi üçin zerurdyr. Meselem: Krebsiň aýlawy, ýag turşularyň we glýukozanyň emele gelmegi we başgalar. Kömürturşy gazy beloklaryň, ýaglaryň, uglewodlaryň dekarboksilirlenmesinde emele gelýär. Ol nuklein, öt turşularynyň we holesteriniň emele gelmegine we bufer ulgamynyň düzümine girip, ahyrynda öýken ýada peşewiň düzüminde moçewina görnüşinde organizmden çykarylýar. Dürli maddalaryň çalşygynda energiýa bölünip çykýar. Dargan maddalaryň gurluşyna bagly bolmazdan ATF-ň molekulasynda toplanýar. Dürli maddalaryň çalşygynda organizmde aralyk maddalaryň esasy bolup asetil KoA, glýukoza 6- fosfat, piruwat hyzmat edýär. Öňünden belli bolşy ýaly asetil-KoA, belok, lipid, uglewod darganda emele gelýär. Soňra ol energiýanyň emele gelmegine gatnaşýar.

ASETIL KoA-ň METOBOLIZIMI.

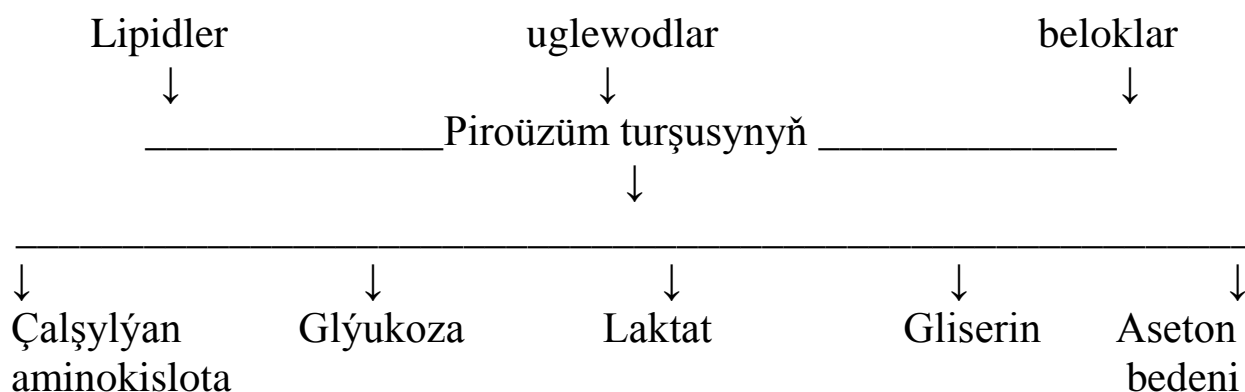


Organizmde madda çalşygyny baglanyşdyrýan ýene-de bir madda glýukozanyň işjeň formasy – glýukoza – 6 –fosfat. Ol dürli iýmit önümlerinden emele gelip biler. Ýagny glikogen we glýukozadan beloklar we gliserinden emele gelýär. Glýukoza 6 fosfatyň hemmesi öýjükde ätiýaçlyk üçin saklanýar. Glýukoza -6- fosfat energiýa çeşmesidir. Ol darganda 2 molekula KoA emele gelýär we 36-38 ATF bölünip çykmagy bilen CO_2 we H_2O çenli okislenýär .



Üzüm turşusy – uglewodlaryň, ýagyň we käbir aminoturşylaryň dargamagyndaky aralyk önümdir. Ýene-de piruwat organizmde uglewodyň, lipidiň we çalşyp bolýan aminoturşularyň sintezlenmegine gatnaşýar.

Piroüzüm turşusynyň metabolizmi.



Şunlukda üç birleşmäniň (asetil-KoA, glýukoza-6- fosfat we piruwat) organizmde dürli maddalaryň çalşygyny birleşdirýär. Şonuň üçin olara baglanyşykly substrat diýilýär. Organizmde madda çalyşygy üçin uglewod, lipid, belok biri-biri bilen berk baglanyşyklydyr. Egerde olaryň biri ýetmese beýlekisi üstüni doldurýar. Dogrudanda şunuň ýaly ýagdaýlar sazlaýjy ulgamyň täsirinde madda çalşyga göni täsir edýär.

Madda çalşygynda bagryň orny, ähmiýeti, wajplygy.

Bagyr adam organizmde birnäçe köpdürli we ýaşaaýyş üçin wajyp funk siýalary ýerine ýetirýär. Bagyr madda çalşygyň ähli görnüşlerine belok, lipid, uglewod, suw-mineral, pigment çalşyklaryna gatnaşýar.

Bagryň belok çalşygynda orny.

Bagyrda belogyň sintezi we dargamagy bolup geçýär. Bagyrda bir gije-gündiziň dowamynda 13-18g belok sintezlenýär. Olardan albumin, fibrinogen, protrombin diňe bagyrda emele gelýär. Ondan başgada 90% α -globulin we 50%-e çenli λ -globulin sintezlenýär. Şol bilen baglanyşykda bagyr kesellerinde belogyň sinteziniň peselmegi, ol ganda belogyň mukdarynyň azalmagyna, belogyň fiziki-himiki häsiýetleriň üýtgemegine alyp barýar. Şonuň netijesinde ganyň belogynyň kolloid durnuklylygy peselýär we aňsatlyk bilen çökýär. (sulema, timol, aşgar metallaryň duzlary görnüşinde)

Bagyr belogyň sinteziniň esasy ýeri hasaplanyp, ol ganyň lagtalanma hadysasyny üpjün edýär.

Bagyrda ýüze çykýan çalşyk hadysalary dürli fermentler tarapyndan katalizlenýär. Bagyr kesellerinde ferment gana we peşewe geçýär.

Öýjükden fermentiň çykmagy diňe bir onuň ýaralanmagyndan däl-de eý sem öýjügiň gabygynyň geçirijiliginiň bozulmagyndan hem çykyp biler. Botkin keselinde ALTA, LDG, ASTAýaly fermentleriň işjeňligi, rahat keselinde bolsa AT fermentiň işjeňligi ýokarlanýar.

Bagyr organizm üçin zäherlenmäniň garşysyna göreşýän organdyr. Onda zäherli maddalar indol,skatol ,fenol,kadewerin,bilirubin ,ammiak zyýansyzlandyrylýar we peşew bilen organizimden çykarylýar.

Uglewod çalşygynnda bagryň orny.

Glikogeniň sintezinde we dargamagynda esasy orny tutýar. Ol ganda glýukozanyň derejesini sazlaýar. Şonuň ýalyda bagyrda monosaharidleriň biri-birine öwrülmegi bolup geçýär. Galaktoza we fruktoza glýukoza öwrülýär. Glýukoza bolsa fruktozanyň sinteziniň çeşmesidir. Bagyrda ýenede glýukoneogenez hadysasy geçýär. Şonda uglewodsyz maddalardan glýukoza emele gelýär.

Bagyr ganda insuliniň derejesini uglewod çalşygynyň üsti bilen sazlaýar. Sebäbi bagyrda insulinaza fermenti saklanyp ol organizmiň, ony kabul edijiligine seredip dargadýar. Bagryň energiýa üpjünçiligi glýukozanyň dargamagynda we pentoz ýoly bilen üpjün edilýär.

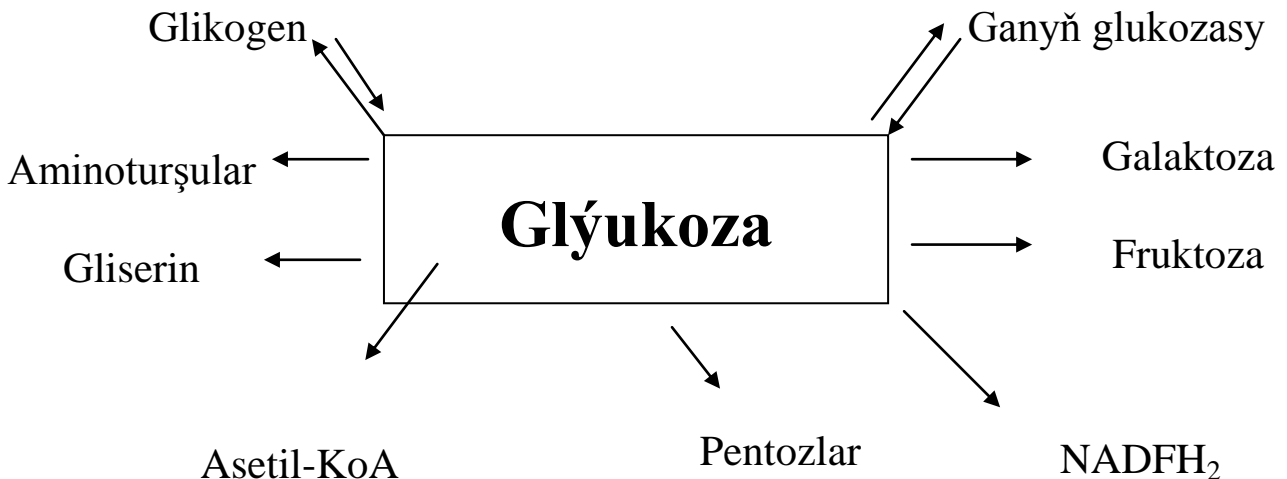
Bagyrda glýukogeniň sintezlenmegi we dargamagy hadysalary bolup geçýär, bu bolsa glýukozanyň derejesini kadalaşdyrýar. Şonuň ýaly-da bagyrda monosaharidleriň biri-birine öwrülşen işjeň geçýär. Galaktoza we fruktoza glýukoza öwrülýär. Glýukoza bolsa fruktozanyň sinteziniň çeşmesidir. Bagyr uglewod çalşygyny sazlamakda uly rol oýnaýar. Bagryň energiýa üpjünçiligi glýukozanyň dargamagynyň hasabyna bolup geçýär.

Birinjiden anaerob ýolunda laktadyň emele gelmegi bilen.

Ikinjiden pentoz ýoly bilen.

Ýokarda azalyp geçilen hadysalaryň ähmiýeti diňe bir dürli biosintezler üçin NADPH₂-niň emele gelmegi bilen gutarman glýukozanyň dargan önümleri dürli çalşyk hadysalaryň başlangyç maddasy hökmünde ulanmak bolýar.

Uglewod çalşygynda bagryň gatnaşygy



Bagryň lipid çalşygyndaky orny

Bagryň parenhimotoz öýjükleri lipid çalşygynda esasy orny eýeleýär. Gepatositlerde holesteriniň, öt turşusynyň, plazmanyň fosfolipidleriniň, keton bedenleriniň we lipoproteidleriň biosintez hadysalary amala aşýar. Ondan başgada bagyr bütün organizmiň lipid çalşygyna gözegçilik edýär.

Bagyr suw – mineral çalşygynda hem uly ähmiýeti bardyr. Ol organizmde gan depozy hasaplanýar. Öýjükara suwuklyklarda ganyň 20% göwrümi toplanýar. Ondan başgada käbir mineral maddalar bagyrda toplanýar we ätiýaç görnüşinde saklanýar. Olara natriý, magniý, marganes, mis, demir we beýleki maddalar degişlidir.

Aýdylanlardan ugur alsak näme üçin bagra organizmiň “biohimiki laboratoriýa” diýilmegi düşüňklidir.

Suw – mineral çalşygy.

Gomeostaz – organizmiň hemişelik içki gurşawyny düzýär. Organizmiň içki gurşawyna gan, limfa, öýjükara suwuklyklar degişlidir. Olaryň himiki düzümi birmeňzeşdir.

Suw çalşygy.

Suwuň mukdar gatnaşygy organizm üçin esasy ähmiýetli düzüm bölegi bolup durýar. Ewolýusiýa netijesinde ýaşaaýyş ilkinji suwda döräpdir şonuň üçin organizler suwsyz ýaşap bilmeýär. Madda çalşygynyň ähli

täsirleşmeleri suw gurşawynda geçýär. Onda organizmiň öýjükleriniň arabaglanyşygy döräpdir. Suw biologik suwuklyklaryň esasyňy düzýär. Adam bedeniniň 2/3 bölegini tutýar. Emma ýaşyň geçmegi bilen onuň mukdary ütgemegi mümkin. Organizmdäki ähli suwuklyklar öýjük içindäki we öýjük daşyndaky suwuklyklara bölünýär. Öýjük içindäki suwuklyk ähli suwuň 2/3 bölegini tutup ähli öýjüklerde birmeňzeş düzüme eýedir. Onuň düzüminde kaliý iony, belok aniony we fosfatlar agdyklyk edýär.

Öýjük daşyndaky suw (1/3 bölegi) hloridleriň we bikarbonat natriniň ýokary konsentrasıyasyny saklaýar. Sagdyn adamda suwuň deňagramlylygy saklanýar. Suw çalşygyna böwrek, öýken deri iýmit siňdiriş ulgamy içki sekresiýa mázleri gatnaşýar.

Böwrek - suw çalşygyna gatnaşýan esasy organdyr. Suw ýetmedik wagtynda ol az mukdarda güýçli konsentirlenen peşew bölüp çykarýar. Suw artykmaçlyk etse köp mukdarda güçli gowşadylan peşew çykarýar. Öý ken alweolalaryndaky gysylan howa suw buglary görnüşinde bölünip çykýar. Onuň mukdary madda çalşygynyň işjeňligine, dem alşyň ýygyllygyna, bedeniň temperaturasyna baglydyr. Deri – deriň bölünip çykmagy bilen suw çalşygyna gatnaşýar. Ol daşky gurşawyň howasyna we bedeniň temperaturasyna bagly.

Mineral maddalaryň çalşygy.

Mineral maddalar iýmitiň çalşyp bolmaýan bölegine girip organizmde sintezlenmeýär, ýöne islendik öýjük üçin zerurdyr. Ol organoidleriň gurluşyna, fermentleriň, gormonlaryň düzümine girýär. Mineral maddalar myşsalaryň ýygrylyp ýazylmagyna, nerw geçirijiligine, osmos basyşyň saklanmagyna, organizmiň içki gurşawynyň PH-ny saklamaga gatnaşýar.

Olaryň organlarda we dokumalarda saklanylyşy dürlidir. Ca, Mg, P süňkde K myşsada beýnide, böwrekde, Na bolsa plazmanyň esasy bölegidir.

Ca, P, Na, K – bular makroelementlere degişlidir.

Mikroelementler. Oňa demir degişlidir. Ýaşayyş üçin iň zerur elementdir. Ol gemoglobiniň, mioglobiniň, okislendiriji we gaýtaryjy fermentleriň düzümine girýär. Demriň köp bölegi eritrositleriň düzüminde saklanýar. Bagyrda bolsa ferritin (demiriň özboluşly belok bilen kompleks birleşmesi) görnüşinde toplanýar.

Mg nerw, myşsa oýanyjylygyny, ýüregiň işini fermentleriň işjeňligini aktiwleşdirýär. Ondan başgada Cu, Zn, I, Co, Mo uly rol oýnaýar.

Madda	Bir gije-gündizde gerekli mukdary,gr			
	Ulylar	Çagalar	Göwreli aýallar	Emdirýän eneler
Kalsiý	0,8	1,0-1,4	1,5	1,9
Fosfor	1,6	1,5-2,0	3,0	3,8
Magniý	0,5	0,1-0,5	0,9	1,25
Demir	0,015	0,007-0,015	0,015	0,015

Suw – mineral çalsygynyň häsiýeti.

Gomeostaz – organizmiň içki sredasynyň hemişelik saklanmagydyr. (osmos basyşy, PH–gurşawy). Islendik biohimiki suwuklykda osmos basyşy maddanyň molýar goýulygy bilen kesgitlenýär oňa osmotik işjeň suwuklyk diýilýär Olara elektrolit dällerden (belok, moçewina, glýukoza), elektrolitlerden (NaCl, MgCl₂, NaH₂PO₄) degişlidir. Osmos basyşynyň gandaky we limfadaky kadaly bolmalydyr. Osmos basyşynyň hemişeligi böwregiň, içki sekresiýa mázleriň işjeňligini saklaýar. Organizm köp suw ýitirende, ýanmagyň agyr görnüşlerinde fiziologik ergin goýbermek üçin zerurdyr. Ol erginleriň osmos basyşy ganyň plazmasyna laýyk gelmeli we glýukozanyň, NaCl, CaCl₂, KCl, CO₂ –ň kesgitli mukdaryny saklamaly. Onuň ýaly ergine izotonik ergin diýilýär. Gurşawyň şerti wodorod görkezijisi PH bilen kesgitlenýär. Wodorod ionlarynyň konsentrasiýasy 1 l suwdaky dissosirlenen molekulalarynyň sany $1 \cdot 10^{-14}$ bilen kesgitlenýär. Suwda gidroksil we protonlaryň sany deň mukdardadyr. Berlen ýagdaýda her haýsy $1 \cdot 10^{-7}$ mola deň. Bu gurşawa bitarap şert diýilýär. Onda PH=7. Eger protonlaryň konsentrasiýasy peselse, gidroksil ionlaryň derejesi köpeliýär, aşgar şert ýüze çykýar we tersine bolýar. Turşy şertde PH-yň ululygy 0-dan 7-ä çenli, aşgar şertde 7-den 14-e çenli bolýar. Ganda PH-yň ululygy hemişelikdir. Ol 7,36-7,4 aralykda. Egerde ganda PH 0,07 çenli üýtgeşe onda bu ýagdaý keseliň alamatydyr. PH turşy şerte tarap gyşarsa asidoz, aşgar şerte gyşarsa alkaloz diýip atlandyrylýar. Organizmde turşularyň we esaslaryň

deňagramlylygyny we PH-ň hemişeligini saklamagy bufer ulgamy üpjün edýär. Oňa gemoglobinli belokly, fosfatly, bikarbonatly maddalar gatnaşýar.

Bufer ulgamy 2 bölekden durýar. Gowşak kislota we onuň duzlary, güýçli esasdan emele gelen.

Suw–mineral çalşygynyň sazlaşygy. Ol osmos basyşynyň kadaly saklanmagyna gönügendir. Ony üpjün etmek üçin Na we K elementleri we anionlary esasy ähmiýete eýedir. Bu mineral maddalar suw çalşygy bilen berk baglanyşyklydyr. Plazmada Na we Cl köpelse dokumalardan gana suw akmagy güýçlenýär, ol ganda osmos basyşynyň kadaly ýagdaýyny saklamagy üpjün edýär. Egerde plazmada Na peselse organizm suwsyzlanýar. Suw – mineral çalşygynyň sazlanmagy nerw sistemasynyň we gormonlaryň täsirinde gözegçilik edilýär.

Wazopressin (gipofiziň soňky böleginiň gormony) antidiuretik täsiri bolup böwrege suwuň gaýtadan sorulmagyny üpjün edýär. Şonuň üçin oňa antidiuretik gormon diýilýär. (ADG) Osmos basyşyň peselmegi bilen aldesteron gormonyň işlenip çykarylmagy aktiwleşýär.

Peýdalanylan edebiýatlar

- 1.H.Gurbanow”Biohimýa”I – kitap 2009-njy ýyl.
- 2.M.B.Ýermolaýew, Z.R.Iliçewa “Biologiçeskaýa himiýa” 1989-njy ýyl.
3. S.M.Çernobelskaýa .I.N.Çernow “ Himiýa “1991-nji ýyl.
- 4.D.Gurbanow,J.Atamanow. “Himiýa “ 9-klas.2008-nji ýyl.
- 5.B.Ymamgulyýew we başgala. Umumy biologiýa.2008-nji ýyl.

Mazmuny

1. Giriş. Biohimiýa dersi, onuň ähmiýeti we wezipeleri.....
2. Bedeniň himiki düzümi.....
3. Beloklaryň elementar we himiki düzümi, gurluşy.....
4. Beloklaryň häsiýetleri we klassifikasiýasy.....
5. Uglewodlar, olaryň klassifikasiýasy mono we disaharidler.....
6. Polisaharidler.....
7. Lipidler, klassifikasiýasy we ähmiýeti.....
8. Lipidleriň fiziki we himiki häsiýetleri, ýönekeý we çylşyrymly lipidler.....
9. Fermentleriň häsiýetnamasy, fermentativ täsirleşmeler.....
10. Fermentleriň häsiýetleri.....
11. Fermentleriň klassifikasiýasy.....
12. Madda çalşygy, esasy görnüşi.....
13. Energiýa çalşygy. Gormonlar.....
14. Uglewodlaryň çalşygy, aerob we anaerob dargama.....
15. Uglewod çalşygynyň sazlaşygy we patalogýasy.....
16. Lipidleriň çalşygy, siňdirilişi.....
17. Lipid çalşygynyň sazlaşygy we patalogiýasy.....
18. Ýönekeý beloklaryň siňdirilişi.....
19. Aminoturşylaryň aralyk çalşygy.....
20. Çalşygy patalogiýasy.....
21. Çylşyrymly beloklaryň çalşygy.....
22. Hromoproteidleriň çalşygy.....
23. Dürli maddalaryň çalşyklarynyň aragatnaşygy.....
24. Madda çalşygynda bagryň orny.....
25. Suw-mineral çalşygy.....
26. Suw-mineral çalşygynyň häsiýetnamasy.....