

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI**

**OLIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

**NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI**

**«TASDIQLAYMAN»**

Tibbiyot fakulteti dekani

\_\_\_\_\_ A. Batoshov

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 yil

**FIZIOLOGIYA KAFEDRASI**

**BIOKIMYO VA SPORT**  
Fajdan  
**BIOKIMYOSI**

**O'QUV – USLUBIY**

**MAJMUA**

**Namangan 2023**

Mazkur o'quv uslubiy majmua Namangan davlat universitetining o'quv – metodik kengashida ko'rib chiqilgan va tasdiqqa tavsiya (2023 yil « » avgustdagi 1 – sonli majlis bayoni) qilingan fan dasturiga va ishchi o'quv rejag'a muvofiq ishlab chiqildi.

Tuzuvchi: S.A.Mavlanova – Fiziologiya kafedrasini mudiri

Taqrizchi: I.T. Qodirov – Fiziologiya kafedrasini katta o'qituvchisi

O'quv uslubiy majmuasi Namangan davlat universitetining o'quv – metodik kengashida ko'rib chiqilgan va chop etishga tavsiya qilingan. 2023 yil « » avgustdagi 1 – sonli majlis bayoni

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI**  
**OLIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

**NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI**

**FIZIOLOGIYA KAFEDRASI**

**BIOKIMYO VA SPORT BIOKIMYOSI**

**fanidan**

**O'QUV USLUBIY MAJMUA**

Bilim sohasi:	600000 – Hizmatlar sohasi
Ta'lim sohasi:	610000 - Hizmat ko`rsatish sohasi
Ta'lim yo`nalishi:	61010300 - Sport faoliyati(faoliyat turlari bo`yicha)

**NAMANGAN -2023**

## MAVZU-1. : KIRISH. BIOKIMYO FANI VA UNING JISMONIY TARBIYA VA SPORT MUTAXASSISLARI UCHUN AHAMIYATI.

### Mavzuning rejasi

1. Biokimyo fani va uning jismoniy tarbiya va sport mutahassislari uchun ahamiyati.
2. Tirik organizmlarning elementlar tarkibi va biomolekulalarning tuzilishi va xossalari.
3. Biorganik birikmalarning molekularini hosil bo'lishi.
4. Biomolekulalarning tuzilishi va hossalari.
5. Suvning xossalari va organizmning suv-dispers sistemalari

### Tayanch iboralar

Statik bioximiya, dinamik bioximiya, funktsional bioximiya, makroelementlar, mikroelementlar, ultramikroelementlar, kovalent, organik moddalar, uglevodlar, proteinlar, nuklein kislotalar, lipidlar, izomerlar, eritma, gidratatsiya, konsentratsiya, eritmaning titri, dispers faza, suv dispers sistemasi, dispersion muhit, chin eritma, suspenziya, emulsiya, kolloid eritmalar, diffuziya, osmotik bosim

*Biokimyo – zamonaviy biologik fanlarning tez rivojlanayotgan sohalaridan biri bo'lib, u tirik organizmlarning tarkibiga kiradigan moddalarning tuzilishi va funktsiyalarini, ularning almashinuv jarayonlarini hamda ana shu almashinuv jarayonlarni organ va to'qimalarning funktsiyalar bilan bog'liqligini o'rganadi.<sup>1</sup> Bunday ta'rifdan kelib chiqadiki biokimyo huddi uchta mustaqil qismdan tashkil topgan:*

- tirik organizmlarning asosan kimyoviy tarkibining tahlilini o'rganadigan – s t a t i k b i o k i m y o d a n,

- tirik hujayra (organizm)larda sodir bo'layotgan barcha moddalar almashinuvining kimyoviy reaksiyalarning majmuasini o'rganadigan – d i n a m i k b i o k i m y o d a n,

- alohida to'qima va a'zolarining hayot faoliyati asosida yotadigan kimyoviy jarayonlarni va ularning spetsifik funktsiyalarini namoyon bo'lishini tekshiradigan – f u n k s i o n a l b i o k i m y o d a n tashkil topgan.

*Sport biokimyosi funktsional biokimyoning asosiy bir qismi bo'lib, jismoniy mashqlar bilan shug'ullanish jarayonidan odam organizmidagi biokimyoviy*

---

<sup>1</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemistry for sport and Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P 31

*o'zgarishlarning asosiy qonuniyatlarini hamda bir qator mahsus savollarni: sport mashqlanishlarining tuzilishini biokimyoviy asoslari, har xil quvvat va davomiylikdagi muskul ishlarining energiya ta'minoti, har xil yoshdagi kishilar jismoniy mashq bilan shug'ullanganda biokimyoviy jarayonlarning sodir bo'lishini o'ziga xosligi va h.k. o'rganadi. Bularidan tashqari jismoniy tarbiya va sport amaliyotida biokimyoviy tekshirishlar sportchilarning holati, mashqlanganlik darajasi, mashqlanish yuklamalariga javoban organizmning reaksiyasi, tiklanish jarayonlarini borishi, mashqlanish va musobaqalar vaqtida mahsus dorivor moddalar va uslublarni qo'llashning samaradorligi va boshqalar haqida eng aniq ma'lumot beradi.*<sup>2</sup>

Biokimyo fani shunday sport fanlari kompleksiga birlashtirilgan – sport fiziologiyasi, sport gigienasi, odamning muskul faolligi biologiyasi, sport morfologiyasi, jismoniy mashqlar biomexanikasi, sport tibbiyoti, sport psixologiyasi va sport nazariyasi va uslubiyati kabi ilmiy fanlar orasida markaziy o'rinni egallaydi. Bu fanlar o'zaro bog'langan va bir-birlarini to'ldirib turadi.

### **Tirik organizmlarning elementlar tarkibi va biomolekulalarning tuzilishi va xossalari.**

Tirik organizmlarning kimyoviy elementlar tarkibi o'lik tabiatning tarkibidan birmuncha farq qiladi. Jumladan, hozirgi kungacha turli tirik organizmlarning tarkibida er qobig'ida bor bo'lgan 100-dan ortiq kimyoviy elementlardan 40-tachasi (ko'pincha 27 tasi) topilgan xolos. Bundan tashqari, tirik organizmlar bu elementlarning o'zaro nisbati er qobig'idagiga nisbatan butunlay boshqa. Masalan, tirik hujayralarning quruq moddasini 50-60% - karbon (uglerod), 8-10% - azot, 25-30% - kislorod va 3-4% - vodorod tashkil qiladi. Shu vaqtning o'zida er qobig'ida karbon, vodorod va azotlarning xissasiga, hammasi bir bo'lib, er qobig'ining umumiy massasini 1% - dan kamrog'i to'g'ri keladi.

Bu elementlarni tirik organizmlardagi miqdoriga qarab 3 guruhga bo'lish mumkin:

- asosiy elementlar (makroelementlar) – S, O, N va N. Bu elementlar universal ahamiyatga ega: ular tirik organizmning tarkibiga kiradigan amalda barcha biomolekulalarning tuzilishi uchun ishlatiladi;
- mikroelementlar ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , Ca, K, P, Cl) – bular organizmlarda 0,1 – 0,02 atom % doirasida bo'ladi. Organizmning ion tarkibi ko'pincha dengiz suvining ion tarkibiga o'xshaydi. Bu, extimol, eng qadimgi okeanda birlamchi tirik

---

<sup>2</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P 32

organizmning paydo bo'lishi va rivojlanishi (akad. Oparinning erda hayotning paydo bo'lishi nazariyasi) bilan bog'liq bo'lsa kerak. Mikroelementlarning ko'pchiligi organizmda ion shaklida ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ) bo'ladi. Organizmda bu elementlarning absolyut miqdori va balansi doimiy ushlanib turiladi.

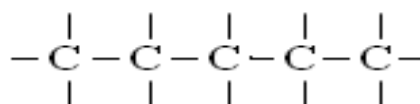
- ultramikroelementlar bor (B), selen (Se), vannadiy (W), temir (Fe), marganets (Mn), titan (Ti), kobolt (Co), mis (Cu), rux (Zn), molibden (Mo) – tirik organizmlarda juda ham kam miqdorda, ya'ni 0,001 atom % -dan ham kam bo'ladi. Ular turli fermentlar va biologik faol moddalar (xlorofill, gemoglobin, mioglobin, sitoxromlar)ning ishida ma'lum regulyator rolini o'ynaydi. Masalan, temir ( $\text{Fe}^{2+}$ ) ionlari gemoglobin, mioglobin oqsillarini va bir qator sitoxromlarni, mis ( $\text{Cu}^{2+}$ ) ionlari xlorofilni tarkibiga kiradi va ularning biologik funksiyasini belgilaydi.

Tirik organizmlarning kimyoviy xususiyatlari ko'p darajada karbon atomlariga bog'liq. Karbon atomlari xuddi vodorod, kimyoviy (kovalent) bog'larni, ya'ni ikkala birikayotgan atomlarga tegishli juft elektronlar bilan amalga oshirilayotgan bog'larni hosil qilishi mumkin.

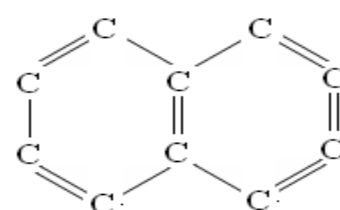
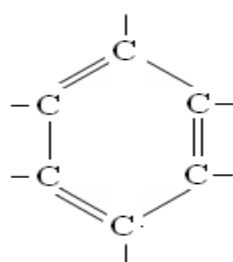
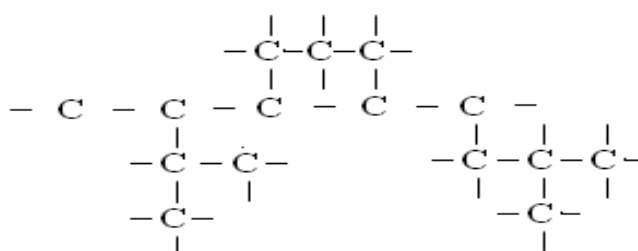
Biologik nuqtai nazardan karbon atomlarining faqat boshqa element atomlari bilangina emas, balki bir-birlari bilan o'zaro tasir qilib mustaxkam kovalent karbo-karbon bog'larini ( $-\text{S}-$ ;  $-\text{S}_q\text{S}-$ ;  $-\text{S}_q\text{C}-$ ) hosil qilish qobiliyati juda muhim ahamiyatga ega. Har bir karbon atomi bitta, ikkita, uchta yoki to'rtta karbon atomini biriktirib olishi mumkin.

Ana shu xususiyatlari tufayli kovalent bog'langan karbon atomlari juda ko'p (cheksiz) turli-tuman strukturalarni hosil qilish qobiliyatiga ega:

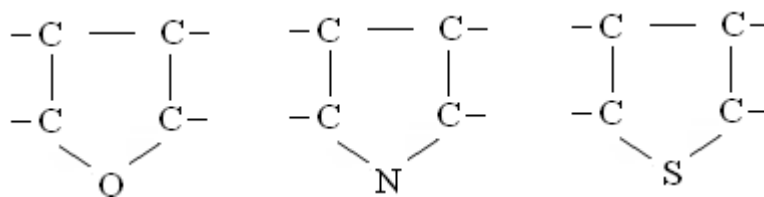
- to'g'ri chiziqli (atsiklik)



-shoxlangan



-aromatik



-geterotsiklik

Ana shu barcha strukturalar juda ham turli-tuman tipdagi ko'p sonli organik molekularning skletlarini asosida yotadi. Shunday uglerod skletlariga boshqa atom guruhlari, jumladan, H, O, N, S va h.k. birikib olishi mumkin.

Kovalent bog'langan karbon atomlaridan skletlari bor moddalar organik birikmalar deb ataladi, shu bilan birga ular xilma – xilli amalda cheksiz.

Deyarli barcha organik biomolekulalar karbon va vodorod atomlaridan tuzilgan birikmalar – uglevodorodlarning hosilalari bo'ladi. Uglevodorodlarning skletlari kovalent bog'lari bilan bog'langan karbon atomlaridan tuzilgan; karbon atomlarining qolgan bog'lari ularni vodorod atomlari bilan bog'lash ishlash uchun ishlatiladi.

Deyarli barcha organik moddalar (biomolekulalar) uglevodlarning xosilalari hisoblanadi.

*Uglevodorodlarda bitta yoki ko'proq vodorod atomlari har xil funktsional guruhlar (spetsifik kimyoviy xususiyatlariga ega bo'lgan atomlarning faol guruxi) bilan almashtirilishi mumkin. Natijada organik birikmalarning turli oilalari (sinflari) hosil bo'ladi. O'ziga xos funktsional guruhli organik birikmalarning tipik sinflariga kiradi.<sup>3</sup>*

1. Spirtlar – molekularida bitta yoki bir nechta gidroksil guruhi (“-OH”) bo'ladi.
2. Aldegidlar – molekularida karbonil guruhini (“-SNO”) tutadi.

HCHO  
Formaldegid

CH<sub>3</sub>CHO  
Asetaldegid

|

<sup>3</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P 87-90

3. Ketonlar – keto guruhini ( $-\overset{\text{O}}{\underset{|}{\text{C}}}=\text{O}$ ) tutadi.



Aseton

4. Karbon kislotalari – tarkibida karboksil - (“-COOH”) guruhini tutadi.

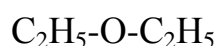


Chumoli kislotalasi



Sirka kislotalasi

1. Oddiy efirlar – efir bog’ini (“-CH<sub>2</sub>OCH<sub>2</sub>”) tutadi.



Dietil efiri

2. Murakkab efirlar – murakkab efir bog’ini (“-COO-”) tutadi.



Etilasetat efiri

3. Aminlar – amino guruhni (“-NH<sub>2</sub>”) tutadi.



Etilamin

4. Tiollar – sulfhidril guruhini (“-SH”) tutadi.



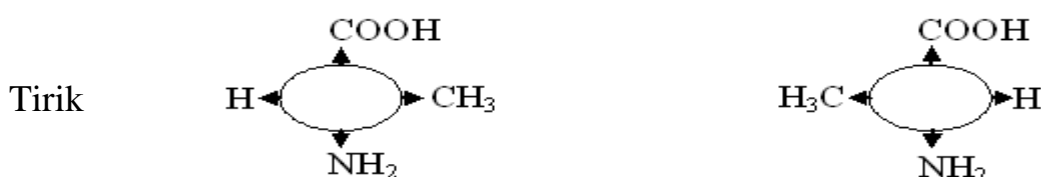
Etantiol

Bulardan tashqari bir qator boshqa funktsional guruhlar (amid, metil, etil, fosfat, disulfid, fenil va h.k.) ni tutgan organik birikmalar ko’p.

Organik biomolekulalarning ana shu funktsional guruxlari ularning kimyoviy xususiyatlari va bajaradigan funktsiyalarini belgilaydi. Ko’pchilik biomolekulalar ikki yoki bir necha tipdagi funktsional guruhlarni tutadi va shu sababli polifunktsional xususiyatga ega. Jumladan, aminokislotalar (CH<sub>3</sub>-CHNH<sub>2</sub>-COOH-anonin) karboksil (-COOH) va amino (-NH<sub>2</sub>) guruxlarini tutganligi uchun ham kislotalik, ham ishqorlik xususiyatlarga ega.



Organik biomolekulalarning yana bir ajoyib hususiyati – bu uglerod atomining tetraedrik strukturasi bog'liq bo'lgan ko'pchilik biomolekulalarning *assimetrik* hodisidir. Karbon atomlaridan bittasi to'rtta har xil atomlar yoki funktsional guruhlar bilan bog'langan molekular bir-birini ko'zgudagi aksi bo'lgan ikkita har xil fazoviy konfiguratsiyaga ega bo'lishi mumkin. Bunday birikmalar *assimetrik* yoki *optik izomerlar* deb ataladi. Ulardan biri qutblanish tekisligini bir yo'nalishda, ikkinchisi – qarama-qarshi yo'nalishda aylantiradi. Bunga alanninning molekulari misol bo'la oladi:<sup>4</sup>



organizmlarda biomolekulalar (makromolekulalar) ning asosiy sinflari to'rtta tiptagi birikmalardan iborat, ya'ni bular – oqsillar, nuklein kislotalar, lipidlar va uglevodlar (polisaxaridlar). Barcha bu birikmalar hujayrada juda yirik molekular holida bo'ladi va ularning xissasiga tirik organizmlarning asosiy massasi to'g'ri keladi.

**Nuklein kislotalar** –DNK va RNK – barcha tirik hujayralarda bir xil funktsiyani, ya'ni genetik informatsiyani saqlash, nasldan naslga uzatish va amalga oshirishni bajaradi. DNK – genetik informatsiyani saqlaydi, RNK ning har xil turlari uni oqsillarni sintezlash jarayonida amalga oshiradi.

**Lipidlar** – ularga yog'lar va yog'simon moddalar kiradi, birinchidan, biologik membranalarning asosiy struktura komponenti vazifasini bajaradi va ikkinchidan, energiyaga boy bo'lgan “yonilg'i” ning zahira formasi bo'lib hizmat qiladi.

Uglevodlar (polisaxaridlar) – asosan ikkita funktsiyani bajaradi. Ulardan biri, masalan, kraxmal zahiradagi “yonilg'i” (energiya manbasi) sifatida hujayraning energiya bilan ta'minlaydi, xolbuki boshqalar, jumladan selluloza ‘o'simlik hujayralarida hujayradan tashqaridagi struktura komponenti sifatida ishlatiladi. Hayvon organizmlarida asosiy energiya manbasi bo'lib glikogen hizmat qiladi.

Biomolekulalarning ana shu to'rtta eng muhim sinflari bitta umumiy xossaga ega: ularning barchasi yuqori molekulyar massali nisbatan yirik strukturalarni

<sup>4</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P 90

tashkil qiladi va shu sababli makromolekulalar deb ataladi. Har xil oqsillarning molekulyar massalari 6000 dan to 1 000 000 daltongacha bo'ladi; ba'zi bir nuklein kislotalar (DNK) ning molekulyar massasi milliard daltongacha etadi; polisaxaridlar, masalan kraxmalning molekulyar massasi ham yuqori bo'lib million daltongacha boradi. Ayrim lipidlarning molekularini o'lchami va molekulyar og'irligi ancha kichik (50-1500 Da). Lekin, odatda lipidlarning molekulari bir-birlari bilan birga qo'shiladi va juda yirik strukturalarni hosil qiladi va ular minglab molekularlardan tashkil topgan bo'lib, makromolekula sistemalari sifatida (biomembranalar sifatida) ishlaydi.

Boshqa tomondan olganda, ana shu murakkab strukturalarning tuzilishi juda ham oddiy printsiptga asoslangan. Ana shu strukturalarni hosil qiladigan qurilish bloklari sifatida oddiy molekular ishlatiladi: organizmlarning barcha turlarida ana shu molekularning soni uncha ko'p emas va xuddi o'sha tuzilishga ega. Masalan, oqsillarda qurilish bloki bo'lib 20 xil aminokislotalar hizmat qiladi.

*Oqsillarning uzun polipeptid zanjirlari har xil ketma-ketlikda joylashgan ana shu 20 xil aminokislotalardan iborat. Nuklein kislotalarning molekulari esa bor-yo'g'i 4 xil nukleotidlardan tuzilgan. To'g'ri, ularning soni 5ta, lekin DNK molekulasiga kiradi 4 – A, G, S va T, RNKga esa – A, G, S va U.<sup>5</sup>*

Polisaxaridlar ham katta miqdordagi bloklardan tuzilgan. Kraxmal va selluloza, masalan, bitta tipdagi qurilish blokidan – glyukoza qoldiqlaridan tuzilgan uzun yoki shoxlangan zanjirlardir yoki boshqa xollarda ikkita tipni almashlanib turishidan (glyukoza – fruktoza yoki glyukoza – galaktoza) hosil bo'lgan geteropolisaxaridlar.

Shunday qilib, tirik organizmlarda quruq organik moddalarning 90%-dan ko'prog'ini atigi 30-40 har xil tur oddiy organik molekularlardan tuzilgan minglab turli-tuman makromolekular tashkil qiladi.

Shu sababli, biologik makromolekularning strukturalari va biokimyoning ba'zi bir tashkiliy printsiplarini tushunish uchun biz uncha ko'p bo'lmagan organik birikmalarning tuzilishi va xossalarini bilishimiz zarur.

### **Suvning xossalari va organizmning suv-dispers sistemalari**

Hayotning asosi – oqsillar qatorida suv tirik organizmlarning eng muhim qismi hisoblanadi. Odatda, suvni obi-hayot deyishadi. Uning miqdori tana og'irligining 65%ini tashkil qiladi. Ko'pchilik dengiz xayvonlarida (jumladan,

---

<sup>5</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P 73-74

meduzalarda) yoki xasharotlarning tuxumdan chiqqan qurtlarida u 90% dan ortiqroqqa etadi.

Suv tirik organizmda asosiy erituvchi. Organizmda suvning g'oyat katta roli uning molekulasini o'ziga xos tuzilish xususiyatlari bilan belgilanadi. Suvda vodorod va kislorodning atomlari bir-birlari bilan kovalent boglar bilan bog'langan. Elektr zaryadlari suv molekulasida bir me'yorda (bab-baravar) taqsimlanmagan: unda ikkita "tortilish markazi" musbat (vodorodda) va ikkita markaz manfiy (kislorodda) zaryadga ega. Ana shu markazlar tetraedra konfiguratsiyasini hosil qiladi. Shu sababli suvning molekulasini dipol hisoblanadi.

Suvning dipollari bir-birlari bilan vodorod bog'larini hosil qilishi mumkin. Bu molekullarni agregatlar tarkibiga biriktirishga olib keladi  $[(H_2O)_n]$ . Bunday tarkibdagi agregatlar, o'z navbatida, murakkab muksimon strukturalarni hosil qilishi mumkin.

*Suvning kristallsimon (muksimon) strukturasi tirik organizmlar uchun shunday muhim bo'lgan xususiyat – erishning yuqori yashiringan issiqligi va parchalanishni tushuntirib beradi. Odam organizmi teri yuzasidan suvni bug'lanib turishi, qizib ketishdan saqlaydi; suvning yuqori issiklik sig'imi issiqlikni qisqa muddatli mahalliy ajralishida tana hujayralarini shikastlanishdan saqlaydi.<sup>6</sup>*

Suvning dipoli faqat o'zarogina emas, balki moddalarning polyar molekullari bilan ham ta'sir qilish qobiliyatiga ega. Bu jarayon moddalarning gidratatsiyasi nomini olgan. Gidratatsiya vaqtida elektr zaryadlarining orasidagi o'zaro ta'sir keskin bo'shashadi.

Gidratatsiya – moddalarning kristallarini to ion, molekula yoki molekullarning agregati (zarracha)gacha dispergirlash (maydalash)ga olib keladi. Natijada dispers sistemalarining har xil turlari hosil bo'ladi

**Eritmalar va ularning kontsentratsiyasi.** Tirik organizmlarda asosiy erituvchi bo'lib suv xizmat qiladi. Suvda anorganik va organik moddalar eriydi. Moddalar o'zlarining suvda eruvchanligi bo'yicha eriydigan, yomon eriydigan va umuman erimaydigan moddalarga bo'linadi.

Ma'lum og'irlik yoki xajm eritmada erigan moddaning miqdori uning kontsentratsiyasi deyiladi. Kontsentratsiyaning ikki turi mavjud: og'irlik va hajm kontsentratsiyalari.

Og'irlik kontsentratsiyasi – bu foyizli kontsentratsiya bo'lib, 100 g eritmada erigan moddalarning grammlar sonini bildiradi. Masalan, osh tuzining (NaCl) 10% li eritmasi deyilganda 100g eritmada 10 g NaCl tuzi borligini tushunamiz.

---

<sup>6</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P 45-46

*Hajm kontsentratsiyasi* o'z navbatida ikki turga bo'linadi: molyar va normal kontsentratsiyalar va katta "M" va kichik "n" harflari bilan belgilanadi.

*Molyar kontsentratsiya* –bu bir litr eritmada erigan moddalarning gramm molekula (GM) soni. Masalan, NaCl yoki H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> larning 1 M eritmasi deyilganda 1 l eritmada 58,5 g NaCl yoki 98 g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> eriganini tushunamiz.

Normal kontsentratsiya esa – bu bir litr eritmada erigan moddalar gr-ekv (grammekvivalent) soni (gr-ekv=GM/n, n=moddaning asoslar soni). Masalan, osh tuzi, sulfat va fosfat kislotalarining 1 n eritmalarida NaCl bir asosli kislotaning tuzi bo'lganligi uchun n=1 bo'ladi va 1 gr-ekv=58,5g ga teng bo'ladi; sulfat kislotasi ikki asosli bo'lgani uchun (n=2), uning 1 gr-ekv=49 g ga teng bo'ladi va nihoyat fosfat kislotasi uch asosli (n=3) va uning 1 gr-ekv=32,67 g ga teng. Bir gramm eritmada erigan moddalarning gramm soniga eritmaning titri deyiladi. Biokimyoviy laboratoriyalarda eritmalarining, asosan, normal kontsentratsiyasidan ko'proq foydalaniladi.

**Suvning elektrolitik dissotsatsiyasi.** Suvning molekulasi ham elektrolitik dissotsiatsiya - vodorod va gidroksil ionlariga parchalanish qobiliyatiga (H<sub>2</sub>O ⇌ H<sup>+</sup>+OH<sup>-</sup>) ega, (lekin juda ham kam darajada). Jumladan, 55 mln suv molekularidan oddiy sharoitda 22<sup>0</sup>C xaroratda 1 molekula suv dissotsiatsiyalangan bo'ladi xolos.

Suvning maksimal dissotsiatsiyasida N<sup>+</sup> va OH<sup>-</sup> ionlari kontsentratsiyalarining dissotsiatsiyalanmagan suv molekularining kontsentratsiyasiga bo'lgan nisbati doimiy qiymat bo'lib, dissotsiatsiya konstantasi deb ataladi. Elektrolitning erigan molekulari qancha qismi ionlarga parchalanganligini ko'rsatadigan qiymat dissotsiatsiya darajasi deb ataladi va u foizlarda ifodalanishi mumkin.

**Organizmning suv-dispers sistemalari.** Suv organizmning suyuq dispers sistemalari – qon, limfa, siydik, oshqozon va ichak shiralari, sinoval va orqa miya suyuqliklari, hujayra va hujayralararo suyuqliklarning asosini tashkil qiladi. Dispers sistemasi deb bir (yoki bir necha) moddaning maydalangan kichik zarrachalari ikkinchi moddaning massasida ma'lum darajada bir me'yorda tarqalgan sistemaga aytiladi. Maydalangan modda – dispers faza deb ataladi. Dispers fazaning zarrachalari tarqalgan moddani dispersion muhit deyiladi. Organizmning ko'pchilik suyuq dispers sistemalarida suv dispersion muhiti bo'lib xizmat qiladi. Oqsil va lipidlardan tashkil topgan hujayra membranalarida suv dispers faza rolini o'ynaydi. Disperslik darajasi bo'yicha chin eritma, kolloid eritmalar va suspenziya (emulsiya)ga bo'linadi.

Agar dispers faza to molekula yoki ionlargacha maydalangan (parchalangan) bo'lsa, sistema – chin eritma deyiladi. Chin eritmalar gomogen, tiniq, dispersion

muhit va dispers fazalari zarrachalarining o'rtasida bo'linish yuzasi bo'lmaydi. Chin eritmalarga – ko'pchilik mineral va organik kislotalar hamda ularning tuzlari, kichik molekulali organik birikmalar – monosaxaridlar, siydikchil, spirtlar, aldegid va ketonlarning eritmaları misol bo'la oladi.

Dispers fazasining moddalari zarrachalarining o'lchami 0,1 mikrondan katta bo'lgan sistemalar suspenziyalar yoki emulsiyalar deb ataladi. Agar dispers fazasining zarrachalari qattiq moddadan tashkil topgan bo'lsa, sistema suspenziya deb ataladi; bordi-yu, dispers faza zarrachalari suyuq modda bo'lsa – emulsiya deyiladi. Tirik organizmlarda ko'proq tarqalgan yog'lar va yog'simon moddalarning suvli emulsiyasi xisoblanadi.

Chin eritmalar va suspenziyalar (emulsiyalar) qatorida dispers sistemalarga kolloid eritmalar xam kiradi. Ularda dispers faza ko'pgina kichik molekulalarning agregatlari yoki o'lchami juda katta molekulalar (makromolekulalar) shaklida bo'ladi. Organizmda bular birinchi navbatda oqsillar va polisaxarid – glikogen molekulalari.

**Diffuziya.** *Organizmning xayot faoliyati jarayonida diffuziya xodisasi katta axamiyatga ega. Qaysi bir moddani eritganda uning molekulalari (yoki ionlari) erituvchi molekulasining issiqlik xarakatiga jalb qilinib, sekin-asta erituvchining barcha hajmiga tarqalib ketadi. Bu tarqalish erigan moddaning kam konsentratsiyasi tomon sodir bo'ladi va diffuziya nomi bilan yuritiladi.*<sup>7</sup>

Boshqacha aytganda, diffuziya – dispers faza va dispersion muxitlari zarrachalarining xarakati bo'lib, dispers sistemaning butun xajmi bo'yicha ularning konsentratsiyasini o'z-o'zidan tenglashga olib keladi, undan so'ng muvozanat xolati o'rnashadi.

**Osmos va osmotik bosim.** Barcha tip biologik membranalar (sitoplazmatik membrana, xujayra organoidlarning membranalari) yarim o'tkazuvchanlik xususiyatiga ega, ya'ni ular ko'pchilik erigan moddalarni yoki umuman o'tkazmaydi, yoki juda kam o'tkazadi va erituvchi, ya'ni suv bunday membranalar orqali xech qanday to'siqsiz bemaol xarakat qila oladi. Erituvchi (suv) membrana orqali ikki yo'nalishda xarakat qiladi, lekin uning erigan moddaning yuqori konsentratsiyasi va kam erituvchi bo'lgan eritma tomonga xarakat tezligi qarama-qarshi tomonga yo'nalish tezligidan ancha yuqori bo'ladi. Yarimo'kazuvchan membrana orqali erituvchining bir tomonlama diffuziyasi osmos nomini olgan. Xar qanday diffuziya kabi osmos ham membrana bilan ajratilgan eritmaları konsentratsiyasini baravrlashtirishga olib keladi. Bunday xolatda osmotik

---

<sup>7</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P 47



muvozanat o'rnatiladi, membrana orqali har ikkala yo'nalishda xarakatlanayotgan erituvchining miqdori tenglashadi.

Osmosni chaqirayotgan kuch osmotik bosim nomini olgan. Osmotik bosimning qiymati – eritmaning ma'lum hajm birligida erigan zarrachalarning miqdoriga va ularning xarakatlanish tezligiga bog'liq (zarrachalarning o'lchami va ularning elektrik zaryadlari ahamiyatga ega emas). Osmotik bosimni  $p_{osm} = CRT$  formulasi bo'yicha hisoblash mumkin ( $p_{osm}$  – osmotik bosim; C – eritmaning molyar konsentratsiyasi; R-gaz konstantasi – 0,082 l.atm/gram.mol; T – absolyut harorat ( $t^{\circ}C+273^{\circ}$ )).

Eritmalarning faol reaksiyasi. Organizmning suv – dispers sistemalarining xususiyatlari va biologik roli ulardagi vodorod va gidroksil ionlarning konsentratsiyasiga kuchli bog'langan. Amaliyotda qabul qilinishicha, eritmalarning kislotalik va ishqorlik xususiyatlarini vodorod ionlarining konsentratsiyasi bilan ifodalanadi va uni muxitning faol reaksiyasi deb ataladi. Shu bilan birga, vodorod ionlarining haqiqiy konsentratsiyasi juda ham kichik son ( $10^{-7}$  g.ion/l) bo'lganligi sababli uni teskari manfiy logarifmidan foydalanib, bu qiymatni vodorod ko'rsatkichi deb ataladi va pH simvoli bilan belgilanadi.

Vodorod va gidroksil ionlarning konsentratsiyasizlari teng bo'lgan eritmalar neytral eritmalar deyiladi. Agar vodorod ionlari gidroksil ionlariga nisbatan ko'p bo'lsa, bunday eritmalarda muxit kislotalik bo'ladi. Bordi-yu, vodorod ionlarning konsentratsiyasi gidroksil ionlarnikidan kam bo'lsa, bunday eritmalar ishqoriy muhitga ega bo'ladi.

Eritmalarning buferlik ta'siri va organizmning bufer sistemalari. Moddalar almashinuvi jarayonida doimo kislotalik yoki ishqoriy xarakterga ega bo'lgan oraliq moddalar hosil bo'lib turadi, natijada ular organizmning ichki muxit faol reaksiyasini keskin o'zgartirishi kerak edi. Lekin bunday o'zgarishlar yoki aslo sodir bo'lmaydi, yoki pH ko'rsatkichini bir oz o'zgarishi kuzatiladi, xolos. Buni organizmda buferlik ta'siriga ega bo'lgan eritmalarning bo'lishi bilan tushuntirish mumkin (48).

Eritmalarning buferlik ta'siri – bu eritmalarni ortiqcha vodorod va gidroksil ionlarini bog'lab olish va ularni kuchsiz dissotsiatsiyalanadigan molekulalarga (suvda erimaydigan yoki yomon eriydigan molekulalarga yoki suvga) aylantirish qobiliyatidir.

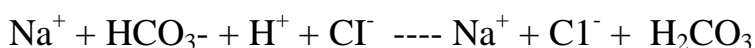
Tipik bufer sistemalari – bu kuchsiz kislotalar eritmalarini ularning kuchli asoslar bilan bergan tuzlari eritmalarining aralashmasi yoki kuchsiz asoslar eritmalarini ularning kuchli kislotalardan tuzlari eritmalarining aralashmasidir.

Tirik organizmlarning ko'proq tarqalgan bufer sistemalariga kiradi.

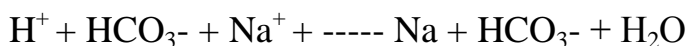
1. Bikarbonat buferi –  $H_2CO_3 + NaHCO_3$

2. Fosfat buferi –  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{HPO}_4$
3. Atsetat buferi –  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$
4. Oqsil buferi – oqsil – kislota + oqsil- tuz
5. Ammoniy buferi –  $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$

Eritmalarning buferlik ta'sirini asosiy mohiyati shundan iboratki, qo'shilgan vodorod va gidroksil ionlar bufer sistemasi bilan bog'lanib, dissotsiatsiyalanmaydigan kislota (yoki asos)larni yoki suvni hosil qiladi. Jumladan, bikarbonat bufer sistemasiga kuchli kislotani ( $\text{HCl}$ ) qo'shilsa,  $\text{H}^+$  ioni bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) ioni bilan, juda yomon dissotsiatsiyalanadigan karbonat ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) kislotasini hosil qiladi:



Kuchli ishqorni ( $\text{NaOH}$ ) qo'shilganda gidroksil ioni bilan bo'lanib, dissotsiatsiyalanmaydigan suv molekulasini hosil qiladi:



Boshqa bufer sistemalari ham xuddi shu prinsipda ta'sir qiladi. Lekin, eritmalarning buferlik ta'siri cheksiz emas, balki har bir bufer sistemaning o'zini ma'lum bir chegarasi bor. Agar juda ko'p kuchli kislota yoki ishqorni qo'shilganda eritmaning pH I o'zgaradi va buferlik ta'siri yo'qoladi. Eritmalarning buferlik ta'sirini miqdoriy ifodasi ularning *buferlik hajmi* deb ataladi. U 1 litr eritmani pH ni 1 ga o'zgartirish uchun ketgan kuchli kislota yoki ishqorni grammekvivalentlar (*gekv*) soni bilan o'lchanadi.

### **Savollar**

1. Biokimyo fani nimani o'rgatadi?
2. Biokimyo fanining jismoniy tarbiya va sport mutaxassislari uchun qanday ahamiyati bor?
3. Tirik organizmlarning elementar tarkibiga qisqaqcha xarakteristika bering.
4. Karbon atomlari qanday unikal xususiyatga ega va uning biologik ahamiyati nimadan iborat?
5. Qanday moddalarni organik moddalar deb ataladi?
6. Karbon atomlari o'zaro kovalent bog'lar bilan bog'lanib qanday turli-tuman strukturalarni hosil qilishi mumkin?
7. Uglevodorodlarda bir yoki bir necha vodorod atomlarini har xil funksional guruhlari bilan almashinishi natijasida organik moddalarning qanday oilalari (sinflari) hosil bo'ladi?

## **MAVZU-2. UGLEVODLAR: TUZILISHI, XOSSALARI VA BIOLOGIK FUNKSIYALARI**

### **Mavzuning rejasi**

1. Uglevodlarga umumiy xarakteristika.
2. Uglevodlarning biologik ahamiyati, ularning odam tanasini turli to'qima va organlaridagi miqdori.
3. Uglevodlarning klassifikatsiyasi.
4. Monosaxaridlar: tuzilishi, xossalari va biologik funktsiyalari.
5. Oligosaxaridlar: disaxaridlarning tuzilishi, xossalari va biologik funktsiyalari.
6. Polisaxaridlar: gomo- va geteropolisaxaridlarning tuzilishi va xossalari

### **Tayanch iboralar**

**Uglevodlar, monisaxaridlar, oligosaxaridlar, gomopolisaxaridlar, geteropolisaxaridlar, aldozalar, ketozalar, saxaroza, laktoza, maltoza, kraxmal, amilopektin, sellyuloza, glikogen.**

Uglevodlar – oqsillar va lipidlar bir qatorda tirik organizmlarning eng muhim kimyoviy birikmalari hisoblanadi. Odam va hayvonlar organizmida uglevodlar g'oyat muhim vazifalarni bajaradi:

- eng avvalo energetik funktsiyani (hujayrada asosiy energiya manbasi);
- struktura funktsiyasini (ko'pchilik hujayra strukturalarining doimiy komponenti);
- himoya funktsiyasi (immunitetni ushlab turishda polisaxaridlarning ahamiyati katta).

*Uglevodlar nuklein kislotalarning – DNK va RNK (dezoksiriboza va riboza) tarkibiy qismi hisoblanadi, tirik organizmlarning metabolizmida nihoyatda muhim rol o'ynaydigan nukleotid kofermentlarining komponentlari tarkibiga kiradi. Bundan tashqari uglevodlar organizmda murakkab va muhim vazifalarni bajaradigan ko'pchilik murakkab biopolimerlar – glikopeptidlar, glikoproteidlar, glikolipidlar, glikolipoproteidlar va boshqalarning tarkibiga kiradi.<sup>8</sup>*

Uglevodlar barcha tirik organizmlar tarkibiga kiradi. Biosferada uglevodlar barcha boshqa organik birikmalarni birgalikda olinganidan ko'p. O'simliklarda ular to'qimalarning quruq vaznini 80% gacha tashkil qiladi. Odam va hayvon organizmlarida ularning miqdori ancha kam (tananing quruq massasi 2% dan ko'p

---

<sup>8</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P 87



emas); uglevodlarga eng boy jigar (5-10%), skelet muskullari (1-3%), miokard (0,5%), bosh miya (0,2%).

*Birinchi marotaba “uglevodlar” atamasi Derpt (hozirgi Tartu) universitetining professori Karl Shmidt tomonidan 1844 yilda taklif qilingan. O’sha vaqtlarda faraz qilishlaricha – uglevodlar  $C_n(H_2O)_n$  umumiy imperik formulaga ega, ya’ni karbon (uglerod)  $Q$  suvdan tashkil topgan. Bundan “uglevod” nomi kelib chiqqan. Jumladan, glyukoza va fruktoza  $C_6(H_2O)_6$ , saxaroza va glyukoza –  $[C_{12}(H_2O)_5]_n$  formulalariga ega. Keyinchalik ma’lum bo’ldiki, o’zlarining hususiyatlari bilan uglevodlar sinfiga kiradigan bir qator birikmalar ko’rsatilgan umumiy formuladagiga nisbatan vodorod va kislorodni birmuncha boshqa proporsiyada tutishadi. Masalan, umumiy formula bo’yicha karbon, vodorod va kislorod 1 : 2 : 1 nisbatga ega, lekin dezoksiriboza molekulasida –  $(C_5H_{10}O_4)$  bunday nisbat saqlanmaydi. Geteropolisaxaridlarning molekulari esa bunday umumiy formulaga aslo bo’ysunmaydi. Shu sababli Xalqaro kimyoviy moddalarni nomenklatura qilish komissiyasi uglevodlarni glitsiridlar deb atashni taklif qilishdi, lekin bu atama deyarlik qabul qilinmadi.<sup>9</sup>*

Uglevodlar kimyoviy tuzilishi bo’yicha yoki aldegidspirtlar (polioksialdegidlar) yoki ketospirtlar (polioksiketonlar) yoki ularning hosilalari hisoblanadi.

Hozirgi vaqtda qabul qilingan klassifikatsiyaga ko’ra uglevodlar uchta asosiy guruxlarga bo’linadi: monosaxaridlar, oligosaxaridlar va polisaxaridlar.

1. Monosaxaridlar yoki oddiy qandlar – faqat bitta aldegidospirt yoki ketospirt struktura birligini tutadi. Tabiiy monosaxaridlar orasida 6-ta karbon atomini tutgan D – glyukoza ko’proq tarqalgan.

2. Oligosaxaridlar (grekcha so’z “oligo” – “ko’p emas” ma’nosini bildiradi) glikozid – glikozid bog’lari bilan birikkan 2-tadan 10-gacha monosaxarid qoldiqlaridan tuzilgan. Ikkita monosaxarid qoldig’idan tuzilgan disaxaridlar ko’proq uchraydi. Disaxaridlarning tipik vakili – saxaroza (shakarqamish yoki lavlagi shakari), uning molekulasida – ikkita oltiuglerodli qantlar – D – glyukoza va D – fruktoza qoldiqlaridan tuzilgan. Uch va undan ortiq monosaxarid qoldiqlarini tutgan oligosaxaridlar erkin holda emas, balki murakkab biopolimerlar (polisaxaridlar, glikoproteidlar, glikonukleoproteidlar, glikolipidlar) ning yon shoxlari sifatida uchraydi.

3. Polisaxaridlar – yuzlab yoki minglab monosaxarid birliklaridan hosil bo’lgan uzun zanjirlardir. Polisaxaridlarning ba’zi birlari, masalan sellyuloza uzun chiziqsimon zanjir ko’rinishga, vaholanki glikogen – shoxlangan ko’rinishga ega.

---

<sup>9</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P 87

O'simlik dunyosida eng ko'p tarqalgan polisaxaridlar – kraxmal va sellyuloza, odam va hayvonlar organizmida esa – glikogen.

### **Monosaxaridlar (oddiy qandlar).**

Monosaxaridlar – rangsiz, qattiq kristal moddalar, suvda osonlik bilan eriydi, ammo nopolyar erituvchilarda erimaydi. Odatda ularning hammasi shirin mazaga ega. Ularning molekulari shoxlanmagan zanjirni hosil qiladigan 2-tadan 7-tagacha karbon atomlarini tutadi. Molekularidagi karbon atomlarining soniga ko'ra monosaxaridlar bo'linadi: b i o z a l a r – ( $C_2H_4O_2$ ), t r i o z a l a r – ( $C_3H_6O_3$ ), t e t r o z a l a r – ( $C_4H_8O_4$ ), p e n t o z a l a r – ( $C_5H_{10}O_5$ ), g e k s o z a l a r – ( $C_6H_{12}O_6$ ) va g e p t o z a l a r – ( $C_7H_{14}O_7$ ).

*Monosaxarid molekularida karbon atomlaridan bittasi kislorod atomi bilan ho'sh boh bilan bog'lanib k a r b o n i l g u r u x i n i hosil qiladi, qolgan barcha karbon atomlariga gidroksil gurug'i birikkan bo'ladi. Agar karbonil gurug'i uglerod zanjirining ohirida joylashgan bo'lsa, monosaxarid aldegid bo'ladi va aldoza deb yuritiladi. Agar karbonil guruhi oraliqlarda karbon atomlarida joylashgan bo'lsa, bunday monosaxarid keton bo'ladi va ketoza nomi bilan yuritiladi.<sup>10</sup>*

Monosaxaridlar orasida pentozalar va geksozalar ko'proq bo'ladi. Odam va hayvon organizmida o'ndan ortiq har xil monosaxaridlar topilgan. Quyidagi monosaxaridlar ko'proq uchraydi:

Monosaxaridlar osonlik bilan kimyoviy reaksiyalarga kirishadi, shuning uchun ham erkin xolda kam uchraydi. Organizmlarda ular o'zlarining hosilalari ko'rinishida bo'ladi: o'simliklarda kraxmal va sellyuloza ko'rinishida, odam va hayvonlarda esa – glikogen ko'rinishida. Faqat bitta glyukoza istesno sifatida erkin xolda o'simlik hujayrasi suyuqligida, qonda, limfada, hayvon va odamlarning hujayrasi suyuqligida uchraydi. Odamning qonida tinch holatda 80-120 mg% (4,5-6,5mmol) glyukoza bo'ladi. qand diabeti kasalligida uning qondagi miqdori keskin oshib ketadi (300 mg% va undan ko'p).

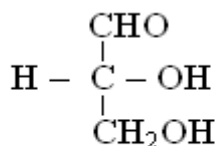
Ko'pchilik monosaxaridlar (glitseraldegid, dioksiatseton, riboza, ribuloza, glyukoza, fruktoza, sedogeptuloza) ning fosforli efirlari tirik organizmlarda uglevodlar almashinuvining oraliq mahsulotlari hisoblanadi va hujayra metabolizmida muhim rol y'ynaydi. Riboza va dezoksiriboza nuklein kislotalar – DNK va RNK – larning tarkibiga kiradi. Glyukoza, galaktoza va fruktozalar organizmning muhim energetik moddalarini hisoblanadi va ular ko'p tarqalgan

---

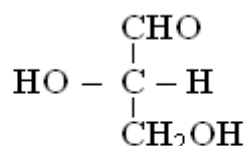
<sup>10</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P 90

oligo- va polisaxaridlar, murakkab oqsillar – glikoproteidlar va glikolipidlarning molekulari tarkibiga kiradi.

Monosaxaridlar o'zlarining tarkibida sterioizomerlari (optik izomerlari)ning miqdori ularga bog'liq bo'lgan **assimetrik** karbon atomlarini tutadi. har bir molekulada assimetrik karbon atomining soni molekuladagi karbon atomlarining umumiy sonidan ikkini ayirib tashlaganiga teng (n-2). Jumladan, triozalarda assimetrik karbon atomining soni 1ga teng (ikkita izomeri bor), geksozalarda esa – 4 (24-16 izomer bo'ladi).



D- Gliseraldegid



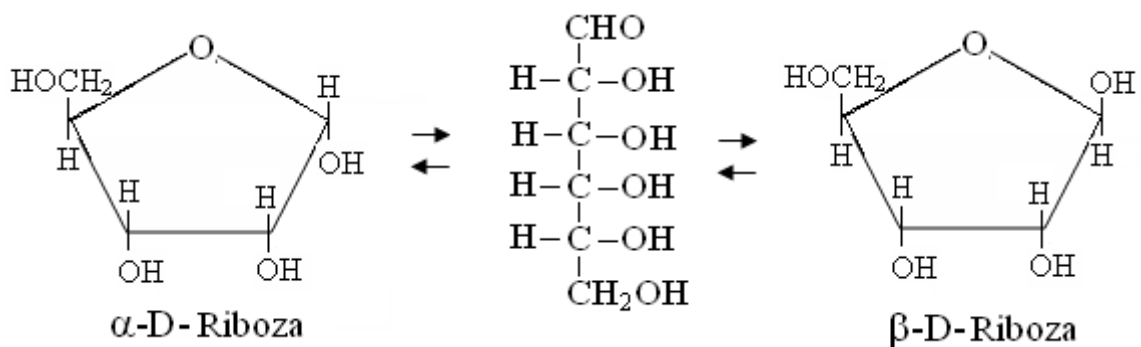
L- Gliseraldegid

Glyukoza va galaktoza ham optik izomerlarga misol bo'lishi mumkin.

Optik sterioizomerlar bitta usha imperik formulaga ega bo'lsalar ham, lekin ular fiziko-kimyoviy hususiyatlari bilan farq qilishadi hamda har xil biologik funktsiyalarni bajarishadi. Odam organizmi faqat D-glyukoza va uning hosilalarini qabul qiladi.

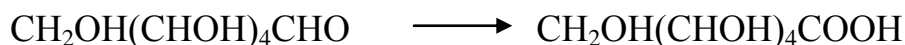
Beshta va oltita karbon atomini tutgan tipik monosaxaridlar – pentoza va geksozalar eritmalar va oligo- va polisaxaridlar tarkibida siklik shaklda bo'ladi. Bunda karbonil va eng uzoqdagi karbon atomining gidroksil guruhi fazoda yaqinlashadi. Karbonil va gidroksilni o'zaro ta'siri karbonildagi qo'sh bog'ni uzilishiga, karbonil kislorodining bo'shagan valentligining joyini o'zgartirishga va karbon atomlarining halqasini gidroksilning kislorodi orqali yopilishiga olib keladi. Karbonildan siklni yopilishida hosil bo'lgan gidroksil guruhni p o l u a s e t a l yoki g l y u k o z i d gidroksili deb ataladi.

Glikozid gidroksilining fazoviy joylashishiga qarab monosaxaridlarning  $\alpha$  va  $\beta$ -shakllarini ajratishadi. Monosaxarid izomerlarining siklik shakllarini organizm oligo- va polisaxaridlar, mononukleotidlar va boshqa murakkab organik molekularni tuzish uchun ishlatadi.

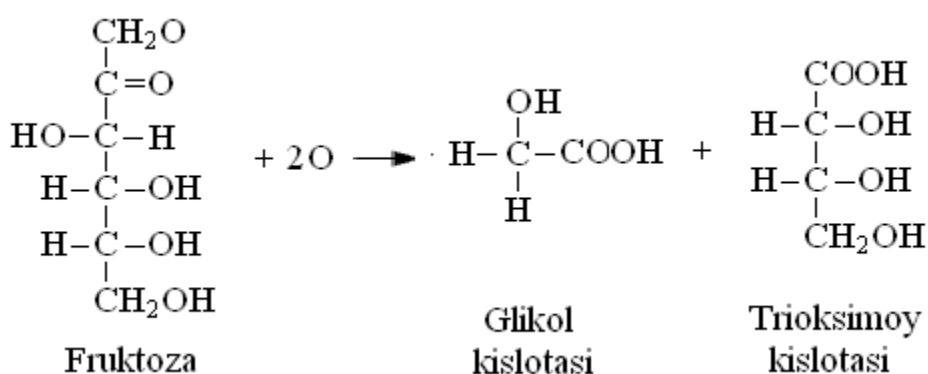


Eritmalarda monosaxaridlarning atsiklik va siklik shakllari bir vaqtning o'zida bo'ladi va o'zlari bir-biriga aylanish qobiliyatiga ega. Assimetrik karbon atomining holatiga qarab D yoki L qatorga taalluqligi ajratiladi. Shu narsani ta'kidlamok kerakki, odamning organizmi monosaxaridlarning faqat D-qatorini hazm qila oladi. Organizmda  $\alpha$  - va  $\beta$  -izomerlar bir-biriga o'ta oladi.

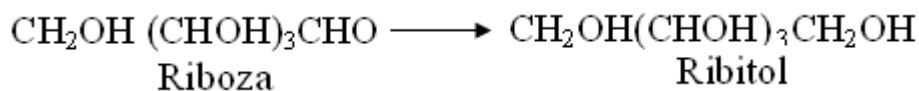
Monosaxaridlarning kimyoviy xususiyatlari erkin karbonil va spirt guruhlarining xususiyatlariga ham, boshqa gidroksil guruhlariga nisbatan ancha faolroq kimyoviy reaksiyalarga kiradigan karbonil va gidroksil guruhlarining o'zaro ta'siri mahsuloti – glikozid gidroksilning xususiyatlariga ham bohliq bo'ladi. Masalan, aldozalar – glyukoza va galaktozaning karbonil guruhi oson oksidlanadi va klyukon hamda galakton kislotalarini hosil qiladi;



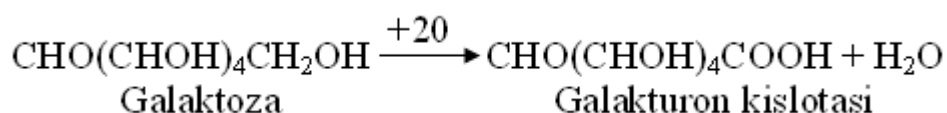
Ketozalar kuchliroq oksidlovchilar bilan oksidlanadi, shu bilan birga ularning uglerod zanjiri uziladi:



Karbonil guruhi ko'p atomli spirtlarni hosil qilib oson qaytarilishi mumkin:



Aldozalarning aldegid guruhlariga tegmasdan, birlamchi spirt guruhlarini oksidlanishi mumkin:



Geksozalarning chuqur tubdan oksidlanishidan o'simliklarda vitamin – S – askorbin kislotasi hosil bo'ladi.

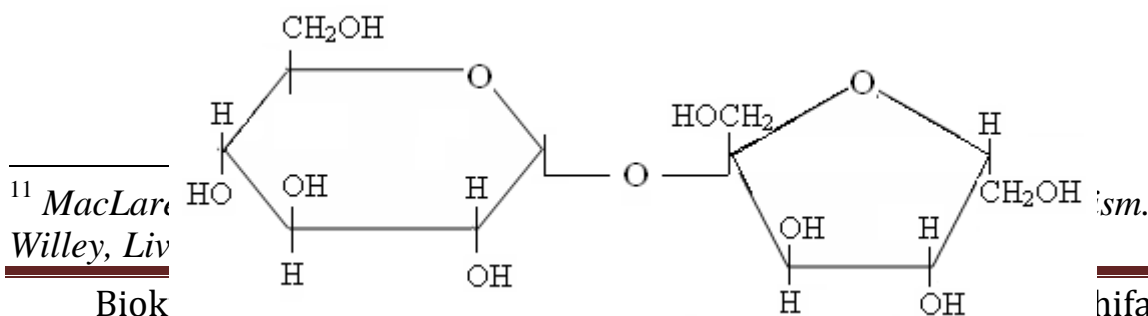
Tabiatda geksozalarning ikkita aminoqosilari – glyukozamin va galaktozaminlar keng tarqalgan. Ular o'ziga muvofiq monosaxaridlardan ikkinchi karbon atomidagi gidroksil guruhini amino guruhga almashinishi bilan hosil bo'lgan. Glyukozamin hayvon to'qimalarida bo'ladigan ko'pchilik polisaxaridlarni tarkibiga kiradi, galaktozamin esa tog'ay to'qimalarini hosil qiladigan glikoproteid va glikolipid komponenti hisoblanadi.

Oddiy monosaxaridlar qaytaruvchilar bo'lib hizmat qilishi mumkin. Ular shunday oksidlovchilar – ya'ni ferritsianid, vodorod perekisi yoki ikki valentli mis ionlarini oson qaytarishi mumkin. Bu reaksiyalarda qandlarning karbonil guruhi oksidlanadi va oksidlovchilar qaytariladi. Qand eritmasi qaytargan oksidlovchining miqdorini o'lchash yo'li bilan qandning konsentratsiyasini hisoblab chiqarish mumkin. Ana shu usul bilan qandagi glyukozaning miqdori aniqlanadi.

### Oligosaxaridlar

Oligosaxaridlar – bu uncha ko'p bo'lmagan monosaxarid qoldiqlaridan tuzilgan uglevodlar. Eng keng tarqalgan oligosaxaridlar – bular disaxaridlar: saxaroza, laktoza va maltoza. Bular – rangsiz kristal moddalar, suvda yaxshi eriydi, shirin ta'mga ega.

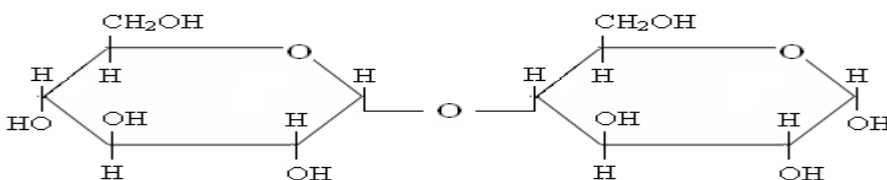
Saxaroza uning molekulasida glyukozid – klyukozid (1-2)  $\alpha$ ,  $\beta$  bog'i bilan bog'langan glyukoza va fruktoza qoldiqlaridan tuzilgan. Shuning uchun ham saxaroza molekulasida erkin glikozid gidroksili bo'lmaydi. Demak qaytarish hususiyatiga ega bo'lgan qand emas. Saxaroza fotosintezning asosiy oraliq mahsuloti hisoblanadi va o'simliklarda uglevodlarning transport formasi bo'lib hizmat qiladi. Organizmga ozuqa tarkibida ancha miqdorda kirsam ham u odam va hayvonlar organizmida bo'lmaydi. Saxaroza ayniqsa qand lavlagining ildizmevasida, shakarqamishda va zarang daraxtining shirasida ko'p bo'ladi.<sup>11</sup>



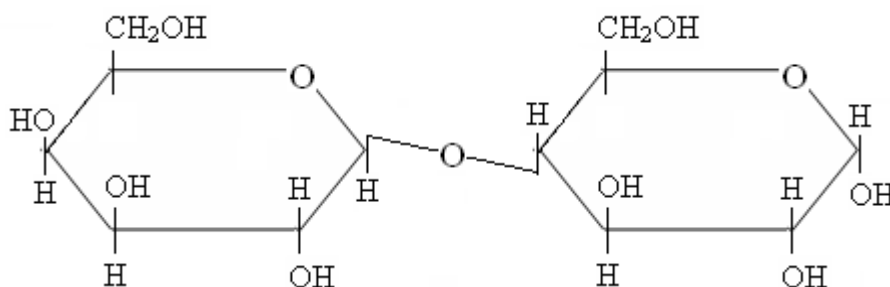
<sup>11</sup> MacLar  
Willey, Liv  
Biok

Saxarozaning o'zi odam organizmi uchun hazm bo'lmaydigan modda, lekin u saxaraza fermenti ta'sirida glyukoza va fruktozaga parchalanib, oson hazm bo'ladigan bo'lib qoladi.

Maltoza– o'zaro 1-4-  $\alpha$  glyukozid-gidoksil bog'i bilan bog'langan ikkita  $\alpha$  D-glyukoza qoldig'ini tutadi. U polisaxaridlar – kraxmal va glikogenning fermentativ parchalanishining oraliq mahsulotlari hisoblanadi.



Laktoza (sut shakari) – o'zaro 1-4- $\beta$  glyukozid-gidroksil bog'i bilan bog'lanib galaktoza va glyukoza qoldiqlaridan tuzilgan. U faqat sutni tarkibida bo'ladi. Laktozada ham maltoza kabi bitta glyukozid gidroksili bo'lgani uchun, u ikki valentli metal ionlari, vodorod peroksidini va h.k. qaytarish qobiliyatiga ega.



Oshqozon-ichak yo'lida ovqatlarni hazm bo'lish jarayonida laktoza ichakning mukozali hujayralari ishlab chiqaradigan laktoza ta'sirida fermentativ parchalanishga duchor bo'ladi. Ko'krak emadigan bolalarda bu fermentning faolligi juda yuqori bo'ladi, lekin katta yoshli odamlarning ichaklarida faqat Yevropaning shimoliy aholisida va ba'zi bir Afrika qabilalarida kuzatiladi. Ko'pchilik katta yoshli odamlarda, shujumladan, Sharhda yashovchi odamlar, arablar, evreylar, ko'pchilik afrikaliklar, indeytslar va o'rtaer dengizi sohillarida yashovchi aholilarning ichaklarida laktozaning faolligi juda past, bu esa ko'p xollar laktozaga *i n t o l e r a n t l i k* (qabul (hazm) qila olmaslik) kasalligiga olib keladi. Bu hususiyat genetikaga moyil omil hisoblanadi. Laktozaning hazm bo'lmasligining sababi shu bilan bog'liqki, bu disaxarid ichada fermentativ galaktoza va glyukozaga parchalangandan so'ng so'riladi. Laktazaning faolligi juda past bo'lganda, u ichakda to'plana boshlaydi, bu esa kuchli panos (ich ketish), qorinda og'riq va ko'ngil aynashiga olib keladi.



## **Polisaxaridlar**

Polisaxaridlar–bu yuqori molekulari moddalar bo'lib molekulari yuzlab va minglab monosaxaridlar va ularning hosilarini qoldiqlaridan tuzilgan. Polisaxaridlarning kimyoviy tuzilishi amalda bir xil: chiziq shaklidagi yoki shohlangan bo'lib, ularning monomerlari o'zaro glyukozid-gidroksil bohi bilan bog'langan. Polisaxaridlarni ikkita turga bo'lishadi – gomo va geteropolisaxaridlar. Birinchilarining molekulari ko'pdan-ko'p bir xil monosaxarid qoldiqlaridan, ikkinchisi esa – bir necha xil monosaxarid qoldiqlaridan tuzilgan.

Gomopolisaxaridlar – shirin mazaga ega emas, qattiq, uchmaydigan moddalar. Suvda erimaydi yoki yomon eriydi. Eng muhimlari, biologik ma'noda va keng tarqalgani o'simliklar dunyosida – kraxmal va sellyuloza, hayvonlar organizmida esa – glikogen hisoblanadi. Ularning tarkibi  $(C_6H_{10}O_5)_n$  bilan ifodalanishi mumkin, lekin ular o'zaro monosaxarid qoldiqlarini soni bilan farqlanadi.

Kraxmal – kartofel tugunagi, makkajo'xori va boshqodoshlarning donlari (urug'lari) kraxmalga eng boy bo'ladi (quruq massasini to 80% ni tashkil qiladi). U fotosintezning mahsuloti hisoblanadi va o'simlikning deyarli barcha organ va hujayralari uni sintezlash qobiliyatiga ega. Kraxmal glyukozaning ikkita polimerining aralashmasidan –  $\alpha$ -amilaza (10-30%) va amilopektin (70-90%) dan tashkil topgan.

$\alpha$ -Amilaza – bir-biri bilan (1-4)  $\alpha$  glyukozid bog'i bilan birikkan D-glyukoza qoldiqlarining uzun shohlanmagan zanjiridan tuzilgan. Uning molekulyar massasi 500 000 daltongacha boradi.

Amilopektin – ham D-glyukoza qoldiqlaridan, amilozadan farq qilib, uning molekulari kuchli shohlangan va molekulyar massasi to 1 000 000 daltongacha etadi. Yon shohlanishi 1-6- $\alpha$  bog'lari hisobiga bo'ladi.

Glikogen yoki hayvon kraxmali – hayvon hujayralarida asosiy rezerv polisaxarid, ya'ni uning roli o'simlik hujayrasidagi kraxmalning roliga o'xshaydi. Amilopektinga o'xshab glikogen – 6 000-30 000 glyukoza qoldiqlaridan tuzilgan shohlangan polisaxarid. Uning molekulyar massasi yrtacha 1-5 million daltonni tashkil qiladi. Glyukozaning molekulari bir-biri bilan (1-4)  $\alpha$  bog'lar bilan bog'langan, 1-6- $\alpha$  bog'lari yordamida yon shohlarini hosil qilgan. Glikogen eng ko'p miqdorda jiganda (organning umumiy og'irligini 7-10% gacha), kamroq miqdorda skelet muskullarida (1-3%) bo'ladi. Glikogen yoki kraxmalni qisman fermentativ parchalaganda ( $\alpha$ -amilaza yordamida) suvda yaxshi eriydigan **d e k i s t r i n l a r** hosil bo'ladi.

Tsellyuloza – eng ko'p tarqalgan struktura polisaxaridi – o'simlik hujayrasi membranalarining asosiy tarkibiy qismi. Sellyulozaning molekulari huddi

amilozaga o'hsab, bir-birlari bilan 1-4- $\beta$  bog'i bilan bog'langan glyukoza qoldiqlarining shohlanmagan uzun zanjiridan tuzilgan. Deyarli toza sellyuloza – bu paxta va zig'ir tolalari yoki filtr qog'ozi. Sellyuloza molekulasida 1-4- $\beta$  bog'lar  $\alpha$ -amilaza bilan gidrolizlanmaydi. U hayvon organizmlarida hazm bo'lmaydi. Faqat yirik shohli mollar va boshqa kavsh qaytaradigan hayvonlar (qo'ylar, echkilar, tuyalar, jraflar va h.k.) ichaklarida 1-4- $\beta$  bog'larni uzadigan sellyuloza fermentini ajratib chiqaradigan mikroorganizmlar bo'lganligi sababli sellyulozadan ozuqa sifatida foydalana oladi.

### **Geteropolisaxaridlar**

Odam va hayvonlar organizmlarida geteropolisaxaridlar asosan biriktiruvchi to'qimalar, toqaylar, shilimshiq moddalar va hujayra qobig'larida bo'ladi. Ularga kiradi:

**g i a l u r o n** kislotasi – glyukuron kislotasi va atsetilglyukozaaminning to'g'ri chiziqli polimeri. U hujayra devorlari kleylab (yopishtirib) turadigan modda hisoblanadi, to'qimalarda hayotiy kerakli moddalarning taqsimlanishida qatnashib ularning tarkibiga kiradi, uning molekulasida ko'p marta navbatlashgan D-glyukuron kislotasi va N-atsetil-D-glyukozaminning qoldiqlaridan tuzilgan. Ko'zning sinovial suyuqligida va shishasimon tanasida aniqlangan. Gialuron kislotasi hujayrada yopishqoq gelsimon eritma hosil qiladi.<sup>12</sup>

U hujayra devorlari uchun kleylab (yopishtirib) turadigan modda hisoblanadi, to'qimalarda hayotiy kerakli moddalarning taqsimlanishida qatnashib, ularning tarkibiga kiradi, sinovial suyuqliklarda va ko'zning sinovial suyuqligida va shishasimon tanasida aniqlangan.

**x o n d r o i t i n s u l f a t** kislotasi – o'zining tarkibida glyukuron kislotasi va atsetilgalaktozaminning sulfat efirini tutadi. U hujayra qobig'i, toqay, suyak to'qimasi, ko'zning shoh pardasida topilgan. Molekulasi D-glyukuron kislotasi va N-atsetilgalaktozaminning sulfat efirini qoldiqlaridan tuzilgan disaxaridning ko'p marta navbatlanishidan hosil bo'lgan zanjirdan iborat. Xondroitinsulfat molekulasida disaxaridning komponentlari xuddi gialuron kislotasidagidek o'zaro bir-birlari bilan (1-3)  $\beta$ -bog' bilan birikkan, disaxarid qoldiqlari esa – (1-4)  $\beta$ -bog' bilan bog'langan. Xondroitinsulfatning ikki xili mavjud: xondroitin-4-sulfat va xondroitin-6-sulfat.

**g e p a r i n** – xuddi o'sha xondroitinsulfat kislotasining komponentlaridan tuzilgan, lekin boshqa struktura tuzilishiga ega. U jigar, o'pka, arteriya devorining

---

<sup>12</sup> *MacLaren D., Morton J., Biochemistry for sport and Exercise Metabolism. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P 91-92*



hujayradan tashqaridagi moddalarida bo'ladi, qonning ivib qolishiga yo'l qo'ymaydi, organizmni infeksiyalardan himoya qilishda ishtirok qiladi.

Monosaxarid qoldiqlarining orasidagi glyukozid bog'lari gidrolizga yoki fosforolizga uchrashi mumkin. Kraxmal va glikogen gidrolizining oraliq maxsulotlari – dekstrinlar, maltoza va oxirida – glyukoza bo'ladi. Gidroliz yo'li bilan asosan ovqat hazm bo'lish jarayonlari sodir bo'ladi, fosforoliz yo'li bilan esa – hujayrada polisaxaridlarning parchalanishi. Polisaxaridlarga spetsifik reaksiya bo'lib yod bilan rangli komplekslarni hosil qilib hizmat qiladi: amilozalar ko'k rangga, amilopektin – binafsha, glikogen esa – qizg'ish-qo'ng'ir rangga bo'yaladi.

### **Savollar**

1. Uglevodlarning kimyoviy tarkibi va biologik ahamiyati.
2. Uglevodlarning sinflanishi qanday tizimga asoslangan?
3. Uglevodlardagi aldoza va ketozalar, ularning funksional guruhlari va hosil bo'lishi.
4. Monosaxaridlarning fizika-kimyoviy xossalari.
5. Monosaxaridlardagi glikozid bog'i va uning ahamiyati.
6. Monosaxaridlarning qanday xossalarini bilasiz, ularni yozing.
7. Lipidlarning fizika-kimyoviy xususiyatlarini aniqlashdagi konstantalar.
8. Fosfolipidlarning kimyoviy xususiyatlari.
9. Fosfolipid vakillari.
10. Glikolipidlar tuzilishi va ahamiyati.

## **MAVZU-3. OQSILLAR: TUZILISHI, XOSSALARI VA BIOLOGIK FUNKSIYALARI**

### **Mavzuning rejasi**

1. Oqsillarga umumiy xarakteristika.
2. Oqsillarning funksiyasi va ularning xilma-xilligi.
3. Oqsillarning elementlar tarkibi.
4. Aminokislotalar – oqsil molekulalarining struktura (qurilish) bloklari.
5. Oqsil molekulalarining tuzilishi va strukturaviy tashkil topishi.
6. Oqsillarning fiziko – kimyoviy xossalari.
7. Oqsillarning klassifikatsiyasi.
8. Oddiy va murakkab oqsillarning kimyosi.

### **Tayanch iboralar**

**Oqsil, aminokislotalar, spesifiklik, gemoglobin, miogloblin, amfoterlik, geteropolimerlar, pepdit, polipepdit zanjirlari, denaturatsiya, renaturatsiya, proteinlar, proteidlar, albuminlar, globulinlar, prostetik gurug'lar .**

*O q s i l l a r – tirik organizmlarning shakllanishi va rivojlanishida fundamental ro'l o'ynaydi, ya'ni hayotning namoyon bo'lishini barcha asoslari oqsillar bilan bog'langan. "hayot – deb yozadi F.Engels – oqsil tanachalarining yashash tarzidir". Oqsillar miqdoriy jihatdan tirik hujayradagi barcha boshqa makromolekulalardan ustunlik qiladi va ko'pchilik organizmlarning quruq og'irligini yarmidan ko'pini tashkil qiladi. Oqsillar – faqat eng ko'p sonliygina emas, balki o'zlarining funksiyalari bo'yicha nihoyatda xilma-xil makromolekulalardir. Organizmning har bir turida minglab har xil oqsillar bo'ladi, turlarning o'zini soni esa, ehtimol, 10 milliondan ko'proqni tashkil qiladi. Masalan, E.coli hujayrasida 3000 atrofida har xil oqsillar bo'ladi, odam organizmida esa 50 000 dan ortiq har xil oqsil bo'ladi. Eng ajablanarliligi shundaki, barcha tabiiy oqsillar 20 ta har xil aminokislotalardan tuzilgan, biroq tabiatda ularning xili ancha ko'p. Bu aminokislotalar juda har xil ketma – ketlikda birikishi va juda katta (ulkan) sondagi har xil oqsillarni hosil qilishi mumkin. Masalan, 2 ta aminokislotalardan 2 ta izomerni hosil qilish mumkin bo'lsa, 4 ta*

*aminokislotalardan nazariy nuqtai nazardan – 24 ta izomer, 20 xil aminokislotalardan esa –  $2,4 \cdot 10^{18}$  – ta har xil oqsillarni hosil qilish mumkin.*<sup>13</sup>

Shuni ta'kidlash mumkinki, turli organizmlarda ko'proq uchraydigan oqsillarning molekulalarida takrorlanayotgan aminokislotalar qoldiqlarining soni ko'payganda (300, 400 va h.k.) mumkin bo'lgan izomerlar soni (oqsillar soni) astronomik cheksiz songa etiladi.

### **Oqsillarning biologik funksiyalari.**

Aytish mumkinki, tirik organizmlarda oqsillarning bajaradigan biologik funksiyalari juda ko'p va hilma hildir. Chunki hujayrada har qanday funksiyani bajarish ximiyaviy reaksiyalar bilan bog'langan, bu reaksiyalarni katalizlaydigan fermentlar oqsillardir. Quyida oqsillarning tirik organizmlarda bajaradigan asosiy va ba'zi manoda unikal funksiyalari keltirilgan.

1. Katalitik funktsiya. Hozirgi vaqtda aniq bo'lgan barcha biologik katalizatorlar – fermentlar – kimyoviy tabiati bo'yicha oqsillardir. 1988 yilgacha 2100 dan ortiq fermentlar ajratib olingan. Oqsillarning bu funksiyasi juda unikal bo'lib, biologik sistemalarda kimyoviy reaksiyalarning tezligini belgilaydi.

2. Regulyatorlik (boshqarish) funktsiyasi. Ko'pchilik garmonlar ximiyoviy tabiati bo'yicha oqsillar bo'lib organizmda moddalar almashinuvining regulyatorlik (boshqaruvchilari) hisoblanadi. Masalan, insulin, samostatin, kortiliberin va h.k. o'zlarining kimyoviy tabiati bo'yicha oqsillardir.

3. Transport funktsiyasi. Qonning nafas olish funksiyasi, jumladan, kislorodni tashishni gemoglobin (muskul tolasi hujayra doirasida-meoglobini) oqsili amalga oshiradi, lipoproteidlar jigardan boshqa a'zo va to'qimalarga triglitseridlar, yog' kislotalari, xolesterin va boshqalarni tashiydi, ATFazalar biologik membranalar orqali turli anorganik hamda organik ionlarni tashiydi va h.k.

4. Himoya funktsiyasi. Organizmda asosiy himoya funksiyasini immun sistema bajarib, organizmga tushayotgan bakteriyalar, toksinlar yoki viruslarga javoban mahsus himoya – oqsillari – *antitelalar* ning sintezini ta'minlaydi. Fibrinogen qonning ivishiga to'sqinlik qiladi va shu bilan qon yo'qotilishini kamaytiradi va h.k.

---

<sup>13</sup> *MacLaren D., Morton J., Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -57*

5. Qisqartirish funksiyasi. Muskulning qisqarish va bo'shashish jarayonida ko'pgina oqsil molekulari qatnashadi, ularning orasida *m i o z i n* va *a k t i n* eng asosiylari hisoblanadi. Bu oqsillar ATFning kimyoviy energiyasini mehanik energiyaga aylantiradi va ularning qisqarish va bo'shashini ta'minlaydi.

6. S t r u k t u r a f u n k s i y a s i. Oqsillar hujayra organoidlarining barchasini tarkibiga kiradi. Struktura funksiyasini bajaradigan oqsillar, odam organizmining boshqa oqsillari orasida o'zlarining miqdorlari bo'yicha birinchi o'rinni egallaydi. Ularning orasida biriktiruvchi to'qimadagi – kollagen, soch, tirnoq va teridagi – *k e r a t i n*, tomirlarning devoridagi – *e l a s t i n*lar muhim vazifalarni bajaradi.

7. T o ' y i m l i o z i q a f u n k s i y a s i. Bu funksiyani rezerv oqsillar – *tuxumning albumini, sutning kozeini, dukkakdoshlarning urug'ida zahira oqsillar* bajaradi. Oqsillarning tirik organizmlarda bajaradigan funksiyalari ana shular bilan cheklanib qolmaydi. Aksincha, hujayralarda hech qanday biologik funksiya oqsillar ishtirokisiz bajarilmaydi.

8. T o k s i k f u n k s i y a. Ko'pchilik hayvonlar zaharlarining tarkibidagi toksinlar o'zlarining kimyoviy tabiati bo'yicha peptidlar yoki oqsillar hisoblanadi. Ilon zaharlarining *neyro - va sitotoksini, asalari zaharining apamini, qovoq ari zaharining – oriyentotoktoksini, toksik fosfalipazalari va boshqalar* misol bo'la oladi.

9. E n e r g e t i k f u n k s i y a s i. Ozuqa moddalari tarkibida organizmlarga kirayotgan oqsillarning bir qismi energiya manbai bo'lib hizmat qiladi. Sport bilan shug'ullanmaydigan odamlarda ularning sutkalik energiyaga bo'lgan ehtiyoji 13-14 % oqsillar hisobiga ta'minlanadi. Sportning tezkorlik – kuchlilik turlari bilan shug'ullanadigan sportchilarda bu ko'rsatkich 15-17 % ni, shtanga, kulturizm, og'ir tosh ko'taradigan sportchilarda 18-20 % ni tashkil qiladi.

10. R e t s e p t o r l i k f u n k s i y a s i. bir qator oqsillar odam va hayvon hujayralarining tashqi sirtida joylashib, turli garmonlar, vitaminlar, neyromediatorlar va boshqa fiziologik faol moddalarning retseptorlari bo'lib hizmat qiladi, ya'ni ularni spetsifik ravishda tanlab bog'lab olib ta'sirlarini hujayra ichiga uzatadi.<sup>14</sup>

**Oqsillarning elementar tarkibi va ularning organ va to'qimalardagi miqdori.**

---

<sup>14</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -58

Odam va hayvonlarning to'qima va organlari oqsillarga ko'proq boy bo'ladi. Jumladan, muskullar, taloq va buyraklarda oqsillarning hissasiga quruq massaning 70-80% dan ko'prog'i, odamning butun tanasida esa – quruq massaning 45% to'g'ri keladi. Hayvon to'qimalariga nisbatan o'simliklarda oqsil ancha kam bo'ladi. Faqat dukkakhoshlarning urug'larida (20-35%) va boshqadoshlarning donlarida (10-13%) ko'proq bo'ladi.

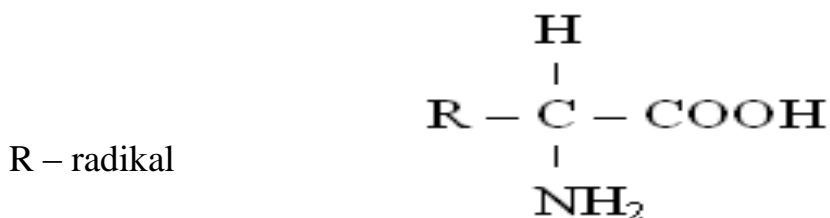
Hamma oqsillar tarkibida beshta elementni – uglerod, vodorod, kislorod, azot va oltingugurtni tutadi. Ularning miqdori har xil oqsillarda o'rtacha: C – 51-54%, O – 21-23%, H – 6-7%, N – 15-17 % va S – 0,5 % gachani tashkil qiladi.

Azotning miqdorini o'rtacha qiymati ko'pchilik oqsillarda 16% ni tashkil qiladi va undan ozuqa bilan kirayotgan oqsillarni miqdorini hisoblash hamda organizmda oqsillarni sarflanishini aniqlash uchun foydalaniladi. Ozuqa bilan kirayotgan jami azotni yoki almashinuvning barcha azot tutadigan oxirgi mahsulotlarining tarkibidagi organizmdan chiqarilayotgan azotni miqdorini bilib olib, organizmga kirayotgan yoki sarflanayotgan oqsilni aniqlash mumkin. Buning uchun ozuqaning yoki almashinuvning oxirgi mahsulotlari azotini  $6,25 \left( \frac{100}{16} = 6,25 \right)$  koefitsientga ko'paytiriladi. Masalan, almashinuvning oxirgi mahsulotlarini 15g azoti 93,75g oqsilni sarflanganligiga to'g'ri keladi.

Ba'zi bir oqsillarning tarkibiga fosfor, temir, rux, yod, mis, kobalt va boshqalar kiradi. Ayniqsa bu elementlar ferment-oqsillarning faol markazida joylashgan bo'ladi.

*Aminokislotalar – oqsil molekulalarining qurilish bloklari.*

*Hamma oqsillarning molekulalari 20 ta har xil aminokislotalarning qoldiqlaridan tuzilgan va ularning umumiy struktura formulasi quyidagi ko'rinishga ega:<sup>15</sup>*



<sup>15</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -62

Umumiy formuladan ko'rinib turibdiki, barcha aminokislotalar bir-birlaridan radikallarining (R) kimyoviy tabiati bilan farq qiladi. Faqat radikallari tufayli oqsillarni boshqa biopolimerlarga xos bo'lmagan, qator unikal funktsiyalari bor va kimyoviy individualikka ega. Istisno sifatida faqat prolin aminokislotalari bu formulaga bo'ysinmaydi. Qolgan 19 ta aminokislotalar ushbu formulaga bo'ysinadi.

Aminokislotalar o'zlarining qator xususiyatlari asosida klassifikatsiya qilinadi:

- radikallarining kimyoviy tabiati bo'yicha – atsiklik yoki alifatik (alanin, leysin, izoleysin, lizin va h.k.), aromatik (tirozina, fenilalanin) va geterotsiklik (triptofan, gistidin, prolin) amino kislotalarga bo'linadi.

- funktsional guruhlarining miqdori (soni) bo'yicha – monoaminomonokarbon (alanin, serin, tirozin va h.k.), monoaminodikarbon kislotalar (asparagin va glutamin kislotalari) va diaminomonokarbon kislotalar (arginin va lizin) bo'linadi;

- radikallarning polyarligi bo'yicha – polyar, lekin zaryadlanmagan – gidrofil aminokislotalar (glitsin, serin, tirozin, sistein, asparagin va glutamin), nopolyar – gidrofob aminokislotalar (alanin, valin, leysin, izoleysin, prolin, metionin, fenilalanin, triptofan), manfiy zaryadlangan (nordon) aminokislotalar (asparagin va glutamin kislotalari) va musbat zaryadlangan – ishqoriy aminokislotalar (arginin, leysin, gistidin) bo'linadi;

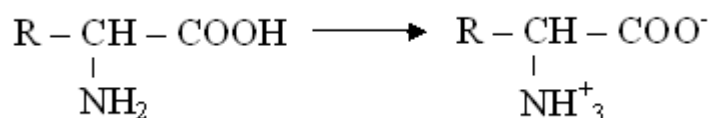
*- odam va hayvon organizmida sintezlanish yoki sintezlanolmaslik qobiliyati bo'yicha – almashinadigan va almashinmaydigan aminokislotalarga bo'linadi. Birinchilari ozuqa moddalari tarkibida kamroq bo'lsa, hujayralarning o'zi ularni boshqa aminokislotalar yoki moddalar almashinuvining metabolitlaridan sintezlay oladi almashinadiganlariga 11 ta aminokislotalar kiradi – glitsin, alanin, serin, sistein, arginin, prolin, tirozin, asparagin va glutamin kislotalari va ularning amidlari – asparagin va glutamin, ikkinchilari – almashinmaydigan aminokislotalar odam va hayvon organizmlarida boshqa aminokislotalar metabolitlardan hosil bo'lmaydi va ular organizmga faqat ozuqa mahsulotlari tarkibida kirib turadi, bularga 9 ta aminokislotalar – valin, leysin, izoleysin, lizin, metionin, treonin, fenilalanin, gistidin, triptofan.<sup>16</sup>*

Oqsillarni tarkibiga kiradigan aminokislotalar faqat L-izomerlar, ya'ni L-aminokislotalardir.

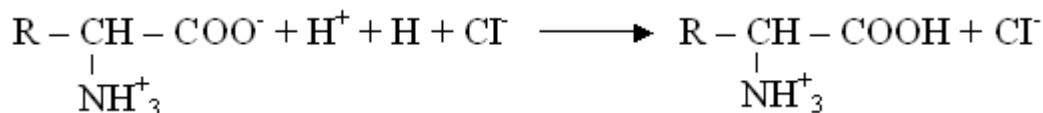
---

<sup>16</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemistry for sport and Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -59

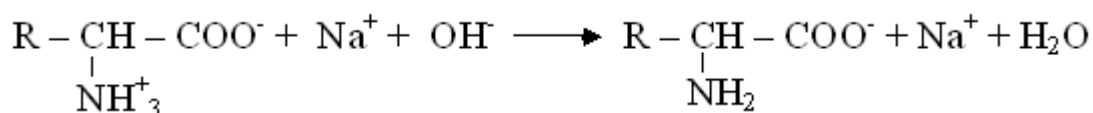
Amalda hamma aminokislotalar a m f o t e r l i k xususiyatiga ega, ya'ni neytral suvli eritmalarda dipolyar formaga aylanadi:



kislotalik muhitda asos sifatida:



Ishqoriy muhitda esa – kislota sifatida dissotsiyalanadi:



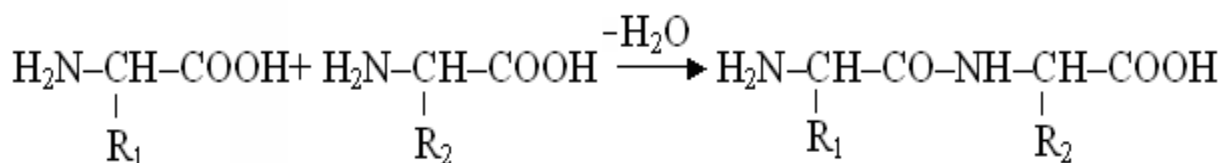
Aminokislotalar suvda eriydi. Ularning hususiyatlari faqat amino – va karboksil guruhlarining sonigagina emas, balki radikal va unga kirayotgan boshqa funksional guruhlarga ham bog'liq bo'ladi.

Aminokislotalarning xarakterli rangli reaksiyalar bo'lib – ningidrin reaksiyasi (ko'k rang Q CO2) va ftordinitrobenzol (FDNB) – Senger reaktivi bilan reaksiya (sariq rang) hizmat qiladi. Ksantoprotein reaksiyasi siklik aminokislotalar – fenilalanin va tirozinni, Fol reaksiyasi esa – oltingugurt tutgan aminokislotalar – sistein va metioninni aniqlash uchun hizmat qiladi.

### **Oqsillarning tuzilishi va struktura**

#### **tashkil topishi.**

*Oqsillar – bu o'zaro kovalent peptid bog'lari bilan bog'langan har xil aminokislotalarning **geteropolimerlaridir**. Kovalent peptid bog'i – bir*





*aminokislolaning karboksil guruhi va ikkinchi aminokislolaning aminoguruhining o'zaro ta'sirida bir molekula suv ajralishi bilan hosil bo'ladi.*<sup>17</sup>

Reaksiya natijasida hosil bo'lgan mahsulotni peptid deb ataladi. Ikkita aminokislota qoldig'idan tashkil topgan bo'lsa – *dipeptid*, uchtdan – *tripeptid*, to'rttdan – *tetrapeptid*, beshtadan – *pentapeptid*, o'ntadan – *dekapeptid* deb ataladi. O'nglab, yuzlab minglab aminokislota qoldiqlaridan tuzilgan bo'lsa – oqsil molekulalarining *polipeptid zanjiri* hosil bo'ladi.

Polipeptid va oqsillarga xarakterli rangli reaksiya – bu *biuret* reaksiyasi: oqsil yoki polipeptidning ishqoriy eritmasiga ozgina mis sulfatning kuchsiz eritmasidan qo'shilsa, binafsha rang hosil bo'ladi.

Oqsillarning molekulalarini strukturasi murakkabligi va o'ziga xos tuzilishga ega. Oqsil molekulasining struktura tuzilishini to'rtta darajasini ajratadi: birlamchi, ikkilamchi, uchlamchi va to'rtlamchi strukturalar.

Oqsil molekulasining **birlamchi strukturasi** – bu oqsilning tarkibiga kiradigan aminokislotalarning miqdori va ularning polipeptid zanjirida qat'iy izchillikda ketma-ket joylashishi. Polipeptid zanjirida aminokislota qoldiqlarining ana shunday ketma-ket joylashish tartibi oqsillarning eng muhim fiziko-kimyoviy va biologik xususiyatlarini hamda xilma-xilligi va bajaradigan funksiyalarini belgilaydi va har bir alohida holda unikal hisoblanadi.

**Ikkinchi struktura.** Oqsil molekulasining polipeptid zanjiri bitta tekislikda joylashmaydi, balki u ma'lum konfiguratsiya – ikkilamchi strukturani hosil qiladi. Oqsil molekulasining konfiguratsiyasi tartibsiz emas, u birlamchi strukturaga muvofiq xolda joylashadi. Polipeptid zanjirlarining ikkita –  $\alpha$  – n va  $\beta$  - konfiguratsiyalari ko'proq o'rganilgan. Polipeptid zanjiri fazoda spiral ko'rinishida ( $\alpha$  -konfiguratsiya yoki  $\alpha$  -struktura) joylashadi, faraz qilinayotgan silindrning atrofidagi har bir aylanmani to'rtta aminokislota qoldig'i (3,6) hosil qiladi. Bu spiral struktura polipeptid zanjirlarining - CO - NH - guruhlari o'rtasida vodorod bog'larini bo'lishi bilan turg'un (barqaror) bo'ladi. Ba'zi bir oqsillar  $\beta$ -konfiguratsiyani ( $\beta$ -strukturani) hosil qiladi. Bu struktura bir-biriga burchak hosil qilib joylashgan yaproqlarning ketma-ket qatoriga o'xshaydi (qat-qat burmali struktura).

**Uchlamchi struktura.** Barcha tabiiy oqsillar yanada yuqori tartibdagi fazoviy tuzilishga - uchlamchi strukturaga ega. Bu strukturani hosil qilishda va

---

<sup>17</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -57-58



uning barqarorligini ta'minlab turishda har xil nokoalent bog'lar: vodorod, ion va disulfide bog'lari hamda gidrofob o'zaro ta'sir kuchi ishtirok etadi.

Oqsil molekulalarining konfiguratsiyasi globula (sharga o'xshash yoki tuxumsimon) yoki fibrilla (ipsimon) bo'lishi mumkin. Boshqacha qilib aytganda oqsillarning molekulalari fazoda globula yoki fibrilla shaklida yanada kompaktroq joylashishi mumkin. Ba'zi bir oqsillar ham globula shaklida, ham fibrilla shaklida bo'lishlari mumkin. Bunga muskullarning qisqartiruvchi oqsili - aktin misol bo'ladi.

*Uchlamchi struktura - aminokislotalarning miqdori va aminokislotalarning galma-gallanishi, ya'ni oqsilning birlamchi strukturasi bilan oldindan belgilangan polipeptid zanjirining fazoda joylashishi har bir oqsil uchun unikal hisoblanadi. Hozirgi vaqtda qator oqsillarning, jumladan, miogloblin, gemogloblin, pepsin, ximotripsin, lizotsim, ribonukleaza, tripsin va uning ingibitori, insulin, sitoxrom, va boshqalarning uchlamchi strukturalari o'rganilgan.*<sup>18</sup>

To'rtlamchi struktura. Oqsillarning to'rtlamchi strukturasi - bu o'zlarining birlamchi, ikkilamchi va uchlamchi strukturalari bo'lgan alohida polipeptid – zanjirlarining (sub'edinitalarning) birikmasi bo'lib, struktura va funksional vazifalari bo'yicha yagona murakkabroq oqsil molekulasidir. Ko'pincha uni sub'edinitali struktura deb ataladi. Masalan, insulin - 2 ta, gemogloblin 4 ta, laktatdegidrogenaza fermenti -5 ta sub'edinitadan tuzilgan.

Oqsillarning to'rtlamchi strukturasi mustahkam ushlab turishda vodorod, ion va boshqa nokoalent bog'lar hamda qisman kovalent disulfid ( -S-S-) bog'lari ishtirok etadi. Har bir subyedinita alohida o'zi biologik faollikka ega emas, faqat ular birgalikda yagona bir funksiyani bajaradi.

### **Oqsillarning xossalari**

Oqsillarning eng xarakterli fiziko-kimyoviy xususiyatlari - bu eritmalarining yopishqoqligi, bir oz diffuziyasi, katta miqyosda shishish qobiliyati, optik faolligi, elektr maydonida harakatchanligi, 280 nm to'lqin uzunligida ultrabinafsha nurlarini yutish qobiliyatlaridir.

Har bir oqsilning tuzilishi va biologik vazifasi bo'yicha spetsifikligini faqat unga xarakterli bo'lgan aminokislotalarning tarkibi va polipeptid zanjiridagi aminokislotalarning ketma-ketligi belgilaydi.

---

<sup>18</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -65

Oqsillarning fiziko-kimyoviy xususiyatlari, asosan, ularning tarkibiga kiradigan aminokislotalarning radikallarini tabiati va xususiyatlariga, hamda erkin funksional guruhlarning miqdoriga, shu jumladan, amino va karboksil guruhlarning miqdoriga ham bog'liq bo'ladi.

Aminokislotalar kabi oqsillar ham erkin amino va karboksil guruhlari bo'lganligi tufayli **a m f o t e r l i k** xususiyatiga ega.

Muhitning qat'iy ma'lum reaksiyasida oqsil molekulalarining kislotali va ishqorli radikallari neytrallashadi va molekula neytral bo'lib qoladi. Reaksiyaning ana shu o'lchami **izoelektrik nuqta** (pI) nomi bilan yuritiladi. Ko'pchilik oqsillar uchun pH ko'rsatkichining 4 – 7 doirasida bo'ladi. Ammo ba'zi bir oqsillar uchun u kuchli kislotali (pepsin – pH=1) yoki kuchli ishqorli (giston – pH=10) bo'lishi mumkin.

Oqsil molekulalarining ham vodorod, ham gidroksil ionlarini bog'lab olish qobiliyati ular qon va har xil a'zolarining hujayralaridagi buferlik hususiyatini belgilaydi. Masalan, qonning asosiy buffer sistemasi bo'lib eritrotsitlardagi gemoglobin oqsili xizmat qiladi.

Oqsillar yuqori molekulyar birikmalarga kiradi. Ularning molekulyar massalari 5000 dan to 1 000 000 daltongacha va undan ham ko'proq bo'ladi.

Oqsillar molekulalari katta bo'lishi tufayli suvda kolloid eritmalarini hosil qiladi. Ularning turg'unligi oqsil molekulasida o'ziga xos suv qobig'ini (pardasini) va ma'lum elektr zaryadini bo'lishiga bog'liq. Suv qobig'i buzilganda oqsilning eruvchanligi kamayadi va ular cho'kmaga tushadi. Suvda erigan oqsillar yuqori harorat ta'sirida, og'ir metallarning ta'sirida cho'kmaga tushadi. Bu cho'kmalar qaytadan erish qobiliyatiga ega emas.

*D e n a t u r a s i y a* deb atalgan orqaga qaytmaydigan hodisani asosida oqsil molekulalari ustki (sirtqi) qatlamining tuzilishini o'zgarishi, ularning ikkilamchi, uchlamchi va to'rtlamchi strukturalarini o'zgarishi yotadi. Agar denaturatsiya qaytar bo'lsa, uni **r e n a t u r a s i y a** deb ataladi.

### **Oqsillarning klassifikatsiyasi.**

Oqsillar o'zlarining kimyoviy tarkibi bo'yicha - o d d i y (proteinlar) va **m u r a k k a b** (proteidlar) oqsillarga bo'linadi.

Oddiy oqsillar o'zining tarkibida faqat aminokislotalar qoldiqlarini tutadi. Ularga protaminlar, gistonlar, albuminlar, globulinlar, prolaminlar va glyutelinar kiradi.

Protaminlar va gistonlar - yadroda joylashgan, kuchli ishqorli, molekulyar massalari uncha katta emas (5000 - 20 000 Da) va bajaradigan funksiyalari bo'yicha nuklein kislotalari bilan bog'langan. Protaminlar - kuchli ishqorlik hususiyatiga ega, chunki ularning tarkibini 60-85% ni arginin tashkil qiladi. Protaminlar hozirgi zamon tushunchasi bo'yicha oqsil emas, balki peptidlardir, chunki ularning molekulyar massalari 5000 daltondan oshmaydi. Ular tarkibida DNK tutgan murakkab oqsillar - dezoksiribonukleoproteidlarni strukturasi oqsil komponentini tashkil qiladi.

Gistonlar ham ishqorlik xarakteriga ega, ularning tarkibiga arginin va lizin aminokislotalari kiradi, lekin ularning miqdori 20-30% ni tashkil qiladi holos. Molekulyar massalari oqsillarning molekulyar massalarini pastki chegarasidan biroz yuqoriroq (20 000 daltongacha boradi). Bu oqsillar asosan hujayraning yadrosida joylashgan bo'lib dezoksiribonukleoproteidlarni tarkibiga kiradi va genomni metabolik faolligini boshqarishda muhim rol o'ynaydi.

Albuminlar – oqsillarning keng tarqalgan guruhi, suvda va NaCl va NaSO<sub>4</sub> eritmalarida yaxshi eriydi, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ning to'yingan eritmalarida erimaydi, qon zardobining oqsillarini 65 – 62 % ni tashkil qiladi. Molekulyar massasi 35000-70000 Da atrofida. Ularning asosiy vakillari - tuxum albumini, qon zardobi va sut albuminlari, mioalbuminlardir.

Globulinlar – suvda erimaydigan, lekin neytral tuzlar, ishqorlar va kislotalarda eriydigan oqsillar. Molekulyar massalari 90000-150000 Da atrofida bo'ladi. Ular barcha hayvon va o'simlik to'qimalarida (qon plazmasi, sut zardobi, muskullarda (aktin) bo'ladi.

Prolaminlar va glyutelinlar – o'simlik oqsillari guruhi, etanolning 60-80% li suvli eritmasida eriydi (barcha boshqa oqsillar bunday sharoitda cho'kmaga tushadi). Ularning miqdori ayniqsa boshqodoshlarning va makkajo'horining donlari (urug'lari)da ko'p. Ulardan yaxshi o'rganilganlari - glyutenin va gliadin (bug'doydan), gordein (arpadan), orizenin (guruchdan), zein (makkajuhoridan), bularning hammasi ozuqa mahsulotlari tarkibiga kiradi.<sup>19</sup>

### **M u r a k k a b o q s i l l a r .**

Murakkab oqsillarning molekullari oqsil qismdan (aminokislotalardan) va oqsil bo'lmagan (boshqa birikmalardan) - prostetik guruhdan tuzilgan. Prostetik guruhlarning kimyoviy tabiatiga ko'ra murakkab oqsillarni bir necha sinfchalarga

---

<sup>19</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstry for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -58

bo'linadi: xromoproteidlar, nukleoproteidlar, lipoproteidlar, glikoproteidlar, fosfoproteidlar, metalloproteidlar.

**Xromoproteidlar** – bo'yalgan oqsillar, ularga rangli oqsil qismga birikkan turli organik birikmalar beradi. Xromoproteidlar prostetik guruhi sifatida temirli birikma porfirinni (gemoproteidlar) va izoallaksazinni (flavoproteidlar) tutadi.

Gemoproteidlarga qonning gemoglobini, muskul tolasi hujayrasidagi - mioglobin, o'simliklardagi xlorofil (magniy-porfirin) va boshqalar kiradi. Gemoglobin – o'pkadan to'qimalarga kislorodni, to'qimalardan o'pkaga esa karbonat anhidrid ( $\text{CO}_2$ ) ni tashuvchisi hisoblanadi. U eritrotsitlar joylashgan (bitta eritrotsitda 280 million molekula atrofida gemoglobin bo'ladi) globin oqsilidan va oqsil bo'lmagan qism - gemdan tuzilgan. Globin 4 polipeptid zanjiridan - ikkita b-zanjirdan va ikkita (-zanjirdan tuzilgan. Globinning molekulasida 574 aminokislota qoldig'idan tuzilgan. Molekulyar massasi 64500 Da ga teng. Gem - qizil rang va kislorodni biriktirib olish qobiliyatini beradi. U odam va har xil hayvonlarda bir xil tuzilishga ega. Gem metin guruhlarini orqali birikkan 4 pirol qalqasi va ikki valentli temir atomidan tuzilgan.

*Flavoproteidlar - prostetik guruh sifatida  $B_2$  vitaminining hosilalari FMN va FAD ni tutadi. Nafas olish zanjiri fermentlarining tarkibiga kiradigan flavoproteidlar organizmda muhim vazifalarni bajaradi.*<sup>20</sup>

**Nukleoproteidlar** – tarkibida nuklein kislotalarni - RNK (ribonukleoproteidlar) va DNK (dezoksiribonukleoproteidlar)ni tutadi. Bularga xromosomalar, ribosomalar, viruslar misol bo'la oladi.

**Lipoproteidlar** – murakkab oqsillar, prostetik guruhi sifatida lipidlarni tutadi. Ularning tarkibida neytral yog'lar, yog' kislotalari, fosfolipidlar, xolesterinning efirlari bo'ladi. Lipoproteidlar hujayra membranalari va organoidlari hamda nerv qobiqlari tarkibiga kiradi.

Qon zardobida ular lipidlarni tashish vazifasini bajaradi.

**Fosfoproteidlar** – aminokislotalardan tashqari fosfor kislotasini ham tutadi ( $\approx 1\%$  gacha), serin va treoninlarning gidroksil guruhi bilan bo'langan bo'ladi. Ular yosh o'sayotgan organizmlar uchun to'yimli ozuqa hisoblanadi va sutda (kazein), tuxumda (ovalbumin, vitellin) ko'p miqdorda bo'ladi.

**Glikoproteidlar** – tarkiblarida uglevodlarni yoki ularning hosilalarini - mannoza, galaktoza, geksozaminlar, glyukuron kislotasi va boshqalarni tutadi.

---

<sup>20</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemistry for sport and Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -65

Glikoproteidlarga biriktiruvchi to'qimalarning ko'pchilik oqsillari, qonni ivishiga qarshi agenti (geparin), so'lakning shilimshiq moddasi (mutsin) tarkibiga kiradi. qonning glikoproteidlari immunobiologik reaksiyalarda qatnashadi, ba'zi birlari gormonlar (gonadotrop, follikulafaollashtiradigan) yoki ferment hisoblanadi. Glikoproteidlar – odamlarda qonning guruhlarini belgilaydi, buni bilish qon quyushda og'ir asoratlarni oldini olish uchun kerak.

*Metalproteidlar* – tarkiblarida bir yoki bir necha metal ionlarini tutadi. Bunday oqsillarga gemi yo'q temir tutgan oqsillar (ferritin), hamda tarkibida metal atomi bo'lgan murakkab oqsillar – fermentlar kiradi. Bularda ko'pincha kaltsiy, magniy, marganets, rux, mis va boshqa metallarning ionlari bo'ladi. Ularning ko'pchiligi fermentlarni tarkibiga kiradi.

### **Savollar va topshiriqlar**

1. Oqsillarning xilma-xilligi va bajaradigan funksiyalar ini nima uchun cheksiz deyiladi?
2. Oqsil molekulalarining qurilish bloklari bo'lib, qanday birikmalar xizmat qiladi?
3. Aminokislotalar o'zlarining qismlari bilan bir-birlaridan qanday farq qiladi?
4. Aminokislotalar o'zlarining qaysi bir xususiyatlariga asosan klassifikatsiya qilinadi va qanday sinflarga bo'linadi?
5. Aminokislotalarning amfoterlik xususiyati deyilganda nimani tushunasiz? Aminokislotalarning dissotsiatsiyalanish reaksiyasini yozing.

## **MAVZU-4. NUKLEIN KISLOTALAR: TUZILISHI XOSSALARI VA BIOLOGIK FUNKSIYALARI**

### **Mavzuning rejasi**

1. Umumiy xarakteristika.
2. NK-larning struktura elementlari va klassifikatsiyasi.
3. NK molekulalarining tuzilishi va struktura tashkil topishi.
4. DNK va RNK ning turli xillarini biologik roli.
5. Nukleotidlarning moddalar va energiya almashinuvidagi roli.

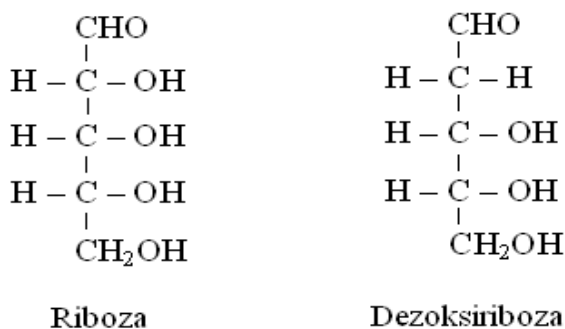
### **Tayanch iboralar**

**NK, DNK, RNK, nukleotidlar, nukleozidlar, azot asoslari, dezoksiriboza, riboza, adenozinmonofosfat – AMF, adenzindifosfat – ADF, adenzintrifosfat – ATF, vodorod bog'lari, komplementar, purin va pirimidin asoslari, adenin, guanin, uratsil, sitozin va timin.**

*Nuklein kislotalar* barcha tirik hujayralarda bir xil funksiyani bajaradi, ya'ni genetik informatsiyani saqlash, nasldan-naslga uzatish va uni amalga oshirishni ta'minlaydi. DNK molekulasi genetik informatsiyani nukleotidlarning ketma-ketligi shaklida saqlaydi, RNKning turli xillari uni oqsillar biosintezi jarayonida amalga oshiradi.

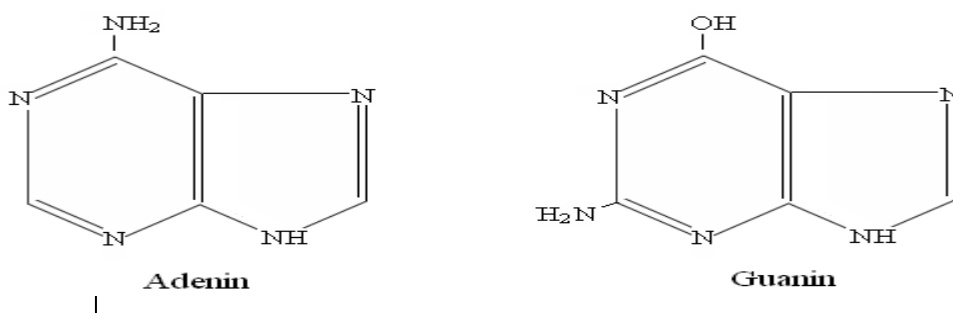
*Nuklein kislotalarning yuqori molekularli makrobiopolimerlar bo'lib, ularning molekularlari 4 xil nukleotidlardan tuzilgan bo'lib, ular o'z navbatida tarkiblarida 3 xil komponentni – azot asoslari, uglevod komponenti – pentoza va fosfor kislotasining qoldig'ini tutadi.*

*Nukleotidlarning tarkibiga qaysi bir uglevod kirganiga qarab nuklein kislotalar ikki katta guruhga bo'linadi: dezoksiribonuklein kislotalar (DNK) va ribonuklein kislotalar (RNK). DNK tarkibida uglevod komponenti sifatida – dezoksiriboza, RNKda esa – riboza hizmat qiladi. Ribonuklein kislotalar o'z navbatida bajaradigan funksiyalariga qarab 3 guruhga – transport RNK (tRNK), information RNK (iRNK) va ribosomal (rRNK)larga bo'linadi.<sup>21</sup>*



DNK va RNK nukleotidlarning tarkibiga kirgan uglevodlar – dezoksiriboza va riboza β-D-ribofuranosa shaklida bo'ladi.

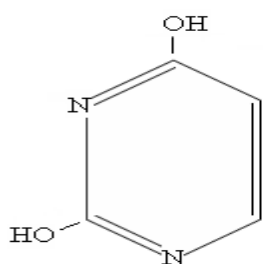
Nukleotidlarning tarkibida 5 azot asoslari topilgan. Ulardan ikkitasi adenin va guanin ham DNK va ham RNK tarkibiga kiradi va purin asoslari bo'lib hisoblanadi.



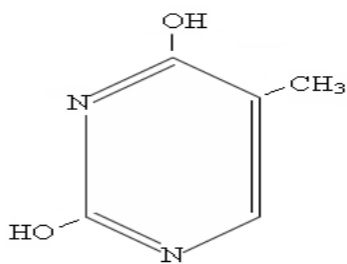
<sup>21</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -74



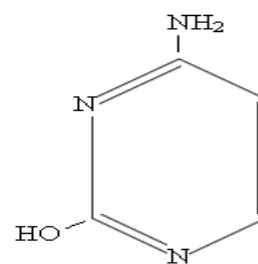
Uchta azot asosi – uratsil, sitozin va timin pirimidin asoslari hisoblanadi. Sitozin ham DNK ham RNK tarkibiga kiradi, uratsil – faqat RNK va timin – faqat



Urasiil



Timin

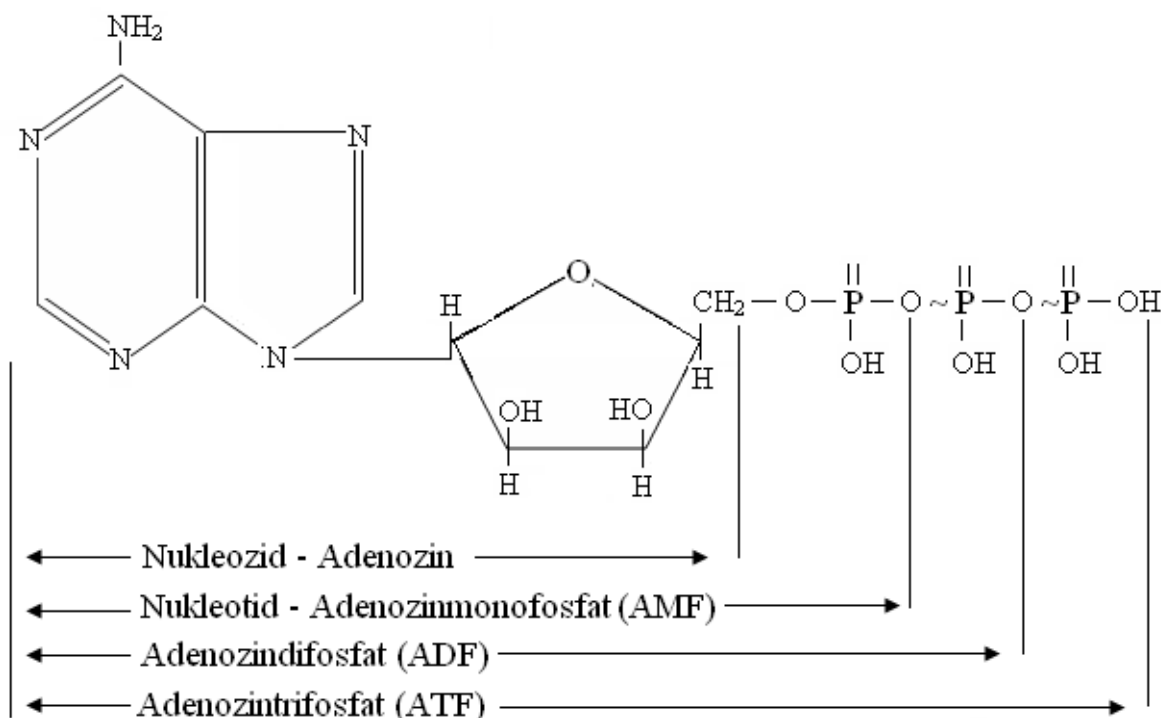


Sitozin

DNK tarkibiga kiradi. Nuklein kislotalar tarkibida ba'zi bir boshqa purin va pirimidin asoslari (digidrouratsil, psevdouridin, inozin, metiltsitozin va h.k.) ham topilgan. Ular ko'proq RNK tarkibida uchraydi.

*Purin yoki pirimidin asoslari riboza yoki dezoksiribozani biriktirib olib, n u k l e o z i d deb ataladigan birikmani hosil qiladi. Nukleozid tarkibidagi riboza (dezoksiriboza)ning gidroksil guruhiga (5-nchi holatdagi) fosfor kislotasining qoldig'ini biriktirib n u k l e o t i d ga aylanadi.*

*Nukleozidlarning nomi purinlarning nomiga – ozin suffeksini (adenozin, guanozin), pirimidinlarga esa – din suffeksini (uridin, timin, sitidin) qo'shish bilan olinadi. Nukleotidlarning nomi nukleozidlar<sup>22</sup>*



<sup>22</sup> MacLaren D., Morton J., Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -75

nomini ohiriga fosfor kislotasining qoldig'ini soni va fosfat so'zini qo'shish bilan hosil qilinadi. Jumladan, agar nukleozid bitta fosfor kislota qoldig'ini tutsa nukleozidmonofosfat, ikkita fosfor kislota qoldig'i bo'lsa nukleoziddifosfat va uchta qoldiq bo'lsa – nukleozidtrifosfat deb ataladi va nukleozidning nomini, fosfor kislotasining soni va o'zining nomini birinchi xarflari bilan qisqartirilib belgilanadi. Masalan, adenozinmonofosfat – AMF, adenzindifosfat – ADF, adenzintrifosfat – ATF va h.k. Nukleozid – 5'- monofosfatlar nuklein kislotalar (RNK, DNK)ning asosiy struktura komponentlari (qurilish bloklari) bo'lib xizmat qiladi.

DNK va RNK molekulari o'zaro bir-birlaridan kimyoviy tarkibi bilan farq qiladi, ya'ni:

DNK tarkibiga kiradi:	RNK tarkibiga kiradi:
Adenin	Adenin
Guanin	Guanin
Tsitozin	Sitozin
Timin	Uratsil
Dezoksiriboza	Riboza
$\text{H}_3\text{PO}_4$	$\text{H}_3\text{PO}_4$

Nuklein kislotalarning hujayralarda joylashishi va miqdoriga kelsak, DNK barcha tirik hujayralarning asosan yadrolarida (prokariotlarda, sitoplazmada) xromosomalarning tarkibida, qisman mitoxondriya va xloroplastlarda joylashgan. Bitta organizmning hujayralarida DNKning miqdori doimiy va pikogrammlarni tashkil qiladi, har xil tur organizmlarda esa ancha farq qiladi. DNKning molekulyar massasi juda katta va bir necha milliard daltonni ( $\sim 10^{10}$ - $10^{11}$ Da) tashkil qiladi. Masalan, hisoblashlar bo'yicha hujayrada DNKning zanjiri 5 nm atrofida joyni egallasa, agar uni cho'zsa, 8 sm uzunlikkacha cho'zilar ekan. RNK miqdori haqida aniq ma'lumotlar yog', chunki uning miqdori asosan hujayradagi oqsillar biosintezining intensivligi bilan aniqlanadi. Umuman olganda, RNKning hissasiga hujayra umumiy massasining tahminan 5-10% i to'g'ri keladi. Shu jumladan, information RNK hissasiga RNKning umumiy massasi  $\sim 2\%$ , transport RNKga – 16% va ribosomal RNKga – 82% to'g'ri keladi. Bundan tashqari har uchala tip RNK (information, ribosomal va transport) bir-birlaridan molekulya massalari,

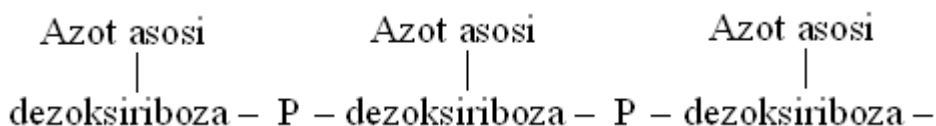


nukleotidlarning soni va tarkibi, struktura tuzilishi va hujayrada bajaradigan funksiyalari bilan farq qiladi.

Nuklein kislotalari bir-birlaridan ularning tarkibiga kiradigan nukleotidlarning tuzilishi, soni va ketma-ket joylashishi tartibi bilan farqlanadi. Nuklein kislotalarda birlamchi, ikkilamchi va uchlamchi strukturalarini farqlaydi.

### **DNKning tuzilishi va strukturasini.**

*Birlamchi strukturasini.* DNKning molekulasida dezoksiribonukleotidlar bir-birlari bilan fosfor kislotasining qoldig'i va dezoksiriboza orqali birikib polinukleotid zanjirini hosil qiladi. Polinukleotid zanjirida dezoksiribonukleotidlarning ma'lum tartibda ketma-ket joylashishi DNK molekulasining birlamchi strukturasini tashkil qiladi.



*Ikkilamchi strukturasini.* 1953 yilda D.Uotson va F.Krik taklif qilgan qo'shspirall modeliga muvofiq, DNK molekulasi faraz qilinadigan o'q atrofida biri ikkinchisiga spiral hosil qilib o'ralgan burama shaklidagi ikkita zanjirdan iborat. Zanjirlar uglevod fosfat qoldiqlaridan tuzilgan, ulardan spiral ichiga ma'lum doimiy oraliqda azot asoslari tortilgan. Bu ikkita zanjir identik, bir-biriga to'la mos keladi va komplementardir (lotincha **complement** – **to'latish** so'zidan olingan). Lekin ikki zanjir bir-biriga qarama-qarshi yo'nalishda anti parallel o'ringan. Ikkala zanjirning azot asoslari juft-juft bo'lib joylashgan (A-T va G-Ts). Ularni oraligida vodorod bog'lari bo'ladi, ya'ni adenin va timin oraligida – 2 ta, guanin va sitozin oraligida – 3 ta vodorod bog'lari bor. Uotson va Kriklarning aniqlaganiga ko'ra, ikkita zanjirning azot asoslari ma'lum bir printsiptda joylashadi: bir zanjirning ma'lum bir azot asosining qarshisida ikkinchi zanjirning qat'iy ravishda ma'lum bir azot asosi joylashadi. Shunday qilib, A qarshisida T va G qarshisida S yoki T qarshisida A va S qarshisida G joylashadi. Bundan boshqacha joylashish mumkin emas ekan. Chunki purinlarning (A va G) molekulasi 2 ta geterotsiklik qalqadan tuzilgan va o'lchami (razmeri) katta, pirimidinlarning (T va S) molekulasi 1 ta geterotsiklik qalqadan tuzilib, o'lchami kichik. Ikkita parallel uglevod – fosfat zanjirlarining oraligi 1,8 nm bo'lib, bu masofaga 1 ta purin va 1 ta pirimidin asoslari joylashadi xolos. Lekin ikkita pirimidin – T va S mumkin emas, chunki bunday xolda asoslar orasida ancha joy bo'sh qolib vodorod bog'lari hosil bo'lmaydi. Ikkita purin (A va G) bo'lishi

*mumkin emas, chunki ularning molekulalar bu oraliqqa sig'maydi. Bulardan tashqari A – S yoki G – S jufti bo'lishi ham mumkin emas. Chunki bunday xollarda ularning o'rtasida vodород bog'lari hosil bo'lmaydi.*<sup>23</sup>

DNK uchun xarakterli bo'lgan belgi – bu uning tarkibiga kirgan nukleotidlar o'zaro ma'lum nisbatda bo'lishidir. Bunday bo'lishini birinchi marta 1949 yil **Ervich Chargaff** aniqlab bergan bo'lib, **Chargaff** qoidasi nomi bilan yuritiladi. Ana shu qoidaga asosan barcha o'rganilgan DNK molekulalarida:

1. purinlarning miqdori pirimidinlarning miqdoriga teng:

$$A + G = S + T \quad \text{yoki} \quad \frac{A + G}{S + T} = 1;$$

2. adenin va sitozinning miqdori guanin va timinning miqdoriga teng:

$$A + S = G + T \quad \text{yoki} \quad \frac{A + S}{G + T} = 1;$$

3. adeninning miqdori timin miqdoriga va guaninning miqdori sitozin miqdoriga teng:

$$A = T \quad \text{va} \quad G = S \quad \text{yoki} \quad \frac{A}{T} = 1 \quad \text{va} \quad \frac{G}{S} = 1;$$

4. spetsifiklik koeffitsienti – G Q S va A Q T – larning nisbati:

$$\frac{G + S}{A + T}$$

DNK molekulalarida GQS va AQT – larning miqdori hech qachon teng bo'lmaydi. Shuning uchun ularning o'zaro nisbati, ya'ni *spetsifiklik koeffitsienti* hayvonlar va ko'pchilik o'simliklar DNK lari uchun – 0,54-0,94, mikroorganizmlarning DNK lari uchun – 0,45-2,57 ga teng.

*Hujayrada DNK uchlamchi strukturaga ham ega bo'lgan, shu tufayli molekulasi juda ihcham (kompakt) joylashgan. Deyarlik hamma DNK hujayraning mag'izida (yadrosida) joylashgan, juda kam miqdorda mitoxondriya va*

---

<sup>23</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -73

xloroplastlarda bo'ladi. hisoblashlar bo'yicha DNK zanjirining uzunligi 8 sm atrofida bo'lsada, tirik hujayrada u 5 nm joyni egallaydi.

Bitta zanjirdan tuzilgan DNKni FX174 bakteriofagida (1), bitta zanjirdan tuzilgan halqasimon DNKni mitoxondriya va viruslarda (3), ikkita zanjirli halqasimon DNKni infeksiyon viruslarda (4) uchratish mumkin.<sup>24</sup>

### **RNKning tuzilishi va strukturasi.**

Birlamchi strukturasi. RNK ning molekulasida ribonukleotidlar (AMF, GMF, SMF, va UMF) bir-birlari bilan fosfor kislatasi qoldig'i va riboza orqali birikib, ribopolinukleotid zanjirini hosil qiladi. Polinukleoted zanjirida ribonukleotidlarning ma'lum izchilikda ketma – ket joylashishi RNK molekula sining **birlamchi strukturasi**ni tashkil qiladi.

RNK ikkilamchi strukturasi RNKning turi ham hujayraning funksional xolatiga bog'liq bo'ladi. RNKning molekulari bitta zanjirdan iborat bo'lib, uning ba'zi qismlari zanjir ichidagi vodorod bog'lari hisobiga spirallashgan va qat-qat bo'lishi mumkin. Transport RNKlarning ikkilamchi strukturasi yaxshi o'rganilgan bo'lib, u “beda bargining” formasiga (shakliga) o'xshash.

Bajaradigan funksiyalariga qarab RNKlarni uch turga ajratiladi: informatsion, ribosomal va transport RNKlar.

Informatsion RNK (iRNK) – hujayraning tahminan RNK sini tashkil qiladi, tarkibida 75 – 3000 nukleotid tutadi. Molekulyar massasi –  $2,5 \cdot 10^4 - 1 \cdot 10^6$  Da. hujayraning yadrosi va sitoplazmada uchraydi. Oqsil sintezi jarayonida matritsa vazifasini bajaradi.

Ribosomal RNK (rRNK) – hujayraning 80 – 90% ni RNK tashkiladi, tarkibida 100 – 3100 nukleotid tutadi va molekulyar massasi –  $3,5 \cdot 10^4 - 1,1 \cdot 10^6$  Da. Ribosomalarning asosiy strukturasi tashkil qiladi.

Transport RNK (tRNK) – hujayraning 10 – 15% RNKsini tashkil qiladi, tarkibida 75 – 90 nukleotid tutadi. Molekulyar massasi –  $2,5 \cdot 10^4 - 3 \cdot 10^4$  Da. Asosan sitoplazmada uchraydi. Ularning formasi o'ziga xos va “beda bargining” shakliga o'xshaydi. Sitoplazmada aminokislotalarni oqsillarning sintezlanish joyiga – iRNK ga tashish vazifasini bajaradi.

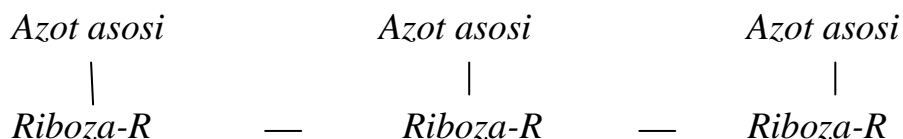
Nukleotidlarning moddalar va energiya almashinuvidagi roli. Nukleozidmonofosfatlar hamma tip nuklein kislotalarning tarkibiga kiradi. Nukleozidtrifosfatlar DNK va RNK larning biosintezi jarayonida qurilish bloklari bo'lib ishlatiladi. Bulardan tashqari nukleozidtrifosfatlar energiya almashinuvida

---

<sup>24</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism.* Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -73

makroerg birikmalar bo'lib (biologik oksidlanishning energiyasini akkumulyatsiya qiladi), energiya almashinuvida muhim rol o'ynaydi. Ayniqsa ATFning bioenergetik jarayonlardagi roli juda katta.

Siklik adenozinmonofosfat ( $\mu=3''5''$  - AMF) moddalar almashinuv jarayoniga ta'sir qiladi va regulyatorlik funksiyasini bajaradi.



Nukleotedlarning bog'larini hosil bo'lishida fosfor kislotasi qoldog'i orqali ribozaning 3-va 5 – holatdagi gidroksil (-OH) guruhlarini ishtirok etadi.

Hozirgi vaqtda deyarli barcha transport RNKlar, E. coli bakteriyasining 5S va 16S va ribosomal RNK va bir qator viruslarning RNKlarini birlamchi strukturasi aniqlangan. Hujayrada barcha RNKlarning hammasi bitta polinukleotid zanjiridan tashkil topgan.

Information va ribosomal RNKlarning ikkilamchi strukturalari kamroq o'rganilgan. Ularning polinukleotid zanjirlari ko'proq spiral hosil qilib, fazoda kompaktroq joylashadi. Asosan, transport RNKlarning ikkilamchi strukturalari to'la o'rganilgan bo'lib, ularning barchasini fazoviy konfiguratsiyasi “beda bargi shakliga o'xshaydi. Bu strukturalarni solishtirganda so'zsiz ma'lum biologik ahamiyatga ega bo'lgan qonuniyatlar kelib chiqadi. Hamma tRNKlarda akseptor shaxobchasi – SSA ketma – ketlikda tugallangan 3-oxiri (aminakislota qoldig'I adenina birlashadi), antikodon shaxobchasi – 3ta ketma (Alanin- tRNK ning tarkibida odatdagi to'rtta nukleotiddan tashqari yana psevdouridin, metal – dimetilguanin, digidrouirin (diNU), metilgipoksantin (Mel), ribotimidin (T), va inozin (I)lar topilgan).

ket joylashgan nukleotidlar – antikodon (iRNK molekulasidagi kodon bilan komplementar bog'lanadigan), digidrouiratsil (diNU) va psevdouridin shaxobchalari bo'ladi. Bundan tashqari ko'pchilik tRNKning polinukleotid zanjirining 5 –oxirida guanil kislotasi (pG) joylashgan.

*Transport RNKlarning uchlamchi strukturasi uchta shaxobchalar (digidrouiratsil, psevdouridin va antikodon) taxlanib, bir- biriga yaqinlashib “beda bargning” shaklini emas, balki lotincha L harfini to'ntarib, pastini tepa qilib qo'yganga o'xshaydi. Bir zanjirli matritsali (information) va ribosomal RNKlarga kelsak, muhitning pH, ion kuchi va haroratining ma'lum fiziologik ahamiyatli ko'rsatkichlarida polipeptid zanjirining ko'p qismlari qo'sh spiral hosil qilib,*

*fazoda kompakt tayoqcha yoki kompakt o'ram (koptok) shaklida joylashishi mumkin.*<sup>25</sup>

Nukleozid-5'-monofosfatlar barcha tip nuklein kislotalarning tarkibiga kiradi. Nukleozid-5'-trifosfatlar DNK va RNKlarning biosintezi jarayonlarida qurilish bloklari bo'lib xizmat qiladi. Bulardan tashqari nukleozidtrifosfatlar – makroerg birikmalar bo'lib, organizmlarning moddalar va energiya almashinuvida muhim rol o'ynaydi (biologic oksidlanishning energiyasini akkumulyatsiya qiladi). Ayniqsa ATFning bioenergetik jarayonlardagi roli juda katta. Odam organizmining sutkalik energiyaga bo'lgan ehtiyojini deyarli 90% i ATF hisobiga, ya'ni ATFning ADF va anorganik fosfatga parchalanganda ajralib chiqqan energiya hisobiga ta'minlanadi.

Bulardan tashqari, organizmda siklik nukleotidlar – sAMF (yoki S – 3', 5'-AMF) bo'ladi. Ular moddalar va energiya almashinuvi jarayonlarida muhim ahamiyatga ega. Masalan, ko'pchilik gormonlar va biologic faol moddalar o'zlarining ta'sirlarini adenilatsiklaza sistemasi orqali amalga oshiradi.

### **Savollar va topshiriqlar**

1. Tirik organizmlarda nuklein kislotalar qanday biologik funksiyalarni bajaradi?
2. Nuklein kislotalar qisman va to'la parchalanganda qanday moddalar hosil bo'ladi?
3. Nukleotidlar qanday komponentlardan tuzilgan? Ularning tarkibida nechta molekulagacha fosfor kislota qoldig'i bo'ladi?
4. ATFning struktura formulasini yozing.
5. DNKning tarkibida qaysi nukleotid KNKda esa qaysi bir nukleotid bo'lmaydi?
6. Nuklein kislotalar (DNK va RNK)ning birlamchi strukturasi deyilganda nimani tushunasiz?
7. DNK molekulasi ikkilamchi strukturasi Uotson va Krik taklif qilgan qo'sh spiral modeliga muvofiq ta'riflab bering.
8. Komplementarlik prinsipi deganda nimani tushunasiz?

### **MAVZU-5. : FERMENTLAR – BIOLOGIK KATALIZATORLAR. MAVZUNING REJASI**

1. Kirish.
2. Fermentativ reaksiyalarning kinetikasi.

---

<sup>25</sup> *MacLaren D., Morton J., Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -76*

3. Fermentlarning tuzilishi va strukturasi.
4. Fermentlarning ta'sir qilish mexanizmi.
5. Fermentlarning klassifikatsiyasi.

### **Tayanch iboralar**

**Fermentlar, biokatalizatorlar, kimyoviy kinetika, substrat, Mixaelis konstantasi, koferment, prostetik guruh, allosteriklik hususiyati, ferment-substrat kompleksi (E-S), fermentning faol markazi, absolyut va nisbiy spetsifiklik, subbirlik, ingibitorlar, apoferment, izoferment**

Tirik organizmlar doimo juda ko'p turli-tuman kimyoviy reaksiyalar sodir bo'lib turadi. Bu reaksiyalar o'lik tabiatdagi shunday reaksiyalarning tezligidan millionlar marta yuqoriroq tezlikda boradi. Shu bilan birga organizmda bularning hammasi nisbatan past harorat va bosimda hamda muhitning pN-ni chegaralangan diapazonida sodir bo'ladi. Masalan, ovqat hazm qilish tizimida oqsillarni aminokislotalarga parchalanishi 37<sup>0</sup>S da 2-3 soat davomida sodir bo'lsa, laboratoriya sharoitida esa 105 S, 0,6n HCl eritmasida 24-72 soatda o'tkazish mumkin.

*Tirik organizmlarda kimyoviy reaksiyalarning juda katta tezligi ularda fermentlarning bo'lishiga bog'liq.*

*Fermentlar – biokatalizatorlar bo'lib, hujayrada hosil bo'ladi va kimyoviy tabiati bo'yicha yoki oddiy oqsillar yoki murakkab – aminokislota bo'lmagan komponentlarni tutgan oqsillardir. Fermentlar oddiy kimyoviy katalizatorlardan farq qilib, ular qat'iy spetsifik, ya'ni faqat bitta reaksiyani tanlab katalizlaydi. Bunday yuqori darajadagi spetsifiklik, ularning molekulalarini oqsil tabiati aniqlanadi.<sup>26</sup>*

Kimyoviy reaksiyalarning tezligi va unga ta'sir qiladigan omillar haqidagi ma'lumot kimyoviy kinetika deb ataladi. Kimyoviy kinetikada reaksiyaning tezligi – ma'lum vaqt birligida (mol/l.sek) reaksiyaga kirishayotgan moddalarning konsentratsiyasini o'zgarishi bilan aniqlanadi. Reaksiyaning tezligi – reaksiyaga kirishayotgan moddalar molekulalarining tuzilishi, ularning konsentratsiyalari, bosim, harorat, katalizatorlarning bor bo'lishi va hokazolarga bo'ladi. Masalan, haroratni har 10<sup>0</sup>S ko'tarilishi bilan reaksiya tezligi o'rtacha 2-3 marta ortadi. AQV SQD reaksiyasida reaksiyaning tezligi (V)  $V = \frac{V_{max} \cdot [A] \cdot [B]}{K_m + [A] + [B]}$  formulasi bilan aniqlanadi.

---

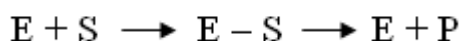
<sup>26</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -67



Reaksiyalarini fermentlar tezlashtiradigan moddalar substratlar deb ataladi va [S] simvoli bilan belgilanadi.

*Biroq, fermentativ reaksiyalarning kinetikasi kimyoviy reaksiyalarning kinetikasidan farq qiladi. Fermentativ reaksiyalarda tezlikning substrat kontsentratsiyasi grafik bo'yicha bog'liq bo'lishi giperbola chizig'i bilan ifodalanadi, ya'ni substratning past kontsentratsiyasida reaksiya birinchi tartibga ega bo'ladi (substratning kontsentratsiyasini ortishi bilan reaksiya tezligi ko'payadi) va substratning yuqori kontsentratsiyasida – reaksiya nulevoy tartibga ega bo'ladi (reaksiyaning tezligi substrat kontsentratsiyasiga bog'liq bo'lmaydi).<sup>27</sup>*

Mana shu fakt 1913 yili Mixaelis va Menten tomonidan fermentativ kinetikaning fundamental nazariyasini yaratishda muhim ro'l o'ynagan. Bu nazariyaning asosida shunday taxmin yotadi, ya'ni fermentativ reaksiyalar jarayonida ferment-substrat kompleksi (E-S) hosil bo'ladi va u kimyoviy reaksiyaga duchor bo'lib, so'ngra erkin ferment va reaksiya mahsulotiga parchalanadi.



Fermentativ reaksiyaning tezligini substratning kontsentratsiyasiga bog'liq bo'lishi quyidagi tenglamalar bilan ifodalanadi:

$$V = V_{\max} \frac{[S]}{[S] + K_m} \quad \text{yoki} \quad V = \frac{V_{\max}}{1 + \frac{K_m}{[S]}}$$

Mixaelis konstantasi ( $K_m$ ) ferment va substrat o'rtasidagi kimyoviy o'xshashlik me'yori, ularning ferment – substrat kompleksini hosil qilish imkoniyatining me'yori bo'lib hizmat qiladi. U reaksiyaning tezligi ( $V$ ) maksimal tezlikning ( $V_{\max}$ ) yarmisiga teng bo'lgan vaqtdagi substratning kontsentratsiyasiga teng.

Yuqorida ko'rsatilganidek, fermentlar o'zlarining kimyoviy tabiati bo'yicha oddiy oqsillar yoki murakkab, tarkibida aminokislota bo'lmagan komponentlarni tutadigan oqsillardir. Murakkab oqsillar – oqsil va oqsil bo'lmagan qism – prostetik guruhdan tuzilgan. Ferment murakkab oqsildan tashkil topgan bo'lsa prostetik guruhi – koferment, oqsil qismi – apoferment deb ataladi.

---

<sup>27</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -67



Kofermentlarning o'ziga xos muhim hususiyatlaridan biri shundan iboratki, ularni odam va hayvon organizmlari sintezlay olmaydi va shu sababli kofermentlar organizmga ozuqa tarkibida kirishi kerak. Odam organizmiga ozuqa mahsulotlari tarkibida kirayotgan vitaminlar ko'pchilik hollarda aynan o'xshash (bir xil) yoki ularga strukturasi bo'yicha juda yaqin. Ayrim hollarda ba'zi bir vitaminlar bir qator fermentlarning kofermentlari bo'lib hizmat qiladi yoki ularning tarkibiga kiradi (piridoksalfosfat – V6, tiaminpirofosfat – V1, koferment A – pantotenovaya kislota, NAD va NAD•F – RR, FMN va FAD – V2 va h.k.).

Fermentlar huddi oqsillar singari murakkab fazoviy strukturaga ega. Ularning molekularining barcha qismlari bir xil funksiyani bajarmaydi. Ayrim aminokislotalarning ba'zi-bir funksional guruhlar substratni bog'lab olishda va uni reaksiyaning ohirgi mahsulotiga aylantirishda qatnashadi. Ana shu funksional guruhlar majmuasi fermentning faol markazi deb ataladi. Oddiy oqsillardan tashkil topgan fermentlarda faol markaz bo'lib ma'lum aminokislotalarning fazoda yaqinlashib joylashishi hizmat qiladi (ko'pchilik hollarda faol markazni tashkil qilishda serin, gistidin, sistein, arginin, triptofanlar qatnashadi). Murakkab oqsildan tashkil topgan fermentlarning faol markaziga yana albatta koferment qismi ham kiradi.

Shunday qilib ferment faol markazi uning spetsifikligi va katalitik faolligini ta'minlaydi.

*Bir qator fermentlar ikki va undan ortiq faol markazini tutadi, ya'ni allosteriklik hususiyatiga ega yoki allosterik (boshqarish) markazini tutadi. Masalan, Na, K-ATFazasi, Sa2Q-ATFazasi, fosfolipazalar va h.k.<sup>28</sup>*

Fermentning faol markazini fazoviy strukturasi uning spetsifiklik ta'sirini, ya'ni faqat bitta substratning yoki tuzilishi bo'yicha o'xshash substratlar guruhining reaksiyalarini tezlashtirish imkoniyatini belgilaydi. Absolyut (mutlaq) va nisbiy (guruhga oid) spetsifiklikni ajratishadi.

Absolyut (mutlaq) spetsifiklik. Bunday spetsifiklikka ega bo'lgan ferment – faqat yolg'iz bitta substratning ma'lum tip reaksiyasi tezlashtiradi. Jumladan, arginaza – argininning ornitin va siydikchilga parchalanish reaksiyasini, laktaza – laktozani glyukoza va galaktozaga parchalanish reaksiyasini katalizlaydi. Stereospetsifiklik absolyut spetsifiklikning alohida turi bo'lib, moddaning faqat bitta izomerini o'zgarishini tezlashtiradi.

Nisbiy (guruhga oid) spetsifiklik. Bunday spetsifiklikka ega bo'lgan fermentlar – bitta sinfga kiradigan turli moddalarning molekularidagi ma'lum tip kimyoviy bog'lar uchun xarakterli bo'lgan reaksiyalarni tezlashtiradi. Masalan,

---

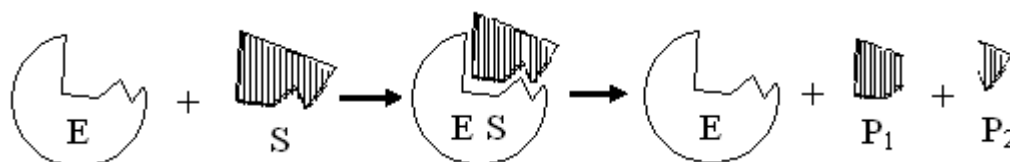
<sup>28</sup> *MacLaren D., Morton J., Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -68*

gidrolazalar: proteinkinazalar – peptid bog'larini, glikozidazalar – glikozid-glikozid bog'larini, lipazalar – murakkab efir bog'larini uzish reaksiyalarini tezlashtiradi.

Fermentning spetsifiklik ta'siri uning faol markazini fazoviy konfiguratsiyasi substratning fazoviy konfiguratsiyasiga komplementar (mos) bo'lganda ro'yobga chiqadi. Biroq, faol markaz o'zgarmaydigan, turg'un sistema emas. Substrat faol markazga bog'lanayotib, uning funksional guruhlarining fazoviy holatini o'zgartiradi. Shundayqilib, ferment va substratning yanada to'laroq fazoviy mos kelishiga erishiladi.

Ko'pchilik fermentlarning molekulari bir necha polipeptid zanjirlaridan – subbirliklardan tuzilgan. Ba'zi hollarda har bir subbirlik katalitik faollikka ega, boshqa hollarda esa – faol markaz bir necha subbirliklarning o'zaro bog'liqligida hosil bo'ladi va ular parchalanganida katalitik faollik yo'qoladi. Shunday qilib, tuzilishlari bo'yicha har xil, lekin bir xil tipdagi reaksiyani katalizlaydigan fermentlar izofermentlar deb ataladi. Masalan, laktatdehidrogenaza fermenti ikkita har xil tipga (M va N) kiradigan 4 ta subbirlikdan tuzilgan bo'lib, 5 ta izofermentga ega –  $M_4$ ,  $M_3N$ ,  $M_2N_2$ ,  $MN_3$ ,  $N_4$ . har bir subbirlik o'zi alohida faollikka ega emas, birgalikda esa faol fermentni hosil qiladi.

Fermentlarning ta'sir mexanizmi shundan iboratki, substrat fermentning faol markazi bilan bir necha nuqtalar orqali bog'lanib, ferment-substrat [E – S] kompleksini hosil qiladi va u kimyoviy reaksiya sodir bo'lgandan so'ng erkin ferment va reaksiya mahsulotlariga [R1QR2] parchalanadi.



Fermentlar katalizlaydigan reaksiyalar har xil tezlikda sodir bo'ladi va reaksiyalarning tezligi quyidagi omillarga bog'liq bo'ladi:

- fermentning o'zini miqdori va faolligiga;
- substratning konsentratsiyasiga;
- muhitning pN va tarkibiga;
- muhit haroratiga;
- aktivator va ingibitorlarni ishtirok qilishiga.

Tirik hujayrada fermentlarning konsentratsiyasini aniqlash juda qiyin bo'lganligi sababli, fermentning miqdorini shartli halqaro birlikda [XB] ifodalash qabul qilingan. Ferment faolligining shunday birligi sifatida normal sharoitda bir minutda 1 mikromol substratni o'zgarishini katalizlaydigan fermentning miqdori qabul qilingan.

Substratning past (kichik) konsentratsiyasida fermentativ reaksiya birinchi tartibli reaksiyaning kinetikasiga mos ravishda sodir bo'ladi, ya'ni uning tezligi substratning konsentratsiyasiga proporsional bo'ladi. Substratning yuqori konsentratsiyasida esa reaksiya nulevoy tartibga ega bo'ladi, ya'ni ferment o'zining substrati bilan to'yingan bo'lib reaksiyaning tezligi substratning konsentratsiyasiga bog'liq emas.

Har bir fermentativ reaksiya uchun muhitning pH qiymatini optimal diapazoni bo'ladi. Ko'pchilik fermentlar uchun pH-optimum muhit pH qiymatining neytral zonasida bo'ladi. Lekin shunday fermentlar borki, ularning maksimal faolligi kuchli kislotalik (oshqozon shirasidagi pepsin, pH=2) yoki kuchli ishqoriy (jigarning arginazasi, pH=10 yoki ba'zi bir fosfolipaza A<sub>2</sub>-lar) muhitda namoyon qiladi.

Har bir ferment o'zining maksimal faolligini ma'lum bir qarorat diapazonida namoyon qiladi. Boshqacha qilib aytganda har bir fermentativ reaksiya o'zining optimum temperaturasiga ega. Ko'pchilik fermentlar uchun bu qiymat 35-40°S orasida o'zgarib turadi. Biroq, shunday fermentlar ham borki, ularning optimal temperaturalarini 60°S va undan ortiqroqni tashkil qiladi. Ba'zi bir ilon zaxaridan ajratib olingan A<sub>2</sub>-fosfolipazalar kuchsiz kislotalik muhitda 10-15 min. qaynatishga ham bardosh bera oladi.

Fermentativ reaksiyalarning aktivatorlari va ingibitorlari – reaksiya tezligini birinchilari oshiradi, ikkinchilari esa – sekinlashtiradi.

*Aktivatorlar ferment faol markazi yoki ferment-substrat kompleksini hosil bo'lishiga imkoniyat yaratib fermentativ reaksiyalarning tezligini oshiradi. Ko'pchilik bu vazifani metallarning ionlari:  $Sa^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Mo^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$  va boshqalar bajaradi. Allosterik fermentlarning faollanishi ularning har xil organik birikmalar bilan o'zaro ta'siri natijasida amalga oshadi. Allosterik effektor ko'pchilik hollarda kichik molekulali modda bo'lib, regulyator-ferment qatnashadigan biokimyoviy jarayonning oraliq yoki ohirgi mahsuloti hisoblanadi.<sup>29</sup>*

Fermentlarning ingibitorlari bir necha xil bo'lib, ularning orasida konkurent va nokonkurent ingibitorlar muhim rol o'ynaydi. Konkurent ingibitorlarning strukturasi substratning strukturasi juda o'xshash, shuning uchun ham u substrat bilan fermentning faol markazidagi bog'lanish joyiga konkurentlik qiladi. Bunday ingibitorlar substratning ortiqcha miqdori bilan siqib chiqariladi. Nokonkurent ingibitorlar fermentning faol markazi bilan emas, balki ferment molekulasining boshqa bir muhim qismi (masalan, SH-guruhi) bilan, ya'ni oqsil molekulasining

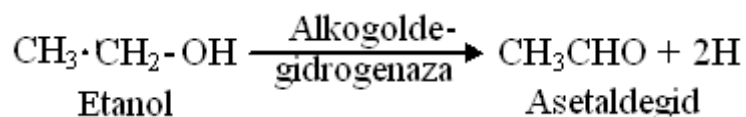
---

<sup>29</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -68

nativ konformatsiyasini ushlab turishga javobgar qismi bilan aloqa qiladi (bog'lanadi).

*Fermentlarning nomi ularning katalizlayotgan reaksiyasi yoki substratning nomi – aza suffiksini qo'shish bilan olinadi. Odatda fermentlarning ham sistematik, ham trivial nomlaridan ham foydalaniladi. Barcha fermentlar katalizlaydigan reaksiyalarning tipiga qarab 6 ta katta sinfga bo'linadi: oksidoreduktazalar, transferazalar, gidrolazalar, liazalar, izomerazalar va ligazalar (yoki sintetazalar). Har bir sinf o'z navbatida tarkibiga individual fermentlar kiradigan sinflargacha bo'linadi.<sup>30</sup>*

Oksidoreduktazalar – oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini tezlashtiradi. Reaksiyalarning borish tarziga qarab quyidagi sinfchalarga farqlanadi: dehidrogenazalar, oksidazalar, gidroksilaz va oksigenazalar.

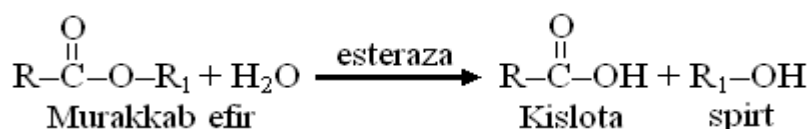


Transferazalar – bir molekuladan boshqasiga har xil atom guruhlarini o'tkazish (tashish)ni tezlashtiradi. O'tkazayotgan (tashiyotgan) atom guruhlariga qarab ular quyidagi sinfchalarga bo'linadi: metiltransferazalar(-CH<sub>3</sub>), atsiltransferazalar(-COOH), fosfotran-sferazalar (-H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>), aminotransferazalar (-NH<sub>2</sub>) bah.k.



Gidrolazalar – oqsillar, lipidlar, uglevodlar, nuklein kislotalar va boshqalarni gidrolitik (suv ishtirokida) parchalanish reaksiyalarini katalizlaydi. Hidrolazalarga barcha ovqat hazm qilish fermentlari kiradi. Substratlarning kimyoviy strukturasi va uzayotgan kimyoviy bog'larning xarakteriga qarab gidrolazalar – esterazalar, fosfatazalar, glyukozidazalar, peptidgidrolazalar sinfchalariga bo'linadi.

Jumladan, esterazalar murakkab efirlarni kislota va spirtga parchalanishini tezlashtiradi.

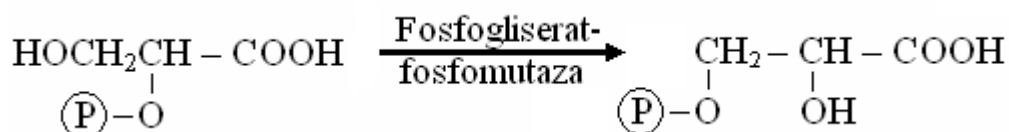


<sup>30</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -70

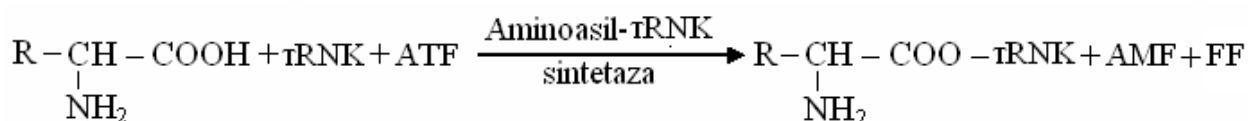
Liazalar – organik moddalarni C–C, C–N, C–O boʻlari boʻyicha nogidrolitik (suv ishtirokisiz) parchalanishini katalizlaydi. Ular CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub> va boshqa murakkab guruhlarni uzib olishi mumkin.



Izomerazalar – organik moddalarning molekulari ichidagi oʻzgarishlarni, ya'ni bir izomerni boshqa izomerga aylanish jarayonlarini katalizlaydi.



Ligazalar yoki sintetazalar – ATF yoki boshqa makroerg birikmalar ishtirokida faollashgan monomerlardan yuqori molekulari polimerlar (oqsillar, nuklein kislotalar, lipidlar, polisaxaridlar va h.k.)ning sintezlanish reaksiyalarini katalizlaydi. Bularga aminoatsil – RNK-sintetazalar, RNK va DNK-polimerazalar, atsetil-KoA-karboksilazalar, glutaminsintetaza va boshqalar kiradi.



## Vitaminlar

### Mavzuning rejasi:

1. Vitaminlarga umumiy xarakteristika.
2. Vitaminlarning klassifikatsiyasi.
3. Ayrim vitaminlarga xarakteristika va ularning moddalar almashinuvi jarayonlaridagi roli hamda organizmning ularga boʻlgan kundalik ehtiyojlari.
4. Fermentlarning faoliyatida vitaminlarning roli (kof fermentlik funksiyamsi).

### Tayanch iboralar

**Vitaminlar, hayot aminlari, kof ferment, suvda eruvchi vitaminlar, yog`da eruvchi vitaminlar, tiamin, riboflavin, pantoten kislotalari, peridoksin, fol kislotalari, nikotin kislotalari, sianokobalanin, askorbin kislotalari, biotin, retinul, karoten, kalsiferol, tokoferol.**

## **Vitaminlarga umumiy xarakteristika.**

Vitaminlar – organizmning o'sishi, hayot faoliyati va ko'payishi uchun zarur bo'lgan kimyoviy tabiati bo'yicha har xil kichik molekulali moddalar guruhidir. Ular quyidagi belgilari bilan harakterlanadi:

- odam va hayvonlar organizmida sintezlanmaydi, shu sababli ular organizmga oziqa bilan kirishi kerak;

- Hujayraning energiya manbasi yoki plastik materiali bo'lib hizmat qilmaydi. Demak, organizmning ularga bo'lgan ehtiyoji katta emas va kuniga grammning juda oz qismini tashkil qiladi (C – 0,07g, B<sub>1</sub> – 0,002g, B<sub>12</sub> – 0,000003gr.va h.k.);

- oziqa bilan juda kam miqdorda kirib, organizmdagi biokimyoviy jarayonlarga ta'sir ko'rsatadi. Ko'pchilik vitaminlar fermentlarning faol guruhi (kofermenti)ning tarkibiga kiradi va ularning ta'sirini spetsifligini belgilaydi;

- vitaminlarning yo'qligi, yetishmasligi yoki normadan ortiqcha bo'lishi moddalar almashinuvi va fiziologik funksiyalarni spetsifik buzilishiga va hatto kasalliklarni (avitaminoz, gipavitaminoz, gipervitaminoz) rivojlanishiga olib keladi.

## **Vitaminlarning klassifikatsiyasi.**

*Vitaminlar ikkita guruhga bo'linadi: suvda eriydigan va yog'da eriydigan vitaminlar. Suvda eriydigan vitaminlarga kiradi: tiamin (vitamin V1), nikotin kislotasi (RR), pirodoksin (V6), riboflavin (V2), pantoten kislotasi (V3), siankobalamin (V12), fol kislotasi (Vs), askorbin kislotasi (S), biotin (N), bioflavonoidlar (R). Yog'da eriydigan vitaminlarga kiradi: retinol (A), kaltsiferollar (D), tokoferollar (E), filloxinonlar (K).*

*Bulardan tashqari vitaminlarga o'xshash (vitaminsimon) moddalar ham mavjud. Ularga kiradi: xolin, lipoy kislotasi, pangam kislotasi (V15), orot kislotasi, inozit, paraaminobeyzoy kislotasi, karnitin, to'yinmagan yog' kislotalari (F) va h.k<sup>31</sup>.*

## **Suvda eriydigan vitaminlar.**

Vitamin V1 (tiamin) – toza xolda ajratib olingan vitaminlardan birinchisi bo'lib, molekulasi pirimidin va tiazol xalqalaridan hamda oksietil radikalidan tuzilgan. Organizmda vitamin V1 barcha organ va to'qimalarda (eng ko'pi jigarda, buyraklarda, yurakda, miyada, muskullarda) tiaminpirofosfat shaklida bo'ladi.

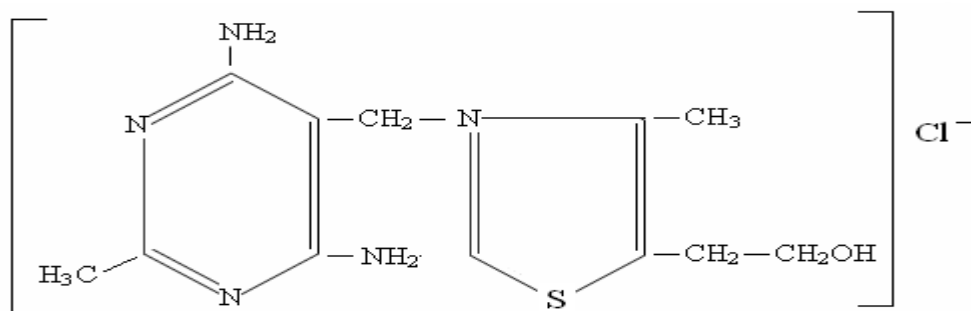
V1 – vitaminning ta'sir qilish mexanizmi yaxshi o'rganilgan. Odam va hayvonlar organizmida oziqa bilan olinayotgan tiamin tiaminpirofosfatga aylanadi.

---

<sup>31</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism.* Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -39



Tiaminpirofosfat (kokarboksilaza) ketokislotalar – pirouzum, b-ketoglutar, glioksil va g-oksi-b-ketoglutar kislotalarining oksidlanishli dekarboksillanishida dehidrogenazalarning kofermenti sifatida qatnashadi.



Vitamin B<sub>1</sub> (tiaminxlorid)

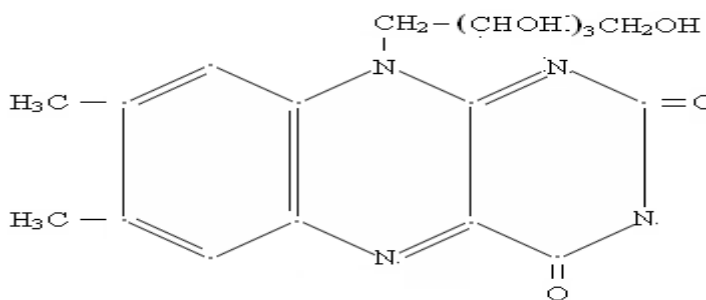
Bundan tashqari, tiaminpirofosfat uglevodlar almashinuvining pentoza siklida qatnashadigan fermentlar – transketolazalarning kofermenti bo'lib ham hizmat qiladi.

Vitamin V1 etishmaganda organizmda uglevodlarning normal almashinuvi buziladi, ketokislotalar ko'p miqdorda yig'ila boshlaydi, polinevrit (beri-beri) kasalligi rivojlanadi.

Vitamin V1-ning mansabi bo'lib sirtqi qismlari va qobig'idan ajratilmagan don mahsulotlari, yirik tortilgan un va boshqa o'simlik va hayvon mahsulotlari hizmat qiladi.

Organizmning vitamin V1ga bo'lgan kunlik ehtiyoji – 1,3-2,6

**Vitamin V2** (riboflavin) – kimyoviy tabiati bo'yicha izoalloksazinning hosilasi bo'lib, unga besh atomli spirt – ribitol birikkan.



Riboflavin flavinmononukleotid (FMN) va flavinadenindinukleotid (FAD) shakllarida nafas olish zanjiri bo'ylab vodorodni tashishni amalga oshiradigan oksidlanish-qaytarilish fermentlari – flavinga bog'liq dehidrogenazalarni kofermenti bo'lib hizmat qiladi. qator flavoproteinlar (flavinga bog'liq dehidrogenazalar) Krebs siklida, oksidlanishli fosforlanish jarayonida, yog'

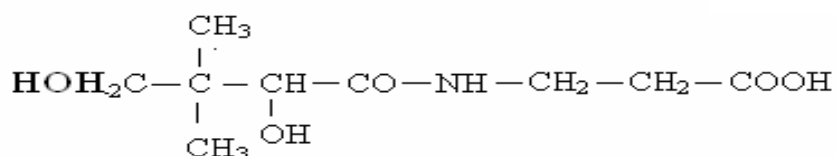


kislotalarining v-oksizlanish jarayonida, hamda purin nukleotidlarining biosintez reaksiyalarida va bevosita oqsillar sintezida ishtirok qiladi.

Riboflavin (V2) boshqoli o'simliklarning donlarida (yirik tortilgan unga), yangi chiqqan sabzavotlarda, tuxumda, sutda va go'shtda bo'ladi.

**Kundalik ehtiyoji – 1,5-3 mg.ni tashkil etadi.**

**Vitamin V3** (pantoten kislota) – o'zaro peptid bog'i bilan bog'langan b, g-dioksi-v, v-dimetilmoy kislota va v-alaninlarning qoldiqlaridan tuzilgan.



$\beta$  – alanin

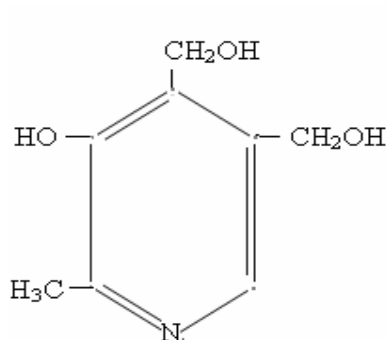
Dioksidimetilmoy  
kislota

*Pantoten kislota koenzim A-ning faol guruhi hisoblanadi. U koferment A shaklida moddalar almashinuvi jarayonida fundamental rol o'ynaydi, ya'ni moy kislotalarining oksizlanish va biosintezida, ketokislotalarning oksizlanishli dekarboksillanishida, Krebs siklida, sterin, sterid va steroidlar, neytral yog'lar, fosfotidlar, porfirinlarning biosintezida, neyromediator atsetilxolinning sintezida, aromatik aminlarning atsillanish va boshqa biokimyoviy jarayonlarda qatnashib, ularni amalga oshiradi. Shuning uchun ham pantoten kislota hayvon va o'simliklar dunyosida keng tarqalgan.*<sup>32</sup>

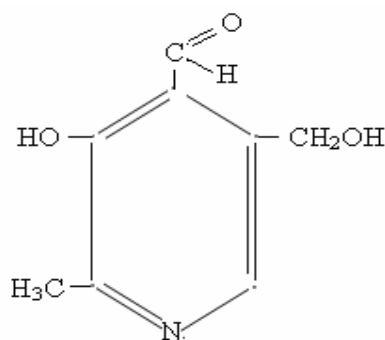
Odam uchun **V3 vitaminining** asosiy oziq-ovqat manbaalari – jigar, tuxumning sarig'i, achitqi (zamburug'lar) va o'simliklarning yashil qismlari hisoblanadi.

Kundalik ehtiyoj – 3-5 mg. ni tashkil etadi.

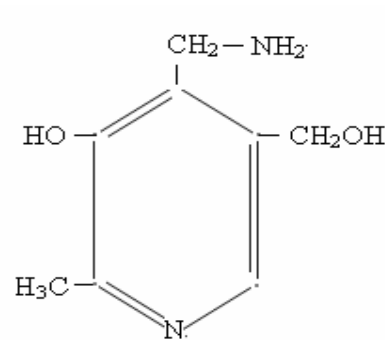
**Vitamin V6** (piridoksin) – piridinning hosilasi hisoblanadi. Piridindan tashqari yana ikkita hosila – piridoksal va piridoksiamin



**Piridoksin**



**Piridoksal**



**Piridoksiamin**

*MACLAREN D., MORTON J., BIOCHEMISTRY FOR SPORT AND EXERCISE METABOLISM.*

*Wiley, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -73*

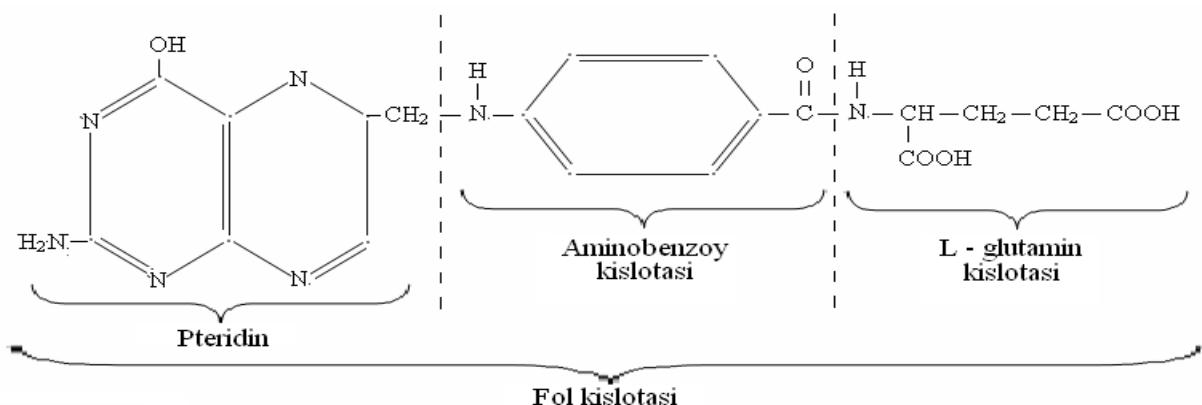
vitaminlik faolligiga ega. Uchchala moddalarning hammasi (3-oksipiridinining hosilalari) “vitamin V6” degan umumiy nomni olishgan. Ular biologik sistemalarda bir-biriga oson aylanisha oladi.

Vitamin V6-ning faol shakli – piridoksal fosfat yoki uning aminoshakli – piridoksaminfosfat oqsillar almashinuvining boshqarilishini amalga oshiradigan qator muhim fermentlarning kofermentlari bo’lib hizmat qiladi. U fermentlardan eng muhimlari – aminotransferazalar va transaminazalar. Piridoksin boshqa fermentlar – aminokislotalarning dekarboksilazalarini tarkibiga ham kiradi. Piridoksin yana glikogenni parchalaydigan fosforilaza fermentlarining tarkibiga kirib, uglevodlarning almashinuvida ham ishtirok etadi.

Odam uchun piridoksinning asosiy manbasi bo’lib non, no’hat, loviya, kartofel, go’sht, buyrak, jigar hizmat qiladi.

Kundalik norma – 1,5-3 mg.ni tashkil etadi.

**Vitamin Vs (fol kislotasi)** – uchta struktura birligidan – pteridin, paraaminobenzoy va L-glutamin kislotalari qoldiqlaridan tuzilgan va quyidagi strukturaga ega:

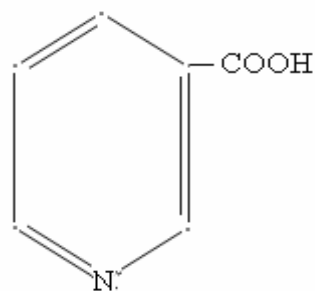


Fol kislotasi – odam organizmida qator murakkab fermentlar sistemasining muhim kofaktorlari (kofermentlari) hisoblanadi. U tetragidrofol kislotasi – TGFK shaklida bir karbonli guruhlarni tashishni amalga oshiradigan fermentlarning kofermentlarining tarkibiga kiradi. TGFKning ba’zi bir hosilalari timin va metioninlarning biosintezida ishtirok qiladi.

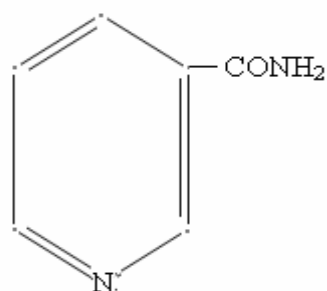
**Vitamin Vs** hammadan o’simliklarning yashil barglarida va achitqi zamburug’larda bo’ladi.

Kundalik ehtiyoj – 0,2 mg.ni tashkil etadi.

**Vitamin V5** (nikotin kislotasi yoki uning amidi – nikotinamid, ularni vitamin RR deb ham yuritiladi) kimyoviy tuzilishi bo’yicha v-piridinkarbon kislotasi, nikotinamid esa - v-piridinkarbon kislotasining amidi hisoblanadi.



Nikotin kislota



Nikotinamid

**Vitamin V5** ning ta'sir mexanizmi aniq. Nikotin kislotasining amidi – nikotinamid shaklida NAD (nikotinamidadenindinukleotid) va NADF (nikotinamidadenindinukleotidfosfat) kofermentlarining tarkibiga kirib, tegishli apofermentlar bilan birgalikda organizmda oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini katalizlaydi. Nikotinamid kofermentlarining eng muhim biologik funksiyasi – to'qimalarning nafas olishida (nafas olish zanjirida) vodorodning elektron va protonlarini oksidlanayotgan substratlardan olib flavin kofermentlariga uzatishdan iborat. Nikotinamid kofermentlari eng muhim fermentlar – alkalodegidrogenaza, aldegiddegidrogenaza, glutamatdegidrogenaza, fosfoglitserialdegiddegidrogenaza, laktatdegidrogenaza, malatdegidrogenaza va boshqalarning tarkibiga kirishi V5 vitaminining moddalar almashinuvidagi jiddiy (muhim) ro'lini ta'minlaydi.

V5-vitaminining asosiy manbalari bo'lib hizmat qiladi: guruch, non, kartofel, go'sht, jigar, buyrak va sabzi.

Kundalik ehtiyoj – 15-25 mg.ni tashkil etadi.

*Vitamin V12 (tsiankobalamin) – antianemik vitamin. Siankobalamin – gemoglobinning porfiriniga o'hshash ancha murakkab modda, lekin unda porfirin qalqasining markaziy temir ioni emas, balki kobolt (So) va siano guruh joylashgan. Vitamin V12 kobamid kofermenti shaklida ikki tipdagi kimyoviy reaksiyalarda: koferment – metilkobalamin shaklida – transmetilirlanish reaksiyalarida va koferment-dezoksiadenozilkobalamin shaklida – izomerlanish reaksiyalarida vodorodni tashishda qatnashadi.*<sup>33</sup>

V12 vitaminining biologik roli ko'p qirrali. U kobamid kofermentini tarkibiga kiradi. Tarkibida kobamid kofermentini tutgan fermentlar atsetilirlanish reaksiyalari ta'sir qiladi (atsetil-koenzim A ni hosil bo'lishiga) va natijada sirka va pirouzum kislotalarini biologik oksidlanish jarayonlari tezlashadi. Vitamin V12 ning purin va pirimidin azot asoslarining biosintezida, ya'ni RNK va DNKlarning hosil bo'lishida qatnashishi alohida ahamiyatga ega. Kobamid kofermentlari

<sup>33</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -74

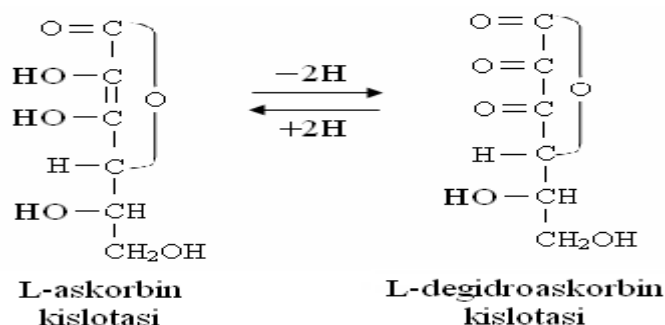
ularning biosintezini tezlashtirish bilan oqsil sinteziga ta'sir qiladi, bu anabolik samara shaklida namoyon bo'ladi. Bulardan tashqari vitamin V12 aminokislota-metioninning almashinuvida metil (-SN3) guruhini tashishda qatnashadi.

Vitamin V12 – birdan-bir yagona vitamin bo'lib, uning biosintezini faqat mikroorganizmlar amalga oshiradi.

Vitamin V12 ning asosiy manbaalari – jigar (asosan molniki), go'sht, baliq, buyrak, sut, tuxum.

Katta yoshdagi odamning V12 vitaminiga bo'lgan kunlik ehtiyoji – 3 mkg.

Vitamin S (askorbin kislotasi) – o'zining tuzilishi bo'yicha uglevodlarning (geksozalarning) hosilasi hisoblanadi. To'rtta optik izomeri bo'lib, ulardan tabiiy biologik faol askorbin kislotasi L-kofiguratsiyaga ega. D-askorbin kislotasi esa vitamin S ning antogonisti hisoblanadi.



Askorbin kislotasi qaytadan oksidlanish (degidririlanish) va qaytarilish (gidririlanish) qobiliyatiga ega. Ana shu qobiliyati (hususiyati) uni oksidlanish qaytarilish reaksiyalarida vodorodni qo'shimcha tashuvchi sifatida qatnashishiga imkoniyat berishi mumkin. Biroq, hozirgacha prostetik (kofent) guruhlarini tarkibida vitamin S bo'lgan fermentlar ajratib olingan emas. Tahmin qilishlaricha, vitamin S muskullarda oqsillar almashinuvining holatiga (kollagenning biosinteziga) ta'sir qiladi; u biriktiruvchi to'qimalarning oqsillarini, buyrak usti bezi po'stloq qismining gormonlarini hosil bo'lishida ba'zi bir aminokislotalarning (tirozin) almashinuvini boshqarishda qatnashadi.

Odamlarda S vitaminini yetishmasligi natijasida spetsifik kasallik – singa (skorbut) rivojlanadi. Kasallik oldin qon kapillyarining mo'rtligini oshishi, quvvatsizlik, tez charchab (toliqib) qolishlik, ishtahani kamayishi, o'sishning to'htab qolishi, tishlarni tozalaganda milklarning qonashi, karies, infeksiyalarga beriluvchanlikni oshishi va boshqalar bilan ro'yobga chiqadi. Keyin milklarni yaralanishi, tishlarni qimirlashi va tushishi kuzatiladi.

Vitamin S tabiatda keng tarqalgan vitaminlarga kiradi. Odam uchun uning muhimroq manbaalari bo'lib o'simlik mahsulotlari – sabzavotlar va mavalar

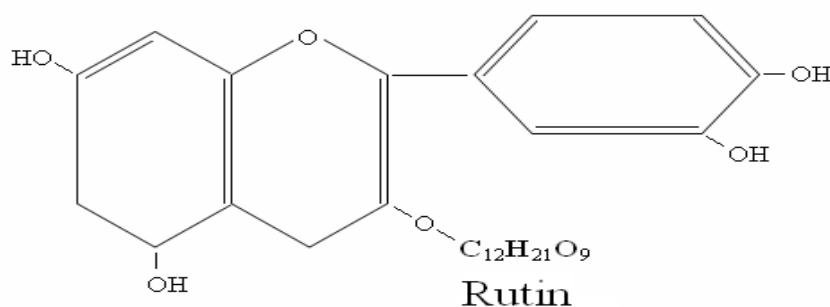
hizmat qiladi. Odam uchun uning muhimroq manbalari bo'lib o'simlik mahsulotlari – sabzavotlar va mevalar hizmat qiladi. S vitaminiga boy – qalampir, salat, karam, xren (yerqalampiri), kashnich va chetan, qoraqat va sitruslarning (limon) mevasi. Oziq-ovqat bo'lmagan manbalardan – qoraqatning barglari va ayniqsa namatakning mevasida vitamin S juda ko'p bo'ladi. Jumladan, namatakning quruq mevasini 100 grammida 1,2g vitamin S bo'ladi.

Sport bilan shug'ullanmagan odamlar uchun kundalik ehtiyoji-100-200mg.ni tashkil etadi.

Vitamin N (biotin) – o'zining kimyoviy tabiati bo'yicha geterotsiklik tuzilishga ega bo'lgan monokarbon kislotasi hisoblanadi. Molekulaning geterotsik qismi imidazol (A) tiofen (V) sikllardan tashkil topgan, yon zanjiri esa valian kislotasining qoldig'idan iborat.

Biotin karboksilaza fermentlarining kofermentlarini tarkibiga kirib karboksillanish va transkarboksillanish reaksiyalarini boshqarishda muhim ro'l o'ynaydi. Shuning uchun ham biotin oqsillar, nuklein kislotalar, uglevodlar, lipidlar va ularning metabolitlarini metabolizmiga, yog' kislotalarning sinteziga, Krebs siklining substratlari – dikarbon kislotalarni hosil bo'lishiga, siydikchilni hosil bo'lishi, purinlarning sintezi va boshqalarga jalb qilinadi.

Biotin deyarlik barcha hayvon va o'simlik mahsulotlarining tarkibida bo'ladi. Bu vitamanga eng boy hisoblanadi – jigar, buyrak, sut, tuxumning sarig'i. O'simlik mahsulotlaridan esa – kartofel, piyoz, pomidor, rezavor ismaloq. Odam va hayvonlar uchun ichakning mikroflorasi sintezlayotgan biotini muhim manbaa hisoblanadi. Katta yoshli odamning biotinga bo'lgan kundalik ehtiyoji tahminan 0,25 mg bo'ladi. Vitamin R (bioflavonoidlar, rutin, polifenollar, sitrin, kapillyarlarni mustahkamlaydigan, o'tkazuvchanlik vitamini) – kimyoviy tabiati bo'yicha birikmalarning umumiy guruhini tashkil qilmaydi, lekin ularning hammasi ham difenilpropan karbon skletiga ega va asosan xromon yoki flavanning hosilalari hisoblanadi. Bu moddalarning hammasi R vitamin faolligiga ega.



Bioflavonoidlar yetishmaganda yoki oziqa tarkibida ular bo'lmaganida qon tomirlarining rezistentligi pasayadi va o'tkazuvchanligi oshadi, natijada qon quyilishlar, qon ketishlar kuzatiladi. Bundan tashqari, odamlarda quvvatsizlik, tez charchab qolish va qo'l-oyoqlarda og'riq paydo bo'lishlari kuzatiladi.

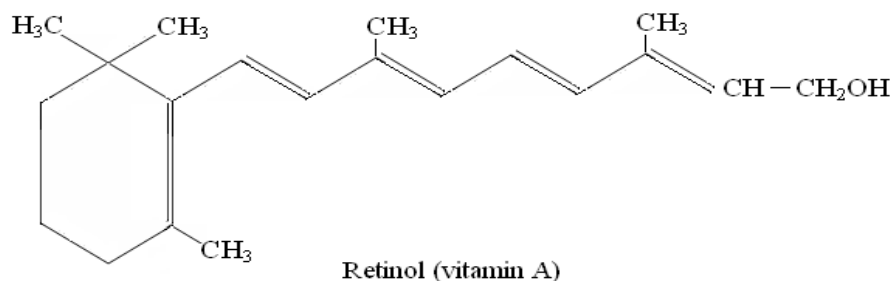
Bioflavonoidlarning qon tomirlarini devorlariga fiziologik ta'siri ba'zi bir ferment sistemalariga (jumladan, gialuronidazalar, pirolinoksidazalar) ta'sir qilish qobiliyati orqali ular to'qimalarning nafas olishida qatnashishi bilan bog'langan. R-vitaminli preparatlar huddi askorbin kislotasidek singa, revmatizm kasalliklarini oldini olish va davolashda qo'llaniladi. R va S vitaminlarning ta'siri o'zaro bog'langan. Ular oksidlanish-qaytarilish jarayonlarida tegishli sistemalarda juft zveno hosil qilib, birgalikda faoliyat ko'rsatadi.

Katta odamlar uchun R vitaminining manbasi bo'lib o'sha S vitaminiga boy bo'lgan o'simlik ozuqa mahsulotlari (jumladan, sabzavotlar, mevalar) hizmat qiladi.

R vitaminining kundalik ehtiyoji aniqlanmagan.

### Yog'da eriydigan vitaminlar.

**Vitamin A (retinol)** – kimyoviy tabiati bo'yicha siklik to'yinmagan spirt bo'lib, uning kimyoviy struktura asosida ikkita izopren qoldig'i va birlamchi spirt guruhini tutgan yon alifatik zanjirini biriktirgan v-ionon qalqasi yotadi.

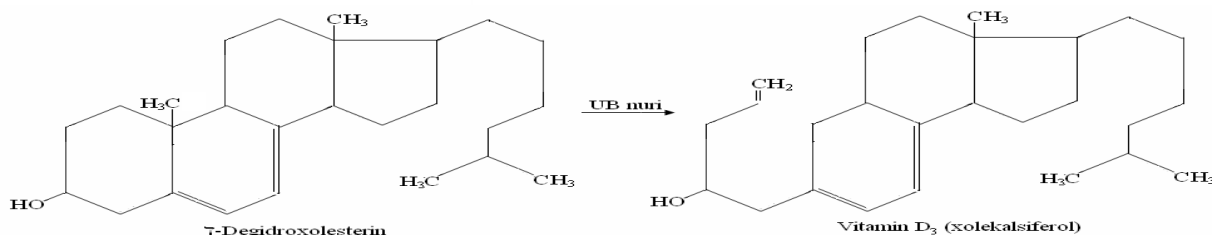


O'simliklarda vitamin A provitaminlar – b-, v va g-karotinlar shaklida bo'ladi. Bularning orasida v-karotin eng yuqori biologik faollikka ega. Odam organizmida uning parchalanishi natijasida ikki molekula vitamin A hosil bo'ladi. Vitamin A ko'zning to'r pardasini tayoqchalaridagi ko'rish purpuri – rodopsinni sintezida (lipoprotein – opsinning prostetik guruhi hisoblanadi), oqsillarning biosintezida, energiya almashinuvida, glyukozaning hosil bo'lishini boshqarishda, kortikosteroidlarning biosintezida ishtirok etadi. Bulardan tashqari retinolning hujayra membranalarining o'tkazuvchanligi boshqaradigan ta'siri hamda uning antioksidantlik ta'siri muhim ahamiyatga ega.

Vitamin A yetishmaganda odamlarda kseroftalmiya ("quruq ko'zlar") kasalligi rivojlana boshlaydi. Bu kasallikni boshlang'ich stadiyalarida

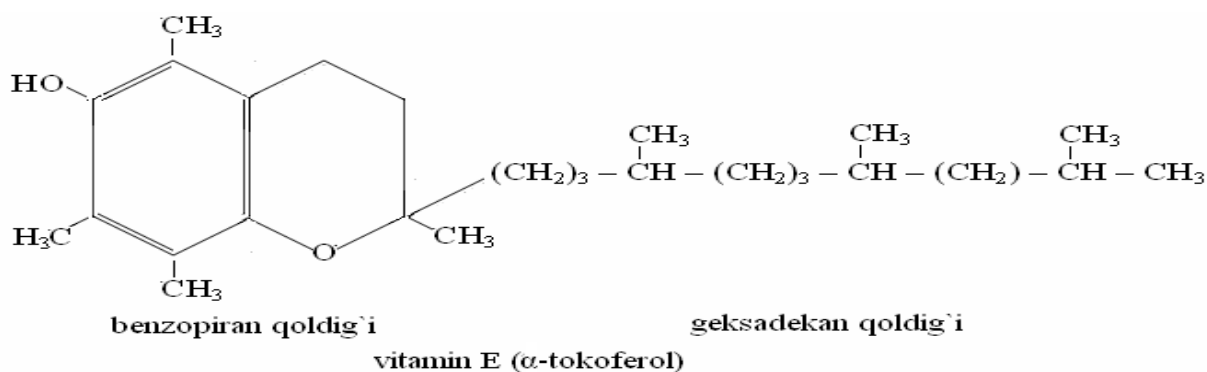
“shapko’rlik” (qorong’uda ko’rmaslik) shaklida namoyon bo’ladi. Bu kasallik ko’rish purpuri (pigmenti) – rodopsinning yetishmasligi natijasida paydo bo’ladi.

Vitamin D (kaltsiferol, antiraxit vitamin) – bir necha birikmalar shaklida bo’ladi. Ulardan xolekaltsiferol – vitamin D<sub>3</sub> eng yuqori biologik faollikka ega bo’lib, uning biosintezi uchun birlamchi homashyo bo’lib xolesterin hizmat qiladi. Odam organizmida vitamin D<sub>3</sub> 7-degidroxolesterindan quyoshning ultrabinafsha nurlari ta’sirida hosil bo’ladi.



**Vitamin D** fosfor-kaltsiy almashinuvini boshqarishda muhim rol o’ynaydi. Uning etishmasligi bolalarda raxit kasalligini rivojlantirishga olib keladi. Bolalar uchun kundalik norma 10-25 mkg.ni, katta yoshdagi odamlar uchun esa – 2,5 mkg.ni tashkil qiladi.

**Vitamin E** (tokoferollar) – bir necha vitaminlar (b-, v-, g- va h.k.) shaklida bo’ladi. b-Tokoferol va uning kimyoviy analoglari tokolning hosilalari hisoblanadi. b-Tokoferol kimyoviy tabiati bo’yicha 5, 7, 8-trimetilmol hisoblanadi va uning kimyoviy strukturasi benzopiron va geksoidekan qoldiqlarini ham farqlash mumkin.

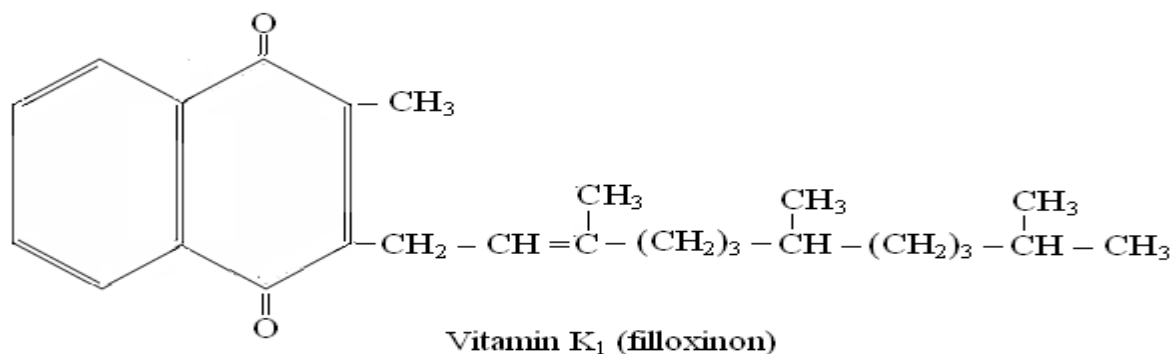


Vitamin E – tokoferolning nomi yunoncha “tokos” – “ablog”, “fero” – “tashiyman” ma’nolarini bildiradi. Uzoq vaqtlar davomida E vitaminining ahamiyati uning ko’payish jarayoniga ta’sir qilishi bilan chegaranilgan, ya’ni odam va hayvonlar organizmida vitamin E bo’lmasa yoki yetishmasa spermatogenez va embriogenez jarayonlari (ya’ni erkaklarda spermatozoidlarni hosil bo’lishi va ona organizmida homilaning rivojlanishi) buziladi va shu bilan birga reproduktiv



organlarning degenerativ o'zgarishlari kuzatiladi. Lekin, E vitaminini chuqurroq har tomonlama o'rganishlar bunda tushunchani noto'g'ri ekanligini ko'rsatdi.

**Vitamin K (filloxinon, antigemorragik vitamin)** – bir necha vitamerlari bor. Vitamin K1 kimyoviy tabiati bo'yicha 2-metil-1,4-naftoxinon bo'lib, uchinchi karbon atomida yon zanjir sifatida 20 ta karbon atomi va bitta qo'shbo'g'dan iborat fitil radikalini tutadi.



Fillaxinon (vitamin K1)ning organizmda etishmasligi protrombin va qonning ivish sistemasida ishtirok etadigan boshqa oqsillarning glutamin kislotalarni ma'lum qoldiqlarini fermentativ karboksillanishini buzilishiga olib keladi.

Vitamin K1 ning biologik funktsiyasi qonning ivish jarayonini boshqarishdan iborat. U protrombin va boshqa oqsillarning glutamin qoldiqlarini karboksillash reaksiyalarini katalizlaydigan fermentlarning kofermenti bo'lib hizmat qiladi.

Kashtan, gazanda (qichitqi) o't va bedalarning yashil barglari K vitaminiga juda boy bo'ladi. Vitamin K ning manbalari bo'lgan o'simlik mahsulotlariga – karam, ismaloq, oshqovoq, yashil pomidor, araxis moyi, ryabina (chetan)ning mevasi, hayvon mahsulotlariga esa faqat cho'chqaning jigari kiradi.

Odam organizmi uchun uning kundalik ehtiyoji qancha bo'lishi aniqlanmagan, chunki ichakning mikroflorasi bu vitaminni yetarli darajada sintezlab turadi. Shuning uchun uning etarli miqdori 1 mg hisoblanadi.

Anashu yuqorida keltirilgan asosiy vitaminlardan tashqari vitaminga o'hshash moddalar ham bor, ularga kirishi mumkin: paraaminobenzoy kislotasi, pangam kislotasi, inozit, lipoy kislotasi, karnitin, xolin, vitamin F va hokazolar.

### **Savollar va topshiriqlar**

1. Ferment yoki enzim atamasi qanday ma'noni bildiradi va ular organizmda qanaqa vazifani bajaradi?

2. Nima uchun fermentlarni biokatalizatorlar deyiladi?

3. Fermentlar o'zlarining kimyoviy tabiati bo'yicha qaysi sinf organik moddalariga kiradi?

4. Fermentlar oddiy kimyoviy katalizatorlardan qanday xususiyatlari bilan farqlanadi?

5. Agar fermentning molekulasini murakkab oqsil, ya'ni ferment- proteiddan tuzilgan bo'lsa, uning oqsil bo'lmagan qismi (prostetik guruhi) va oqsil qismi qanday nomlar bilan yuritiladi?

6. Kof ferment fermentning tarkibida qanday funksiyani bajaradi?

## **MAVZU-6: ORGANIZMDA MODDALAR ALMASHINUVINING UMUMIY QONUNIYATLARI.**

### **BIOENERGETIKA.**

#### **Mavzuning rejasini**

1. Organizmda moddalar almashinuvi (metabolizm) haqida umumiy tushuncha.
2. Assimilyatsiya va dissimilyatsiya. Plastik va funksional almashinuv haqida tushuncha.
3. Anabolizm va katabolizm jarayonlarining odam organizmida o'zaro nisbati va ularga ta'sir qiladigan omillar.
4. Moddalar va energiya almashinuvining hujayra strukturalari bilan bog'liqligi.
5. Biologik oksidlanish va energiya almashinuvi haqida umumiy tasavvur. Organizmda oksidlanish reaksiyalarining turlari.
6. Aerob va anaerob biologik oksidlanish haqida tushuncha. Nafas olish zanjirida elektron va protonlarning tashilishi.
7. Substratli va oksidlanishli fosforlanish haqida tushuncha.
8. Energiya almashinuvida ATPning alohida (mahsus) ro'li.

#### **Tayanch iboralar:**

**Metabolizm, assimilyatsiya, dissimilyatsiya, anabolizm, katabolizm, plastik va funksional almashinuv, tashqi muhit bilan almashinuv, energiya almashinuvi, oksidlanish reaksiyalari, biologik oksidlanish, nafas olish zanjiri, fosforlanish.**

Tirik organizmlar doimo tashqi muhit bilan chambarchas bog'langan bo'lib, undan o'zlarining hayot faoliyatiga kerak bo'lgan moddalarni o'zlashtirib, o'zining spetsifik moddalariga aylantiradi aylantiradi va parchalanish reaksiyalarining oxirgi mahsulotlarini ana shu tashqi muhitga

chiqarib turadi. Boshqacha aytganda, tirik organizmlarda doimo bir vaqtning o'zida juda ko'p turli-tuman kimyoviy reaksiyalar sodir bo'lib turadi. Ana shunday kimyobiy reaksiyalar majmuasini (yig'indisini) *moddalar almashinuvi* yoki *metabolizm* nomi bilan yuritiladi. *Metabolizm – bu ko'pgina o'zaro bog'langan multiferment tizimlari ishtirokida ta'minlanadigan yuqori darajada muvofiqlashtirilgan va ma'lum maqsadga yo'naltirilgan hujayra faolligidir. Hujayrada metabolizm quyidagi to'rtta spetsifik (mahsus) funksiyani bajaradi:*<sup>34</sup>

1. energiyaga boy ozuqa moddalarni parchalash yo'li yoki quyosh yorug'lik energiyasini tutib o'zgartirish yo'li bilan kimyoviy energiya bilan ta'minlash;

2. ozuqa moddalarining molekulari (aminokislotalar, nukleotidlar, monosaxaridlar)ni qurilish bloklariga aylantirish;

ana shu qurilish bloklaridan oqsillar, nuklein kislotalar, lipidlar, polisaxaridlar va boshqa hujayra komponentlarini yig'ish;

3. ana shu qurilish bloklari bo'lib xizmat qiladigan oddiy moddalardan yuqori molekulari moddalar: oqsillar, nuklein kislotalar, polisaxaridlar, lipidlar va organizmga xos bo'lgan boshqa hujayra komponentlarini yig'ish;

4. hujayraning xar xil maxsus funksiyalari bajarish uchun kerak bo'lgan biomolekulalarni sintizlash va parchalash.

Metabolizmda assimilyatsiya, dissimilyatsiya jarayonlarni ajratish qabul qilingan.

**Assimilyatsiya** – tashqi muhit moddalarini o'zlashtirish va ularni organizm moddalariga aylantirishni o'z ichiga oladi. Odam va hayvon organizmlarida assimilyatsiya – tashqi muhitdan organizmga kirayotgan organik va anorganik moddalarni shu organizmga spetsifik bo'lgan oqsillar, nuklein kislotalar, lipidlar, uglevodlar va boshqa moddalarni hosil qilish (sintezlash)ga olib keladigan juda katta sonli kimyoviy reaksiyalarni o'z ichiga oladi. Assimilyatsiya jarayoni organizmning o'sishi, rivojlanishi, yangilanib turishi va energiya manbasi sifatida foydalaniladigan moddalarni jamg'arishni ta'minlaydi.

**Dissimilyatsiya** – moddalar almashinuvining qarama-qarshi tomoni: organik birikmalarni parchalanishi, ya'ni oqsillar, nuklein kislotalar, yog'lar, uglevodlar (shu jumladan organizmga ozuqa tarkibida kirayotgan)ni oddiy moddalarga aylantirish jarayonidir. Barcha organizmlarda dissimilyatsiyaning asosiy ohirgi mahsuloti – suv(H<sub>2</sub>O), karbonat angidridi(CO<sub>2</sub>), ammiak (siydikchil) hisoblanadi. Assimilyatsiya va dissimilyatsiyani ikkita o'ziga mustaqil jarayonlar deb qarash mumkin emas. Bu o'sha bitta jarayonning bir-biridan ajratib bo'lmaydigan, o'zaro

---

<sup>34</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemistry for sport and Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -74

chambarchas bog'langan ikkita tomonidir. Masalan, assimilyatsiyaga oid bo'lgan organizm uchun spetsifik moddalarni sintezlash energiya sarflashni talab qiladi, organizm bu energiyani biologik oksidlanish jarayonidan, ya'ni dissimilyatsiya jarayonidan oladi.<sup>35</sup>

Odam organizmida assimilyatsiya va dissimilyatsiya jarayonlarining o'zaro nisbati va ularning borish tezligi bir qator omillarga bog'liq: yoshiga, muskul faolligiga, adaptatsiyaga, ovqatlanishning sifati va miqdoriga, muhit haroratiga va h.k.

Yosh o'sayotgan organizm assimilyatsiyani dissimilyatsiya ustidan ustunlik qilishi bilan ifodalanadi. Organizmning moddalarini (qurilish oqsillari, ferment-oqsillar) sintezlanish tezligi ularning parchalanish tezligidan yuqori bo'ladi. Bu organizmning o'sishi, to'qima va organlarning hajmlarini kattalashishini ta'minlaydi.

Assimilyatsiya va dissimilyatsiya jarayonlarining tezliklarini farqi endi tuzilgan chaqaloqlarda juda katta bo'ladi. Keyin ular sekin-asta tekislanib (tenglashib) ketadi. 17-19 yoshlardan boshlab organizmda metabolizmning bu ikkita tomoni o'rtasida muvozanat o'rnatila boshlanadi. Shu vaqtdan boshlab organizmning o'sishi deyarlik to'xtaydi. Bu muvozanat odamni to 40 yoshlarigacha davom etadi. Qarilikga qarab dissimilyatsiya jarayoni ustunlik qila boshlaydi. Bu o'z navbatida organizmning hayot faoliyati uchun muhim bo'lgan bir qator moddalarning miqdorini kamayishga olib keladi.

Intensiv muskul ishini bajarayotganda muskul faoliyatini energiya bilan ta'minlayotgan dissimilyatsiya jarayoni keskin kuchayadi. Ancha energiya sarflashni talab qiladigan assimilyatsiya jarayoni energenik moddalarning yetishmasligi (defitsiti) sababli juda sekinlashadi yoki deyarlik to'xtab qoladi. Ishni tugatgandan so'ng energiya almashinuvining yo'nalishi o'zgaradi, ya'ni u asosan turli assimilyatsiya jarayonlarini energiya bilan ta'minlashga qaratiladi. Zo'riqish darajasidagi muskul mashqlanishi organizmda bir qator moddalar assimilyatsiyasini ularning dissimilyatsiyasidan bir oz ustunlik qilishini ta'minlaydi. Bu ishni bajarish uchun muhim bo'lgan qisqartiruvchi oqsillar, energetik substratlar, ferment-oqsillar va boshqa struktura moddalarni jamg'arilishiga olib keladi.

Ozuqa moddalarning tarkibi, sifati, miqdori va ovqatlanish rejimi assimilyatsiya va dissimilyatsiya jarayonlarini boshqarishi (regulyatsiya qilishi) mumkin. To'g'ri ovqatlanish organizmda lipidlarning sintezi va jamg'arilishini ularning parchalanishidan ustunlik qilishga olib keladi. Sifat tarkibi nuqtai

---

<sup>35</sup> *MacLaren D., Morton J., Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -3*

nazardan yetarli va to'la qiymatga ega bo'lmagan ovqatlanish organizmda moddalar almashinuvining umumiy intensivligini pasayishiga va dissimilyatsiyani assimilyatsiya ustidan ustunlik qilishiga olib keladi. Tashqi muhitning harorati pasayganda organizmda dissimilatsiya jarayoni kuchayadi, ya'ni issiqlikni hosil bo'lishini ko'payishi organizmni so'vib ketishidan saqlaydi. Tashqi muhitning ko'pgina omillari almashinuv jarayonlarining ayrim tomonlariga o'z ta'sirini ko'rsatadi. Jumladan, quyosh nuri ta'sirida bo'lish organizmni n ultrabinafsha nurlaridan saqlaydigan teri qatlamidagi pigmentlarni sintezlash va jamg'arish reaksiyalarini kuchaytiradi. Tashqi muhit omillari ta'sirida sodir bo'ladigan almashinuv jarayonlaridagi barcha o'zgarishlar yaqqol moslashish xususiyatlariga ega. Ular organizmni ana shu omillar ta'siriga chidamliligini oshirishni ta'minlaydi. Moddalar almashinuvi funksional imkoniyatlarini oshishi va sport mashqlanish jarayonida spotchining jismoniy sifatlarini takomillashishi asosida yotadi.

Metabolizmda plastik va funksional almashinuv, tashqi muhit bilan almashinuv va oraliq almashinuvlarni farq qilish qabul qilingan.

***Plastik almashinuv** – deyilganda organizm uchun spetsifik bo'lgan moddalar – struktura moddalari, fermentlar, gormonlar, har xil sekretlar (shiralar), energiya manbalarining zahiralarni sintezlanishiga olib keladigan kimyoviy reaksiyalarning kompleksi tushuniladi.*

***Funksional almashinuv** – bu hujayra, to'qima va organlarning funksional faolligini ta'minlaydigan kimyoviy reaksiyalar kompleksi. Funksional almashinuv, asosan, energiyaning bir turdan boshqa turga aylanish jarayonlari bilan bog'langan.<sup>36</sup>*

Plastik va funksional almashinuvlar o'rtasida shu jarayonlarni amalga oshirish uchun zarur bo'lgan energetik substratlar – ATF uchun raqobatchilik (konkurentsia) bo'ladi. ATF – barcha energiya talab qiladigan jarayonlarga universal, bevosita energiya manbasi bo'lib xizmat qiladi. Organizmning energetik almashinuvi – bu uglevodlar, yog'lar, oqsillar almashinuvi mahsulotlari (aminokislotalar)ning parchalanish jarayonida ajralib chiqayotgan energiya hisobiga ATF molekularining yangidan hosil bo'lishi va hujayralarning plastik va funksional foaliyatini energiya bilan ta'minlash jarayonida parchalanishlariga yo'naltirilgan kimyoviy reaksiyalar kompleksidir.

Agar hujayra funksional faollik namoyon bo'lsa, asosiy energiya oqimi uni ta'minlashga yo'naltiriladi. Plastik almashinuvning reaksiyalari bu paytda energiyaning etishmasligi sababli ancha sekinlashadi. Jumladan, organizmda zo'riqish bilan bajarilayotgan muskul ishi vahtida istesno sifatida ba'zi bir

---

<sup>36</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -3-7

gormonlar va uglevodlarning qisman miqdoridan tashqari barcha sintez jarayonlari keskin sekinlashadi. Ishni tugatgandan so'ng yoki funksional faollikni pasaytirgandan so'ng, aksincha biosintez jarayonlari keskin kuchayadi.

**Tashqi muhit bilan almashinuv** – organizmga ozuqa mahsulotlari va kislorodni kirishi va almashinuvning ohirgi mahsulotlari ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NN}_3$ , siydikchil)ni tashqi muhitga chiqarishdir.

**Oraliq almashinuv** – bu organizmga kirgan kimyoviy birikmalar bilan sodir bo'ladigan kimyoviy reaksiyalar kompleksi. Oraliq almashinuv jarayonida hosil bo'layotgan moddalar *metabolitlar* deb ataladi.

Oraliq almashinuvning ikki tomoni – *anabolizm* va *katabolizm* jarayonlari bo'ladi. Anabolik reaksiyalar hujayra va to'qimalar struktura elementlarini hosil bo'lishi va yangilanib turishiga yo'naltirilgan bo'lib, oddiy moddalardan murakkab biomolekulalarning sintezini o'z ichiga oladi. Katabolik o'zgarishlar (reaksiyalar) – ham ovqat bilan kirgan, ham hujayra tarkibiga kirgan murakkab molekulalarni to'oddiy komponentlarigacha parchalanish jarayonidir. Oraliq almashinuvning har ikkala tomoni – anabolizm va katabolizm vaqt va fazoviy o'zaro chambarchas bog'langan. Oraliq almashinuv yuzlab har xil fermentative reaksiyalarni o'z ichiga oladi, chunki bitta fermentativ reaksiyaning oxirgi maxsulati boshqa reaksiyaning substrati bo'lib xizmat qiladi. Moddalar almashinuvi optimal yo'nalishi kimyoviy jarayonlarning qat'iy tartibliligi bilan aniqlanadi va bir tomondan, fermentlar bilan boshqarilayotgan reaksiyalar tezliklarining nisbati, ikkinchi tomondan, hujayra (organizm)ning barcha elementlarini strukturaviy tuzilish darajasiga bog'liq bo'ladi.

Jumladan: yadroda (aniqrog'i yadrochada) nuklein kislotalarning (DNK, RNK) sintezini katalizlaydigan fermentlar – DNK-polimeraza, RNK-polimerazalar joylashgan;

**Mitoxondriyalarda** – biologik oksidlanish jarayonlarining fermentlari (uchkarbon kislotalar sikli, oksidlanishli-fosforlanish jarayoni, moy kislotalarining v-oksidlanish jarayoni va h.k.) lokalizatsiyalashgan;

**Lizosomalarda** – pN-optimumi 5 atrofida bo'lgan gidrolitik fermentlar;

**Sarkoplazmatik to'rda** – lipidlar biosintezi va gidroksillanish reaksiyalarida qatnashadigan fermentlar joylashgan;

**Sitoplazmada** – glikoliz, pentoza siklida oksidlanish, moy kislotalari va nukleotidlarning sintezi, aminokislotalarning faollashtirish, glyukoneogenez jarayoni va boshqalarning fermentlari lokalizatsiya qilingan;

**Ribosomalarda** - oqqsillarning biosentiz jarayonini fermentlari mujassamlashgan bo'lib mRNK da transleatsiya jarayoni amalga oshadi:



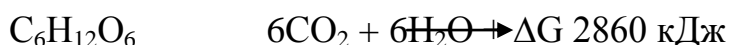
**Plazmatik membranada** – transport ATF-azalari, adenilattsiklazalar va h.k. joylashgan. Hujayra organoidlarining strukturasi multif ferment sistemalari shunday qat'iy tartibda joylashganki, har bir ferment reaksiyaning ushbu ketma-ketligidagi keyingi fermentning bevosita yaqinida joylashgan. Shu tufayli reaksiyalarning oraliq mahsulotlarini diffuziyasi uchun kerak bo'lgan vaqt qisqaradi va reaksiyalarning barcha ketma-ketligi vaqt va fazoda qat'iy muvofiqlashgan (koordinatsiyalashgan) bo'ladi. Bundan tashqari, fermentlarning hujayra strukturalarida ana shunday qat'iy tartibda joylashishi (lokalizatsiya bo'lishi) bir vaqtning o'zida ham anabolik, ham katabolik jarayonlarini bir-biriga halaqit bermasdan sodir bo'lishlariga imkoniyat yaratadi.<sup>37</sup>

### **Bioenergetika.**

Barcha anabolik reaksiyalar doimo energiya sarflash bilan sodir bo'ladi. Bu energiya uglevod va boshqa ozuqa moddalarning biologik oksidlanish jarayonlarida hosil bo'ladi.

**Biologik oksidlanish** – barcha tirik hujayralarda sodir bo'ladigan oksidlanish reaksiyalarining majmuasini ifodalaydi. Bu jarayonning asosiy funksiyasi organizmni ishlatishga qulay bo'lgan energiya formasi (avvalo ATF) bilan ta'minlashdan iborat.<sup>38</sup>

Agar fotosintez jarayonida auyosh yorug'lik nurining energiyasi organik moddalarning (uglevodlarning) hosil bo'lishiga ishlatilsa, biologik oksidlanish jarayonida organik molekulalarning parchalanishi (oksidlanish)da ana shu energiya ajralib chiqadi va organizmning hayotiy funksiyalarini amalga oshirishga ishlatiladi.



Oksidlanish jarayonlarida ajralib chiqayotgan erkin energiyaning bir qismi mahsus bog'lanish mexanizmlari ishtirokida saqlash va tashish (transport qilish) uchun qulay bo'lgan formaga – makroerg fosfat bog'lariga – ATFGa foydali ravishda aylantirish mumkin, boshqa qismi esa issiqlikka aylanadi va keyinchalik undan foydalanish mumkin emas.

Ko'pchilik biologik oksidlanish reaksiyalarida elektronlarning ohirgi aktseptori sifatida kislorod (O<sub>2</sub>) dan foydalaniladi. Bu hollarda aerob yoki nafas olish tipidagi energetika haqida so'z yuritish qabul qilingan. Shu bilan birga,

---

<sup>37</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -50

<sup>38</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -51-53



shunday oksidlanish reaksiyalari borki, unda elektronlarning aktseptori bo'lib kislorod emas, balki qandaydir boshqa moddalar hizmat qiladi. Bunday reaksiyalar anaerob energetika tipiga kiradi.

Agar oksidlanish reaksiyalarining barcha energiyasi faqat issiqlik shaklida ajralib chiqsa, bunday holda erkin oksidlanish sodir bo'ladi. O'zining yuqori energetik potentsiali bilan farqlanadigan biorganik birikmalarning sintez reaksiyalarini bir vaqtni o'zida sodir bo'lishi uchun yoki hujayra membranalarining yuqori energetik holatini yuzaga keltirish uchun oksidlanish reaksiyalarining energiyasidan foydalanilganda bog'langan oksidlanish sodir bo'ladi.

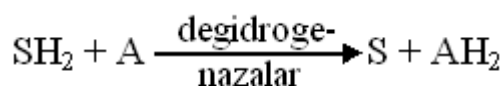
Bog'langan oksidlanish – hozirgi vaqtgacha barcha o'rganilgan energiyaning biologik generatorlarini boshqaruvchi zvenosi hisoblanadi. Ma'lum tur biologik ishni bajarishga mahsuslashtirilgan hujayraning o'zgartiruvchi mexanizmlariga energiyaning uzatilishi faqat bog'langan reaksiyalar sistemasi orqali amalga oshiriladi.

Oksidlanish reaksiyalarining juda ko'p xilma-xillari orasida uchta asosiy tip reaksiyalarni ajratish mumkin.

Substratning bevosita kislorod bilan o'zaro ta'siri. Oksidaza fermentlari bilan katalizlanadi va erkin oksidlanish kategoriyasiga kiradi.



Substrat molekulasidan vodorodni ajratib chiqarish bilan bog'liq bo'lgan reaksiyalar (degidrogenirlanish reaksiyalari).



Oksidlanayotgan modda molekulari elektronlarni berishi va musbat zaryadlari oshishi bilan bog'liq bo'lgan reaksiyalar.



*Keyingi ikkita reaksiya bog'langan oksidlanish reaksiyalari kategoriyasiga kiradi. Ana shunday reaksiyalarda vodorodni kislorodga uzatilishi bir qator oksidlanish-qaytarilish tizimlari orqali sodir bo'ladi va ular o'zlarining elektr potentsiallarining qiymatiga muvofiq juda qat'iy izchillikda (ketma-ketlikda) joylashgan bo'ladi. Elektronlarning spetsifik aktseptorlari ishtirokida vodorodni*

*kislorodga uzatilishi bilan bog'liq bo'lgan reaksiyalarning ana shunday ketma-ketligi **nafas olish zanjiri** deb ataladi. Nafas olish zanjiri mitoxondriyaning ichki membranasi joylashgan.*<sup>39</sup>

Organizmida oxirgi maxsulotlarining xosil bo'lishiga olib keladigan ko'pchilik biologik oksidlanishlar spetsifik fermentlar – degidrogenazalar ishtirokida substratlarni degidrerlash yo'li bilan amalga oshadi. Substratdan ajralgan vodorod birorta aktseptorlarga birikadi, bu uning qaytarilishiga olib keladi. Agar aktseptor vazifasini kislorod emas, qandaydir boshqa modda bajarayotgan bo'lsa anaerob oksidlanish haqida gapiradi. Bordini, vodorodning aktseptori bo'lib kislorod xizmat qilsa, ya'ni suvning hosil bo'lishiga olib kelsa, bunday biologik oksidlanishni aerob oksidlanish yoki to'qimalarning nafas olishi deb ataladi. Hozirgi zamon biologik oksidlanish nazariyasiga asosan odam va hayvon organizmida nafas olish zanjiri to'rtta asosiy tip aktseptorlardan tashkil topgan. Odam va hayvon organizmlarida biologik oksidlanish reaksiyalarida vodorod elektronlari va protonlarining aktseptorlari bo'lib nmko'pincha NAD, NADF, FMN, FAD, KoQ va sitoxromlar xizmat qiladi.

Nafas olish zanjirining birinchi tip elektron tashuvchilari (aktseptorlari) – nikotinamidkofermentlari – NAD va NADF (nikotinamidadenindinukleotid, nikotinamidadenindinukleotidfosfat) shaklida ifodalanadi.

NAD va NADF kofermentlarining ferment bloklari (apoferment) bilan spetsifik bog'lanishi ularning molekularini adenin-nukleotid qismi bilan bog'liq. Shu bilan birga nikotinamid (vitamin RR) qismi unikal xususiyatga ega bo'lib, elektron va protonlarni tashuvchisi (aktseptori) vazifasini bajaradi. Degidrogenirlanish reaksiyalarida substrat molekulasi ikkita vodorod atomi ajralib chiqadi. Bitta vodorod atomi va bitta elektron nikotinamid qalqasiga o'tkazilib, NAD va NADF kofermentlari qaytarilgan forma (NAD•N va NADF•N)ga aylanadi, o'zidan elektron (NQ) yo'qotgan vodorodning boshqa atomi esa o'rab olgan muhitga ajralib chiqadi.

Nafas olish zanjirida elektron tashuvchilarning ikkinchi tipi – bu flavin kofermentlari–FMN (flavinmononukleotid) va FAD (flavinadenindinukleotid)lardir. FMN va FAD molekularining faol qismi bo'lib riboflavin (vitamin V2)ning izoalloksazin qalqasi xizmat qiladi. Bu qalqadagi qo'sh bog'larning molekula ichida o'zgarishi hisobiga azot atomi ikkita vodorod atomini (ikkita elektron va ikkita proton) biriktirib olishi mumkin.

Nafas olish zanjirining uchinchi tip elektron tashuvchilari – bu benzoxinon birikmalari bo'lib, koenzim – Q (KoQ) yoki ubixinon nomi bilan yuritiladi. U

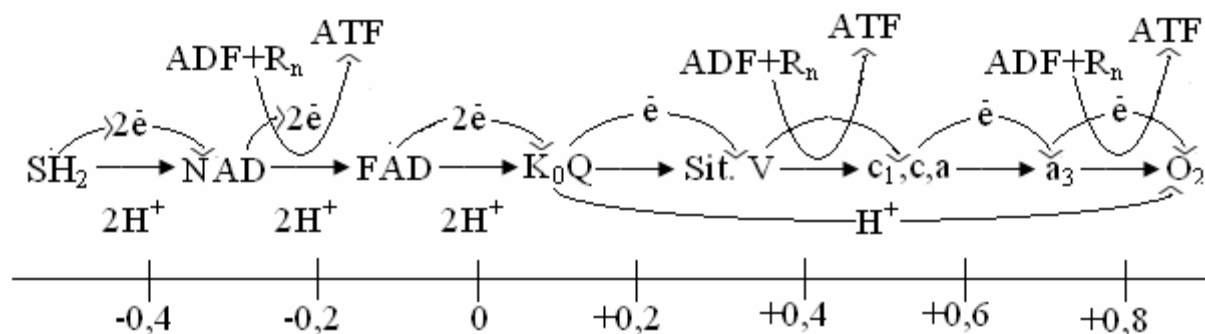
---

<sup>39</sup> *MacLaren D., Morton J., Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -102*

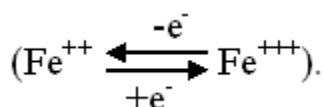
qaytarilganda flavin kofentlariga o'zlashab vodorodning ikkita elektroni va ikkita protonlarini biriktirib olib, KoQ•N2 ning gidroksinon formasini hosil qiladi.

Nafas olish zanjirining KoQ dan kislorodga elektronlarni tashuvchilari – sitoxromlar (v, s1, s, a, a3) deb ataladigan tarkibida turli gemplarni tutgan oqsillar guruhidir.

Nafas olish zanjirida bu to'rttala tip elektron tashuvchilar (aktseptorlar) quyidagi ketma-ketlikda joylashadi.



Nafas olish zanjirining birinchi qismida, ya'ni NAD (NADF)dan to KoQ gacha bo'lgan oralig'ida vodorod atomining ikkita elektronlari va protonlari tashiladi. Sitoxromlar esa KoQ dan kislorodga yolg'iz bittadan faqat elektron tashiydi. Shu bilan birga prostetik guruh temirining atomlari qaytar oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga duchor bo'lib turadi



Hayot faoliyatining sharoitlari va ishning bajariladigan turini ehtiyojiga ko'ra odam organizmi har xil darajada foydalanadigan energiya o'zgarishining ikkita har xil yo'li bor.

Hozirgi zamon biologik oksidlanish nazariyasiga asosan to'qima nafas olish jarayonida substratdan kislorodga electron va protonlarni tashish, qator oksidlanish-qaytarilish ferment sestimalari yordamida amalga oshiriladi. Ana shu oksidlanish-qaytarilish sestimasiga kiradi:

1. piridinga bog'liq degidrogenazalar, ular uchun NAD va NADF kofermentlik vazifasini bajaradi:
2. flavinga bog'liq degidrogenazalar ( flavin fermentlari), ularda kofermentlik ro'lini FMN va FAD o'ynaydi:
3. benzoxinon birikmalari, KoQ nomi bilan yuritiladigan ubixinonlar:

#### 4. sitoxromlar, prostetik guruhi sifatida temir porferin xalqali sestimani tutadi

Energiyaning kimyoviy bog'lanish yo'li bo'lib, unda ikkita o'zaro ta'sir qilayotgan molekulalarining elektron orbitalar strukturasi o'zgartirish uchun oksidlanish energiyasi ishlatiladi va bu ularning orasida makroergik deb ataladigan, ya'ni energiyaga boy bog'ni hosil qilishga olib keladi. Hidrolizlanganda ajralib chiqqan erkin energiyasi 21 kDj`mol.dan kam bo'lmagan kimyoviy bog'lar makroergik bog'lar deb ataladi. Tarkibida makroerg bog'larini tutgan birikmalar makroergik moddalar deb ataladi. Bularga barcha nukleozidtrifosfatlar, kreatinfosfat, b-glitserofosfat, 1,3-difosfoglitserin kislotasi, fosfoenolpirouzum kislotasi va boshqalar kiradi.

Energiyaning xemiosmotik bog'lanish yo'li – nafas olish zanjiri bo'yicha vodorodni kislorodga uzatish bilan bog'liq bo'lgan terminal oksidlanish jarayonlarida foydalaniladi. Energiyaning xemiosmotik bog'lanishini bu usuli hujayraning mahsuslashtirilgan membrana strukturalarida – mitoxondriyalarda va xloroplastlarda amalga oshadi. Ularning tarkibida terminal oksidlanishning ATFni hosil bo'lishi bilan bog'lovchi barcha kerakli fermentlar bo'ladi. Nafas olish zanjiri bo'ylab bir juft vodorod atomlarini kislorodgacha tashilish natijasida 3 molekula ATF sintezlanadi.

*Deyarlik barcha fosfat guruhi tashish reaksiyalari mana shu tashish reaksiyalarida umumiy vositachi vazifasini bajarayotgan ATFning oraliq hosil bo'lish yo'li bilan amalga oshiriladi. Qachon ATF sintezi energiyaning kimyoviy bog'lanishi oziqa moddalarni oksidlanish yo'li bilan sodir bo'layotgan bo'lsa, bunday holda substratli fosforlanish deb ataladigan jarayon sodir bo'ladi (glikoliz jarayonida difosfoglitserin va fosfoenolpirouzum kislotalarini defosforlanishi, muskullarda kreatinfosfat hisobiga ADFni fosforlanishi va h.k.) Nafas olish zanjirida energiyaning xemiosmotik bog'lanishini oksidlanish va fosforlanish yo'li bilan ATFning sintezi oksidlanishli-fosforlanish deb belgilash qabul qilingan. Nafas olish zanjirida elektronlarni tashilishi ATF hosil bo'lmasdan ham sodir bo'lishi mumkin (nafas olishni (oksidlanishni) fosforlanishdan ajralib qolishi).<sup>40</sup>*

ATF – energiyani ajralib chiqishi va iste'mol qilish bilan boradigan jarayonlarni o'zaro bog'laydigan hujayraning asosiy kimyoviy vositachisidir. ATFning energiyasi hujayrada quyidagi maqsadlarda ishlatiladi:

- biomolekulalarning sintezi uchun;

---

<sup>40</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -101-102

- mexanik ishni bajarish uchun (muskulning qisqarishi);
- biologik membranalar orqali gradientga qarshi moddalarni tashish uchun;
- elektr ishini – nerv impulslarini ishlab chiqarish va uzatishni bajarish uchun;
- informatsiyani aniq uzatishni ta'minlash uchun va h.k.

Odam va hayvonlar organizmida makroerg birikmalar sifatida ATFdan tashqari – kreatinfosfat, fosfoenolpiruvat, 1,3-difosfoglitserat, b-fosfoglitserat, glyukoza-1-fosfat, glyukoza-6-fosfat va boshqa nukleotidtrifosfatlar.

(1 kkal =  $4,1868 \cdot 10^3$  J = 4,1868kj).

### **Savollar va topshiriqlar**

1. Tirik organizmlarda moddalar almashinuvi yoki metabolizm deb nimaga aytiladi?
2. Metabolizm atamasining o'zi nima ma'noni bildiradi va organizmda qanday funksiyalarni bajaradi?
3. Qanday biokimyoviy jarayonlar assimilyatsiya va dissimilyatsiya nomlari bilan yuritiladi?
4. Nima uchun assimilyatsiya va dissimilyatsiyalarni o'zlariga mustaqil deb emas, balki bir jarayonning ikki tomoni deb qaraladi?
5. Assimilyatsiya va dissimilyatsiya jarayonlarining o'zaro nisbatlari tashqi muhitning qanday omillariga bog'liq bo'ladi?
6. Odamning yoshiga qarab assimilyatsiya va dissimilyatsiya jarayonlarining o'zaro nisbati qanday o'zgaradi?
7. Plastik va funksional almashinuvlarga tavsifbering.

## **MAVZU-7. : UGLEVODLARNING ALMASHINUVI HAQIDA UMUMIY TASAVVUR.**

### **Mavzuning rejasi**

1. Uglevodlarning almashinuvi haqida umumiy tasavur.
2. Ovqat hazm qilish sistemasida uglevodlarning fermentativ parchalanishi.
3. Ichak devorlari orqali uglevodlarni tashilishi. Qonda glyukoza-ni kontsentratsiyasi va uning gormonal boshqarilishi.
4. Glyukozadan glikogenning sintezlanishi (glikogenez).
5. Huayrada uglevodlarning parchalanishi:
  - glikogenning fosforolizi (glikogenoliz); uglevodlarning anaerob parchalanishi (glikoliz);

- uglevodlarning aerob parchalanishi: pirouzum kislotasining oksidlanishli dekarboksillanishi. Uchkarbon kislotalar sikli (Krebs sikli);
  - uglevodlarning parchalanish jarayonlarida to'qima nafas olishi (nafas olish zanjiri) bilan bog'liqligi.
6. Uglevodlarning pentozsiklida oksidlanish haqida umumiy tushuncha.
7. Glyukoneogenez haqida umumiy tushuncha.

### **Tayanch iboralar**

**Energiyaa, kilokaloriya, makroerg fasfat bog'i, metabolitlar, glikoproteinlar, glyukoza, glikogen, monosaxaridlar, oligosaxaridlar, disaxaridlar, polisaxaridlar, kraxmal, seluloza, sut kislotasi, amilaza fermenti, glikogenez, glyukogenez, fosforilaza fermenti, glikoliz, glikogenoliz.**

*Moddalar almashinuvi jarayonlaridagi uglevodlar almashinuvi organizmning hayot faoliyatida muhim rol o'ynaydi. Jumladan, odamning energiyaga bo'lgan bir kecha-kunduzlik ehtiyojining 50% gachasi uglevodlar hisobiga ta'minlanadi (1g=17,2kj). Odam organizmidagi uning zahirasi tana og'irligining 2-3% ni tashkil qiladi. Sport bilan shug'ullanmaydigan kishilar uning hisobiga hujayralarning uglevodlarga bo'lgan ehtiyojini 12 soatgacha qondirish mumkin, sportchilarda esa yana ancha kam vaqt bo'ladi.*<sup>41</sup>

Odam va hayvonlarning ovqatlanishida uglevodlar muhim o'rinni egallaydi va odam ozuqa ratsionining umumiy energiyasining 60-70 foizini tashkil qiladi. Organizmga uglevodlar ozuqa bilan kiradi. Quruq moddaga hisoblaganda iste'mol qilinayotgan barcha ozuqa moddalarning 2/3 uglevodlarga to'g'ri keladi. Bir kecha-kunduzda 60-70 kg vazndagi odam ozuqalar tarkibida 450-500 gr (sportchilar esa 800 grammgacha) uglevodni iste'mol qiladi. Shulardan 35% oddiy qandlar – mono- va disaxaridlar (glyukoza, fruktoza, saxaroza, laktoza) hissasiga, 65% - polisaxaridlar (kraxmal) hissasiga to'g'ri keladi. Ularning to'la CO<sub>2</sub> va H<sub>2</sub>O gacha oksidlanish natijasida 1800-2000 kkal energiya ajralib chiqadi. (1 gr= 4,1 kkal yoki m 17,2 kj), bu odam este'mol qilayotgan energiyaning 2/3 tashkil qiladi. Uglevodlarning oksidlanishida ajralib chiqayotgan ana shu energiya ATF ning makroerg fasfat bog'larida jamg'arilib organizmning hayot faoliyatini ta'minlaydigan energiyaning turli xillariga aylanadi. Kraxmalga non, kartofel, turli boshqodoshlarning donlari. Shuning

---

<sup>41</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism.* Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -92



uchun ham uglevodlarning hazm bo'lishi ularni gidrolitik parchalanishi bilan boshlanadi.

*Uglevodlarning (kraxmalning) gidrolitik parchalanishi ovqat hazm qilish jarayonida murakkab uglevodlarning molekularidagi 1,4-b va 1,6-b glikozid-glikozid bog'larini parchalaydigan fermentlar – glikozidazalar ta'sirida sodir bo'ladi. Glikozidazalarga so'lak, oshqozon osti bezi va ichak shiralarining amilazalari, so'lak va ichak shirasining maltazasi, ichak shirasining dekstrinaza, saxaraza va laktazalari kiradi. Glikozidazalar kuchsiz ishqoriy muhitda faol, kislotalik muhitda esa faolligini yo'qotadi. Faqat so'lak amilazasi istesto sifatida o'zining faolligini kuchsiz kislotalik muhitda yuqori faolligini namoyon qiladi, muhitning kislotaligini oshishi bilan fermentning faolligi pasayadi.*<sup>42</sup>

Kraxmalni hazm qilinishi og'iz bo'shlig'ida boshlanadi. So'lakning b-amilazasi amiloza va amilopektin molekularidagi 1,4-b bog'larini parchalab ulardan dekstrinlar va maltozani hosil qiladi. So'lakda maltozani glyukozagacha parchalaydigan ferment – maltaza ham biroz miqdorda bo'ladi. Oshqozon shirasining kuchli kislotalik reaksiyasi so'lak fermentlarining faolligini keskin pasaytiradi yoki faolligini batamom yo'qotadi. Shu sababli, uglevodlarning bundan keyingi parchalanishi ichakda sodir bo'ladi. Chunki o'nikki barmoqli ichakning bikarbonat befer sistemasi oshqozon shirasining xlorid kislotasini neytrallaydi. Oshqozon osti bezi va ichak shiralarining amilazalari ko'proq faollikka ega. Ichak shirasida yana dekstrinaza fermenti bo'lib, u dekstrin molekulasidagi 1,6-b-glikozid bog'larini parchalaydi. Bu fermentlar polisaxaridlar – kraxmalni maltozagacha parchalaydi. Ichakning shilimshiq pardasida maltaza, saxaraza va laktaza fermentlari ishlab chiqariladi va ular maltozani 2 molekula glyukozagacha, saxarozani – glyukoza va fruktozagacha va laktozani – galaktoza va glyukozagacha parchalaydi. Tarkibining 60% glyukozadan tashkil topgan monosaxaridlar aralashmasi ingichka ichakning devorlarida qonga so'rilib, tananing hujayralariga tarqatiladi. Ichak devorida galaktoza va fruktoza qisman glyukozaga aylanadi. Monosaxaridlarni qonga so'rilishi faol fiziologik jarayon bo'lib, energiya sarflanishi bilan sodir bo'ladi. Ular ATF yordamida fosforlanadi va ichak devoridan qonga o'tish vaqtida fosforli efirlar fosfotaza ta'sirida parchalanib, qon oqimiga erkin monosaxaridlar tushadi.

Glyukozaning qondagi kontsentratsiyasi doimiy (normada 70-120 mg% yoki 3,9-6,7 mmol) va turli gormonlar – adrenalin, glyukogon va insulinlar bilan boshqarilib turiladi. Adrenalin jigar va muskullarda fosforilazaning aktivatori – AMFni hosil bo'lishini stimulyatsiya qiladi, glyukagon esa – faqat jigar

---

<sup>42</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -93

hujayralarida. Insulin – hujayralar plazmatik membranalarining glyukoza uchun o'tkazuvchanligini oshiradi, shu bilan birga qondan hujayraga glyukozani tashilishini va hujayrada glyukozaning oksidlanishi hamda glyukozadan glikogenni sintezlanish jarayonlarini kuchaytiradi.

## Organizmدا uglevodlarni ishlatilish yo'llari.

### Glikogenez.

*Qonga so'rilgan monosaxaridlar, jumladan glyukoza, vena qon tomirlari orqali birinchi navbatda jigarга tushadi. Glyukozaning bir qismi jigar hujayralarida ushlanib qoladi va glikogen ko'rinishida zahiraga quyiladi, boshqa qismi katta qon aylanish doirasiga tushib, turli to'qima va organlarning hujayralariga yetkazib beriladi. Organlarning hujayralarida (ayniqsa jigar va muskullarning) glyukoza ATF hisobiga fosforlanishga duchor bo'ladi. Bu reaksiya geksokinaza fermenti katalizlaydi. Hosil bo'lgan glyukoza-6-fosfat so'ngra ikki yo'l bilan ishlatiladi: glikogenni sintezi uchun (glikogenez) va energiya manbaasi sifatida oksidlanishga duchor bo'ladi.<sup>43</sup>*

Glikogenez jarayonida glyukoza-6-fosfat mahsus ferment yordamida glyukoza-1-fosfatga aylanadi. Oxirgisi tegishli ferment ishtirokida UTF (uridintrifosfat) bilan o'zaro ta'sir qilib, natijada UDF-glyukoza va pirofosfat hosil bo'ladi. So'ngra UDFG – glikogensintetaza fermenti ta'sirida va hujayradagi ozgina miqdordagi glikogen ishtirokida UDF – glyukozasidan glyukoza qoldig'i glikogenga o'tkaziladi va natijada glikogenning zanjiri bitta glyukoza qoldig'iga uzayadi. Glikogen sintezi (glikogenez)ning sxemasi quyidagi ko'rinishga ega:



Hosil bo'lgan UDF so'ngra ATF hisobiga UTF gacha fosforlanadi va shunday qilib glyukoza-1 fosfatning faollashishi, ya'ni UDF – glyukozaga aylanishi yana qaytadan boshlanadi.

Asosan jigar va muskullar hamda kamroq miqdorda boshqa to'qimalarda glikogenni zaxiraga o'tkazish imkoniyati bo'lganligi tufayli katta va mo'tadil quvvatli jismoniy mashqlardan so'ng organizmда uglevod (glikogenning)

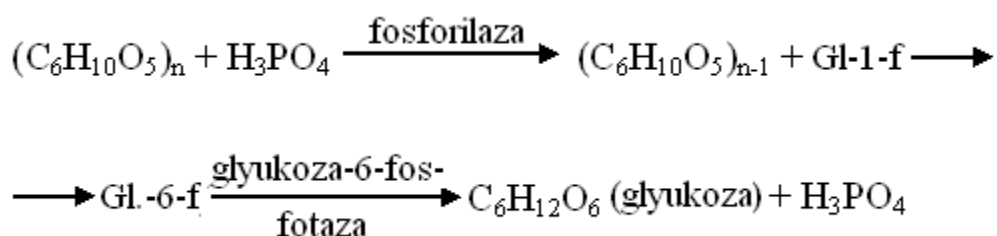
<sup>43</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -102

rezervlarini ma`lum miqdorda yig`ish uchun sharoitlar yaratiladi. Organizmda MNS qo`zg`alishi natijasida energiya sarfini ortishi bilan glikogenning parchalanishi va glyukoza ning hosil bo`lishi (glyukogenez) kuchayadi.

### Hujayrada uglevodlarni parchalanishi.

#### Glikogenoliz (glikogenning fosforilizi).

Musku l ishi vaqtida, organizmni kuchli sovutilganda, och qolganda, O<sub>2</sub> yetishmaganda, kuchli hayajanlanganda va hakazolarda to`qimalar qonning glyukoza sinini kuchli iste`mol qilishadi. Lekin uning qondagi kontsentratsiyasi doimiy yoki jigar glikogenining parchalanishini kuchayishi hisobiga juda kam o`zgaradi. Yuqori funksional faollik vaqtida boshqa to`qimalarda ham glikogenning parchalanishi kuchayadi, ammo ular glyukoza ni qonga bermaydi, lekin hujayralarining ehtiyojiga ishlatadi. Hujayralarda glikogeni ikkita tipdagi parchalanish reaksiyalari bo`ladi: *gidroliz* va *fosforoliz*, lekin ikkinchisi glikogenning parchalanishi asosiy yo`li hisoblanadi. *Fosforoliz fosforilaza fermentining ta'sirida boradi. Fosforilaza fosfor kislotasi ishtirokida glikogen molekulasi dan ohirgi glyukoza qoldiqlarini gl-1-f. shaklida ajratib oladi, u tez gl-6-f.ga aylanadi. Glyukoza-6-fosfat jigarda glyukoza-6-fosfataza fermenti ta'sirida erkin glyukoza va fosfor kislotasigacha parchalanadi, boshqa organ va to`qimalarda esa birdan keyingi oksidlanish jarayoniga duchor bo`ladi.*<sup>44</sup>



Fosforoliz jarayoni adrenal in, noradrenal in va glyukagon gormonlari bilan boshqariladi, lekin ohirgi gormon musku l to`qimasidan ana shu jarayonga ta'sir ko`rsatmaydi. Musku l fosforilazasining faolligi AMF, Ca<sup>2+</sup> va Na<sup>+</sup> ionlari va atsetilxolin ishtirokida boradi. Yuqorida keltirilgan glikogenning parchalanish (fosforoliz) va sintizlanish glyukogenez yo`llari orqaga oson qaytar reaksiyalari bo`lib, hujayrada glikogen va fosfor kislotasining konsentratsiyasi kamayganda fosforoliz jarayoni sekinlashadi, glyukoza ning miqdori oshganda glikogenning sintizi kuchayadi.

<sup>44</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -103

## **Uglevodlarning anaerob parchalanishi (glikoliz).**

Hujayrada glyukozaning to ikki molekula pirouzum kislotasi yoki ikki molekula sut kislotasigacha anaerob (kislorodsiz) sharoitda parchalanishi *glikoliz* nomi bilan yuritiladi. (grekcha *glycys* – shirin, *lysis*- eritish, parchalanish degan ma'nosini bildiradi.

Glikoliz yoki glikogenning fosforolizidan (glikogenoliz) yoki erkin glyukozaning fosforlanishidan (geksokinaza reaksiyasi) boshlanishi mumkin. Skelet muskullarida har ikkala yo'l ham bir xil darajada ishlatiladi, miokard va bosh miyada esa geksokinaza yo'li (qon glyukozasining fosforlanishi) ustunlik qiladi.

*Bu chuqur fiziologik ma'noga ega. Masala shundaki, fosforoliz oson orqaga qaytadigan jarayon. Glikogeni kontsentratsiyasi pasayishi bilan uning parchalanish tezligi keskin kamayadi va tez muvozanat boshlanadi (sintez va parchalanish jarayonlari baravarlashadi). Geksokinaza reaksiyasining muvozanati faqat glyukoza va ATF miqdorlari juda keskin kamayganda va glyukoza-6-fosfatning miqdori juda ko'p darajada oshganda boshlanishi mumkin. Shuning uchun bu moddalarning (glyukoza va ATFning) organizmda barcha mumkin bo'lgan kontsentratsiyasida reaksiya gl-6-f.ni hosil bo'lish tomoniga boradi. Agarda miokard va bosh miyada fosforoliz yo'li ustunlik qilganda, glikogeni ko'p sarflagan vaqtda uglevodlardan foydalanish izdan chiqardi va bu hayotiy muhim organlarning funksional faoliyati havf ostida qolar edi. Biroq, geksokinaza yo'lining ustunlik qilishi tufayli bu organlarda ana shular sodir bo'lmaydi.<sup>45</sup>*

Glikogenning miqdorini kamaygani sari muskullarda uglevodlarning ishlatilishini kamayishi faqat hayot uchun havfsizgina emas, balki himoya reaksiyasi ham hisoblanadi. Muskullar va jigarda glikogenning fosforolizini susayishi ishning intensivligi va davomiyligini chegaralaydigan sabablardan biri hisoblanadi, shu bilan organizmni bosh miya va miokarda noqulay biokimyoviy o'zgarishlarning ro'y berish imkoniyatlaridan saqlaydi.

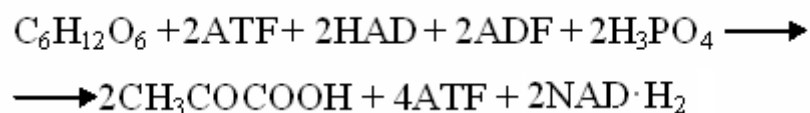
Glikoliz (glikogenoliz) jarayonini sxematik ravishda quyidagicha ifodalash mumkin. Anaerob sharoitda glikoliz – hayvon organizmida energiya bilan ta'minlaydigan yagona jarayon. Odam (sportchi) organizmi glikoliz jarayoni tufayli submaksimal quvvatli jismoniy mashqlarni bajarishga qodir. Glikoliz jarayonining o'zi birin-ketin keladigan o'n bitta fermentative reaksiyalardan iborat. Bu fermentlarning ko'pchiligi gomogen, kristall yoki yuqori darajada tozalangan holatda ajratib olingan va ularning xossalari yetarli darajada o'rganilgan.

---

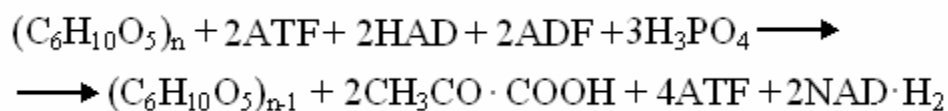
<sup>45</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -93

Agar organizm kislorod bilan to'la ta'minlanayotgan bo'lsa, ya'ni qaytarilgan  $NAD \cdot N_2$  o'zining vodorod atomlarini nafas olish zanjiri bo'yicha kislorodga uzatib suv hosil qilayotgan bo'lsa pirouzum kislotasi sut kislotaga aylanmaydi va u to'g'ridan-to'g'ri aerob oksidlanish jarayoniga jalb qilinadi.<sup>46</sup>

Glikoliz jarayoni quyidagi umumlashtirilgan tenglamalar bilan ifodalash mumkin. Agar parchalanish glyukozadan boshlansa, tenglama quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

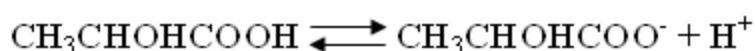


Agar jarayon glikondan boshlangan bo'lsa uning faollashtirishiga 1 molekula ATF kam sarflangan:



Ushbu tenglamalardan ko'rinib turibdiki, glikoliz jarayonining energetik samaradorligi, agar jarayon glyukozaning oksidlanishidan boshlansa 2 molekula ATF ga, agar glikogenning fosforolizidan boshlansa – 3 molekula ATF ga teng yoki jarayonlarda ajralib chiqqan umumiy energiyaning 35-52%ni tashkil qiladi.

Glikoliz jarayonida hosil bo'lgan sut kislotasi kuchli kislota bo'lib, ko'p miqdordagi  $NQ^-$  ionlarini ajratish bilan dissotsiatsialanadi:



Sut kislotasining yuqori konsentratsiyasida bufer sistemalarining hajmi tugagan bo'lishi mumkin va u xolda muhitning faol reaksiyasi kislotalik tomonga siljiydi. Muhitning kislotaligini oshishi fosfofruktokinaza fermentining faolligini pasaytiradi va natijada glikolizning tezligi pasayadi.

Sut kislotasi muskullarda ko'p miqdorda hosil bo'ladi. U keyingi oksidlanishga jalb qilinishi mumkin yoki muskulni tashlab, jigarda glikogenni sintezi (glyukoneogenez) uchun ishlatilishi va qisman organizmdan siydik va ter bilan chiqarilishi mumkin.

Uglevodlarning aerob oksidlanishi. Agar organizmni kislorod bilan ta'minlanishi etarli bo'lsa, sut kislotasining hosil bo'lishi sodir bo'lmaydi,  $2NAD \cdot N_2$  o'zining

<sup>46</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -103-104

vodorodini nafas olish zanjiri orqali kislorodga uzatadi. Pirouzum kislotasi oksidlanishli dekarboksillanish jarayoniga jalb qilinadi. Bu jarayonda piruvatdegidrogenaza (PDG), tiaminpirofosfat, lipoy kislotasining amidi va Ko-A qatnashadi.

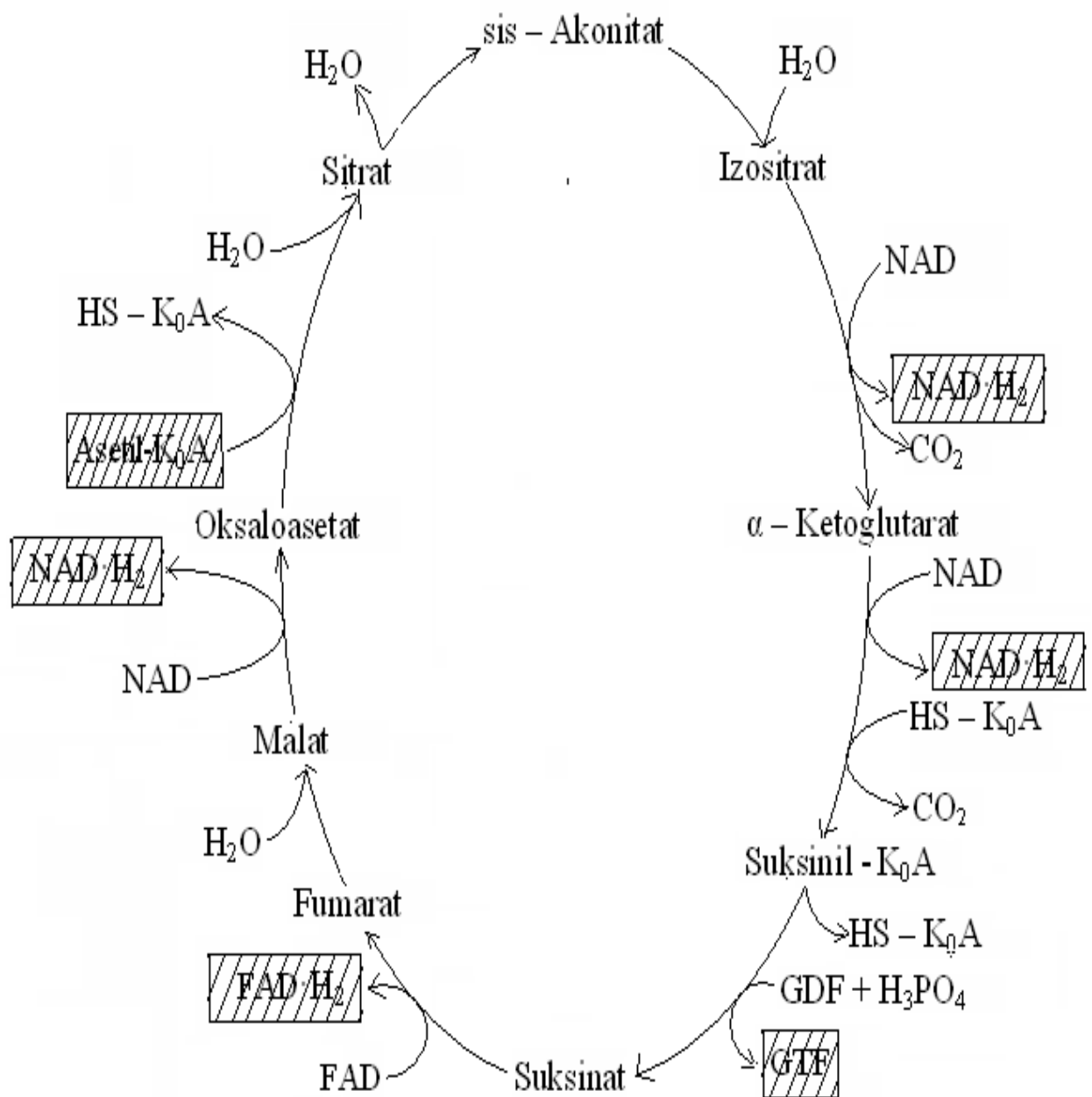
*Intensiv jismoniy mashqlarni bajarayotganda ishlayotgan muskullarda ko`p miqdorda sut kislotasi hosil bo`ladi. Ularning bir qismi shu yerda bunday keying oksidlanishga, ya`ni aerob oksidlanish jarayoniga jalb qilinishi mumkin, boshqa qismi esa muskulni tashlab, qon orqali jigarga borib u yerda glyukoneogenez jarayonida glyukozani sentizi uchun ishlatilishi va qisman organizmdan siydek va ter bilan chiqarilishi mumkin.*<sup>47</sup>

Atsetil – KoA so`ngra barcha sinf birikmalari uchun umumiy bo`lgan uch karbon kislotalar sikliga (Krebs sikliga) qo`shiladi. Bu jarayonga faqat uglevodlar almashinuvining oraliq mahsulotlarigina emas, balki lipidlar va oqsillar parchalanishining oraliq mahsulotlari ham jalb qilinadi. Ular karbonat anhidrid gazi va suvgacha parchalanadi. Atsetil – KoAning uchkarbon kislotalar siklida aylanishi quyidagi sxemada keltirilgan.

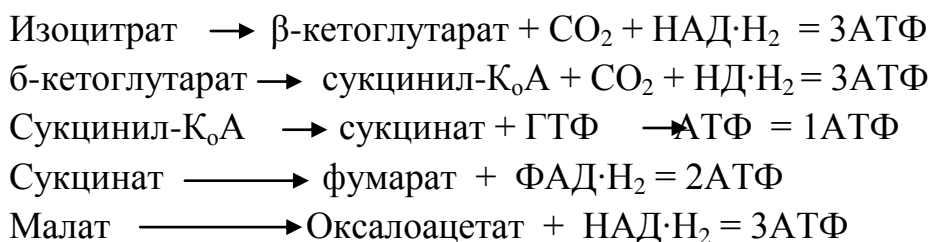
---

<sup>47</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -98





Sxemadan ko'rinib turibdiki, atsetil - KoA oksaloatsetat bilan birikib limon kislotasini hosil qiladi. Limon kislotasi bir qator ketma-ket keladigan reaksiyalar orqali yana oksaloatsetatga aylanadi. Bu siklda sirka kislotasining qoldig'i 2 molekula CO<sub>2</sub> va NAD va FAD ishtirokida nafas olish zanjiriga yuborilayotgan 4 para vodorod atomlariga parchalanadi. b-Ketoglutar kislotasining oksidlanishli dekarboksillanish darajasida substratli fosforlanish sodir bo'ladi va 1 molekula GTF hosil bo'ladi va uning hisobiga 1 molekula ATF sintezlanadi. Oksidlanish energiyasining asosiy qismi nafas olish zanjirida vodorodni kislorodga tashishda ajraladi. Krebs siklida parchalanayotgan har bir molekula atsetil - KoAdan hosil bo'layotgan ATFning umumiy miqdori quyidagicha bo'ladi:



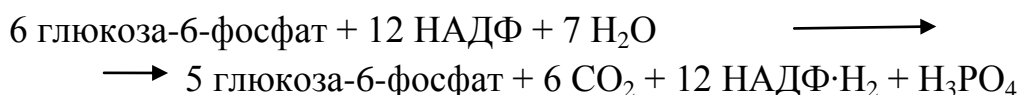
**Жами = 12АТФ**

Агар pirouzum kislotasining oksidlanishli dekarboksillanishi va fosfoglitserin aldegidini degidrogenirlanishida 1 molekuladan NAD•N2

Hosil bo'lishi va ulardan 3 molekuladan ATF sintezlanishini hisobga olganda, aerob jarayonda 1 molekula glyukozadan 36 molekula ATF hosil bo'ladi. Shunday qilib, 1 molekula glyukoza to'la 6SO2 va 6N2O gacha oksidlanganda 38 molekula ATF sintezlanadi (36-aerob va 2-anaerob sharoitda).

Pirouzum kislotasining oksidlanishli dekarboksillanishi, Krebs sikli va vodorodni kislorodga tashilishi (oksidlanishli fosforlanish) shu jarayonlar uchun barcha kerakli fermentlari bor bo'lgan mitoxondriyalarda sodir bo'ladi.

**Uglevodlarni pentoza siklida oksidlanishi.** Bu yo'l jigar, yo'q to'qimalari, buyrak usti bezining po'stlog'I, sut bezlari, embrional to'qimalarda, neyrogliya va eritrotsit hujayralarida asosan ko'proq uchraydi. Muskuk to'qimasida esa deyarli bo'lmaydi. Uning uchun boshlang'ich mahsulot bo'lib **glyukoza-6-fosfat** xizmat qiladi. Bu jarayonda biologik oksidlanish kofermenti NADF bo'lgan degidrogenazalar bilan katalizlanadi. qaytarilgan NADF•N2 nafas olish zanjiriga kirishi (qo'shilishi) mumkin (36 ATF) hamda yog' kislotalari, purin asoslari, xolesterin va hakazolarni biosintezida ishlatilishi mumkin. Pentoza siklining oraliq mahsulotlari har xil monosaxaridlarning – geksozalar, pentozalar, tetrozalar, triozalar va geptozalarning fosforli efirlaridir. Organizm uchun nuklein kislotalarning tarkibiy qismi bo'lgan pentozalarni hosil bo'lishi muhim ahamiyatga ega. Pentoza siklining umumlashtirilgan tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega:<sup>48</sup>



Pentoza fasfat sikliga jalb qilinayotgan olti molekula glyukoza –6-fasfatdan bir molekulasi to CO2 va H2O gacha to'la oksidlanadi, to'rtasi yana glyukoza –6-fasfatga izomerlana oladigan fruktoza–6–fasfatga aylanadi. Bulardan tashqari yana

<sup>48</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -98

ikki molekula glitsiraldegit-3-fasfat hosil bo`ladi, hujayradagi sharoitga qarab ular glikoliz yo`li bilan oksidlanishi yoki yana bir molekula glyukoza-6-fasfatga aylanishi mumkin.

### **Glyukoneogenez.**

Glyukozani uglevod tabiatli bo`lmagan moddalardan sintezi *Glyukoneogenez* nomi bilan yurutiladi. . Jarayonning boshlang`ich moddalari bo`lib sut va pirouzum kislotalari, glitserin, aminokislotalar, atsetil-KoA hizmat qiladi. Barcha ana shu moddalarning uglevodlarga aylanishi (glitserindan tashqari) pirouzum kislotasi va oksaloatsetat orqali sodir bo`ladi. Glyukoneogenezning ko`pchilik reaktsiyalari glikolizning orqaga qaytishi bo`lib, o`sha fermentlar bilan katalizlanadi. Glyukoneogenezning tezligiga gormonlar katta ta'sir ko`rsatadi. Jumladan, insulin uglevodlarni aminokislotalardan hosil bo`lishini tormozlaydi, glyukokortikoidlar (aldosteron) jigar va buyraklarda aminokislotalar va yog` kislotalardan glyukozani sintezlanishini stimulyatsiya qiladi.

*Pirouzum kislotasini fosfoenolpirouzum kislotasiga aylanishiga avvalo pirouzum kislotasi  $CO_2$  va ATF ishtirokida karboksillanib, oksaloatsetat kislotasini hosil qiladi. Reaksiyani peruvatkarboksilaza fermenti katalizlaydi. So`ngra oksaloatsetat-fosfoenolperuvatkarboksinkenaza fermenti ta`sirida dekarboksillanib va fosforlanib fosfoenolperouzum kislotasini hosil qiladi. Reaksiyada fasfat qoldig`ining donori bo`lib GTF xizmat qiladi.*<sup>49</sup>

Glyukoneogenez jarayonining eng yuqori tezligi organizmda intensev muskul ishlaridan so`ng dam olish davrida ya`ni, tiklanish vaqtida kuzatiladi. Chunki bunday yuqori intensevlikdagi jismoniy yuklamalarni bajarish vaqtida skelet muskullarining energiyaga – ATF gab o`lgan ehtiyoji nihoyatda oshadi, qon aylanish tizimi bu talabni bajarish uchun glyukoza va kislorodni yetarli darajada tez yetkazib bera olmaydi. Bu holda rezerv yonilg`i sifatida mushak glikogeni ishlatiladi. U glikogenoliz jarayonida tez sut kislotasigacha parchalanadi va muskullarning qisqarishi uchun kerak bo`lgan ATF ni sentezlaydi. Kislorod yetishmasligi sababli sut kislotasi keyingi oksidlanish reaktsiyalariga jalb qilinmasdan qonga o`tadi va u yerda ko`p miqdorda yig`iladi. Muskul ishidan so`ng dam olish davrida ( *tiklanish vaqtida* ) jigarda qonning sut kislotasidan glyukoneogenez yo`li bilan glyukoza intensev sentizlana boshlaydi. Hosil bo`lgan glyukoza ish vaqtida sarflangan muskul va jigardagi glikogen zaxirasini tiklashga ishlatiladi.

---

<sup>49</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -103-104

### **Savollar va topshiriqlar**

1. Odam organizmining bir sutkada energiyaga bo'lgan ehtiyoji necha foizi uglevodlar hisobiga qoplanadi?
2. Bir kecha-kunduz davomida odam organizmiga oziqa moddalari tarkibida qancha miqdorda (g) uglevodlar kiradi?
3. Glikozidazalarga qaysi fermentlar kiradi va ular qaysi a'zo va to'qimalarda hosil bo'ladi?
4. Uglevodlarni oshqozon-ichak yo'lida fermentativ parchalanishidan hosil bo'lgan monosaxaridlar (glyukoza, fruktoza, galaktoza va boshqalar) ichak devorlaridan qonga qanday yo'l bilan tashiladi?
5. Odam qonida glyukozaning miqdori o'rtacha necha millimol (mmol)ni tashkil qiladi va u qaysi gormonlar bilan boshqarilib turiladi?
6. Glyukozadan glikogenning sintezlanishi, ya'ni glikogenez jarayonini sxema tarzida ifodalab beting.
7. Glyukogenez deganda qaysi bir jarayonni tushunasiz va u qaysi a'zoda sodir bo'ladi?

### **MAVZU-8. : LIPIDLAR VA LIPIDLAR ALMASHINUVI.**

#### **Mavzuning rejasi**

1. Lipidlarga umumiy xarakteristika.
2. Lipidlarning biologik ahamiyati, odam tanasining har xil to'qima va organlarida ularning miqdori.
3. Lipidlarning klassifikatsiyasi.
4. Ozuqa mahsulotlari va odam tanasi tarkibiga kiradigan lipidlarning asosiy sinflari vakillarining kimyoviy tuzilishini o'ziga hosligi:
  - moy kislotalar
  - neytral moylar
  - fosfolipidlar
  - sfingo - va glikolipidlar
  - steroidlar (sterin va steroidlar)
5. Oshqozon-ichak yo'lida lipidlarning hazm bo'lishi.
6. Lipidlarning oraliq almashinuvi.
7. Lipoliz.
8. Glitserinni oksidlanishi.
9. Yog' kislotalarining v-oksidlanishi va jarayonning energetik samaradorligi.
10. Keton tanachalarini hosil bo'lishi.

11. Neytral yog'larning biosintezi (fosfolipidlar va triglitseridlar).

### **Tayanch iboralar**

**Oddiy lipidlar, murakkab lipidlar, yog'lar, mumlar, fosfolipidlar, sfingolipidlar, steroidlar, protoplazmatik lipidlar, rezerv lipidlar, struktura lipidlari, to'yingan va to'yinmagan yog' kislotalari, triglitseridlar, xolesterin, ateroskleroz, neytral yog'lar, lipaza fermenti, oshqozon osti bezi, oshqozon shirasi, emulgirlash, xolan kislotasi, o't suyuqligi, glikoxol, gidroliz, treglitseridlar, mitsellalar, xlomikronlar, xolestrin, lipoliz, yog` kislotalari,  $\beta$ -oksidlanish jarayoni, keton tanachalari, ketoz, ketonemiya, ketonogiya.**

**L i p i d l a r** – suvda erimaydigan moysimon yoki yog'ga o'xshash moddalar bo'lib, ularni hujayralardan nopolyar erituvchilar – efirlar, xloroform, benzol, atseton va boshqalar bilan ekstraksiya qilib olish mumkin. Hozirgi vaqtda tabiiy lipidlarning tarkibida ko'p sonli va xilma - xil struktura komponentlari topilgan: yuqori moy kislotalari, spirtlar, aldegidlar, ketonlar, uglevodlar, azot asoslari, aminokislotalar, fosfor kislotasi va h. k. Shuning uchun ham hozirgi vaqtgacha kimyoviy nuqtai nazardan lipidlarning qatt'iy aniq bir klassifikatsiyasi yo'q.

*Lipidlar barcha tipdagi biologik membranalarning tuzilishi va ularning regulyatorlik funksiyalarini bajarishda muhim rol o'ynaydi; organizmning yog' depolarida ajratib (saqlab) qo'yilishi mumkin bo'lgan energiya manbalari hisoblanadi va uzoq davom etadigan muskul ishi vaqtida eng samarali "yoqilg'i" sifatida ishlatiladi. 1 gr yog' yonganda 38,9 kDj energiya ajralib chiqadi.<sup>50</sup>*

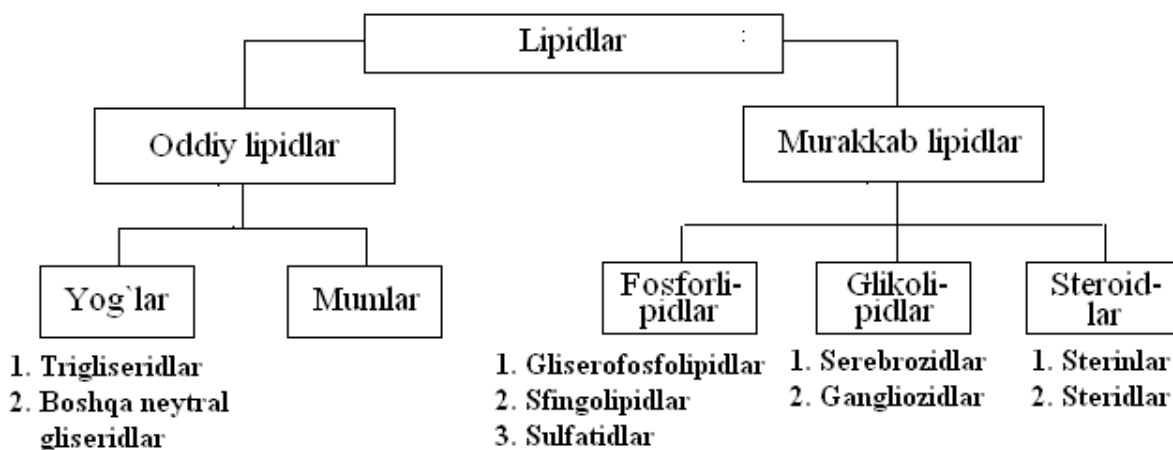
Lipidlar odam, hayvon va o'simlik to'qimalarining tarkibiga kiradi. Lipidlar ko'p miqdorda bosh va orqa miyada, jigar, buyrak va boshqa a'zolarida ko'p miqdorda bo'ladi. Ularning kontsentratsiyasi nerv to'qimalarida – 25%, hujayra va hujayra organoidlar membranalarida – 40% ni tashkil qiladi.

*Ko'pincha lipidlarni quyidagi sinflarga bo'lishadi.<sup>51</sup>*

---

<sup>50</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -109

<sup>51</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P-112



Biologik nuqtai nazardan lipidlar juda muhim, ko'p funktsiyali birikmalardir. Ular barcha biologik membranalarning tuzilishi va ularning regulyatorlik funktsiyalarini bajarishda muhim rol o'ynaydi; organizmning yog' depolarida ajratib (saqlab) qo'yilishi mumkin bo'lgan energiya manbalari hisoblanadi va uzoq davom etadigan muskul ishi vaqtida eng samarali "yoqilg'i" sifatida ishlatiladi. Mana shu belgilari bo'yicha lipidlarni— r e z e r v va s t r u k t u r a (protoplazmatik) lipidlarga bo'lishadi.

Rezerv lipidlar – yog' to'qimalarida: teriosti kletchatkasi, salnik, buyrak pardasi hamda boshqa ichki a'zolarining atrofida to'planadi. Yog' to'qimasi depo funksiyasini bajaradi: u lipidlarni qondan shimib olish va organizmning energetik ehtiyojini ta'minlab ularni ajratib chiqarish qobiliyatiga ega. Rezerv lipidlarning miqdori ovqatlanish tartibi, faoliyat xarakteri, qalqonsimon bezning funktsiyasiga bog'liq bo'ladi va tananing umumiy massasini 10-15% dan (normada) to 30%-gacha (semizlikda) keng miqyosda o'zgarib turadi. Ba'zi bir ko'chmanchi qushlarda ko'chish sezoniga kelganda depodagi yog'ning miqdori uning tana og'irligining 50% ni tashkil qiladi (4000 km davomida ovqatlanishga imkoniyati yo'q okean ustida Aleut orollaridan Gavay orollariga uchib o'tadigan Oltin tusli rjanka qushi).

Struktura lipidlari – biologik membranalarning tuzilishida qatnashadi, ovqatlanish tartibi, organlar faoliyati xarakteri yoki qalqonsimon bezning funktsiyasiga bog'liq bo'lmagan holda organizmning to'qimalarida bir xil miqdorda bo'ladi. Bu guruhning har xil lipidlarining miqdori va o'zaro nisbati har bir tipdagi membranalar uchun doimiy .

Sovun hosil qilib gidrolizlanadigan lipidlar (yog' kislotalarining tuzlari) – s o v u n l a n a d i g a n lipidlar deb ataladi. Ularga neytral yog'lar, fosfolipidlar, glikolipidlar, sfingolipidlar va mumlar kiradi. Yog' kislotalarni ajratish bilan



gidrolizlanish qobiliyati yo'q, jumladan steroid lipidlarga sovunlanmaydigan lipidlar deyiladi.<sup>52</sup>

### **Yog' kislotalari**

Yog' kislotalari lipidlarning ko'pchilik asosiy sinflarining muhim struktura komponentlari hisoblanib, ular murakkab efirlar yoki amidlar ko'rinishida bo'ladi. hujayrada erkin xolda juda kam miqdorda uchraydi. Tabiiy lipidlarning tarkibida o'zaro uglevodorod zanjirining uzunligi bilan farq qiladigan 200 dan ortiq har xil yog' kislotalari topilgan. Odatda hamma yog' kislotalari juft sonli uglerod atomlaridan tuzilgan shoxlanmagan uglevodorod zanjiridan tashkil topgan. Yog' kislotalari – 4 dan to 24 gacha karbon atomini tutgan uzun zanjirli organik kislotalardir; ular bitta karboksil (-COOH) guruhini va uzun nopolyar uglevodorod “dumini” tutadi. Bundan tashqari yog' kislotalarining molekularlari bir-birlaridan qo'sh bog'larning soni va joylashish holati, har xil funksional guruhlar – oksid, -keto va h. k.ni bo'lishi bilan farq qiladi. Lipidlarning tarkibiga ham t o' y i n g a n ham t o' y i n m a g a n (tarkibida qo'sh bog' tutgan) yog' kislotalari kiradi. Har ikkalalari ham juft uglerod atomlaridan tuzilgan. Eng muhim va ko'proq uchraydigan kislotalari quyidagilar:

#### **To'yingan yog' kislotalardan:**

Moy kislotasi –  $C_3H_7COOH$

Laurin kislotasi –  $C_{11}H_{23}COOH$

Miristin kislotasi –  $C_{13}H_{27}COOH$

Palmitin kislotasi –  $C_{15}H_{31}COOH$

Stearin kislotasi –  $C_{17}H_{35}COOH$

#### **To'yinmagan yog' kislotalardan:**

1. Olein kislotasi –  $C_{17}H_{33}COOH$  (1-qo'shbog')
2. Linol kislotasi –  $C_{17}H_{31}COOH$  (2- qo'shbog')
3. Linolen kislotasi –  $C_{17}H_{29}COOH$  (3- qo'shbog')
4. Araxidon kislotasi –  $C_{19}H_{19}COOH$  (4- qo'shbog')

---

<sup>52</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -115

Qo'shimcha qo'sh bog'lar odatda C-9-qo'sh bog' bilan zanjirning (dumning) metil oxiri oralig'ida joylashadi. Yog' kislotalarida ikkita qo'sh bog' o'zaro bog'langan (-CH=CH-CH=CH-) bo'lmaydi, ularning orasida albatta hech bo'lmasa bitta metilen guruhi – (CH=CH-CH-CH<sub>2</sub>-CH-) bo'lishi kerak. Tabiiy to'yinmagan yog' kislotalar asosan sis – konfiguratsiyaga ega va juda kamdan-kam trans – konfiguratsiya uchraydi. Aytishlaricha, bir necha bog' tutgan to'yinmagan yog' kislotalarida sis – konfiguratsiya uglevodorod zanjiriga kuchli bukilgan va kaltaygan ko'rinish beradi. Bu ko'pchilik lipidlarni membranalarni tarkibiga kirishini hisobga olganda muhim biologik ma'noga ega.

Uzun uglevodorod zanjirli yog' kislotalari, odatda, suvda erimaydi. Ularning natriyli va kaliyli tuzlari (sovunlar) suvda mitsellalarni hosil qiladi. Mitsellalarda yog' kislotalarining manfiy zaryadlangan karboksil guruhi suv fazasiga qaragan, nopolyar uglevodorod zanjiri esa mitsellyar struktura ichida yashirin joylashadi. Bunday mitsellalar umumiy manfiy zaryadga ega bo'ladi va eritmalarda o'zaro itarish kuchlari sababli suspenziya hosil qiladi.

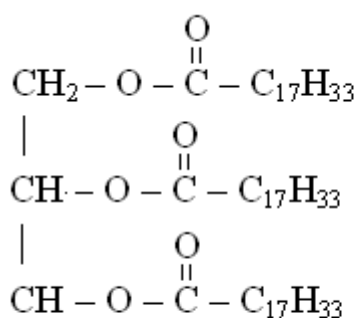
Yog' kislotalarning molekulasida uglerod atomlarining sonini oshishi bilan ularning erish temperaturasi ko'tariladi. Yog' kislotalari qattiq modda (stearin kislotasi) yoki suyuq (linolen va araxidon kislotalari) bo'lishi mumkin.

Yuqori yog' kislotalarining natriyli va kaliliy yoki natriy tuzlari *sovunlar* deb ataladi, oddiy sovun – palmitin, stearin va olein kislotalarining natriy tuzlarining aralashmasidir. Yuqori yog' kislotalarining kaliyli tuzlari – suyuq sovun, natriyli tuzlari esa – qattiq sovun deyiladi.

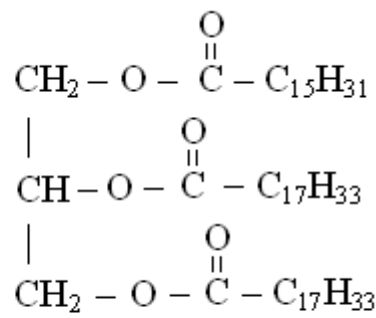
### **Triglitsyeridlar (neytral yog'lar).**

Yuqori molekulari yog' kislotalarining uch atomli spirt glitserin bilan bergan murakkab efirlari *neytral yog'lar* yoki *triglitsyeridlar* deb ataladi. Glitserinning molekulasidagi gidroksil guruhlarining eterifikatsiyalangan soniga qarab mono-, di- va triglitsyeridlar deb ataladi. Tabiiy yog'lar – bu yog' kislotalari tarkibi bo'yicha *oddiy* va *aralashgan* triglitsyeridlarning bir xil bo'lmagan aralashmasidir.

Oddiy triglitsyeridlar molekulalarida faqat bir xil yog' kislotalarining qoldiqlarini tutadi (triolein, trilinolen, tristearin va h.k.). Murakkab triglitsyeridlar deb tarkibida har xil yog' kislotalarini tutgan triglitsyeridlarga aytiladi (1-palmitil - 2-oleo - 3-stearin, 1,2-palmitil – 3- olein).



Oddiy trigliserid  
-triolein



Aralashgan trigliserid  
1-palmito-2-oleo-3-stearin

Hayvon yog'lari tarkibida to'yingan yog' kislotalari – stearin va palmitin hamda monoto'yinmagan olein kislotalari ko'p bo'ladi (shu sababli ular qattiq bo'ladi). O'simlik yog'lari (moylari) o'zining tarkibi bo'yicha hayvon yog'laridan eng avvalo to'yingan yog' kislotalarini kam miqdorda tutishi bilan farq qiladi. O'simlik moylarining asosiy to'yinmagan yog' kislotalari bo'lib – linol, olein va linolen kislotalari hizmat qiladi. To'yinmagan yog' kislotalari – linol, olein va linolen kislotalarini ko'p miqdorda tutishi bilan farq qiladi. (ularning erish haroratlari juda past bo'lganligi uchun oddiy sharoitda ular suyuq konsistentsiyaga ega va **moylar** deb ataladi).

*Organizm uchun polito'yinmagan – linol, linolen va araxidon kislotalari alohida o'ziga xos muhim ahamiyatga ega. Odam organizmida ular sintezlanmaydi va ozuqalar tarkibida ularning bo'lmasligi xolesterin almashinuvining buzilishiga, teri kasalligiga va boshqa patologik hodisalarga olib keladi. Organizmda araxidon kislotasining etishmasligi maxalliy gormonlar – p r o s t o g l a n d i n l a r biosintezining buzilishiga olib keladi. Araxidon kislotasining biosintezi uchun linol va lenolen kislotalari birlamchi homashyo bo'lib hizmat qiladi. Odamning polito'yinmagan (tarkibida 2 va undan ortiq qo'shbog' tutgan) yog' kislotalariga bo'lgan bir sutkalik ehtiyoji tahminan 15 grammni tashkil qiladi.<sup>53</sup>*

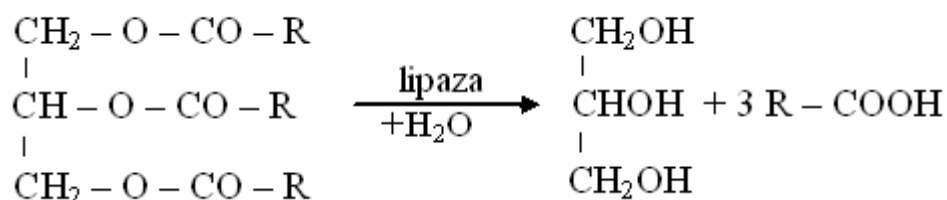
Yog'larning to'yinmaganlik darajasini y o d s o n i bilan belgilanadi. Yod soni – 100 gr yog' necha gramm yodni biriktirib olish mumkinligini ko'rsatadi. Mol yog'ining yod soni – 38-40, kanop moyniki – 150 grammga teng.

Tabiiy yog'larning takibida juda kam miqdorda bo'lsada, erkin yog' kislotalari bo'ladi va ularning miqdori kislota soni bilan belgilanadi. Kislota soni

<sup>53</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -115

– 100 g yog' yoki moyini neytrallash uchun sarflangan ishqor miqdori bilan aniqlanadi.

Triglitsferidlarni fermentativ (lipazalar bilan) gidrolizlaganda glitserin va erkin yog' kislotalari hosil bo'ladi. Ishqor bilan qizdirilganda esa – glitserin va sovun hosil bo'ladi.



Yog'larni saqlash vaqtida yorug'lik nurlari, havo kislorodi, namlik, issiqlik va mikroorganizmlar ta'sirida ular oksidlanish va boshqa kimyoviy o'zgarishlarga uchraydi. Shu vaqtda hosil bo'lgan mahsulotlar (perekislar, aldegidlar, ketonlar) yoqimsiz achchiq maza beradi va organizm uchun zaharli bo'lishi mumkin.

Yog'lar odam organizmida energiyaning asosiy zahira manbayi bo'lib, uzoq muddatli va katta va mo'tadil quvvatli mashqlarni bajarganda asosiy energiya manbayi bo'lib xizmat qiladi.

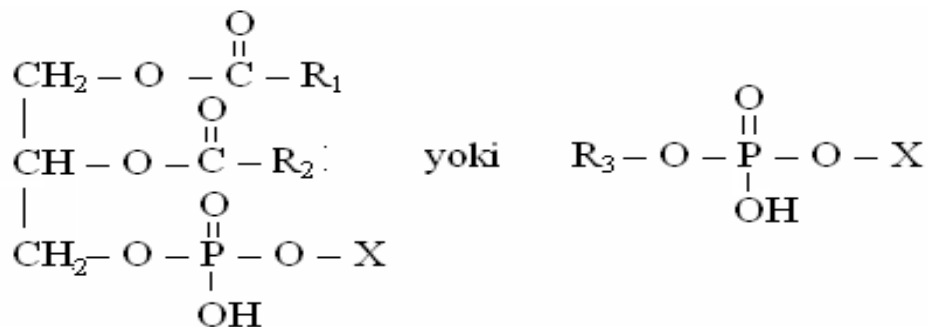
**Mumlar** – yuqori yog' kislotalari bilan molekulalarida 16 tadan 22 tagacha karbon atomlarini tutgan bir yoki ikki atomli yuqori spirtlarning murakkab efirlaridir.

Mumlar teri, jun, patlarni qoplaydigan yog'larning tarkibiga kiradi. O'simliklarda barg va mevalarning yuzasidagi yupqa rangsiz silliq pardani hosil qiladigan lipidlarning 80 % ini mumlar tashkil qiladi.

Tabiiy mumlar (masalan, asalari mumlari, spermatsent, lanolin ) ko'pincha yuqorida ko'rsatilgan murakkab efirlardan tashqari, yana bir oz miqdorda erkin yuqori yog' kislotalari, spirtlar hamda 21-35 karbon atomli uglevodorodlarni tarkibida tutishlari mumkin. Ba'zi ma'lumotlarga ko'ra mumlar ba'zi bir mikroorganizmlarning normal normal metabolitlari hisoblanadi.

### **F o s f o l i p i d l a r .**

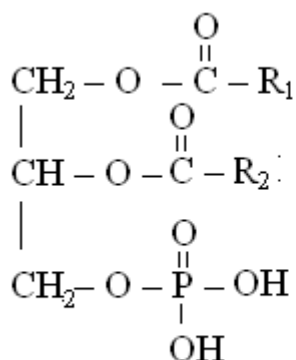
Tabiatda ko'proq tarqalgan fosfolipidlar – glitserin, ba'zi bir boshqa spirtlar, yog' kislotalari va fosfor kislotalarining murakkab efiri bo'ladi. Ularni yana fosfor kislotasining diefiri ham deyish mumkin.



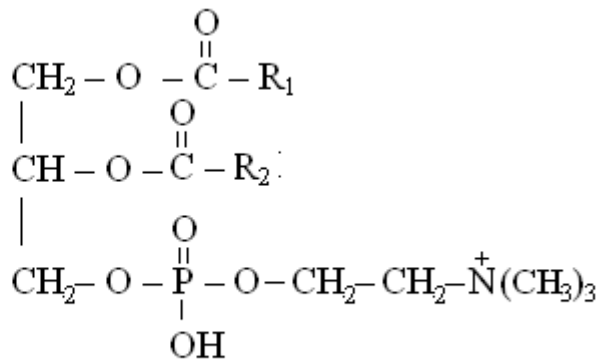
Qaerda  $R_1$  va  $R_2$  – yogʻ kislotalarining radikallari,  $R_3$  – glitserin,  $X$  – azot tutgan modda. Fosfolipidlarning “X” – komponenti sifatida koʻproq xolin ( $\text{HO} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{N}^+(\text{CH}_3)_3$ , etanolamin ( $\text{HO} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{NH}_2$ ), aminokislota – serin ( $\text{HO} - \text{CH}_2 - \underset{\text{NH}_2}{\text{CH}} - \text{COOH}$ ) va olti uglerodli siklik spirt-inozitol uchraydi.

Boshqa tomondan fosfolipidlarni fosfatid kislotasining hosilalari deb qarash mumkin.

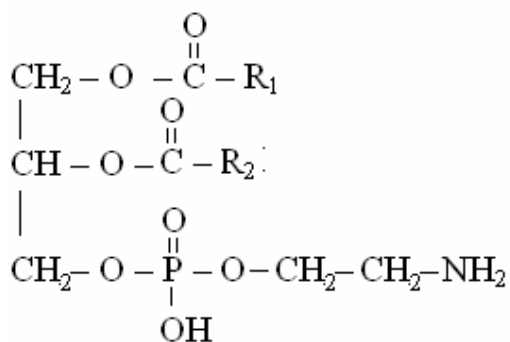
Fosfolipidlarning nomi fosfatidil soʻziga “X” – komponentning nomini qoʻshish bilan hosil qilinadi. Jumladan, fosfatidilxolin (FX), fosfatidiletanolamin (FEA), fosfatidilserin (FC), fosfatidilino-zitol.



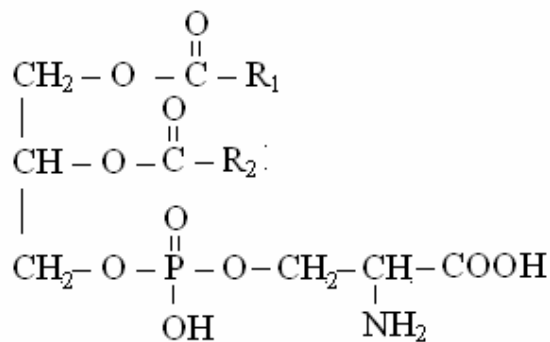
Fosfatid kislotasi



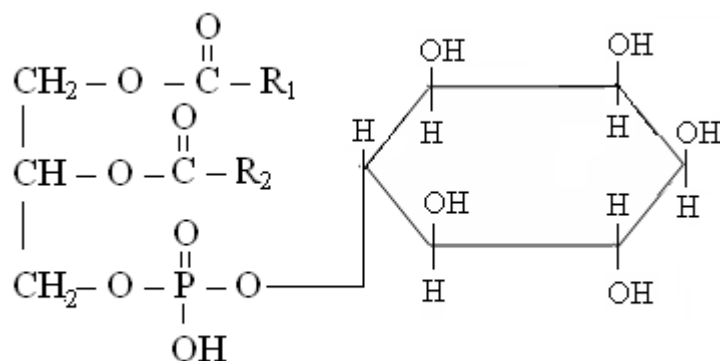
Fosfatidilxolin (lesitin)



Fosfatidiletanolamin



Fosfatidilserin



Fosfatidilinozitol

Yuqorida keltirilgan fosfolipidlar tuzilishlarining umumiy sxemasiga ega bo'lib, bir-birlaridan yana yog' kislotalari tarkibi bilan farqlanadi. Ularning hammasi biologik membranalarining barcha xillarini ajratib bo'lmas qismi hisoblanadi. Boshqacha qilib aytganda fosfolipidlar biologik membranalarining barcha xillarini negizini, ya'ni ikki qavatli fosfolipid membranasini tashkil qiladi.

Nerv hujayralarining biologik membranalarining tarkibida fosfolipidlardan tashqari yana sfingolipidlar va glikolipidlar ancha keng tarqalgan.

*Sfingolipidlar* – asosan hayvon va o'simlik hujayralarining membranalarida bo'ladi. Ayniqsa ularga nerv hujayralari boy.

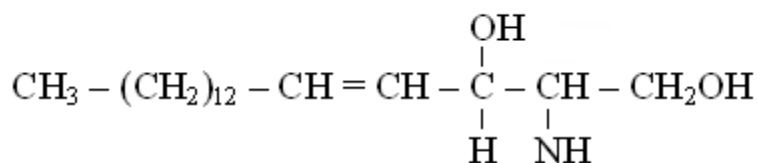
Barcha sfingolipidlar o'zlarining tarkibida uch atomli spirt – glitserinni o'rniga uzun zanjirli to'yinmagan aminospirt – sfingozinni tutadi. Sfingolipidlarning asosiy vakili bo'lib sfingomielinlar xizmat qiladi.

Sfingomielinlar – eng keng tarqalgan sfingolipidlar. Ular asosan hayvon va o'simlik hujayralarining membranalarida bo'ladi. Ayniqsa, ularga nerv hujayralari boy.<sup>54</sup>

<sup>54</sup> MacLaren D., Morton J., Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -109



*Sfingomielinlar* – o'zlarining molekularida to'yinmagan aminospirt – *s f i n g o z i n*, yuqori molekulari yog' kislotalari, fosfor kislotalari va azot asosi molekulari (ko'pincha xolin)ni tutadi. Glitserin sfingolipidlar molekularida bo'lmaydi.



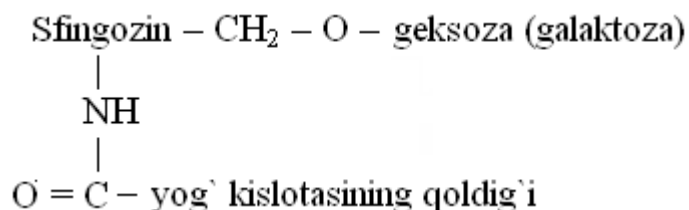
### Sfingozin

Struktura tuzilishi bo'yicha sfingomielinlar fosfolipidlarning tuzilishini eslatadi. Sfingomielin molekulari qanday bo'lmasada o'zida ham musbat (xolin qoldig'i), ham manfiy (fosfor kislota qoldig'i) zaryadni tutgan polyar "coshchani" va ikkita nopolyar "dumni" (sfingozinning uzun alifatik zanjiri va yog' kislotalarining atsil radikalini) tutadi. Shu sababli ba'zi bir mualliflar sfingomielinlarni fosfolipidlar sinfiga kiritishadi (V.V., Menshikov N.I., Volkov 1986).

### Glikolipidlar.

Glipolipidlarning 3 ta sinfchalari mavjud: *s e r e b r o z i d l a r*, *g a n g l i o z i d l a r* va *s u l f a t i d l a r*. Bularning barchasi molekularida uch atomli spirt - glitserinni o'rniga to'yinmagan aminospirt – *sfingozinni* yoki uning hosilasi (digidrosfingozin) ni tutadi.

S e r e b r o z i d l a r – molekularida fosfor kislotalari qoldig'ini ham, xolinni ham o'z tarkibida tutmaydi. Ularning tarkibiga geksoza (odatda bu D-galaktoza), qaysiki sfingozinning gidroksil gurug'i bilan efir bog'i bilan bog'langan, Hamda yuqori molekulari yog' kislotalari kiradi (uning molekulari ko'pincha 24 uglerod atomidan tuzilgan). Serebrozidlarning struktura tuzilishi quyidagi sxema bilan ifodalanishi mumkin.



S u l f a t i d l a r – molekularida geksozaning uchinchi uglerod atomi bilan birikkan sulfat kislota qoldig'i bo'lishi bilan serebrozidlardan farq qiladi.

Sutemizuvchilarning miyasida sulfatidlar oq moddasida bo'ladi. Lekin ularning miyadagi miqdori serebrozidlarnikiga nisbatan ancha kam.

Sulfatidlar sut emizuvchilar miyasining oq moddasida bo'ladi. Lekin ularning miyadagi miqdori serebrozidlarnikiga nisbatan ancha kam.

Gangliozidlar – molekularining struktura tuzilishlari bo'yicha serebrozidlarga juda o'xshash, faqat shunday farqi borki, ular galaktozaning bitta qoldig'ini o'rniga D-glyukoza, D-galaktoza, N-atsetilglyuzamin va N-atsetilneyroamin kislotalaridan tuzilgan murakkab oligosaxaridni tutadi. Gangliozidlar miyaning kulrang moddasida membran lipidlarning 60 % ini tashkil qiladi.

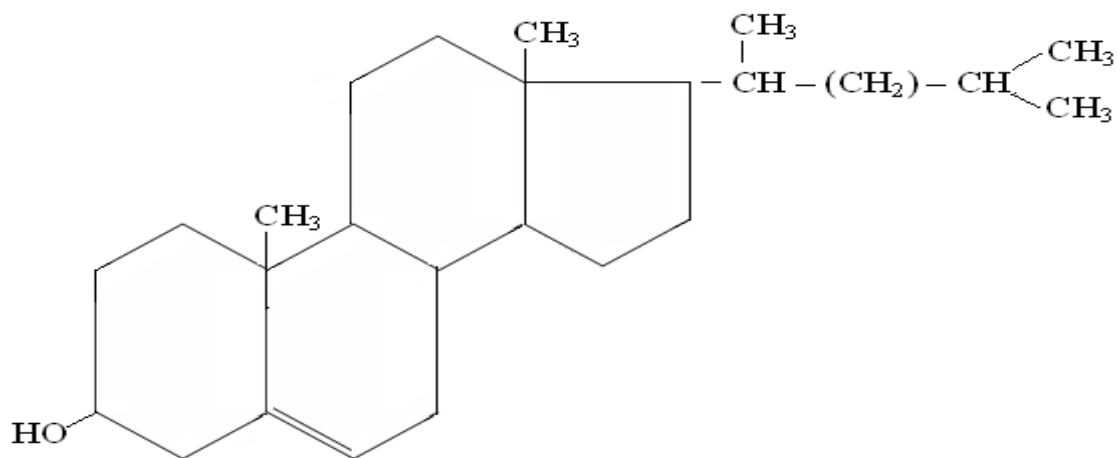
*Gangliozidlar* –serebrozidlar va sulfatidlardan farq qilib asosan miyaning kulrang moddasida bo'ladi va nerv va glial hujayralarning plazmatik membranalarida mujassamlashgan.

## **Steroidlar.**

*Steroidlar sovunlanmaydigan lipidlarga kiradi. Steroidlar o'zlarining kimyoviy tabiati bo'yicha – murakkab siklik halqali – siklopentanpergidrofenantrenning hosilalari hisoblanadi. Steroidlarga, jumladan kiradi: buyrak usti bezining qobiq qismini gormonlari – mineral – va glyukortikoidlar, jinsiy gormonlar, o't kislotalari, yurak glikozidlari.*<sup>55</sup>

Steroidlarni 2 ta sinfga bo'lish mumkin: sterinlar va steridlar. Steroidlardan ko'proq tarqalgani sterinlar (sterollar), ya'ni steroid spirtlar hisoblanadi.

Odam organizmida steroidlardan sterinlar (sterollar) muhim o'rinni egallaydi. Odam va hayvon organizmida sterinlarning muhim vakili – x o l e s t e r i n (xolesterol) hisoblanadi.



<sup>55</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -119

*Xolesterin* – qon zardobi lipoproteinlarining (xilomikronlar, kichik zichlikdagi lipoproteinlar, juda kichik zichlikdagi lipoproteinlar) muhim komponenti, jigar va boshqa to'qimalarda esa – o't kislotalari, steroid gormonlar va boshqa steroid tabiatli moddalarning biosintezini dastlabki material bo'lib xizmat qiladi. Odam organizmida xolesterin almashinuvining buzilishi, jumladan, uning miqdorini oshib ketishi qon tomirlarini patologik o'zgarishlariga – *ateroskleroz* kasalligining rivojlanishiga olib keladi. O't kislotalar oshqozon - ichak yo'lida lipidlarni (neytral yog'larning) parchalanish jarayonida (hazm bo'lishida) katta ahamiyatga ega. Steroid gormonlar moddalar almashinuvining ko'pchilik jarayonlarini boshqarib (regulyatsiya qilib) turadi.

**Oshqozon ichak yo'lida lipidlarning hazm bo'lishi.** Lipidlar odamning balanslashtirilgan ratsionining doimo bo'lishi shart bo'lgan tarkibiy qismi hisoblanadi. Katta yoshli odam organizmiga har kecha-kunduzda o'rtacha oziqa bilan 90gr hayvon va o'simlik yog'lari kiradi. Keksaygan yoshda hamda kam jismoniy yuklamalar vaqtida yog'larga bo'lgan ehtiyoj kamayadi, sovuq klimat sharoitlarida va og'ir jismoniy mashqlar vaqtida – ko'payadi.

*Yog'lar eng avvalo odamning ovqatida muhim energetik ahamiyatga ega. Yog'larning uglevod va oqsillarga nisbatan yuqori kaloriyaligi organizm katta miqdorda energiya sarflayotganda ular o'ziga xos energetik qiymat beradi. Agar 1g uglevod yoki oqsil oksidlanganda organizm 17,2 kj (4,1 kkal) energiya olsa, 1g yog' oksidlanganda 38,9 kj (9,3 kkal) energiya oladi.*<sup>56</sup>

Ozuqa mahsulotlari lipidlarning tarkibida neytral yog'lar (triglitsidlar) eng ko'p miqdorda bo'ladi. Fosfolipidlar, steridlar va boshqa lipidlar ancha kam miqdorda bo'ladi.

Yog'lar bilan organizmga ma'lum miqdorda to'yinmagan (almashinmaydigan) yog' kislotalari – linol, linolin, araxidon kislotalari kiradi. Ularning organizm uchun ahamiyati katta. Jumladan, araxidon kislotasi maxalliy garmonlar - prostoglandinlarning biosentizi uchun birlamchi homashyo bo'lib xizmat qiladi. Linol va lanolin kislotalaridan esa araxidon kislotasi sintezlanadi.

Organizmga ozuqa bilan kirgan neytral yog'lar oshqozon-ichak yo'lida lipaza fermentlari ta'sirida glitserin va yog' kislotalariga gidrolitik parchalanadi.

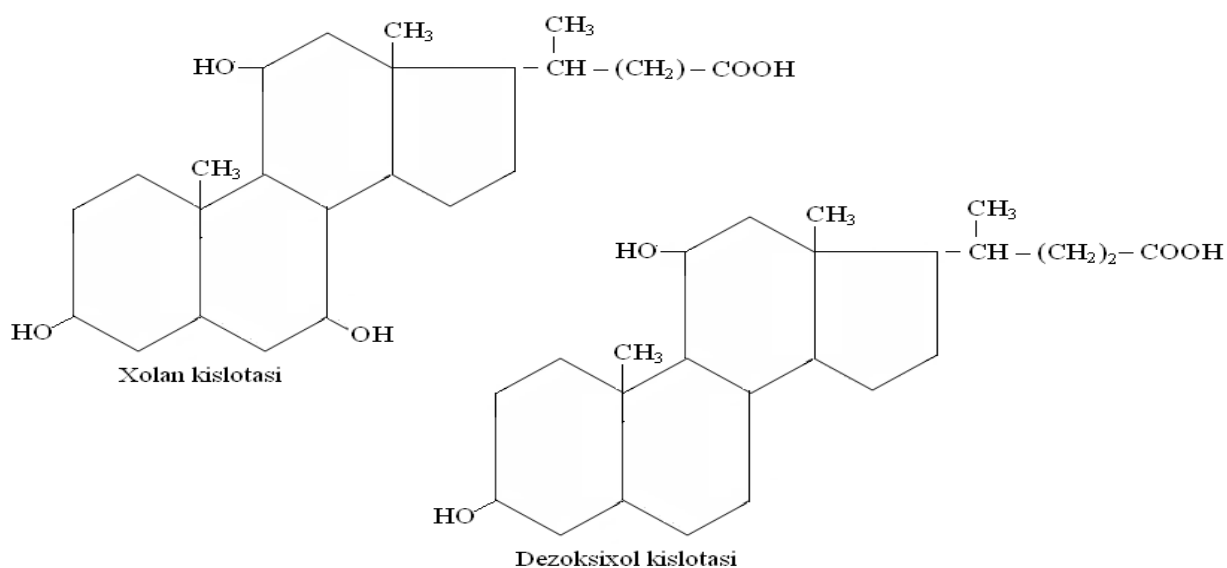
---

<sup>56</sup> *MacLaren D., Morton J., Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -115*



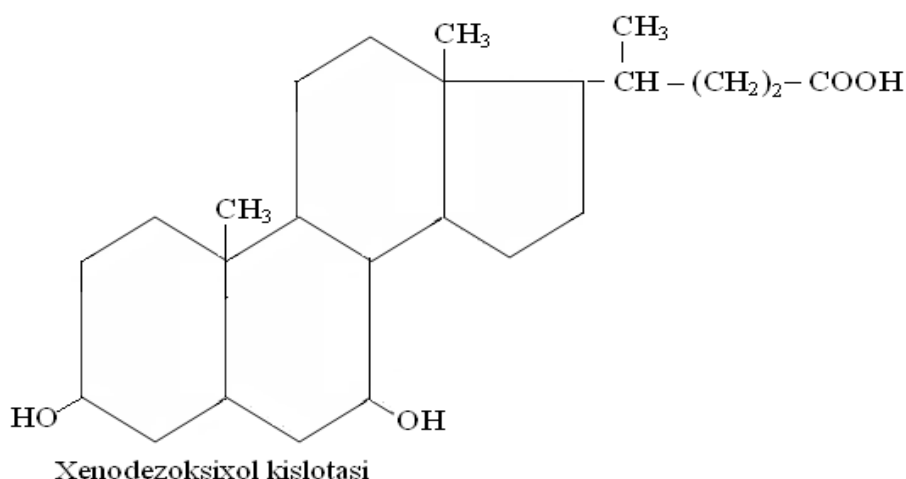
Ichakda neytral yog'lar kabi fosfolipidlar ham parchalanadi. A,S va D – Fosfolipazalari katalizlaydigan ularning gidrolitik parchalanishi glitserin, yog' kislotalari, fosfor kislotasi va azot asoslarini hosil bo'lishiga olib keladi. Steridlar xolesteraza fermentini ta'sirida gidrolitik parchalanib, xolesterin va tegishli yog' kislotalarni hosil qiladi.

Lipidlarni hazm bo'lish jarayonida ularning emulgirlanishi hal qiluvchi ahamiyatga ega. Jigardan o't suyuqligi bilan o'n ikki barmoqli ichakka quyilayotgan o't kislotalarining tuzlari yog'larni kuchli emulgirlash ta'siriga ega. O't kislotalari kimyoviy tabiatlari bo'yicha xolan kislotasining hosilalari hisoblanadi. Odamning o't suyuqligida asosan xol, dezoksixol va xenodezoksixol kislotalari ko'p miqdorda bo'ladi.<sup>57</sup>

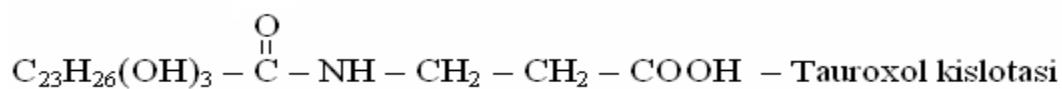
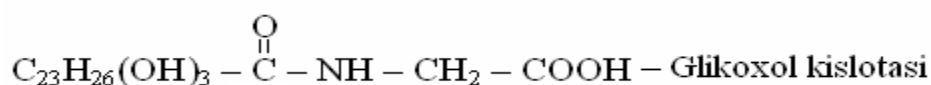


<sup>57</sup> MacLaren D., Morton J., Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -115

O't



kislotalari o't suyuqligi tarkibida aminokislota *glitsin* yoki *taurin* bilan konyugatsiyalashgan shaklda bo'ladi. Odamning o't suyuqligida asosan juft bo'lgan o't kislotalarining natriyli tuzlari – glikoxol, glikodesoksixol, glikoxenodesoksixol, (barcha o't kislotalarining  $\frac{2}{3} - \frac{4}{5}$  qismi) va tauroxol, taurodesoksixol va tauroxenodesoksixol ( $\frac{1}{3} - \frac{1}{5}$  qismi) bo'ladi. Bu birikmalar o'zaro peptid bog'I bilan bog'langan tegishli o't kislotasi va glikokol (aminokislota – gletsin) yoki taurindan tuzilgan.



Ovqatlanishning xarakteriga qarab ikkala tur konyugatlarining o'zaro nisbati o'zgarishi mumkin: ozuqada uglevodlar ko'p bo'lganda o't suyuqligida glitserinli konyugatlarining nisbiy miqdori ko'payadi, oqsillarga boy dietada esa – taurinli konyugatlar ko'padi. Odamning organizmida o't kislotasining umumiy miqdari 2,8 – 3,5 gr ni tashkil qiladi va ular bir kecha kunduzda 5 – 6 marta aylanadi.

Yog'larning gidrolizlanishi natijasida hosil bo'lgan monoglitseridlar ichak devorlariga suriladi va yoki trigletseridlarning sentiziga jalb qilinadi hamda ichak lipazasi ta'sirida parchalanadi. Yog'larni gidrolizidan hosil bo'lgan glitserin va qisqa (karbon atamalari 10 dan kam bo'lgan) zanjirli yog' kislotalari qonga so'riladi. So'rilish ingichka ichakning proksimal qismida sodir bo'ladi. Yaxshi emulgirlangan yog'lar ichak devorlari orqali oldindan gidrolizlanmasdan qisman so'rilishi mumkin. Lekin yog'larning asosiy qismi faqat pankreatik lipazalar bilan erkin moy kislotalari, monoglitseridlar va glitseringa parchalangandan keyin so'riladi. So'rilgan yog' kislotalari, glitserin va

monoglitseridlardan ichakning epitelial hujayralarida spetsifik triglitseridlar va fosfolipidlar qisman sintezlanadi. Ichak epitelialarida resintezlangan yoki ichak bo'shlig'ida oldindan gidrolizlanmasdan so'rilgan yog'larning ko'p qismi yuqori darajada dispergirlanganligi tufayli limfatik sistemalar orqali qonga tushadi. Qonda triglitseridlar (80%), oqsillar (2%), fosfolipidlar (7%) va xolesterin (8%) xilomikronlar deb ataladigan mayda turg'un kompleks zarrachalarni hosil qiladi. Ularning razmeri 0,1-5 mikrondan oshmaydi. Neytral yog'larning boshqa qismi yanada mayda kichik zichlikdagi lipoproteidlarni (KZL) va juda kichik zichlikdagi lipoproteidlarni (JKZL) hosil qiladi. Ular xilomikronlardan va o'zaro faqat o'lchamlari bilangina emas, balki komponentlarini foyzli nisbatlari bilan ham farq qiladi. Barcha bu zarrachalar odam organizmida lipidlarni formasi hisoblanadi.

Limfatik sistema orqali so'rilgan lipidlar qon bilan yog' depolariga olib boradi va zahiraga ajratib qo'yadi. Kerak bo'lganda ular lipolizga uchraydi va organizmning ehtiyojiga ishlatiladi.

Lipidlarning metabolizmi quyidagi asosiy jarayonlarni o'z ichiga oladi: yog'larni yog' kislotalari va glitseringa fermentativ parchalanishi, yog' depolaridan safarbar qilish va ularning oksidlanishi, keton tanachalari, neytral yog'lar, fosfolipidlar va hakazolarning biosintezi.

*Lipoliz. Yuqori darajada energiya sarfini talab qiladigan jismoniy ish va organizmning boshqa holatlarida yog'lar yog' depolarida lipolizga uchrab glitserin va yog' kislotalarini hosil qiladi. Parchalanishning ohirgi mahsulotlari yog' depolaridan qonga o'tadi, so'ngra ular tananing to'qima va organlarida energetik material sifatida ishlatiladi.*

*Yog' to'qimalarida bir necha lipazalar bo'ladi, ulardan tri-, di- va monoglitseridlipazalar eng katta ahamiyatga ega. Og'irgi ikkita fermentning faolligi birinchi fermentning faolligidan 10-100 marta ortiq. Triglitseridlipaza o'z navbatida adrenalin, noradrenalin, glyukagon va boshqa gormonlar bilan faollashadi.<sup>58</sup>*

**Glitserinning oksidlanishi.** To'qimalarda glitserinning almashinuvi uglevodlarning anaerob oksidlanishi (glikoliz) bilan o'zaro bog'langan. Avvaliga glitserin ATF yordamida fosforlanib  $\beta$ -glitserofosfatga aylanadi. So'ngra  $\beta$ -glitserofosfat fosfodioksiatsetongacha oksidlanadi. Fosfodioksiatseton tegishli izomeraza ta'sirida 3-fosfotglitserin aldegidiga aylanadi va shu yo'l bilan oksidlanadi.

---

<sup>58</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstry for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -116-117

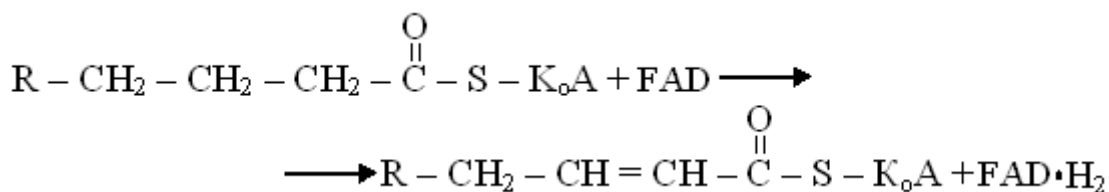


Hosil boʻlgan glitseraldegid -3-fosfat soʻngra uglevodlarning glikoliz va aerob oksidlanish yoʻli bilan  $3\text{CO}_2$  va  $3\text{H}_2\text{O}$  gacha toʻla parchalanadi. Jarayonning energetik samaradorligiga glitserinni 1 molekula pirouzum kislotasigacha oksidlanishida 1 molekula ATF ( $2-1=1$ ) sintezlanadi va 2 molekula NAD NADH<sub>2</sub> gacha qatytariladi. Pirouzum kislotasi 3 karbon kislotalar siklida toʻla parchalanganda 15 molekula ATF hosil boʻladi. Jami 1 molekula glitserin  $3\text{CO}_2$  va  $3\text{H}_2\text{O}$  gacha toʻla parchalanganda  $1+6+15=22$  molekula ATF sintezlanadi.

### Yogʻ kislotalarining $\beta$ -oksidlanishi.

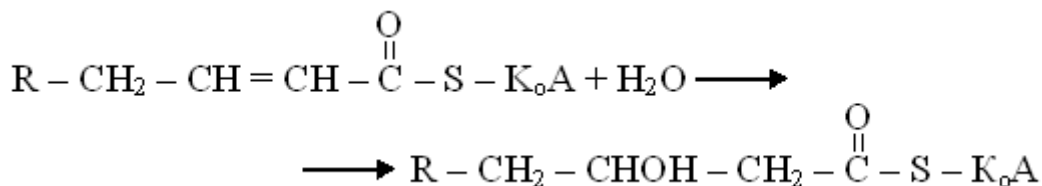
*F.Knop 1904 yilda yogʻ kislotalarining  $\beta$ -oksidlanish gipotezasini taklif qildi. Bu gipotezaga binoan organizm toʻqimalarida yogʻ kislotasi molekulasining oksidlanishi  $\beta$ -oʻrinda sodir boʻladi: natijada yogʻ kislotasi molekulasining karboksil guruhi tomonidan ikki uglerodli fragmentlar birin-ketin uzila boradi.*

*Yogʻ kislotalar avvalo hujayraning gialoplazmasida ATF va HS – KoA ishtirokida faollashadi va karnitin yordamida mitoxondriyaning matriksiga tashiladi. Demak yogʻ kislotalarining  $\beta$ -oksidlanish jarayoni mitoxondriyada sodir boʻladi. Bu jarayonning oʻzi toʻrtta bosqichdan iborat.<sup>59</sup>*



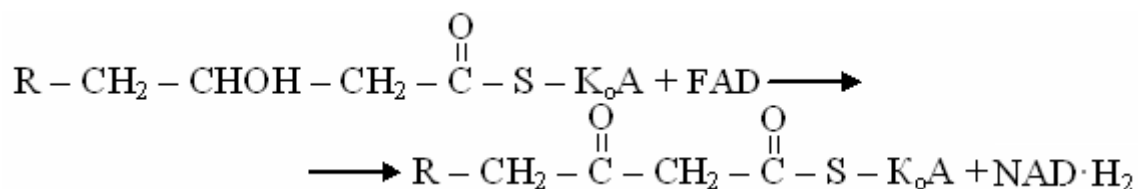
**Birinchi bosqich – dehidrirlanish.** Prostetik guruh (kofermenti) FAD boʻlgan atsil – KoA – dehidrogenaza fermenti taʼsirida atsil – KoA molekulasidan ikkita vodorod atomi ( $\alpha$  va  $\beta$  holatdagi) ajralib chiqib enoil – KoA ga aylanadi. Tarkibida FAD tutgan atsil – KoA – dehidrogenazalarning atsil – KoA molekulasida karbon zanjirining uzunligiga nisbatan spetsifik bir necha turlari boʻladi.

**Ikkinchi bosqich – gidrotatsiya.** Toʻyinmagan ( yoki enoil) – KoA 1 molekula suvni biriktirib olib,  $\beta$  – oksiatxil – KoA ga aylanadi. Reaksiyani enoil-KoA – gidrotaza katalizlaydi.

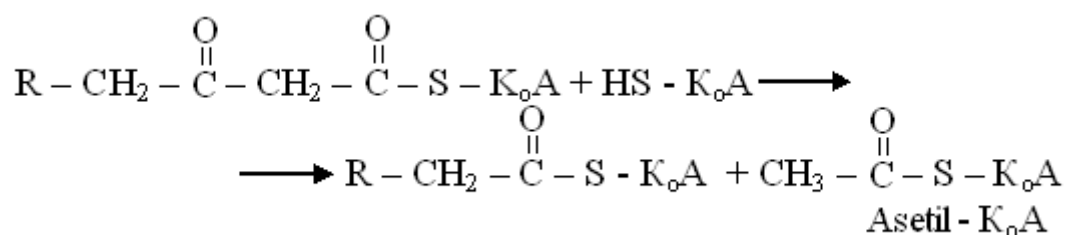


<sup>59</sup> MacLaren D., Morton J., Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -118

**Uchinchi bosqich – ikkinchi degidririlanish .** Hosil bo`lgan  $\beta$ -oksiatsil-KoA (yoki 3-oksiatsil-KoA) so`ng koferment sifatida NAD tutgan 3-oksiatsil-KoA-dehidrogenaza fermenti ta`sirida degidririlanib,  $\beta$ -kitoatsil-KoA (3-oksiatsil-KoA) ni hosil qiladi.



**To`rtinchi bosqich – tiolitik parchalanish.** Atsetil – KoA – atsetiltransferaza (tiolaza) fermenti va HS-KoA ishtirokida  $\beta$ - ketoatsil-KoA teolitik parchalanishga duchor bo`ladi va natijada 1 molekula atsetil – KoA va 2 ta karbon atomiga qisqargan atsil –KoA hosil bo`ladi.



Shunday qilib,  $\beta$ -oksidlanish jarayonida atsil-KoA kofermentlari FAD va NAD bo`lgan dehidrogenazalar ishtirokida ikki marta degidririlanib teolitik parchalanadi. Natijada ikkita karbon atomiga kamaygan atsil-KoA va sirka kislotasining faol shakli – atsetil – KoA hosil bo`ladi. Bu sikl atsil – KoA dan to ikki molekula atsetil – KoA hosil bo`lguncha takrorlanadi. Hosil bo`lgan atsetil - KoA lar so`ng Krebs sikliga to`la  $2\text{CO}_2$  va  $2\text{H}_2\text{O}$  gacha parchalanadi.

Yog` kislotalarining har bir  $\beta$ -oksidlanish siklida 1 molekuladan  $\text{FAD} \cdot \text{H}_2$ ,  $\text{NAD} \cdot \text{H}_2$  va atsetil-KoA. Birinchi ikkita substrat o`zlarining vodorod elektronlarini nafas olish zanjiriga beradi va u yerda muvofiq ravishda 2 va 3 molekuladan ATF sintezlanadi. Atsetil-KoA Krebs siklida 2  $\text{H}_2\text{O}$  va 2  $\text{CO}_2$  oksidlanadi. Tarkibida 16 ta uglerod atomini tutgan palmitin kislotasi oksidlanganda sikl 7 marta takrorlanadi va 7  $\text{FAD} \cdot \text{H}_2$ , 7  $\text{NAD} \cdot \text{H}_2$  va 8 atsetil-KoA hosil bo`ladi.

Bir molekula palmitin kislotasini to`la  $\text{CO}_2$  va  $\text{H}_2\text{O}$  gacha oksidlanishining energetik samaradorligi (bu jarayon ham mitoxondriyada sodir bo`ladi) quyidagicha ko`rinishga ega:

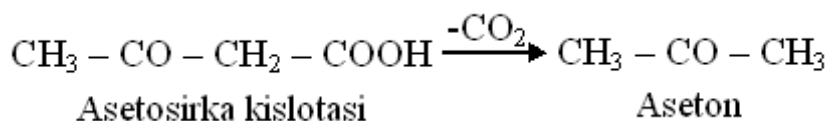
$$7 \text{FAD} \cdot \text{H}_2 \cdot 2 = 14 \text{ATF}$$

$$\begin{array}{r}
 7 \text{ NAD}\cdot\text{H}_2 \cdot 3 = 21 \text{ ATF} \\
 8 \text{ asetil-KoA} \cdot 12 = 96 \text{ ATF} \\
 \hline
 \text{Hammasi} = 131 - 1 = 130 \text{ ATF}
 \end{array}$$

Shunday qilib 1 molekula palmitin kislotasining  $\beta$ -oksidlanishini energetik samaradorligi 130 molekula ATFni tashkil qiladi.

Yog` kislotalar oksidlanishining har ikkala bosqichida ajralib chiqqan vodorod atomlari (electron va protonlari) metoxondriyalarining ichki membranalarida joylashgan nafas olish zanjiriga uzatiladi. Shu elektronlar oqimi ADF ni ATF gacha oksidlanishli fosforlanish jarayoni bilan bir-biriga bog`langan. Shunday qilib yog` kislotalarining oksidlanishini har ikkala stadiyasida ajralib chiqayotgan energiya ATF shaklida jamg`ariladi.

**Keton tanachalarini hosil bo`ishi.** Agar atsetil-KoA ni hosil bo`lishi uni Krebs siklida oksidlanish imkoniyatidan ustunlik qilsa, ortiqcha qismi atsetoatsetil-KoA ga aylanadi. Ortiqcha to`planayotgan vaqtda atsetoatsetil-KoA NAD $\cdot$ N2 dan vodorodni biriktirib olib  $\nu$ -gidroksimoy kislotasigacha qaytarila oladigan erkin atsetosirka kislotasiga aylanadi.



Atsetosirka kislotasining dekarboksillanishi natijasida atseton hosil bo`ladi. Atsetosirka,  $\nu$ -gidroksimoy kislotalari, hamda atseton – keton tanachalari nomini olgan. Ularning kuchaygan (ko`p) hosil bo`lishi ketoz deb ataladi. Qonda keton tanachalarining ortiqcha yig`ilishi – ketonemiya, siydik bilan chiqarilishi esa – ketonuriya deb ataladi. Keton tanachalarining hosil bo`lish joyi jigar hisoblanadi va u yerdan qonga o`tadi.<sup>60</sup>

Uzoq davom etadigan muskul faoliyatida ishlayotgan muskullarga qon bilan olib kelinayotgan yog` kislotalari singari atsetosirka va  $\nu$ -gidroksimoy kislotalari ham energiya manbaalari sifatida muhim ro`l o`ynaydi. Biroq, moddalar almashinuvining patalogik buzilgan vaqtda (och qolganda, organizmning uglevod zahiralarini sarflanib bo`lganda, qand diabete vaqtda, qachon uglevodlarning ishlatilishi qiyinlashib qolganda va yog`larning kuchli jalb qilinishi va oksidlanishi kuchayadi) keton tanachalarining haddan tashqari mahsulatlari atsetonni hosil

<sup>60</sup> MacLaren D., Morton J., Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -119

bo'lishi kuzatiladi, bu o'z navbatida qonning atsidozi bilan va organizmning normal ishlab turishini buzilishi bilan sodir bo'ladi.

### **Neytral yog'lar va fosfolipidlarning biosintezi.**

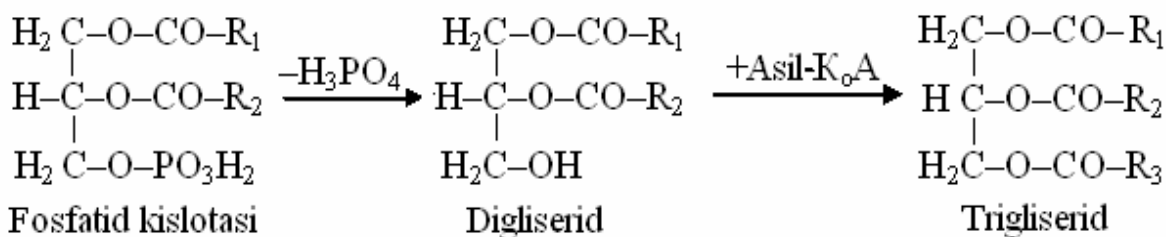
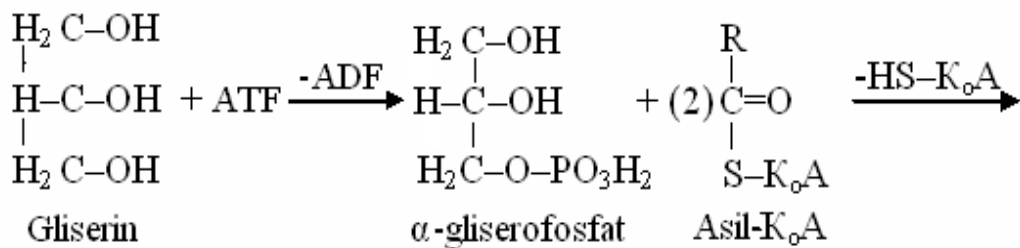
Ikkita har xil manbalarda hosil bo'layotgan glitsero – 3 fosfot asosida lipidlar sentizlanadi:

- 1) Lipid (yog`)ning fermentative parchalanishidan hosil bo'lgan glitserin glitserolkinaza fermenti ta'sirida ATF hisobiga fosforlanib, glitsero-3-fosfotga aylanadi.:
- 2) Glikoliz jarayonida hosil bo'layotgan dioksiatsetonfosfot glitserofosfotdegidrogenaza yordamida degidriqlanib, glitsero-3-fosfotni hosil qiladi.

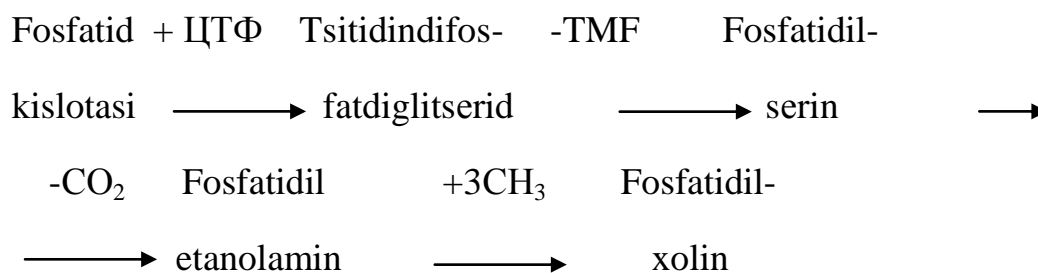
Har ikkila yo'l bilan hoisl bo'lgan glitsero-3-fosfot ikki molekula atsil-KoA (yog` kislotalarining “faollashgan” shakli) hisobiga atsilanadi, ya`ni ikki molekula yog` kislotasining 1,2-karbon atomlariga biriktirib oladi va fosfatit kislotasiga aylanadi. Reaksiyani glitserofosfotatsiltransferaza katalizlaydi. So`ngra fosfatit kislotasi fosfatidatfosfataza fermenti ta'sirida defosforlanib, 1,2-deglitsiridni hosil qiladi va nihoyat 1,2-deglitsirid-atsil-transferaza fermenti ishtirokida yana bir molekula yog` kislotasini biriktirib olib triglitsirid (neytral yog`) ga aylanadi. Triglitseridlarning biosintezida glitserin ( $\alpha$ -glitserofosfat) va yog' kislotalarining (atsil-KoA) faollashgan shakllari qatnashadi. Ularning o'zaro ta'sirini muhim oraliq mahsuloti bo'lib fosfatid kislotasi hizmat qiladi.

Fosfolipidlarning biosintez jarayoni to fosfatid kislotasining hosil bo'lishigacha triglidseridlarning sentizlanish jarayoni bilan bir xil.

Neytral yog'lar (triglitsiridlar)ning biosintezi quyidagi sxematik ko'rinishga ega:



Fosfolipidlarning biosintezi fosfatid kislotasini sitidin nukleotidi – STF bilan oʻzaro taʼsir qilishi bilan boshlanadi. Bu reaksiyada hosil boʻlgan sitidindifosfatglitserid turli fosfolipidlarni keyingi sintez jarayonida boshlangʻich birikmalari boʻlib hizmat qiladi.



Fosfatidilxolinlar organizmda toʻgʻridan-toʻgʻri sintezlanishi mumkin. Bu jarayonda “tayyor” xolin, yaʼni ozuqa bilan kirgan xolin ishlatiladi.

**Xolestrin almashinuvi.** Xolesterin biosentizida sirka kislotasining asetil-KoA shakli oʻtmishdoshi hisoblanadi. Xolesterinning biosentiz jarayoni bir nechta bosqichlarni oʻz ichiga olib, fermentativ reaksiya zanjirida tuzilgan.

*Xolesterin barcha steroid garmonlarning oʻtmishdoshidir. Organizmdagi barcha steroidlarning asosiy qismi xolesterin ulishiga toʻgʻri keladi. Odam toʻqimalarida 140 gr atrofida xolesterin bor: tarqalganligi jihatidan keying oʻrinda turadigan steroidlar guruhi – oʻt kislotalarining miqdori 5 gr atrofida boʻladi.*<sup>61</sup>

Asab toʻqimasi (miyelinli membranalar) va buyrak usti bezlarining poʻstlogʻi xolesteringa boshqalarga nisbatan juda boy.

<sup>61</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism.* Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -118

Xolesterin organizmda ikki xil funksiyani bajaradi: *Birinchi*dan, u hujayra membranalari tarkibi tuzulish qismi sifatida kiradi: *Ikkinchi*dan, boshqa steroidlar - o`t kislotalari, steroid garmonlar, vitamin D<sub>3</sub> sentizida o`tmishdosh bo`lib xizmat qiladi.

Xolesterin biosentizini **3 ta** bosqichga bo`lish mumkin:

- 1) Faol atsetatning mevalon kislotasiga aylanishi:
- 2) Mevalon kislotasidan skvalenning hosil bo`lishi:
- 3) Skvakendan xolesterin hosil bo`lishi:

Xolesterinning juda ko`pchilik qismi taxminan 80 foizi jigarda sentizlanadi; ikkinchi o`rinni ingichka ichak hujayralari egallaydi, organizmdagi butun xolesterinning *10 foiziga* yaqini shularda hosil bo`ladi: yana taxminan *5 foizini* teri hujayralari qo`shib turadi. Xolesterin sentizi uchun zarur bo`ladigan fermentlar hamma hujayralarda bor. Odam organizmida bi kecha kunduzda sentezlanadigan xolesterinning umumiy miqdori *1 gr* ga boradi. Odamning bir kecha-kunduzlik ovqatida *2-3gr* xolesterin bo`ladigan mahallarda uning o`z xolesterini deyarli butunlay sentizlanmay qo`yadi.

*Jigarda xolesterinning bir qismi o`t kislotalariga aylanadi. O`t kislotalarini xolanat kislotasining unumlari deb qarash mumkin. Xolanat kislota o`z holicha organizmda hosil bo`lmaydi. Gepatotsitlarda xolesterindan to`g`ridan-to`g`ri xenodizosixolat va xolat kislotalar - birlamchi o`t kislotalari hosil bo`ladi. Bularning hosil bo`lishi gidrokselazalar ishtirokida gidroksil guruhlarining qo`shilish reaksiyalarini va xolesterin yon zanjirining qisman oksidlanish reaksiyalarini o`z ichiga oladi.*<sup>62</sup>

O`t ichakka ajralib chiqqanidan keyin ichak florasi fermentlari ta`siri bilan birlamchi o`t kislotalaridan letoxolat va dezoksixolat kislotalar, ya`ni ikkilamchi o`t kislotalari hosil bo`ladi. Bular ichakdan so`rilib vena qoni bilan jigarga boradi keyin esa, o`tga tushadi. Ichak mikroorganizmlari 20 ga yaqin har xil ikkilamchi o`t kislotalarini hosil qiladi, lekin sezirarli miqdorlarda faqat dezoksi xolat kislota bilan kamroq darajada letoxolat kislota so`riladi, qolganlari axlat bilan birga tashqariga chiqariladi. O`tda asosan kon`yugatsiyalangan, ya`ni glitsirin yoki taurin bilan birikkan o`t kislotalari bo`ladi. Glitsirin yoki taurin qoldig`iga ega yon zanjir gidrofil bo`ladi, shu bilan bir vaqtda molekulaning ikkinchi uchi gidrofobdir.

Bioximyaviy jihatdan qaraganda, aterosklerozning asosiy ifodasi arteriyalar

---

<sup>62</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstry for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -119



devorlarida xolesterin to`planib, o`tirib qolishidir. Aterosklerotik o`zgarishlar arteriyalar ichki yuzasida lipid dog`lari va yo`llari paydo bo`lishidan boshlanadi.

Aterosklerozning eng xavfli va ko`p uchrab turadigan asorati yurak eshimiya kasalligi, miokard infarkti, insult xamda buyrakka aloqador gepertaniya formalarining barchasi – *oyoqlar gangrenasidir*.

### **Savollar va topshiriqlar**

1. "Lipidlar" tushunchasini ifodalab beting.
2. Lipidlarning tarkibiga qanday kimyoviy birikmalar kiradi?
3. Odatda, lipidlarni qanday sinflarga bo'lish qabul qilingan?
4. Lipidlarni organizmlarda bajaradigan funksiyasiga qarab qanday guruhlariga bo'linadi?
5. Qanday yog' kislotalari to'yingan yoki to'yinmagan yog' kislotalari deb ataladi va ular bir-birlaridan qanday xususiyatlari bilan farqlanadi?
6. To'yinmadan yog' kislotalarining asosiy vakillarini keltiring va ularning biologik funksiyalarini izohlab baring.
7. Neytral yog'lar (yoki triglitseridlar) o'zlarining kimyoviy tabiati bo'yicha qaysi sinf organik moddalariga kiradi?
8. Katta yoshdagi odam organizmiga bir kecha-kunduzda oziqa tarkibida qancha miqdorda hayvon va o'simlik yog'lari kiradi?
9. Neytral yog'larning hazm bo'lidhjarayonida o't kislotalarining rolini tushuntirib bering.
10. O't suyuqligi tarkibida qaysi bir o't kislotalari ko'p miqdorda uchraydi? Ularning struktura formulalarini yozing.
11. Neytral yog'lar va fosfolipidlar oshqozon-ichak yo'lida qaysi fermentlar ta'sirida qanday moddalarga parchalanadi?
12. Qonda triglitseridlar qanday yo'I bilan transport qilinadi?
13. Xilomikronning o'zi nima va u organizmda qanday funksiyani bajaradi?
14. Hujayrada glitserinning oksidlanishjarayonini sxema ravishda ifodalang va uning energetik samaradorligini hisoblab bering.

## MAVZU-9. : OQSILLAR VA NUKLEIN KISLOTALARNING ALMASHINUVI

### Mavzuning rejası

1. Oqsillarning almashinuvi haqida umumiy tasavvur.
2. Oqsillarni hazm bo'lishi (fermentativ parchalanish).
3. Hazm bo'lmagan oqsillar va qancha so'rilmagan aminokislotalarning taqdiri.
4. Oqsillarning biosintezi.
5. Hujayrada aminokislotalarning almashinuvi.
6. Organizmdan ammiakni yo'qotilishi. Ornitin sikli.
7. Nuklein kislotalar – DNK va RNKlarning sintezi.
8. Nuklein kislotalarning parchalanishi.

### Tayanch iboralar

**Oqsillar, antitelalar, to'la qiymatli oqsillar, metabolik fond, peptid gidrolazalar, tripsin, transkripsiya, translyatsiya, elongatsiya, inetsatsiya, terminatsiya, triplet, kodon, genetik kod, terminator kodonlar, polipeptid zanjiri.**

### Oqsillar almashinuvi haqida umumiy tasavvur.

*Oqsillarning almashinvi – organizmda barcha moddalar almashinuvining markaziy jarayoni. U barcha boshqa sinf birikmalarining almashinuvi bilan chambarchas bog'langan, chunki almashinuvning har qanday reaksiyalarini katalizlaydigan fermentlar – bu oqsillar. Oqsillar – turli biologik strukturalarning qurilish materiali bo'lganligi sababli, oqsillarning almashinuvi ularning parchalanish va yangidan hosil bo'lishida juda muhim rol o'ynaydi. Odam organizmida oqsillarni yangilanib turishi yetarli darajada tez bo'ladi: jigarning oqsillarini yarmisi 10 sutkada, qon zardobiniki – 20-40 sutkada, muskullarniki – ancha sekund uzoqroq yangilanib turadi.<sup>63</sup>*

Odamning organizmi ozuqa bilan oqsillarni doimo kirib turishini talab qiladi. Organizm ulardan to'qimalar oqsillarini tuzish uchun plastik (qurilish) materiali sifatida foydalanadi. Ozuqa tarkibida aminokislotalar (oqsillar)ni bo'lmasligi oqsillarning biosintezini buzilishiga, o'sishni to'htab qolishiga, tana og'irligining kamayib ketishiga va organizmda pirovardida o'limga olib keladigan bir qator patologik o'zgarishlarga sabab bo'ladi.

---

<sup>63</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -188

Aqliy mexnat bilan shug'ullanadigan va o'rtacha jismoniy yuklama bajaradigan katta yoshli odamning oqsilga bo'lgan sutkalik ehtiyoji 100-120g bo'ladi.

Ozuqa bilan iste'mol qilinadigan oqsillar o'zlarining aminokislotalar tarkibi va ozuqalik qiymati bilan bir birlaridan farq qiladi. Yuqori ozuqa qiymatli oqsillarni tutgan ozuqa mahsulotlariga go'sht, baliq, tuxum, tvorog, pishloq va boshqalar kiradi. O'simlik ozuqa mahsulotlari tarkibidagi oqsillar o'zlarining ham organizmda hazm bo'lish darajasi bo'yicha, ham aminokislotalar tarkibi bo'yicha hayvon oqsillaridan biroz kam qiymatga ega.

Oqsillar ovqat (ozuqa) bilan ovqat hazm qilish sistemasiga tushib, proteolitik fermentlar guruhining birin-ketin ta'sir qilishi natijasida kichik molekulali peptidlar va aminokislotalargacha parchalanadi. Og'irgilari qonga so'riladi va har xil to'qima, organlarning oqsillarini yangilanib turishida va energiya almashinuvida qatnashadi. Aminokislotalar qaysi yo'l bilan hosil bo'lishidan qat'iy nazar (to'qima oqsillarini parchalanishi natijasida, ovqatlarni hazm bo'lish jarayonida yoki tabiati oqsil bo'lmagan moddalardan yangitdan hosil bo'lishida), ularning barchasi aminokislotalarning umumiy metabolik fondiga tushadi va undan har bir hujayra almashinuv jarayonlariga kerak bo'lgan aminokislotalarni oladi.

**Oqsillarni hazm bo'lishi (fermentativ parchalanishi).** Oziqa oqsillari oshqozon-ichak yo'lida peptidgidrolaza fermentlari ta'sirida parchalanishga uchraydi. Bu fermentlar aminokislotalar orasidagi peptid bog'larini gidrolitik parchalanishini tezlashtiradi. Peptidgidrolazalarga (proteazalarga) oshqozon shirasidagi – *pepsin*, *oshqozonosti bezi shirasi* – *tripsin*, *ximotripsin*, *karboksipeptidazalar* va ingichka ichak shirasidagi – *aminopeptidaza* va boshqa *dipeptidazalar* kiradi.

*Oqsillarni hazm bo'lishi oshqozonda xlorid kislotasi va oshqozonosti bezi shirasining pepsini ta'sirida boshlanadi. Avvalo oshqozon shirasining xlorid kislotasi (HCl) fermentning nafaol shakli – pepsinogenni faol proteolitik ferment – pepsinga aylantiradi. Pepsin ko'pincha fenilalaninning karboksil guruhi va leytsinning aminoguruhi hosil qilgan peptid bog'larini uzilishini tezlashtiradi. Boshqa ma'lumotlarga ko'ra pepsin aromatik aminokislotalar va dikarbon aminokislotalari hosil qilgan peptid bog'larini yoki ikkita gidrofob aminokislota orasidagi peptid bog'ini uzishni katalizlaydi.*<sup>64</sup> Pepsin uchun vodorod ionlarining optimal kontsentratsiyasi – pN 1,5-2,5 ga teng. Uning katalitik faolligi juda katta: 1g kristal pepsin 2 soat davomida 50kg denaturatsiyalangan tuxum oqsilini

---

<sup>64</sup> *MacLaren D., Morton J., Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -188*

parchalaydi. Natijada oqsil molekulasidan yirik-yirik bo'lakchalar – yuqori molekuli peptidlar hosil bo'ladi. Bu peptidlar ichakda kuchsiz ishqoriy muhitda (pN 7,8) tripsin, ximotripsin va boshqa peptidgidrolazalar ta'sirida bundan keyingi o'zgarishlarga uchraydi. Tripsin arginin va lizinning karboksil guruhlari va boshqa aminokislotalarning aminoguruhi hosil qilgan peptid bog'larini parchalanish reaksiyalarini tezlashtiradi; ximotripsin – fenilalanin, tirozin va triptofanlarning (ba'zi ma'lumotlarga ko'ra leytsin va metioninning ham) karboksil guruhlari qatnashgan peptid bog'larini gidrolizlaydi. Bu fermentlarning ta'siri natijasida yuqori molekuli peptidlar kichik molekuli peptidlarga va bir oz miqdorda erkin aminokislotalarga aylanadi. Ingichka ichakda kichik molekuli peptidlar og'irgi aminokislotalarni erkin karboksil guruhi tomonidan uzadigan A va V karboksipeptidazalar va xuddi shuning o'zini erkin amino guruhi tomonidan qiladigan aminopeptidazalar ta'siriga uchraydi. Natijada erkin aminokislotalar va dipeptidlar hosil bo'ladi. Og'irgilari turli dipeptidazalar ta'sirida erkin aminokislotalargacha gidrolizlanadi. Aminokislotalar va bir oz miqdordagi kichik molekuli peptidlar ichak devorlari orqali faol transport yo'li bilan qonga tashiladi va har xil to'qima va organlarning hujayralariga tarqatiladi.

Ichakda oqsillarni chirishi. Ichakning mikroorganizmlari aminokislotalarning bir qismidan ular qonga so'rilguncha oziqa sifatida foydalanish mumkin. Shu bilan birga mikroorganizmlar ishlab chiqarayotgan fermentlar ta'sirida parchalanishi, ularni aminlar, yog' kislotalari, spirtlar, fenol, para-krezol, indol, skatol, metilmerkaptan, sulfgidril gazi va bir qator boshqa birikmalarga aylanishiga olib keladi. Bu birikmalarning ba'zi birlari organizm uchun kuchli zahar hisoblanadi. Mana shu jarayonni ba'zida ichakda oqsillarning chirishi deb atashadi. Jumladan, tarkibida oltingugurt tutgan aminokislotalar (tsistein, metionin)ning ichakdagi mikroorganizmlarning ishlab chiqarayotgan fermentlarini ta'sirida sekin-asta to'la parchalanib sulfgidril gazi (H<sub>2</sub>S) va metilmerkaptanni hosil qiladi. Diaminokislotalar lizin va ornitin dekarboksillanish jarayoniga uchrab kadaverin va putrestsin aminlarini hosil qiladi.

*Aromatik aminokislotalar – fenilalanin, tirozin va triptofanlarning ichakda analogik yo'l bilan chirishida tegishli ravishda – feniletilamin, tiramin va triptaminlar hosil bo'ladi.*

*Oqsillarni chirishidan hosil bo'ladigan zaharli mahsulotlar sifatida fenol, krezol, skatol va indollarni ko'rsatish mumkin. Fenol va krezol (para-krezol) tirozinni*

*bakteriyalar ta'sirida parchalanish jarayonida hosil bo'ladi. Indol va skatol esa ichakda oqsillarni chirishida triptofan aminokislotasidan hosil bo'ladi.*<sup>65</sup>

Barcha bu oqsillarni chirish jarayonida aminokislotalarni parchalanishidan hosil bo'lgan barcha zaharli moddalarning bir qismi ahlat bilan organizmdan chiqarilib tashlanadi, boshqa bir qismi esa qonga so'rilib, jigarda zaharsizlantiriladi.

### **Oqsilning biosintezi.**

Genetik kod – tirik organizmlarga hos bo'lgan, DNK molekulasidagi Nukleotidlarning ketma-ketlik tartibi bilan belgilanuvchi irsiy informatsiyalar qayd qilinishining yagona sistemasi bo'lib, oqsil zanjiridagi aminokislotalarning ketma-ketlik tartibini belgilaydi.

Genetik kodning xarakteristikasi:

Tripletligi – 1 ta aminokislota 3 ta ketma-ket joylashgan nukleotidlar bilan kodlanadi.

Tug'maligi – 1 ta aminokislota ga bir nechta triplet to'g'ri kelishi mumkin.

Universalligi – barcha tirik organizmlar uchun xarakterli, ya'ni hamma tirik organizmlar aminokislotalarning huddi usha bir xil genetik kodiga ega.

Uzluksizligi – tripletlar orasida to'siq (yoki bo'sh joy) yo'q, ya'ni bitta gen doirasida bir nuqtadan va to'htovsiz bir tomonga qarab “o'qiladi”.

Yopib bo'lmasligi – bitta genning tripleti bir vaqtini o'zida qo'shni genga kirishi mumkin emas, ya'ni tripletning ohirgi nukleotidi boshqa tripletning boshlanishi bo'lib hizmat qilishi mumkin emas.

Kodon – bitta aminokislotani qo'llaydigan 3 ta yonma-yon joylashgan nukleotidlar. Mumkin bo'lgan 64 ta kodondan 61 tasi ma'lum aminokislotalarni kodlaydi, 3 tasi – UAG, UAA va UGA – terminator kodonlari polipeptid zanjirining sintezini tugashini aniqlaydi. Kodon AUG – polipeptid zanjirini boshlanishini aniqlaydi.

Antikodon – 3 ta nukleotidlardan tashkil topgan tRNKning qismi bo'lib, tRNK molekulasida tegishli 3 ta nukleotid (kodon) bilan komplementar o'zaro ta'sir qiladi (boholanadi).

*Oqsilning biosintezi plastik almashinuvning eng muhim jarayoni hisoblanadi. U organizmning barcha hujayralarida sodir bo'lib turadi. Oqsillar sintezi DNKdan olingan axborot asosida kodlash mexanizmiga muvofiq amalga oshiriladi, natijada, bu jarayonda oqsil sintezini ta'minlaydigan nukleotidlar*

---

<sup>65</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism.* Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -78

*ketma-ketligi tartibi shaklida yozilgan axborotni DNK molekulasidan t-RNK molekulasiga ko'chiriladi. So'ng RNK molekulasidan bu axborot oqsil strukturasi, ya'ni polipeptid zanjiriga aminokislotalar ketma-ketligi shaklida o'tadi.*<sup>66</sup>

Oqsil biosintezi ikki bosqichda amalga oshadi:

1. transkripsiya;
2. translyatsiya.

Transkripsiya (ko'chirish) – oqsil strukturasi to'g'risidagi axborot DNK molekulasidan i-RNK molekulasiga ko'chiriladi. Bu jarayon DNKning reduplikatsiyasiga o'xshash o'tadi, ya'ni komplementarlik printsipli asosida, faqat DNKning ikkinchi zanjiri emas, balki RNK zanjiri hosil bo'ladi. Bunda ferment – transkriptaza DNKning promotor qismiga kelib birikadi. Promotor qism – DNKning shu joyidan transkripsiya boshlanadi. Jarayonning boshlanishiga initsiatsiya, davom etishiga – elongatsiya va tugallanishiga – terminatsiya deyiladi. i-RNK hosil bo'lishidan so'ng protsessing jarayoni amalga oshadi. Hosil bo'lgan RNK sitoplazmaga chiqadi va ribosomalar bilan bog'lanadi, ya'ni polisomalarni hosil qiladi. Polisomalarda oqsil sintezi amalga oshadi.

Translyatsiya – oqsil struktura to'g'risidagi axborot RNKdan oqsil molekulasiga ko'chirilishiga aytiladi. Oqsil strukturasi to'g'risidagi axborot RNKda nukleotidlar ketma-ketligi tartibida yozilgan bo'ladi. Demak, sintezlanadigan oqsilning aminokislota soni va ketma-ket joylashish tartibi RNKning nukleotidlar soni va ketma-ket joylashish tartibiga bog'liq bo'ladi. Shuning uchun oqsil sintezining bu bosqichi translyatsiya deyiladi. Translyatsiya – tarjima qilish ma'nosini anglatadi, ya'ni irsiy axborot nuklein kislotalar tilidan aminokislotalar tiliga o'tishini bildiradi (76-77 bet).

Oqsil sintezi biologik kodlash orqali sodir bo'ladi. Uning mohiyati shundan iboratki, har bir aminokislota DNK zanjirining uchta yonma-yon joylashgan nukleotidlaridan tuzilgan qismi mos keladi. Bu uchchala nukleotid triplet yoki kodon nomi bilan yuritiladi.

*Demak, har xil nukleotidlar soni 4 ta. To'rt nukleotidning uchtadan mumkin bo'lish ehtimoli bo'lgan tripletlar (kodonlar) soni 64 ta. Organizm dagi oqsillar tarkibiga kiradigan aminokislotalar esa, atigi 20 ta. Shunday qilib, bitta aminokislota o'zi bir nechta tripletlar bilan kodlanishi mumkin. Jumladan, ko'pchilik aminokislotalarning 2 tadan to 6 tagacha kodonlari bor. Faqat 2 ta aminokislota – triptofan va metionin bittadan kodonga ega. Bundan tashqari 3 ta*

---

<sup>66</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -73-74



*kodon – UAA, UAG, UGA aminokislotalarni kodlamasdan terminator kodonlari hisoblanadi, ya'ni ular polipeptid zanjirining sintezini tugallangan joyini ko'rsatadi. AUG kodoni esa (formilmetionil – RNK) – polipeptid zanjirini boshlanishini aniqlaydi.*<sup>67</sup>

Oqsillarning sintezi yoki translyatsiya jarayonini shartli ravishda 2 ta bosqichga bo'lish mumkin: aminokislotalarni faollantirish va translyatsiya jarayonining o'zi.

Oqsilning sintezi uchun zarur sharoitlardan biri erkin aminokislotalarni bo'lishi emas, balki faollashtirilgan aminokislotalarni bo'lishidir. Sitoplazmada aminokislotalarni faollashtirish mahsus fermentlar – aminoatsil –RNK-sintetazalar yordamida va ATF hamda mahsus RNK ishtirokida amalga oshadi.

*Hosil bo'lgan aminoatsil – RNK kerakli energiya zahirasiga ega. Shu narsani uqtirib o'tish kerakki, har bir aminokislota barcha transport RNKlar uchun bir xil bo'lgan ohirgi triplet STAdagi AMFning 31 – gidroksili (yoki 21 - gidroksili) bilan birikadi.*

Oqsilning matritsali sintezining ikkinchi bosqichi – ribosomalarda sodir bo'ladigan translyatsiyaning o'zini shartli ravishda 3 ta bosqichga bo'lishadi: initsiatsiya, elongatsiya va terminatsiya.

Oqsil sintezining boshlanishini initsiatsiya deb ataladi. Polipeptid zanjiri o'zining N – ohiridan boshlab S – ohiriga qarab tuzila boshlaydi. Polipeptid zanjirining sintezi (masalan, e.soli-da) doimo N – ohirgi aminokislota sifatida metionindan boshlanadi (ribosomada oqsil sintezida N – formilmetionil – RNK sifati qatnashadi). Eukariotlarda sintezni metionil-RNK boshlaydi. har bir ribosomada kichik subbirlilik qarshisida ikkita markaz joylashadi. Bittasi uzayayotgan polipeptid zanjirini bog'laydigan – peptidil – P-markaz, ikkinchisi har safar yangi aminoatsil – RNKni bog'laydigan – A-markaz bo'lib, oqsil molekulasining sintezi A-markazdan boshlanadi. Faollashgan aminokislota bilan bog'langan RNK ribosomaga ko'chiriladi va A-markazda antikodoniga to'g'ri kelgan (komplementar) i-RNK qismiga bog'lanadi. N-Formilmetionil – RNK ribosomada P-markazga o'rnashadi.

So'ng aminokislotalarni birin-ketin o'z joylariga qo'yish va ularni polipeptid zanjiriga bog'lash amalga oshiriladi. Bu jarayon – elongatsiya nomi bilan yuritiladi. Aminokislotalar polisomalarga aminoatsil – tRNK shaklida kiradi. Oldin elongatsiyaning bir guruh omillari GTF va aminoatsil – tRNK bilan kompleks hosil qilib, aminoatsil – RNKni oqsil sintezini kodoniga muvofiq ribosomaning

---

<sup>67</sup> *MacLaren D., Morton J., Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -74*

funksional faol A-markazi bilan bog'lanishini ta'minlaydi. So'ng ribosomaning peptidiltransferaz fermenti peptidil – tRNKni (oldingi N – formilmetionil – tRNKni) P-markazdan ribosomaning A-markaziga polipeptidni (oldingi N-formilmetionil – tRNKni) ko'chirib aminoatsil – tRNKga ulaydi va tRNKni ajratib chiqaradi. Polipeptid zanjiri 1 ta aminokislota uzayadi. So'ngra elongatsiyani mahsus omili – tranlokaza fermenti ta'sirida ribosoma i-RNK zanjiri bo'ylab yana bitta tripletga siljiydi. Ana shu siljish vaqtida uzunlashgan peptidil – tRNK yana P-markazga o'tadi, A-markaz to'la bo'shaydi va yangi aminoatsil – RNKni bog'lab olishga tayyor. Keltirilgan reaksiyalar ushbu oqsilning sintezini tugallangunigacha.

*Ribosomada oqsil sintezining terminatsiyasi ham o'ziga xos oqsil omillari va GTF ishtirokida amalga oshiriladi. Ribosomaning A-markazini qarshisida m-RNKning terminal kodoni (UAA, UAG va UGA) paydo bo'lishi bilan unga terminatsiya omillaridan biri birikib oladi va aminoatsil – tRNK molekulalarini birikib imkoniyatini blokirovka qiladi. Ribosomal oqsillarning peptidilesteraza faolligi ta'sirida hosil bo'lgan polipeptid va tRNK orasidagi murakkab efir bog'lari uziladi. Natijada ribosomada sintezlangan oqsil undan ajraladi va sitoplazmaga chiqadi. Sintezlangan polipeptid zanjiri keyinchalik modifikatsiyaga uchraydi, ehtimol, shu bilan birga ohirgi metionin ajraladi va aminokislota fragmentlari birikadi.<sup>68</sup>*

Sitoplazmada sintezlangan polipeptid zanjirlari disulfid va vodorod ko'prikchalariga ega bo'ladi va oqsil molekulasini hosil qiladi. Oqsilning ikkilamchi va uchlamchi strukturalarini paydo bo'lishi, ba'zi mualliflarning fikricha qo'shimcha fermentlarni yoki alohida genetik omillarni talab qilmaydi.

### **Nuklein kislotalarining biosintezi.**

**DNKning biosintezi.** Genetik axborotni DNKdan DNKga ko'chirilishi, ya'ni DNKning hujayrada biosintezi replikatsiya (reduplikatsiya) nomi bilan yuritiladi. DNKning replikatsiyasi hujayraning bo'linishi va viruslarning ko'payishi vahtida sodir bo'ladi.

DNKning sintezi (replikatsiyasi) qator xususiyatlari bilan xarakterlanadi. Birinchidan, u faqat dezoksiribonukleozid - 51 – trifosfatlarning to'rttala turlari bo'lgandagina amalga oshadi. Ikkinchidan, DNKning biosintezi kompleks fermentlar – 40dan ortiq replikativ fermentlar va oqsilli omillarni o'z ichiga olgan

---

<sup>68</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -73-74

DNK-replikazalar sistemasi yoki replisomalar va shu jumladan DNK-polimerazalar I, II, III, RNK-polimerazalar, DNK-ligazalar va hokozolarning katalitik ta'sirida sodir bo'ladi. Uchinchidan, DNK biosintezining amalga oshishi uchun ("hamrturush") sifatida oligoribonukleotid va DNK – matritsa bo'lishi kerak.

Dnk biosintezining to'la tafsilotlari hali to'la aniq emas. Lekin ko'pchilik olimlarning fikricha DNKning sintezi ikki zanjirli DNK molekulasini bir-biridan ajratuvchi oqsil omillari ta'sirida replikativ ayrisini hosil bo'lishi bilan boshlanadi. Yangidan hosil bo'ladigan DNKning initsiatsiyasi (boshlanishi) bir zanjirli zanjirlarning bittasi (asosiy zanjir deb ataladigan)ning riboza atomining 3' – erkin – ON guruhi tomonidan o'zgacha praymer deb ataladigan oligonukleotidni sintezini talab qiladi. Praymerning ana shu ON – guruhi tomonidan komplementarlik printsipli asosida DNK – polimeraz III fermenti ta'sirida 5'>3' yo'nalishida yangitdan hosil bo'layotgan DNKning sintezi boshlanadi. Boshlang'ich DNKning ikkinchi zanjirida (orqada qolayotgan zanjir deb ataladigan zanjirda) ham DNK – sintezi sodir bo'ladi, faqat unda DNK fragmentlar (Ogazaki fragmenti nomi bilan yuritiladigan) shaklida 5'>3' yo'nalishida sintezlanadi. Keyinchalik DNK fragmentlari DNK-ligazalar ishtirokida yagona zanjir bo'lib birikadi. Keyinchalik DNK-polimeraza – I yordamida DNK fragmentiga almashinishi bilan praymer ribonukleaza – N ta'sirida parchalanadi.

Replikatsiya jarayonida matritsali DNKning polinukleotid zanjiri bo'ylab nukleozidtrifosfatlarning joylashish tartibi matritsadaagi nukleotidlarning galma-galligi bilan belgilanadi va DNK-polimeraza III amalga oshiradi. DNK-polimerazada matritsani, uzayib borayotgan polinukleotid zanjirining 3' – og'irini va reaksiyaga kirayotgan dezoksiribonukleozid - 5' – trifosfatni bog'laydigan spetsifik markazlari bor. Sintez jarayonida komplementarlik printsipli qat'iy saqlanadi, ya'ni matritsaning adenini qarshisida timin, matritsaning guanini qarshisida - sitozin joylashadi. Matritsa va yangitdan sintezlanayotgan polinukleotid zanjirlarining komplementar azot asoslari orasida vodorod bog'lari hosil bo'ladi. Yangitdan sintezlanayotgan zanjir faqatgina matritsali zanjirga komplementargina emas, balki qarama-qarshi polyarlikka ham ega, ya'ni antiparallel.

Shunday qilib, DNK sintezining reaksiyasi natijasida bitta ikki zanjirli DNK-matritsada ikkita qo'shzanjirli DNK sintezlanadi, shu bilan birga, matritsali va yangitdan sintezlangan nuklein kislotalarda nukleotid qoldiqlari ham sifat, ham miqdor jihatdan bir biriga to'g'ri keladi. Har bir hosil bo'lgan bispiralli DNKning

molekulasi bitta eski (matritsaniki) va bitta yangi (yangidan sintezlangan) zanjirga ega.

### **RNKning biosintezi.**

Matritsali DNKda RNKning sintezi transkripsiya (ko'chirish) nomi bilan yuritiladi. Matritsali DNKda RNKning sintezini DNK sintezidan farqli shundan iboratki, u DNK zanjirlarining birini ma'lum qismida amalga oshadi. RNK sintezining spetsifikligini ko'p subedinitlardan tuzilgan RNK-polimeraza fermentlari ta'minlaydi. Bu fermentlar sintezni boshlanish nuqtasini topa bilish, DNKning kerakli zanjirini tanlash va sintez jarayonini tugallanishini aniqlashga javob. Turli RNK-polimerazalar RNKning barcha turlarini – informatsion yoki matritsali (mRNK), transport (tRNK) va ribosomal (rRNK) RNKlarni sintez reaksiyalarini katalizlaydi. Transkripsiya barcha to'rttala tur ribonukleozidtrifosfatlarni – ATF, GTF, STF va UTF bo'lishini talab qiladi. DNKning transkripsiyaga uchraydigan bo'lakchasi transkripton (yoki prokariotlarda operon) nomini olgan. Transkripton har xil funksiyalarga ega bo'lgan bir necha zonalarni – promotor, operator, strukturagenlari, terminatorlarni o'z ichiga oladi.

*RNKning biosintezi DNK molekulasining promotor nomini olgan zonasidan boshlanadi. DNKning promotor va axborot yozilgan nukleotid qoldiqlarining ketma-ketligining orasida operator zonasi joylashgan. Agar operatorni repressor-oqsil egallab olmagan bo'lsa, RNK-polimeraza reaksiyasi oldin operatorning axborotga ega bo'lmagan zonasini ko'chirish yo'li bilan amalga oshadi, so'ng gen (tsistron)ning axborotga ega bo'lgan zonasini, ya'ni individual oqsil yoki rRNK yoki tRNKning strukturasi kodlangan zonasi ko'chiriladi. Natijada birlamchi transkriptlar (pre-mRNK, pre-rRNK, pre-tRNK) hosil bo'ladi. Bundan keyin sintezlangan pre-RNKning shakli o'zgarini sodir bo'ladi, ya'ni uning axboroti yo'q qismi parchalanib ketadi, axborotga ega qismi (protssessing – etilish deb ataladi) metillanish (metil guruhini biriktirib olish), nukleotidlarni biriktirib olish va boshqa yo'llar bilan modifikatsiyaga uchraydi.<sup>69</sup>*

### **Nuklein kislotalarning parchalanishi.**

Bir qator fermentlar DNKning gidrolizini amalga oshiradi. Ulardan ba'zi birlari endonukleazalar bo'lib, ular DNK molekulasini oligonukleotidlargacha

---

<sup>69</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -76

(molekulalari bir necha nukleotid qoldiqlaridan tuzilgan bo'lakchalargacha) parchalaydi. Boshqalari ekzonukleazalar sifatida ta'sir qilib, DNK molekulasi zanjirining ohirgi nukleotidlarini birin-ketin uzadi.

Bunday endonukleazalarni dezoksiribonukleazalar yoki DNK-azalar deb ataladi. Jumladan, DNK-aza-I – oshqozonosti bezidan ajratib olingan bo'lib, DNK molekulasi zanjirining purin va pirimidin nukleotidlari orasida fosfor kislotaga qoldig'i va dezoksiribozaning 3'-gidroksili hosil qilgan bog'larni uzadi.

DNK-aza II-taloq (qora taloq) va timusdan ajratib olingan bo'lib, polinukleotid zanjiridagi fosfor kislotaga qoldig'i va dezoksiribozaning 5'-gidroksil guruhi orasidagi kimyoviy bog'larni uzadi.

RNK molekulalarining gidrolitik parchalanishini ribonukleaza yoki RNK-aza fermentlari amalga oshiradi. Endoribonukleazalar RNK molekulasining ichki fosfodiefir bog'larini parchalanish reaksiyalarini katalizlaydi. Jumladan, ribonukleaza-I – RNK molekulasini ribozaning 5'-gidroksili va fosfor kislotaga qoldig'i orasidagi bog'larni parchalaydi. Ekzoribonukleazalar (fosfodiesterazalar) RNKning polinukleotid zanjirini ohirgi nukleotidan boshlab birin-ketin nukleozid-5'-fosfatlarni ajratib (uzib) boradi.

Hosil bo'lgan nukleozid-3' va 5'-fosfatlar keyin mahsus fermentlar yordamida nukleozidlarga, so'ngra erkin azot asoslarigacha parchalanadi. Birinchi bosqichda mononukleotidlarni gidrolitik parchalanishini katalizlaydigan 3' va 5'-nukleotidazalar ta'sirida mononukleotidlardan anorganik fosfatni ajralishi natijasida erkin nukleozidlar hosil bo'ladi. Ikkinchi bosqichda esa nukleoziddan riboza (dezoksiriboza)ni erkin fosfor kislotasiga ko'chirish yo'li bilan riboza-1'-fosfat va erkin azot asosi hosil bo'ladi.

Hosil bo'lgan purin asoslari – adenin va guanin organizmda fermentativ yo'l bilan ohirgi mahsulot – siydik kislotasigacha parchalanadi va siydik bilan organizmdan tashqariga chiqarib yuboriladi. Pirimidin asoslari – uratsil, sitozin va timin mahsus fermentlar ta'sirida ohirgi mahsulotlar – SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, siydikchil, v-alanin va v-aminoizomoy kislotasigacha parchalanadi. v-Alanin anserin va karnozinning sintezida hamda koenzim-Aning hosil bo'lishida homashyo bo'lib hizmat qilishi mumkin.

### **Hujayrada aminokislotalarning almashinuvi.**

*Hujayrada oqsillar biosintezi uchun ishlatilmay qolgan hamda intensiv jismoniy yuklamalar ta'sirida muskul oqsillarining parchalanishidan hosil bo'lgan aminokislotalar almashinuvning ohirgi mahsulotlarigacha parchalanishga duchor bo'ladi. Oqsillarning tarkibiga kirgan 20 xil aminokislotalar uchun har birining o'ziga hos 20 ta har xil yo'llari bor, lekin ularning hammasi almashinuvlari Krebs siklida tugallanadigan nisbatan soni uncha ko'p bo'lmagan oraliq mahsulotlarni*

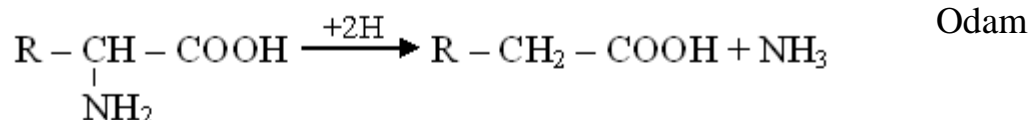


hosil bo'lishiga olib keladi: 5 ta aminokislota – leytsin, lizin, tirozin, triptofan, fenilalanin – atsetil-KoAga, 5 ta aminokislota – Ala, Gly, Tre, Cys oldin pirouzum kislotasiga, so'ng atsetil-KoAga, 5 ta aminokislota – Arg, Gis, Pro, Gln, Glu – b-ketoglutar kislotasiga, 4 ta aminokislota Ile, Val, Met, Tre – suktsinil – KoAga, 2 ta aminokislota – Asp, Asn – shavelsirka kislotasiga aylanadi.<sup>70</sup>

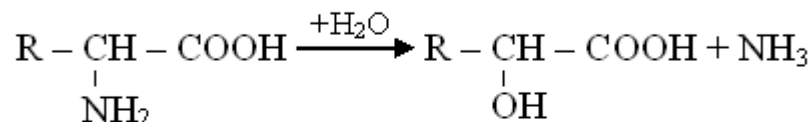
Garchi har bir aminokislotaning parchalanishi ko'p bosqichlar orqali sodir bo'lsa ham, ularda qatnashayotgan fermentativ reaksiyalarning turlari hamma aminokislotalar uchun bir xil va ular *dezaminirlanish*, *transaminlanish* (*pereaminirlanish*) va *dekarboksillanish* reaksiyalaridir.

**Dezaminlanish** reaksiyasining 4 ta turi mavjud: qaytarilish, gidrolitik, molekulaning o'zini ichida va oksidlanishli dezaminirlanish reaksiyalari. Barcha hollarda aminoguruh – NH<sub>2</sub> aminokislotalardan ammiak (NH<sub>3</sub>) shaklida ajralib chiqadi.

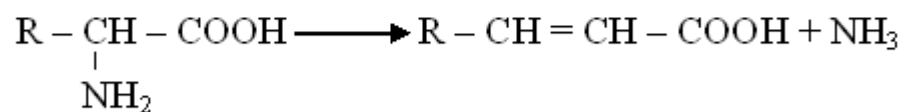
1. Qaytarilish dezaminirlanish.



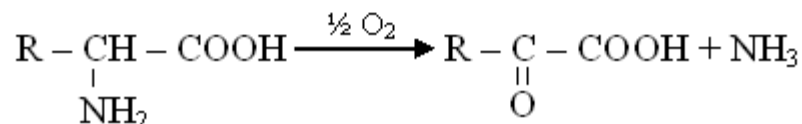
2. Gidrolitik dezaminirlanish.



3. Molekulasining o'zini ichida dezaminirlanish.



4. Oksidlanishli dezaminirlanish.



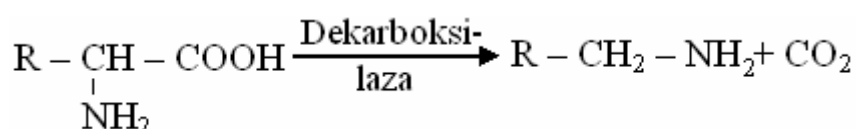
organizmida oksidlanishli dezaminirlanish reaksiyalar ko'proq uchraydi. Ular

<sup>70</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -78-79



tarkibida koferment sifatida NAD yoki FADni tutgan dehidrogenazalar bilan katalizlanadi. Bu reaksiya ma'lum sharoitlarda qaytar reaksiyalar bo'lib, qaytarilishli aminirlanish reaksiyasi deb ataladi va almashinadigan aminokislotalarning sintezida muhim rol o'ynaydi.

Transaminirlanish deyilganda reaksiya oraligida ammiakni hosil qilmasdan aminoguruh (-NH<sub>2</sub>)ni aminokislotadan b-ketokislotaga molekular a'ro tashish reaksiyasi tushuniladi. Shu bilan birga, aminoguruh uchta ketokislotalar – b-ketoglutar, shavelsirka va pirouzum kislotalarining biriga o'tkaziladi. Aminokislotalarning dekarboksillanish jarayonida aminokislota karboksil(-COOH) guruhini yotadi va tegishli biogen aminiga aylanadi.

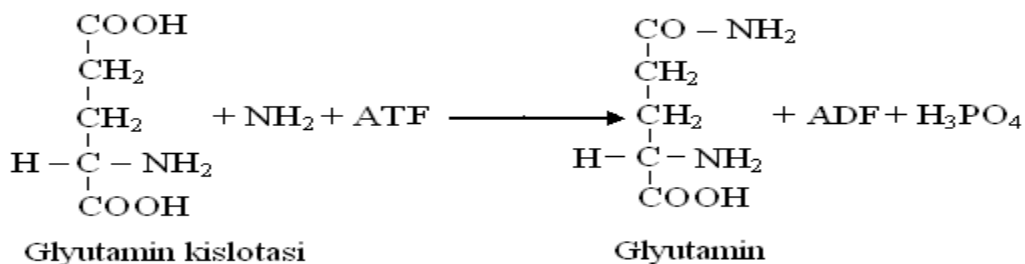


Aminokislotalarning dekarboksillanishi kofermentlari fosfopiridoksal (vitamin V6) bo'lgan fermentlar – dekarboksilazalar yordamida amalga oshiriladi. Odam va hayvon organizmlarida ba'zi bir aminokislotalarni dekarboksillanishi natijasida qator biologik faol moddalar hosil bo'ladi. Masalan, glyutamin kislotasidan markaziy nerv sistemasidagi tormozlanish jarayonlarida muhim rol o'ynaydigan g-aminomoy kislotasi, gistidindan – gistamin, 5-oksitriptofandan – serotonin – gormonsimon moddalar hosil bo'ladi.

### **Organizmda ammiakni yo'qotish yo'llari (Ornitin sikli).**

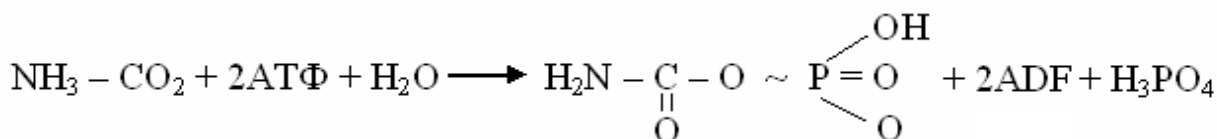
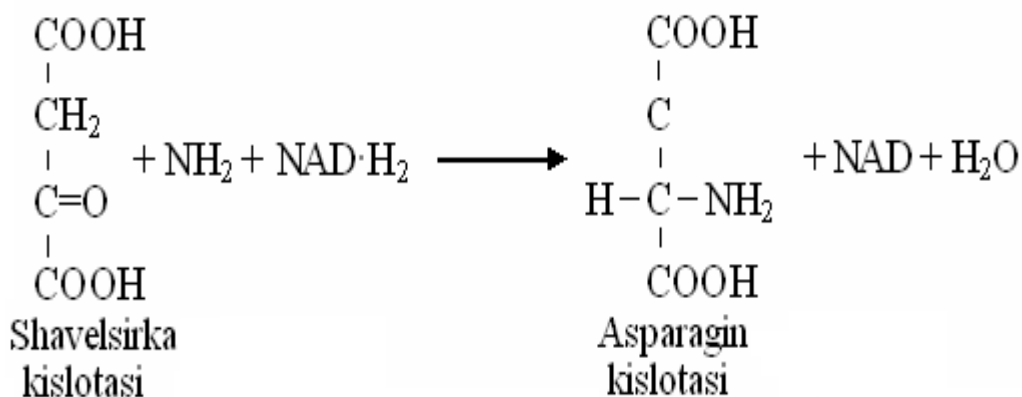
Aminokislotalar, aminlar, purin va pirimidin azot asoslarini dezaminirlanish natijasida erkin ammiak (NH<sub>3</sub>) hosil bo'ladi. Xatto nisbatan uncha katta bo'lmagan konsentratsiyada ham u odam va hayvon hujayralari uchun zaharli. Ammiakning hosil bo'lishi muskul ish faoliyati vaqtida, markaziy nerv sistemasi qo'zg'alganida va organizmning boshqa funksional faol ko'rinishlarida kuchayib ketadi. Shu sababli organizmda ammiakni bog'lab olishni bir necha mexanizmlari bor. Ulardan bittasi ammiakni vaqtincha bohlab olishi uchun, ammiakni bir organdan boshqasiga tashish uchun, boshqalari – organizmdan olib chiqib ketadigan ohirgi mahsulotlarni hosil qilish uchun xizmat qiladi.

Asparagin va glyutamin kislotalarining amidlari – asparagin va glyutaminlarni hosil bo'lish reaksiyalarida ammiakni vaqtincha bog'lanishi sodir bo'ladi.

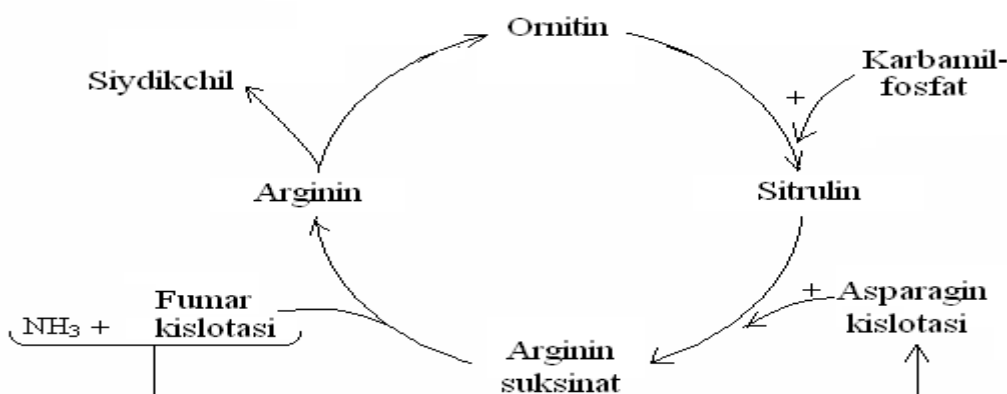


Asparagin va ayniqsa glyutamin ammiakni har-xil to'qima va organlardan jigarga tashiydi hamda u yerda zararsizlantiriladi.

Ammiakni boshqa vaqtincha bog'lab oladigan boshqa yo'li – shavelsirka kislotasining qaytarishli aminirlanishi bo'lib asparagin kislotasi hosil bo'ladi.



Ushbu yo'l siydikchilni sintezida qatnashadi. Siydikchilning biosintez jarayoni ammiakni CO<sub>2</sub> va ATF bilan o'zaro ta'sirida karbamilfosfatni sintezi bilan boshlanadi. Bu reaksiyani karbamilfosfatsintetaza fermenti katalizlaydi. Ushbu reaksiyada bir molekula karbamilfosfatni hosil bo'lishi uchun ikkita molekula ATF talab qilinadi. Karbamilfosfat – makroergik birikma. Uning keyingi o'zgarishlari *ornitin siklida* sodir bo'ladi.



Siydikchilni sintezini ta'minlaydigan fermentlarning deyarli barchasi oksidlanish reaksiyalari intensiv sodir bo'lib turadigan jigar hujayralarining mitoxondriyalarida joylashgan. Hosil bo'lgan siydikchil jigar hujayralaridan qonga o'tadi va qon bilan buyraklarga borib, siydik bilan organizmdan tashqariga chiqariladi.

### **Savollar va topshiriqlar**

1. Sport bilan shug'ullanmaydigan katta yoshli odamlar bir kunda oziq-ovqat mahsulotlari tarkibida qancha miqdorda oqsil iste'mol qilishi mumkin?
2. Sportni qaysi turi bilan shug'ullangan sportchilarda organizmning oqsilga bo'lgan ehtiyoji oshadi? Sabablarini ko'rsating.
3. Oziqlar tarkibida organizmga kirgan oqsillar qanday biologik funksiyalarni bajaradi?
4. Peptidgidrolazalarga qaysi fermentlar kiradi va ular qaysi a'zo yoki to'qimalarda hosil bo'ladi?
5. Pepsin, tripsin va ximotripsinlar polipeptid zanjirida qaysi aminokislotalar hosil qilgan peptid bog'larini uzilish reaksiyalarini katalizlaydi?

## **MAVZU-10: MUSKUL VA MUSKULLARNING QISQARISH BIODIMYOSI**

### **Mavzuning rejasi**

1. Muskullarning tuzilishi.
2. Muskel tolalarning strukturasi va funksiyalari.
3. Muskullarning kimyoviy tarkibi.
4. Miofibrillarning oqsillarini struktura tuzilishi va hususiyatlari.
5. Muskel qisqarishining mexanizmi.

### **Tayanch iboralar**

Ko'ndalang-targ'il muskul, silliq muskul, muskul tolalari, (FT) tolalar, (ST) tolalar, sarkolemma, sarkoplazma, senapslar, miofibrillar, sarkomer, Z-membranalari, ekstraktiv moddalar, mioglobin, miozin, aktin, tropomiozin, troponin, poliyarsizlanish

### **Muskullarning tuzilishi.**

*Tana og'irligining 40-42% ini muskul to'qimasi tashkil qiladi. Muskullarning asosiy funksiyasi – qisqarish va keyin bo'shashish yo'li bilan organizmning barcha xarakatlarini ta'minlashdir. Odam va hayvonlarda ikki xil*

*muskul mavjud: ko'ndalang targ'il (skelet) va silliq muskullar. Sport biokimyosi uchun skelet muskullari muhim ahamiyatga ega.*<sup>71</sup>

Skelet muskullarining struktura-funksional birligi bo'lib *muskul tolasi* hizmat qiladi. Muskul tolalari 3 xil bo'ladi: oq tez qisqaradigan (FT), qizil sekin qisqaradigan (ST) va oraliq (FR) muskul tolalari. Biokimyoviy nuqtai nazardan ular asosan muskullar qisqarishining energetik ta'minotini bioenergetik mexanizmlari bilan o'zaro farqlanadi. Masalan, FT tolalarda asosan anaerob oksidlanish jarayoni fermentlari (glikoliz jarayoni fermentlari, sarkoplazma kreatinkinazasi) ko'p bo'ladi, ST tolalarda esa – asosan aerob oksidlanish jarayoni fermentlari (uchkarbon kislotalar sikli, oksidlanishli fosforlanish, yog' kislotalarining  $\beta$ -oksidlanish jarayonlari fermentlari), mioglobin oqsilining miqdori va mitoxondriyalarning soni ko'p bo'ladi. Mana shu oqsil ST tolalarga qizil rang beradi. Boshqa tomondan olganda, bu har ikkala tur – FT va ST tolalarini har xil motoneyronlar innervatsiya qilganligi sababli ular turli vaqtda ishga kirishadi va tolalarning qisqarish tezligi har xil bo'ladi.

Har bir muskul bir necha ming muskul tolalaridan tashkil topgan bo'lib, ularni biriktiruvchi qatlamlar va qobiqlar birlashtirib turadi. Muskul ko'p komponentli kompleks hisoblanadi. Muskulning tuzulishi haqida elementar tushuncha bo'lishi uchun, uning tarkibiga kiradigan strukturalarni va uni barcha tashkil etish darajalarini o'rganish maqsadga muvofiq bo'ladi.

### **Muskul tolasiining strukturasini va funksiyalari.**

Har bir muskul tolasi – bu ko'p yadroli gigant hujayra bo'lib, u rivojlanish jarayonida ko'p hujayralarning birlashib ketishidan hosil bo'lgan. har bir muskul bir necha ming muskul tolalaridan tashkil topgan va uning ishi barcha muskul tolalarining ishini qo'shilishidan hosil bo'ladi.

Muskul tolasi hujayrasi urchuqqa o'xshash ko'rinishga ega. Bu ko'p yadroli hujayraning uzunligi 0,1 dan to 2-3 sm (boldir muskuli 12 sm)gacha va yo'g'onligi 0,01 dan 0,2 millimetrgacha bo'ladi.

Muskul tolasi hujayrasining har bir struktura komponentlari o'zining maxsus funksiyalarini bajaradi.

Sarkolemma – bu ikki qavatli oqsil – lipid membranasi bo'lib uning qalinligi taxminan  $\square$  10 nM atrofida bo'ladi. Yarim o'tkazuvchan membrane hisoblanadi, chunki u turli moddalarning hujayraga kirishi va undan tashqariga hujayralararo bo'shliqqa chiqishini boshqarib turadi. Dielektriklik vazifasini bajaradi, ya'ni

---

<sup>71</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemistry for sport and Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -12

ikkita ion havzasini bir-biridan ajratib (izolyatsiya qilib) turadi. Boshqa membranalarga o`xshab turli anorganik va organik kation hamda anionlarni tanlab o`tkazish xususiyatiga ega. U orqali yuqori molekularli moddalar o`tmaydi (oqsillar, polisaxaridlar va boshqalar), lekin glyukoza, sut va pirouzum kislotalari, keton tanachalari, amino kislotalar, qisqa peptidlar va boshqa kichik molekularli moddalar o`tadi.<sup>72</sup>

Sarkolemma orqali moddalarni tashilishi faol xususiyatga ega, ya`ni energiya sarflanishi yo`li bilan bo`ladi. Bu hujayralararo bo`shliqdagiga nisbatan hujayralarning ichida ba`zi moddalarni yuqori konsentratsiyasida to`plashga imkoniyat tug`diradi. Sarkolemmani tanlab o`tkazuvchanligi muskul tolasida qo`zg`aluvchanlikning paydo bo`lishida muhim ahamiyatga ega. Sarkolemma hujayra ichida ko`p miqdorda to`planadigan  $K^+$  ionlari uchun o`tkazuvchan. Shu bilan bir vaqtning o`zida  $Na^+$  ionlarini hujayradan chiqaradigan “ion asosini” tutadi. Natriy ionlarining hujayralararo bo`shliqdagi konsentratsiyasi  $K^+$  ionlarining hujayra ichidagi konsentratsiyasidan yuqori, bundan tashqari, muskul tolasida hujayrasining ichki qismida ko`p miqdorda organik anionlar (sut va pirouzum kislotalari, fosfatlar va boshqalar) bo`ladi. Bularning hammasi sarkolemmaning tashqi yuzasida musbat zaryadlarni va ichki sirtida manfiy zaryadlarning hosil bo`lishiga olib keladi. Ularning farqi membrana potentsiallarini hosil bo`lishiga olib keladi, muskul tolalarini tinch holatida ular taxminan 90-100 *mv* ni tashkil qiladi va qo`zg`alishning hosil bo`lishi hamda uzatilishini zaruriy sharoiti hisoblanadi.

Sarkolemmaning tashqi yuzasida membrane bilab bog`langan fermnetlar – transport ATF azalari, adenilatsiklazalar va bir qator garmonlar, vitaminlar va boshqa biologik faol moddalarning retseptor oqsillari mujassamlashgan. Sarkolemmani yuzasida harakatlantiruvchi neyronlarning uchi tamomlanib, markaziy nerv sestimasidan (MNS) muskullarga nerv signallarini o`tkazishni ta`minlaydigan nerv-muskul apparati **sinapsni** hosil qiladi.

*Sarkoplazma - bu murakkab oqsil kolloid eritmasi. Unda glikogen, yog` tomchilari va hujayra strukturalari- yadro, mitoxondiriya, ribosomalar, SR, lezosomalar, Goldji apparati va boshqalar joylashgan. Ularning funksiyalari maxsus muskul oqsillarining sentiziga ta`sir qilish yo`li bilan muskul tolalaridagi moddalar almashinuvini boshqarishdan iborat.*<sup>73</sup>

---

<sup>72</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -12-13

<sup>73</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -15

Buldan tashqari, sarkoplazmada uglevodlarning anaerob oksidlanish jarayoning (glikolizning) fermentlari kriatinfosfat va ADF ning perifosforlanishini boshqaradigan ferment – kriatinkinaza, oqsillar, yog` kislotalari va nukleotidlar biosentizida ishtirok etadigan fermentlar va h.k. joylashgan.

**Yadro (mag`iz)** - irsiyatni saqlash va nasldan naslga o`tkazishga javobgar.

**Metoxondriya** – hujayraning “ **kuch stansiyasi**”, ya`ni ATFning sintezlanish joyi. Hujayrada sintezlanadigan ATFning – 90% mitoxondriyada sintezlanadi. Ularning miqdori mashqlangan muskullarda mashqlanmaganlarga nisbatan ko`proq bo`ladi.

**Ribosomalar** - oqsillarning sintez markazi.

**Lizosoma** – ularning pufakchalarida oqsillar, lipidlar va uglevodlarni parchalaydigan fermentlar (gidrolazalar) mujassamlashgan. Kerak bo`lgan sharoitda, ya`ni jadal muskul ishi bajarilganda lizosomalarning membranalari buziladi yoki ularning o`tkazuvchanligi oshadi va sarkoplazmaga ularda mujassamlashgan biopolimerlarni parchalaydigan fermentlar chiqib, hujayrasining energiyasiga bo`lgan ehtiyojini ta`minlaydi.

Muskul tolasi boshqa to`qima va organlarning hujayralaridan farq qilib, o`zining tarkibida *miofibrillalar* deb ataladigan organoidni tutadi.

**Miofibrillar** – muskullarni qisqartiruvchi element hisoblanadi. Ularning uzunligi odatda muskul tolasi (hujayrasi)ning uzunligi bilan teng, diametri esa 1-2 mikron (mkm)ni tashkil qiladi. har bir hujayrada miofibrillalarning soni 2000 atrofida bo`ladi. Mashqlanmagan organizmlarning muskul tolalarida miofibrillar betartib joylashgan, mashqlanganlarda esa – Kongeym bog`lamlarida tartib bilan joylashgan.

O`zlarining tuzilishi bo`yicha miofibrillar ko`ndalang-targ`il ko`rinishga ega bo`lib, huddi ikki xil disklardan – yorug` I disklar va qorong`u A disklardan tuzilgan. Ohirgisi yorug`lik nurlarini ikki marta sindirish qobiliyatiga ega.

Elektron mikroskop ostida shu narsa tasdiqlanganki, yorug` disklar ingichka iplardan (ingichka flamentlardan), qorong`u disklar esa – yo`g`on iplardan (yog`on flamentlardan) tashkil topgan.

*Ingichka iplarni yorug` diskning o`rtasida Z-membranasi kesib o`tadi. Ikkita Z-membranasi oralig`idagi masofa sarkomer deb ataladi. Tinch holatdagi muskullarda uning uzunligi 1,8 - 2,5 mikronni (mkm) tashkil qiladi.<sup>74</sup> A-diskni o`rtasida yorug`roq N zona bo`lib, uning o`rtasida qorong`uroq M chizig`i o`tadi.*

---

<sup>74</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -15-16



Bitta miofibrillada 1000-1200 gacha sarkomer bo'ladi. Sarkomerning yo'g'on iplarining diametri 11-14 nm va uzunligi 1500 nm atrofida, ingichka iplarining – diametri 4-6 nm, uzunligi 1000 nm bo'ladi. Miozin oqsilidan tuzilgan yo'g'on iplarning “tog'nog'ichsimon” boshchalari bor, aktin oqsilidan tuzilgan ingichka iplar – yoy o'qisimon bo'lib, qisqargan vaqtda ular o'zaro ko'ndalang ko'priklar yoki uloq hosil qiladi.

Muskullar qisqargan paytda A diskning uzunligi o'zgarmaydi, chunki yo'g'on ipning uzunligi doimiy. Ingichka iplar yo'g'on iplarning oraligiga kirgani hisobiga I diskning uzunligi kamayadi. O'rtacha qisqargan sarkomerning uzunligi 1,7-1,8 mkm ni tashkil qiladi.

To'la (o'ta) qisqargan paytda sarkomerning uzunligi 1 mkm atrofida bo'ladi. Muskel qisqargan vaqtda miofibrillarda ikkita Z-membranalari oraligidagi masofa qisqaradi.

Ikkita yapon olimlari Soichiro Tsukito va Masafumi Yano elektron mikroskopda muskullarning qisqarishi va bo'shashishi aktin iplarni miozin iplariga nisbatan siljishi natijasi ekanligini eksperimental isbotlab bergan.

### **Musku to'qimasining kimyoviy tarkibi.**

*Katta yoshli odam va hayvonlarning musku to'qimasining 75-80% suvga, 20-28% esa muskulning quruq qoldig'iga to'g'ri keladi. Quruq qoldiqning deyarlik 85% oqsillar, qolgan 15% esa lipidlar va boshqa ekstraktiv organik va anorganik moddalar tashkil qiladi.*

#### **Sutemizuvchilarning muskullarini kimyoviy tarkibi**

<b>Moddaning nomi</b>	<b>Miqdori, %</b>	<b>Moddaning nomi</b>	<b>Miqdori, %</b>
Suv	72-80	Erkin amiyokislotalar	0,1-0,7
Oqsillar	16,3-20,9	Siydikchil	0,002-0,2
Glikogen	0,3-2,0	Sut kislotasi	0,01-0,02
Fosfatidlar	0,4-1,0	Anorganik tuzlar	1,0-1,5
Xolesterin	0,03-0,23	SHu jumladan:	
Kreatin+kreaatinfosfat	0,2-0,55	K	0,32
Kreatinin	0,003-0,005	Na	0,08
ATP	0,25-0,40	Ca	0,007
Karnozin	0,2-0,3	Mg	0,02
Anserin	0,09-0,15	Cl	0,02
Karnitin	0,02-0,05	P	0,2
Purin asoslari	0,07-0,23		

*Barcha muskul oqsillarining 40% miofibrillarga, 30% - sarkoplazmaga, 14% - mitoxondriyalarga, 15% - sarkolemmaga, qolganlari – yadro, ribosomalar va boshqa hujayra organoidlariga to'g'ri keladi.*<sup>75</sup>

Maydalangan muskullardan suv bilan ekstraktsiya qilib sarkoplazmaning oqsillari (glikoliz va aminokislotalarni faollash jarayonining fermentlari – oqsillari, mioglobin, zaxira albuminbar va h.k.) tuzlarning konsentrlangan eritmaları (0,6-1,0 m KCL yoki NaCL eritmasi ) bilan – miofibrillarning oqsillari, ishqoriy eritmalar bilan eas - yadro oqsillari - nuleoproteidlar ajratib olinadi. Cho'kmada paylarning erimaydigan oqsillari - kollagen va elastinlar qoladi. Bu oqsillar *miostrominlar* deb atalib, elastiklik xususiyatiga ega va muskullarning qisqarganidan so'ng uni bo'shashida ahamiyatga ega.

*Muskul tolasi hujayrasida tuzilishi va funksiyasi bo'yicha qonning gemoglobiniga o'hshash oqsil – mioglobin bo'ladi. U o'zining funksiyasini faqat muskul tolasi hujayrasi doirasida bajaradi, ya'ni O<sub>2</sub> ni qonning gemoglobinidan mitoxondriyaga va CO<sub>2</sub> ni aksincha gemoglobinga tashiydi.*<sup>76</sup>

**Ekstraktiv moddalardan** tarkibida azot tutgan birikmalar alohida ahamiyatga ega. Bularga ATF (0,25-0,40%) va kreainfosfat (0,40-1,0%) kiradi.

Muskullarning muhim ahamiyatli azotsiz birikmalariga glikogen va uning almashinuv mahsulotlari (pirouzum va sut kislotalari), yog'lar, xolesterin, keton tanachalari va mineral moddalar kiradi. Muskullarda glikogenning miqdori 0,2-3% doirasida o'zgarib turadi va sportchining mashqlanganlik darajasiga bog'liq bo'ladi. Mashqlangan muskullarda glikogenning miqdori mashqlanmaganga nisbatan ancha ko'p bo'ladi.

*Lipidlar* – muskul tolalarida 1% gacha sarkoplazmaning oqsil strukturalari bilan bog'langan sarkoplazmatik yog' bo'ladi. Bu yog' muskul ishi vahtida va och qolganda ham ishlatilmaydi. Uzoq muddatli ishda chidamlilikka mahsus mashqlangan sportchilarning muskullarida zahira yog'lari to'planishi mumkin.

Mineral moddalardan muskullarda K, Na, Sa, Mg, Sl, N<sub>2</sub>RO<sub>4</sub><sup>-</sup>, NRO<sub>4</sub><sup>2-</sup> va boshqalar bo'lib, ular muskullarning umumiy og'irligini 1-1,5% ini tashkil qiladi.

**Mineral moddalardan** muskullarda asosan K, Na, Ca, Mg, Cl, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup> va boshqalar bo'lib, ular muskulning umumiy og'irligi 1-1,5% ini tashkil qiladi. Ular qisqarayotgan muskullarda biokimyoviy jarayonlarni boshqarishda qatnashadi.

---

<sup>75</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -13

<sup>76</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -15

## **Miofibrillarning oqsillarini struktura tuzilishi va xususiyatlari.**

Miofibrillar oqsillar guruhiga kiradi: miozin, aktin, tropomiozin, troponinlar, b- va v-aktinlar. Bular muskullarning qisqartiruvchi oqsillari hisoblanadi.

*Miozin – muskullarning asosiy qisqartiruvchi oqsili bo'lib, uning hissasiga miofibrillarning umumiy oqsilini 60% -i to'g'ri keladi. U molekulyar massasi 470 000 Da bo'lgan fibrillar oqsil. Miozinning molekulasini uzunligi 150 nm va yo'g'onligi 2 nm, bir uchida (spirallashtirilmagan) “to'g'nog'ichsimon” boshchasi bo'lib (16 nm), har biri 1800 aminokislota qoldig'ini tutgan bir xil ikkita polipeptid zanjiridan tashkil topgan. Miozinning “to'qnog'ichsimon” boshchasi fermentativ – ATFaza faolligiga ega. Miozin oqsilidan sarkomerning yo'g'on iplari (protofibrillar) tuzilgan.*

*Miozin molekulasining tarkibida monoamindikarbon kislotalari ayniqsa glutamin kislotasi ko'p ya'ni miozinning molekulasini ko'proq manfiy zaryadga ega. Miozinning “to'g'nog'ichsimon boshchasi” fermentativ – ATF aza faolligiga ega va o'zida ikkita markaz – substratni bog'lab olish va kataletik faollik markazini tutadi. Miozinning boshchasi  $Mg^{2+}$  ionlari yordamida ATF yoki ADF molekulasini bog'lab olish qobiliyatiga ega. Miozin oqsilidan sarkomerning yo'g'on iplari (protofibrillari) tuzilgan.*

*Aktin – ikkinchi muhim qisqartiruvchi oqsil bo'lib, miofibrillar oqsillarining 25% ni tashkil qiladi. U globulyar (G) oqsil, molekulyar massasi 42 000 Da. G-Aktinni molekulasini 374 aminokislota qoldig'idan tashkil topgan bitta polipeptid zanjiridan tuzilgan. Ikkita G-aktin molekulasini o'zaro ADF orqali birikib, dimerni hosil qiladi. G-aktinning dimerlaridan ikki zanjirli strukturaga ega bo'lgan fibrillar F-aktin hosil bo'ladi. F-aktindan sarkomerning ingichka iplari tuzilgan.*

*Tropomiozin – uning miqdori muskullarda uncha ko'p emas va miofibrillar oqsillarini 4-7% ni tashkil etadi. Tropomiozinning molekulyar massasi 65 000 Da, uning molekulasini ikkita b-spirallashtirilmagan polipeptid zanjiridan tashkil topgan va 40 nm uzunlikdagi o'zak ko'rinishga ega.<sup>77</sup>*

**Troponinlar** – molekulyar massasi 80 000 Da bo'lgan globulyar (G) oqsillar. Ularning muskullardagi miqdori juda kam va miofibrillar oqsillarining taxminan 2% ni tashkil qiladi. Uchta subbirligi bor: T<sub>H</sub>-I, T<sub>H</sub>-C va T<sub>H</sub>-T.

---

<sup>77</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemistriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -15

Miofibrillarda F-aktin, tropomiozin va troponinlardan sarkomerning ingichka iplari (filamentlari) hosil bo`ladi. Troponin – tropomiozin kompleksi aktomiozin kompleksiga  $Ca^{2+}$  ionlariga sezuvchanlikni ta`minlaydi.

### **Muskul qisqarishining mexanizmi.**

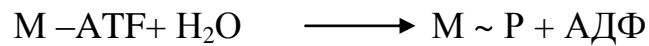
Hozirgi zamon tushunchasi bo`yicha muskullarning qisqarish va bo`shashish jarayonlari va unda sodir bo`ladigan kimyoviy reaksiyalarning ketma-ketligini quyidagicha ifodalash mumkin:

1. Markaziy nerv sestimasidan nerv-muskul apparati – sinapsga kelayotgan elektr impulslari muskul qisqarishini chaqiradi. Elektr impulslari sinapsga yetib kelishi bilan maxsus pufakchalarning bir qismi yorilib, undan neyromediator – atsetilxolin ajralib chiqadi va membranadagi maxsus teshikchalar orqali hujayralararo bo`shliqqa o`tib, postsenaptik membranadagi(sarkolemmadagi) maxsus retseptor oqsili bilan bog`lanadi.
2. Retseptor oqsil – atsetilxolin kompleksi hosil bo`lishi retseptor oqsilining konformatsiyasini o`zgarishiga olib keladi, natijada sarkolemmani  $Na^+$  ionlari uchun o`tkazuvchanligi oshadi va ular muskul tolasi hujayrasi ichiga kira boshlab, sarkolemmaning ichki yuzasidagi manfiy zaryadlar sonini kamaytiradi.
3. Depolarizatsiya bo`lib, ta`sir toki hosil bo`ladi va u miniatur va potentsiallar shaklida aktin va miozin iplarini o`zaro ta`sir qiladigan miofibrillalarning qismini o`rab olgan sarkoplazmatik retikulumni T-sestimalari, sestimalari va pufakchalarining barcha membranalarigacha tarqaladi. Sarkoplazmatik retikulumning pufakcha va sestimalarida  $Ca^{2+}$  bog`lab oladigan oqsil bo`lib, u  $Ca^{2+}$  - ATF azasi yoki kalsiy pompasi yoki kalsiy nasosi yoki bo`shashish omili deb yuritiladi.
4. Sarkoplazmatik retikulumning pufakcha va sestimalariga elektr qo`zg`alishi (ta`sir toki) yetib kelishi bilan kalsiy nasosi ishlab  $Ca^{2+}$  -ionlarini bo`shatib yuboradi. Sarkoplazmada  $Ca^{2+}$  ionlarining konsentratsiyasi ko`payadi ( tinch holatdagi muskullarda  $Ca^{2+}$  ionlarining konsentratsiyasi  $\approx 10^{-7}$  M bo`ladi,  $10^{-6}$  - $10^{-5}$  konsentratsiyada esa muskulning qisqaruvchanlik faolligi eng yuqoriv darajada bo`ladi). Bo`shalgan  $Ca^{2+}$  troponin C-ga bog`lanib konfarmatsion o`zgarishni chaqiradi ya`ni troponin trop-tropomiozin o`qining buralishi sodir bo`ladi va ingichka protofibrildagi (ipdagi) G-aktinning faol markazi bilan yo`g`on protofibrildagi miozinning “boshchasi” o`rtasida ko`ndalang ko`prikcha hosil bo`ladi. Shu bilan birga miozin ATF-azasi ishga tushib ATFni ADF va anorganik fosfatga parchalaydi va energiya ajratib chiqaradi. SHu energiya hisobiga miozinning “boshchasini” konformatsiyasi o`zgaradi, ya`ni  $90^\circ$  burchak bilan aktin ipining tegishli markaziga bog`lanib miozin boshchasi  $45^\circ$  buralib miozin ipi

bo`ylab o`zi bilan aktin ipini tortadi (taxminan bitta elementar qadam -11 nm atrofida bo`ladi. Aktin ipi bitta qadam qilgandan keyin aktomiozin kompleksidan ADF va fosforkislotasi ajralib chiqadi.

5. Miozinning boshchasiga ATFning yangi molekulasi  $Mg^{2+}$  -ionlari ishtirokida birikadi va jarayon miozin molekulasining keying boshchasi bilan takrorlanadi shu bilan birga miozin boshchasi bilan aktin orasida qancha ko`p ko`ndalang ko`prikchalar hosil bo`lsa, muskul qisqarishining kuchi shuncha katta bo`ladi.
6. Muskulning boshlanishi uchun harakatlantiruvchi nervdan kelayotgan impulslar to`xtashi kerak va sarkoplazmada  $Ca^{2+}$  ionlarining miqdori kamayishi lozim. Bu sarkoplazmatik retikulumning pufakchalari va sesternalaridagi  $Ca^{2+}$  -ATF-azasi  $Ca^{2+}$  ionlarini aksincha bog`lab olish yo`li bilan sodir bo`ladi. Shuni aytish kerakki,  $Ca^{2+}$  sarkoplazmatik retikulumning pufakchalari va sesternalarini ichiga tashilishi bir molekula ATFni parchalanganda ajralib chiqqan energiya hisobiga bo`ladi. Shunday qilib, skelet muskullarining qisqarishiga qancha energiya sarflangan bo`lsa, ularni boshlanishiga ham shuncha energiya sarflanadi.
7. Muskullarning bo`shashish jarayonining o`zi quyidagi ko`rinishga ega: harakatlantiruvchi impulslarni uzatishi to`xtashi bilan  $Ca^{2+}$  SR sesternalari ichiga o`tib oladi. Troponin-C o`ziga bog`langan  $Ca^{2+}$  yo`qotadi, buning natijasida troponin-tromiozin kompleksida konfarmatsion o`zgarish yuz beradi va troponin-1 G –aktinning faol markazini boshchasi bilan bog`lanishga yo`l quymaydi. Sarkoplazmada  $Ca^{2+}$  ionlarining konsentratsiyasi boshlang`ichdan ( $\approx 10^{-7} M$  dan) kamayib ketadi va muskul tolalari ko`ndalang ko`prikchalar hosil qilish qobiliyatini yo`qotadi. Bunday sharoitda qisqarish vaqtida deformatsiyalangan stromaning elastik kuchlari ustunlik qiladi va muskul bo`shashadi. Shu vaqtda miozinning boshchasi oldingi konformatsiyasini egallaydi, ingichka aktin ipi esa o`zining boshlang`ich holatiga qaytib keladi. Muskul ingichka va uzunroq bo`lib qoladi ya`ni boshlang`ich yo`g`onligi va uzunligini egallaydi. Shunday qilib muskullarning qisqarish va kelgusi bo`shashishi jarayonida ingichka aktin iplari miofibrillarning yo`g`on miozin iplari bo`ylab sirpanadi natijada ikkita Z-membranalar orasidagi masofa qisqaradi.
8. Muskul ishi vaqtida ATFning sarflanish tezligi juda katta va daqiqaga bir gr muskulga  $10 \text{ mkmol}$  ni tashkil qiladi. Muskuldagi ATFning zaxirasi ko`p emas (0,25-0,40 % atrofida), demak muskulning normal ishini ta`minlash uchun ATF qanday tezlik bilan sarflansa, shunday tezlikda uning zaxirasi tiklanib turishi kerak. Shunday qilib, skelet muskullarining qisqarish va bo`shashish jarayonida sodir bo`layotgan kimyoviy reaksiyalarning ketma-ketligini sxematik ravishda quyidagicha ifodalash mumkin:

+Mg<sup>2+</sup>



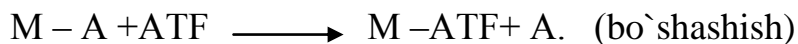
Miofibrillning ingichka ipi G-aktinning faol markazi bilan miozin boshchalari o'rtasida ko'ndalang ko'prikchani (makroergik aktomiozin kompleksini) hosil bo'lishi.



Muskulning qisqarishi, ya'ni ATFning kimyoviy energiyasini mexanik ishga aylanishi.



11. Miozin boshchasi bilan aktin orasidagi ko'ndalang ko'prikchani uzilishi – bo'shashish:



### Savollar va topshiriqlar

1. Muskul to'qimasi qanday turlarga bo'linadi va ularning har biriga qisqa tavsif bering.
2. Skelet muskullarining asosiy biologik funksiyasi nimadan iborat?
3. Skelet muskullarining struktura-funksional birligi bo'lib nima xizmat qiladi?
4. Muskul tolasi deyilganda nimani tushunasiz?
5. Muskul tolasi qanday turlarga bo'linadi va ular o'zaro qaysi xususiyatlari bilan bir-birlaridan farq qiladi?
6. Miofibrillar qaysi bir hujayralarning tarkibiga kiradi va qanday biologik funksiyani bajaradi?



## MAVZU-11: MUSKUL ISH FAOLIYATIDAGI BIOENERGETIK

### JARAYONLAR.

#### Mavzuning rejasi

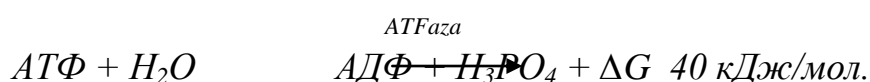
1. Muskul ishi uchun energiya manbalari.
2. ATF resintezining anaerob va aerob yo'llari.
3. Kreatinkinaza reaksiyasida ATFning resintezi.
4. Glikoliz jarayonida ATFning resintezi.
5. Miokinaza reaksiyasida ATFning resintezi.
6. Aerob jarayonda ATFning resintezi.
7. Har xil quvvatli va davomiylikdagi mashqlarda ATF resintezining anaerob va aerob jarayonlarini nisbatlari.

#### Tayanch iboralar

**Bioenergitik jarayonlar, energiya manbalari, ATF resintezi, (K<sub>r</sub>F), ADF, Kreatinkinaza, glikoliz jarayoni, sut kislotasi, miokinaza reaksiyasi, aerob jarayon, anaerob jarayon, aerob tipdagi mashqlar, anaerob tipdagi mashqlar, aralash tipdagi mashqlar.**

#### Muskul ishi uchun energiya manbalari

*Muskulning qisqarishi va bo'shishi uchun bevosita energiya manbasi bo'lib makroerg birikma – adenozin trifosfat (ATF) yoki ATFning parchalanish reaksiyasi xizmat qiladi.*



*Tenglama bo'yicha ATF fermentativ parchalanganda qisqarish jarayonida mehanik ishga aylanadigan energiya ajralib chiqadi. Oxirgi (uchunchi) makroerg fosfat bog'i uzilganda har bir mol ATF dan 30 – 46 kilojoulgacha energiya ajralib chiqadi. Odatda qabul qilinishicha, odam organizmida normal fiziologik sharoitda 1 mol ATF parchalanishida ajralib chiqqan energiya  $\square$  kJ ni tashkil qiladi.<sup>78</sup>*

---

<sup>78</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -3-4

Muskullarda ATFning miqdori nisbatan ko'p emas va 5 mMG`kg atrofida (yoki 0,25-0,40%) bo'ladi. Biroq, bir tomondan, muskullar o'zida ko'p miqdorda (5 mMG`kg dan ko'p) ATFni yig'aolmaydi, chunki bunday holatda miozin ATFazasining substratli ingibirlanishi ro'y beradi. Bu esa muskullarning qisqarish va bo'shsh jarayonlarining tezligini pasaytiradi, natijada bajarilayotgan muskul ishining tezligi va intensivligi susayadi. Shu bilan birga muskullarda ATFning miqdori 2 mMG`kg dan kam bo'lishi mumkin emas. Chunki bunday holatda SR pufakchalari va sisternalaridagi "kaltsiy nasosi" (Sa2Q - ATFazasi) ishlamay qoladi va muskul to ATF zahirasi butunlay tamom bo'lishigacha qisqaradi va rigor holati rivojlanadi. Muskul toshdek qotib qisqarish va bo'shsh qobiliyatini yo'qotadi. Shuning uchun ham ATF muskullarning qisqarish jarayonida qanday tezlik bilan parchalanayotgan (sarflanayotgan) bo'lsa, uning zahirasi muskul ish faoliyati davomida ana shunday tezlik bilan tiklanib (resintezlanib) turishi kerak. Bu muskullardagi uglevodlar va boshqa organik birikmalarning anaerob va aerob oksidlanish jarayonlari bilan ta'minlanib turiladi.

*ATF resintezining anaerob va aerob yo'llari:* yuqorida keltirilganidek, muskuldagi ATFning zaxirasi ko'p emas va 5 mM/kg atrofida yoki 0,25-0,4 % ni tashkil qiladi. Bu miqdordagi ATF faqat 3-4 yolg'iz maksimal kuchli qisqarishga yetadi. Shu bilan birga muskullarda mikrobiopsiya usulini qo'llash yo'li bilan shu narsa aniqlandiki, ishlayotgan muskullarda ATFning konsentratsiyasi ishni boshlanishida biroz kamayib, so'ngra o'zgarmasdan bir darajada doimiy saqlanadi, keratin fosfatning konsentratsiyasi esa ish boshlanishi bilan keskin kamayadi va sut kislotasining miqdori aksincha ko'payib boradi. Bundan shunday xulosa qilinadi: muskul ish faoliyati davomida ishlayotgan muskullarda ATF qanday tezlik bilan sarflansa, taxminan shu tezlikda uning zaxirasi tiklanib (resentezlanib) turadi.

Haqiqattan ham odam organizmida ATFni resentezlab turadigan bioenergetik jarayonlar borligi aniqlangan. Muskul ish faoliyatida ATFning resentezi anerob sharoitda boradigan reaksiyalar davomida hamda kislorodning iste'moli bilan bog'liq bo'lgan hujayradagi oksidlanish jarayonlari hisobiga amalga oshishi mumkin.

Odamning skelet muskullarida ATFning resintezlanishi mumkin bo'lgan uchta anaerob va bitta aerob jarayon borligi aniqlangan:

- kreatinkinaza reaksiyasi (alaktat anaerob jarayon) – ATFning resentezi kreatinfosfat (Krf) va ADFlarni perefosforlanishi hisobiga amalga oshadi;

- glikoliz (lakatsid anaerob jarayon) – ATFning resintezi uglevodlarning (glyukoza yoki glikogenni) sut kislotasigacha fermentativ parchalanishi davomida amalga oshadi;
  - miokinaza reaksiyasi – ikki molekula ADFning perefosforlanish hisobiga ATF resintezlanadi;
  - aerob jarayon – ATFning resintezi mitoxondriyada to'qimaning nafas olishida, ya'ni oksidlanishli fosforlanish jarayoni davomida amalga oshadi.
- Muskul ish faoliyatida ATF resintezining anaerob va aerob jarayonlarini miqdoriy baholash uchun uchta biokimyoviy kriteriyadan foydalaniladi:
- quvvat kriteriyasi – har bir jarayondagi energiya o'zgarishining (ATF resintezining) tezligini ko'rsatadi;
  - hajm kriteriyasi – energiya resurslarining umumiy zahirasini ifodalaydi;
  - samaradorlik kriteriyasi – berilgan jarayonda ajralgan umumiy energiya bilan ATFning resintezlanishiga sarflangan energiyani o'zaro nisbatini ko'rsatadi.

ATF resintezining anaerob va aerob mexanizmlari o'zlarining quvvat, hajm va samaradorlik parametrlari bilan bir-birlaridan ancha farq qiladi.

Quyida muskulda ATFning barcha resentez jarayonlarini va ularning ishga tushish tartibini ko'rib chiqamiz.

### **Kreatinkinaza reaksiyasida ATFning resintezi.**

*Muskullarda ATFDan tashqari boshqa makroerg birikma – kreatinfosfat (KpF) bo'lib, uning miqdori ATFnikidan 3-4 marta ko'p, ya'ni 15-16 mMG`kg (yoki 0,4-1,0%)ni tashkil qiladi. Muskulda ATFning kontsentratsiyasi kamayishi bilan energiya ta'minotiga kreatinkinaza reaksiyasi irishadi. Bu reaksiyada ATFning resintezi KpF va ADFning perefosforlanishi hisobiga amalga oshadi:*



*Ishlayotgan muskullarda keratinkenaza reaksiyasining tezligi bajarilayotgan ishning intensevligiga va muskul kuchlanishining kattaligiga to'g'ri proporsional bo'ladi. Kreatinkinaza reaksiyasi o'zining maksimal tezligiga muskul ishining 2-3chi sekundlarida erishadi va 30 sekunddan keyin uning tezligini yarmisi qoladi.<sup>79</sup>*

<sup>79</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism.* Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -4-5

Muskuil ishi boshlanish jarayonida birinchi bo`lib kreatinkinaza reaksiyasi ATF resentezi jarayonida ishga kirishadi va musjullarda KrF ning zaxirasi ancha kamayguncha o`zining maksimal tezligi bilan ishlaydi. Ayniqsa, sportning sport o`yinlari turlarida, qayerda bajariladigan mashqlarning tezligi sharoitga qarab ko`p marta yo tezlashib, yo sekinlashib o`zgarib turadi.

Ushbu reaksiyaning maksimal hajmi, ya'ni ATF va KrFlarning umumiy zahirasi maksimal intensivlikdagi mashqni berilgan quvvatini pasaytirmasdan 10-15 sekund davomida bajarishga etadi. Kreatinkinaza reaksiyasining eng katta (maksimal) quvvati 3,8 kDj/kg.min. (900-1100kal/kg.min.)ni tashkil qiladi. Bu reaksiya muskullarda ATFning kontsentratsiyasini nisbatan doimiyiligini ta'minlaydigan o`ziga xos "**energetik bufer**" vazifasini bajaradi.

Kreatinkinaza reaksiyasi osonlik bilan (engil) orqaga qaytar reaksiya. Ayniqsa sportning sport o`yinlari turlarida, qayerda bajarilayotgan mashqlarning tezligi sharoitga qarab ko`p marta yo tezlashib, yo sekinlashib o`zgarib turadi, kreatinkinaza reaksiyasi yo`nalishi yoki o`ngga – ATFni hosil bo`lishiga qarab, yoki chapga – KrFning zahirasini tiklashga qarab o`zgarib turadi.

Bu reaksiya lokal muskuil ish faoliyatini biokimyoviy asosini tashkil qiladi. U qisqa muddatli maksimal quvvatli mashqlarni energiya ta'minotida hal qiluvchi rol o`ynaydi, jumladan: qisqa masofaga yugurish, sakrash, disk uloqtirish, og`ir atletika mashqlari, gimnastika va akrobatika elementlarini bajarish, velotrek, finisholdi tezlashishi va hokazolar.

### **Glikoliz jarayonida ATFning resintezi.**

Muskuil ish faoliyatida kreatinkenaza reaksiyasining tezligi pasayib borishi bilan energiya ta`minoti jarayoniga glikoliz tobora ko`proq jalb qilinadi. Glikoliz jarayonida muskuil ichidagi glikogenning zaxirasi va qondan kirayotgan glyukoza fermentative yo`l bilan ikki molekula pirouzum yoki ikki molekula sut kislotasigacha parchalanadi. Glikoliz yoki glikogeni fosforolizidan (glikogenoliz) yoki erkin glyukozaaning fosforlanishidan (geksokenaza reaksiyasi) boshlanishi mumkin. Glikoliz (glikogenoliz) ayrim reaksiyalarini katalizlaydigan fermentlarining ko`pchiligi SR membranalari va sarkoplazmada joylashgan.

Muskullarda kreatinfosfatning zahirasi 1/3 qismga kamayishi bilanoq kreatinkinaza reaksiyasining tezligi kamaya boshlaydi va ATFning resintez jarayoniga glikoliz va aerob jarayon tobora ko`proq kirisha boshlaydi. *Glikoliz (glikogenoliz) – glyukozaaning (glikogenning) anaerob parchalanishi jadal muskuil ishi boshlangandan so`ng 20-30chi sekundlarda o`zining maksimal tezligiga erishadi va ishning 1-daqiqalari oxirida yangitdan*

resintezlanayotgan ATFning asosiy manbai bo`lib qoladi. Ammo muskullarda nisbatan uncha ko`p bo`lmagan glikogenning zaxirasini tez tugallanishi va hoisl bo`layotgan sut kislotasi hamda hujayra ichi pH ning pasayishini ta`sirida glikoliz zanjiri asosiy fermentlarining faolligini kamayishi mashqning davomiyligini oshishi bilan glikolizni tezligi pasayadi.<sup>80</sup> Muskel ishi boshlangandan 15-daqiqa o`tgandayoq glikolizni tezligini yarimisi qoladi.

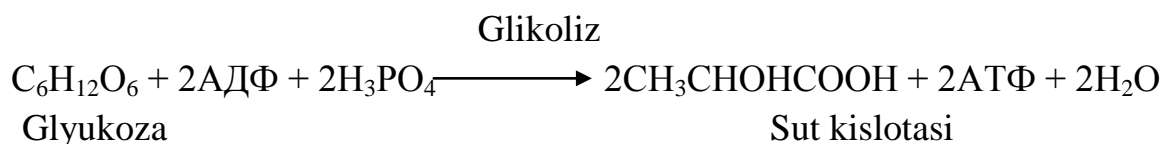
Organizmdagi uglevodlarning umumiy zaxirasi va hujayra ichi pH ko`rsatkichlarini stabilizatsiya qilib turadigan buffer sestimalarini hajmi 30 soniyadan to 2-3 daqiqagacha intervaldagi mashqalarni berilgan intensevligini pasaytirmasdan bajarishni ta`minlaydi. Demak, ATF resentezini glikoletik yo`lining hajmi ATF resentizining allaktat anaerob yo`lini hajmidan bir tartibda (10 martadan oshiqroq) ko`p.

Glikoliz jarayoni nisbatan unchalik yuqori bo`lmagan energetik samaradorligi bilan ajralib turadi. Chunki, 1 molekula glyukoza (yoki glikogenning 1 glyukoza qoldig`i) 2 molekula pirouzum yoki sut kislotasigacha anaerob jarayonida parchalanganida umumiy 2860 kJ/Mol energiyaning 240 kJ/mol i ajralib chiqadi. Qolgan energiya esa keyinchalik pirouzum ( sut ) kislotasining aerob oksidlanish jarayonida ajraladi.

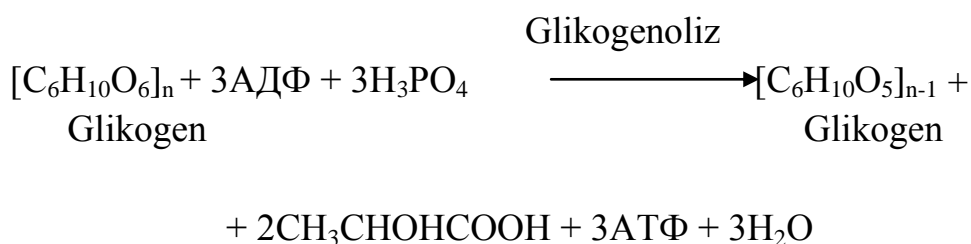
Demak, glikoliz dabomida ajralgan umumiy energiyaning (240 kJ/mol) 84 dan 125 kJ li ATFning makroerg fosfat bog`lariga aylanadi, ya`ni glikoliz jarayonida 2 molekula ATF ( □ 80 kJ) va glikogenolizda 3 molekula ATF ( □ 120 kJ) hosil bo`ladi. Shunday qilib, glikoliz jarayoning energetik samaradorligi umumiy ajralgan energiyaning taxminan 40% ini tashkil qiladi yoki foydali vish koeffesenti bo`yicha 0,4 ko`rsatkichi bilan ifodalanadi.

Zo`riqqan muskul ishi sharoitida glikolitik yo`l bilan parchalanayotgan uglevodlarning asosiy miqdori sut kislotasiga aylanadi. Anaerob ishga sut kislotasining to`planish darajasi bajarilayotgan mashqning intensevligi va davomiyligi bilan to`g`ri proporsional bo`lgan.

Glikoliz va glikogenoliz jarayonlarining umumlashtirilgan tenglamalarini quyidagi ko`rinishda ifodalash mumkin:



<sup>80</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -6



Sut kislotasi

Ushbu tenglamadan ko'rinib turibdiki, glikoliz va glikogenoliz jarayonlarining energetik samaradorligi 2 va 3 molekula ATFni yoki jarayonlarda ajralib chiqqan umumiy energiyaning 35-52%ni tashkil qiladi.

Glikoliz jarayonining maksimal quvvati 2,5 kDjG`kg.min. (750-850 kalG`kg.min.)ni tashkil qiladi. Bu kreatinkinaza reaksiyasining maksimal quvvatidan (3,8 kDjG`kg.min.) biroz past, lekin aerob jarayonning quvvatidan 2-3 marta yuqori.

Organizmdagi uglevodlarning umumiy zahirasi va hujayraichi pH ko'rsatkichlarini barqaror qilib turadigan bufer sistemalarning hajmi, ya'ni glikoliz jarayonining maksimal hajmi 30 sekunddan to 2-3 minutgacha intervaldagi mashqlarni berilgan intensivligini pasaytirmasdan bajarishni ta'minlaydi. Demak, glikoliz jarayonining hajmi kreatinkinaza reaksiyasining hajmidan bir tartibga (10 martadan oshiqroq) ko'p.

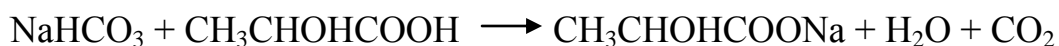
Glikoliz o'zining nisbatan uncha yuqori bo'lmagan samaradorligi bilan ajralib turadi, ya'ni f.i.k. 0,35-0,52 ga teng, ajralib chiqayotgan energiyaning taxminan yarmicha (240 kDj dan 84-125 kDj) ATF molekulasidagi makroerg bog'ga aylanadi.

Hosil bo'lgan sut kislotasining har bir molekulasi ATFning 1-1,5 molekulasini resinteziga to'g'ri keladi. Anaerob ish vaqtida sut kislotasining yig'ilishi mashqning quvvati va umumiy davomiyligiga to'g'ridan-to'g'ri bog'liq bo'ladi.

Muskullarning sarkoplazmasi sut kislotasining miqdorini ko'payishi muskul hujayrasida osmotik bosimni o'zgarishiga olib keladi. Shu bilan birga hujayralar aro bo'shlig'idagi suv muskul tolasi ichiga kirib, ularni shishiradi va tarangligini oshiradi. Muskullarda osmotik bosimni ko'p o'zgarishi og'riq sezishni sababi bo'lishi mumkin.

Sut kislotasi plazmatik membrana orqali konsentratsiya gradienti bo'yicha qonga o'tib, bikarbonat bufer sistemasi bilan o'zaro ta'sir qiladi va natijada "nometabolik ortiqchaCO<sub>2</sub>" (Exc CO<sub>2</sub>) ajralib chiqadi.



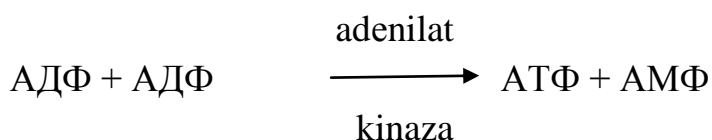


Ishlayotgan muskullarda glikolizning kuchayishini aks ettiruvchi omillar – sut kislotasining yigʻilishi, Exc CO<sub>2</sub> ni paydo boʻlishi, rN-ning oʻzgarishi va oʻpkaning giperventilyatsiyasi odatda bajarilayotgan mashqning quvvati maksimal kritik quvvatning 50%ni tashkil qilganda namoyon boʻladi. Odatda yuklamaning bu darajasi “*anaerob almashinuv boʻsagʻasi*” (AAB) deb belgilanadi. Unga qancha oldin erishilsa, glikoliz shuncha tez kuchayadi, natijada sut kislotasi yigʻiladi ishlayotgan muskullarda toliqish rivojlanadi.

Shu bilan birga, glikoliz jarayoni submaksimal quvvatli muskul ish faoliyatini energiya bilan taʼminlashda muhim rol oʻynaydi; u 30 sekunddan 2-3 minutgacha bajariladigan mashqlar (oʻrta masofaga yugurish, 100-200 metrga suzish, trekda velosiped haydash va boshqalar)ni asosiy energiya manbasi boʻlib xizmat qiladi.

### **Miokinaza reaksiyasida ATFning sintezi.**

Sarkoplazmada hali ADFning konsentratsiyasi etarli darajada yuqori va ATF sintezining boshqa yoʻllarini imkoniyati deyarli qolmaganda, yaʼni yaqqol toliqish holati roʻy berganda miokinaza reaksiyasi yuzaga chiqishi mumkin. Bu reaksiyaning asosiy mohiyati shundan iboratki, unda adenilatkinaza (yoki miokinaza) fermenti yordamida ikki molekula ADFning perefosforlanishi natijasida ATF va AMF hosil boʻladi.



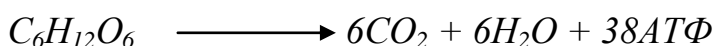
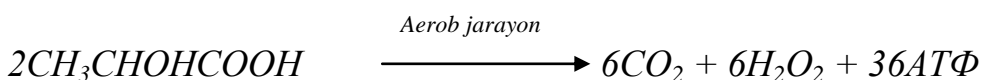
Miokinaza reaksiyasini “*avariya*” mexanizmi sifatida qabul qilish mumkin. Bu reaksiyani samaradorligi juda kam va organizm uchun nihoyatda foydasiz. Chunki, ikki molekula ADFdan bir molekula ATF hosil boʻladi, yaʼni muskullarda ATFning umumiy zahirasini kamayishiga olib keladi. Hosil boʻlgan AMF dezaminirlanishga uchrab, energiya almashinuvining substrati boʻlmagan – inozinmonofosfatga aylanadi. Shu bilan birga, sarkoplazmada AMFning konsentratsiyasini bir oz koʻpayishi uglevodlarning anaerob parchalanishiga asosiy fermentlarini aktivatori hisoblanadi va shu sababli ATF sintezi glikolitik yoʻlining tezligini oshirishga imkoniyat yaratib beradi.

Miokinaza reaksiyasi, huddi kreatinkinaza reaksiyasidek oson orqaga qaytadigan reaksiya, shuning uchun ham undan ATFning hosil boʻlish va ishlatilish reaksiyalarining tezligini keskin farqlarini buferlashda (tekislashda) foydalanish mumkin.

## Aerob jarayonda ATFning resintezi.

ATF resintezi aerob mexanizmi o'zining eng yuqori unumdorligi ajralib turadi: oddiy sharoitda organizmda resintezlanayotgan ATFning umumiy miqdorini deyarlik 90% i unga to'g'ri keladi. Aerob jarayonning tezligi muskul ishi boshlangandan keyingi 60-90nchi sekundlarda o'zining eng yuqori darajasiga erishadi. Jarayonning maksimal quvvati kreatinkinaza reaksiyasi va glikolizning maksimal quvvatlaridan ancha kam va 1,25 kJ/kg.minutni (250-450 kal/kg.min.) tashkil qiladi.

*Ishlayotgan muskul vaqtida uglevodlarning anaerob va aerob oksidlanishning energetik balanslari quyidagi ko'rinishga ega:*



Umuman olganda aerob jarayonda ajralib chiqayotgan energiyaning miqdori glikoliz jarayonida ajralgan energiyadan 10 martadan ham ko'proq. Bir molekula glyukozaning to'la  $6CO_2$  va  $6H_2O$  gacha parchalanganda 38 molekula ATF hosil bo'lsa, shundan 2 molekulasi anaerob glikoliz jarayonida, 36 molekulasi esa aerob jarayonda resintezlanadi. Shunday qilib, ATF resintezi aerob yo'lini energetik samaradorligi 36 molekula ATFni yoki jarayonda ajralib chiqqan umumiy energiyaning 55-60%ni tashkil qiladi (f.i.k.q 0,55 – 60).<sup>81</sup>

Ishlayotgan muskullarda aerob oksidlanishning substratlari sifatida glikogenning faqat muskullardagi zahirasi emas, balki uning jigardagi zahirasi, qondagi glyukoza, keton tanachalari, zahiradagi yog'lar, ba'zi bir hollarda hatto muskulning struktura oqsillari ishlatilishi mumkin. Shuning uchun ham aerob jarayonning umumiy metabolik hajmi juda katta va uni aniq hisoblash ancha qiyin.

Aerob jarayonning maksimal quvvati bir me'yor ham  $O_2$ ni foydali ishlatilish tezligiga, ham to'qimaga  $O_2$ ni etkazib berish tezligiga bog'liq bo'ladi. Aerob jarayonning quvvati muskul ishini bajarayotganda ishlatilsa bo'ladigan

---

<sup>81</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstry for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -6-7

kislorodning maksimal iste'molini (KMI) hajmi bilan belgilanadi. Sportchilarda bu miqdor 5,5-6 l/min ni tashkil qiladi. U O<sub>2</sub> ni iste'mol qilish tezligini ko'rsatgani uchun KMI ml O<sub>2</sub> /kg.min. bilan ifoda qilinadi. Sport bilan shug'ullanmagan yosh odamlarda KMI 40-45 ml/kg.min. (800-1000 Dj/kg.min.)ga, halqaro sportchilarda esa – 80-90 ml/kg.min. (1600-1800 ml/kg.min.)ga teng.

ATFning aerob jarayonda resintezlanish yo'li 3 minutdan to bir necha soatgacha bajariladigan barcha tip mashqlarning asosiy energiya manbasi bo'lib hizmat qiladi.

Qizil sekin qisqaradigan muskul tolalarida eng ko'p miqdorda mitoxondriyalar, nafas olish sikli fermentlarining miqdori va yuqori faolligi aniqlangan. Shuning uchun ham, mashqlarni bajarayotganda yuklama ko'taradigan muskullarning tarkibida ana shu tolalarning miqdori (foyizi) qancha ko'p bo'lsa, sportchilarda shuncha maksimal aerob quvvat katta va ularning uzoq muddatli mashqlarda erishadigan yutug' darajalari shuncha yuqori bo'ladi.

### **Har xil quvvatli va davomiylikdagi mashqlarda**

#### **ATF resintezining anaerob va aerob jarayonlarini nisbatlari.**

Muscul ishi vaqtida energiya hosil bo'lish dinamikasida ma'lum qonuniyat kuzatiladi: ishning boshlanishi bilan va uning birinchi sekundlarida (*birinchi 10-12 sek.*) mashqning energetikasida kreatinkinaza reaksiyasi ustunlik qiladi. So'ngra glikoliz jarayoni tobora ko'proq rolni o'ziga ola boshlaydi va ishning 30chi sekundidan 2,5 minutigacha bo'lgan oralig'ida o'zining eng katta quvvatiga erishadi. Sut kislotasini to'plana borishi va ishlayotgan muskullarga kislorodni etkazib berishi kuchayishi bilan glikolizning tezligi asta-sekin kamayadi va ishning 2-3chi minutlarida energiya ta'minotini aerob jarayon o'z zimmasiga oladi. Mashqlarning davomiyligi 5-6 minutgacha oshishi bilan energiyaning aerob hosil bo'lish jarayonining tezligi tez osha boshlaydi va ishning uzoq davom etishida kam o'zgaradi yoki deyarlik o'zgarmaydi.

Sport amaliyotida ishning energiyaga bo'lgan ehtiyojini 60%dan ko'prog'ini alaktat va glikolitik anaerob jarayonlar ta'minlaydigan mashqlarni odatda *a n a e r o b* tipdagi mashqlar deb belgilanadi. Aerob jarayonning energiya sarflanishidagi hissasi 70%dan oshgan mashqlarni *a e r o b* tipdagi mashqlar deb ataladi. Energiya ta'minotida anaerob va aerob jarayonlarning hissalarini tahminan bir xil bo'lgan mashqlarni *a r a l a s h g a n* tipdagi mashqlar deyiladi. Birinchisiga – 100-800 m.ga yugurish, ikkinchisiga – 5000 m va undan uzoq masofaga va uchinchisiga – 1000-3000 m masofalar kiradi.

### **Savollar va topshiriqlar**

1. Nima uchun ishlayotgan muskullarda ATFning konsentratsiyasi deyarli o'zgarmaydi?
2. Muskullarda ATFning zaxirasi necha foizyoki mM/kg ni tashkil qiladi?
3. Odam organizmida ATFning qanday resintezlanish mexa- nizmlari mavjud?
4. ATFning kreatinkinaza reaksiyasida resintezlanish mexa- nizmiga qisqacha xarakteristika bering.
5. Miokinaza reaksiyasi asosiy mohiyati nimadan iborat va nima uchun uni ATF resintezining "avariya" mexanizmi deb atashadi?
6. Glikoliz jarayonining qaysi reaksiyalarida ajralgan energiya hisobiga ADFfosforlanib ATF hosil bo'ladi? Ana shu reaksiyalarning tenglamalarini yozing.
7. 30 soniyadan 2-3 daqiqagacha davom etadigan mashqlarni bajarganda sportchining qonida nima uchun sut kislotasining miqdori ko'p marta oshib ketadi? Sabablarini ko'rsating.

### **MAVZU-12: MUSKUL ISH FAOLIYATIDA ORGANIZMDAGI BOKIMYOVIY O'ZGARISHLARNING DINAMIKASI.**

#### **ORGANIZMDA TOLIQISH VA ISHDAN SO'NG DAM OLIH DAVRIDA SODIR BO'LADIGAN BOKIMYOVIY O'ZGARISHLAR.**

##### **Mavzuning rejasi.**

1. Muskul ishida biokimyoviy o'zgarishlarning yo'nalishi.
2. Muskul ish faoliyatida organizmning energetik resurslarini jalb qilinishi.
3. Muskul ish faoliyatida kislorodni tashilishi va iste'mol qilinishi.
4. Muskul ishi vaqtida kislorod qarzini hosil bo'lishi.
5. Muskul ishi vaqtida turli organ va to'qimalardagi biokimyoviy o'zgarishlar.
6. Muskul ishi paytidagi biokimyoviy o'zgarishlarning ko'rsatkichlari.
7. Ish paytidagi biokimyoviy o'zgarishlarning xarakteri bo'yicha mashqlarni sistemaga solish.
8. Toliqish davridagi biokimyoviy o'zgarishlar
9. Muskul ishidan so'ng dam olish vaqtidagi biokimyoviy o'zgarishlar

##### **Tayanch iboralar**

**Skelet muskullari glikogeni, jigar glikogeni, qon glyukozasi, yog`to`qimalarining trigletseridlari, muskullarning trigletseridlari, qondagi erkin moy kislotalari, energiya zaxirasi, energitik qiymat, kislorod defedseti, kislorod qarzi, kislorodni maksimal iste`moli (KMI), lokal, regional va global ish, kretik quvvat ( $W_{kp}$ ), anaerob almashinuv bo`sag`asi (AAB), holdan toyish quvvati ( $W_{xt}$ ), maksimal anaerob quvvat (MAQ), toliqish, ximoyalovchi tormozlanish, maxalliy charchash, umumiy charchash, aqliy toliqish, sensor toliqish, emotsional toliqish, jismoniy toliqish, yashirin va yaqqol toliqish, shoshilinch tiklanish, qoldirilgan tiklanish, Engelgard qoidasi, Geteroxronizm xodisasi, superkompensatsiya, qondagi siydikchil.**

### **Muskul ishida biokimyoviy o`zgarishlarning yo`nalishi.**

Muskul ish faoliyatidagi biokimyoviy o`zgarishlar faqat ishlayotgan muskullardagina emas, balki organizmning boshqa organ va to`qimalarida ham sodir bo`ladi. Buning ustiga bu o`zgarishlar faqat mashqlarni bajargan vaqtdagina emas, balki u ish boshlanishdan oldin, ya'ni srartoldi holatida sodir bo`la boshlaydi. Fiziologik nuqtai nazardan startoldi holatidayoq bir qator endokrin bezlarning faoliyati faollashadi (jumladan, gipofiz va buyrak usti bezining mag`iz qismi) va adrenal gormonining ishlab chiqarilishi va qonga o`tishi kuchayadi.

*Simpatik nerv sistemasi va adrenalinning birgalikdagi ta'siri yurakning qisqarish chastotasi va aylanayotgan qonning almashinuvining tezlashtirishga olib keladi. Energiya almashinuvining oraliq mahsulotlarini ( $AM\Phi$ ,  $CO_2$ , sut kislotasi) muskullarda hosil bo`lishi,  $K^+$  ionlarini hujayradan chiqarib tashlanishi va atsetilxolinning ajralishini kuchayishi muskullardagi kapillyarlarning devorlariga ta'sir qilib, ularni kengayishga olib keladi. Shu vaqtning o`zida adrenal ichki organlarning qon tomirlarini toraytiradi. Natijada muskul ishi boshlanishi bilan organizmda qon oqimi qaytadan taqsimlanib, ishlayotgan muskullarni qon bilan ta'minlanishi yaxshilanadi.<sup>82</sup>*

---

<sup>82</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -134-135

Biokimyoviy nuqtai nazardan startoldi holatiga gaz almashinuvining kuchayishi aerob oksidlanish jarayonining intensivligini oshganidan dalolat beradi. Ko'pincha anaerob glikolizning kuchayishidan dalolat beruvchi sut kislotasining miqdorini ko'payishi ham kuzatiladi. Bir qator tadqiqodchilarning fikricha startoldi biokimyoviy o'zgarishlar va mashqlarni bajargan vaqtda ro'y beradigan biokimyoviy o'zgarishlarning xarakteri o'rtasida o'zaro chambarchas bog'liqlik bor. Bundan tashqari, jismoniy mashqni bajarayotganda qonda qaysi bir metabolitning miqdori ko'proq ko'paysa, startoldi holatida ham ana shu metabolitning miqdori shuncha ko'payadi.

Umuman olganda startoldi biokimyoviy o'zgarishlarning o'lchami (katta-kichikligi) bir qator omillarga bog'liq, jumladan:

- odinda turgan jismoniy yuklamaning xarakteriga (sport turiga bog'liqligi, ya'ni sportchi qaysi tipdagi mashqni bajaradi);
  - sportchining o'zini shu yuklamaga bo'lgan munosabati; musobaqaning kategoriyasi (javobgarligi) (olimpiya o'yinlari, dunyo, qit'a, mamlakat chempionatini, o'rtoqlik uchrashuvini yoki oddiy mashqlanish mashg'ulotlarimi);
  - sport staji va sportchining psixologik tayyorgarlik darajasiga.
- Musobaqa oldidagi startoldi o'zgarishlari mashqlanish mashg'ulotlari o'zgarishidan katta bo'ladi. Yana bundan tashqari, musobaqaning javobgarligi qancha katta bo'lsa, startoldi biokimyoviy o'zgarishlar shuncha katta bo'ladi.

Umuman olganda, moddalar almashinuvining shartli reflektorli startoldi o'zgarishlari o'ziga xos "*psixik razminka*" rolini bajarib, organizmning funksional qobiliyatlarini jalb etishga yordam beradi. Shu bilan birga yuqori malakali sportchilar mo'tadil, lekin juda aniq startoldi o'zgarishlari bilan yaxshi sharoitda bo'ladi.

**Muskul ish faoliyatida organizmning energetik resurslarini jalb qilinishi.**



Skelet muskullaridagi moddalar almashinuvi birinchi navbatda qisqarish va bo'shshish uchun bevosita energiya manbasi sifatida ATFni ishlab chiqarishga yo'naltirilgan. Skelet muskullarining "yonilg'isi" sifatida ularning faollik darajasiga qarab glyukoza, glikogen, erkin moy kislotalari yoki keton tanachalari ishlatilishi mumkin.

Tinch holatdagi muskullarda energiya almashinuvining asosiy substrati bo'lib, jigardan qon bilan etkazib berilayotgan erkin yog' kislotalari yoki keton tanachalari hizmat qiladi. Bu substratlar oksidlanish yo'li bilan parchalanib, atsetil-KoAga aylanadi. So'ngra atsetil-KoA Krebs siklida CO<sub>2</sub> gacha oksidlanadi.

Mo'tadil quvvatli mashqlarni bajarganda muskullar yog' kislotalari va keton tanachalaridan tashqari qondagi glyukozani ham ishlatadi.

Maksimal quvvatli muskul ishini bajarilayotganda muskullarning qisqarishi va bo'shshishiga sarflanayotgan ATFning miqdori shuncha ko'payib ketadiki, qon bilan energetik substratlar va kislorodni etkazib berish tezligi orqada qoladi, ya'ni etarli bo'lmaydi. Bunday sharoitda muskullarni o'zida jamg'arilgan glikogen ishlatila boshlanadi va u anaerob glikoliz yo'li bilan sut kislotasigacha parchalanadi.

Uzoq muddatli mashqlarni bajarganda muskullarning glikogen zahirasi etmay qolishi mumkin, bunday xolda muskullardagidan boshqa energiya manbalari ishlatila boshlanadi, ya'ni muskullardagidan tashqari energiya manbalari, birinchi navbatda jigarning glikogeni ishlatiladi.

Kritik sharoitda yoki eng katta quvvatli qisqa muddatli mashqlarni bajarayotganda skelet muskullarini maksimal miqdordagi ATF bilan ta'minlaydigan yo'l ham bor. Bu yo'l ATFning kreatinkinaza reaksiyasida sintezlanishidir. Yuqorida ko'rsatilganidek, bu reaksiyada muskullardagi KrF va ADF perefosforlanib ATF hosil bo'ladi.

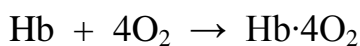
Shunday qilib, odam organizmida uchta turli energiya manbalari – alaktat anaerob, glikolitik anaerob va aerob jarayonlar bor. Ularning har biri berilgan jarayondagi energiya ajralib chiqish tezligi, substratlarning miqdori va ulardan

foydalanish samaradorligi bilan o'zaro bir-biridan keskin farqlanadi. Organizmdagi energiya manbaalarining substratlari quyidagi tartibda ishlatiladi:

KpΦ —→ Muskul glikogeni — jigar glikogeni — yog'lar  
—→ oqsillar.

### **Musku ish faoliyatida kislorodni tashilishi va iste'mol qilinishi.**

Kislorodni etkazib berish va ishlatilish tezligi ishlayotgan muskuillarni energiya bilan ta'minlash imkoniyatini belgilovchi eng muhim omillardan biri hisoblanadi. Nafas olayotgandagi kislorodning asosiy qismi (98,5% atrofida) qonda eritrotsitlarning gemoglobini bilan bog'lanib, uni oksigemoglobinga aylantiradi. Qolgan ozgina qismi (0,3 ml O<sub>2</sub> 100 ml qon zardobida) qon zardobida eriydi.



Gemoglobin                      Oksigemoglobin

Normal sharoitda katta yoshdagi odamlarning (erkaklarning) 100 ml qonida 140-160 g gemoglobin bo'ladi. Harorat 0°C va bosim 760 ml sim.ust. bo'lganda 100 g gemoglobin 134 ml kislorodni bog'lab olish qobiliyatiga ega. Shundan qonning kislorod sig'imi 21-22 ml O<sub>2</sub> ga teng bo'ladi (erkaklar uchun). Ayollarning qonida bu ko'rsatkich bir oz kamroq, ya'ni ularning qonida 13-14 g gemoglobin bo'ladi va shu sababli ularning qonini O<sub>2</sub>- sig'imi 18-19 ml O<sub>2</sub> ga teng bo'ladi.

Odatda tinch holatda yurak minutiga 5-6 l qonni xaydaydi, ya'ni o'pkadan to'qima va organlarga 1000-1200 ml kislorodni tashiydi. Yuqori intensivlikdagi musku ish vaqtida tashilayotgan qonning hajmi minutiga 30-40 litrga etadi, qon bilan tashilayotgan kislorodning hajmi esa 5-6 l. Ni tashkil qiladi, ya'ni 20 marta ko'payadi. Biroq, kislorodga bo'lgan ehtiyoj birdaniga qoniqtirilmaydi. Chunki, nafas olish va qon aylanish sistemalarining faoliyatini kuchayishi va kislorodga boyigan qon to'qima organlarga etib borishi uchun vaqt kerak.

Bir me'yordagi ishda, agar yurakning urishi minutiga 150 dan oshsa, kislorodning iste'mol qilish tezligi to metabolik jarayonlarning *turg'un holati*

boshlanmaguncha ortib boradi va nihoyat kislorodning maksimal iste'moli (KMI) darajaga erishadi. Bunday turg'unlik holat *in turg'unlik holat* deb ataladi. Turg'unlik holatida kislorodning iste'mol qilish darajasi bajarilayotgan mashqning quvvatiga bog'liq bo'ladi.

Kislorodning iste'molini maksimal darajasi uzoq vaqt ushlanib turila olmaydi. Uzoq davom etadigan ish vaqtida toliqishni rivojlanishi sababli uning tezligi pasayadi.

Har bir ishni bajarish uchun ma'lum miqdordagi kislorod talab qilinadi. Organizmning energiyaga bo'lgan ehtiyojini aerob jarayonlar hisobiga to'la ta'minlashga kerak bo'lgan kislorodning miqdori ishning *kislorod ehtiyoji* (kislorodga bo'lgan talabi) deb ataladi. Intensiv ishni bajarganda kislorodning real iste'moli (ishning kislorod kirimi) ishning kislorod ehtiyojidan doimo kichik (kam) bo'ladi. *Ishning kislorod ehtiyoji bilan real iste'mol qilingan kislorodning farqi kislorod defitsiti deb ataladi. Kislorod defitsiti bajarilayotgan mashqlarning quvvatiga bohliq bo'ladi, ya'ni mashqning quvvati qancha katta bo'lsa, defitsitining qiymati ham shuncha katta bo'ladi (146-147 bet).*<sup>83</sup>

### **Muskul ishi vaqtida kislorod qarzini hosil bo'lishi.**

Kislorod defitsiti sharoitida ATF resintezining anaerob reaksiyalari faollashadi, bu anaerob parchalanishning to'la oksidlanmagan mahsulotlarini organizmda yig'ilishiga olib keladi. Ana shu mahsulotlarni yo ularni ohirgi mahsulotlarga ( $\text{CO}_2$  va  $\text{H}_2\text{O}$ ) to'la oksidlash yo'li bilan yo boshlang'ich moddalarga resintezlash yo'li bilan hamda sarflangan energetik substratlarning zahiralarini to'ldirish yo'li bilan to'la bartaraf qilish uchun qo'shimcha miqdorda kislorod kerak bo'ladi. Ana shu tiklanishga kerak bo'lgan ortiqcha kislorod *kislorod qarzi* nomi bilan yuritiladi. Kislorod qarzi doimo kislorod defitsitidan katta bo'ladi va bajarilayotgan ishning quvvati va davomiyligi qancha ko'p bo'lsa, ushbu farq ham shuncha katta bo'ladi.

---

<sup>83</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstry for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -146-147

Turli xarakterdagi ishlar vaqtida har xil omillar kislorod qarzining hosil bo'lishini etaklovchi omili bo'lib qoladi. Masalan, qisqa muddatli mashqni bir marta bajarganda kislorod qarzini hosil bo'lishida KrF va ATF ning resintezi hal qiluvchi rolni o'ynaydi, yuklamani oshirish bilan glikogen resintezi, ion muvozanatining tiklanishi va boshqa jarayonlarning ahamiyati kuchayadi.

### **Muskul ishi vaqtida turli organ va to'qimalardagi**

#### **biokimyoviy o'zgarishlar**

*Muskul ishi vaqtida yurakning qisqarish tezligi oshadi va yurak muskullarida energiya almashinuvining kuchayishini talab qiladi. Ular aerob oksidlanish jarayoni fermentlarining faolligi juda yuqori bo'ladi. Nisbatan tinch holatda yurak muskullari uchun asosiy energiya manbasi bo'lib qon bilan tashib kelinayotgan erkin moy kislotalari, keton tanachalari va glyukoza hizmat qiladi. Zo'riqqan ishi vaqtida miokard qondagi sut kislotasini shiddat bilan energiya manbasi sifatida so'rib olib oksidlash yo'li bilan parchalaydi, glikogen zahirasi unda deyarlik ishlatilmaydi.<sup>84</sup>*

Muskul ish faoliyati vaqtida bosh miyada ham energiya almashinuvi kuchayadi, bu qondan glyukoza va O<sub>2</sub> ni iste'mol qilishni ko'payishi, glikogen va fosfolipidlarning yangilanish tezligini oshishi, oqsillarning parchalanishi va ammiakni yig'ilishini kuchayishida namoyon bo'ladi. Miya xuddi yurakdek aerob jarayonlar hisobiga energiya bilan ta'minlanadi. Bosh miya uchun asosiy energiya manbaasi bo'lib qondagi glyukoza hizmat qiladi. Bosh miyada geksokinaza reaksiyasi ustunlik qiladi.

Ish vaqtida ishlayotgan muskullarda sodir bo'layotgan biokimyoviy o'zgarishlarni kuzatib bo'lmaydi. Lekin ular qon, siydik va nafas bilan chiqayotgan havo tarkibida o'z aksini topadi. Shuning uchun ham, organizmda almashinuv jarayonlarining borishini va moddalarning taqsimlanishini asosiy qonuniyatlarini bilgan holda qon, siydik va nafas bilan chiqarilayotgan havoning analizlari

---

<sup>84</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -207

bo'yicha muskullardagi energetik reaksiyalarni o'zgarishi, organizm ichki muhitining o'zgarishiga, energiya zahiralarning jalb qilinish tezligi va boshqalarga bardosh beraolishlik haqida fikr yuritish mumkin.

### **Muskul ishi paytidagi biokimyoviy o'zgarishlarning ko'rsatkichlari.**

Energiya ta'minoti aerob mexanizmining intensivligi va hajmini eng aniq biokimyoviy ko'rsatkichi - kislorodni iste'mol qilish tezligi hisoblanadi. Glikolizning rivojlanish darajasini bilish uchun qondagi sut kislotasining miqdorini ish vaqtida va dam olishning birinchi minutlarida aniqlash mumkin. Muskullarning energiya ta'minotiga kreatinkinaza reaksiyasini jalb qilinish darajasi - qondagi kreatinfosfatning parchalanish mahsulotlari - kreatin va kreatinning miqdori bilan aniqlanadi. Yog'larni (lipidlarni) energiya almashinuvi jarayonlariga jalb qilinishi to'g'risida qondagi erkin yog' kislotalari va keton tanachalarining miqdori bo'yicha fikr yuritish mumkin. Qondagi siydikchilning miqdorini o'zgarishi bo'yicha oqsillar almashinuvining yo'nalishi hamda sportchi organizmining mashqlanish va musobaqalardan so'ng tiklanganlik darajasi haqida fikr yuritishga imkoniyat beradi va hokazo.

### **Ish paytidagi biokimyoviy o'zgarishlar xarakteri bo'yicha mashqlarni sistemaga solish.**

*Muskul ish faoliyatida sodir bo'ladigan metabolik jarayonlar tezligining o'zgarishini qiymati ishda qatnashayotgan muskullarning umumiy miqdoriga, ishning rejimiga (izometrik yoki izotonik), ishning intensivligi va davomiyligiga, mashqlarni takrorlash soniga va ularning orasidagi dam olish vaqtiga bog'liq bo'ladi.*<sup>85</sup>

Ishda qatnashayotgan muskullarning miqdoriga qarab ishni lokal, **regional** va **global** ishlarga bo'lishadi.

---

<sup>85</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemistry for sport and Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -207-208

**Lokal ish** (miltiq otganda tepkisini bosish, shaxmat figurasini siljitib qo'yish va boshqalar) - bunda tana muskullarining j qismidan kamrog'i qatnashib, ishlayotgan muskulda biokimyoviy o'zgarishni chaqirish mumkin, lekin butun organizmdagi o'zgarishlar juda kichik yoki umuman bo'lmasligi mumkin.

**Regional ish** (gimnastika va akrobatika mashqlarining turli elementlarini bajarish, bir joyda tik turib koptokni tepish va hokazo) - tana muskullarining j - s qismlari qatnashadi va lokal ishga nisbatan ancha ko'p biokimyoviy o'zgarishlarni chaqiradi.

**Global ish** (yurish, yugurish, suzish, konkida uchish, chang'i poygasi va boshqalar) - tana muskullarining s dan ko'proq qismi qatnashib, organizmning barcha to'qimalarida katta biokimyoviy o'zgarishlar chaqiradi.

*Biokimyoviy jarayonlarning bajarilayotgan mashqlar quvvati va uning davomiyligiga bog'liqligini quyidagicha ifodalash mumkin: ishning quvvati qancha katta bo'lsa, ya'ni ATFning parchalanish tezligi qancha yuqori bo'lsa, organizmning energiyaga bo'lgan ehtiyoji aerob jarayonlar hisobiga ta'minlash imkoniyati shuncha kam bo'ladi va energiyaning anaerob hosil bo'lish jarayonlari (glikoliz va kreatinkinaza reaksiyasi) shunchalik yuqori darajada bo'ladi. Kislorodning maksimal iste'molida etgandagi mashqlarning quvvati kritik quvvat (Wkp) deb ataladi.<sup>86</sup>*

Birinchi marta anaerob glikolizning kuchayishi kuzatiladigan mashqlarni quvvati *aerob almashinuv bo'sag'asi (AAB)* deb ataladi. Sport bilan shug'ullanmagan kishilarda u kritik quvvatni 45-50% ini tashkil qiladi, sportchilarda esa - 60-70%, lekin chidamkorlik bilan bog'liq bo'lgan sport turlarida ayrim yuqori malakali sportchilarda AAV 90% va undan bir oz ortiqroqqa etishi mumkin.

Glikoliz jarayonining eng yuqori ko'rsatkichi kuzatiladigan mashqlarning quvvatini - *xoldan toyish quvvati (Wxm)* deb yuritiladi. Odam uchun maksimal

---

<sup>86</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -18-20



mumkin bo'lgan quvvat - *maksimal anaerob quvvat (MAQ)* nomini olgan. Bunday quvvatli mashqlarda ATFning kreatinkinaza reaksiyasidagi resintezi o'zining eng yuqori maksimal darajasiga erishadi.

Yuqorida ko'rsatilganidek, ishning quvvati uning bajarish vaqtiga teskari proporsional ravishda bog'langan, ya'ni mashq quvvati qancha katta bo'lsa, toliqishga olib keladigan biokimyoviy o'zgarishlar tezroq sodir bo'ladi va mashqni bajarish vaqti shuncha qisqa bo'ladi. Agarda mana shu bog'liqlikni grafikda ifodalaniib, vertikal chizig'i bo'ylab quvvat ko'rsatkichini logarifmini va gorizontal chizig'i bo'ylab ish vaqtining logarifmini belgilasak, hosil bo'lgan egri chiziq to'rtta bo'lakka bo'lingan siniq chiziq ko'rinishida bo'ladi va ularning har biri quvvatning to'rtta zonasiga to'g'ri keladi: *maksimal, submaksimal, katta va mo'tadil* zonalari. Ana shu nisbiy quvvatning zonalarida ishning chegaralangan bajarish vaqti maksimal quvvat zonasida - 15-20 sek, submaksimal quvvat zonasida - 10 sekunddan 2-3 minutgacha, katta quvvat zonasida - 30 minutgacha va mo'tadil quvvat zonasida - 4-5 soatgachani tashkil qiladi.

**Maksimal quvvat zonasida** - ish asosan kreatinkinaza reaksiyasi va qisman glikoliz jarayoni hisobicha energiya bilan ta'minlanadi (chunki bu zonada glikoliz o'zining maksimal tezligiga erishmaydi). Shu sababli qonda sut kislotasining konsentratsiyasi 1-1,5 gG'l.dan oshmaydi, glyukozaning miqdori esa deyarli normadan oshmaydi. Kislrorod qarzi - maksimal yuqori va kislrorod ehtiyojini 90-95% tashkil qiladi (kislrorod ehtiyoji 7-14l, kislrorod qarzi - 6-12l.).

**Submaksimal quvvat zonasida** - ishning energiya ta'minoti asosan glikoliz jarayoni hisobiga amalga oshadi. Qondagi sut kislotasi ko'p miqdorda (to 2,5 gG'l va undan ko'proq) to'planadi, glyukozaning miqdori esa 2 gG'l.ga etadi. Jigarning glikogeni shiddat bilan jalb qilinadi. Siydikda etarli ko'p miqdorda (to 1,5 gG'l.gacha) oqsil paydo bo'ladi. Kislrorod ehtiyoji to 20-40 l.ga etishi mumkin, energiyaning sarflanishini darajasini aerob jarayonda ishlab chiqarilayotgan energiyaning maksimumidan 4-5 marta yuqori.

**Katta quvvat zonasi** - aralashgan tipdagi energiya ta'minoti bilan tavsiflanadi. Glikolizning rivojlanishi etarli yuqori darajada bo'lsa ham ishning energiyaga bo'lgan talabi asosan aerob jarayonlar hisobiga ta'minlanadi. Lekin, ishning davomiyligi uzayishi bilan uning energiya ta'minotiga glikolizning qo'shayotgan hissasi keskin kamaya boshlaydi. Bu quvvat zonasida ishning kislorod ehtiyoji to 50-150 litrgacha oshib ketishi mumkin, kislorod qarzi kislorod ehtiyojining 10-30% ni tashkil qiladi. Energiya sarflanishining darajasi aerob jarayonda energiya hosil bo'lishining maksimumidan 1,5-2 marta yuqori. Qonda sut kislotasining konsentratsiyasi 1,8-1,5 gG<sup>-1</sup>, glyukoza - 1,5 gG<sup>-1</sup> va oqsil - 0,6% gacha kamayadi.

**Mo'tadil quvvat zonasi** - asosiy energiya manbaasi bo'lib ATF resintezining aerob yo'li hizmat qiladi. Ishning kislorod ehtiyoji 500-1500 l.ga etishi mumkin, kislorod qarzi esa kislorod ehtiyojini 5-10% oshmaydi va ish davomida to'la yo'qotilishi mumkin. Qonda sut kislotasining konsentratsiyasi 0,8-0,6 gG<sup>-1</sup> ni tashkil qiladi va ish davomida butunlay yo'qolib ketishi mumkin. Glyukozaning qondagi miqdori ishning ohirida normaning pastki chegarasi (0,8 gG<sup>-1</sup>) dan ham kamayib ketishi mumkin.

### **Toliqish davridagi biokimyoviy o'zgarishlar**

**Toliqish** – uzoq davom etgan yoki zo'riqqan ish faoliyati natijasida ro'y beradigan organizmning holati bo'lib, ish qobiliyatini pasayishi bilan sodir bo'ladi.

Toliqish organizmning himoya reaksiyasi hisoblanadi. Chunki u organizmda yaqinlashib kelayotgan noqulay biokimyoviy va funksional o'zgarishlardan dalolat beradi va ularni oldini olish uchun avtomatik ravishda muskul faoliyati intensivligini pasaytiradi.

Toliqish harakatlantiruvchi impulslarni hosil bo'lishi va ularni ishlayotgan muskullarga uzatilishlarining buzilishida namoyon bo'ladi. Natijada nerv signallarining qayta ishlash tezligi sekinlashadi va markaziy nerv sistemasi (MNS)ning harakatlantiruvchi markazlarida "**himoyalovchi tormozlanish**" rivojlanadi. U nerv markazlarida alma-shinuv jarayonlarini buzilishi bilan

ifodalanadi: ATF/ADF nisbatini va kreatinfosfatning miqdorini kamayishi bilan sodir bo'ladigan nerv markazlaridagi ATFning parchalanish va resintezlanish jarayonlarining nisbati buziladi. Umuman olganda, makroerglarning miqdori kamayadi. "Himoyalovchi tormozlanish"ning rivojlanishi oddiy sharoitda nerv to'qimalaridagi moddalar almashinuvining normal metaboliti bo'lgan  $\gamma$ -aminomoy kislorod o'zgarishlariga ham bog'liq bo'ladi.

"Himoyalovchi tormozlanish" ning rivojlanishi oddiy sharoitda nerv to'qimalaridagi moddalar almashinuvining normal metaboliti bo'lgan  $\gamma$ -aminomoy kislotasining (GAMK) miqdorini nerv hujayralarida muskul ish faoliyatida kuzatiladigan o'zgarishlariga bog'liq bo'ladi.

Agarda ana shu barcha o'zgarishlar bitta yoki bir guruh muskullarni innervatsiya qilayotgan unchalik ko'p bo'lmagan nerv hujayralarida sodir bo'lsa, bu ***mahalliy charchash*** sifatida (qo'lim "charchadi", ko'krak qafasi yoki bel muskullari "charchadi" va h.k.), bordi-yu bosh miya po'stlog'ining katta qismini egallab olsa, ***umumiy charchash*** sifatida qabul qilinadi.

Ishning turiga qarab toliqishning mexanizmlari har xil bo'lishi mumkin. Odatda toliqishni 4 turga bo'lishadi: ***aqliy*** (shahmat va shashka o'yinlari vaqtida, sportchi-merganlarning o'q otish davrida), ***sensor***, turli analizatorlarning faoliyati bilan bog'liq bo'lgan (ko'rish, eshitish, hid bilish va boshqalar), ***emotsional*** tolig'ish (emotsiya sport faoliyatining ajralvas hamrohi sigatida) va ***jismoniy*** – muskul ishi ta'sirida ro'yobga chiqadigan.

Jismoniy toliqish bir xil emas va u: 1) muskul ishining turiga, 2) ishda qatnashayotgan muskullarning miqdoriga va ishning intensivligi va 3) davom etish vaqtiga bog'liq bo'ladi.

Bundan tashqari toliqishning ikkita fazasi bo'ladi: ***yashirin*** va ***yaqqol*** toliqish. ***Yashirin toliqishda*** ish qobiliyati pasaymaydi, charchash subyektiv sezilmaydi va faqat oksidlanish fermentlarining faolligi pasayadi xolos. ***Yaqqol toliqishda*** esa ish qobiliyatini pasayishi kuzatiladi, toliqish obyektiv sezilarli va oksidlanish jarayonlarining borishini buzilishi bilan sodir bo'ladi.

*Umuman olganda, muskul faoliyatidagi toliqishning rivojlanish sabablari hali to'la aniq emas. Uni kompleks hodisa sifatida qabul qilish mumkin. Jumladan, qisqa muddatli intensiv muskul ishida toliqishning asosiy sabablari bo'lib GAMKning hosil bo'lishi bilan bog'langan ATP/ADP balansining buzilishi natijasida markaziy nerv sistemasida "himoyalovchi tormozlanishni" rivojlanishi va ishlayotgan muskullarda miozin ATP-azasining faolligi yo`qotilishi xizmat qiladi.*

*Uzoq muddatli mo`tadil quvvatli ishlarda toliqishning rivojlanishini sabablari ishning energiya ta`minotini buzilishi bilan bog`liq bo`lgan omillar (uglevodlar, lipidlar va oqsillar almashinuvining buzilishi, ularning almashinuv oraliq mahsulotlari – sut kislotalari, keton tanachalari, ammiak, siydikchil, siydik kislotalari va hakazolarni qonda yig`ilishi, ishlayotgan muskullarni o`zida bir qator fermentlarning, birinchi navbatda miozin ATP-azasining faolligini pasayishi va h.k.) hisoblanadi.<sup>87</sup>*

*Umuman aytganda, toliqish – bu markaziy nerv sistemasi boshqarishida rivojlanadigan organizmning bir butun reaksiyasi. Shu bilan birga, ish qancha og'ir bo'lsa, ishlayotgan muskullarda sodir bo'layotgan o'zgarishlar shuncha katta ahamiyatga ega bo'ladi. Yana bir bor ta'kidlash mumkinki, toliqish – organizmning himoya reaksiyasi bo'lib, uni hayot uchun xavfli haddan tashqari darajadagi holdan toyishdan saqlaydi.*

*Toliqish – mo`tadil intensivlikda uzoq davom etadigan ishlar natijasida sekin va qisqa muddatli va zo`riqqan ishlar natijasida tez rivojlanishi mumkin. Yuqorida qayd qilinganidek, toliqishning bu shakllarini o`rtasida bir qator biokimyoviy o'zgarishlar bor.<sup>88</sup>*

*Lekin, faoliyatning barcha turlari uchun toliqishning rivojlanishini yagona sababi shu vaqtgacha ham aniqlanmagan. Tananing ko`pchilik muskullari*

---

<sup>87</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemistry for sport and Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -157-159

<sup>88</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemistry for sport and Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -215-216

*ishtiroki bilan sodir bo`ladigan va sportning ko`pchilik turlari uchun xarakterli bo`lgan zo`riqqan muskul faoliyatida toliqish – energiya almashinuvi mexanizmlarining faoliyati natijasida sodir bo`ladigan biokimyoviy o`zgarishlar (nerv markazlari, muskullar va boshqa ishlayotgan organlarda ATFning parchalanish va resintezlanish tezliklarining o`zaro nisbatlarini buzilishi, energiya substratlarini kamayishi, almashinublarning oraliq va ohirgi mahsulotlarini to`planishi, organizmning ichki muhitining doimiyligini buzilishi) hamda bir qator fermentlarning faolligini pasayishi, struktura oqsillarining katabolizmini kuchayishi, organizmda suv va mineral moddalarning yo`qolishi va qayta taqsimlanishi metabolic jarayonlar va fiziologik funksiyalarning normal boshqarilishini buzilishi bilan shakllanadi.<sup>89</sup>*

Bir qator farmatsevtik dorivor moddalar – nerv sistemasining stimulyatorlari yordamida toliqishning boshlanishini uzoqlashtirish mumkin. Ammo shu narsani qayd qilib o`tish kerakki, deyarli ular hammasi odamning sog`lig`i uchun o`ta zararli. Shu sababdan ular dopinglar sinfiga kiritilgan va ulardan katta sportda foydalanish tegishli xalqaro shartnomalar bilan qat`iyan man qilingan.

### **Muskul ishidan so`ng dam olish vaqtidagi biokimyoviy o`zgarishlar**

Muskullarning ish faoliyatida sodir bo`lgan organizmning muskul va boshqa organ va to`qimalaridagi biokimyoviy o`zgarishlar ishdan so`ng dam olish vaqtida tugatiladi. Muskul ishi vaqtida katabolizm jarayonlari ustunlik qiladi.

**Muskullarda** – kreatinfosfat, glikogen, moy kislotalari, keton tanachalari; jigarda glikogen glyukozagacha parchalanib, qon orqali ishlayotgan muskullarga, yurakka va bosh miyaga yetkazib beriladi; yog`lar kuchli parchalanadi va moy kislotalari oksidlanadi va h.k. Bir vaqtning o`zida organizmda moddalar almashinuvining oraliq mahsulotlari – sut va fosfor kislotalari, karbon kislotasi, ADP, AMP, siydikchil va boshqalar to`planadi.

---

<sup>89</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -158-161

Dam olish davri aerob oksidlanish va oksidlanishli fosforlanishlarning yuqori intensivligi bilan xarakterlanib faol borayotgan plastik jarayonni energiya bilan ta'minlaydi. Masalan, dam olish vaqtida ATP, kreatinfosfat, glikogen, fosforlipidlar, muskul oqsillari resintezlanadi, organizmning suv-elektrolit balansi oldingi holati – normaga qaytadi, ish vaqtida parchalangan hujayra strukturalari tiklanadi va boshqalar.

Organizmdagi biokimyoviy o'zgarishlarning umumiy yo'nalishi va normaga qaytish uchun kerak bo'lgan vaqtiga qarab tiklanish jarayonlarini ikkita tipga ajratiladi – *shoshilinch* va *qoldirilgan* tiklanishlar.

***Shoshilinch tiklanish*** – ishdan so'ng dam olishning birinchi 0,5-1,5 soatlarini o'z ichiga oladi. Bu tiklanish davrida ish vaqtida to'planib qolgan anaerob parchalanishning mahsulotlari, eng avval sut kislotasi va hosil bo'lgan O<sub>2</sub> qarzi bartaraf qilinadi.

***Qoldirilgan tiklanish*** – muskul faoliyatidan so'ng dam olishning ko'p soatlarini o'z ichiga oladi. Qoldirilgan tiklanishning tub ma'nosi organizmda plastik almashinuv jarayonlarining kuchayayotganligi va ish vaqtida buzilgan ion – endokrin muvozanatini tiklashdan iborat. Mana shu davrda organizmning energetik resurslarini ishgacha bo'lgan darajasiga qaytishi tugallanadi, ish vaqtida parchalangan struktura va ferment oqsillari va boshqa hujayra strukturalarining sintez jarayonlari kuchayadi.

Muskul ish faoliyatidan so'ng dam olish davrida ish vaqtida sarflangan har xil energetik substratlarning tiklanish jarayonlari har xil tezlik bilan boradi va turli vaqtlarda tugallanadi (3-jadval). Birinchi navbatda organizmning O<sub>2</sub> zahirasi va ishlayotgan muskullardagi kreatinfosfatning zahirasi tiklanadi, so'ngra muskularning glikogen zahirasi va faqat oxirgi navbatda yog'larning rezervlari va ish vaqtida parchalangan ferment va struktura oqsillari tiklanadi.

Muskul ishidan so'ng dam olish davrida biokimyoviy ingriddi-yentlarning ana shunday tartibda tiklanishi muhim biologik qonuniyatga ega bo'lib, sport



biokimyosida *getexronizm hodisasi* nomi bilan yuritiladi. Geteroxronizm hodisasi sport mashqlanish jarayonoda katta ahamiyatga ega.

Ishdan so'ng dam olish davrida tiklanish jarayonlarining borish tezligi va energetik moddalarning zahiralarini to'lish muddatlari ularning jismoniy mashqlarni

**Qizg'in ishdan so'ng dam olish davrida turli biokimyoviy jarayonlarning tiklanishini tugallanishi uchun kerak bo'lgan vaqtlar**

№	Jarayonlar	Tiklanish vaqti
1.	Organizmدا O <sub>2</sub> zahirasini tiklanishi	10-15 <i>sek</i>
2.	Muskullarda alaktat anaerob rezervlarining tiklanishi	2-3 <i>min</i>
3.	Alaktat O <sub>2</sub> qarzini to'lash	3-5 <i>min</i>
4.	Sut kislotasini yo'qotish	0,5-1,5 <i>s</i>
5.	Laktat O <sub>2</sub> qarzini to'lash	0,5-1,5 <i>s</i>
6.	Muskullardagi glikogen zahirasini resintezlash	12-48 <i>s</i>
7.	Jigardagi glikogenning zahirasini tiklash	12-48 <i>s</i>
8.	Isg vaqtida parchalangan va ferment oqsilla-rining sintezini kuchayishi	12-72 <i>s</i>

bajarish vaqtidagi sarflanish intensivligiga bog'liq bo'ladi (*Engelgard qoidasi*). Ishdan so'ng dam olishning ma'lum momentida energetik moddalarning zahirasi o'zlarining ishgacha bo'lgan (boshlang'ich) darajasidan oshib ketadi. Bu hodisa *superkompensatsiya* yoki *o'ta tiklanish* nomi bilan yuritiladi.

*Superkompensatsiya* – o'tkinchi hodisa. Ish vaqtida kamaygan energetik substratlarning miqdori dam olishning ma'lum davrida boshlang'ich (ish oldi) darajasidan oshib ketadi va so'ngra u to'liqinsimon yo'l bilan ish oldi darajasiga qaytib keladi. Ish vaqtida energiya kuchli sarflansa, energiya manbalarining resintezi shuncha tez bo'ladi va superkompensatsiya fazasida ish oldi darajasidan oshishi shuncha ko'proq bo'ladi. Lekin, bu qoidani barcha hollarda qo'llash mumkin emas. Masalan, yaxshigina toliqishga olib keladigan va juda katta

energiya sarfi hamda parchalanish mahsu-lotlarini to'planishi bilan bog'liq bo'lgan haddan tashqari zo'riqish bilan bajariladigan ishlarda tiklanish jarayonlarining tezligi pasayadi, superkompensatsiya fazasiga ancha kechroq erishiladi va kichik darajada ifodalanadi.

Superkompensatsiya fazasining davom etish vaqti ishning bajarilishini qancha davom etishi va organizmda u chaqirayotgan biokimyoviy o'zgarishlar chuqurligiga bog'liq bo'ladi. Masalan, mana shunday ishda ishlayotgan muskullarda ish boshlanishigacha bo'lgan darajasidan ortishi, ya'ni glikogenning superkompensatsiyasi dam olishning 3-4 soatlarida boshlanadi va 12 soatdan so'ng glikogen o'zining boshlang'ich – ishgacha bo'lgan darajasiga qaytadi. Mo'tadil quvvatli uzoq davom etadigan ishlarda esa glikogenning superkompensatsiyasi 12 soatdan so'ng boshlanadi va ish tugagandan keyin 24-72 soatgacha davom etadi.

Umuman olganda, superkompensatsiya hodisasi muskul faoliyatida u yoki bu darajada sarflanadigan yoki buziladigan (parchalanadigan) va dam olish davrida resintezlanadigan barcha biomolekulalar va strukturalarga xos. Ana shu biomolekula va strukturalarga – kreatinfosfat, glikogen, struktura va ferment oqsillari, fosfolipidlar, hujayra organoidlari (mitoxondriyalar, lizosomalar, plazmatik membranalar va h.k.) kiradi.

Organizmning energetik substratlari zahirasini to'ldirib bo'lgan-dan so'ng oqsillar fosfolipidlar va boshqa hujayra strukturalarini sintezlanish jarayonlari ancha kuchayadi, ayniqsa bu jarayonlar ularning parchalanishi bilan sodir bo'ladigan og'ir kuch ishlatadigan ishlardan so'ng yaqqol namoyon bo'ladi. Ish vaqtida parchalangan oqsillarning tiklanishi nisbatan sekin boradi. Odatda, mashqlanish yoki musobaqalarda qatnashgandan keyin ish qobiliyatining tiklanishini faqat oqsillarning resintezi aniq belgilaydi. Shu tufayli, oqsillar almashinuvining ko'rsatkichlari bajarilgan ishning og'ir-yengilligi va tiklanish jarayonining borishi haqida muhim ahamiyatli informatsiyalarni berishi mumkin. Hozirgi vaqtda katta sport amaloyotida keng qo'llanilayotgan ana shunday ko'rsatkichlardan biri *qondagi siydikchil* hisoblanadi. ***Siydikchil*** – oqsillar, nuklein

kislotalar va nukleoitid-larning katabolizm jarayonlarini tarkibida azot tutgan asosiy mahsuloti hisoblanadi.

Jismoniy yuklamalar ta'sirida qondagi siydikchilning miqdorini ko'payish darajasi shu **yuklamani ko'tara olishligining ko'rsatkichi** hisoblanadi (bunday holatda qondagi siydikchilning miqdorini ish tugagandan so'ng 1,5-2 soatdan keyin o'lchash lozim). Tiklanishning so'nggi fazalarida qondagi siydikchilning miqdorini normaga nisbatan ko'p bo'lishi (masalan, mashqlanish yoki musobaqadan keyin ertasiga ertalab) tiklanish reaksiyalarining tezligining kamligidan dalolat beradi. Bu ko'rsatkichni normaga qaytishi tiklanish jarayonlari tugallanganligini normal-lashganini ko'rsatadi.

**Tiklanish** – mashqlanish jarayonining ajratib bo'lmaydigan (ajralmas) qismi bo'lib, uning ahamiyati mashqlanishning o'zini ahamiyatidan kam emas degan fikr hozirgi vaqtda hech kimda hech qanday shubha tug'dairmaydi. Shuning uchun ham turli tiklanish vositalaridan amaliy foydalanish – mashqlanishning samaradorligini yanada oshirish va sportchilarning yuqori darajali tayyorgarligiga erishish uchun muhim rezerv bo'ladi.

Hozirgi vaqtda sport fanlari va ilg'or amaliyot yordamida tiklanish vositalaridan foydalanish muammolari bo'yicha boy materiallar yig'ilgan: tiklanish vositalari klassifikatsiya qilingan, ulardan foydalanishning asosiy prinsiplari asoslab berilgan, sportning alohida turlarida tiklanishning ko'p vositalari va ularning komplekslari tajribadan o'tkazilgan.

### **Savollar va topshiriqlar**

1. Sportchi organizmida startoldi hoiatida qanday funksional va biokimyoviy o'zgarishlar sodir bo'lishi mumkin?
2. Organizmda startoldi biokimyoviy o'zgarishlarning qiymati qanday omillarga bog'liq bo'ladi?
3. Simpatik berv tizimi va adrenalin gormoni ish boshlanish oldidan organizmga qanday ta'sir qiladi?
4. Sportchi organizmida sodir bo'ladigan startoldi funksional va biokimyoviy o'zgarishlar uning mashqlanganlik darajasi, sport staji, oldida turgan jismoniy yuklamaning xarakteriga bog'liqmi? Agar bog'liq bo'lsa, uni ta'riflab bering.
5. Organizmdagi energiya resurslari qanday ketma-ketlikda ishlatiladi?

6. Organizmning qaysi bir holatini toliqish deb ataladi?
7. Toliqish holati organizmning charchash holatidan o'zining qanday xususiyatlari bilan farq qiladi?
8. Nima uchun toliqishni organizmning himoya reaksiyasi deb atashadi?
9. Toliqish holatida organizmda qanday funksional va biokimyoviy o'zgarishlar sodir bo'ladi?
10. "Himoyalalanuvchi tormozlanish " MNSning harakatlantiruvchi markazlarida qachon rivojlana boshlaydi va u nerv markazlarida sodir bo'ladigan qanday biokimyoviy o'zgarishlar bilan bog'liq?
11. Toliqish qanday turlarga bo'linadi va ularga qisqacha ta'rif bering.
12. MNSning faoliyatidan tashqari toliqishni ro'yobga chiqishi va rivojlanishida ishlayotgan muskullarning o'zida sodir bo'layotgan qanday biokimyoviy jarayonlar muhim rol o'ynaydi?

### **A d a b i y o t l a r**

1. Valixonov M.N. Biokimyó. Toshkent, 2010.
2. Tuychiboyev M.U., Ziyamuhamedova S.A., "Biokimyó o'quv – uslubiy qo'llanma". (ma'ruza matnlari), Toshkent - 2012
3. Donald Mc Laren. James Morton. Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism. 2012.
4. Avdeeva L.V. pod red. Severin E.S. Bioximiyá. GEOTAR – MED, 2013.
5. To'ychiboev M.U. Bioximiyá va sport bioximiyasi. Toshkent-2015.

## **MAVZU-13: SPORT ISH QOBILIYATINING BOKIMYOVIY OMILLARI. SPORTCHILARNING TEZKORLIK-KUHLILIK SIFATLARI VA CHIDAMKORLIGINING BOKIMYOVIY ASOSLARI.**

### **Mavzuning rejasi.**

1. Sport ish qobiliyatini belgilaydigan omillar.
2. Anaerob va aerob ish qobiliyatlarining ko`rsatkichlaridagi farqlar.
3. Sport ish qobiliyatining spetsifikligi.
4. Sportchilarning ish qobiliyatiga mashqlanishning ta`siri.
5. Sportchilarning ish qobiliyatiga yoshlarini ta`siri.
6. Tezkorlik-kuchlilik sifatlarining biokimyoviy omillari.
7. Chidamkorlikning biokimyoviy asoslari.
8. Sportchilarning tezkorlik-kuchlilik sifatleri va chidamkorlikning rivojlantirishda qo`llaniladigan uslublar.
9. Mashqlanish, mashqlanishning buzilishi va o`ta mashqlanish vaqtidagi biokimyoviy o`zgarishlar.

### **Tayanch iboralar**

**Ish qobiliyati, potensiya, unumdorlik omillari, anaerob va aerob ish qobiliyati, allaktat anaerob ish qobiliyati, glikoletik anaerob ish qobiliyati, quvvat, hajm, samaradorlik, energitik qobiliyatlar, kretiriya, spetsifiklik, unumdorlik omillari, tezkorlik, kuch, quvvat, chidamkorlik, sarkomerning uzunligi, kuchning sifati, maksimal quvvat, maksimal kuch, chidamkorlikning allaktat anaerob komponenti, chidamkorlikni aerob komponenti, energiyani o`zgartirish, o`ta mashqlanish.**

### **Sport ish qobiliyatini belgilaydigan omillar**

*Ish qobiliyati* – organizmning ayrim bir vaqt ichida ma`lum hajmdagi jismoniy yoki aqliy ishni bajarish qobiliyatidir. Ish qobiliyati – mana shunday o`zakki, sportchilarning barcha qolgan xususiyatlari unga terib qo`yilgan. Sportchining ish qobiliyatini oshirish – bu har qanday darajadagi mashqlanish mashg`ulotlarining asosiy vazifasi hisoblanadi. Agar, sport ish qobiliyatini belgilaydigan asosiy omillarni ko`rib chiqsak, ko`pgina muhim omillar orasidan quyidagilarni ajratib olish mumkin:

- tezkorlik-kuchlilik sifatlarini rivojlanishi va harakatning nerv-muskul koordinatsiyasining o'ziga xos xususiyatlari;
- organizmning bioenergetik (anaerob va aerob) imkoniyatlari;
- mashqlarni bajarish texnikasi;
- sport kurashlarini olib borish taktikasi;
- sportchilarni psixologik tayyorgarligi (motivatsiya, irodalilik sifatleri va h.k.).

Organizmning tezkorlik-kuchlik sifatleri va bioenergetik imko-niyatlarini *potensiya (organizmning ichki imkoniyatlari)* omillari guruhiga kiritiladi. Texnika, taktika va sportchining psixologik tayyorgarligi sport turlarining ayni sharoitlarida potensiya omillarining amalga oshirish darajasini aniqlaydigan *unumdorlik omillari* guruhini tashkil qiladi. Masalan, mashqlarni bajarishda yuqori texnikani egallash harakatning har bir aktida yoki mashqlarning alohida elementlarini bajarishda organizmning ichki imkoniyatlaridan yanada unumliroq foydalanishga imkon beradi. Sport o'yinlarining (musobaqalarining) olib borishni takomillashgan taktikasi sport musobaqalarining davomida yoki ularning alohida epizodlarida tezkorlik-kuchlilik va bioenergetik potensiyalarini (ichki imkoniyatlarini) amalga oshirishga yaxshi imkon yaratadi.

Sportchilarning jismoniy ish qobiliyatini belgilaydigan bioki-myoviy omillar ichida, birinchi navbatda muskullarning qisqartiruvchi oqsillarini umumiy miqdori va fermentativ xususiyatlarini ko'rsatish mumkin. Masalan, qisqarayotgan muskulda rivojlanayotgan kuchla-nishni katta-kichikligi miofibrillardagi aktin va miozin iplarining o'rtasida hosil bo'lgan ko'ndalang ko'prikchalarni soniga to'g'ri proporsional bo'ladi. Har bir sarkomerning doirasida aktinning umumiy miqdori qancha ko'p va miozin ipi uzunroq bo'lsa, ana shu ko'prikchalarning hosil bo'lish imkoniyati shuncha katta bo'ladi, binobarin, maksimal muskul kuchlanishining rivojlanishi yuqori bo'ladi.

Muskullarning qisqarishini maksimal tezligi miozin ATP-azasining nisbiy faolligi, ya'ni ATPning fermentative parchalanish tezligiga to'g'ri proporsional ravishda bog'langan bo'ladi. Miozin ATP-azasining faolligi turli muskul tolalarida



keskin farqlanadi: oq tez qisqaradigan tolalarda qizil sekin qisqaradigan tolalardagiga nisbatan ancha yuqori bo'ladi. Har xil muskullarda tolalarning ana shu tiplari turli kombinatsiyada (nisbatda) bo'ladi. Tez va sekin qisqaradigan tolalarning proporsiyasini o'zgarishi muskullarning funksional xususiyatlariga bevosita ta'sir qiladi. Mana shu tip tolalar hat xil motoneyronlar bilan ta'minlangan turli harakatlantiruvchi birliklar tarkibiga kirganligi sababli ular ishga har xil vaqtda kirishadi va tolalarning qisqarish tezligi ham har xil bo'ladi. Muskul tarkibida oq tez qisqaradigan muskul tolalarining foizi qancha ko'p bo'lsa, uning tezkorlik-kuchlilik xususiyatlari shuncha yuqori bo'ladi. Va, aksincha, muskul tarkibida qizil sekin qisqaradigan muskul tolalarining foizi qancha ko'p bo'lsa, uning uzoq vaqt davom etadigan ishlarni bajarish imkoniyati shuncha katta bo'ladi.

Odamning jismoniy ish qobiliyatini belgilaydigan eng muhim biokimyoviy omil uning organizmini bioenergetik imkoniyatlari hisoblanadi. Har qanday ish energiya sarflashni talab etadi. Bu energiya esa odamning organizmida har xil intensivlik va davomiylikdagi muskul faoliyatida o'zaro nisbatlari bir xil bo'lmagan anaerob va aerob yo'llar bilan sodir bo'ladigan biokimyoviy jarayonlarda hosil bo'ladi.

Sportchining muskul ish faoliyatini energetik tavsifi qulay bo'lishi maqsadida uning ish imkoniyatlarini aniqlaydigan omil sifatida organizmning **anaerob va aerob ish qobiliyatlari** tushunchasi qabul qilingan.

**Aerob ish qobiliyati** deyilganda ishlayotgan to'qimalarda kislorodni yetkazib berilishi va ishlatilishi (utilizatsiya qilinishi) kuchayishi bilan bir vaqtda boradigan hujayraning mitoxondriyalaridagi aerob jarayonlarning kuchayishi hisobiga ishni bajarish imkoniyatlari nazarda tutiladi. Aerob ish qobiliyati ayniqsa uzoq davom etadigan katta va mo'tadil quvvatli ishlarni bajarilganda namoyon bo'ladi.

Odamning anaerob ish qobiliyatini o'z navbatida **alaktat anaerob va glikolitik anaerob qobiliyatlarga** bo'lishadi.

**Alaktat anaerob ish qobiliyati** – bu asosan ATP-aza va kreatinkinaza reaksiyalarida energiyani o'zgartirish jarayonlari hisobiga ishni bajarish imko-

niyatlarini. Alaktat anaerob qobiliyat – bajarilish vaqti 15-20 sekunddan oshmaydigan qisqa muddatli, maksimal intensivlikdagi mashqlarni bajarganda namoyon bo'ladi.

**Glikolitik anaerob ish qobiliyati** deyilganda sut kislotasini to'planishi bilan boradigan ishda anaerob glikolizning kuchayish imkoniyati tushuniladi. U bajarilish vaqti 30 sekunddan to 2-3 minutgacha boradigan mashqlarni bajarishda namoyon bo'ladi. Bunday mashqlarni bajarganda glikoliz jarayonining tezligi o'zining eng yuqori darajasiga yetadi va qonda ko'p miqdorda sut kislotasi yig'iladi (to 2,5 g/l va ko'proq). Yuqorida keltirilgan jismoniy ish qobiliyatining komponentlaridan har biri uchta biyokimyoviy kriteriyalar – quvvat, hajm va samaradorlik kriteriyalari bilan ifodalanadi.

### **Anaerob va aerob ish qobiliyatlarining ko'rsatkichlaridagi farqlar**

Energiya o'zgartirishning anaerob va aerob jarayonlari quvvatlari bo'yicha birbirlaridan keskin farq qiladi. Jumladan, alaktat anaerob jarayon (ya'ni kreatinkinaza reaksiyasi) davom etish vaqti 6-8 sekunddan oshmaydigan mashqlarda o'zining maksimal energiya ishlab chiqarish tezligiga erishadi va yuqori malakali sportchilarda 3,6 kDj/kg.min tashkil qiladi. Anaerob glikolitik jarayonda 30 sek atrofida davom etadigan mashqlarda energiya ishlab chiqarishning yuqori darajada kuchayishi kuzatiladi va 2,4 kDj/kg.min ga teng bo'ladi. Aerob jarayoning maksimal quvvatini bajarish vaqti 2-7 minutga teng bo'lgan mashqlarda kuzatiladi va yuqori malakali sportchilarda 1,2 kDj/kg.min ni tashkil etadi. Shunday qilib, agarda ana shu uchta energiya o'zgartirish bioenergetik jarayonlarining energiya ishlab chiqarish tezliklarining maksimal ko'rsatkichlarini o'zaro solishtirilganda aerob glikolitik va alaktat jarayonlarning nisbati 1:2:3 ko'rinishga ega bo'ladi.

Agarda bu jarayonlarning maksimal energetik hajmlarini solishtirganda, aerob jarayon o'zining energetik hajmi bilan alaktat anaerob va glikolitik anaerob jarayonlaridan birnecha marta ustunlik qiladi. Aerob oksidlanish uchun substrat bo'lib faqat muskullardagi glikogen va yog'larning zahiralari emas, balki qondagi glyukoza, erkin moy kislotalari, keton tanachalari, gliserin hamda jigarning

glikogen zahirasi va turli yog` rezervlari hizmat qiladi. Shuning uchun ham aerob jarayonining umumiy hajmini cheksiz desa bo`ladi va uni aniq chegaralab bo`lmaydi. Lekin ishni berilgan tezligida ushlab tura olish vaqti bo`yicha har uchchala bioenergetik jarayonlarning hajmini taqqoslaganda, aerob jarayoning hajmi anaerob glikolizni hajmiga nisbatan 1-tartibga, alaktat anaerob jarayoninikiga esa 2-tartibga yuqori bo`ladi. Shunday qilib, aerob, glikolitik va alaktat jarayonlarning maksimal hajimlari o`zaro 100:10:1 nisbatda bo`ladi.

Mana shu energetik jarayonlarning energetik samaradorligi ko`rsatkichlarida ham etarli darajada katta farqlar kuzatiladi.

ATP energiyasini mexanik ishga aylanish samaradorligi aerob va anaerob jarayonlarga deyarli bir xil va 50% atrofida bo`ladi, fosforlanishning samaradorligi alaktat anaerob jarayonda eng yuqori – 80% atrofida, anaerob glikolizda esa – eng kam, o`rtacha 44% atrofida va aerob jarayonda u tahminan 60% ni tashkil etadi.

### **Sport ish qobiliyatining spetsifikligi**

Sportning u yoki bu turida jismoniy ish qobiliyatining aniq nomoyon bo`lishi spetsifiklik xarakteriga ega. Bu spetsifiklik sport mashqlari ta`sirida shakllanadigan sportchilarning aerob va anaerob qobiliyatlarining rivojlanish darajalarini o`zaro nisbatlariga bog`liq bo`ladi.

*Masqlanish jarayonida oldinga qo`yilgan vazifalar va bajariladigan ishni harakteriga qarab asosiy jismoniy yuklama faqat ishni bajarishda bevosita qatnashayotgan u yoki bu muskullargina emas, balki energiyani (ATPni) asosan etkazib beruvchi bioenergetik jarayonlarga ham tushadi. Masalan, sportchilarning tezkorlik sifatini rivojlantirishga yo`naltirilgan, qisqa muddatli maksimal quvvatli mashqlar qo`llaniladigan mashqlanish jarayonida qo`llanilayotgan jismoniy yuklamalar tasirida muskullarda kreatinfosfarning zahirasi ko`payadi, muhitning noqulay sharoitida miozin ATP-azasi va sarkoplazmatik kreatinkinazalarning barqaror ishlashi yaxshilanadi va umuman olganda, ATPning alaktat anaerob resintezlanish imkoniyati ortadi. Uzoq muddatli mo`tadil quvvatli ishdan foydalanilganda sportchining organizmida ATFning resintezlanishini aerob*

*mexanizmlari takomillashadi, organizmning energetik substratlarini zahirasi ko`payadi (birinchi navbatda jigar va muskullardagi glikogenning zahiralari).*<sup>90</sup>

Shunday qilib, sportning har xil turlarida jismoniy mashqlarning xarakteri va bajarish uslublariga qarab sportchilarning organizmida ATPning resintezlanishini u yoki bu bioenergetik mexanizmlari yaxshi ravojlanadi. Masalan, uzoq masofaga yuguruvchilar, chang`i poygachilari, shosseda velosiped haydovchilar, konkida ychadigan sportchilar aerob quvvatning eng yuqori ko`rsatkichlarini namoyon qilishadi. Eng katta alaktat anaerob quvvatini qisqa masofaga yuguruvchilar, xokkeychilar va trek velosiped poygachilari demonstratsiya qilishadi. O`rta masofaga yuguruvchilar, xokkeichilar, vaterpolchilar glikolitik anaerob quvvatning maksimal ko`rsatkichini namoyon qilishadi. Shosseda velosiped haydovchilar, o`rta va uzoq masofalarga yuguruvchilar eng katta aerob hajmga ega. Alaktat anaerob hajimning eng yuqori darajasini qisqa masofaga yuguruvchilar, basketbolchilar va kurashchilar demonstratsiya qilishadi. Glikolitik anaerob hajimning eng katta miqdorini o`rta masofaga yuguruvchilar, trek velosiped poygachilari va xokkeychilarda kuzatish mumkin.

Xulosa qilib aytganda, sportning har bir turida sportda erishiladigan yutuqlarga hal qiluvchi ta`sir ko`rsatadigan o`zining “etaklovchi” metabolik omillari bo`ladi.

### **Sportchilarning ish qobiliyatiga mashqlanishning ta`siri**

Sistematik mashqlanish jarayonida jismoniy ish qobiliyatining deyarli barcha ko`rsatkichlari ancha yaxshilanadi. Mashqlanishni ta`siri turli kvalifikatsiyali sportchilarda ATPning resintezini amalga oshiradigan bioenergetik jarayonlarning quvvati, hajmi va samaradorliklarini solishtirganda ayniqsa yaqqol ko`rinadi.

Masalan, sportchilarning masqlanganlik darajasini (malakasini) oshishi bilan jismoniy ish qobiliyatining barcha biokimyoviy xarakteristikalari yaxsilangan. Shu

---

<sup>90</sup> *MacLaren D., Morton J., Biochemstry for sport end Exercise Metabolism. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -98*

bilan birga, ayrim biokimyoviy parametrlarning yaxshilanish miqdori turli darajada namoyon boʻlgan. Masalan, mashqlanish vaqtida ancha chidamlilikni talab qiladigan endigina shugʻullana boshlagan sportchilarda KMI 40-45 *ml/kg.min* ni tashkil qiladi, shu vaqtni oʻzida yuqori malakali sportchilarda 80-90 *ml/kg.min* boʻladi. Maʼlum boʻlishicha, koʻp yillar davomida sistematik ravishda mashqlanish natijasida shortchilarda aerob quvvat koʻrsatkichlari 2 marta, aerob hajm koʻrsatkichlari esa 4 martadan ortiqroq yaxshilanadi.

### **Sportda koʻp yillik mashqlanish taʼsirida bioenergetik jarayonlarning quvvati, hajmi va samaradorliklarini yaxshilanishi**

Bioenergetik kriteriyalar	Baholanayotgan koʻrsatkichlar	Sportchilar II-III r.	Sportchilar HTSU	Yaxshilanish foizi
Quvvat:				
aerob	VO <sub>2</sub> max, <i>m/kg.min</i>	45	90	100
alaktat	KrP/t, <i>mM/kg.min</i>	60	102	70
glikolitik	HLa/t, <i>mM/kg.min</i>	20	35	450
Hajm:				
aerob	tusl.t. VO <sub>2</sub> max, <i>min</i>	3,2	13	306
alaktat	Alact. O <sub>2</sub> -qarzi,	21,5	54,5	153
glikolitik	<i>ml/kg</i>	0,8	2,2	175
Effektivligi:	Hla max, <i>g/kg</i>			
Aerob	AAB, % MMR	44	85	93

### **Sportchilarning ish qobiliyatiga ularning yoshini taʼsiri**

*Organizmning oʻsib va rivojlana borganligi sari uning jismoniy ish qobiliyatida maʼlum qonuniyatlarga asoslangan oʻzgarishlar sodir boʻlib turadi. Organism fiziologik balogʻatga etgani sari aerob va anaerob bioenergetik jarayonlarda energiyaning oʻzgartirish imkoniyatlari tobora ortib boradi. Yoshning ulgʻayishi bilan tananing metabolizmida faol qatnashadigan massasi, ayniqsa skelet muskullari koʻpayadi; ana shu muskul va boshqa toʻqima va organlarda aerob va anaerob almashinuvning muhim fermentlarini miqdori*

oshadi, ana shu fermentlarni barqaror ishlashi uchun sharoitlar yaxshilanadi, organizmning energetic resurslarini zahirasi ko`payadi, modda va energiya almashinuv turli zvenolarini nerv va gormonal boshqarilish jarayonlari hamda muskul va boshqa to`qimalarga kislorod va ozuqa moddalarni etkazib berish va parchalanish mahsulotlarini chiqarib tashlashga javobgar bo`lgan vegetative sistemalarning ishi takomillashadi.<sup>91</sup> Jismoniy ish qobiliyatining hamma ana shu ko`rsatkichlari odam to`la fiziologik balog`atga etgan paytida, ya`ni 20-25 yoshlarida odatda o`zlarining maksimumiga chiqadi (erishadi). Asosan, yuqori energiya ishlab chiqarishni talab qiladigan sport turlarida ana shu yoshda eng yuqori sport ko`rsatkichlariga erishadi. 40 yoshdan keyin jismoniy ish qobiliyatining ko`rsatkichlari pasayaboshlaydi va 60 yoshga kelib balog`at yoshidagiga nisbatan tahminan ikki marta kamayadi.

Organizimning ish qobiliyatini belgilovchi bioenergetik jarayonlarning ko`rsatkichlari o`sinh va rivojlanish davomida ma`lum qonunuyatlar asosida o`zgaradi. Masalan, erkaklarning 20 yoshlarida maksimal anaerob quvvat (MAQ) o`zining maksimal ko`rsatkichiga erishadi va to 30 yoshgacha tahminan shu darajaga saqlanadi va keyin pasaya boshlaydi. Ayollarda bu ko`rsatkich o`zining maksimumiga 18 yoshlarda etishadi va so`ngra nisbatan tez psaya boshlaydi.

Erkaklarda kislorodning maksimal istemoli (KMI) o`zining maksimal ko`rsatkichiga 25 yoshlarda erishadi va 40 yoshgacha ana shu darajada saqlanadi, ayollarda esa bu ko`rsatkichlar 20 va 35 yoshni tashkil qiladi.

Bioenergetik jarayonlarning hajm va samaradorlik ko`rsatkichlari MAQ va KMI ko`rsatkichlaridan farq qilib, ancha sekin rivojlanish templari bilan xarakterlanadi va erkak va ayollarda yoshga nisbatan deyarli farqlari yo`q. Masalan, bu ko`rsatkichlar eng yuqori qiymatga 25-30 yoshlarda erishadi va sistematik mashqlanish natijasida tahminan shu darajada 40-45 yoshlargacha

---

<sup>91</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -99



saqlanishi mumkin. Keksaygan va qarigan yoshda pasayish templari ayollar organizmida faqat ancha aniqroq ko`zga tashlanadi.

Lekin, shu narsani uqtirib o`tish kerakki, organizmning yuqori tezlikda o`sishi va rivojlanish munosabati bilan, ya`ni energetik substratlarning biologik oksidlanish jarayonida ajralib chiqayotgan energiyaning asosiy qismi plastik almashinuvida ishlanilayotganligi sababli bolalar va o`spirinlarda katta yoshdagilarga nisbatan muskul faoliyatini energiya bilan ta`minlash imkoniyatlari ancha kam bo`ladi. Aerob va anaerob jarayonlarda ajralib chiqayotgan energiyaning asosiy qismi hujayralarning yangidan hosil bo`lishi va yangilanib turishlarini ta`minlaydigan struktura va ferment oqsillari, nuklein kislotalar, lipoudlar va boshqa hujayra strukturalarining sintezi uchun ishlatiladi. O`sayotgan organism-ning yana bir qator biokimyoviy xususiyatlari bunday cheklanishni kuchaytiradi.

Jumladan, kislorodni yetkazib berishni ta`minlaydigan qondagi gemoglobin va muskul tolasi hujayralaridagi mioglobin oqsillarning miqdori bolalarda katta yoshlilarnikiga nisbatan kam, demak bolalar organizmining kislorod hajmi kichik. Bolalar va o`spirinlarda yurak-qon tomirlar va nafas olish sistemalari hatto tinch holatda ham katta yoshlilarnikiga nisbatan ancha zo`riqish bilan ishlaydi, demak kam funksional rezervlarga ega. Boshqacha qilib aytganda, organizmning kislorodga bo`lgan ehtiyoji oshganda bolalar va o`spirinlarning ana shu sistemalarini faoliyati kam darajada kuchaydi. Manasularning hammasi bolalarda intensiv muskul ishlarini aerob energiya ta`minotining imkoniyatlarini chegaralab quyadi.

Bulardan tashqari, bolalarda muskul faoliyatini energiya bilan ta`minlash imoniyatlari va kislorod qarzi sharoitida ish bajarish qobiliyati ham katta yoshlilarga nisbatan kam bo`ladi. shu bilan birga, yoshi qancha kichik bo`lsa, bajarish mumkin bo`lgan ishning maksimal quvvati shuncha kichik bo`ladi.

*Bolalar va o`spirinlarning jismoniy tarbiyasining yana bir muhim tomoni – ularning muskul ish faoliyatida uglevodlarning ishlatilishini osonlik bilan (engil)*

tormozlanishidir. Masalan, ko`pchilik jismoniy mashqlar (ayniqsa qiziqarli bo`lmagan va uzoq davom etadigan) bolalarning qonidagi glyukozani konsentrasiyasini tez pasaytirib yuboradi.<sup>92</sup> Turli-tuman, ayniqsa tarkibida har xil o`yin elementlarini tutgan, emotsiyaga boy mashg`ulotlar qondagi glyukozaning yuqori darajasini to darsni ohirigacha ishlab turishga imkoniyat tug`diradi.

Qariyotgan organizmning o`ziga hos hususiyatlaridan biri – moddalar almashinuvining intensivligini umumiy pasayish holatida plastik almashinuvining intensivligini ham pasayishadi. Qariyotgan organizmlarda birinchi navbatda oqsillarni yangilanib turish jarayoni sekinlashadi. Oqsilarning sintezini sekinlashishi hujayralarning bo`linish tezligini kamayishiga va ularning fiziologik regenerasiyasini buzulishiga olib keladi. Ko`p hujayralar faoliyat qobiliyatini yo`qotib o`lishadi. Qarilikda bosh miya po`stlog`idagi va miyachadagi nerv hujayralarining soni ham kamayadi. Suyak hujayralarining ko`payishi sekinlashishi va nobud bo`lishi kuzatiladi, bu esa ularni g`ovaklashishiga va pishiqligini kamayishiga olib keladi. Eritrositlarni yangitdan hosil bo`lishi ham sekinlashadi. Yaralarning bitishi ham yomonlashadi va h.k.

Ikkinchidan, qariyotgan organizmda oksidlanish jarayonlarning intensivligi ancha pasayadi. Jumladan, aerob va anaerob energiya ishlab chiqarish imkoniyatlari pasayadi. Shuning uchun ham, keksaygan odamlarda xuddi bolalar va o`spirinlardagidek, qonda sut kislotasining konsentrasiyasi 20-30 yoshli odamlardagiga nisbatan standart ishni bajarganda ko`p, maksimal quvvatli ishni bajarganda esa kam darajada ortishi bilan sodir bo`ladi.

Ishning maksimal mumkin bo`lgan quvvati yoshini ulg`ayib borishi bilan keskin pasayib boradi. Jumladan 60 yoshli odamlarda 20-30 yoshlar rivojlantirishga qodir bo`lgan quvvatni 50% bo`lishi mumkin.

Keksaygan yoshli odamlar uchun yana bir o`ziga hos hususiyat huddi bolalar va o`spirinlarnikidek, muskul faoliyatida uglevodlar sarflanishini yengil

---

<sup>92</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -99

tormozlanishi hisoblanadi. Masalan, ayniqsa bir xil, zerikarli jismoniy mashqlar ko`pincha qonda glyukozani kamayishi bilan sobir bo`ladi.

Shu yoshlarda lipidlar almashinuvi ham o`zgaradi: qonda xolisterinning miqdori ko`payadi, bu esa ateroskleroz kasalligini rivojlanishiga olib keladi.

Shunday qilib, maktab/litsey va kollejlarda bolalar va o`smirlarni jismoniy tarbiya bo`yicha dasturlarni ishlab chiqishda, ayniqsa yosh sportchilar (sportchi qizlar) uchun mashqlanish mashg`ulotlarini tashkil qilish va o`tkazishda, hamda har xil yoshdagi odamlar bilan jismoniy tarbiya va sport bo`yicha soglomlashtiruvchi mashg`ulotlarni o`tkazishda jismoniy ish qobiliyat ko`rsatichlarining yoshga qarab o`zgarish dinamikasining o`ziga hos xususayatlarini albatta inobatga olish kerak.

### **Tezkorlik-kuchlilik sifatlarining biokimyoviy omillari**

Muskul faoliyatida namoyon bo`ladigan sportchining jismoniy sifatlari (kuch, tezlik, quvvat, chidamkorlik va h.k.) odamning biokimyoviy, fiziologik, morfologik xususiyatlariga hamda uning psixik, texnik va taktik jihatdan tayyorlanganlik darajasiga bog`liq bo`ladi.

Alohida muskul tolasi rivojlantirayotgan kuch undagi qisqartiruvchi oqsillarning miqdoriga, ya`ni aktinning umumiy miqdoriga va miozinning polimerizatsiyalanish darajasiga bog`liq bo`ladi. Boshqacha qilib aytganda, qisqarayotgan muskulda rivojlanayotgan kuchlanishning katta-kichikligi miofibrillarning tarkibiga kiradigan har bir sarkomer doirasidagi aktin va miozin iplari orasida hosil bo`ladigan ko`ndalang ko`prikchalarning soniga to`g`ri proporsional bo`ladi.

Skelet muskullarining miofibrillarida ko`ndalang ko`prikchalarni hosil bo`lish va uzilish tezligi va shu bilan bog`liq bo`lgan kuchlanishni rivojlanishi va muskul qisqarish tezliklari miozinning ATP-azalik faolligiga bog`liq. Miozin ATP-azasi yordamida ATPning fermentativ parchalanish tezligi har xil tipdagi muskul tolalarida keskin farq qiladi: oq tez qisqaradigan tolalarda sekin qisqaradigan tolalarga nisbatan u ancha yuqori bo`ladi.

Yuqorida eslatilganidek odamning skelet muskullarida FT va ST tolalari har xil nisbatda bo`ladi. FT va ST tolalarining proporsiyalarini o`zgarishi muskulning funksional xususiyatlariga bevosita ta`sir qiladi. Chunki bu muskul tolalar turli harakatlantiruvchi birliklar tarkibiga kiradi, turli motoneyronlar bilan innervatsiya qilinadi va hat xil vaqtlarda ishga kirishadi. Shu bilan birga ishlayotgan

muskullarni tarkibida qancha FT tolalar ko'p bo'lsa, ularning tezkorlik-kuchlilik sifatleri shuncha yuqori bo'ladi.

Yuqorida bayon qilingan ma'lumotlardan muhim bir qonuniyat kelib chiqayapti, ya'ni maksimal muskul kuchlanishining katta-kichikligi (muskul kuchi) sarkomerning uzunligiga yoki yo'g'on miozin iplarining uzunligiga, ya'ni asosiy qisqartiruvchi oqsil – miozinning polimerizatsiyalanish darajasiga to'g'ri proporsional. Boshqacha qilib aytganda, miofibrillardagi aktin va miozin iplarini o'zaro ta'sirida rivojlanayotgan kuch ularning orasida hosil bo'layotgan ko'ndalang ko'prikchalarning soniga yoki ularning tutashgan maydoniga to'g'ri proporsional bo'ladi. Hosil bo'lgan ko'prikchalarning soni qancha ko'p bo'lsa, har bir sarkomer doirasida rivojlanayotgan kuch shuncha katta bo'ladi.

Eng uzun sarkomerlar mollyuskalarning chig'anoqlarini yopuvchi muskullarda, eng kaltasi esa hashoratlar va jannat qushining uchish apparatlarida kuzatilgan. Mollyuskalarning chig'anoqlarini yopuvchi muskullari odamning maksimal muskul kuchidan 3-6 marta ortiq muskul kuchlanishini rivojlantirish qobiliyatiga ega. Hasharatlar va jannat qushining uchish muskullari rivojlantirayotgan kuchning maksimal kattaligi odamnikidan 3 marta atrofida kam. Odamning skelet muskullarida sarkomerning uzunligi o'rtacha 1,8-2,5 *mkm*, miozin iplarini uzunligi 1500 *nm* ni tashkil qiladi.

Sarkomerning uzunligi yoki miofibrillarning yo'g'on iplarida miozinning polimerizatsiyalanish darajasi irsiyatga moyil omil bo'lib, organizmning individual rivojlanish jarayonida va sport mashqlanishi ta'sirida o'zgaradi. Lekin, turli muskullarning tarkibiga kirgan har xil tipdagi muskul tolalarida sarkomerning uzunligi ma'lum varia-tsiyalarda bo'lishi mumkin. Shu bilan birga muskullardagi boshqa qisqartiruvchi oqsil – aktinning miqdori individual rivojlanish jarayonida va sport mashqlanishi ta'sirida ancha o'zgaradi.

Muskul miofibrillarida aktinning miqdori kreatinning umumiy miqdoriga to'g'ri proporsional ravishda bog'liq bo'ladi, ya'ni hujayrada (muskul tolasi hujayrasida) aktinning miqdori qancha ko'p bo'lsa, kreatinning miqdori ham shuncha ko'p bo'ladi. Aktinning miqdorini aniqlash juda murakkab va sermehnat ish va uni har doim aniqlash mumkin emas. Shuning uchun ham sport amaliyotida ko'pincha muskullarda yoki qonda kreatinning umumiy konsentra-tsiyasini aniqlash muskul kuchini rivojlanishini nazorat qilishda va tezkorlik-kuchlilik mashqlarida sportda erishiladigan yutuqlarning darajasini oldindan aytib berishda qo'llaniladi.

Shunday qilib, xulosa qilish mumkin: kuchning biokimyoviy asoslari – muskullarning qisqartiruvchi oqsillarini umumiy miqdori va fermentativ

xususiyatlari, ya'ni miozinning polimerizatsiyalanish darajasi va uning ATP-aza faolligining katta-kichikligi hamda aktinning umumiy miqdori, hisoblanadi.

Tezkorlikning (tezlikni) namoyon bo'lishini biokimyoviy asoslari ko'p jihatdan xuddi kuch sifatlarinikidek: qisqartiruvchi oqsillarning miqdorini ko'pligi va ATFni parchalaydigan ferment sifatida miozinning yuqori darajada faolligi bilan belgilanadi. Lekin, qisqarishning maksimal tezligi sarkomerning uzunligiga yoki yo'g'on miozin iplarining uzunligiga teskari proporsional va nisbiy ATF-aza faolligiga to'g'ri proporsional. Qisqarishning eng yuqori tezligi hashoratlar va jannat qushining o'zini tarkibida eng qisqa sarkomer tutgan uchish muskullarida kuzatilgan, qisqarishning eng kichik tezligi – o'zining tarkibida eng uzun sarkomerni tutgan mollyuskalarning chig'anoqlarini yopuvchi muskullarida kuzatiladi.

Kuchning sifati kabi qisqarishning maksimal tezligi har xil tipdagi muskul tolalarida keskin farq qiladi: FT tolalarda qisqarish tezligi ST tolalardagiga nisbatan deyarli 4 marta yuqori.

*Bulardan tashqari, qisqarishning yuqori tezligini namoyon qilish uchun ATPning tez resintezlanish qobiliyati, asosan, kreatinkinaza teaksiyasida,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$  va  $Na^+$  ionlarining konsentratsiyasi va ularning tez bog'lanaolish va ajralaolish imkoniyatlari katta ahamiyatga ega (165 bet).*

*Umuman olganda, tezkorlikning (qisqarish tezligining) biokimyoviy asoslari miofibrillarning qisqartiruvchi oqsillarini faoliyati bilan, ayniqsa ATP-azalik faolligi bilan, ya'ni kimyoviy energiyani ishlatilish (mobilizatsiya) tezligi bilan bog'langan. Kuch sifatiga nisbatan aksincha qisqarishning maksimal tezligi sarkomerning uzunligiga yoki bitta sarkomer doirasida yo'g'on miozin iplarining uzunligiga teskari proporsional bo'ladi: qisqarish tezligi qancha katta bo'lsa, sarkomerning uzunligi shuncha kalta (qisqa) bo'ladi. Bundan tashqari, tezkorlik sifatlarini namoyon bo'lishida ATPning kreatinkinaza reaksiyasida sintezi muhim ahamiyatli.<sup>93</sup>*

Odamning erkin harakatida kuch va qisqarishning tezligini o'zaro bog'lanmasdan alohida namoyon bo'lishi emas, balki rivojlanayotgan kuchlanishning quvvati bilan belgilanadigan ularning birgalikda ko'rsatgan samarasi (effekti) ahamiyatga ega. Muskul rivojlantirayotgan quvvat – ya'ni ATP-aza faolligini, ya'ni ATPning parchalanishini umumiy tezligini to'g'ri chiziqli funksiyasi hisoblanadi.

---

<sup>93</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstry for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -166

*Maksimal quvvat korsatkichlari ham qisqarishning maksimal tezliginiki singari har xil tipdagi muskul tolalarida ancha farq qiladi va ma'lum tur harakat faoliyatiga moslashishda sezilarli darajada o'zgaradi.*

*Tez qisqaradigan oq tolalarda maksimal quvvatning ko'rsatkichi 155 vatt/kg muskul og'irligiga va sekin qisqaradigan qizil tolalarda esa 40 vatt/kg muskul og'irligigani tashkil qilinadi.*<sup>94</sup>

### **Chidamkorlikning biokimyoviy asoslari**

Chidamkorlik – odamning (sportchining) eng muhim jismoniy sifati bo'lib, asosan uning ish qobiliyatini umumiy darajasini belgilaydi. Chidamkorlik ikkita formada namoyon bo'lishi mumkin: yo davomli ishni berilgan quvvat darajasi toliqishni birinchi belgilarigacha, ya'ni mashqni quvvatini pasaya boshlaganicha bajarish, yoki toliqishni boshlanishi natijasida ish qobiliyatini pasayishi sifatida namoyon bo'ladi. Chidamkorlik – ishni oxirigacha bajarish vaqti bilan o'lchanadi ( $t_{ox}$ , min).

Biokimyoviy nuqtai nazardan chidamkorlik – ma'lum ishni bajarishda ishlatishga qulay bo'lgan energiya zahiralarning umumiy miqdorini energiyaning sarflanish tezligiga bo'lgan nisbati bilan belgilanadi:

$$\text{Chidamkorlik } (t_{ch., min}) = \frac{\text{energiya zahirasi } (Dj)}{\text{energiya sarflanish tezligi } (Dj / \text{min})}$$

ya'ni chidamkorlik – berilgan intensivlikdagi ishni bor energiya resurslarini batamom tugaguncha bajarilgan vaqti bilan aniqlanadi. Lekin, qisqa muddatli maksimal quvvatli mashqlarni bajarishda kreatinfosfat zahirasi  $\frac{1}{3}$  qismi ishlatilishi bilanoq ishni bajarish tezligi pasaya boshlaydi yoki bosh miyada ishni bajarish davrida kreatin-fosfatning zahirasi umuman ishlatilmaydi.

Boshqa tomondan chidamkorlik ish vaqtida toliqishni boshla-nishini orqaga surish hamda toliqish kuchayib borayotgan sharoitda ishni unumli bajarishga imkoniyat yaratadi. Sportchi organizmining bu qobiliyati birinchi navbatda muskul faoliyatini energiya bilan ta'minlashga javobgar bo'lgan metabolik jarayonlarning rivojlanish darajasiga bog'liq bo'ladi. Odam organizmida ATP resintezining uchta asosiy yo'llari borligiga ko'ra chidamkorlikning uchta biokimyoviy komponentlarini ajratiladi: alaktat anaerob, glikolitik anaerob va aerob komponentlari. Demak, umumiy chidamkorlikni ana shu energiya manbalarining quvvat, hajm va

---

<sup>94</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -168



samaradorlik parametrlarining turlicha kombinatsiyalarini natijasi deb qarash mumkin. Ana shu komponentlarning hammasi chidamkorlikning har qanday sretsifik turini namoyon bo'lishida o'z hissalarini qo'shadi, lekin shulardan biri yetakchi (muhim) rolni o'ynaydi. Ana shunday yetakchi komponentni aniqlash mashqlanish vositalari va uslublarini to'g'ri tanlash uchun muhim ahamiyatga ega.

Chidamkorlikning alaktat anaerob komponentasini ribojlanish darajasi ishlayotgan muskullar va boshqa to'qima va organlardagi kreatinfosfatning zahirasi va uning mashqlarni bajarish vaqtida sarflanishini tejamliligiga bog'liq bo'ladi. Kreatinning sarflanishini tejamliligi o'z navbatida mashqlarning elementlarini bajarish texni-asini samaradorligi hamda anaerob almashinuvning sut kislotasi va boshqa mahsulotlari yig'ilayotgan sharoitda sarkoplazmatik kreatinkinaza va miozin ATF-azasi – fermentlarini barqaror ishlashiga bog'liq. Chidamkorlikning bu komponenti qisqa muddatli (tezkorlik va kuchlilik) maksimal intensivlikdagi mashqlarni bajarishda asosiy energiya manbai bo'lib xizmat qiladi.

Chidamkorlikning glikolitik anaerob komponenti uchun faqat organizmning uglevod zahiralari (muskul va jigarning glikogen zahiralari va qonning glyukozasi) va ularning sarflanishini tejamliligina emas, balki sut kislotasi hosil qilayotgan vodorod ionlarini neytrallashga imkoniyati bo'lgan bufer sistemalar hamda organizmning kislotalik-ishqorlik balansini o'zgarishiga ferment sistemalarini chidamliligi muhim rol o'ynaydi. Chidamkorlikning glikolitik anaerob komponenti bajariladigan vaqti 30 sekunddan 2-3 minutgacha bo'lgan og'ir mashqlarni bajarishda asosiy energiya manbai bo'lib xizmat qiladi.

Ish vaqtida organizmning mobilizatsiya qilinayotgan energiya rezervlarining (uglevodlar, yog'lar, oqsillar) miqdori, ishlayotgan to'qima va organlarda kislorod va oziqa moddalarni yetkazib berishni ta'minlaydigan nafas olish va qon aylanish sistemalarining turg'un (barqaror) ishi va ishlab turishini tezligi va aerob almashinuv fermentlarining miqdori hamda faolligi chidamkorlikning aerob komponentini ifodalaydi. Chidamkorlikning bu komponenti 3 minutdan birnecha soatgacha davom etadigan katta va mo'tadil quvvatli mashqlarni asosan energiya bilan ta'minlaydi.

Garchi chidamkorlik odamning boshqa harakat sifatleri kabi ko'pchilik omillarga bo'g'liq bo'lsada, organizmning biokimyoviy (bioenergetik) xususiyatlari uni ro'yobga chiqarishda hal qiluvchi rolni o'ynaydi, chunki chidamkorlik u yoki bu turdagi ish vaqtida ATPning resintezlanish imkoniyatlari bilan belgilanadi.

**Sportchilarning tezkorlik-kuchlilik sifatlari va chidamkorlikning rivojlantirishda qo'llaniladigan uslublar.**

Modomiki chidamkorlikning biokimyoviy ko'rsatkichlari xuddi tezkorlik-kuchlilik sifatleri (tezlik va kuch)ning ko'rsatkichlaridek sportchilar organizmining aerob va anaerob bioenergetik imkoniyatlariga bog'liq ekan, chidamkorlikning mashqlanishlarini eng avvalo organizmning ana shu bioenergetik imkoniyatlarini ko'payishiga yo'naltirilgan bo'lishi kerak. Sport amaliyotida chidamkorlikni rivojlantirishning eng samarali uslublari sifatida hammasidan ko'proq uzoq davom etadigan uzluksiz ish uslubi (bir tekis yoki o'zgaruvchan), takroriy va interval ish uslublari qo'llaniladi.

Sport amaliyotida chidamkorlikni rivojlantirish uchun qo'llanilayotgan uslublardan har biri chidamkorlikning har xil komponentlariga, hatto ularning asosida yotgan turli biokimyoviy sistemalarga ham bir xil bo'lmagan ta'sir ko'rsatadi.

***Chidamkorlikning alaktat anaerob komponentini*** rivojlantirishga yo'naltirilgan takrorlash va interval ish uslublari muntazam (sistematik) ana shunday mashqlanishlar ta'sirida ishlayotgan muskul-larda alaktat anaerob rezervlari ko'payadi, anaerob almashinuv mahsulotlari (sut kislotasi, ADF,  $H_3PO_4$  va h.k.) yig'ilishi sharoitida shu sistemaning muhim fermentlari – miozin ATP-azasi va sarkoplazmatik kreatinkinazalarning barqarorligi oshadi.

Takroriy ish uslubida qisqa muddatli (10-15 sekunddan ko'p bo'lmagan) maksimal quvvatli ( $W_{max}$  ning 90-95% ni tashkil etadigan) mashqlar qo'llanilib, takroriy ishni oralig'idagi dam olish vaqti 2.5-3 minutdan kam bo'lmasligi kerak.

Maksimal quvvatli mashqlarni bajarish vaqtida fosfat makroerglarini (ATF-KrP) parchalanishi ishdan keyin dam olishning birinchi sekundlarida kislorodni iste'mol qilish tezligini keskin oshiradi. Shu bilan birga ishlayotgan muskullarda ATF oksidlanishli resintezi ham tezlashadi. Bu jarayonning eng yuqori tezligi mashqni tugatgandan keyin 1-minutlarda kuzatiladi. Kislorodni iste'mol qilish tezligi va qondagi sut kislotasining miqdori mashqni to 5-6 marta takrorlanishigacha uzluksiz ortib boradi, bu esa alaktat anaerob rezervlarining hajmini asta-sekin tugallanib borishidan dalolat beradi. Ishlayotgan muskullarda kreatinfosfatning zahirasini miqdori kritik darajaga yetishi bilan (umumiy alaktat anaerob hajmning  $\frac{1}{3}$  qismi) birdaniga ishning maksimal quvvati pasaya boshlaydi. Odatda bunday holat mashqning 8-10-marta takrorlanishiga to'g'ri keladi. Shunday qilib, chidamkorlikning yo'naltirilgan takroriy ish uslubida mashqlarni takrorlashning optimal soni 8-10 marta hisoblanadi.

Agar interval ish uslubida xuddi shunday qisqa muddatli maksimal quvvatli mashqlarni shuncha qisqa intervalli dam olish bilan navbatma-navbat bajarilsa, mashqlanishning (chidamkorlikning) alaktat anaerob komponentini vujudga keltirish (yaratish) uchun bunday ishni seriyalar bilan bajariladi, ya'ni har bir

seriyada mashqni 5-6 marta takrorlash va seriyalar orasida dam olish intervali 3 minutdan kam bo'lmashligi kerak.

**Chidamkorlikning glikolitik anaerob komponentini** rivojlanti-rishga yo'naltirilgan mashqlanishlarda sport amaliyotida eng yuksak ishlarni takrorlash va interval ish uslublaridan foydalaniladi. Bajarila-digan mashqlar shunday xarakteristikaga ega bo'lishi kerakki, ular sut kislotasini yig'ilishi bilan sodir bo'ladigan energiyaning o'zgarishini anaerob jarayonlarning eng katta kuchlanishini ta'minlashi kerak. Bajarilish vaqti 30 sekunddan to 2-3 minutni tashkil qiladigan, submaksimal quvvatli yuksak mashqlar ana shu sharoitlarga javob beradi.

Eng yuksak ishlarni takrorlash uslubida davom etish muddati 30 sek submaksimal quvvatli eng yuksak mashqlar qo'llanilsa, takrorlash oralig'idagi dam olish intervali 15 minutdan kam emas, takrorlashning optimal soni 6-8 martani tashkil qilishi kerak. Glikolitik xarakterli interval ishda toliqishni tez boshlanishi sababli mashqlarni takrorlash soni 3-4 marta takrorlashgacha qisqartiriladi. Mashqlanish samarasini mustahkamlash uchun yetarli hajmdagi ishni har birida 3-4 marta takrorlanadigan seriyalar bilan bajariladi va seriyalarning oralig'ida 10-15 minutdan kam bo'lmagan dam olish pauzasi bo'ladi.

**Chidamkorlikning aerob komponentini** rivojlantirish uchun uzoq davom etadigan uzluksiz (bir tekis yoki o'zgaruvchan) ish, takroriy ish va interval ishning bir necha variantlari qo'llanishi mumkin.

Bir martali uzluksiz va takroriy ish uslublari qo'llanilganda aerob almashinuvga yetarli ta'sir ko'rsatishni ta'minlash uchun mashqlarning umumiy davom etish vaqti 3 minutdan kam bo'lmashligi kerak. Chunki ana shu vaqt (3 min) kislorodni iste'mol qilishni shakllantiradi va statsionar (o'zgarmas) holatga chiqadi. Bir martali uzluksiz ishda organizmda shunga to'g'ri keladigan adaptatsion o'zgarishlarni chaqiradigan yuklamaning hajmi 30 minutdan kam bo'lmagan vaqtni tashkil qiladi. Ana shu turdagi ishga javoban organizmda sodir bo'lgan biokimyoviy reaksiyalar keltirilgan.

Bir martali uzluksiz ish vaqtida bajarilayotgan mashqlarning intensivligi toqimalarda aerob almashinuvni ancha kuchaytirishni ta'minlashi kerak.

Chidamkorlikning aerob komponentini rivojlantirishga yo'nal-tirilgan takroriy ish uslublaridan foydalanilganda mashqlarni takrorlash ishlayotgan muskullarda aerob jarayonlarni kekin kuchayishiga olib keladi.

Bajarishning davomiyligi shakllanish davridan ortiq bo'lgan intensiv mashqlarni har bir takrorlash vaqtida kislorodni iste'mol qilish darajasi mashqning boshlanishida tez oshib boradi, so'ngra to ishning oxirigacha maksimalga yaqin darajada ushlanib turiladi (36-rasm). Mashqning umumiy davomiyligi taxminan

kislorodni maksimal iste'mol qilish vaqtiga to'g'ri kelishi kerak. Odatda u 3 minutdan 6 minutgachani tashkil qiladi. Bunday seriyalarni takrorlash organizmni o'zgaruvchan rejimda goh shakllantirish (mashqni boshlanishida), goh tiklanish (dam olish pauzasida) rejimida doimo ishlashga majbur qiladi. Aerob metabolizm darajasidagi shunday keskin farqlar vegetativ xizmat sistemalarining faoliyatini sozlash va mukammallashtirish uchun yaxshi stimuly bo'ladi. Shuning uchun takroriy ish ham va o'zgaruvchan ish ham ushbu rejimda hammasidan yaxshi aerob quvvat va aerob samaradorlikni oshirishga imkoniyat tug'diradi.

Sport amaliyotida frayburg qoidasi bo'yicha interval ish va "mioglobinli" interval ish nomi bilan yuritiladigan ikkita yanada samaradorli interval ish uslublari kengroq qo'llaniladi. Frayburg qoidasi interval ish uslubining mohiyati shundan iboratki, unda nisbatan qisqa muddatli mashqlar (uzoqligi 30 dan to 90 sekundgacha) xuddi shunga teng bolgan dam olish intervali bilan navbatma-navbat takrorlanadi. Bunday ish to'qimalarda aerob jarayonlar avj olishi, kuchayishi uchun, ayniqsa qon aylanish ko'rsatkichlarini yaxshilash uchun yetarli stimuly tug'diradi. "Mioglobinli" interval mashqlanishda juda qisqa (5-10 sekunddan ko'p bo'lmagan) muddatli mashqlar shuncha qisqa intervalli dam olish bilan navbatma-navbat bajariladi. Mashqning intervalligi yetarli darajada yuqori, lekin maksimal emas (mashqlat erkin, zo'riqishsiz bajariladi). Bu ish kislorodning iste'molini yuqori darajada ushlab turish bilan katta hajmda bajarilishi mumkin. Bundan tashqari u aerob samaradorlikni rivojlantirishga imkoniyat tug'diradi.

Mashqlanish jarayonida ana shu uslublarni ilmiy asoslangan kombinatsiyalar va ketma-ketliklarda qo'llash sportchilarning tezkorlik-kuchlilik sifatleri va chidamkorligini yuqori darajada rivojlanishini ta'minlashi mumkin.

Sportchilarning tezkorlik-kuchlilik sifatleri va chidamkorligini rivojlantirish uchun sport amaliyotida qo'llanilayotgan uslublarning har biri kuch, tezlik va chidamkorlikning har xil komponentlariga va hatto ularning asosida yotgan turli biokimyoviy sistemalarga bir-biriga o'xshamagan ta'sirlar ko'rsatadi. Masalan, tezkorlik mashqlari eng avvalo tezlikni (muskul qisqarishining tezligini), kuchlilik – kuchni, uzoq muddatli – chidamkorlikni rivojlantiradi. Lekin, qaysi bir sifatni bo'lmasin rivojlantirishga yo'naltirilgan mashqlar boshqa sifatleri rivojlantirish uchun ham biokimyoviy zamin yaratishi mumkin.

Mashqlanish jarayonida ish vaqtida eng katta ahamiyatga ega bo'lgan biokimyoviy sistemalar rivojlanadi va takomillashadi. Maksimal va submaksimal quvvatli tezkorlik mashqlarni bajarish vaqtida ATPning resintezi asosan anaerob yo'l bilan: maksimal yuklama vaqtida – alaktat anaerob va submaksimal yuklamada – glikolitik anaerob yo'l bilan amalga oshadi. Shuning uchun ham ana shu mashqlar bilan mashqlanish ta'sirida ATP resintezining, ayniqsa alaktat

anaerob va glikolitik anaerob imkoniyatlari ko'payadi. Bu tezlik va tezkorlik chidamkorlikning biokimyoviy asoslaridan birini tashkil qiladi. Shu bilan birga, ana shu turdagi mashqlar vaqtida ATPning miqdori kamaya boshlashi bilan oqsillarning sintezi sekinlashadi. Oqsillarning parchalanish jarayonlari ularning sintezidan ustunlik qilaboshlaydi, ya'ni muskullarda oqsillarning umumiy miqdori kamayadi. Muskul ishidan so'ng dam olish davrida oqsillarning biosintezi tezlashadi va dam olishning bir davrida (superkompensatsiya fazasi) ish vaqtida sarflangan oqsillarning miqdori faqat ish boshlanishigacha bo'lgan darajasigacha tiklana emas, balki undan ham ortib ketadi (o'ta tiklanish). Binobarin, muskullarning massasi ko'payadi va muskul tarkibidagi miozinning umumiy miqdori oshganligi munosabati bilan miozin ATP-azasining nisbiy faolligi ortadi. Buning ustuga, muskullarning ko'ndalang kesimini yuzasi ko'payishi bilan muskulning kuchi ortadi. Mana shularning hammasi kuchning sifatini biokimyoviy asosini tashkil qiladi. Tezkorlik mashqlaridan keyin dam olish davrida ATPning resintezini anaerob yo'llari qizg'in aerob oksidlanish va oksidlanishli fosforlanish bilan almashinadi. Bu esa o'z navbatida mashqlanish jarayonida aerob oksidlanishning imkoniyat-larini ko'payishiga olib keladi va uzoq davom etadigan mashqlarga bo'lgan biokimyoviy chidamkorlikning component-laridan biri hisoblanadi.

Shunday qilib, sport mashqlanish jarayonida tezkorlik yukla-malarini qo'llash faqat tezlik va tezkorlik chidamkorlikni rivojlantirishga olib keladi xolos emas, balki kuch va uzoq muddatli ishga chidamkorlikni rivojlanishi uchun zamin yaratadi.

Mashqlanish kuch ishlatiladigan mashqlarni bajarish vaqtida ishlayotgan muskul oqsillari katta katabolik o'zgarishlarga duchor bo'ladi, ishdan so'ng dam olish davrida oqsillarning biosintez jarayoni keskin kuchayadi, demak, muskulning massasi va muskulning ATP-azalik faolligi, ya'ni kuchning biologik asoslari keskin oshadi. Shu bilan birga, kuch ishlatadigan mashqlar garchi tezkorlik yuklamalariga nisbatan kam bo'lsada, asosan ATPning anaerob resintezini bilan sodir bo'ladi. Shuning uchun ham kuch ishlatadigan mashqlanish sportchining tezkorlik sifatlariga ham zamin tayyorlab, kreatinkinaza reaksiyasi va anaerob glikoliz jarayonining imkoniyatlarini bir oz ko'payishiga yordam beradi. ATP resintezining aerob yo'lini imkoniyatlari kuch ishlatiladigan mashqlar bilan mashqlanish ta'sirida juda kam darajada oshadi yoki ba'zi hollarda umuman oshmaydi. Agar ishning boshlanishuda uncha katta bo'lmagan kislorod qarzi bo'lsa (kislorod ehtiyojini 5-10% atrofida), ishning davomida butunlay yo'qolib ketadi. Muskullarda oqsillarni miqdori o'zgarmaydi, chunki ularning parchalanishi va sintezi tenglashgan. Shuning uchun ham chidamkorlik rivojlantirishga yo'nal-



tirilgan mashqlar bilan mashqlanish energiya ishlab chiqarish aerob jarayonlarining imkoniyat-larini yaxshi rivojlantiradi va muskullar va jigarda glikogenni to'planishiga olib keladi. Boshqa tomondan, mo'tadil quvvatli uzoq davom etadigan ishlar kuch va tezlik (chaqqonlik)ning biokimyoviy asoslariga zamin yaratmaydi.

Shu narsani ta'kidlab o'tish kerakki, sportchining qaysi bir sifatini rivojlantirishga yo'naltirilgan mashqlanish boshqa sifatlarni rivojlantirish uchun biokimyoviy zamin yaratishi mumkin bo'lsa ham, lekin bu qo'shimcha ta'sirlar yuqori sport natijalariga erishish uchun juda kamlik qiladi. Shundan asosiy xulosa kelib chiqadiki, ya'ni har qanday mashqlanish sportning har qanday turida o'zining asosida har tomonlama umumiy jismoniy tayyorlashni tutishi kerak va mana shu baza asosida berilgan sport turi uchun yetaklovchi (boshqarib boruvchi) ahamiyatga ega bo'lgan sifatni rivojlantirish lozim. Bolalar va o'smirlarni har tomonlama jismoniy tayyorlashning jiddiy yo'llaridan biri bo'lib yangi respublika jismoniy tarbiya komplekslari "Alpomish" va "Barchinoy" xizmat qiladi.

### **Mashqlanish, mashqlanishning buzilishi va o'ta mashqlanish vaqtidagi biokimyoviy o'zgarishlar.**

Bir qator mualliflar o'zlarining ilmiy-tadqiqot ishlarida shu narsani dayd qiladilar, ya'ni mashqlangan organizmning muskullari uchun xarakterli biokimyoviy o'zgarishlar har xil vaqtda va ma'lum ketma-ketlikda rivojlanadi:

- aerob oksidlanish jarayonlarining imkoniyatlari va glikogen-ning zahirasi hammasidan ko'ra tezroq ko'payadi;
- muskullarning struktura oqsillarini miqdori va anaerob glikolizning intensivligi oshadi;
- muskullarda kreatinfosfatning zahirasi ko'payadi.

Mashqlanishni to'xtatgandan keyin, ya'ni mashqlanishni orqaga qaytish (rastrenirovka) jarayonida ana shu biokimyoviy o'zgarishlar boshlang'ich darajasiga quyidagi tartibda qaytadi:

- birinchi navbatda kreatinfosfatning miqdori;
- anaerob glikolizning intensivligi va glikogenning miqdori;
- muskullarning qisqartiruvchi oqsillari;
- aerob oksidlanish jarayonlarining intensivligi.

Shunday qilib, mashqlanish jarayonida uzoq muddatli ishga chidamkorlikning biokimyoviy asoslari hammasidan tezroq rivojlanadi va hammasidan uzoqroq saqlanadi. Tezlik va tezkorlik chidamkorlikning biokimyoviy asoslari ancha sekin rivojlanadi va mashqlanishni to'xtatish bilan qisqa vaqt davomida saqlanadi. Mashqlanish jarayonida kuchning rivojlanishi va saqlanishi oraliq (o'rta) holatni egallaydi.



O'ta mashqlanish vaqtida sodir bo'ladigan biokimyoviy o'zgarishlar mashqlanish orqaga qaytish vaqtidagi o'zgarishlardan mutloq boshqacha. Mashqlanishning orqaga qaytish vaqtida turli biokimyoviy ko'rsatkichlarning miqdorini kamayishi va boshlang'ich darajaga qaytishi mashqlanish jarayonida ularning ko'payishiga teskari (qarama-qarshi) tartibda amalga oshiriladi. O'ta mashqlanish vaqtida mana shu o'zaro bog'langan ketma-ketliklarning buzilishi sodir bo'ladi. Bu yerda eng avvalo aerob oksidlanish jarayonlarining buzilishi, keyinroq – glikolizning faolligini pasayishi va juda o'ta mashqlanishlikda – muskullarda glikogenning miqdorini pasayishi ro'y beradi.

Energiyani o'zgartirish aerob mexanizmlarini borishini buzilishi shunga olib keladiki, ya'ni o'ta mashqlanish sharoitida ATP resintezi to'la bo'lmagan intensivlikda boradi, azot asoslari va aminokislotalarning dezaminirlanish reaksiyalari kuchayadi, buning natijasida muskullarda ammiakning konsentratsiyasi oshadi, ish vaqtida energiya manbalari tejamsiz sarflanadi, juda ham o'ta mashqlanishlik holatida tananing massasa anchagina yo'qoladi. Xullas, o'ta mashqlanganlik patologik hodisa sifatida sportchining umumiy jismoniy ish qobiliyatini pasayishiga olib keladi.

### **Savollar va topshiriqlar**

1. Odanning (sportchining) ish qobiliyati deganda uning qanday xususiyatlarini tushunasiz?
2. Qanday daraja yoki tipdagi sport mashqlanish jarayonlari sportchilarning jismoniy ish qobiliyatini rivojlantirishga yo'naltirilgan bo'ladi?
3. Sport ish qobiliyatini belgilaydigan omillar qaysi birlarini eng asosiylari deb ajratish va ularni qanday guruhlarga bo'lish mumkin?
4. Potensiya (organizmning ishki imkoniyatlari) omillari guruhi sportchi organizmining qanday sifat yoki imkoniyatlarini o'z ichiga oladi?
5. Unumdorlik omillari guruhini qaysi omillar tashkil qiladi va ular organizmning ish qobiliyatiga qanday ta'sir ko'rsatadi?
6. Nima uchun yuqori darajada psixologik tayyorlangan sportchi o'zining ichki imkoniyatlaridan to'laroq foydalana oladi? Sabablarini ko'rsating.
7. Miofibrillarning qisqartiruvchi oqsillarini muskul qisqarish kuchi va tezligini namoyon qilishdagi roli va ularning muhim xususiyatlarini ta'riflang.
8. Muskul qisqarishining maksimal kuchi va tezligini ro'yobga chiqishini asosan qaysi biokimyoviy omillar belgilaydi?
9. Muskul qisqarishida rivojlanayotgan kuch undagi qisqartiruvchi oqsillarning miqdoriga, ya'ni aktinning umumiy miqdori va miozinning polimerizatsiyalanish darajasiga qanday bog'liqligini tushuntirib bering.
10. Muskullarda oq tez qisqaradigan va qizil sekin qisqaradigan muskul tolalarining nisbati muskul qisqarishining kuchi va tezligini ro'yobga chiqarishda qanday rol o'ynaydi?

11. Muskul qisqarishida rivojlanayotgan kuchning qiymatini aktinning umumiy miqdori va miozinning uzunligiga bog'liqligidan qanday qonuniyat kelib chiqadi? Ana shu qonuniyatni ta'riflab bering.

12. Eng uzun va eng kalta sarkomerlar qaysi hayvon yoki hasharotlarning qaysi muskullarida kuzatilgan?

## **MAVZU-14: SPORT MASHQLANISH JARAYONIDA BIOKIMYOVIY ADAPTATSIYANING QONUNIYATLARI.**

### **Mavzuning rejasi.**

1. Muskul faoliyatida organizmning adaptatsiyasi haqida umumiy tushuncha.
2. Mashqlanish, jismoniy yuklama, adaptatsiya va mashqlanish samarasi.
3. Mashqlanishning biologik printsiplari.
4. Mashqlangan organizmning biokimyoviy xarakteristikasi.

### **Tayanch iboralar**

**Adaptatsiya, mashqlanish samarasi, sport mashqlanishi, jismoniy yuklamalar, shoshilinch adaptatsiya bosqichi, uzoq davom etadigan adaptatsiya bosqichi, shoshilinch mashqlanish samarasi, qoldirilgan mashqlanish samarasi, mashqlanishning kumilyativ samarasi, sport mashqlanishi prinsplari.**

### **Muskul faoliyatida organizmning adaptatsiyasi haqida umumiy tushuncha**

Hozirgi vaqtda organizmning jismoniy yuklamalarga adaptatsiyasi zamonaviy fizik-kimyoviy biologiya va meditsinalarning aktual muammolaridan biri hisoblanadi. "Adaptatsiya" termini hayot davomida rivojlanayotgan jarayonni bildirib, uning natijasida organizm muhitining ma'lum omillariga (issiq yoki sovuq sharoitga, bosimga namlikka, shu jumladan jismoniy yuklamalarga ham) chidamlilikka erishadi. Jismoniy mashqlarga "adaptatsiya" va odam organizmining "mashqlanganligi" bir-biri bilan chambarchas bog'langan. Jismoniy yuklamalarga adaptatsiyaning mohiyati mashqlanmagan organizmlarni mashqlangan organizmga aylantiradigan biokimyoviy va fiziologik mexanizmlarni ochishdan iborat.

Organizmning "mashqlanganligi", ya'ni yuqori malakali sportchilarning organizmi quyidagi hususiyatlar bilan ajralib turadi:

- **birinchidan**, mashqlangan organizm shunday quvvatli va davomiylikdagi muskul ishni bajarishi mumkinki, uni bajarishga mashqlanmagan organizmning kuchi yetmaydi;
- **ikkinchidan**, tinch holatda, mo''tadil va uncha yuksak bo'lmagan jismoniy mashqlarni bajarish vaqtida fiziologik va biokimyoviy sistemalar ancha tejamlilik bilan ishlash va ana shu sistemalarni mashqlanmagan organizm yetolmaydigan shunday yuqori darajada ishlashga erishish imkoniyatlari bilan ajralib turadi;
- **uchinchidan**, mashqlangan organizmda ichki va tashqi muhitlarning shkast etkazuvchi ta'siriga va noqulay omillarga chidamliligi oshadi.

Adaptatsiya jarayonlari organizmda gomeotazni saqlab turishga yo'naltirilgan. Gomeostatik reaksiyalar spetsifik (maxsus) yo'nalishga ega. Metabolik faollik makromolekulalar, avvalo oqsil va nuklein kislotalar bilan qat'iy bog'liklikda bo'lganligi sababli, adaptatsiya jarayonlari organizm hayot faoliyatini makromolekulalar bilan ta'minlashga olib kelishi kerak. Adaptatsiya jarayonida metabolizm organizm bilan unga kerakli mahsulotlarni uzluksiz olib turishga "sozlanadi".

### **Jismoniy yuklama, adaptatsiya va mashqlanish samarasi**

Jismoniy tarbiya nazariyasi nuqtai nazaridan sport mashqlanishi tadbirlar sistemasini qo'llash bilan bog'langan murakkab pedagogik jarayon bo'lib, jismoniy rivojlantirish masalalarini samarali echish, o'qitish va axloqiy, irodali, intellektual hamda harakatlantiruvchi sifatlarini tarbiyalashni ta'minlaydi.

Biologik nuqtai nazardan *sport mashqlanishi* – bu muskul kuchini rivojlantirishga va katta quvvatli va uzoq muddatli ishni bajarishga imkoniyat tug'diradigan jismoniy mashqlarga organizmning faol yo'naltirilgan moslashish jarayoni. Bunday adaptatsiya eng avvalo jismoniy mashqlarni bajarish vaqtida funksiyalarni regulyatsiya va koordinatsiya qilish jarayonlariga tegishli bo'lib, organizmda chuqur funksional o'zgarish bilan sodir bo'ladi. Ana shu funksional o'zgarishlarning asosida esa biokimyoviy o'zgarishlar yotadi, chunki funksiyaning

qanday bo'lmasin o'zgarishi – bu shu to'qimada yoki shu organda va pirovardida butun organizmda modda almashinuvining o'zgarishi demakdir.

Mashqlanish jarayonida qo'llaniladigan jismoniy yuklamalar\* organizmda adaptatsiya o'zgarishlarini qo'zg'atadigan asosiy stimuly (qo'zg'ovchi) rolini bajaradi. Qo'llanilayotgan jismoniy yuklamalarga javoban sodir bo'layotgan biokimyoviy o'zgarishlarning yo'nalishi va katta-kichikligi ***mashqlanish samarasini*** aniqlaydi. Jismoniy yuklamalarni organizmga ta'sir ko'rsatish darajasi quyidagilarga bog'liq:

- bajariladigan mashqlarning intensivligi va davom etish vaqtiga;
- mashqni takrorlash soniga;
- takrorlashlar o'rtasidagi dam olish intervaliga;
- dam olish xarakteriga (faol yoki passiv);
- bajarilayotgan mashqlarning tipiga (turiga).

Jismoniy yuklamalarning yuqorida keltirilgan xarakteristikalarining har birining o'zgarishi organizmda qat'iy ma'lum bir biokimyoviy o'zgarishlarni yuzaga chiqaradi, birgalikdagi ta'siri esa – moddalar almashinuvining hammasini jiddiy o'zgarishlarga olib keladi. Masalan, kuch ishlatadigan mashqlar (og'ir atletika, gimnastika, akrobatika va boshqalar) bilan mashqlanish muskul massasini eng ko'p oshishiga olib keladi, ya'ni muskul struktura oqsillarining sintezini kuchayishi bilan sodir bo'ladi. O'rtacha va mo'tadil quvvatli mashqlar bilan mashqlanish ATP resintezining aerob mexanizmlari hisobiga ishni ta'minlash imkoniyatlarini eng ko'p oshishi bilan birga sodir bo'ladi. Maksimal quvvatli mashqlar bilan mashqlanish – alaktat anaerob jarayonning imkoniyatini ayniqsa ko'p, glikolitik anaerob jarayonni imkoniyatini esa bir oz kam darajada oshishi bilan sodir bo'ladi. Submaksimal quvvatli mashqlar bilan mashqlanish – ATP resintezining ana shu ikkita anaerob yo'llarini deyarlik bir xil darajada rivojlantiradi.

Yuqorida bayon qilinganlardan aniq bo'ladiki, jismoniy yuklama ta'sirida organizmda ro'y berayotgan biokimyoviy o'zgarishlar o'ziga xos hususiyatli

(spetsifik) va mashqlantirayotgan yuklamaning og'ir-yengilligi va xarakteriga bog'liq.

Jismoniy yuklamalarning ta'siriga organizmning adaptatsiyasi ham fazali xarakterga ega. Organizm va moddalar almashinuvida adaptatsion o'zgarishlarning xakteri va amalga oshirish vaqtiga qarab adaptatsiyani ikkita etapga – **shoshilinch** va **uzoq davom etadigan** adaptatsiya etaplariga bo'linadi.

**Shoshilinch adaptatsiya etapi** – bu jismoniy mashqning bir martalik ta'siriga organizmning bevosita javobi. Shoshilinch adaptatsiya jarayonlari bevosita ish vaqtida amalga oshadi va energetik resurslarni jalb qilinishi (mobilizatsiyasi), kislorod va ozuqa modda-larni ishlayotgan muskullarga tashish, energiya almashinuvi reak-siyalarining oxirgi mahsulotlarini ajratib chiqarish va muskul ishlarini plastik ta'minoti uchun sharoit yaratib berishdan iborat.

**Uzoq davom etadigan adaptatsiya etapi** – ko'p vaqt oralig'ini o'z ichiga oladi va organizmda uning imkoniyatlarini ancha ko'paytiradigan struktura va funktsional o'zgarishlar bilan xarakterlanadi. U shoshilinch adaptatsiyani ko'p marta amalga oshirilishi asosida rivojlanadi. Demak, uzoq vaqt davom etadigan adaptatsiya – bu takrorlanayotgan mashqlarning izlarini qo'shib borishi sifatida shoshilinch adaptatsiyaning ko'p marta amalga oshirishdir. Organizm-ning uzoq davom etadigan adaptatsiyasi jarayonida jismoniy yuklamalar ta'sirida nuklein kislotalarining va spetsiorik oqsillarning biosentezi faollashadi. Bu turli hujayra strukturalarini tez hosil bo'lishiga va ularning ishlab turish quvvatini oshirib turishi va yanada takomillashgan energiya ta'minotiga imkoniyat tug'diradi.

Jismoniy yuklamalarga moslashish jarayonlarini borishi fazali xarakterga ega bo'lganligi sababli sport nazariyasi va amaliyotida mashqlanish samarasini uchta turga bo'lishadi: **shoshilinch, qoldirilgan va kumulyativ**.

**Shoshilinch mashqlanish samarasi** – jismoniy yuklama-larni bevosita ta'sir ko'rsatish vaqtida va shoshilinch tiklanish, ya'ni kislorod qarzini uzish davrida (ish tugagandan keyin birinchi 30-90 minutlarda) sodir bo'layotgan organizmdagi biokimyoviy o'zgarishlarning chuqur-ligi va xakteri bilan belgilanadi.

***Qoldirilgan mashqlanish samarasi*** – jismoniy yuklamadan keyin tiklanishning kech fazalarida kuzatiladi. Uning mohiyati (tub ma’nosi) energetik resurslarni to’ldirishga yo’naltirilgan jarayonlar va ish vaqtida parchalanib ketgan va yangitdan sintezlanayotgan hujayra strukturalarini jadallashtirilgan takror ishlab chiqarishni tashkil qiladi.

***Mashqlanishning kumulyativ samarasi*** – ko’p jismoniy yukla-malarning izlarini yoki ko’p miqdordagi shoshilinch va qoldirilgan samaralarni birin-ketin qo’shilishi natijasida yuzaga chiqadi (namoyon bo’ladi). Mashqlanishning kumulyativ samarasi quyidagi jarayonlarni o’z ichiga oladi:

- ishlatishga qulay bo’lgan energetik substratlarning to’planishi;
- fermentlarning miqdorini ko’paytirish;
- modda almashinuvining oxirigacha oksidlanmagan mahsu-lotlarini ortiqcha hosil bo’lishiga organizmning chidamliligini va bufer hajmini oshishi;
- hujayra strukturalarining asosini tashkil qilgan moddalar (oqsillar, lipidlar) sintezining kuchayishi;
- agar mashqlanish yuklamalarini takrorlash oldingi ishdan so’ng superkompensatsiya fazasida ro’y bersa, organizmning boshqarib turadigan sistemalarini takomillashtirish. Mashqlanishning kumulyativ samarasi pirovardida ish qobiliyatining ko’rsatkichlarini ortib borishi va sport yutuqlarini yaxshilanishi bilan ifodalanadi.

### **Mashqlanishning biologik prinsiplari**

Hozirgi vaqtda sport mashqlanish jarayonida jismoniy yuklamalarning ta’siriga moslanishining rivojlanishini asosiy qonuniyatlari aniqlangan. Odatda mana shu qonuniyatlar sport mashqlanishining biologik prinsiplari sifatida ta’riflanadi. Bir-biri bilan bog’langan va biri boshqasidan kelib chiqadigan quyidagi to’rtta prinsip eng katta ahamiyatga ega:



- mashqlarning bajarishni takroriyligi printsipi;
- mashqlarning bajarishni doimiyligi printsipi;
- ish va dam olishning o'zaro nisbatini to'g'riligi printsipi;
- jismoniy yuklamani sekin-asta ko'paytirish printsipi.

***Soprt mashqlanishining birinchi prinsipi – mashqlarni bajarishning takroriyligi*** – uning mohiyati shundan iboratki, dam olish davrida kuzatiladigan energetik va funksional potentsiallarni oshirish, undan keyin ularning boshlang'ich, ish oldi darajasigacha qaytishi bilan almashinadi. Demak, bir martalik jismoniy yuklama turg'un mashqlanish samarasini ko'rsata olmaydi va shuning uchun ham uni takrorlash kerak.

***Sport mashqlanishning ikkinchi prinsipi – mashqlarni bajarilishining doimiyligi*** – shunday holatdan kelib chiqadiki, ishni takrorlashni har qanday vaqtda emas, balki superkompensatsiya fazasida, ya'ni, oldingi ishdan so'ng organizm uchun eng qulay holatda boshlash kerak. Agar ish superkom-pensatsiya fazasini tugashi bilan boshlansa, mashqlanish samarasi o'zgarmasdan ana shu boshlang'ich darajada qoladi. Agarda, takroriy ishni har safar organizmning to'la tiklanmagan holatida (fazasida) boshlasa, u progressiv kamayishga olib keladi.

Bularning hammasini xuddi shunday to'g'ri tushunish kerak emas. Bitta mashg'ulot ichida mashqlar hammasidan ko'proq to'la tiklanmagan fazada takrorlanadi. Masalan, interval ish uslubida har bir mikrotsiklda mashg'ulotlar to'la tiklanmasdan o'tkaziladi, bu yetaklovchi funksiyani ancha pasayishiga olib keladi; alohida mikrotsikillarni o'rtasidagi dam olish yetaklovchi funksiyaning superkompensatsiyasiga (o'ta tiklanishiga) erishishni ta'minlaydi, shuning uchun ham mikrotsiklni har bir navbatdagi takrorlash mashqlanish samarasini oshiradi.

Oldinroq ko'rsatilganidek, superkompensatsiya fazasining davomliligi, ishning davom etish muddatiga va organizmda ana shu ish vaqtida sodir bo'lgan biokimyoviy o'zgarishlarning chuqurligiga bog'liq bo'ladi. Shu sababli har xil xarakterli va turli davomiylikdagi ishdan keyin superkompensatsiya fazasi har xil

vaqtda boshlinadi va davom etish muddati bir xil bo'lmaydi. Bundan ***sport mashqlanishning uchinchi prinsipi*** – ish va dam olishning o'zaro nisbati to'g'riligi kelib chiqadi. Yuklamining og'ir-yengilligi va xarakteri bog'liq bo'lgan har bir ish, har bir jismoniy mashq aniq bir dam olish davrini talab qiladi.

Bundan tashqari, xuddi o'sha ishdan keyin turli energetik substratlar va muskullarning struktura moddalarini superkompensatsiyasi har vaqtlarda boshlanadi: kreatinfosfat glikogendan oldin resintezlanadi, muskul oqsillari va fosfolipidlarni resintezi esa oxirgi navbatda sodir bo'ladi. Shu sababli, mashqlanish davomida mashqlarning xarakteri va hajmiga hamda sportchilarning oldiga qo'yilgan vazifalar (kreatinfosfat va glikogenlarning miqdorini ko'paytirish yoki oqsillar sintezini ko'paytirish hisobiga muskul massasini oshirish, aerob energiya mahsulotlarini ko'paytirish)ga nisbatan ish va dam olishning optimal nisbatini saqlash kerak.

***Sport mashqlanishining to'rtinchi prinsipi*** – yuklamani sekin-asta oshirish – asosiy mohiyati shundan iboratki, superkompensatsiyaning hajmi va davomiyligi organizmning funksional va energetik potentsiallarining hajmi va sarflanish intensivligiga bog'liq. Lekin, sportchi organizmining mashqlanganlik darajasi oshib borishi bilan ana shu potentsiallarining hajmi va intensivligi ish vaqtida kamayadi. Har bir keyingi (kelgusi) ish yanada qulayroq sharoitda bajariladi va yanada kam (kichik) biokimyoviy o'zgarishlarni chaqiradi. Hattoki, organizmda biokimyoviy o'zgarishlarni boshlang'ich ko'rsatkichlarini qaytarish uchun kelgusi mashqla-nishlarda bajariladigan mashqning quvvati va davomiyligini sekin-asta oshirib borish kerak. Sportchining qanday bo'lmasin biron imkoniyatini rivojlantirishga yo'naltirilgan mashqlanishda, masalan, umumiy jismoniy ish qobiliyatini oshirishda, bajarilayotgan mashqlarning ana shu parametrlari har safar ancha oshirib boriladi. Mana shularning hammasi mashqlanish yuklamalarini sekin-asta ko'paytirib borish kerakligi printsipining biologik

*asoslarini tashkil qiladi. Shu prinsipga rioya (amal) qilinmasa, mashqlanish kam samarali yoki umuman samarasiz bo'ladi.*<sup>95</sup>

### **Mashqlangan organizmning biokimyoviy xarakteristikasi**

Organizmning sistematik muskul ishi adaptatsiya jarayonlarini sekin-asta rivojlanishga olib keladi, pirovardida barcha organ va sistemalarga ta'sir ko'rsatadi va katta quvvatli va uzoq vaqt davom etadigan jismoniy ishlarni bajarishga imkoniyat yaratadi.

Sistematik ravishda ko'p yil mashqlanish natijasida sportchining organizmida energiya resurslarining (kreatinfosfatning, glikogenning) muskullardagi zahiralari ko'payadi va anaerob glikoliz, uchkarbon kislotalar sikli, moy kislotalarining  $\beta$ -oksidlanish, oksidlanishli fosforlanishlarning fermentlarini faolliklari oshadi. Bularning hammasi tezroq va uzoq davom etadigan energiya ishlab chiqarish – ATP ning resinteziga qulaylik tug'diradi. Shu narsani ta'kidlash kerakki, mash-qlangan organizmda muskul faoliyati vaqtida ATPni gidrolizlaydigan fermentlar, uning resintezining har xil yo'llarida qatnashadigan fermentlar kabi ancha yuqori faollikka ega.

Yuqori malakali sportchining organizmi submaksimal quvvat zonasida ishni juda kichik biokimyoviy o'zgarishlar bilan bajarish mumkin, jumladan, sut kislatasini kam miqdorda yig'ilishi bilan, ya'ni pH ko'rsatkichini kam pasayishi bilan bajarish mumkin. Sut kislotasining nisbatan past konsentratsiyasi yog'lar almashinuvining fermentlarini shu jumladan, lipazalarni faollashtirish qobiliyatiga ega va natijada lipolizning intensivligi oshadi.

Sportchi organizmining mashqlanganlik darajasi oshishi bilan hujayra ichidagi boshqarish mexanizmlari sekin asta takomillashadi, ulardan eng muhimi fermentning molekulari miqdorini ko'payishiga olib keladigan, ya'ni umumiy

---

<sup>95</sup> *MacLaren D., Morton J., Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -210*

katalitik faoliyatni kuchaytiradigan spetsifik fermentlarning sintezini kuchaytirish hisoblanadi.

**Sistematik mashqlanish** ta'sirida oqsillar biosintezining kuchayishi vaqtida faqat oqsillar – fermentlarning miqdoriginasi emas, balki sturuktura va boshqa oqsillar – miozin, aktin, mioglobin va boshqalarning umumiy miqdori ham oshadi.

**Morfologik o'zgarishlarga kelganda, ular eng avvalo muskul tolalarida sodir bo'ladi.** *Sistematik jismoniy yuklamalar ta'sirida muskul tolalari yo'g'onlashadi, sturuktura oqsillarning (miozin, aktin) sintezini kuchayishi bilan bog'liq bo'lgan ishchi gipertrofiya ro'y beradi, miofibrillarning miqdori oshadi va ko'pincha ular Kongeym bog'lamida to'planadi. Bu muskullarning ko'ndalang kesim yuzasini, ya'ni muskul kuchiini ko'paytiradi. Mitoxondriyalarning miqdori va razmerlari ancha oshadi. Mitaxondriyalarning kristalari ancha kattalashadi va ularning orasidagi masofa qisqaradi, ichki membranada joylashgan nafas olish zanjiri, Krebs sikli, moy kislotalarining  $\epsilon$ -oksidlanish jarayonlarining ferment sistemalarini faolligi oshadi. Ana shu o'zgarishlar natijasida ATP resintezining aerob mexanizmlari takomillashadi, ya'ni aerob energiya mahsulotlarini ATPni hosil bo'lish tezligi va hajmi ko'payadi.*<sup>96</sup>

Shunday qilib, sistematik sport mashqlari natijasida sportchining organizmida yaqqol va ko'p tomonlama ifodalangan biokimyoviy, funksional va morfologik o'zgarishlar ro'y beradi. Lekin, hamma bu o'zgarishlar spetsifik xarakterga ega; ular mashqlanish jarayonlarida qo'llanilayotgan jismoniy yuklamalarning xarakteri bilan chambarchas bog'langan.

Ko'p yillik sistematik mashqlanish yana turli muskul tolalarining rivojlanishi va ishlab turishiga ta'sir qiladi. Asosan qisqa muddatli tezkorlik, kuchlilik mashqlarini ishlatish vaqtida tez qisqaradigan muskul tolalarining gipertrofiyasi va biokimyoviy o'zgarishlari sodir bo'ladi, natijada struktura oqsillari (miozin, aktin va boshqalar) ning sintez jarayonlari kuchayadi,

---

<sup>96</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -211

miofibrillarning miqdori ko'payadi. Bularning hammasi muskul kuchi va qisqarish tezligini o'sishiga (rivojlanishiga) olib keladi, ya'ni ATP sintezi anaerob yo'llarining potentsial imkoniyatlarini oshiradi. Aerob xarakterli uzoq davom etadigan mashqlarni qo'llash qizil sekin qisqaradigan muskul tolalarining biokimyoviy o'zgarishlari va gipertrofiyasini rivojlanishi uchun sharoit yaratadi. Shu vaqtda mitoxondriyalarning miqdori va razmerlarining kattalashishi sodir bo'ladi. Mitoxondriyalarning kristallari ancha kattalashadi va ularning orasidagi masofa qisqaradi. Ichki membranada joylashgan nafas olish zanjiri, Krebs sikli, moy kislotalarining  $\beta$ -oksidlanish jarayonlarining ferment sistemalarini faolligi oshadi.

*Yuqorida bayon qilingan materiallar asosida quyidagi xulosalarga kelish mumkin:*

*1. Mashqlangan organizm mashqlanmagan organizmga nisbatan muskul faoliyati uchun ancha katta energetik va funktsional potentsiallarga ega bo'ladi.*

*2. Mashqlangan organizm mashqlanmagan organizmga nisbatan ish vaqtida energiya manbalarini tezroq va to'laroq sarflash va ishdan so'ng dam olish davrida ularning zahirasini tezroq tiklash qobiliyatiga ega.*

*3. Mashqlangan organizm ATP molekulasida mujassamlashgan kimyoviy energiyani tezlik bilan safarbar qilish va uni mexanik energiyaga – muskul qisqarishiga aylantirish katta imkoniyatiga ega.*

*4. Mashqlangan organizm shunday yuqori quvvatli va davomiylikdagi jismo-niy ishni bajarishi mumkinki, uni mashqlanmagan organizm bajara olmaydi.*

*5. Mashqlangan organizm tinch holatda va mo'tadil, yuksak bo'lmagan jismoniy yuklamalarni bajarish vaqtida fiziologik sistemalarini tejamli ishlashi bilan ajralib turadi. Va ana shu sistemalarni shunday yuqori darajada ishlashga erishish qobiliyatiga egaki, bunga mashqlanmagan organizm sira ham erisha olmaydi. Masalan, standart ishni bajarish vaqtida mashqlangan sportchining qonida mashqlanmagan yoki kam mashqlangan sportchilikiga solishtirganda ancha kam miqdorda sut kislotasi to'planadi.*

6. Mashqlangan organizmda ichki va tashqi muhitlarning shikastlovchi ta'siri va noqulay omillariga chidamlilik (rezistentlik) oshadi.

### **Savollar va topshiriqlar**

1. Adaptatsiya atamasi qanday jarayonni o'z ishiga oladi?
2. Jismoniy mashqlarda "adaptatsiya" va odam organizmining "mashqlanganligi" o'rtasida qanday bog'liqlik bor?
3. "Mashqlangan" organizm o'zining qanday xususiyatlari bilan ajralib turadi?
4. Jismoniy tarbiya nazariyasi nuqtayi nazaridan sport mashqlanishini qanday ifodalash mumkin?
5. Biologik nuqtayi nazardan sport mashqlanish jarayonini ta'riflab bering.
6. Adaptatsiyaning shoshilinch va uzoq davom etadigan bosqichlarining asosiy mohiyatlarini tushuntirib bering.



## **MAVZU-15: SPORTCHILARNING OVQATLANISHINI BIOKIMYOVIY ASOSLARI.**

### **Mavzuning rejasi.**

1. Ratsional balanslashtirilgan ovqatlanishning biokimyoviy asoslari.
2. Sportchilarning ovqatlanishini ba'zi bir hususiyatlari.
3. Ovqatlanish omillari yordamida sportchilarning ish qobiliyatini oshirish va tiklanish jarayonlarining tezlashtirishning biokimyoviy yo'llari.

### **Tayanch iboralar**

**Ratsional balanslashtirilgan ovqatlanish, ovqatlanishning almashinmaydigan omillari, oqsillar, uglevodlar, yog'lar, vitaminlar, mineral moddalar, kkal, ozuqa tolalari, asosiy ozuqa moddalari, tiklanish, glyutamin kislotasi.**

### **Ratsional balanslashtirilgan ovqatlanishning biokimyoviy asoslari.**

Ovqatlanishni asosiy zamonaviy konsepsiyalaridan biri ratsional balanslashtirilgan ovqatlanish nazariyasidir. Bu nazariyaning asosida faqat organizmni energiya bilan adekvat ta'minlash zaruriyatigina emas, balki uning normal hayot faoliyatini ta'minlash uchun asosiy ozuqa moddalari va ozuqalarning boshqa muxim elementlari o'rtasidagi nisbatni saqlash tushunchasi yotadi. Ovqatlanishda hal qiluvchi rol shunday moddalarga tegishliki, ular odam organizmida boshqa birikmalardan sintezlana olmaydi. Ularga 40 dan oshiqroq moddalar – anorganik ionlar (elementlar), vitaminlar, almashinmaydigan aminokislotalar, to'yinmagan moy kislotalari va kofermentlarning tarkibiga kiradigan yoki o'zi kofermentlik vazifasini bajaradigan bazi bir biologik faol moddalar kiradi. Ushbu moddalar *ovqatlanishning almashinmaydigan omillari* nomi bilan yuritiladi.

Ratsional balanslashtirilgan ovqatlanish ikkita asosiy vazifani ko'zlaydi:

- organizmni hayot faoliyati jarayonida doimo sarflanadigan energiya bilan ta'minlash;
- hujayra va to'qimalarning strukturalarini tuzish va doimo yangilab turish uchun kerak bo'lgan plastik (qurilish) moddalar bilan organizmni ta'minlash.

Lekin sportchilarning ovqatlanishi organizmni energiya manbasi, plastik materiallar, vitaminlar, mineral moddalar bilan ta'minlashdan tashqari, yana mahsus vazifalarni ham, ya'ni ish qobiliyatini oshirish, toliqishni boshlanishini

uzoqlashtirish (orqaga surish) va katta jismoniy yuklamalardan keyin tiklanish davrini tezlatishlarni bajaradi.

To'la qiymatli ratsion tarkibiga ozuqa moddalarning beshta sinfi kirishi kerak va ularning har bir moddasi ma'lum rolni o'ynaydi va qat'iy ma'lum o'zaro nisbatda bo'ladi.

### **Sportchilarning ovqatlanishini ba'zi bir hususiyatlari**

*Ma'lumki sportchi organizmining energiya va ozuqa moddalariga bo'lgan ehtiyoji birinchi navbatda sportning turiga va bajariladigan ishning hajmiga hamda sport mahoratining darajasiga, emotsional holatiga va shaxsiy odatlariga bog'liq bo'ladi. Shuning uchun sportning har xil turlarini sportchilarga tavsiya qilinadigan dietalar sportchining tayyorlash etaplarini, yilning fasillarini va klimatik sharoitlarini hamda yoshi, jinsi, tanasining massasi, sport staji va sportchining boshqa individual sifatlarini hisobga olgan holda tuzilishi kerak. Shu vaqtda sportchining ratsioni:*

- *hozirgi vaqtdagi uning energiya sarfiga to'g'ri kelishi kerak;*
- *balanslashtirilgan bo'lishi, ya'ni barcha kerakli ozuqa moddalarni (oqsillar, yog'lar, uglevodlar, vitaminlar, mineral moddalar, ozuqa tolalarini) kerakli proporsiyada tutishi kerak;*
- *tarkibida ham hayvon ham o'simlik mahsulotlari bo'lishi kerak;*
- *turli-tuman bo'lishi, tarkibida etarli miqdorda yangi sabzavotlar, mevalar va ko'katlar bo'lsht kerak;*
- *organizm oson hazm qilaoladigan bo'lishi kerak.<sup>97</sup>*

Sport dietalari uchun ozuqalarga pazandalik ishlov berish muhim ahamiyatga ega. Bu yerda mahsulotlarning tabiiy sifatlarini maksimal saqlab qolishga, ularning xilma-xilligiga va ovqatlarni bezash va hatto stollarni servirovkasiga alohida e'tibor berilishi kerak.

---

<sup>97</sup> *MacLaren D., Morton J., Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -196*

*Ovqatlanishning oddiy tartibi (rejimi) ozuqalarni 3 marta qabul qilishni nazarda tutadi, lekin yuqori malakali sportchilar uchun 4 yoki 5 martali ovqatlanish abzalroq hisoblanadi. Shu bilan birga, ko'p martalik intensiv mashqlanish va musobaqalar sharoitida biologik qiymati oshirilgan mahsulotlardan (masofada, musobaqalar vaqtida, sport o'yinlari turlarida, mashqlanishlar oralig'ida, tanaf-fusda, mashqlanishdan keyin va hokazolar) aniq bir maqsadga yo'naltirib foydalanish hisobiga ovqatlanishning sonini ko'paytirish maqsadga muvofiq bo'ladi<sup>98</sup>.*

Umuman olganda, sportchilarning sport ish qobiliyatini yuqori darajada ushlab turish uchun organizmga kirayotgan ozuqa moddalar faqat kerakli miqdordagina emas, balki, hazm bo'lish uchun optimal nisbatda ham bo'lishi kerak.

Balanslashtirilgan ovqatlanishning hamma uchun qabul qilingan formulaga binoan sport bilan shug'ullanmagan kishilarning sutkalik ratsionida oqsillar, yog'lar va uglevodlarning miqdori 1:1:4 nisbatda yoki ozuqaning umumiy kaloriyasini 14:31:55 foizlarini tashkil qilishi lozim. Sutkalik ovqatlarning umumiy kaloriyasi qancha bo'lmasin asosiy ozuqa moddalarining ana shu nisbati saqlanishi shart. Sportchilarning ovqati sport bilan shug'ullanmagan odamlarnikiga nisbatan oqsil va uglevodlarga boyroq va yog'lar nisbatan kamroq bo'lishi kerak, bu oqsillar, yog'lar va uglevodlarning miqdori 1:0,7-0,8:4 nisbati yoki sutkalik ozuqaning umumiy energiyasini 15:25:60 foizlari bilan ta'minlanadi. Endi asosiy ozuqa moddalarning energetik koefitsentlaridan (oqsillar va uglevodlar 4,1 *kkal*, yog'lar 9,3 *kkal*) foydalanib, ana shu asosiy ozuqa komponentlarining har birini beradigan energiyasining miqdorini (kilokaloriyalarda) va o'zlarining miqdorini (gramlarda) hisoblab chiqish qiyin emas. Misol uchun, bir sutkalik ratsionining kaloriyaliligi 4000 *kkal* bo'lsa, sport bilan shug'ullanmaydigan kishilar uchun oqsillarning hissasiga 560 *kkal* yoki 137 g, yog'larning hissasiga **1240 *kkal*** yoki

---

<sup>98</sup> *MacLaren D., Morton J., Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -197*

130 g va uglevodlarning hissasiga 2200 kkal yoki 537 g to'g'ri kelishi kerak. Sportchilar uchun ovqatning kaloriyaliligi huddi jismoniy mehnat kishilarinikidek (4000 kkal) bo'lganda bu nisbatlar boshqacha bo'ladi, ya'ni oqsillar – 600 kkal yoki 146 g, yog'lar – 1000 kkal yoki 108 g va uglevodlar – 2400 kkal yoki 585g.

**Sportning har xil turlari uchun asosiy ozuqa moddalarni va energiyaga bo'lgan sutkalik ehtiyoji (har 1 kg tana massasiga)**

<b>Sport turlari</b>	<b>Oqsillar, gr</b>	<b>Yog'lar, gr</b>	<b>Uglevodlar, gr</b>	<b>Kaloriyalilik, kkal</b>
Gimnastika, figurali uchish	2,2-2,5	1,7-1,9	8,6 -9,75	59-66
Yengil atletika: sprint, sakrashlar	2,3-2,5	1,8-2,0	9,0-9,8	62-67
O'rtacha va uzoq masofaga yugurish	2,4-2,8	2,0-2,1	10,3-12,0	69-78
Marafon	2,5-2,9	2,0-2,2	11,2-13,0	73-84
Suzish va suv polosi	2,3-2,5	2,2-2,4	9,5-10,0	67-72
Og'ir atletika, kulturizm, disk, nayza, yadro otish	2,5-2,9	1,8-2,0	10,0-11,8	66-77
Kurash, boks	2,4-2,8	1,8-2,2	9,0-11,0	62-75
Sport o'yinlari turlari	2,3-2,6	1,8-2,2	9,5-10,6	63-72
Velosport	2,3-2,7	1,8-2,1	10,6-14,3	69-87
Chang'i sporti: qisqa masofa	2,3-2,5	1,9-2,2	10,2-11,0	67-74
Uzoq masofa	2,4-2,6	2,0-2,4	11,5-12,6	74-82
Konki sporti	2,5-2,7	2,0-2,3	10,0-10,9	69-74

Lekin sportchilarning ratsionida asosiy ozuqa moddalarning bu nisbatlari sport turiga va bajarilayotgan mashqlarning harakteriga qarab faqat o'zgarishi mumkingina emas, balki ularning mashqlanish va musobaqalashish faoliyatlarining

yo'nalishiga qarab har xil sport turlarining vakillari uchun qat'iy individual hamdir. Jumladan, sportchi organizmining oqsillarga bo'lgan sutkalik ehtiyojining eng katta ko'rsatkichlari o'rta va uzoq masofaga yugurish, og'ir atletika, kulturizm, marofon sport turlarida har 1 kg tana massasiga **2,5-2,9 g**, oqsillarga bo'lgan sutkalik ehtiyojning eng kichik ko'rsatkichi – yengil atletikada – sprint, sakrash va chang'i sporti – qisqa masofa, suzish va suv polosi – **2,3-2,5 g**, gimnastika va figurali uchish – **2,2-2,5 g** larda kuzatiladi.

Shu narsani ta'kidlab o'tish kerakki, asosan chidamkorlikni namoyon qiladigan sport turlari bilan ixtisoslashayotgan sportchilarga tavsiya qilinadigan ovqat ratsionida organizmning energiyaga bo'lgan ehtiyojining **14-15% ni** oqsillar ta'minlaydi, tezkorlik-kuchlilik sport turlarida **17-18%**, ayrim hollarda to **20%** (kulturizm, shtanga). Shu bilan birga, hatto sportning shunday turlari – og'ir atletika, yadro, disk va nayza otish, atletik gimnastika sportchilariga ham har 1 kg tana og'irligiga 3 grammdan ko'proq miqdordagi oqsilni qabul qilish tavsiya qilinmaydi, chunki bunday miqdordagi oqsil organizmdagi metabolik jarayonlarga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Jumladan, jigar va buyraklarning funksiyalari buziladi. Oshqozon-ichak yo'lida hazm bo'lmay qolgan oqsillar va aminokislotalar yo'g'on ichakla bakterial bijg'ish jarayoniga duchor bo'lib, ulardan ko'pgina zaharli moddalar – toksinlar ( $H_2S$ , metilmerkaptan, kadaverin, putrestsin, feniletilamin, tiramin, triptamin, krezal, fenol, skatol, indol) hosil bo'ladi. Qonga so'rilib, barcha organ va to'qamalarda moddalar va energiya almashinuv jarayonlarini normal borishini buzadi.

Balanslashtirilgan ovqatlanishning boshqa muhim doimiy komponentlaridan biri hayvon va o'simliklarning yog'lari – **triglitseriidlardir**. Yog'larning biologik qiymati ularning yuqori kaloriyaliligi (**9,3 kkal oqsillar** va uglevodlarning **4,1 kkal** nisbatan) va tarkibida huddi vitaminlar, almashinmaydigan aminokislotalar va boshqa kofaktorlar kabi odam organizmida sintezlanishi juda chegaralangan almashinmaydigan komponentlar – ko'p to'yoinmagan moy kislotalarini tutishi

bilan belgilanadi. Ularga, asosan o'simlik moylari tarkibida organizmga kiradigan *linol, linolen va araxidon* kislotalari kiradi.

Katta yoshdagi odamlarning yog'larga bo'lgan sutkalik ehtiyoji 90g va ko'p to'yinmagan moy kislotalarga bo'lgan ehtiyoji esa **3-6 g** tashkil qiladi. Odatda **25-30 g o'simlik moyi** odam organizmini ana shu miqdordagi ko'p to'yinmagan moy kislotalari bilan bimalol ta'minlay oladi.

*Sportchilar uchun yog'larni istemol qilish normasi sporting turiga qarab 1,7 dan to 2,4 g/kg bo'ladi. Sutkalik ratsionda bu miqdordagi yog'lar ozuqalarning umumiy kaloriyasini to 30% ni ta'minlashga imkon beradi. Lekin, ayniqsa intensiv mashqlanishlar va musobaqalar davrida sportchilarning ratsionida yog'larning miqdorini ozuqalarning umumiy kaloriyasidan **25% gacha** va ko'proqqa kamaytirish maqsadga muvofiq hisoblanadi, chunki ular yuqori jismoniy va emotsional yuklamalar vaqtida yomon hazm bo'ladi.<sup>99</sup>*

Sportchilar organizmining uglevodlarga bo'lgan ehtiyoji mashqlanish va musobaqalar vaqtidagi energiyani sarflanishi bilan bog'liq bo'ladi. Katta yoshli odamlarning bir sutkalik uglevodlarga bo'lgan ehtiyoji 450-500g.ni tashkil qiladi. Sportchilar uchun uglevodlarning sutkalik normasi sportning turiga qarab har **1 kg** tana og'irligiga **8,3 dan to 14,3 grammni** tashkil qiladi va shu bilan birga **64% kraxmalga** va **36%** oddiy qantlarga (glyukoza, fruktoza, saxaroza) to'g'ri kelishi kerak.

Sportning turlari va tayyorgarlik davriga qarab sportchilarning sutkalik ovqat ratsionida uglevodlarning miqdori to **800-900 grammgacha** oshishi mumkin.

Yuqorida ko'rsatilganidek, ozuqa tolalari ovqatlarni normal hazm qilish jarayoni uchun kerak: ular ichak mikroflorasining faoliyati natijasida hosil bo'lgan toksik (zaharli) moddalar uchun adsorbent bo'lib hizmat qiladi, o't kislotaorini bog'lab oladi, sterinlarni adsorbtsiya qilib oladi, xolesterinning miqdorini kamaytiradi, ichakning to'lqinsimon harakatini kuchaytiradi va hokozolar. Ozuqa

---

<sup>99</sup> MacLaren D., Morton J., *Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism*. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -163-164



tolarining manbalari bo'lib hizmat qiladi: yirik tortilgan unnining noni, bug'doy kepaklari, karam, sabzi, rediska, lavlagi, turp, sholg'om, na'matak, olxo'ri, malina, yer tuti, qoraqand (smorodina), ko'k piyoz, ukrop, kashnich, petrushka, salat, selderey va boshqalar.

Agar asosiy ozuqa moddalarning o'zaro nisbati sport bilan shug'ullanmaydigan odamlarnikiga nisbatan boshqacha bo'lishi sportchilarni ovqatlanishini muhim xususiyatlaridan biri bo'lsa, vitaminlar va mineral elementlarning iste'mol qilishni ancha yuqori normalari sportchilarning ovqatlanishini boshqa muhim xususiyati hisoblanadi. Vitaminlarga oshirilgan ehtiyojni fermentlarni yuqori daraja faolligini va hujayra va to'qimalarda kofermentlarning miqdorini yanada yuqoriroq bo'lishini talab qiladigan sport mashqlarini bajarish vaqtidagi moddalar almashinuvining yuqori intensivligi bilan tushuntirish mumkin. Ma'lumki, ko'pchilik vitaminlar yoki o'zlari koferment hisoblanadi yoki turli kofermentlarning tarkibiga kiradi, ya'ni ular 100 dan ortiq fermentlar tarkibida moddalar almashinuvi jarayonlarida ishtirok etadi.

Sportchilarni tayyorlash jarayonida, ayniqsa jismoniy yuklamalarning hajmi va intensivligi katta bo'lganda, askorbin kislotasi, tiamin, riboflavin, nikotinamid va tokoferollarga bo'lgan talab kuchayadi. Lekin, sportchilarning ovqatidagi vitaminlarning miqdorini energiya sarfini hisobga olgan holda ko'rib chiqish kerak. Masalan, har **1000 kkal** energiyaga qo'shimcha miqdorda quyidagi vitaminlar talab qilinadi: **C – 35 mg, B<sub>1</sub> – 0,8 mg, B<sub>2</sub> – 0,8 mg, PP – 7 mg va E – 5 mg.**

Sportchilarning ratsional balanslashtirilgan ovqatlanishining ancha ahamiyatli kerakli komponentlaridan biri **mineral moddalar**, ya'ni bazi bir kimyoviy elementlarning ionlari hisoblanadi. Odatda, ularni organizmdagi miqdoriga qarab ikki guruhga bo'lishadi – makro va mikroelementlar (yuqoriga qarang). Ular odamning (sportchining) ozuqasida suv-tuz almashinuvini boshqarish, kislota-ishqorli muvozanatni ushlab turish, asosiy metabolik jarayonlarni normal borishi uchun kerak. Jumladan, ko'pchilik metallarning ionlari

( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Mo^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$  va boshqalar) fermentlarning faol markazini tarkibiga kirib, substratlarni bog'lab olish va ularni reaksiyasining ohirgi mahsulotlariga aylantirish jarayonlarida bevosita qatnashadi. Ulardan boshqa birlari ( $Cu^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Hg^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ) bir qator fermentlarning ingibitorlari sifatida qatnashadi. Ayniqsa mashiqlanish vaqtida ham, musobaqada ham juda ko'p terlash kuzatiladigan sport turlarida sport bilan susbematik shug'ullanish jarayonida organizmning mineral moddalarga bo'lgan talabi kuchayadi.

Sportchilarning ovqatlanishida hayvon va o'simliklardan olingan mahsulotlarning o'zaro to'g'ri nisbati muhim ahamiyatga ega. Hayvon mahsulotlaridan tayyorlangan ozuqa kislotalik xarakterli moddalarga boy bo'ladi, o'simlik ozuqalari esa ishqoriy xarakterli moddalarga boy. Sportchi ratsionini o'simlik mahsulotlari bilan boyitish organizmning ishqorlik rezervlarini (BE) ko'payishiga olib keladi va chidamkorligini oshiradi. Shuning uchun ham ovqatlarning sutkalik kaloriyasini **15-20% ni** yangi sabzovotlar, mevalar va ko'k o'tlar hisobiga to'g'ri kelishi kerak.

### **Ovqatlanish omillari yordamida sportchilarning ish qobiliyatini oshirish va tiklanish jarayonlarining tezlashtirishning biokimyoviy yo'llari**

Sportchining ovqatlanishi faqat hayot faoliyati uchun normal sharoit yaratibgina qolmasdan, balki sport ish qobiliyatini oshirish, tiklanish jarayonlarini tezlashtirish, katta hajm va yuqori intensivlikdagi jismoniy yuklamalarga organizmni moslashtirish kabi o'ziga xos funksiyalarni bajarishi lozim.

Agar muskul oqsillarini sintezini tezlashtirish va muskullarning massasini oshirish, demak muskul kuchini ko'paytirish uchun ozuqa mahsulotlaridan foydalanish imkoniyatlarini ko'rib chiqsak, u holda muskul oqsillarining boisentezi va almashinuvini kuchaytirish uchun aminakislotalar tarkibi bo'yicha yaxshi balanstirilgan oqsilli ovqat **B.A. Rogozkin** va hammualliflari taklif qilgan tavsiyani bajarish kerak bo'ladi. Bu tavsiyaning asosiy mohiyati quyidagilardan iborat:

- sportchi organizmining energiyaga bo'lgan ehtiyoji energiya sarfini hisobga olgan holda oqsil tabiatli bo'lmagan manbalar (uglevodlar, yog'lar) bilan to'la qondirilishi kerak;
- ozuqa o'zining tarkibida oshirilgan miqdordagi (**15-30% ga**) to'la qiymatli, tez hazm bo'ladigan, asosan hayvonlarning (go'sht, baliq, sut, tuxum) va turli manbalarning oqsillarini tutishi kerak;
- oqsillarga boy ovqatlarni iste'mol qilish soni kuniga **5 martadan** kam bo'lmasligi kerak;
- ozuqaning oqsil kamponentlarini hazm bo'lishi uchun optimal sharoit yaratish kerak. Masalan, mashqlanishni tugashi bilan go'shtni sabzavotli garnir bilan, maxsus oqsilli preparatlarni mashiqlanishlar oralig'idagi tanafuslar vaqtida maydalangan holda iste'mol qilish kerak;
- oqsillarning biosintezini kuchaytiradigan va muskul massasini oshiradigan vitaminlarni (**B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, C, PP**) iste'mol qilishni ko'paytirish lozim.

Muskul massasini, muskullarning qisqarish tezligi va ularning kuchini oshirish kerak bo'lgan hollarda ovqatlanishning tartibi va ratsionini saqlashga quyidagi maslahatlar yordam beradi:

- tananing massasini muskul yoki yog' hisobiga oshirish mumkin. Agar yog'ning massasini oshirish oson bo'lsa, lekin muskulning massasi faqat jismoniy mashqlanishda oshadi. Kuch ishlatiladigan jismoniy yuklamalarsiz faqat oqsillarga boy ratsiondan foydalanish ko'ngildagi yutuqlarga olib kelmaydi;
- amaliyotda tarqalgan go'sht, tuxim va hokazolarni ko'p miqdorda iste'mol qilish organizm uchun zararli va sport ish qobiliyatini pasaytiradi.
- ratsionga uglevodlar kompleksini g'alla, dukkak, sabzavot va yong'oqlar sifatida kiritilganda, almashinmaydigan aminokislotalar, vitaminlar va mineral moddalarning miqdori ko'payadi va muskul massasini oshishiga ya'ni muskul kuchini ko'payishiga zamin tug'diradigan sharoit yaratiladi.

Ushbu tavsiyalar va maslahatlarga rioya qilish va aniq bajarish intenisiv kuch ishlatiladigan mashqlanishlar davrida kerakli metabolik fonlarni yaratish uchun ozuqaning imkoniyatlaridan faol foydalanishga imkon beradi.

Oqsillarga boy to'laqiyatli ozuqalardan tashqari jismoniy ish qobiliyatini oshirish, tiklash jarayonini tezlashtirish uchun alohida aminokislotalardan (glyutamin kislotasi, metonin, triptofan va h.k.) foydalanish mumkin. Masalan, *glyutamin kislotasi* bosh miyaning hujayralarida oksidlanish jarayonlarini kuchaytiradi, organizmni gipoksiyaga chidamliligini oshiradi, yurakning faolligini yaxshilaydi, katta jismoniy va psixik yuklamalar paytida tiklanishni tezlashtiradi. Aminokislota – *metionin* jigarining funksiyasini regulyatsiya qiladi, neytral moylarning parchalanishini kuchaytiradi, katta jismoniy yuklamalar vaqtida tiklanish jarayonlarining borishini tezlashtiradi.

*Sport ish qobiliyatini oshirishga va tiklanish jarayonlarini tezlashishga yordam qiladigan ozuqa omillari o'rtasida vitaminlar alohida o'rinni egallaydi. Jumladan, pangam kislotasi – vitamin B<sub>15</sub> ishlatilayotgan kislorodning miqdorini ko'paytiradi, organizmni gipoksiyaga chidamliligini oshiradi, muskullar, jigar va miokardda glikogennining sintezini, muskullar va miokardda kreatinfosfatning sintezini ham kuchaytiradi.*<sup>100</sup>

**Vitamin E** antigipoksik ta'sirga ega, oksidlanish jarayonlarini boshqaradi, anaerob harakterli ish vaqtida va o'rta balandlik tog' sharoitlarida jismoniy ish qobiliyatni oshiradi.

**Vitamin C** – askarbin kislotasi oksidlanish jarayonlarning samarali sitmulyatori hisoblanadi, chidamkorlikni oshiradi, jismoniy ish qobiliyatni tiklanishini tezlashtiradi. **Komplivit** – polivitamin kompleksi o'zining tarkibida **B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, C** va **PP** vitaminlarini etarli darajada ko'p miqdorda tutganligi uchun muskul massasini tez orttirish, ya'ni muskul kuchini ko'paytirish uchun qo'llaniladi.

---

<sup>100</sup> *MacLaren D., Morton J., Biochemstriy for sport end Exercise Metabolism. Willey, Liverpool John Moores University, UK 2012. P -165*

Shu bilan birga, shu narsani ta'kidlab o'tish kerakki, vitaminlarni haddan tashqari ortiqcha miqdorda iste'mol qilish, birinchi navbatda "Aeroviy", "Dekameviy", "Komplivit", "Undevid" va hokazolarni iste'mol qilish organizm uchun juda og'ir oqibatlarga olib kelishi mumkin.

Sport ish qobiliyatini oshirishga erishishning yana muhim yo'llaridan biri aerob bioenergetik jarayonlarning oraliq mahsulotlari – izolimon, ̢-ketoglutarat, yantar, olma hamda asparagin va glyutamin kislotalarini ozuqa mahsulotlari yoki biologik qiymati oshirilgan mahsulotlar tarkibida startlar oldidan, masofada, tanafuslarda, musobaqa davrida (sport o'yinlari turlarida) va hokazolarda iste'mol qilishdir.

### **Savollar va topshiriqlar**

1. "Ovqatlanish " atamasi qanday ma'noni bildiradi?
2. Ovqatlanishning asosiy zamonaviy konsepsiyalaridan biri "ratsional balanslashtirilgan ovqatlanish nazariyasi"ning tub ma'nosini tushuntirib bering.
3. Oziqa tarkibiga kiradigan qaysi moddalar ovqatlanishning almashinmaydigan omillari nomi bilan yuritiladi?
4. Ratsional balanslashtirilgan ovqatlanish asosan qanday muhim vazifalarni bajaradi?
5. Sportchi organizmida ovqatlanish boshqa qanday spetsifik funksiyalarni bajaradi?
6. Odamning sutkalik ratsioni moddalarining tarkibiga kimyoviy moddalarning qaysi guruhlari kiradi va ular qanday asosiy funksiyalarni bajaradi?
7. Oziqa tolalariga qanday organik moddalar kiradi va ular organizmida qanday funksiyalarni bajaradi?
8. Balanslashtirilgan ovqatlanishning umum qabul qilingan formulasiga binoan sport bilan shug'ullanmaydigan odamlar va sportchilarning sutkalik ratsionida oqsillar, yog'lar va uglevodlarning miqdori qismlarda va oziqalarning umumiy energiyasiningfoyzlarida qanday nisbatlarda bo'lishi kerak?

### **A d a b i y o t l a r**

1. Valixanov M. N. Biokimyo. Toshkent- 2010.
2. Donald Mc Laren. James Morton. Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism. 2012.

3. Avdeeva L.V. pod red. Severin E.S. Bioxiimiya.GEOTAR-MED, 2013.
4. To'ychiboev M.U. Bioxiimiya va sport bioxiimiyasi. Toshkent-2015.



## AMALIY MASHG'ULOTLAR

### Mashg'ulot – 1

**Mavzu: Eritmalarning noma'lum konsentratsiyasi, kislotalik faolligi va buferlik hajmini aniqlash**

**Tajriba–1. Eritmalarning noma'lum konsentratsiyasini titrlash usuli bilan aniqlash**

**Jihozlanishi:** Byuretkalar uchun shtativ, byuretkalar, kolbachalar – 50 va 25 ml, pipetkalar, o'lchaydigan kolba-tsilindrlar.

**Reaktivlar:** xlorid kislotasi (HCl)ning taxminan 0,06-0,08 n eritmasi, natriy (NaOH) yoki kaliy (KON) ishqorining 0,1 n eritmasi, 0,2%-metil-rot eritmasi (1 g metil-rot 300 ml spirtida eritiladi va suv bilan 500 millilitrga yetkaziladi), fenolftalein 60% spirtidagi eritmasi – 0,1%.

#### **Ish tartibi:**

Konussimon kolbaga pipetka yordamida aniq o'lchangan 10 ml noma'lum konsentratsiyali xlorid kislotasi eritmasi solinadi va ustiga 2-3 tomchi 0,1% li fenolftalein eritmasi tomiziladi. Fenolftalein eritmasi kislotali muhitda rangsiz, kuchsiz ishqoriy muhitda och binafsha rangli, kuchli ishqoriy muhitda esa to'q binafsha rangli bo'ladi. Byuretkaga 0,1 n ishqor eritmasi quyiladi. Konussimon kolbadagi aralashma byuretkadagi ishqor bilan sekin-asta tomchilanib, doimo chayqatilib, aralastirib turilgan holatda titrlanadi. Oxirgi tomchi ishqor qo'shilib, eritmada hosil bo'lgan och binafsha rang 1 daqiqa davomida o'zgarmaguncha titrlash davom ettiriladi va sarflangan ishqorning miqdori byuretkalar ko'rsatkichiga qarab aniqlanadi. SHu usul bilan uch marta qayta-rilib, sarflangan ishqorning o'rtacha hajmi olinadi. Xuddi shu usul bilan noma'lum konsentratsiyali ishqorlar eritmasini malum konsentratsiyali kislota eritmasi bilan titrlab aniqlash mumkin.

Hisoblash uchun normal konsentratsiyali eritmalar xusu-siyatiga asoslangan quyidagi formuladan foydalaniladi:

$$\frac{C_k}{C_u} = \frac{V_u}{V_k}$$

$C_k$  – kislotaning normal konsentratsiyasi,  $S_u$  – ishqorning normal konsentratsiyasi; va  $V_k$  va  $V_u$  – kislota va ishqorning ml hisobidagi hajmlari. Masalan, noma'lum konsentratsiyada 10 ml xlorid kislotasini titrlash uchun 9,8 ml 0,1 normallik natriy ishqori sarflangan bo'lsa, u holda ushbu kislotaning konsentratsiyasi

$$C_{\text{HCl}} = \frac{C_u \cdot V_u}{V_k} = \frac{0,1 \cdot 9,8}{10} = 0,098 \text{ н.га теги} \text{ bo'ladi.}$$

## **Tajriba–2. Eritmalar muhitining faol reaksiyasini universal indikator bilan aniqlash**

**Jihozlanishi:** chinni kosachalar, pipetkalar va kolbachalar.

**Reaktivlar:** xlorid kislotasining 0,1 *n* eritmasi; natriy (NaOH) yoki kaliy (KON) ishqoriy 0,1 *n* eritmasi; NaCl tuzining 1% li eritmasi; NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> ning 0,1 M eritmasi; Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> ning 0,1 M eritmasi; standart universal indikator (500 ml 96% li etil spirtida 100 mg fenolftalein; 200 mg metil-rom, 300 mg metil-sariq, 400 mg bromtimol-ko'k va 500 mg timol-ko'k indikatorlarni eritiladi va NaOH ning 0,1 *n* eritmasidan to toza sariq rang paydo bo'lgunicha qo'shiladi (rN=6), universal indikator qog'ozchalar.

### **Ish tartibi:**

CHinni kosachalarga 2 ml dan tekshirilayotgan eritmalar: kislota, ishqor, distillangan suv, osh tuzi (NaCl), natriy-I-digidrofosfat eritmasi, natriy-II-gidrofosfat eritmasi, so'lak va ichimlik suvi. Har bir kosachaga 2 tomchidan standart universal indikator qo'shiladi (agarda universal indikator qog'ozlari bo'lsa tekshirilayotgan eritmalarga uni kichik bir qismini tushiring). Har bir tekshirilayotgan eritmalardagi universal indikatorning rangini standart shkaladagi rang bilan solishtiring. Tajribada olingan rN ko'rsatkichlarini yozing, ular bo'yicha har bir eritma-ning vodorod va gidroksil ionlarini konsentratsiyalarini hisob-lang, ularda muhitning faol reaksiyasi haqida xulosa qiling.

### **2-tajribaning natijalarini yozish uchun**

Tekshiri layotgan eritma	rN ko'rsatkichi	[H <sup>+</sup> ]	[OH <sup>-</sup> ]	Muhit reaksiyasi	Erigan moddaning elektrolitik dissotsiyasini tenglamasi

## **Tajriba-3. Eritmalarning buferlik hajmini aniqlash**

**Jihozlanishi:** byuretkalar uchun shtativ, byuretkalar, pipetkalar, kolbalar, probirkalar.

**Reaktivlar:** 0,1 M – NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> eritmasi; 0,1 M – Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> eritmasi; 0,1 *n* – NaOH yoki KON eritmasi; 0,1 *n* – NCI eritmasi; 0,1% li fenolftaleinning 60% li spirtidagi eritmasi va 0,2% li metilrot eritmasi.

### **Ish tartibi:**

a) Eritmalarning kislotali buferlik hajmini aniqlash uchun teng hajmdagi natriy-1-digidrofosfat va natriy-II-gidro-fosfat tuzlarining eritmaları aralashtirilib, bufer sistemasi tayyorlanadi va uning rN ko'rsatkichi universal indikator qog'oz yordamida aniqlanadi. So'ngra bufer eritmaga 1-2 tomchi fenol-ftalein eritmasi tomiziladi. Aralashma konsentratsiyasi aniq bo'lgan ishqor eritmasi bilan toki eritma rangi och qizil-pushti bo'lgunga qadar titrlanadi. Buferning kislotalik hajmi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$B_k = \frac{C_u \cdot V_u}{pH_1 - pH_2}$$

$B_k$  – eritmaning kislotali buferlik hajmi

$C_u$  – ishqorning normal konsentratsiyasi

$V_u$  – titrlash uchun sarflangan ishqorning hajmi (litr birligida)

$pH_1$  – bufer aralashmasini titrlashdan oldingi rN ko'rsatkichi;

$pH_2$  esa titrlanganda, indikatorning rangini o'zgargandagi rN ko'rsatkich (fenolftalein uchun 8,5 teng). Eritmaning kislotali buferlik hajmi bir litr bufer aralashmasi uchun sarf bo'lgan ishqorning grammekvivalent soni bilan ifodalanadi.

b) Eritmalarning ishqoriy buferlik hajmini aniqlash uchun yuqoridagidek bufer aralashmasi tayyorlanadi va rN ko'rsatkichi aniqlanadi. So'ngra metilrot indekatori qo'shilib, aralashma aniq konsentratsiyali kislota (HCl) eritmasi bilan indekatorning rangi o'zgargunga qadar titrlanadi. Eritmaning ishqoriy buferlik hajmi quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$B_u = \frac{C_k \cdot V_k}{pH_1 - pH_2}$$

$B_u$  – ishqorning buferlik hajmi;

$C_k$  – kislotaning normal konsentratsiyasi;

$V_k$  – titrlash uchun sarflangan kislotaning litrlar soni;

$rN_1$  – bufer aralashmasining boshlang'ich rN ko'rsatkichi;

$rN_2$  – indekatorning rangi o'zgargan paytidagi eritmaning rN ko'rsatkichi (metilrot uchun 5,1 ga teng)

### **Tekshiruvchi savollar.**

1. Moddalarning eruvchanligi deganda nimani tushunasiz?
2. Moddalarning eruvchanligiga qanday omillar ta'sir qiladi?

3. Eritmalarning konsentratsiyasi deb nimaga aytiladi va uning qanday turlarini bilasiz?

4. Qanday eritmalarini chin eritmalar, qaysi birlarini kolloid eritmalar, qaysi birlarini suspenziya va emulsiyalar deb ataladi?

5. Diffuziya, osmos va osmotik bosim nima?

6. “Muhitning faol reaksiyasi” tushunchasini ifodalab bering? Eritmaning vodorod ko’rsatkichi (rN) nima?

7. Eritmalarning buferlik ta’siri nima?

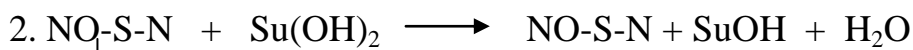
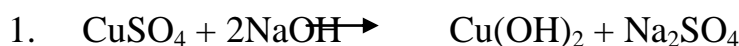
8. Odam organizmining tipik bufer sistemalarini aytib bering.

## Mashg’ulot – 2

**Mavzu: Mono –, di - va polisaxaridlarga sifat reaksiyalar**

### Tajriba – 1. Trommer reaksiyasi

Monosaxaridlar, jumladan glyukoza ishqorli muhitda mis (Su) ionlari ishtirokida qizdirilganda mis (II) oksidi (Su(ON<sub>2</sub>)) mis (I) oksidi (SuON) gacha qaytariladi, glyukozaning o’zi esa glyukonat kislotasigacha oksidlanadi.



mis (II) oksidi      |      mis (I) oksidi

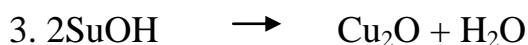


SN<sub>2</sub>ON

SN<sub>2</sub>ON

Glyukoza

Glyukonat kislotasi



**Jihozlanishi:** suv hammomi, probirkalarga shtativ va probirkalar, pipetkalar.

**Reaktivlar:** 1%-glyukoza eritmasi; 1%-maltoza eritmasi; 1%-saxaroza eritmasi; 1%-kraxmal eritmasi; Trommer reaktivi (mis sulfat tuzining 5%-eritmasi va NaOH yoki KON-ning 10%-eritmalari teng hajmda aralashtiriladi).

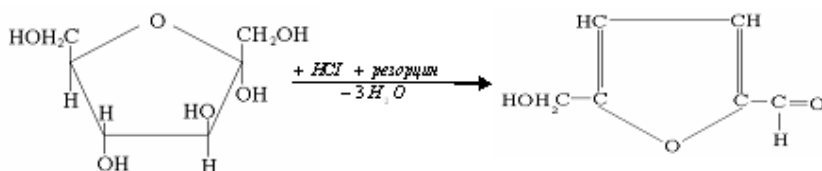
**Ish tartibi:**

1. Probirkaga 2 ml 1%-glyukoza eritmasi quyiladi va 1 ml Trommer reaktivi qo'shiladi, so'ngra probirkani qaynayotgan suv hammomida qizdiriladi. Ma'lum vaqtdan so'ng probirkada g'isht-qizil rangni hosil bo'lishi kuzatiladi.

2. SHu reaksiyani maltoza, saxaroza va kraxmal eritmalari bilan bajariladi. Ucha probirkaga 2 millimetrdan – birinchisiga – maltoza, ikkinchisiga – saxaroza va uchinchisiga – kraxmal eritmalari quyiladi. Har uchchala probirkaga ham 1 ml dan Trommer reaktivi qo'shib, so'ng qaynayotgan suv isitgichida qizdiriladi. Birinchi maltozali probirkada Trommer reaksiyasi sodir bo'ladi, ya'ni g'isht-qizil rang hosil bo'ladi, qolgan ikkita – saxarozali va kraxmalli probirkalarda reaksiya sodir bo'lmaydi. Sababini tushuntirib bering.

## **Tajriba – 2. Fruktozaga Selivanov reaksiyasi**

Fruktoza va boshqa ketogeksozalar konsentrlangan xlorid (HCl) kislotasi va rezortsin ishtirokida qizdirilganda eritma olcha-qizil rangga bo'yaladi. Hosil bo'layotgan rang ketozalarni kislota bilan qizdirganda hosil bo'lgan oksimetilfurfurolning rezortsin bilan beradigan reaksiyasiga bog'liq bo'ladi.



Fruktoza

Oksimetilfurfurol

**Jihozlanishi:** suv hammomi, probirkalar uchun shtativ, pipetkalar, probirkalar.

**Reaktivlar:** 1%-fruktoza eritmasi; 1%-saxaroza eritmasi; kontsentrlangan xlorid kislotasi (HCl); rezortsinning kristal-lari.

**Ish tartibi:**

Bitta probirkaga 2 ml 1%-fruktoza eritmasi va ikkinchisiga 2 ml 1%-saxaroza eritmasini quyung, har ikkala probirkaga 1 ml dan kontsentrlangan xlorid (HCl) kislotasi va rezortsinning kristallaridan bir nechtasini qo'shing. Probirkalarni qaynayotgan suv hammomiga qo'ying. Fruktozali probirkada eritmani olcha-qizil rangga bo'yalishi kuzatiladi, saxarozali probirkada ham saxarozaning gidrolizi natijasida xuddi shunday, lekin ancha ochroq bo'yalish sodir bo'ladi. Saxarozaning gidrolizlanish reaksiyasining tenglamasini yozing.

**2. Polisaxaridlarga sifat reaksiya.**

**Tajriba – 3. Kraxmalga sifat reaksiya.**

Kraxmal uchun xos bo'lgan asosiy spetsifik sifat reaksiya yod tomchilari qo'shilganda eritmani ko'k rangga bo'yalishidir. Bo'yalish kraxmal tarkibidagi amilozaga bog'liq. Ko'k rang kraxmal eritmasini qizdirganda yo'qoladi va u sovutilsa yana paydo bo'ladi.

**Jihozlanishi:** suv hammomi, probirkalar, pipetkalar.

**Reaktivlar:** 1%-kraxmal eritmasi; yodning kaliy yoddagi eritmasi (2 g yod va 5 g kaliy yod (KJ) 100 ml distillangan suvda eritiladi).

**Ish tartibi:**

Probirkaga 1 ml kraxmal eritmasini quyib, unga 1-2 tomchi yod eritmasi qo'shiladi. Yodning kraxmal bilan o'zaro ta'sirida hosil bo'lgan mahsulotni ko'k rangga bo'yalishi kuzatiladi. Namunani oldin qaynayotgan suv hammomida qizdiriladi va so'ngra sovutiladi. Natijalarni yozib qo'yiladi.

**Tekshiruvchi savollar.**

1. Qanday moddalar uglevodlar deb ataladi va "uglevod" atamasi nima ma'noni bildiradi?
2. Uglevodlarni klassifikatsiya qiling va ularning biologik funksiyalarini ifodalab bering?
3. Monosaxaridlarning aldoza va ketoza shakllari bir-birlaridan nimalar bilan farqlanadi?
4. Monosaxaridlarning eng muhim vakillarini struktura formulalarini yozing.
5. Molekularining tarkibidagi karbon atomlarining soniga qarab monosaxaridlar qanday guruhlarga bo'linadi?



6. Glyukoza, fruktoza, riboza va dezoksiribozalarning tsiklik struktura formulalarini yozing. Qaysi bir gidroksil guruxi glikozid gidroksili deb ataladi, ularni tagiga chizib qo'ying.

7. Disaxaridlar: tuzilishi va biologik vazifalari. Disaxa-ridlarning asosiy vakillariga qisqacha xarakteristika bering.

8. Geteropolisaxaridlar gomopolisaxaridlardan nima bilan farqlanadi? Odam organizmida ular qanday funktsiyalarni bajaradi?

### **Mashg'ulot – 3**

#### **Mavzu: Neytral moylarga sifat reaksiyalar**

#### **Tajriba – 1. Yog'larni eritish va emulgirlash**

Yuqorida ko'rsatilgandek yog'lar va barcha lipidlar suvda erimaydi, lekin ko'pincha organik erituvchilarda eriydi. Moy suv bilan qo'shilganda emulsiya – bir-biri bilan qo'shilmaydigan ikki suyuqlikning dispers sistemasini hosil qiladi. Emulsiya turg'un bo'lmasdan, vaqt o'tishi bilan ikki suv va moy qismlarga ajralib, moy suvning yuzasiga suzib chiqadi. Agar emulsiyaga oqsil yoki o't suyuqligidan qo'shilsa, emulsiyaning turg'unligi oshadi. Bunga sabab, emulgatorlar moy sharchalari yuzasi bilan oqsil yoki yog'larni qo'shilgan ishqor bilan bergan sovun eritmasi o'rtasidagi sirt tarangligini kamaytiradi. Sirt tarangligining kamayishi moy tomchilarining o'zaro birikishiga yo'l qo'ymaydi, natijada emulsiyaning turg'unligi oshadi.

**Jihozlanishi:** probirkalar uchun shtativ, avtopipetkalar, probirkalar.

**Reaktivlar:** 1%-oqsil eritmasi, 1 n – KON eritmasi, 1%-soda ( $\text{NaHCO}_3$ ) eritmasi, sovun eritmasi, o't suyuqligi, o'simlik moyi, benzin, xloroform, benzol, tetraxlormetan, dietil efiri, etil spirti.

#### **Ish tartibi:**

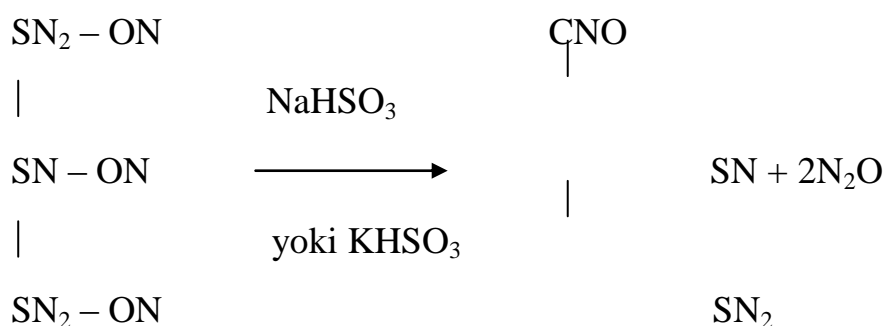
1. Oltita probirkaga 4-5 tomchidan moy tomiziladi. Birinchi probirkaga 2-3 ml benzin, ikkinchisiga 2-3 ml benzol va qolgan probirkalarga quyidagi tartibda 2-3 ml dan xloroform, tetro-xlormetan, dietilefiri va etil spirti qo'shiladi. Birinchi beshta probirkada yog'larning yaxshi eruvchanligi, oltinchi probirkada spirtida esa yog'ning yomon erishi kuzatiladi.

2. Oltita probirkaga 4-5 tomchidan moy va 2-3 ml suv quyiladi. Keyin birinchi probirkaga bir necha tomchi oqsil erit-masidan, ikkinchisiga kaliy ishqorning eritmasidan uchinchisiga soda eritmasidan, beshinchisiga o't suyuqligidan tomiziladi, oltinchi probirkaga hech narsa qo'shilmasdan kontrol sifatida qoldiriladi. Hamma probirkalar 5-10 minut suv hammomida qizdiriladi,

so'ngra probirkalar yaxshilab chayqatiladi. Birinchi beshta probirkada turg'un emulsiya hosil bo'lganligi kuzatiladi, oltinchi kontrol probirkada esa turg'un bo'lmagan emulsiya darhol suv va moy qatlamlariga ajray boshlaydi.

### **Tajriba – 2. Akrolein namunasi**

Yog'lar qizdirilganda, qisman erkin glitserin va moy kislotalarga parchalanadi. Hosil bo'lgan glitserin o'z molekulasidan 2 molekula suvni ajratib, to'yinmagan aldegid akroleinga aylanadi. Hosil bo'lgan mahsulot uning o'ziga xos qitiqlagich hidi bilan aniqlanadi. Reaksiya kaliy yoki natriy bisulfit tuzi ishtirokida boradi (suvni o'ziga tortib oluvchi modda sifatida).



**Jihozlanishi:** probirkalar uchun shtativ, spirtovka, probirkalar.

**Reaktivlar:** o'simlik moyi; kaliy gidroksisulfit tuzi (quruq).

### **Ish tartibi:**

Probirkaga 2-3 tomchi moy solinib, ustiga biroz quruq kaliy bisulfit tuzidan qo'shiladi. Probirkani alangada to oq quyuc tutun – bug' bo'lgunga qadar qizdiriladi. Akrolein hosil bo'lganligi qitiqlagich hiddan bilinadi. SHu tajriba mum bilan takrorlanadi. Unga akrolein hosil bo'lishi kuzatilmaydi. CHunki mumlarning tarkibida glitserin bo'lmaydi.

### **Tekshiruvchi savollar.**

1. "Lipidlar" tushunchasini ifodalab bering?
2. Lipidlarning tarkibida qanday kimyoviy birikmalar uchraydi?
3. Lipidlar qanday guruxlarga klassifikatsiya qilinadi?
4. Qanday moy kislotalari to'yingan va qaysilari to'yinmagan moy kislotalari deb ataladi?
5. Fosfolipidlarning o'zi qanday moddalardan hosil bo'lgan? Eng ko'p tarqalgan vakillarini kimyoviy formulalarini keltiring.

## **Mashg'ulot – 4**

### **Mavzu: Oqsillar va aminokislotalarga rangli reaksiyalar**

#### **Oqsillar va aminokislotalarga sifat reaksiyalar**

Eritmada oqsil borligini bir necha xil rangli reaksiyalar yordamida aniqlash mumkin. SHu reaksiyalarning bir guruxi turli oqsillarning molekulariga umumiy bo'lib, ulardagi har xil kimyoviy (funktsional) guruxlarga asoslangan. Bular qatoriga biuret (peptid bog'lariga ta'sir qiladi) va ningidrin (amino-kislotalarning – NH<sub>2</sub> guruhiga) reaksiyalarini kiritish mumkin. Boshqa rangli reaksiyalar oqsillarning molekulasida turli aminokislotalar qoldiqlariga asoslangan bo'lib, reaksiya nati-jasi ana shu aminokislota qoldig'ining izlanayotgan oqsil tarkibida bor yoki yo'qligiga bog'liq. Bu reaksiyalar yordamida o'rganilayotgan oqsilning aminokislotalar tarkibi to'g'risida umumiy bir tushuncha olish mumkin. Bunday reaksiyalarga ksanto-protein (tsiklik aminokislotalarga xos) va Fol (oltingugurt tutgan aminokislotalarga xos) reaksiyalari misol bo'la oladi.

#### **Tajriba – 1. Peptid bog'lariga biuret reaksiyasi**

Oqsillarning kuchli ishqoriy eritmasiga mis sul'fat tuzi qo'shilsa, misning peptid guruhlari bilan kompleks birikmasi hosil bo'lib, qizg'ish-binafsha yoki ko'k-binafsha rang paydo bo'ladi. Oqsilning eritmasi ko'k-binafsha, gidrolizlangandan keyin hosil bo'lgan birikmalar esa binafsha yoki qizil rangda bo'ladi.

**Jihozlanishi:** probirkalar uchun shtativ, spirtovka, probirkalar.

**Reaktivlar:** 5% - CuSO<sub>4</sub> eritmasi, 10% - NaOH eritmasi, 1% - oqsil eritmasi.

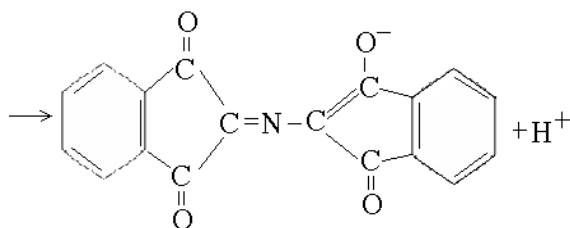
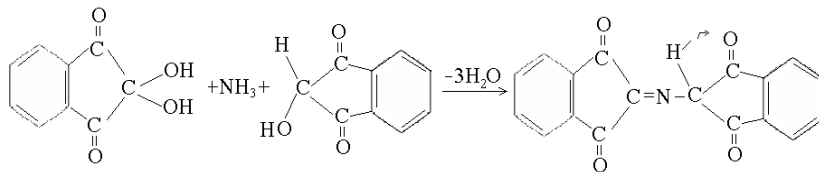
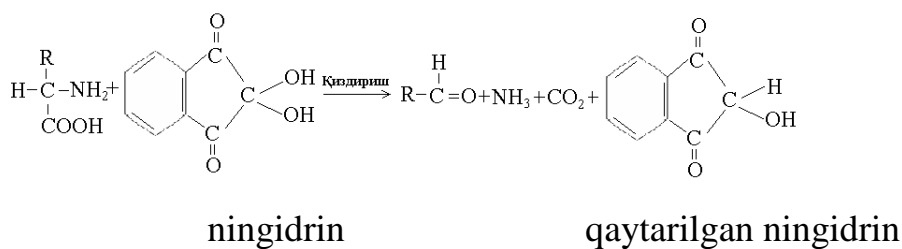
#### **Ish tartibi:**

Probirkaga 2 ml oqsil eritmasini quyib, ustiga 2 ml natriy ishqori eritmasi va 3-4 tomchi mis sul'fat tuzi eritmasi qo'shiladi. Hosil bo'lgan aralashma chayqatilganda, binafsha rangga bo'yaladi.

#### **Tajriba – 2. Aminokislotalarga ningidrin reaksiyasi**

Ningidrin reaksiyasi aminokislotalar molekulasining  $\alpha$ -holatidagi aminogruppasi uchun xarakterlidir. Oqsil, peptid va aminokislotalarning eritmalari ningidrin ishtirokida qizdi-rilganda ko'k yoki binafsha rangga bo'yaladi. Bu reaksiyada amino-kislota va peptidlar ningidrin bilan oksidlanadi va dezaminlanish, dekarboksillanish natijasida ammiak, al'degid va uglekislota (SO<sub>2</sub>) parchalanadi. Ningidrin qaytariladi va ammiak molekulasini orqali ikkinchi molekula ningidrin bilan birikib ko'k, binafsha, qizil yoki reaksiyada prolin bo'lsa, sariq rangga bo'yalgan kondensatsiya mahsulotlarini hosil qiladi.

Ningidrin reaksiyasini tenglamasi quyidagicha bo'ladi:



Kondensatsiya mahsuloti

**Jihozlanishi:** probirkalar uchun shtativ, spirtovka, probirkalar.

**Reaktivlar:** 0,1%-glitsin eritmasi, oqsil gidrolizati, ningidrinning spirtli eritmasi – 0,1%.

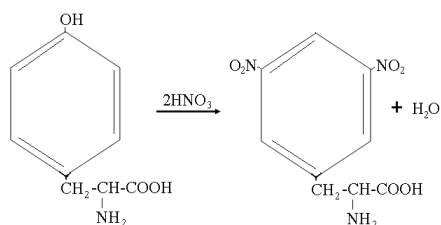
**Ish tartibi:**

1. Probirkaga 1-2 ml glitsin eritmasi quyilib, ustiga 5-6 tomchi ningidrin eritmasi tomiziladi va suv hammomida qizdiriladi. Ko'k binafsha rang paydo bo'lishi kuzatiladi.

2. Xuddi shu tartibda oqsil eritmasi bilan qaytariladi. Aralashmaning binafsha (ba'zi bir vaqtda binafsha-pushti) rangga bo'yalishi kuzatiladi.

### **Tajriba – 3. TSiklik aminokislotalarga ksantoprotein reaksiyasi**

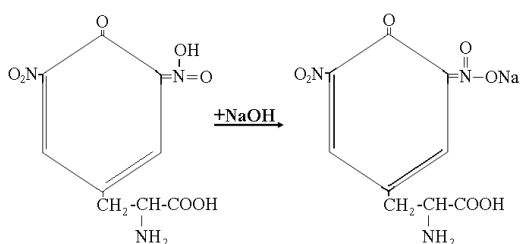
Ksantoprotein reaksiyasi oqsillar tarkibida molekula-larida benzol halqasini tutgan tsiklik (aromatik) aminokislotalar triptofan, fenilalenin va tirozinlarni borligini ko'rsatadi. Bir qator oqsillar konsentrlangan azot (nitrat) kislotasi bilan qizdirilganda sariq rang paydo bo'ladi va shu muhitga ishqor qo'shilsa, sariq rangning qizg'ish sariq rangga o'tishi kuzatiladi. Reaksiya ana shu aminokislotalarning benzol xalqalari nitrollanib, sariq rangli nitro birikmalarni hosil qilishidan iborat. Masalan: tirozin aminokislotasining azot kislotasi bilan nitrallanish reaksiyasini quyidagi tenglama bilan yoziladi:



Tirozin

Dinitrotirozin

Probirkadagi aralashma muhiti ishqoriy muhitga o'tkazilsa, ya'ni ishqor qo'shilsa, dinitrotirozinning qizg'ish sariq rangli xinoid formasi hosil bo'ladi.



Dinitrotirozinning Dinitrotirozinning

xinoid formasi

natriyli tuzi

**Jihozlanishi:** probirkalar, pipetkalar, spirtovka, probirkalar uchun shtativ.

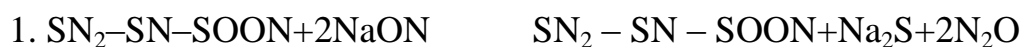
**Reaktivlar:** 1%-oqsil eritmasi, konsentrlangan azot kislotasi, 10% - NaON eritmasi.

**Ish tartibi:**

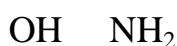
Probirkaga 1-2 ml oqsil eritmasi quyilib, ustiga 5-6 tomchi konsentrlangan azot kislotasi tomiziladi, probirka ohista qizdiriladi. Sariq cho'kma hosil bo'ladi. Probirkani sovutib, natriy ishqori tomiziladi. Sariq rang qizg'ish sariq rangga o'tadi.

**Tajriba – 4. Tarkibida oltingugurt tutgan minokislotalarga Fol reaksiyasi**

Fol reaksiyasi tarkibida oltingugurt tutgan aminokislotalar tsistein va metionin uchun xarakterli hisoblanadi. Reaksiya-ning mohiyati quyidagicha: oqsil qizdirilganda, u aminokislotalargacha parchalanadi, hosil bo'lgan tsistein bu sharoitda sulfigidril gruppasini berib, seringa aylanadi. Sulfigidrid natriy ishqori ta'sirida natriy sulfidga aylanadi. Bu tuz o'z navbatida qo'rg'oshin bilan reaksiyaga kirishib, qora rangli qo'rg'oshin sulfid cho'kmasini hosil qiladi.



tsistein



serin



**Jihozlanishi:** probirkalar, pipetkalar, spirtovka, probirkalar uchun shtativ.

**Reaktivlar:** 1% - oqsil eritmasi yoki uning gidrolizati 10% - NaON eritmasi, 2% - NaPbO<sub>2</sub> tuzining eritmasi.

**Ish tartibi:**

Probirka 1-2 ml oqsil eritmasi va shuncha miqdorda Fol reaktividan solinadi. Aralashma ohista qizdiriladi. Eritma qoraya boshlaydi.

### **Tekshiruvchi savollar.**

1. Oqsillarning tarkibiga qaysi kimyoviy elementlar kiradi va ular o'zaro qanday nisbatda (%) bo'ladi.

2. Oqsil molekulalarining qurilish bloklari bo'lib qanday birikmalar hizmat qiladi?

3. Aminokislotalar o'zlarining qaysi bir hususiyatlariga qarab klassifikatsiya qilinadi va qanday sinflarga bo'linadi?

4. Aminokislotalar o'zlarining qaysi qismlari bilan bir-biridan farq qiladi?

5. Aminokislotalarning amfoterlik hususiyatlari deganda nimani tushunasiz? Aminokislotaning dissotsiatsiyalanish reak-tsiyasini yozing.

### **Mashg'ulot – 5.**

**Mavzu: Fermentlarning faolligiga harorat va muhitning pH-ko'rsatkichini ta'siri**

#### **Tajriba – 1. So'lak tarkibidagi $\alpha$ -amilaza va mal'tazalarning**

#### **faolligiga haroratni ta'siri**

Deyarlik barcha fermentlarda muhitning harorati 0°S dan to 40-50°S gacha ortishi bilan ularning katalizlayotgan reaksiyalarini tezligi ortib boradi. Haroratni undan (60°S dan) yuqori darajaga ko'tarib borilganda fermentlarni faolligi keskin pasayib boradi. Ferment o'zining eng yuqori faolligini namoyon qilgan harorat diapazoni fermentning harorat optimumi deb ataladi. Ko'pchilik fermentlar o'zlarining maksimal faolligini odam tanasining haroratiga yaqin bo'lgan, ya'ni 36-40°S diapazonida namoyon qiladi. So'lak tarkibidagi  $\alpha$ -amilaza kraxmalni deks-trinlar va mal'tozagacha, mal'taza – mal'tozani glyukozagacha parchalaydi.



Reaksiyalarning ohirgi mahsulotlari – malʼtoza va glyukozani Trommer reaksiyasi yordamida aniqlash mumkin.

**Jihozlanishi:** termostat yoki suv hammomi, pipetkalar, probirkalar.

**Reaktivlar:** 1:5 nisbatda distillangan suv bilan suyultirilgan soʻlak eritmasi; 1%-kraxmal eritmasi; Trommer reaktivi (5% - CuSO eritmasi va 10% - NaOH yoki KON eritmalari 1:1 nisbatda aralashtiriladi).

**Ish tartibi:**

Toza probirkaga suyultirilgan (1:5 nisbatda) soʻlak eritmasidan 2-3 ml quyiladi va qaynayotgan suv hammomida 5-8 minut davomida qoldiriladi, keyin probirkani ichidagi suyuqligi bilan sovutiladi. Uchta probirkaga 10 tomchidan 1% - kraxmal eritmasi solinadi. Birinchi probirkaga 10 tomchi 5 marta suyul-tirilgan soʻlak, ikkinchisiga – 10 tomchi qaynatilgan soʻlak va uchinchi probirkaga – 10 tomchi distillangan suv qoʻshiladi. Uchchala probirkalarni 38°S haroratli termostat yoki suv hammomida 10 minut davomida qoldiriladi. Muddat oʻtishi bilan probirkalarni olib, har birida kraxmalning parchalanish mahsulotlarini aniqlash uchun Trommer reaksiyasi oʻtkaziladi. Agarda reaksiya sodir boʻlsa, kraxmal soʻlakning  $\alpha$ -amilaza va laktaza fermentlari taʼsirida malʼtoza va glyukozagacha parchalangan boʻladi. Bordiyu reaksiya sodir boʻlmasa kraxmal gidrolizlanmagan boʻladi.

## **Tajriba – 2. Soʻlakning $\alpha$ -amilazasini faolligiga muhitning**

### **pH koʻrsatkichini taʼsiri**

Fermentlarning faolligi ancha darajada muhitning faol reaksiyasiga (rN ga) bogʻliq boʻladi. Har bir ferment uchun oʻzining eng yuqori faolligini namoyon qiladigan optimal rN diapazoni boʻladi. rN ning bu diapazoni fermentning rN-optimumi deb yuritiladi. Fermentning rN-optimumini aniqlash uchun fermentativ reaksiyani muhitning turli rN koʻrsatkichlarida oʻtkaziladi.

**Jihozlanishi:** termostat yoki suv hammomi, pipetkalar, probirkalar, probirkalar uchun shtativ.

**Reaktivlar:** 1:10 nisbatda distillangan suvda suyulti-rilgan soʻlak eritmasi; 0,2 M – natriy ikki gidrofosfat ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) eritmasi, 0,1 M limon kislotasining eritmasi; 0,5% - kraxmalning 1%-li natriy xlordagi (NaCl) eritmasi, Trommer reaktivi.

**Ish tartibi:**

Ettita probirkaga 0,2 M  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  eritmasi va 0,1 M limon kislotasining eritmalarini tablitsada koʻrsatilgan nisbatda quyiladi. Natijada probirkalarda rN koʻrsatkichi 5,6 dan 8,0 gacha boʻlgan bufer eritmalari hosil boʻladi. Har bir probirkaga 10 tomchidan 0,5%-kraxmal va 10 tomchidan suyultirilgan soʻlak

eritmalarini soladi. Probirkalardagi reagentlarni yaxshilab aralashtiriladi va 38°S li termostat yoki suv hammomiga joylashtirilib, 5-8 minut ushlab turiladi. So'ngra barcha probirkalarga 0,5 millilitrdan Trommer reaktivini qo'shib yaxshilab aralashtiriladi va qaynayotgan suvli qizdirgichda qizdiriladi. Tajriba natijalarini jadvalda ko'rsatilgan ustunchaga qayd qilinadi.

### Tekshiruvchi savollar.

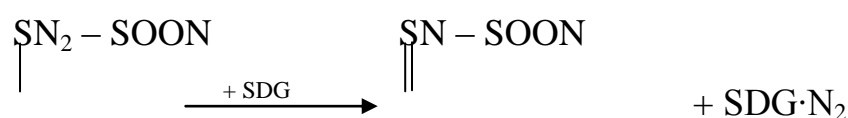
1. Fermentlarning o'zi nima va ular organizmlarning hayot faoliyatida qanday rol o'ynaydi?
2. Fermentlar oddiy kimyoviy katalizatorlardan qanday xususiyatlari bilan farq qiladi?
3. Fermentlarning molekulari qanday kimyoviy tabiatga ega? Uni qanday tajriba bilan tasdiqlash mumkin?
4. Ferment molekulasining qaysi qismi uning faol markazi deb ataladi?
5. Koferment va apoferment deganda nimani tushunasiz? Ular fermentlarning qaysi bir xususiyatlariga javob beradi?
6. Izoferment nima?

### Mashg'ulot – 6

#### Mavzu: Biologik oksidlanish jarayoni fermentlarining xususiyatlari

#### Suksinatdegidrogenazaga sifat reaksiyasi

Suksinatdegidrogenaza (SDG) qahrabo kislotasini degidrogenirlanish reaksiyasini katalizlaydi va uni fumarat kislotasiga aylantiradi.



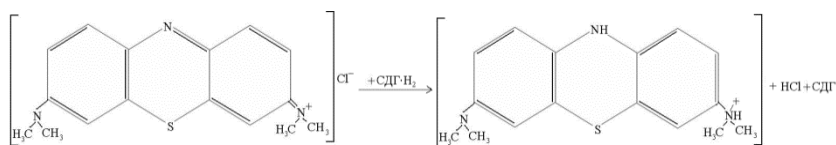
SN<sub>2</sub> – SOON

SN – SOON

Qahrabo kislotai

Fumarat kislotasi

SDG·N<sub>2</sub> – suksinatdegidrogenazaning qaytarilgan shakli. Agarda reaksiya muhitiga vodorodning aktseptori sifatida metilen ko'ki qo'shilsa, qaytarilgan SDG·N<sub>2</sub> vodorodni metilen ko'kiga berib, rangsiz leykobirikma hosil qiladi.



**Tajriba – 1. Achitqi degidrogenazasiga sifat reaksiyasi**

**Jihozlanishi:** suv hammomi, probirkalar uchun shtativ, pipetkalar, mikropipetkalar, probirkalar.

**Reaktivlar:** mushak va achitqi gomogenatlari, yangi olingan qon (qonni nomsiz barmoqni yumshoq joyidan sterillangan nina bilan olinadi. Buning uchun barmoqni terisini teshishdan oldin spirt bilan dezinfektsiya qilinadi. Birinchi tomchi qonni sterillangan paxta bilan artib tashlanadi va keyin tomchilarni mikropipetkalarga olinadi). Pereoksidazani aniqlash uchun 0,05 ml qonni distillangan suv bilan 50 ml gacha yetkaziladi; 3%-neytrallashtirilgan qahrabo kislotasining eritmasi, 0,02%-metilen ko'ki eritmasi, vazelin yoki o'simlik moyi, benzidin eritmasi, vodorod peroksidi eritmasi, etil spirti.

**Ish tartibi:**

2-ta toza probirkaga 2-3 ml dan achitqi gomogenati quyiladi. 1-probirkani ichidagi borligi bilan suv hammomida qaynatiladi va sovutiladi, so'ng har ikkala probirkaga 1 ml dan 3%-qahrabo kislotasining neytrallangan eritmasi va 0,5 ml dan 0,02%-metilen ko'ki eritmasidan solinadi (to havo rang hosil bo'lguncha). Probirkalar ichidagi suyuqlik chayqatish yo'li bilan aralashtiriladi, 37°S li suv hammomiga joylashtiriladi va tajriba probirkasida metilen ko'kinging asta-sekin rangsizlanishini kuzatiladi.

**Tajriba – 2. Mushak to'qimasi degidrogenazasiga sifat reaksiyasi****Ish tartibi:**

2 ta probirkaga 1 ml dan mushak gomogenatidan solamiz. 1-probirkani (kontrol) qaynatamiz va sovutamiz. Keyin ikkala probirkaga 1 ml dan qahrabo kislotasini 1 ml neytrallangan eritmasidan quyamiz. Har bir probirkaga 0,5 ml 0,02% li metilen ko'kidan qo'shamiz (havo rang hosil bo'lguncha). Probirkadagi bor moddalarni aralashtiramiz va 6-8 tomchi vazelin yog'idan qo'shamiz. Keyin probirkalarni 37°S li suv hammomiga qo'yiladi. Bir oz vaqt o'tgach, tajriba o'tkaziladigan probirkada metilen ko'kini rangsizlanishi kuzatiladi.

**Tajriba – 3. Qon peroksidazasiga sifat reaksiyasi**

Peroksidaza fermenti fenol va aminlarni vodorod peroksidini ishtirokida katalizlaydi. Misol tariqasida benzidinni difenoksinondiaminga oksidlanish reaksiyasida peroksidazani ishtirok etishini ko'rsatish mumkin.

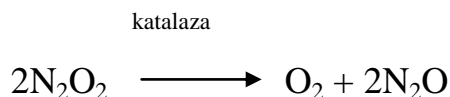
**Ish tartibi:**

Qonni asosiy eritmasini tayyorlash: Mikropipetka yordamida barmoqdan 0,05 ml qon olib, uni 50 ml o'lchovli va ichida taxminan 5 ml suv bor kolbaga quyamiz,

keyin esa 50 ml cha suv quyamiz. Ikkita probirkaga 2-3 ml qon eritmasidan quyiladi. Probirkalardan biri 1-2 minut qaynatiladi va sovutiladi. Ikkala probirkaga 0,5 ml benzidin eritmasidan va 4-5 tomchi vodorod peroksidi eritmasidan qo'shiladi. Kontroldagi va tajribadagi probirkalar yengil aralashtiriladi. Qaynatilmagan qon bor probirkada ko'k rang hosil bo'ladi.

#### **Tajriba – 4. Qon katalazasiga sifat reaksiyasi**

Ferment katalaza vodorod peroksidini kislorod va suv hosil bo'lishigacha parchalaydi.



Katalazani biologik roli shundan iboratki, uni nafas olish jarayonida vodorod peroksidini parchalaydi.

#### **Ish tartibi:**

Qon toza sterillangan nina orqali barmoqning yumshoq joyidan olinadi. Buning uchun barmoq avval spirt bilan artiladi. Birinchi kelgan qon sterillangan paxta bilan artiladi, keyin mikropipetkada olinadi.

Probirkaga 2-3 ml suv solinadi va bir necha tomchi qon tomiziladi. Probirkadagilar aralashtiriladi. Keyin probirkaga 1 ml vodorod peroksidi qo'shiladi. Kislorodning juda yaxshi ajratilishi kuzatiladi. Probirkaga yonib turgan gugurt cho'pini tushirsak, u portlab yonadi. Ajralib chiqqan gaz kislorod hisoblanadi.

#### **Tekshiruvchi savollar.**

1. Tirik organizmlarda nima yoki qanday jarayonlar moddalar almashinuvi (metabolizm) deb ataladi?
2. Assimilyatsiya va dissimilyatsiya nima? Bu jarayonlarning o'rtasidagi o'zaro bog'liqlik nimadan iborat?
3. Assimilyatsiya va dissimilyatsiya jarayonlarining nisbati odamning yoshiga qarab qanday o'zgaradi?
4. Biologik oksidlanishning o'zi nimadan iborat? Tirik organizmlar uchun uning asosiy funktsiyasi nimadan iborat?
5. Organizmda siz oksidlanish reaksiyalarining qanday xillarini bilasiz?

## **Mashg'ulot – 7**

### **Tirik organizmlar tarkibiga kirgan kimyoviy birikmalarning tuzilishi, xossalari va biologik funksiyasi**

**I. Mashg'ulotning maqsadi:** tirik organizmlar tarkibiga kirgan kimyoviy moddalarning tuzilishi, hossalari va biologik funksiyalari haqida olgan bilimlarini mustahkamlash va takomillashtirish.

#### **II. Vazifalari:**

1. Uglevodlarga umumiy xarakteristika: mono-, di- va polisaxaridlar.
2. Neytral moylar va fosfolipidlarning tuzilishi, hossalari va biologik funksiyalari.
3. Oqsillar va ularning biologik funksiyalari.
4. Oqsil molekulalarining tuzilishi va strukturaviy tashkil topishi.
5. Oqsillarning klassifikatsiyasi. Oddiy va murakkab oqsillarning asosiy guruhlariga qisqacha xarakteristika.
6. Fermentlarning tuzilishi va strukturasi (koferment va apoferment, fermentning faol markazi, fermentlarning spetsi-fikligi – absolyut va nisbiy spetsifiklik, fermentlarning aktivator va ingibitorlari).
7. Nuklein kislotalar – hujayraning irsiy materiallari: tuzilishi va hossalari.
8. Vitaminlar haqida umumiy tushuncha. Vitaminlarning kofermentlik funksiyalari.
9. Gormonlar haqida umumiy tushuncha. Asosiy ichki sekretsiya bezlari va ular ishlab chiqaradigan gormonlar.

#### **III. Mashg'ulotni o'tish natijasida talaba bilishi lozim:**

- tirik organizmlarning asosini tashkil qiladigan birikmalarning tuzilishi, hossalari va biologik funksiyalari haqidagi bilimlarini keyingi ularning almashinuv jarayonlarini, alohida to'qima va organlarning funksiyalarini hamda moddalar almashinuvining boshqarishni o'rganishda qo'llay bilishi.

#### **IV. Mashg'ulotni o'tkazish tartibi.**

1. Talabalarning bor-yo'qligini aniqlash – 5 *min.*
2. Talabalarning tanlab olgan mavzulari bo'yicha ma'ruzalari (10 min x 4) – 40 *min.*
3. Ma'ruzalarning muhokamasi – 25 *min.*

4. O'qituvchi talabalarning ma'ruza matnlarini tekshirib baholaydi – 10 *min.*

## **V. Adabiyotlar.**

1. Меньшиков В.В., Volkov N.I. Bioximiya., M., 1986.
2. Komov V.P., SHvedova V.N. Bioximiya., M., 2004.
3. Lenindjer A. Основы bioximii. V 3-x tomax., M., 1985.
4. Turakulov Ya.X. Bioximiya. T., 1996.
5. Qosimov A., Qo'chqorov Q., Teshaboev S. Bioximiya. Toshkent, 1988.

## **Mashg'ulot – 8**

### **Mavzu: Kraxmalni fermentativ parchalanishi**

#### **Tajriba – 1. Kraxmalni fermentativ parchalanishi**

Amilaza fermenti kraxmalning gidrolizini parchalanish-ning oraliq mahsulotlari (dekistrinlar) orqali mal'tozagacha parchalashni amalga oshiradi. Mal'toza mal'taza fermenti ta'sirida 2 molekula glyukozagacha parchalanadi.

**Jihozlanishi:** suv hammomi, termometr, probirkalar uchun shtativ, pipetkalar, probirkalar, kimyoviy stakanlar.

**Reaktivlar:** 1%-kraxmal eritmasi, kaliy yodiddagi yod eritmasi (2 g yod va 5 g kaliy yodidi 100 ml suvda eritiladi), Felling reaktivi (№ 1 va № 2 reaktivlari alohida tayyorlanadi va tajriba oldidan 1:1 nisbatda aralashtiriladi. № 1 reaktivi: 3,46 g  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  50 ml eritmada. № 2 reaktivi: 17,3 g segnet tuzi va 7 g natriy gidroksidi (ishqori) 50 ml eritmada), so'lakning  $\alpha$ -amilaza fermentini eritmasi (amilaza eritmasini tayyorlash uchun og'iz bo'shlig'ini distillangan suv bilan chayib tashlanadi, so'ngra og'izga 10 ml distillangan suv olib, 2-3 *min* davomida ushlab turiladi va so'ng toza kimyoviy stakanga quyiladi).

#### **Ish tartibi:**

10 ta probirkaga 2 ml dan distillangan suv va 1 tomchi yod eritmasi solinadi. Alohida 2 ta stakanda 5 ml dan kraxmal eritmasi va ularning bittasiga 5 ml suv (kontrol), ikkinchisiga esa, 5 ml so'lak eritmasi solinadi. Ikkala stakanni 40°S li suv hammomiga joylashtiriladi. Bir minut o'tgach har bir aralashmadan pipetka yordamida 0,1 ml suyuqlik olinadi va alohida-alohida qilib oldindan tayyorlab qo'yilgan probirkaga yod eritmasiga aralashtiriladi. Har 2, 4, 6 va 8 minutda namuna olish takrorlanadi. So'ngra so'lak tutuvchi sinamalar ko'k rangdan ko'kish binafsha rang, qo'ng'ir-qizil, qizil va nihoyat sariq ranggacha o'zgaradi. U shu bilan tushuntiriladiki, so'lak amilazasi kraxmal-ni bir qator oraliq mahsulotlar:



kraaxmal – amiladekstrinlar – eritrodekstrinlar – malʼto-dekstrinlar – malʼtoza hosil boʻlishi bilan parchalaydi. Kontrol uchun olingan namunalar doimo koʻk rang beradi.

Kraaxmal gidrolizining ohirgi mahsulotlari – malʼtoza va glyukozani Felling suyuqligi bilan boʻladigan reaksiyada aniqlanish mumkin. Buning uchun tajriba va kontrol namunaning 2-3 ml ga Felling suyuqligi qoʻshiladi. Olingan aralashma qayna-guncha qizdiriladi. Tajriba namunasi (soʻlak bilan) mis oksidining qizil choʻkmasi hosil boʻladi. Kontrol namunasida reaksiya sodir boʻlmaydi.

## **Tajriba – 2. Mushak sut kislotasiga sifat reaksiya**

Sut kislotasini Uffelmann reaktivi yordamida aniqlanadi. Binafsha rangli temir fenolyati sut kislotasi ishtirokida sargʻish-yashil rangli sut kislotasining temir tuziga aylanadi.

**Jihozlanishi:** suv hammomi, shtativlar, farfor hovoncha-lari, pipetkalar, probirkalar.

**Reaktivlar:** muskulni maydalanagan suspenziyasi, 1%-sut kislotasining eritmasi, Uffelmann reaktivi (2%-fenol eritmasi va 2%-temir xloridining eritmasi 1:1 hajmda aralashtiriladi).

### **Ish tartibi:**

Mushak toʻqimasi (3-5 g) maydalanadi va 6-8 ml distillangan suv bilan farfor havonchasida eziladi. Mushak boʻtqasi doka orqali filʼtrlanadi. Hosil boʻlgan filʼtrat 1 minut davomida qaynatiladi. Sovutilgach aralashma ham filʼtr orqali filʼtrlanadi. 3 ta toza probirka olinadi, 3 ml dan fenol eritmasi solinadi, soʻngra har bir probirkaga tomchilab temir xloridi eritmasi (Uffelmann reaktivini) binafsha rang hosil boʻlguncha solinadi. Soʻngra birinchi probirkaga 0,5 ml 1% li sut kislotasi eritmasi, ikkinchi probirkaga muskul toʻqimasidan tayyorlangan aralashma, uchinchisiga 0,5 ml suv solinadi. Probirkadagi aralash-malar aralashtiriladi va 1 va 2-probirkalarda sargʻish-yashil rang hosil boʻlguncha kuzatiladi. 3-probirkada eritmaning rangi oʻzgarmaydi.

### **Tekshiruvchi savollar.**

1. Odam organizmining energiyaga boʻlgan ehtiyojini qancha qismi uglevodlar hisobiga qoplanadi?

2. Bir kecha-kunduz davomida odam organizmiga ozuqa moddalari tarkibida qancha miqdorda (g) uglevodlar kiradi?

3. Glikozidazalarga qaysi fermentlar kiradi va ular qaysi organ va toʻqimalarda hosil boʻladi?

4. Odamning qonida glyukoza (qand) ni miqdori qancha va u qanday gormonlar bilan boshqarilib turiladi?

5. Glyukozaning anaerob oksidlanishi (glikoliz) qanday reaksiya bilan boshlanadi?

6. Agar sportchi uzoq muddatli mo'tadil quvvvatli mashqni bajarayotgan bo'lsa, glikoliz jarayonining ohirgi mahsulotlari qanday birikmalar bo'ladi?

## Mashg'ulot – 9

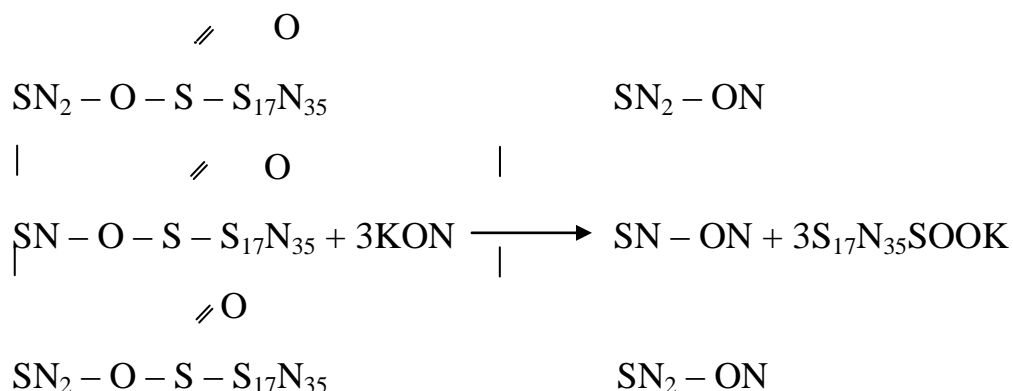
### Mavzu: Yog'lar va fosfolipidlar almashinuvi mahsulotlarini aniqlash

#### Tajriba – 1. 1. Yog'ning sovunlanishi va uning tarkibiy

#### qismlarini aniqlash

Yog'larni ishqor bilan gidrolizlash natijasida yuqori yog' kislota tuzlari va glitserin hosil bo'ladi. Yog'larni kaliyli tuzi suyuq sovun, natriyli tuzlari esa qattiq sovun hisoblanadi.

Reaksiya tenglamasi quyidagicha bo'ladi:



**Jihozlanishi:** suv hammomi, 50 ml li konussimon kolbalar havo sovutgichli yopqichi bilan, probirkalar.

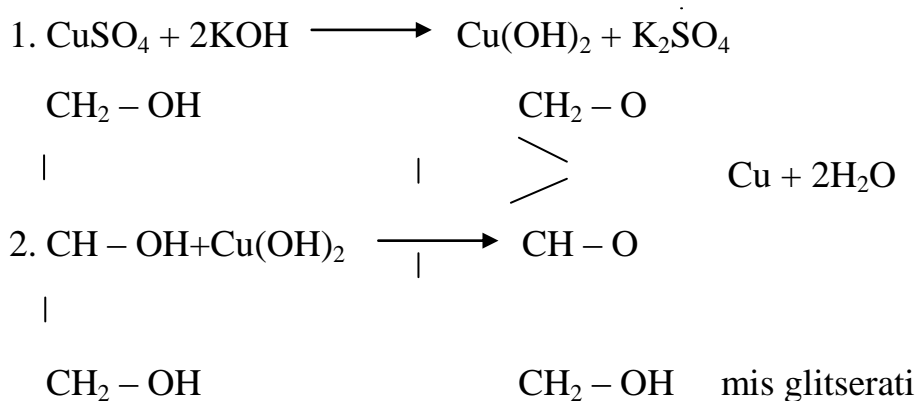
**Reaktivlar:** o'simlik moyi, 1%-KON eritmasi, 2%-mis sulfat tuzining eritmasi, sulfat kislotasi.

#### Ish tartibi:

Hajmi 50 ml li konussimon kolbaga 1 ml o'simlik yog'idan solib, ustiga 20 ml o'yuvchi kaliyni spirtli eritmasidan qo'shamiz. Kolba havo sovutgichli yopqichi bilan berkitiladi. So'ngra qaynab turgan suv hammomida 15-20 minut davomida qizdiriladi, keyin kolbaga qaynoq suv quyib, 50 ml gacha olib boiladi, shunda sovun eriydi.

## Gidroliztdagi glitserinning ochilishi

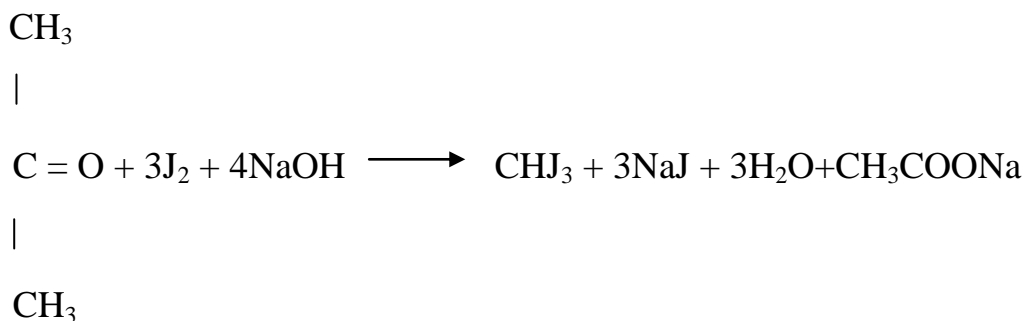
Probirkaga 1-2 ml gidrolizat quyiladi va shu hajmda ishqor eritmasi qo'shib, yana 3-4 tomchi mis sulfat eritmasidan qo'shiladi. Hosil bo'lgan aralashma yaxshilab aralastiriladi va mis glitseratiga xos och ko'k rang berguncha kuzatiladi.



## Tajriba – 2. Biologik suyuqliklarda yog'lar almashinuvining mahsulotlarini aniqlash

### 1. Atsetonga sifat reaksiya

Biologik suyuqliklarda atseton borligi yodoform hosil bo'lishi reaksiyalari orqali aniqlanadi.

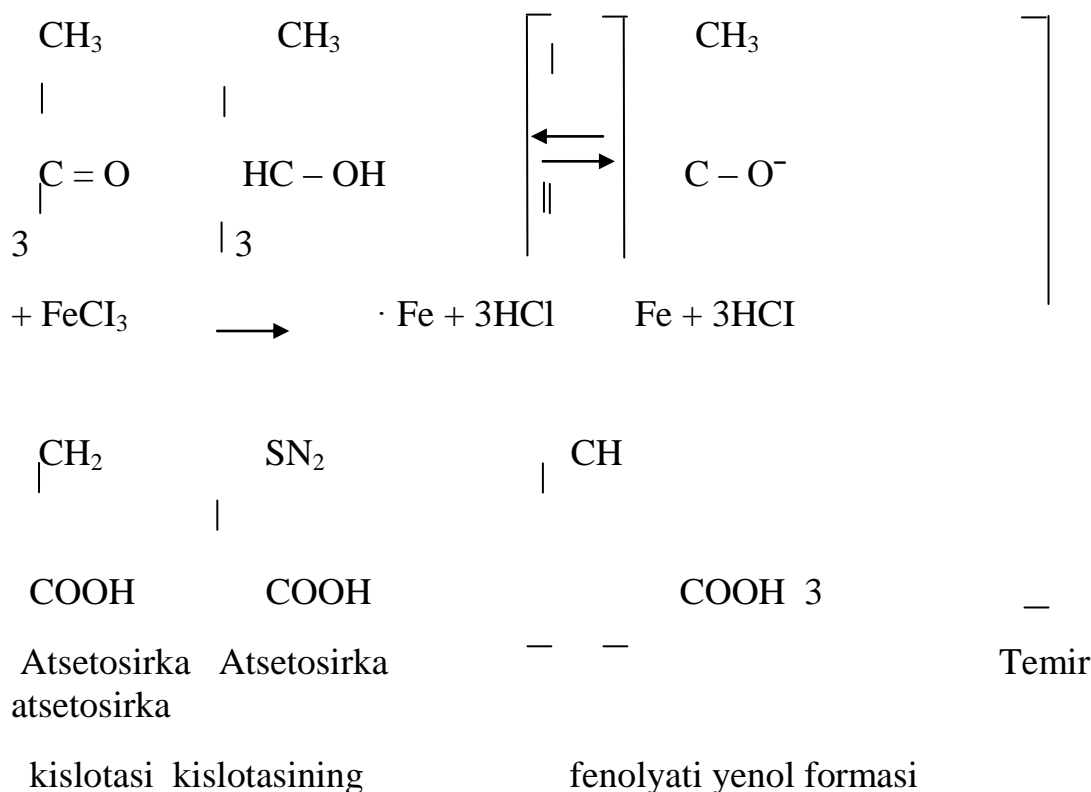


### Ish tartibi:

Probirkaga 3 ml siydik solinadi yoki o'zida atseton tutgan boshqa eritma quyiladi. So'ngra 1 ml o'yuvchi natriy va bir necha tomchi kaliy yodi eritmasi solinadi. Yodoformning sariq kristall cho'kmasini hosil bo'lishi kuzatiladi. Yodoformning borligini uning o'ziga xos mahsus hididan bilish mumkin.

### 3. Atsetosirka kislotasiga sifat reaksiyasi

Atsetosirka kislotasi uch valentli temir ionlari bilan olcha-qizil rangli temirning atsetosirka fenolyatini hosil qiladi.



Atsetosirka kislotasi bor probirkaga 5 ml siydik solinadi. Unga cho'kma hosil bo'lgungacha tomchilatib temir xloridi eritmasidan qo'shiladi. Cho'kma filtrlanadi, filtratga esa yana bir necha tomchi temir xlorididan qo'shiladi. Eritmada to'q qizil rang hosil bo'lishi kuzatiladi.

Siydikda atsetosirka kislotasi bo'lmasa, u temir xloridi bilan qizg'ish-sariq rang beradi.

### Tekshirish uchun savollar

1. Katta yoshdagi odam organizmiga bir kecha-kunduzda ovqat bilan o'rtacha qancha miqdorda hayvon va o'simlik moylari kiradi?
2. Neytral moylarning hazm bo'lish jarayonida o't kislotalari qanday rol o'ynaydi?
3. Oshqozon-ichak yo'lida neytral moylar va fosfolipidlar qaysi fermentlar ta'sirida parchalanishga duchor bo'ladi?
4. Qonda lipidlar qanday shakllarda transport qilinadi?
5. Hujayrada glitserinning oksidlanish jarayonini sxematik ifodalang.

## Mashg'ulot – 10

### Mavzu: Oqsillarning fermentativ parchalanishi va ularning hujayrada almashinuvining oraliq mahsulotlarini aniqlash

**Jihozlanishi:** suv hammomi, spirtovka, 0-50°S li termo-metr, pipetkalar, probirkalar, lakmus qog'ozi (universal).

**Reaktivlar:** siydikchilning kristallari, siydik kislota-sining kristallari, 2%-NaOH eritmasi; 2%-mis sulfat tuzining eritmasi, tripsin preparati.

#### Tajriba – 1. Tripsin ta'sirida oqsilning gidrolitik

##### parchalanishi

Tripsin – bu oshqozon osti bezi shirasi proteolitik fermentlarni asosiylaridan biri hisoblanadi. Uning ta'sir optimumi rN=7,8 da bo'ladi. Tripsin ta'sirida peptid bog'larida gidrolitik parchalanish bo'lib, katta molekulyar massaga ega bo'lmagan kichik molekulyar polipeptidlar va biroz miqdorda erkin aminokislotalar hosil bo'ladi. Tripsin ta'sirini fibrin oqsilida ko'radigan bo'lsak, tripsin fibrin oqsiliga shunday ta'sir qiladiki, uni suvda eriydigan kichik polipeptidlargacha parchalaydi.

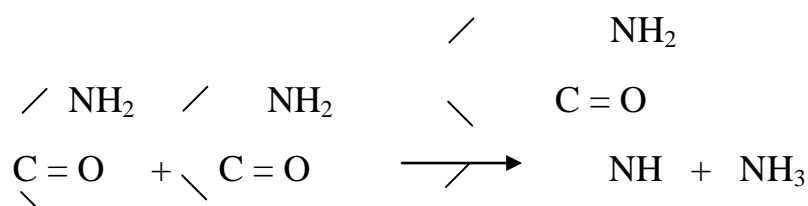
##### Ish tartibi:

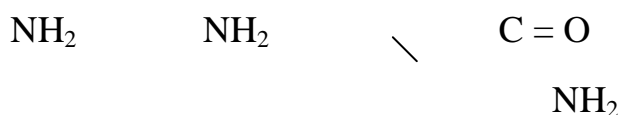
3 ta probirka olib, ularga lakmus qog'ozi bilan ko'rilganda kuchsiz ishqoriy reaksiyani beradigan tripsin suyuqligidan solamiz. Birinchi probirka 1-2 minut davomida suv hammomida qaynatiladi va stakandagi sovuq suvda sovutiladi. Ikkinchi probirkaga sirka kislotasidan tomchilab to lakmus qog'ozi bilan tekshirilganda kuchsiz kislotali muhit bo'lgunga qadar qo'shamiz. Uchinchi probirkani o'zgartirmaymiz va har bir probirkaga taxminan 100 mg fibrin oqsilidan solamiz va tezda 38-40°S li suv hammomida 15 minutga qoldiramiz. Vaqt o'tib bo'lgach, suv hammomidan olib, tekshirish natijasini kuzatamiz. Birinchi va ikkinchi probirkalarda fibrinni parchalanishi kuzatilmaydi, chunki qaynatish va kuchli kislota qo'shish natijasida tripsin fermentativ faolligini yo'qotgan.

Fibrin uchinchi probirkada parchalangan. Chunki bu yerda tripsinni ta'sir qilishi uchun barcha sharoit yaratilgan.

#### Tajriba – 2. Siydikchilga sifat reaksiya

Odam va hayvon organizmida oqsil almashinuvi eng asosiy va oxirgi mahsuloti bu – siydikchil hisoblanadi. Agar siydikchilni quruq holatda qizdirsak, o'zidan ammiakni yo'qotib, biuretini hosil qiladi.





Siydikchil

biuret

Biuretni biuret sifat reaksiyasi yordamida aniqlash mumkin.

### **Ish tartibi:**

Quruq probirkaga siydikchil kristallidan solamiz va kuchsiz olovda qizdiramiz. Boshlanishida siydikchil eriydi keyin qattiqlashadi. SHundan so'ng qizdirishni to'xtatib, probirkani xona haroratida sovutamiz. Probirkaga hosil bo'lgan biuretga 2 ml o'yuvchi natriy eritmasidan quyamiz. Erigandan so'ng biuretni ishqorli eritmasiga 1-2 tomchi mis sulfat eritmasidan qo'shamiz. Hosil bo'lgan aralashmani asta-sekin aralashiramiz va och pushti rang hosil bo'lishini kuzatamiz.

### **Tajriba – 3. Siydik kislotasiga sifat reaksiya**

Siydik kislotasi qaytarish xususiyatiga ega va bu xususiya-tini eritmalarda uni bor-yo'qligini aniqlashda qo'llansa bo'ladi.

### **Ish tartibi:**

Quruq probirkaga siydik kislotasini kristallidan bir nechtasini solib, ustiga uni eriganiga qadar o'yuvchi natriy quyamiz. Erigandan keyin uni ustiga tomchilab mis kuporosi eritmasidan aralashganda ham yo'qolmaydigan kuchsiz havo rang mis oksidining loyqasimon eritmasi hosil bo'lgunga qadar qo'shamiz, keyin qaynatamiz. SHunda g'isht-qizil rangli mis oksidi cho'kmasi hosil bo'lishini kuzatamiz.

### **Tekshirish uchun savollar.**

1. Sport bilan shug'ullanmaydigan katta yoshdagi odamlar bir kunda oziq-ovqat mahsulotlari tarkibida qancha miqdorda oqsil iste'mol qilishi kerak?
2. Sportning qaysi turi bilan shug'ullangan sportchilarda organizmning oqsilga bo'lgan talabi (ehtiyoji) oshadi? Sabablarini ko'rsating.
3. Oziq-ovqat mahsulotlari tarkibiga kirgan oqsillar organizmda avvalo qanday biologik funktsiyani bajaradi?
4. Proteolitik fermentlar (proteazalar)ga qaysi fermentlar kiradi va ular qaysi organ yoki to'qimalarda ishlab chiqariladi?



## **Mashg'ulot – 11**

### **Mavzu: Organizmda moddalar almashinuv jarayonlarining o'zaro bog'liqligi va boshqarilishi**

**I. Mashg'ulotning maqsadi:** jismoniy yuklamalarga odam organizmining mostlashishini tezlashtirish maqsadida unga ta'sir etish yo'llarini tanlash uchun moddalar almashinuvining boshqa-rishni molekulyar mexanizmlari haqidagi bilimlarini qo'llay bilishni o'rganish.

#### **II. Vazifalari:**

1. Uglevodlar, lipidlar, oqsillar va nuklein kislotalar-ning almashinuvini o'zaro bog'liqligi (almashinuvning umumiy oraliq mahsulotlarini bo'lishi; turli sinf moddalarining alma-shinuvini umumiy yo'llari borligi; turli sinf birikmalarining bir-biriga o'tish imkoniyatlari; almashinuv jarayonlarida atsetilkoferment-A (atsetil-K<sub>o</sub>A ning markaziy roli).

2. Moddalar almashinuvi jarayonlarining hujayra dara-jasida boshqarilishi (kimyoviy reaksiyalarning tezligi; substrat-lar va kofaktorlarning yetarli miqdori yoki ulardan foydalana-olishlik; fermentlarning faolligi va miqdorini o'zgarishi).

3. Moddalar almashinuvining nerv va gormonal boshqa-rilishi.

4. Uglevodlar (glyukoza)ning anaerob va aerob oksidlanish jarayonlari hamda ularning energetik samaradorliklari.

5. Moy kislotalarining  $\beta$ -oksidlanish jarayoni va uning energetik samaradorligi (palmitin kislotasi misolida).

#### **III. Mashg'ulotni o'tish natijasida talaba bilishi lozim:**

- almashinuvning boshqarishni asosiy printsiplarini bilish asosida hujayra, organ va organizm darajasidagi metabolik jarayonlarni boshqarish aniq mexanizmlari ta'sirini tushuntira bilish;

- organizmning asosiy boshqaruv tizimlarini (nerv, gormonal, avtoregulyatsiya, hujayra differentsirovkasi) ishlab turish hususiyatlarini bilish asosida ularning rolini muskul faolligini namoyon bo'lishida va ishdan so'ng dam olish davrida aniqlashni o'rganish.

## Mashg'ulot – 12

### Mavzu: Muskel to'qimasining biokimyoviy analizi

#### Intensiv jismoniy yuklamalardan oldin va so'ng sportchilarning siydigida oqsilni aniqlash

##### 1. Oqsilli va oqsilsiz ekstraktlarni tayyorlash.

Muskel to'qimasini biokimyoviy analiz qilishdan oldin, undan suvli-tuzli va oqsilsiz ekstraktlarni tayyorlash kerak. Muskel plazmasining oqsillari suvli ekstraktida, struktura oqsillari – tuzli eritma ekstraktida, muskelning boshqa ekstrak-tiv moddalari suvli-oqsizlantirilgan ekstraktida aniqlanadi.

**Jihozlanishi:** suv hammomi, farfor havonchasi, shisha qumlari, qog'oz filtrlar, doka, shisha voronka, kimyoviy stakanlar, 50 va 100 ml li kolbalar, pipetkalar, probirkalar, universal lakmus qog'ozi.

**Reaktivlar:** 8%-ammoniy xlorid eritmasi; 5%-kaliy xlorid eritmasi, 10%-NaOH eritmasi, 2%-mis sul'fat eritmasi, sul'fasalitsil kislotasi eritmasi, 5%-sul'fat kislotasi eritmasi, pikrin kislotasining to'yingan eritmasi, 3%-ammoniy molibdenat eritmasi, konsentrlangan azot kislotasi, 1%-kumush nitrat eritmasi, 1%-bariy xlorid eritmasi, 10%-sirka kislotasi eritmasi.

1. Suvli ekstrakt – farfor havonchada 10 g yangi muskel shisha qumi bilan yaxshilab maydalanadi va stakanga solinib 1 ga 3 hajmda distillangan suv qo'shiladi, 15 minutga qoldirilib vaqti-vaqti bilan aralashtirib turiladi. Keyin suyuqlik 3 qavat dokadan toza kolbaga filtrlanadi. Stakandagi muskelning qoldig'iga yana 30 ml suv qo'shib 15 minutga qoldiriladi va so'ng kolbaga filtrlanadi.

2. Tuzli ekstrakt – stakanda qolgan muskel to'qimasi qaytadan farfor havonchasiga o'tkazilib 30 ml 8% ammoniy xlorid eritmasini yoki 5%-kaliy xlorid eritmasini quyib 60 minutga qoldiriladi va vaqti-vaqti bilan aralashtirib turiladi.

Suyuqlik qismi toza kolbaga qog'oz filtri orqali filtrlanadi.

3. Oqsilsiz ekstrakt – 15 ml suvli ekstraktga 5 tomchi 10%-sirka kislotasining eritmasidan quyib suv hammomida qayna-tiladi. Oqsillar cho'kmaga tushadi. Ekstraktni qog'oz filtri orqali toza kolbaga filtrlanadi. Mana shu barcha ekstraktlar oldindan tayyorlab qo'yiladi.

##### 2. Suvli, tuzli va oqsilsiz ekstraktlarni analiz qilish.

###### Tajriba – 1. Suvli oqsilli ekstraktning analizi.

###### Ish tartibi:

2 ta probirkaga 2 ml dan suvli ekstrakt dan quyiladi. Birinchi probirkaga 2 ml 10% NaOH eritmasini va 2-3 tomchi 2%-mis sulʼfat eritmasidan solinadi. (biuret reaksiyasi). Ikkinchi probirkada oqsilni choʻktiriladi. Buning uchun suvli ekstraktga (ikkinchi probirkaga) 5-6 tomchi sulʼfasalitsil kislotasi qoʻshiladi.

## **Tajriba – 2. Tuzli oqsilli ekstraktning analizi**

### **Ish tartibi:**

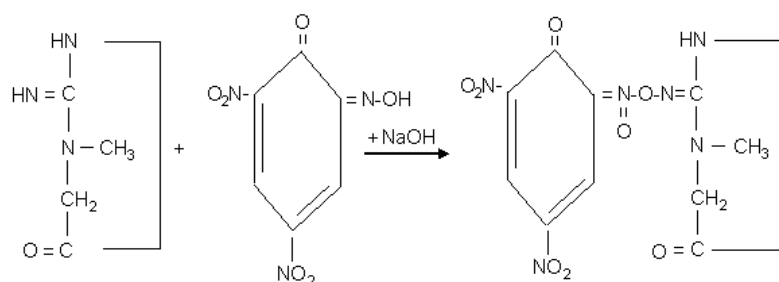
Ikkita probirkaga 2 ml dan tuzli ekstrakt quyiladi. Birinchi probirkaga 2 ml 10%-NaOH eritmasi va 2-3 tomchi 2%-mis sulʼfat eritmasi qoʻshiladi (biuret reaksiyasi). Ikkinchi probirkada ekstrakt distillangan suv bilan toʻliq loyqa choʻkma hosil boʻlguncha suyultiriladi. Suvda erimaydigan globulinlar choʻkmaga tushadi.

## **Tajriba – 3. Suvli oqsilsiz ekstraktning analizi**

### **1. Kreatin va kreatininlarga sifat reaksiya.**

#### **Pikrin kislotasi bilan Yaffe reaksiyasi.**

Ekstraktning ishqoriy muhitga oʻtkazib pikrin kislotasini qoʻshilganda qizil kreatinin pikratning tautomeri hosil boʻlishidan darak beruvchi olov-qizil rang hosil boʻladi.



kreatinin

pikrin kislotasi

kreatinin pikrat

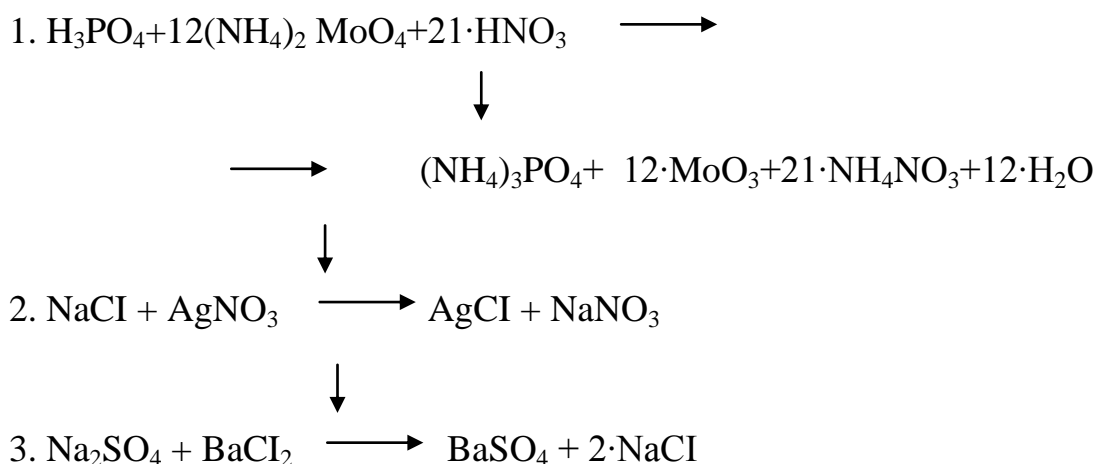
(xinoid shakli)

### **Ish tartibi:**

Ikkita probirkaga 1 ml dan suvli oqsilsiz filʼtrat quyiladi. Birinchi probirkaga 1 ml 5% sulʼfat kislotasi eritmasi qoʻshiladi. Probirkani borligi bilan qaynayotgan suv hammomida 30 min qizdiriladi. Soʻng suyuqlikni 10%-NaOH eritmasi bilan neytrallaydi (lakmus qogʻozida) va filʼtrat qogʻoz filʼtr orqali toza probirkaga quyiladi. Bundan keyin har ikkala probirkaga 3 ml dan 10%-NaOH eritmasi va 5-8 tomchidan pikrin kislotasining toʻyingan eritmasidan quyiladi. Har ikkala probirkada olov rangi paydo boʻladi, lekin birinchi probirkada ancha toʻqroq (qizgʻishroq) boʻladi.

## **3. Fosfatlar, xloridlar va sulʼfatlarga sifat**

## reaktsiyalar



### Ish tartibi:

Uchta probirkaga 1 ml dan oqsilsiz fil'tratdan quyiladi. Birinchi probirkaga teng hajmda 3%-ammoniy molibdat eritmasidan va 2 ml azot kislotasi qo'shiladi. Namunani suv hammomida qaynatiladi. Oq yoki sariq cho'kma hosil bo'lishini belgilaydi. Ikkinchi probirkaga bir necha tomchi 1%-kumush nitrat eritmasidan qo'shiladi. Cho'kma hosil bo'lishi kuzatiladi. Uchinchi probirkaga bir necha tomchi 1%-bariy xlorid eritmasidan qo'shiladi. Oq cho'kma hosil bo'ladi.

### **Tekshirish uchun savollar.**

1. Ko'ndalang-targ'il muskul (skelet muskuli) qanday biologik funktsiyani bajaradi?
2. Muskulning struktura-funksional birligi bo'lib nima xizmat qiladi?
3. Muskul tolasi deganda nimani tushunasiz?
4. Muskul tolasi hujayrasining qaysi bir organoidi muskulning qisqartiruvchi elementi hisoblanadi?
5. Miofibrillalarning ikkita Z-membranasining oralig'i qanday nomlanadi?

### **Tajriba – 4. Siydikda oqsilni bor-yo'qligini aniqlash**

**Jihozlanishi:** spirtovka, pipetkalar, probirkalar.

**Reaktivlar:** sirka kislotasi, 2%-natriy xlorid eritmasi, konsentrlangan azot kislotasi, sulfasalitsil kislotasi, siydikni imitatsiya qiladigan, tarkibida oqsil tutmagan va tutgan eritma.

### Ish tartibi:

### **1. Qaynatish namunasi.**

Probirkaga 2-3 ml filtrlangan siydik quyiladi. Siydikni 4-5 tomchi sirka kislotasi bilan kislotalik muhitga o'tkaziladi va 1 ml 2%-natriy xlorid eritmasidan qo'shiladi. So'ng probirkani yuqori qismini to qaynaguncha spirtovkada qizdiriladi, sovutib 2-3 ml sirka kislotasidan qo'shiladi.

Sirka kislotasini qo'shganda erimagan cho'kma o'rganilayotgan siydikni tarkibida oqsilni borligidan dalolat beradi. Chunki ishqoriy metallarning fosfat va karbonat tuzlari oqsillardan farq qilib, uksus kislotasida eriydi.

### **2. Oqsilni kontsentrangan azot kislotasi bilan cho'ktirish**

Probirkaga 1 ml kontsentrangan azot kislotasi quyiladi va so'ngra probirkani devori bo'ylab 1 ml o'rganilayotgan siydikni juda astalik bilan quyilganda, kislota bilan siydik aralash-masdan oraligida (agar siydik tarkibida oqsil bo'lsa) halqasimon oq cho'kma hosil bo'ladi). Azot kislotasi bilan namuna qaynatish namunasiga nisbatan ancha sezgir bo'lib, siydikni tarkibida 0,0033% gacha oqsilni aniqlay oladi.

### **3. Sulfasalitsil kislotasi bilan oqsillarni cho'ktirish**

Bu oqsillarga eng sezgir reaksiya bo'lib, oqsilni 1:50000 nisbatda suyultirganda ham reaksiya ijobiy bo'ladi.

Probirkaga 2-3 ml tekshirilayotgan siydikdan solib, 5-6 tomchi sulfasalitsil kislotasidan qo'shiladi. Cho'kma yoki loyqalanishni hosil bo'lishi siydik tarkibida oqsil borligidan dalolat beradi. Bu uslub siydik tarkibida oqsilning miqdorini 0,0015% gacha aniqlaydi.

## **Tajriba – 5. Roberts-Stolnikov-Brandberg uslubi bo'yicha siydikda oqsilni miqdorini aniqlash**

Bu uslub oqsillarni kontsentrangan azot kislotasi bilan beradigan reaksiyasiga asoslangan.

Tarkibida 0,0033% oqsil bo'lgan eritma bilan kontsentrangan azot kislotasining oraliq chegarasida 2-3 min oraligida loyqasimon oq halqa cho'kma hosil bo'ladi. Buning uchun siydikni ma'lum izchillikda suyultiriladi. Suyultirish darajasini 0,0033% ga ko'paytirib tekshirilayotgan siydikdagi oqsilning foyizlar miqdori olinadi.

### **Ish tartibi:**

1. Beshta probirkaga 2 ml dan distillangan suv quyiladi. Birinchi probirkaga 2 ml tekshirilayotgan siydikdan qo'shib chayqatib aralashtiriladi. So'ngra birinchi probirkadagi suyuqlik aralashmasidan 2 ml ikkinchi probirkaga, ikkinchidan – uchinchiga va oxirida to'rtinchidan – beshinchi probirkaga olib quyiladi. Natijada probirkalarda siydik 2, 4, 8, 16, 32 marta suyulgan bo'ladi.

2. Beshta toza probirkaga 1 ml dan kontsentrlangan azot kislotasi solinadi. So'ngra har qaysi probirkani qarshisida turgan probirkadan 1 ml suyultirilgan siydikni juda ohistalik bilan probirka devori bilan qo'shiladi. Qaysi bir probirkada eritmalarning bo'linish fazalarida 2-3 minut oraligida halqa-simon oq cho'kma hosil bo'lishini kuzatiladi. Ana shu probirkadagi siydikning suyultirilgan darajasini 0,0033% ga ko'paytirib, siydikdagi oqsilning foyiz (%) miqdorini topiladi. Masalan, oxirgi cho'kma (halqa) to'rtinchi probirkada bo'lsa siydikdagi oqsilning miqdori  $16 \times 0,0033\% = 0,053\%$  bo'ladi.

### **Tekshirish uchun savollar.**

1. Start oldi holatida sportchining organizmida qanday biokimyoviy o'zgarishlar kuzatiladi?

2. Muskullarni energiya bilan ta'minlash imkoniyatini aniqlashda qaysi bir omil muhim ahamiyatga ega?

3. Odam organizmining energiyaga bo'lgan ehtiyoji aerob jarayonlar hisobiga to'la ta'minlash uchun kerak bo'lgan kislo-rodning miqdorini nima deb ataladi?

4. Organizmning ishdan so'ng dam olish davrida anaerob jarayonlarning mahsulotlarini oksidlanishini tugallash va ish vaqtida sarflangan energiya manbalari zahirasini boshlang'ich darajasigacha qayta tiklash uchun sarflaydigan kislorodi qanday nom bilan yuritiladi?

5. Muskul ish faoliyatida sportchi organizmida energiya manbalari qanday tartib bilan sarflanadi?

6. Kislorodning iste'mol qilish tezligi o'zining maksimal darajasiga yetganda mashqlarning quvvati qanday quvvat deb ataladi?

### **Mashg'ulot – 13**

**Mavzu: Sportchilarning qonida muskul ishidan oldin va so'ng sut kislotasining miqdorini aniqlash – 4 soat**

**Jihozlanishi:** fotoelektrokolorimetr (FEK), tsentrifuga, suv hammomi, probirkalar uchun shtativlar, pipetkalar, probirkalar, kyuvetalar, tsentrifuga probirkalari, muz, analitik torozi, 50 ml li o'lchov kolba.

**Reaktivlar:** sut kislotasining 100 mg% li standart eritmasi (53,3 mg litiy laktat tuzini yoki 54,5 mg kaltsiy laktat tuzini analitik torozida tortib 50 ml li o'lchov kolbasiga solinadi, 0,25 ml kontsentrlangan sul'fat kislotasidan qo'shib aralashtiriladi va sovugandan so'ng distillangan suv bilan belgigacha yetkaziladi); 4%-mis sul'fat eritmasi, trixlorosirka kislotasining natriy ftorid tutgan eritmasi: (25 g trixlorosirka kislotasini 475 ml distillangan suvda eritiladi va 500 mg natriy ftorid



tuzidan qo'shiladi), Saval namunasiga chidaydigan kon-tsentrangan sulʼfat kislotasi, paraoksidifenilning eritmasi: (1,5 g paraoksidifenilni 100 ml li tsilindrda solib 15 ml 5%-natriy gidroksidi eritmasidan qo'shib, paraoksidifenol eriguncha aralashtiriladi va so'ng distillangan suv bilan belgigacha yetkaziladi), spirt efir bilan 4:1 nisbatda aralashtiriladi, yodning spirtidagi eritmasi.

### **Ish tartibi.**

Ichida 1,9 ml dan trixlorosirka kislotasining natriy ftoridli eritmasini tutgan 4 ta tsentrifuga probirkasini tayyorlang. Birinchi nomerli (№ 1) probirkaga tinch holatda (ish boshlashdan oldin) barmoqdan olingan qondan 0,1 ml qo'shing (qon olish texnikasini 6-chi mashg'ulotdan ko'ring); 2-probirkaga jismoniy yuklamadan so'ng olingan qondan 0,1 ml qo'shing; 3-probirkaga 5 min dam olgandan so'ng olingan qondan 0,1 ml qo'shing; 4-probirkaga sut kislotasining 100 mg% li standart eritmasidan 0,1 ml qo'shing. Hamma probirkalardagi suyuqlikni yaxshilab aralashtiring. 15 minutdan so'ng minutiga 3000 aylanish tezligida 10 min davomida tsentrifuga qiling. Juda oxistalik bilan chayqatmasdan tiniq cho'kma usti suyuqligidan har bir probirkadan 0,5 ml dan so'rib olib, issiqqa chidamli shishadan qilingan keng probirkalarga quyung. Har bir probirkaga 1 tomchidan mis sulfat eritmasidan solib, probirkalarni muzli hammomga joylashtiring. Probirkalarni muzdan olmasdan har biriga 3 ml dan kontsentrangan sulʼfat kislotasidan quyung. SHundan so'ng hamma probirkalarni sut kislotasini sirka alʼdegidigacha oksidlanishi uchun aniq 5 minutga qaynayotgan suv hammomiga joylashtiring. Aniq 5 min vaqtni o'tishi bilan probirkalarni aralashmalarini xona haroratigacha sovutung va 2 tomchidan bo'yalish uchun paraoksidifenil eritmasidan qo'shing (paraoksidifenil probirka devorlariga tegib qolishi mumkin emas). Yaxshilab aralashtiril-gandan so'ng probirkalarni 30°S li suv hammomida 15 minut, so'ng qaynayotgan suv hammomida 1,5 min ushlab turing. To'g'ri bajarilgan ishda probirkalardagi suyuqliklar binafsha rangga bo'yaladi. Probirkalardagi suyuqliklarning rangini intensivligi sut kislotasining miqdoriga to'g'ri proporsional bo'ladi. Qaynatish-dan so'ng 15 minutdan oshiq bo'lmagan vaqt ichida namunalarni FEKda 540-560 nm to'lqin uzunligida (yashil svetofiltr) o'rganilayotgan suyuqlikni qalinligi 0,3 sm bo'lgan kyuvetalarda o'lchang. Namuna sifatida kontsentrangan sulʼfat kislotasidan foydalaning. Hisoblashni quyidagi formula bo'yicha amalga oshiring:

$$X = \frac{100 \cdot E_{op}}{E_{st}}$$

X – sut kislotasining qondagi kontsentratsiyasi – mg% hisobida,

100 – standart eritmadagi sut kislotasining miqdori,

$E_{op}$  – ekstinktsiya (yorug'lik yutish koeffitsienti) qon namunasidagi;

$E_{st}$  – standart eritmaning ekstinktsiyasi.

6. O'qituvchi talabalarning o'tkazilgan tajriba bo'yicha yozuvi va hulosalarini tekshiradi va uyga vazifa beradi – 10 *min.*

7. Talabalar ishchi stollarini tozalab, tartibga keltiradi – 5 *min.*

### **Tekshirish uchun savollar.**

1. Sport ish qobiliyatini belgilovchi biokimyoviy omillar (tezkorlik-kuchlilik sifati va organizmning bioenergetik imkoniyatlari) qanday guruh omillarga birlashtiriladi?

2. Sportchining tezkorlik-kuchlilik imkoniyatini eng avvalo qaysi bir biokimyoviy omil belgilaydi?

3. Sportchi (odam) organizmning bioenergetik imkoniyatlari deb qanday biokimyoviy omillarga aytiladi?

4. Odam organizmida energiya o'zgarishining qanday bioenergetik mexanizmlari (ATFning resintez yo'llari) bor?

### **Mashg'ulot – 14**

#### **Mavzu: Sportchilarning qonida siydikchil va qand (glyukoza)ning miqdorini aniqlash**

**Jihozlanishi:** fotoelektrokolorimetr (FEK), tsentrifuga, tsentrifuga probirkalari, suv hammomi, pipetkalar, probirkalar, muz,

**Reaktivlar:** 5%-trixlorsirka kislotasining eritmasi; 0,25%-tiosemikarbazid eritmasi (qoramtir shishadan bo'lgan idishda saqlash kerak). 2,5%-diatsetilmonoksim eritmasi. Temir xloridning asosiy eritmasi: 100 *ml* li o'lchov kolbasida 5 g temir xloridini 50-60 *ml* distillangan suvda eritiladi, kontsentrlangan sulʼfat kislotasi bilan kislotalik muhitga o'tkaziladi va sovugandan so'ng distillangan suv bilan belgigacha yetkaziladi. Temir xloridining ishchi eritmasi: 100 *ml* li o'lchov kolbasiga 1 *ml* temir xloridning asosiy eritmasidan quyib, distillangan suv bilan belgigacha to'ldiriladi. Eritmani qoramtir shishadan tayyorlangan idishga o'tkazib, 8 *ml* kontsentrlangan sulʼfat kislotasi va 1 *ml* 85%-ortofosfat kislotasining eritmasidan qo'shiladi. Ishchi reaktiv 2 hafta davomida ishlatilishi mumkin. Rangli reaktiv (bevosita ishlatish oldidan tayyorlanadi): 30 *ml* temir xloridning ishchi eritmasiga 20 *ml* distillangan suv, 1 *ml* tiosemikarbazid eritmasi, 1 *ml* diatsetilmonoksim eritmasi qo'shiladi. Siydikchilning standart eritmasi: 100 *ml* li o'lchov kolbasiga 100 *mg* siydikchilni solib, 0,2%-benzoy kislotasi eritmasi bilan belgigacha yetkaziladi.

### **Ish tartibi.**

Ikkita tsentrifuga probirkasiga 1,8 ml dan trixlorosirka kislotasining eritmasidan quyding. Birinchi probirkaga 0,2 ml qon (qon olish texnikasini 6-mashg'ulotdan ko'ring), ikkinchi probirkaga 0,2 ml siydikchilning standart eritmasidan quyiladi. Probirkalardagi suyuqliklarni yaxshilab aralashtiriladi, 15 minutdan keyin minutiga 3000 aylanish tezligida 10 min davomida tsentrifuga qilinadi.

To'rtta toza probirka tayyorlang va ularning har biriga 5 ml dan yangi tayyorlangan rangli reaktivdan quyding. Birinchi probirkaga qon namunasi bor probirkadagi cho'kma ustini tiniq suyuqligidan juda ohistalik bilan (oqsil cho'kmasini loyqalat-masdan) 0,5 ml so'rib olib quyding, ikkinchi probirkaga 0,5 ml siydikchil eritmasi bor tsentrifugatdan, uchinchi va to'rtinchi probirkalarga 0,5 ml dan distillangan suv quyding. Hamma probirkalarni qaynayotgan suv hammomiga aniq 20 minutga quyding, undan so'ng probirkalarni 3 min davomida oqib turgan vodoprovod suvi ostida yoki muz to'ldirilgan suv hammomida sovutding. 15 minutdan kech qoldirmasdan qoni va standart siydikchil eritmasi bor namuna – FEK da 500-540 nm to'lqin uzunlikda (yashil svetofiltr) tekshirilayotgan suyuqlikning qalinligi 1 sm bo'lgan kyuvetalarda solishtirish uchun suvi bor namunalardan foydalanib o'lchanadi. Hisob-kitobni quyidagi formula bo'yicha amalga oshiring:

$$X = \frac{100 \cdot E_{op}}{E_{cr}}$$

X – siydikchilning qondagi konsentratsiyasi miqdori mg%,

100 – siydikchilni standart eritmadagi miqdori,

$E_{op}$  – qon namunasining ekstinktsiyasi,

$E_{st}$  – siydikchilning standart eritmasini ekstinktsiyasi

### **Tekshirish uchun savollar.**

1. Muskullarning qisqarish kuchi va tezligini namoyon qilish uchun oq tez qisqaradigan (FT) va qizil sekin qisqaradigan (ST) muskul tolalarining o'zaro nisbati qanday ahamiyatga ega?

2. Sportchining tezkorlik-kuchlilik xususiyatini namoyon qilish uchun qanday biokimyoviy omillar muhim rol o'ynaydi?

3. Har bir harakatlantiruvchi birlik darajasida tezkorlik-kuchlilik xususiyatlarining namoyon bo'lishi nima bilan aniqlanadi?

4. Qaysi bir "fundamental bog'liqlik" shunday ifodalanadi: "Muskul maksimal kuchining katta-kichikligi sarkomerning uzunligi yoki yo'g'on miozin iplarining uzunligiga, ya'ni miozin oqsilining polimerlanish darajasiga va muskuldagi aktin oqsilining umumiy miqdoriga to'g'ri proporsional?"

5. Tezkorlik-kuchlilik mashqlarida muskul kuchini rivojlanib borish darajasini nazorat qilish va sportda erishiladigan yutuq darajalarini oldindan aytib berish uchun muskullarning qanday kimyoviy moddasining miqdorini aniqlab turiladi?

### **Siydikda qand (glyukoza)ning miqdorini aniqlash**

Sportchilarda kelib chiqishi turlicha bo'lgan glyukonuriya va jismoniy yuklamalardan so'ng siydik bilan ajralib chiqayotgan glyukozaning miqdorini hisobga olish mumkin. Siydikda qandning miqdorini sharoitga qarab ikkita uslub bilan aniqlanadi:

1. Felling suyuqligi bilan titrlash.
2. Polyarimetriya uslubi.

**Jihozlanishi:** polyarimetr, suv hammomi, konussimon kolba – 50 ml, shtativlar, pipetkalar, byuretkalar, qog'oz filtrlar, shisha voronkalar.

**Reaktivlar:** Felling suyuqligi (8-mashg'ulot, 1-tajribaga qarang), sirka kislota eritmasi, sirka kislotasining qo'rg'oshinli tuzining eritmasi, tekshiriladigan siydik yoki tarkibida glyukoza tutgan siydikni imitatsiya qiluvchi eritma, distillangan suv.

### **Tajriba – 1. Tekshirilayotgan siydikni Felling suyuqligi**

#### **bilan titrlash**

Bir millilitr Felling suyuqligidagi mis oksidi 5 mg glyukoza bilan qaytarilishi mumkin; shu sababli, ma'lum miqdor-dagi Felling suyuqligini titrlashga ketgan siydikning miqdori bilan undagi qand (glyukoza)ning miqdorini aniqlash mumkin.

#### **Ish tartibi.**

Tekshirilayotgan siydikni 10 marta suyultiriladi. Byuret-kani chayib, suyultirilgan siydik bilan to'ldiriladi. Konussimon kolbaga 10 ml Felling suyuqligidan solib, 30 ml distillangan suv bilan suyultiriladi va qaynay boshlaguncha qizdiriladi. Issiq felling suyuqligini suyultirilgan siydik bilan to ko'k rang yo'qolib, mis-1-gidratoksidining to'q sariq yoki qizil rangli cho'kmasi hosil bo'lguncha titrlanadi.

Titrlashga sarflangan suyultirilgan siydikning miqdori bo'yicha undagi qandning (glyukozaning) miqdori aniqlanadi. Masalan: agar 10 ml Felling suyuqligini titrlash uchun 6,9 ml 10 marta suyultirilgan siydik ketgan bo'lsa (bu 0,69 ml suyulti-rilmagan siydikka to'g'ri keladi), 5 mg qand (glyukoza) 1 ml felling suyuqligini qaytarishini himobga olsak, 0,69 ml siydik  $10 \times 5 = 50$  mg, ya'ni 0,05 g qandni tutadi, bundan siydikdagi qandning foyiz (%) miqdori quyidagicha bo'ladi:

$$X = \frac{0,05 \cdot 100}{0,69} = 7,25\%$$

## **Tajriba – 2. Siydikdagi qand (glyukoza)ning miqdorini**

### **polyarimetriya uslubi bilan aniqlash**

Ushbu uslub yorug'likning polyarlashgan nurlar tekisligini tarkibida qand (glyukoza) tutgan siydik o'ngga burashiga asoslangan bo'lib, qancha qand ko'p bo'lsa buralishi shuncha kuchli bo'ladi. SHuni yodda tutish kerakki, bu tajribani yangi olingan siydik bilan o'tkazish kerak. CHunki siydik turib qolganda mutarotatsiya hodisasi sodir bo'lib buralish burchagi o'zgarib qolishi mumkin.

Polyarizatsiyalash asbobining tuzilishi asosida Nikol priz-masi yotadi. Yorug'lik nuri prizma orqali o'tib polyarizatsiyalangan bo'ladi. U optik faol moddani uchratadi (masalan, polyarimetrning trubkasiga joylashtirilgan glyukoza eritmasini), qaysiki polya-rizatsiya tekisligini bir oz burchakka buraydi, buning natijasida ko'rish maydonining yoritish intensivligi o'zgaradi.

### **Ish tartibi.**

Lakmus qog'ozi bilan siydikning faol reaksiyasini (rN ni) aniqlanadi. Agar siydik ishqoriy muhitga ega bo'lsa, uni bir necha tomchi sirka kislotasi bilan kislotalik muhitga o'tkaziladi (lakmus qog'ozi bo'yicha). So'ng unga siydikni 0,1 hajmi miqdorida qo'rg'oshin atsetat eritmasidan qo'shiladi va qog'oz filtri orqali filtrlanadi.

Polyarimetrning naychasi distillangan suv bilan to'ldiriladi. SHu bilan birga polyarimetrning ko'rish maydoni shkala konusning nol nuqtalari bir-biriga to'g'ri kelib uchta bir xil yoritilgan qismni hosil qiladi.

Nol nuqtasini o'rnatib, naychani tekshirilayotgan siydik bilan to'ldiriladi. Naychani to'ldirish paytida shunga ahamiyat berish kerakki, unda havo pufakchalari bo'lmasligi kerak. Naychani polyarimetrga qo'yiladi, shu vaqtda ko'rish maydonining o'rtasi qorong'u chiziq paydo bo'ladi. Polyarimetrning diskini soat strelkasi bo'yicha to polyarimetrning ko'rish maydonidagi uchchala qism bir xil yoritilmaguncha aralashtiriladi. SHkala bo'yicha graduslarda buralish burchagini topiladi.

Laboratoriyada harorat  $20 \pm 3^{\circ}\text{S}$  atrofida bo'lishi lozim. Agar tekshirilayotgan siydik tarkibida oqsil tutsa, uni qaynatish bilan cho'ktiriladi va siydikni filtrlanadi. CHunki oqsil eritmasi chapga burish xususiyatiga ega va qandning haqiqiy miqdorini noto'g'ri ko'rsatadi.

Siydikdagi qand (glyukoza)ning miqdorini quyidagi for-mula bo'yicha hisoblanadi:...

$$C = \frac{d \cdot 100}{dD \cdot 1} \text{ yoki } C = \frac{d \cdot 100}{1 \cdot 52,7^0}$$

S - qandning foyzlardagi konsentratsiyasi

d - buralishning graduslardagi burchagi

L - naychaning detsimetrlardagi uzunligi

dD - glyukozaning solishtirma buralishi (52,7°)

Polyarizatsiya naychasi har xil uzunlikda bo'ladi. Glyukozani aniqlash uchun 1,894 yoki 0,9504 dm uzunlikdagi naychalardan foydalaniladi.

$$C = \frac{100 \cdot d}{1,894 \cdot 52,7} = \frac{100 \cdot d}{100} = d$$

$$C = \frac{100 \cdot d}{0,9504 \cdot 52,7} = \frac{100 \cdot d}{50} = 2d$$

1. O'qituvchi o'tkazilgan tajribalar bo'yicha talabalarning yozuvi va hulosalarini tekshiradi va uyga vazifa beradi – 10 min.

2. Talabalar ishchi stollarini tozalab, tartibga keltiradi – 5 min.

### **Tekshirish uchun savollar**

1. Biologik nuqtai nazaridan sport mashqlanish jarayonini qanday ifodalash mumkin?

2. Sportchining organizmiga jismoniy mashqlarni (yuklama-larni) ta'sir qilish darajasi qanday omillarga bog'liq?

3. Qo'llanilayotgan jismoniy yuklamalarga (mashqlarga) javoban sodir bo'layotgan biokimyoviy o'zgarishlarning yo'nalishi va miqdor (hajmi)ni nima aniqlaydi?

4. Adaptatsiyaning shoshilinch va uzoq muddatli etaplarini asosiy mohiyatlari nimalardan iborat?

5. Mashqlanishning shoshilinch effektini nima aniqlaydi?

6. Mashqlanishning kumulyativ effekti nimalar bilan ifodalanadi?



## Mashg'ulot – 15

**Mavzu: Sportchilarning siydigida kreatin va kreatinning miqdorini aniqlash. Sportning har xil turlari bilan shug'ullanganda organizmda sodir bo'ladigan biokimyoviy o'zgarishlar**

**Tajriba. Brauning kolorimetriya uslubi bilan siydikdagi**

**kreatin va kreatinning miqdorini aniqlash**

Siydikdagi kreatinning miqdorini kolorimetriya usuli bilan aniqlash Yaffe reaksiyasiga, ya'ni kreatininni ishqoriy muhitda pikrin kislotasi bilan aralashtirilsa to'q sariq rang hosil bo'lishiga asoslangan. Kreatin kreatinin shaklida aniqlanadi. Kreatinni kreatininga aylantirish uchun uni yuqori haroratda xlorid kislotasi ishtirokida qizdiriladi (qaynayotgan suv hammomida).

**Jihozlanishi:** fotoelektrokolorimetr (FEK), suv hammo-mi, probirkalar uchun shtativ, pipetkalar, probirkalar.

**Reaktivlar:** 0,1 *n* – xlorid kislotasi eritmasi, pikrin kislotasining to'yingan eritmasi, 10%-o'yuvchi natriy eritmasi, distillangan suv.

**Ish tartibi:**

Uchta probirka olinadi: birinchisi kreatininni aniqlash uchun, ikkinchisi kreatininni aniqlash uchun, uchinchisi – kontrol.

Hamma uchchala probirkaga ham 0,2 *ml* dan xlorid kislotasi quyiladi. №1 va №2 probirkalarga 0,2 *ml* dan 5 marta suyulti-rilgan siydikdan qo'shiladi. 2-probirkani qaynayotgan suv hammomida 3 *min* davomida qaynatiladi, so'ng sovutiladi. Hamma uchchala probirkaga distillangan suv qo'shiladi: 1 va 2-larga 2 *ml* dan, 3-ga esa 2,2 *ml*, so'ng 0,6 *ml* dan pikrin kislotasi va 1 *ml* dan o'yuvchi natriy eritmasi qo'shiladi. 8-10 *min* davomida havo haroratida qoldiriladi. Keyin har uchchala probirkaga 5 *ml* dan distillangan suv qo'shiladi. Reaktivlarni har birini qo'shgandan so'ng probirkalarni chayqatish yo'li bilan yaxshilab aralash-tiriladi.

Tekshirilayotgan eritmalarning optik zichligini foto-elektrokolorimetrda 500-540 *nm* to'lqin uzunligida (yashil svetofilytr bilan) kontrol eritmaga nisbatan o'lchanadi.

Kreatinning miqdorini quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$A = a \cdot b \cdot c$$

A – sutka davomida siydik bilan ajralayotgan kreatinning milligrammlardagi (*mg*) miqdori;

a – kalibrovka chizig'i bo'yicha topilgan 1 ml siydikdagi kreatinning miqdori;

b – siydikni suyultirish darajasi;

s – sutkalik siydikning miqdori.

Ikkinchi probirkada kreatinning aylantirilgan kreatin va kreatinning yig'indisi aniqlanadi. Kreatinning miqdori birinchi va ikkinchi probirkalarning ko'rsatkichlarini farqini hisoblash bilan aniqlanadi. Sog'lom katta yoshdagi odamlar uchun sutkalik siydikda kreatininni ajralib chiqishi 1-2 g ni tashkil qiladi, lekin kreatin ularning siydigi tarkibida uchramaydi.

### **Tekshirish uchun savollar**

1. Sportchilar ovqatining asosini qaysi guruh moddalar tashkil qiladi?
2. Sportchining ratsional balanslashtirilgan ovqatlanishi qanday ikkita maqsadni ko'zlaydi?
3. Ozuqa mahsulotlarining qaysi bir kimyoviy moddalari hujayraning energiya manbai va plastik material bo'lib hizmat qiladi?
4. Sport bilan shug'ullanmaydigan odamlar va sportchilar uchun oqsillar, yog'lar va uglevodlarning o'zaro nisbati qanday bo'ladi?
5. Ovqatning umumiy kaloriyasi 3000 *kcal* ga teng bo'lganda sport bilan shug'ullanmaydigan odamlarning ovqat ratsionida qancha miqdorda oqsillar, yog'lar va uglevodlar bo'lishi kerak?
6. Kuniga bir xil 5000 *kcal* energiya sarflaganda 7 soat jismoniy ish bajargan odamda, marafon masofasiga yuguruv-chilarda va qisqa masofaga yuguruvchi (sprinter)larda energiya qanday tezlikda (*kal/sek*) sarflanadi?

### **Sportning har xil turlari bilan shug'ullanganda organizmda sodir bo'ladigan biokimyoviy o'zgarishlar**

**I. Mashg'ulotning maqsadi:** ish qobiliyati belgilaydigan omillarni aniqlash va mashqlanish jarayonini ratsionalizatsiya qilish uchun jismoniy mashqlar hamda sportning har xil turlari bilan shug'ullanganda energetik va plastik ta'minotning o'ziga xos xususiyatlari haqidagi bilimlardan foydalanishni o'rganish.

#### **II. Vazifalari:**

1. Sport mashqlarini strukturasi va nisbiy quvvati bo'yicha klassifikatsiya qilishning biokimyoviy asoslari.

2. Sportning tsiklik turlarida mashqlanish va musobaqalar vaqtida organizmdagi biokimyoviy o'zgarishlar.

3. Sportning atsiklik turlari bilan shug'ullanganda orga-nizmda sodir bo'ladigan biokimyoviy o'zgarishlar.

4. Mashqlanish va musobaqalar vaqtida sportchining orga-nizmidagi biokimyoviy o'zgarishlarning xarakteri va chuqurligiga o'rtacha tog' sharoitining ta'siri.

5. Start oldi holatida sportchining organizmidagi bio-kimyoviy o'zgarishlar va ularning oldida turgan ishning hususiyatlariga va sportchining mashqlanganligiga bog'liqligi.

### **III. Mashg'ulotni o'tgandan so'ng talaba bilishi lozim:**

- sportning har xil turlarida yuqori sport natijalariga erishish uchun qanday sharoit qulayliroqligini aniqlashni o'rganish;

- o'rta tog' balandligida o'quv-mashqlanish yig'ilishlarining samaradorligini oshirish uchun o'tkaziladigan mashqlanish va musobaqalar vaqtida organizmdagi biokimyoviy o'zgarishlarga tog' iqlimini ta'sir qilishi haqidagi bilimni qo'llashni o'rganish;

- start oldi holatida organizmda sodir bo'ladigan bio-kimyoviy o'zgarishlar haqidagi bilimni musobaqa oldi tayyorgar-ligini planlashtirishda qo'llay olishni o'rganish.

### **IV. Mashg'ulotni o'tkazish tartibi.**

1. Talabalarning bor-yo'qligini aniqlash – 5 *min.*
2. Talabalarning tanlab olgan mavzulari bo'yicha ma'ru-zalari – 40 *min.*
3. Ma'ruzalarni muhokama qilish – 25 *min.*
4. O'qituvchi talabalarning ma'ruza matnlarini tekshirib, baho qo'yadi – 10 *min.*

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO`YHATI

### Asosiy adabiyotlar:

1. Donald M'c Laren. James Morton. Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism. 2012., 5c, 45 po 49 stranitsa
2. To'ychiboev M.U Ziyamuhamedova S.A., Adilbekov T.T. Biokimyodan laboratoriya va seminar mashg'ulotlarining texnologik xaritasi. (o'quv - uslubiy qo'llanma) Toshkent 2011. O'zDJTI NMB.
3. To'ychiboyev M.U., Ziyamuhamedova S.A., Biokimyo: (o'quv - uslub qo'llanma ma'ruza matnlari). Toshkent. 2012.
4. To'ychiboev M.U. Bioximiya va sport bioximiyasi. Toshkent-2015.

### Qo'shimcha adabiyotlar:

5. Mirziyoyev SH.M. Tanqidiy tahlil, qat'iy tartib-intizom va shaxsiy javobgarlik - har bir rahbar faoliyatining kundalik qoidasi bo'lishi kerak. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2016 yil yakunlari va 2017 yil istiqbollari bag'ishlangan majlisidagi O'zbekiston Respublikasi Prezidentining nutqi. - Toshkent: "O'zbekiston", 2017. - 104 b.
6. Mirziyoyev SH.M. Buyuk kelajagimizni mard va oliyanob halqimiz bilan birga quramiz. Toshkent: "O'zbekiston" NMIU, 2017.-488 b.
7. Mirziyoyev SH.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash - yurt taraqqiyoti va halq farovonligining garovi. O'zbekiston respublikasi Konstitutsiyasi qabul qilinganligining 24-yilligiga bag'ishlangan tantanali marosimdagi ma'ruza. - Toshkent: "O'zbekiston" NMIU. 2017. -48 b.
8. Mirziyoyev SH.M. Erkin va farovon, demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. O'zbekiston respublikasi Prezidenti lavozimiga kirishish tantanali marosimiga bag'ishlangan Olity-Majlis palatalarining qo'shma majlisidagi nutq. - Toshkent: O'zbekiston" NMIU, 2017. -32 b.
9. Valixanov M.N. Biokimyo Toshkent .2010.
- 10.To'ychiboev M.U., Ziyamuhamedova S.A. Sportchilar ovqatlanishining biokimyoviy asoslari. 2011.
- 11.To'ychiboev M.U., Ziyamuhamedova S.A. Sportda biokimyoviy nazorat. 2011.
- 12.Raxmatov N.O.. Maxmudov T.M., Mirzaev S. Biokimyo, Toshkent. 2012.
- 13.Yakovlev N.N. Biohimiya 1974.
- 14.Menshikov N.N. i dr Biohimiya, 1986.

Internet saytlari.

[www.rsl.ru](http://www.rsl.ru);

[www.Person.ru](http://www.Person.ru);

## 1. **Mustaqil ta'limning tashkil etishning shakli va mazmuni**

Talaba mustaqili shi O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining "Talabalar mustaqil ishlarini tashkil etish to'g'risida"gi 2009 yil 14 avgustdagi 286-sonlibuyrug'i va "Talabalar mustaqil ishini tashkil etish va nazorat qilish bo'yicha Yo'riqnoma" asosida tashkil etiladi.

Talaba mustaqil ishi(TMI) – muayyan fandan o'quv dasturida belgilangan bilim, ko'nikma va malakaning ma'lum bir qismini talaba tomonidan fan o'qituvchisi maslahati va tavsiyalari asosida auditoriya va auditoriyadan tashqarida o'zlashtirilishiga yo'naltirilgan tizimli faoliyatdir.

Talaba mustaqil ishni tayyorlashda muayyan fanning xususiyatlarini hisobga olgan holda, quyidagi shakllardan foydalanish tavsiya etiladi:

- darslik va o'quv qo'llanmalar bo'yicha fan boblari va mavzularini o'rganish;
- tarqatma materiallar bo'yicha ma'ruza qismini o'zlashtirish;
- maxsus adabiyotlar bo'yicha fan bo'limlari yoki mavzulari ustida ishlash;
- mavzuga oid karta-sxemalar va turli chizmalar tayyorlash;
- talabaning o'quv, ilmiy-tadqiqot ishlarini bajarish bilan bog'liq bo'lgan fan bo'limlari va mavzularni chuqur o'rganish;
- faol va muammoli o'qitish uslubidan foydalaniladigan o'quv mashg'ulotlari

## 2. **Mustaqil ishlarni nazorat qilish bo'yicha topshiriqlarni qabul qilish shakllari**

Mustaqil ishlarni nazorat qilish bo'yicha topshiriqlarni quyidagi shakllarda qabul qilish tavsiya etiladi.

- ◆ referat
- ◆ kartalar ishlash
- ◆ plakat va chizmalar
- ◆ slaydlar
- ◆ tarqatma materiallar
- ◆ test savollari
- ◆ mavzuni tahlil qilish

Talabalarni mustaqil ishlarini baholash har bir mustaqil ish mavzusini yakunlab topshirilgandan keyin amalga oshiriladi. Mustaqil ta'lim jarayonida ajratilgan topshiriqlarni talaba Universitet, fakultet' kutubxonalari yoki internet tarmog'laridan topib tayyorlaydi va qisqacha mazmunini qayd etib boradi hamda ko'rsatilgan shakllarda topshiradi. Bunda talaba har bir mavzu bo'yicha ishni bajarib, o'qituvchiga ko'rsatgan mustaqil ishi uchun ball oladi. To'planadigan ballar reyting nazorati turlariga (oraliq va joriy nazorat) qo'shiladi.

**Talabaning har bir mustaqil ishini baholashda quyidagi me`zonlarga amal qilish mumkin.**

- ◆ Mavzuning yoritilishi;
- ◆ Kutubxona va internet ma`lumotlaridan foydalanganligi-
- ◆ Ishni tushuntirishda talabaning nutqi
- ◆ Ishga ilmiy jihatdan yondoshganligi
- ◆ Imloviy va uslubiy xatolar
- ◆ Savollarga og`zaki javob:
- ◆ Berilgan barcha savollarga javob berish
- ◆ Qisman xatoga yo`l qo`yish
- ◆ Qisman to`g`ri javob berish

**Talabalar mustaqil ishlarining shakli va hajmini belgilashda quyidagi jihatlar e`tiborga olinishi lozim:**

- o`qish bosqichi;
- muayyan fanning o`ziga xos xususiyati va o`zlashtirishdagi qiyinchilik darajasi;
- talabaning qobiliyati hamda nazariy va amaliy tayyorgarlik darajasi (tayanch bilimi);
- fanning axborot manbalari bilan ta`minlanganlik darajasi;
- talabaning axborot manbalari bilan ishlay olish darajasi.

**Talaba mustaqil ishining vazifalari quyidagilardan iborat:**

- yangi bilimlarni mustaqil tarzda puxta o`zlashtirish ko`nikmalariga ega bo`lish;
- kerakli ma`lumotlarni izlab topishning qulay usullari va vositalarini aniqlash;
- axborot manbalari va manzillaridan samarali foydalanish;
- an`anaviy o`quv va ilmiy adabiyotlar, me`yoriy hujjatlar bilan ishlash;
- elektron o`quv adabiyotlari va ma`lumotlar banki bilan ishlash;
- internet tarmog`idan maqsadli foydalanish;
- berilgan topshiriqning ratsional yechimini belgilash;
- ma`lumotlar bazasini belgilash;
- topshiriqlarni bajarishda tizimli va ijodiy yondashish;
- ishlab chiqilgan loyiha yoki g`oyani asoslash va mutaxassislar jamoasida himoya qilish;
- darslik va o`quv qo`llanmalarining (ularning to`la ta`minlanganligi taqdirda) boblari va mavzularini o`rganish. Tarqatma materiallar bo`yicha Ma`ruza qismlarini o`zlashtirish. O`qitish va nazorat qilishning avtomatlashtirilgan tizmlari bilan ishlash. Fanning boblari va mavzulari ustida ishlash;
- fandan nazariy va amaliy mashg`ulotlar o`tish davomida talabalarni ijodiy jarayonga yo`naltirish, ularni tahlil qilish, mustaqil ishlashga o`rgatish, mashqlar bajarish.



- Fanga oid masalalarni, materiallarni tahlil qilish, mantiqiy mulohazalar ustida ishlash.
- Talabalarning ilmiy-tadqiqod ishlarini bajarish bilan bog`liq holda fanning muayyan boblari va mavzularini chuqur o`rganish.

Mustaqil ish uchun beriladigan topshiriqlarning shakli va hajmi, qiyinchilik darajasi semestr-dan-semestr-ga ko`nikmalar hosil bo`lishiga muvofiq ravishda o`zgarib, oshib boradi.

«**Bioximya va sport bioximyasi**»fani sport faoliyati ta`lim yo`nalishi o`quv rejasiga muvofiq 1-kursning 1-semestrda o`qitilishini inobatga olib, mazkur predmet bo`yicha talabalar mustaqil ishi bir muncha takomillashtirilgan tartibda tashkil etiladi va talabalar o`zlashtirish darajasiga qarab **quyidagi shakllardan foydalanish ko`zda tutiladi:**

- a) fanning ayrim mavzularini o`quv adabiyotlari yordamida mustaqil o`zlashtirish, o`quv manbalari bilan ishlash;
- b) amaliymashg`ulotlarga tayyorgarlik ko`rib kelish;
- c) muayyan mavzu bo`yicha referat tayyorlash;
- d) rasm chizish;
- e) amaliyotdagi mavjud muammoning echimini topish, test, munozarali savollar va topshiriqlar tayyorlash;
- f) ilmiy maqola, tezis va ma`ruzalar tayyorlash;
- g) uy vazifalarini bajarish va boshqalar.

**Mustaqil ish topshiriqlarini muvaffaqiyatli yakunlashlari uchun qo`yiladigan talablar:**

- maqsadning (bilimni mustahkamlash, yangi bilimlarni o`zlashtirish, ijodiy faollikni oshirish, amaliy ko`nikma va malakalarni shakllantirish) aniq asoslanishi;
- vazifa va topshiriqlarning aniq-ravshan belgilanishi;
- topshiriqlarni bajarish algoritmi va metodlaridan talabalarning etarli darajada xabardor bo`lishi;
- maslahat va boshqa yordam turlarining to`g`ri belgilanishi;
- hisobot shakli va baholash mezonini aniq belgilash;
- nazorat vaqti, shakli va turlarini aniq belgilab olish.

Talabalar bilimni baholashda reyting tizimini qo`llash maqsadlaridan kelib chiqqan holda mustaqil ish soatlari, ma`ruza va amaliy mashg`ulotlar bo`yicha taqsimlanadi va mos ravishda baholanadi. Talabalar mustaqil ishlarini baholash ajratilgan soatlarga mutanosib ravishda amalga oshiriladi.

Ma`ruza soatlari uchun ajratilgan mustaqil ta`lim soatlarida ma`ruzada berilgan o`quv materiallarini chuqurlashtirilgan tarzda mustaqil o`rganish va konspekt yozish nazarda tutiladi.

Amaliy mashg`ulot soatlari uchun ajratilgan mustaqil ta`lim soatlarida uy vazifasi sifatida berilgan masala va savollarning bajarilishi hamda chizmalar tayyorlash, tayanch iboralariga javoblar tayyorlanishi nazarda tutiladi.

**«BIOXIMYA VA SPORT BIOXIMYASI»**

fani bo'yicha mustaqil ish soatlaring ma'ruza va amaliy mashg'ulotlar bo'yicha taqsimlanishi

Semestr	Umumiy yuklama	Auditoriya yuklamasi	Mustaqil ish soati	Ma'ruza soatlari uchun ajratilgan ja'mi soatlar			Amaliy mashg'ulot uchun ajratilgan ja'mi soatlar		
				Ma'ruza soatlari	Ma'ruza soatl. u/n must. ish soatlari	Ja'mi	Amaliy mashg'ulot soatlari	Amaliy mashg'ulot soatlari u/n must. ish soatl.	Ja'mi
II	120	60	60	30	30	60	30	30	60
Σ	120	60	60	30	30	60	30	30	60

**Bioximya va sport bioximyasi**

fani bo'yicha talabanning mustaqil ishini tashkil etish kalendar-tematik rejasi

№	Mavzu nomi	Mashg'ulot turi	Ajratilgan vaqt	Mustaqil ta'limga oid topshiriq va tavsiyalar	Hisobot shakli	Bajarilganligi haqida ma'lumot		O'qituvchi imzosi
						Soat	Sana	
<b>2 semestr uchun</b>								
.	Organizmning suv-dispers sistemasi. Dispers sistemalar haqida tushuncha. Suvtirik organizmlarning universal dispers muhiti.	ma'ruza, amal.mashg'.	1	Adabiyotlardagi konspekt qilish.	Adabiyotlardan konspekt qilish.	1		
.	Eritmalar. Eritmalarni hosil bo'lishi. Chin eritmalar: molekulyar va ion eritmalar.	ma'ruza, amal.mashg'.	1	Adabiyotlardagi konspekt qilish.	Adabiyotlardan konspekt qilish.	1		

	Eritmalarning konsentrasiyasi va uni ifodalash. Eritmalarning xossalari. Diffuziya. Tirik organizmlarda moddalarning passiv va Osonlashgan diffuziyasi va faol transport haqida tushuncha.	ma`ruza, amal.mashg`.	2	Testlar tuzish	Testlar tuzish	2		
	Osmotik bosim va uning biologik jarayonlardagi ahamiyati.	ma`ruza, amal.mashg`.	2	Testlar tuzish	Testlar tuzish	2		
	Muhitning faol reaksiyasi, uning biokimyoviy jarayonlardagi roli.	ma`ruza, amal.mashg`.	2	Tarqatma materyallar tayorlash	Tarqatma materyallar tayorlash	2		
	Eritmalarning buferlik ta'siri. Tirik organizmlarning kolloid sistemalari.	amal.mashg`.	1	Testlar tuzish	Testlar tuzish	1		
	Uglevodlar. muhim va geteropolisaxaridlar ning kimyoviy tarkibi va strukturasi.	ma`ruza, amal.mashg`.	2	Referatlar yozish	Referatlar yozish	2		
	Lipidlar: glikolipidlar - serebrozidlar, gangliozidlar va sulfatidlar, ularning biologik funksiyalari.	ma`ruza, amal.mashg`.	1	Referatlar yozish	Referatlar yozish	1		
	Steroidlar: xolesterijn va uning hosilalari. Steroidlarning biologik ahamiyati.	ma`ruza, amal.mashg`.	2	Adabiyotlardagi konspekt qilish.	Adabiyotlardan konspekt qilish.	2		

0.	Oqsil molekulasining struktura tuzilish darajalari: oqsillarning birlamchi, ikkilamchi, uchlamchi va to'rtlamchi strukturalari.	ma`ruza, amal.mashg`.	2	Testlar tuzish	Testlar tuzish	2		
1.	Vitaminlar. Vitaminlar - biologik faol moddalar, ularning moddalar almashinuvining boshqariishdagi roli.	ma`ruza, amal.mashg`.	2	Referatlar yozish	Referatlar yozish	2		
2	Vitaminlarning kofermentlik funksiyasi.	ma`ruza, amal.mas	1	Slaydlar tayorlash.	Slaydlar tayorlash.	1		
3	Garmonlar - biokimyoviy jarayonlarning regulyatorlari.	ma`ruza, amal.mash	2	Adabiyotlardan konspekt qilish.	Adabiyotlardan konspekt qilish.	2		
4	Endokrin bezlari va ularning ishlab chiqaradigan garmonlari.	ma`ruza, amal.mash	2	Referatlar yozish.	Referatlar yozish.	2		
5	Muhim garmonlarning funksiyalari va tuzilishining o'ziga hosligi.	ma`ruza, amal.mashg`.	2	Slaydlar tayorlash.	Slaydlar tayorlash.	2		
6	Nafas olish zanjiri va unda elektron va protonlarning tashilishi.	ma`ruza, amal.mashg`.	2	Testlar tayorlash.	Testlar tayorlash.	2		

7	Biologik oksidlanish jarayonida ATFni hosil bo'lishi(substratli fosforlanish va oksidlanishli fosforlanish).	ma`ruza, amal.mashg`.	2	Slaydlar tayorlash.	Slaydlar tayorlash.	2		
8	Ulevodiarnin g anaerob va aerob oksidlanish jarayonlarining energetik samaradorligi.	ma`ruza, amal.mashg`.	2	Adabiyotlardana konspekt qilish.	Adabiyotlardan konspekt qilish.	2		
9	Ulevodiarnin g pentoza siklida oksidlanishi va glyukoneogenez jarayoni haqida umumiy tushuncha.	ma`ruza, amal.mashg`.	2	Adabiyotlardana konspekt qilish.	Adabiyotlardan konspekt qilish.	2		
0	Moy kislotalarining b - oksidlanish jarayoni va uning energetik samaradoriigi(palm etin kislotasi misolida).	ma`ruza, amal.mashg`.	1	Tarqatma materyallar tayorlash	Tarqatma materyallar tayorlash	1		
1	Oqsillarning biosintezi va uning boshqarilishi.	ma`ruza, amal.mashg`.	2	Slaydlar tayorlash.	Slaydlar tayorlash.	2		
2	Aminokislotalar almashinuvining uch karbon kislotalar sikli bilan bog'liqligi.	ma`ruza, amal.mashg`.	1	Adabiyotlardana konspekt qilish.	Adabiyotlardan konspekt qilish.	1		
3	Nuklein kislotalarining sintezi va parchalanishi.	ma`ruza, amal.mashg`.	2	Testlar tayorlash.	Testlar tayorlash.	2		

4	Odam organizmida moddalar almashinuvi jarayonlarining o'zaro bog'liqligi va boshqarilishi.	mà ruza, amal.mashg`.	1	Slaydlar tayorlash.	Slaydlar tayorlash.	1		
5	Moddalar almashinuvining garmonlar bilan boshqarilishining biokimyoviy mexanizmlari.	mà ruza, amal.mashg`.	1	Referatlar yozish.	Referatlar yozish.	1		
6	Muskullarning qisqarish va bo'shashish davrida sodir bo'layotgan biokimyoviy jarayonlarning ketma-ketligi.	mà ruza, amal.mashg`.	2	Adabiyotlardagi konspekt qilish.	Adabiyotlardan konspekt qilish.	2		
7	ATF resintezining anaerob va aerob yo'llarini quvvati, hajmi va samaradorligi.	mà ruza, amal.mashg`.	2	Testlar tayorlash.	Testlar tayorlash.	2		
8	Start oldi holatida organizmida sodir bo'ladigan kimyoviy o'zgarishlar. biokimyoviy o'zgarishlar.	mà ruza, amal.mashg`.	1	Adabiyotlardagi konspekt qilish.	Adabiyotlardan konspekt qilish.	1		
9	Muskul ishi vaqtida energetik resurslarni jalb qilinishi.	mà ruza, amal.mashg`.	2	Adabiyotlardagi konspekt qilish.	Adabiyotlardan konspekt qilish.	2		
0	Muskul ishi vaqtida ayrim organ va to'qimalardagi o'zgarishlar	mà ruza, amal.mashg`.	2	Testlar tayorlash.	Testlar tayorlash.	2		



1	Muskul ishi vaqtidagi biokimyoviy o'zgarishlarning ko'rsatkichlari.	ma`ruza, amal.mashg`.	2	Adabiyotlardagi konspekt qilish.	Adabiyotlardan konspekt qilish.	2		
2	Superkompensatsiya hodisasi va uning sport mashqlanishini tashkil qilinishdagi ahamiyati.	ma`ruza, amal.mashg`.	1	Adabiyotlardagi konspekt qilish.	Adabiyotlardan konspekt qilish.	1		
3	Sportchilarning jismoniy ish qobiliyatini bioenergetik kriteriyalari.	ma`ruza, amal.mashg`.	2	Tarqatma materyallar tayorlash	Tarqatma materyallar tayorlash	2		
4	Sportchilarning tezkorlik-kuchlilik sifati va chidamkorligini rivojlantirishga yo'naltirilgan uslub va vositalarning biokimyoviy asoslari.	ma`ruza, amal.mashg`.	1	Adabiyotlardagi konspekt qilish.	Adabiyotlardan konspekt qilish.	1		
<b>Jami</b>			6			6		

**Bioximiya va sport bioximiyasi fani bo'yicha mustaqil ishlarni bajarish uchun o'quv-uslubiy adabiyotlar ro'yxati.**

№	Muallif	Adabiyotning nomi	ARMdagi soni	Kafedradagi soni
<b>I</b>	<b>Asosiy adabiyotlar</b>			
1.	Меньшиков В.В., Волков Н.И.	Биохимия. М., 1986.	1	-
2.	Яковлев Н.Н	Биохимия. М., 1974.	-	-
3.	Туychibaev М.У.	Sport biokimyosi. Toshkent. 2010 (elektron varianti).	10	1
4.	To'raqulov Y.H.	Bioximiya. Toshkent, 1996.	30	2

5.	Valixanov M.N.	Biokimyo. Toshkent, 2010.	20	2
<b>II</b>				
<b>Qo'shimcha adabiyotlar</b>				
6.	Проскура И.К.	Биохимия. М., 2001.	1	1
7.	Комов В.П., Шведова В.Н.	Биохимия. М., 2004	-	-
8.	Березов Т.Т., Коровкин Б.Ф.	Биологическая химия. М., 2004	-	-
9.	Ленинджер А.	Основы биохимии. М., 1985, т. 1-3	-	1
<b>Internetmanbalari</b>				
10.	<a href="http://ww.rsl.ru">ww.rsl.ru</a> ;			
11.	<a href="http://ww.person.ru">ww.person.ru</a> ;			
12.	<a href="http://ww.mf.uz">ww.mf.uz</a> ;			
13.	<a href="http://ww.tdiu.uz">ww.tdiu.uz</a> ;			

## GLOSSARIY

Terminlar	O'bek tilidagi sharhi	Ingliz tilidagi sharhi
<b>Kovalent bog'</b>	Ikki birikayotgan atomlarga tegishli juft elektronlar bilan amalga oshiradigan mustaxkam kimyoviy bog'i (-S-S-, -N-S-, -S-O-).	Two Two carried out by the combination of atoms with a pair of electron strong chemical bonds (-S-S-, -N-C denotes C)
<b>Vodorod bog'i</b>	Dipolarni o'zaro ta'siridan hosil bo'lgan bog'(-C q N-, - N - N-).	Dipole interaction between the park. (-C = N-, - H - N-).
<b>Disulfid bog'i</b>	Ikkita sulfid gurux orasida hosil bo'ladigan bog'.	Two sulfide groups formed in the garden
<b>O'zaro gidrofob ta'sir</b>	Ikkita gidrofob guruxlarni o'zaro ta'sir kuchi	the mutual influence of the two hydrophobic groups
<b>Eritmalarni kontsentratsiyasi</b>	Ma'lum og'irlik yoki hajmda erigan moddaning miqdori	A certain amount of weight or volume of the dissolved substance
<b>Disper sistema</b>	Bir moddaning maydalangan kichik zarrachalarini ikiinchi moddaning massasiga ma'lum darajada bir tekis taroqalishi	An item on the ground of small particles certain extent a more equal distribution of the mass of matter
<b>Uglevodlar</b>	Molekulalari karbon, vodorod va $C_nH_{2n}O_n$ yoki $C_n(H_2O)_n$ imperik formulaga ega bo'lgan organik birikmalar.	organic compounds containing carbonyl and of several hydroxyl groups
<b>Monosaxarid</b>	Gidrolizlanganda boshqa kichik struktura biriklariga parchalanmaydigan uglevodlar	carbohydrates are in aldoses and ketoses, general formula - $C_nH_{2n}O_n$ ( $n = 3-9$ ). Hydrolysis do not form a simple carbs
<b>Oligosaxarid</b>	Molekulalari uncha ko'p bo'lmagan (2-10) monosaxarid qoildiqlaridan tuzilgan uglevodlar	carbohydrates whose molecules are constructed of several monosaccharide units (2 to 10-20) connected by glycosidic linkages
<b>Polisaxarid</b>	Yuzlab yoki minglab bir xil	the common name of a

	monosaxarid glokozid qoldiqlaridan tashkil topgan. Moleculasi uzun zanjirismon yoki shoxlangan uglevodlar	class of complex macromolecular carbohydrates whose molecules consist of tens, hundreds or thousands of monosaccharide monomers linked by glycosidic bonds
<b>Gomopolisaxarid</b>	Yuzlab yoki minglab bir xil monosaxarid qoldiqlaridan tashkil topgan. Moleculasi uzun zanjirismon yoki shoxlangan uglevodlar	This polysaccharide whose structure is characterized by the presence of monomer units (monosaccharides) of a single type. Is the length of a single-stranded molecule or branched
<b>Geteropolisaxarid</b>	Ikki va undan xil monosaxarid yoki ularning hosilalarini qoldiqlaridan tuzilgan yuqori moleculyular massali uglevodlar	This polysaccharide whose structure is characterized by the presence of two or more types of monomer units (monosaccharide). Is a long, single-stranded or branched morlekulu.
<b>Aldoza</b>	Karbon guruxi uglevod zanjirlarining oxirida joylashgan monosaxaridlari.	Monosaccharides containing an aldehyde group in the open form. Aldehyde group in the cyclic form, may be in a disguised form
<b>Ketoza</b>	Karbonil guruxi uglevod zanjirining biron boshqa joyda joylashgan monosaxaridlardir.	Monosaccharides, containing a keto group in the open form. The keto group can be in the form of disguised in the cyclic form.
<b>Saxaroza</b>	Lavlagi yoki qamish shakari molekulasi (1-2) $\alpha, \beta$ glyukozid-glyukozid bog'i bilan birikkan $\beta$ -D galoktoza va $\alpha$ ,-D-frukoza qoldig'laridan tuzilgan	disaccharide from the polysaccharide group, consisting of two monosaccharides: $\alpha$ -glucose and $\beta$ -fructose.

	disaxarid.	
<b>Laktoza</b>	Sut shakari molekulasi o'zaro (1-4) $\alpha,\beta$ glyukozid-glyukozid bog'i bilan birikkan $\beta$ -D galoktoza va $\alpha$ ,-D-glyukoza qoldig'laridan	disaccharides groups carbohydrate, found in milk and dairy produktah.Molekula lactose consists of residues of glucose and galactose molecules
<b>Maltoza</b>	Molekulasi o'zaro (1-4) $\alpha,\beta$ glyukozid-glyukozid bog'i bilan birikkan $\beta$ -D galoktoza va $\alpha$ ,-D-glyukoza qoldig'laridan	natural disaccharide consisting of two glucose residues
<b>Kraxmal</b>	Ikki gomopolisaxaridni aralashmasi bo'lib, umumiy formulasi $(C_6H_{10}O_5)_n$ bo'lgan molekulalar tug'ri chiziqli	a mix of two gomopolisaccharids: linear - amylose and branched -amilopektin, which monomer is an alpha-glucose. Its formula- $(C_6H_{10}O_5)_n$
<b>Amiloza</b>	Molekulalari bir-biri bilan 1-4 $\alpha$ glyukozid bog'lari bilan bog'langan $\alpha$ ,-D-glyukoza qoldig'larini uzun zanjiridan tashkil topgan.	One of the main starch polysaccharide consisting of linear or ramified chains of glucose molecules, which connected by bonds between the 1st and 4th carbon atoms.
<b>Amilopektin</b>	Molekulada $\alpha$ ,-D-glyukoza qoldig'larni ipsimon zanjiri spiralashgan o'zaro $\alpha$ (1→4) va $\alpha$ (1→6) bog'i bilan bog'langan zanjir shoxlangan yuqori molekulali gomopolisaxarid	One of the main starch polysaccharids, composed of branched chains of glucose molecules, monosaccharide residues linked of $\alpha$ (1 → 4) and $\alpha$ (1 → 6) glycosidic bond. Molecular weight - 1,000,000 Da.
<b>Sellyuloza</b>	Molekulasi umumiy $(C_6H_{10}O_5)_n$ eperik formulaga ega bo'lib, oq qattiq ,suvda erimaydi kristalsimon polimer modda uzunshoxlanmagan zanjirdan tuzilgan	Carbohydrate, polymer having the formula $(C_6H_{10}O_5)_n$ , white solid material, insoluble in water, its molecule has polymeric (linear)

	gomopolisaxarid.	structure, the structural unit - $\beta$ -glucose residue $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$ . Its the main component of cell membranes.
<b>Glikogen</b>	Umumiy formulasi $(C_6H_{10}O_5)_n$ b'lgan glyukoza qoldiqlaridan iborat Xayvon xujayralarida glyukoza zaxirasi sifatida saqangan.	a polysaccharide, its general formula is $(C_6H_{10}O_5)_n$ , formed by the glucose residues. It is the main form of storage glucose in animal cells.
<b>Gialuronovaya kislota</b>	Poli-(2-atsetamido-2-dezoksi-D-glyuko)-D-glyukuronoglikoni polimeri bo'lib, D-glyukuron kislotsi i D-N-atsetilglyukozamin.qoldiqlarida n tashkil topgan. Ichki xujayralarning biologik suyuqliklarning asosiy komponenti hisoblanadi.	Poly (2-acetamido-2-deoxy-D-glucose) -D-glucuronolactone is a polymer consisting of residues of D-glucuronic acid and D-N-atsetilglyukozamina.It is a major component of a extracellular matrix and found in many biological fluids.
<b>Geparin</b>	Glikozaminoglikan, uning molekulasi bir qancha polisaxarid zanjirlari oqsil markaziga bog'langan. Oqsil o'zagi ikkita aminokislota: serin va glitsindan tashkil topgan.	Glycosaminoglycan, its molecule consists of several polysaccharide chains associated with the total protein core. The protein core comprises in its structure mostly the remains of two amino acids serine and glycine.
<b>Terminlar</b>	<b>O'bekcha izohi</b>	<b>Ingliz tilidagi izohi</b>
<b>Yog' kislotalari</b>	4 dan to 24 gacha karbon atomlarini tutgan uzun zanjirli soxlanmagan organik kislotalar. Ularning molekulalari bitta karboksil (-COOH) guruhi va uzun nopolyar uglevodorod "dumidan" tashkil topgan.	<b>fatty acid</b> is a <u>carboxylic acid</u> with a long <u>aliphatic</u> chain, which is either <u>saturated</u> or <u>unsaturated</u> . Most naturally occurring fatty acids have an unbranched chain of an even number

		of carbon atoms, from 4 to 28.
<b>To'yinmagan yog' kislotalar</b>	Tarkibida bitta yoki bir necha qo'sh bog' tutgan yog' kislotalar	An unsaturated fat is a fat or fatty acid in which there is at least one double bond within the fatty acid chain. A fatty acid chain is monounsaturated if it contains one double bond, and polyunsaturated if it contains more than one double bond.
<b>To'yingan yog' kislotalar</b>	Uglevodorod zanjirida barcha karbon atomlari bo'sh valentliklari vodorod atomlari bilan to'yingan.	Saturated fatty acids have no double bonds. Thus, saturated fatty acids are saturated with hydrogen (since double bonds reduce the number of hydrogens on each carbon). Because saturated fatty acids have only single bonds, each carbon atom within the chain has 2 hydrogen atoms (except for the omega carbon at the end that has 3 hydrogens).
<b>Mumlar</b>	Yuqori moy kislotalari va 16 dan 22 gacha karbon atomlarini tutgan yuqori bir atomli yoki ikki atomli spirtlarning murakkab efirlari.	Fats are derivatives of fatty acids and glycerol. The fat molecules are called triglycerides (triesters of glycerol).
<b>Fosfalipidlar</b>	Fosfatidil kislotasining hosilasi bo'lib, tarkibida glitserin, yuqori moy kislotalari, fosfor kislotasi va o'zida azot tutgan birikmani tutadi.	The structure of the phospholipid molecule generally consists of two hydrophobic fatty acid "tails" and a hydrophilic phosphate "head", joined together by a glycerol molecule.
<b>Sfingolipidlar</b>	Molekulalari to'yinmagan ikki	Sphingolipids, or



	atomli aminospirt – sfingozin, yuqori moy kislotasi, fosfor kislotasi va azot asosi (ko'pincha xolin yoki etanolamin)dan tashkil topgan fosfatidlardir.	glycosylceramides, are a class of lipids containing a backbone of sphingoid bases, a set of aliphatic amino alcohols that includes sphingosine.
<b>Glikolipidlar</b>	Molekularida uch atomli spirt glitserinning o'rniga to'yinmagan aminospirt – sfingozinni tutadi, lekin fosfor kislota qoldig'i va azot asosini tutmaydi.	Glycolipids are lipids with a carbohydrate attached by a glycosidic bond.
<b>Serebroidlar</b>	Molekulari to'yinmagan aminospirt – sfingozin, geksoza (odatda D-galaktoza, ayrim hollarda D-glyukoza) hamda 24 ta karbon atomini tutgan yuqori yog' kislotasidan tashkil topgan glikolipidlar.	Cerebrosides is the common name for a group of glycosphingolipids called monoglycosylceramides which are important components in animal muscle and nerve cell membranes. They consist of a ceramide with a single sugar residue at the 1-hydroxyl moiety. The sugar residue can be either glucose or galactose.
<b>Sulfatidlar</b>	Tuzilishlari bo'yicha xuddi serebrozidlarga o'xshagan bo'lib, faqat geksozaning uchinchi karbon atomiga sulfat kislotasi qoldig'i murakkab efir bog'i bilan bog'langan glikolipidlardir.	is a class of sulfolipids, specifically a class of sulfoglycolipids, which are glycolipids that contain a sulfate group
<b>Ganglioizidlar</b>	Molekulasining struktura tuzilishlari bo'yicha serebrozidlarga juda o'xshash, lekin galaktozaning bitta qoldig'ining o'rniga polyar “boshchasida” – D-glyukoza, D – galaktoza hamda ularning hosilalari – N – atsetil glyukozamin va N –	A ganglioside is a molecule composed of a glycosphingolipid (ceramide and oligosaccharide) with one or more sialic acids (e.g. n-acetylneuraminic acid, NANA) linked on the sugar chain.

	atsetilneyroamin kislotalari qoldiqlaridan tuzilgan murakkab oligosaxaridni tutgan glikolipidlardir.	
<b>Steroidlar</b>	O'zlarining kimyoviy tabiati bo'yicha – murakkab siklik – siklopentanpergidro fenantrenning hosilalari.	A steroid is an organic compound with four rings arranged in a specific configuration. Steroids have two principal biological functions: certain steroids (such as cholesterol) are important components of cell membranes