

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

**BUXORO DAVLAT UNIVERSITETI**

**BIOKIMYO VA SPORT BIOKIMYOSI**

**Buxoro – 2023**

**Taqrizchilar:**

**BuxDU organik va fizkolloid  
kimyo kafedrasi dotsenti, k.f.n. \_\_\_\_\_ H.T.Avezov**

**BDTI Tibbiy kimyo kafedrasi  
o'qituvchisi, t.f.f.d (PhD): \_\_\_\_\_ Sh.B.Rahmatov**

## **SO‘Z BOSHI**

Yuqori malakali sportchilar va jismonan yetuk mutaxassislar tayyorlash avvalo inson organizmi va unda sodir bo‘ladigan biokimyoviy jarayonlar mohiyatini puxta egallashni talab qiladi. Shuning uchun ham bo‘lg‘usi sport murabbiylari biokimyo fanining muhim tushunchalarini bilishlari zuda zarurdir.

Shu maqsadni ko‘zlagan holda Jismoniy madaniyat fakulteti sport psixologiyasi ta‘lim yo‘nalishi talabalariga biokimyo va sport biokimyosi fani rejalashtirilgan. Ushbu ta‘lim yo‘nalishi talabalari ushuni o‘zbek tilida chop qilingan darslik, o‘quv va o‘quv uslubiy qo‘lanmalar deyarli yo‘q. Shundan kelib chiqqan holda, shu fandan tasdiqlangan namunaviy dastur asosida ushbu o‘quv qo‘llanma tayyorlandi.

O‘quv qo‘llanmada hujayraning biokimyoviy tarkibi, oqsillar, fermentlar, uglevodlar, nuklein kislotalar, lipidlar, vitaminlar va gormonlar tuzilishi, tarkibi va xossalari hamda organizmda modda va energiya almashinuvi, sport biokimyosiga oid ma‘lumotlar berilgan

## 1-MODUL.

### I-BOB. KIRISH. BIOKIMYO VA SPORT BIOKIMYOSI FANINING MAQSAD VA VAZIFALARI

1. *Biokimyo faniga kirish, maqsad va vazifalari.*
2. *Biokimyoning ayrim sohalari.*
3. *Biokimyoning rivojlanish tarixi.*
4. *Tirik organizmlarning kimyoviy tarkibi. Hujayraning kimyoviy tarkibi.*

Barcha tirik organizmlarda kechadigan kimyoviy jarayonlarni o'rganuvchi fan **biokimyo** fanidir. Bu jarayonlar organizmlarda, ularning to'qima va a'zolarida hujayra hamda uning tarkibidagi strukturalarda doim sodir bolib turadigan moddalar va energiya almashinuvidan iboratdir. Biokimyo oqsillar, nuklein kislotalar, uglevodlar, lipidlar, vitaminlar va gormonlarning kimyoviy tuzilishini, xossalarini hamda ularning organizmning turli qismlarida, ayniqsa hujayrada tarqalishi va sintezlanishini o'rganadi.

Biokimyo-biologik fan. Biologik fanlar ichida aniq fizik va kimyoviy jarayonlarni o'rganuvchi juda aniq va nozik bilimlarni talab qiluvchi fanidir. Organizmda sodir bo'ladigan barcha jarayonlar, ma'lum fizik kimyoviy qonuniyatlarga bo'ysunadi. Biokimyo fani elementar fizik kimyoviy hodisalardan kelib chiqib organizmning biologik funksiyalari mohiyatini ochib beradi.

Har bir tirik organizmning o'ziga xos kimyoviy tuzilishi va tarkibi turli-tumanligini hamda biokimyoviy jarayonlar organizmda o'ziga xos qonuniyatlar asosida kechishini va fanning juda boy amaliy ma'lumotga ega ekanligini inobatga olib, biokimyo fanini uch qismga bo'lish mumkin.

**Biokimyoviy statika** – organizmlarning kimyoviy tarkibi va tuzilishini hamda hujayraning kimyoviy tarkibini va biologik obyektida uchraydigan moddalarni sifat va miqdor tahlilini o'rganadi.

**Biokimyoviy dinamika** – organizmda modda va energiya almashinuvini o'rganadi. Biokimyo biologiya va kimyo fanlari oralig'idagi soha bo'lgani uchun bu ikki fan malumotlari va g'oyalari asoslanadi.

**Funksional biokimyo** – hujayra, to'qimalar va organlarda kechadigan biokimyoviy jarayonlarni o'rganadi. Bunga meditsina biokimyosi va sport biokimyosi kiradi.

**Sport biokimyosi** – jismoniy mashqlar davomida organizmda kechadigan biokimyoviy jarayonlarni o'rganadi. Sport biokimyosining asosiy maqsadi butun organizmda (tanada) kechadigan biokimyoviy jarayonlarning o'zaro bog'liqligini va yaxlitligini o'rganishdan iborat.

Biokimyo bir qator jismoniy fanlar kompleksi bilan uzviy bog'liq. Ularga sport fiziologiyasi, sport gigiyenasi, sportning nazariya va amaliyoti, sport morfologiyasi, jismoniy mashqlar biomexanikasi, sport meditsinasi va inson mushak to'qimalari aktivligining biologiyasi kabilar kiradi.

**Biokimyoning ayrim sohalari.** Barcha fanlar singari biokimyo ham taraqqiy qilib borgan sayin uning turli bo'limlari paydo bo'lib rivojlana boshladi. Meditsina,

qishloq xo'jaligi va biotexnologiyaning taraqqiy qilishi natijasida o'simliklar biokimyosi, hayvonlar biokimyosi, klinik biokimyosi, texnik biokimyosi va mikroblar biokimyosi kabi fanning bo'limlari paydo bo'ldi. Bu fanlar umumiy biokimyosi fani ta'limoti va metodologiyasi asosida vujudga kelib, erishgan so'ngi yutuqlarni amaliyot bilan bog'lash orqali muammolarni chuqur va puxta hal qilib kelmoqda.

### **Biokimyosi fani taraqqiyoti.**

Biokimyosi fani biologiya va kimyosi fanlari taraqqiyotining ayrim rivojlanish bosqichida paydo bo'lgan. Organik kimyoda vitalistik nazariyaga (tirik tabiatda uchraydigan moddalarni sintez qilib olib bo'lmaydi, balki ular qandaydir ilohiy kuch tomonidan yaratilgan degan nazariya) zarba berilib tirik tabiatda uchraydigan moddalarni sintez qilishga muvofiq bo'linishi kimyosi fanlari taraqqiyotiga ulkan hissa qo'shdi. Natijada shunday moddalarga bo'lgan qiziqish ortdi. O'z navbatida biologiya fanida ham qator kashfiyotlar, ayniqsa hujayra va uning organoidlarini o'rganishga bo'lgan qiziqish biokimyosi fanining alohida shakllanishiga olib keldi. Chunki hujayra va uning tarkibida uchraydigan moddalarni o'rganish uchun yangicha biologik va kimyoviy qarashlar zarur edi.

Biokimyosi haqidagi dastlabki tushunchalar XVIII asrning oxirlarida fransuz olimi Lavuaze olib borgan tajribalardan, ayniqsa uning oksidlanish va bu jarayonda kislorodning roli haqidagi klassik ta'limotidan boshlandi. Chunki bu ta'limot tanadagi "yonish" hodisasining kimyoviy jihatdan mohiyatini aniqlab berdi. Uning fikricha nafas olish jarayonida kislorod yutilib, karbonat angidrid ajralib chiqadi va issiqlik hosil bo'ladi.

Biokimyosi fanining boshlang'ich tarixi *Viyoler* tomonidan azot almashinuvi-ning oxirgi maxsuloti siydikchil (mochevina) ning kashf qilishidan boshlandi. Shu davrda *Libix* barcha o'simliklarning oziq manbai plastik ahamiyatga ega bo'lgan oqsil, uglevod, yog' va mineral moddalardan tashkil topganligini qayt etdi

Shevrel tomonidan yog'lar, *Butlerov* va *Fisher* tomonidan uglevodlar tuzilishining o'rganilishi, hamda *Kossel* va *Fisherning* nukleoproteidlar va oqsillar ustidagi ishlari oziq moddalar va hujayraning tarkibiy qismlarini aniqlashga imkon berdi. Bu davrda o'simlik va hayvonlar fiziologiyasini o'rganishda ham qator muvoffaqiyatlarga erishildi. *L.Paster* achish jarayonini, *I.P.Pavlov* hayvonlar ovqatlanishining fiziologiyasini va *K.A.Temiryazov* o'simliklardagi fotosintez jarayonini o'rganishi hamda *Byuxner* tomonidan fermentlar (enzimlar) to'g'risida zamonaviy konsepsiyaning yaratilishi fan taraqqiyotiga katta hissa qo'shdi.

XIX asrning oxiri XX asrning boshlarida viruslar va ularning nukleoproteid tabiati, ichki sekretsiya bezlari va ularning modda almashinuvini boshqarishda muhim rol o'ynovchi gormonlar singari biologik faol moddalar aniqlana boshlandi. Hujayradagi oksidlanish jarayonlari haqidagi nazariya: *Viland*, *Varburg*, *A.N.Bax* va *Palladin* singari olimlar ishlari asosida yaratildi. Bu nazariya *Keylin* va *Teorell* ishlarida yanada rivojlandi.

Biokimyosi taraqqiyoti asosan fizika, biologiya, matematika, mexanika kabi fanlar taraqqiyoti bilan chambarchas bog'liq. Chunki bu fanlar biokimyosi qimmatli o'ta toza reaktivlar, moddalar, asbob-anjomlar va analizning yangi fizik-kimyoviy

usullari bilan qurollantirib turadi. Ayniqsa: Barkfort-Vergburgning qimmatli monometrik apparati, Svedbergning ultrasentrofugasi, Tizeliusning elektrofarez apparati, keyinchalik izotoplar usuli hamda 1908 yilda rus olimi Svet kashf qilingan xromatografiya usuli biologik va kimyoviy tekshirishlar uchun muhim o'rin egalladi.

Hozirgi zamonaviy biokimyoni, Meyergof va Xillning qisqaruvchi mushaklarda sut kislotasining hosil bo'lishi natijasida kislorodni yutib, issiqlik ajralib chiqishi o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlagandan keyin boshlandi desak xato qilmaymiz. Chunki bu kashfiyot kimyoviy reaksiyalar bilan fiziologik jarayonlar o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlashdagi dastlabki asosli qadam edi.

Fermentlarning mushak ekstraktlaridan ajratib olinishi glikogen va sut kislotasi orasida boradigan kimyoviy reaksiyalarni birin-ketin qayta tiklash imkoniyati paydo bo'ldi. Glikoliz va achish jarayonlarida uglevodlarning mushak va organizmda kechadigan anaerob sharoitda parchalanishi hujayra metabolizmini (modda almashinuvi) tushuntirish uchun yangi sahifa yaratdi. Shu bilan birga hujayra metabolizmini tushuntirishda piruvat kislotaning aerob oksidlanishini aniqlash muhim o'rin egalladi. Qolaversa, Krebs yoki uch karbon kislotalar siklida birin-ketin o'tuvchi o'nta reaksiyadan iborat aylanma zanjir faqat piruvat kislotanigina emas, balki aminokislotalar va yog' kislotalar oksidlanishi natijasida o'zaro bir-biriga o'tishida energiya hosil bo'lishi aniqlandi. Natijada bu sikl barcha oziq mahsulotlarning umumiy oksidlanish yo'li va ulardan energiya hosil bo'lishining umumiy mexanizmi ekanligi o'z tasdig'ini topdi.

Respublikamizda ham biokimyofani keng ko'lamda rivojlanib bormoqda. Yo.X. To'raqulov, T.S.Soatov, A.I.Imomaliyev, N.N.Nazirov, Yu.S.Nosirov, P. Ibrohimov va boshqa ko'pgina olimlar biokimyoni rivojlantirishda katta hissa qo'shdilar. Yo. X. To'raqulovning ilmiy ishlari biologiya, tibbiyot, biokimyof, biofizika, radiobiologiya va endokrinologiya sohasiga bag'ishlangan. Qalqonsimon bez kasalliklariga radioaktiv yod yordamida o'tkazilgan klinik – biokimyoviy ishlari uchun nufuzli davlat mukofotiga sazovor bo'ldi. Beruniy nomidagi O'zbekiston davlat mukofoti laureati (1985y.) J.X.Xamidov ilmiy ishlari endokrin tizimi organlarining nurlanish kasalligiga bag'ishlangan bo'lib, uning rahbarligida tireoid gormonlar faolligini genetik boshqarish mexanizmi ishlab chiqilgan. Radioaktiv nurlarning kichik dozada rivojlanayotgan organizmda qalqonsimon bez funksiyasini oshirishini aniqlagan. Beruniy nomidagi O'zbekiston davlat mukofoti laureati (1992y.) T.S.Soatov membrana lipidlari biokimyosi sohasida ishlab liposomalarning hujayra bilan o'zaro ta'sir mexanizmini aniqlagan. Qalqonsimon bez tarkibidan yod saqlovchi tireoglobulin va treoalbumin oqsillarini sof holda ajratib oldi, ularning tarkibi, fiz-kimyoviy xossalarini o'rgandi, organizmning insulinga sezgirligini aniqlash usullarini ishlab chiqdi. Shuningdek, O'zbekiston Milliy universiteti professori M.N.Valixonov O'zbekistonda biokimyofaniga, ayniqsa, o'simliklar biokimyosi fanining rivojiga katta hissa qo'shgan olimlardan biridir.

Respublika Fanlar Akademiyasi huzuidagi Biokimyof, Fiziologiya va

Genetika ilmiy tadqiqot institutlari va qator Oliy ta'lim muassasalarida mazkur fan sohasi bo'yicha o'z yo'nalishiga ega bo'lgan ko'plab biokimyogarlarning faoliyat ko'rsatmoqdalar. Shuningdek, sport biokimyosi sohasida ham ko'p ilmiy amaliy tadqiqot ishlari qilingan bo'lib, O'zbekistonda sport biokimyosining asoschilaridan biri sifatida M.U. To'ychibayevning faoliyati ham diqqatga sazovor. O'zbekiston davlat jismoniy tarbiya va sport universitetida uzoq yillik faoliyati davomida u sport biokimyosi fani bo'yicha yangi avlod darslik va o'quv qo'llanmalar yaratdi. Shuningdek, biokimyoviy va sport biokimyosi faniga oid laboratoriya tashkil etdi. Ushbu laboratoriyada olib borilayotgan ishlar sport biokimyosining amaliy jihatdan o'rganishga yordam berdi.

Biokimyoviy bilimlar xalq xo'jaligining turli sohalari taraqqiyoti uchun muhim ahamiyatga egadir. Sport mashqlarini va fiziologik taraqqiyotning o'zaro bog'liqligini biokimyoviy bilimlar asosida o'rganish, ilmiy asosda sport mashqlari usuli va yo'llarini to'g'ri tanlash orqali ko'zlangan maqsadga erishishga olib keladi.

### **Molekulyar biologiya va biotexnologiyaning yutuqlari**

XIX asrning so'ngi yillarida biokimyoning bir qancha sohalarida ajoyib yutuqlar qo'lga kiritildi. Ayniqsa biologik makromolekulaning asosiy ikki sinfi: oqsillar va nuklein kislotalarning struktura tuzilishi, biosintezi va muhim funksiyalari aniqlanganligi katta ahamiyat kasb qildi. Bu sohadagi birinchi ishlar, Sendjerning oqsil gormon insulin tarkibidagi aminokislotalarning tarkibini to'la o'rganganligi va Dyu Vino tomonidan gipofizning orqa qismida ishlab chiqariladigan oktapeptid gormoni struktura tuzilishining aniqlanishi va sintez qilinishidan boshlandi. Bir paytlarda juda murakkab ko'ringan oqsillar tarkibining analizi, analizning fizik-kimyoviy usullarining taraqqiyoti, qog'oz va kolonkali xromotografiyasi, ion almashtiruvchi smolalardan foydalanish va fraksiyalarni alohida-alohida ajratib olish kabi kompleks usullardan foydalanish bu vazifani yanada osonlashtirdi.

Steyn va Mur tomonidan aminokislotalar tarkibi to'raligicha o'rganildi. Natijada ko'p o'tmasdan yana bir qator murakkab oqsillar – **ribonukleaza** fermenti, tamaki mozoikasi virusining oqsili, mushak gemoglobini – **mioglobin** va boshqa faol proteinlarning aminokislota tarkibini o'rganishga erishildi. Bundan tashqari oqsil va nuklein kislotalarning ikkilamchi tuzilishi o'rganildi. Shunday qilib, uch xil asosiy biologik faol oqsil molekullar – ferment, gormon va viruslarning tuzilishiga oid juda ham muhim ma'lumotlar olindi.

Uotson va Kriklar o'zlarining DNK molekulasining juftlashgan speralsimon tuzilish gipotezasini taklif qildilar va bu gipoteza ko'p o'tmasdan o'z tasdig'ini topdi. Oradan ko'p o'tmasdan Ochoa RNKni va Korenberg DNKni fermentativ yo'l bilan sintez qildilar. Natijada nuklein kislotalar tuzilishi, biosintezi va biologik funksiyalarini aniqlashda katta yutuqlarga erishildi. Nihoyat oqsillar sintezining mexanizmi ham o'rganildi. Bu jarayon bir necha bosqichdan iborat bo'lib, bir tamondan aminokislotalarning ATF ishtirokida faollantirilishi, ikkinchi tomondan faol aminokislotalarni spetsifik tashuvchi RNK lar tomonidan oqsil sintezini bajaradigan ribosomalarga ko'chirilishini o'z ishiga oladi. RNK har bir hujayra va

har bir tur uchun zarur bo'lgan oqsilning sintezlashni shu yo'l bilan boshqaradi. Bu jarayonlarni boshqarish ribosomalar zimmasidadir, shuning uchun ularni oqsillar fabrikasi deb ataydilar.

Biokimyoning keyingi vaqtlarda ko'p olimlarning diqqatini o'ziga jalb qilayotgan yana bir bo'limi—biokimyoviy genetika juda tez rivojlanib, qisqa muddat ichida tabiatning ajoyib sirlarini ochib berdi. Olingan ma'lumotlar DNKning xromosomalardagi genlarni saqlovchi, irsiyatni tashuvchi modda ekanligini to'la tasdiqladi. Avvalo, mikroorganizmlarning bir tipi ikkinchi tipidan olingan DNK bilan ishlanganda uning xususiyatlari birinchi tip mikroorganizmlarga o'tishini kuzatilishiga asoslangan DNK ning genetik roli haqidagi tushuncha to'xtovsiz rivojlanmoqda. Eksperimental tekshirishlar irsiy belgilarning bir avloddan ikkinchi avlodga o'tishini belgilaydigan genlar DNK molekulasiining alohida segmentlaridan (chegaralangan qismlaridan) iborat ekanligini tasdiqladi. Ana shu segmentlar maxsus RNK sintez qilish orqali hujayra sitoplazmasida spetsifik oqsilni vujudga keltirish bilan DNK molekulasiidagi informatsiyani amalga oshiradi. Hujayra va umuman, organizmning o'ziga xos xususiyatlari, ma'lum vaqtda, tegishli o'rinda, kerakli miqdorda spetsifik oqsilning paydo bo'lishi bilan belgilanadi. Endilikda oqsil molekulasiining spetsifik sintez mexanizmi va bu jarayonning xromosomalarda joylashgan DNK molekulalari tomonidan idora qilinish yo'llari kashf qilinib, irsiy belgilarning bir avloddan ikkinchisiga o'tishi va uning yuzaga kelish mexanizmlari aniqlandi.

Oqsil va nuklein kislota molekulalarining tuzilishi bilan ular biologik funksiyalari o'rtasida bog'liqlikni aniqlash eng avvalo molekulyar biologiyaning ulkan yutug'i bo'ldi.

### **Tirik organizmlarning kimyoviy tarkibi. Hujayraning kimyoviy tarkibi**

Odam organizmi va boshqa tirik organizmlar kimyoviy birikmalardan tashkil topgan. Bu moddalar o'zaro bir-biri bilan spetsifik jihatdan ta'sirlashib turadi, shuning uchun ham tirik organizmda uchraydigan ayrim xossalr noorganik olamda yo'q. Demak, tirik organizmda murakkab tuzilishli va o'ziga xos moddalar uchraydi hamda ular har biri aniq bir funksiyani bajaradi.

Tirik organizmlarda 40 ga yaqin element birikmalari aniqlangan. Ularning eng muhimlari C, N, O, P va S lar bo'lib, ular organizm to'qimalarining asosiy qismini tashkil qiladi. Bundan tashqari kam miqdorda Cl, F, J, Na, K, Ca, Mg, Fe va juda kam miqdorda Cu, Mn, Zn, Mo, va Co kabi elementlar uchraydi. Ular organizmdagi organik moddalar va mineral tuzlar tarkibida uchraydi.

Suv tirik organizmning o'rtacha massasiining 60% ni tashkil qiladi. Uning miqdori ba'zi organlarda 90% ga, ba'zilarida esa 10-20% ga tengdir. Moddalarning organizmda tarqalishi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval



### Vazni 70 kg bo'lgan odam organizmining kimyoviy tarkibi

Moddalar	Moddalarning taxminiy miqdori	
	kg	%
Suv	42,0	60
Oqsil	14,0	20
Lipidlar	10,5	15
Uglevodlar	0,7	1
Nuklein kislotalar	0,7	1
Mineral moddalar	3,5	5

Organizmدا moddalarning miqdori organizmning turiga, yoshiga va ovqatlanishiga qarab o'zgarib turadi. O'simlik organizmida butunlay boshqacha holatni ko'rish mumkin. Ularning tanasida quruq moddalar, asosan uglevodlar va ularning hosilalari mavjud bo'lib, oqsil moddalar miqdori kamroq uchraydi. Oqsillar, lipidlar, uglevodlar va nuklein kislotalar to'qimalarda va hujayra ichki komponentlarida turlicha tarqalgan bo'lib, ularning vazifasi ham turlichadir. Ularning organizmدا tarqalish nisbiy miqdoridan qat'iy nazar biologik ahamiyati jihatidan oqsillar va nuklein kislotalar birinchi o'rinda turadi.

Oqsillar hujayraning asosiy qurilish ( plastik ) moddasi hisoblanadi. Uglevod va yog'lar esa hayvon organizmida birinchi navbatida energetik modda vazifasini o'taydi. Oqsillar, lipidlar va uglevodlar asosiy oziq moddalardir. Ovqatning tarkibiy qismi sifatida doimo organizmga kirib turadi. Natijada moddalar organizmning doimo yangilanib turadigan to'qimalarning tuzilishiga sarf bo'ladi. Ularning parchalanishi va oksidlanishidan doimiy ravishda davom etib keladigan hayotiy jarayonlarni energiya bilan ta'minlaydi.

Biologik funksiyasiga ko'ra moddalar ikkiga: *plastik va energetik* moddalarga bo'linadi. Plastik moddalar hujayra va to'qimalar uchun qurilish materiali bo'lib xizmat qiladi. Ularga oqsillar, nuklein kislotalar, ba'zi lipidlar, yuqori molekulyar uglevodlar va fermentlar kiradi. Energetik moddalar hayotiy jarayonlarni energiya bilan ta'minlovchi moddalardir. Ularga quyi molekulyar uglevodlar (ba'zi hollarda yuqori molekulyar kraxmal), ba'zi lipidlar (asosan yog'lar) kiradi.

Moddalarni bunday klassifikatsiyalash nisbiydir, chunki ba'zi fermentlar faqat plastik almashuv emas, balki energiya almashinuvida ham ishtirok etadi. Uglevodlar asosan energiya almashinuvida ishtirok qiladi, ba'zi hollarda esa plastik modda hisoblanadi.

Bundan tashqari organizm zaharlar, pigmentlar, aromatik moddalar va boshqa moddalarni ishlab chiqarishi mumkin. Bu moddalar organizmning spetsifikligidan kelib chiqib turli vazifalarni bajaradi.

***Tayanch tushinchalar:*** *Biokimyo fani, moddalar va energiya almashinuvi, oqsillar, nuklein kislotalar, uglevodlar, lipidlar, vitaminlar va gormonlar, kimyoviy*

*tuzilish, biokimyoviy statika, organizmlarning kimyoviy tarkibi, biokimyoviy dinamika, funksional biokimyoy, sport biokimyosi, biotexnologiya....*

### **Nazorat savollari**

1. *Biokimyoy fani nimani o'rganadi?*
2. *Biokimyoy fanining qanday eng muhim bo'limlarini bilasiz?*
3. *Biokimyoy fanining taraqqiyotini qisqacha tavsiflab bering.*
4. *Molekulyar biologiya va biotexnologiyaning qanday yutuqlarini bilasiz?*
5. *Hujayraning kimyoviy tarkibini tavsiflab bering?*
6. *Sport mashg'ulotlari va uni tashkil qilishda biokimyoviy bilimlar qanday ahamiyatga ega?*

## **II BOB. UGLEVODLAR. TUZILISHI, XOSSALARI VA BIOLOGIK FUNKSIYALARI**

1. *Uglevodlar. Umumiy tavsifi, tabiatda tarqalishi, klassifikatsiyasi.*
2. *Monosaxaridlar.*
3. *Oligosaxaridlar: muhim disaxaridlarning tuzilishi, kimyoviy xossalari*
4. *Polisaxaridlar.*

Uglevodlar tarkibida uglerod, vodorod va kislorod saqlagan katta guruh moddalar bo'lib, ularning ko'pchiligi  $C_nH_{2n}O_n$  formulaga to'g'ri keladi. Ba'zi murakkab uglevodlar tarkibida kam miqdorda azot va oltingugurt saqlaydi. Uglevod degani uglerod va suv degan ma'noni anglatadi. Uglevodlar aralash funksional guruhli moddalar bo'lib, ularning tarkibida OH-spirit, -COH aldegid va O=C- keton guruhlari mavjud.

Barcha tirik organizmlar tarkibiga uglevodlar kiradi. Biosferada ularning miqdori boshqa barcha organik moddalarni qo'shib hisoblagandagi massasidan ortiqdir. O'simliklarda uglevodlar miqdori ular quruq to'qima massasining 80% ni tashkil qiladi. Inson organizmida ularning miqdori bir oz kamroq (2%) ga tengdir. Jigarda uglevodlar miqdori 5-10% ni, yurak mushaklarida 0,5% ni, bosh miyada esa 0,2% ni tashkil qiladi.

Uglevodlar organizmda energiya manbaidir. 1g uglevod yonganda 17,1 kJ energiya ajraladi. Ba'zi bir murakkab uglevodlar zahira oziq modda hisoblanadi. Ularga saxaroza, laktoza, kraxmal, inulin, glikogenlar kiradi. Ba'zi bir uglevodlar o'simliklarga mexanik mustahkamlik beradi. Ba'zilari esa nuklein kislotalar, murakkab oqsillar va yog'simon moddalar uchun qurulish materiali bo'lib xizmat qiladi.

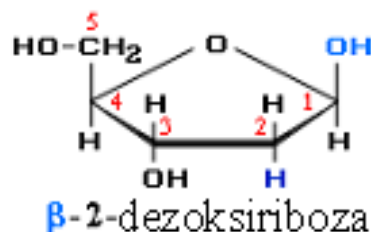
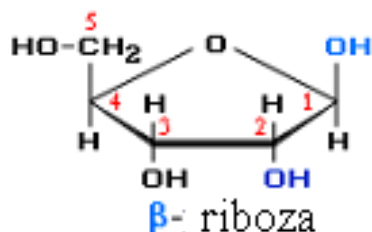
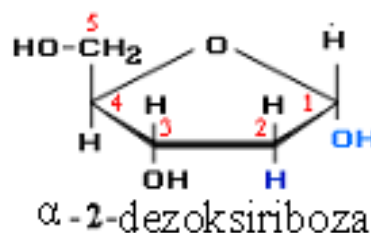
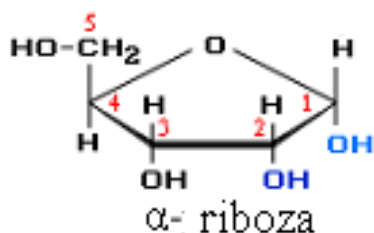
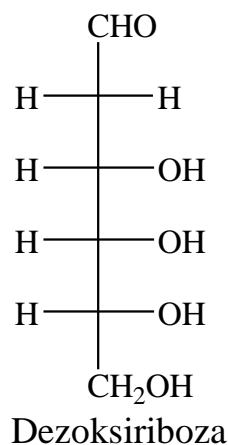
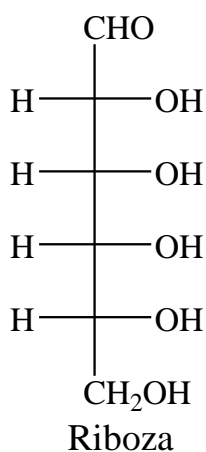
Yashil osimliklar uglevodlarni karbonat angidrid va suvdan sintez qila oladi, bu fotosintez jarayonida amalga oshadi. Fotosintez jarayoni quyosh nuri ta'sirida boradigan fotokimyoviy reaksiyadir. Inson va hayvonlar bu usulda uglevodlarni o'zlashtira olmagan uchun, ularning ovqat ratsionida 65% uglevod bo'lishi kerak.

Uglevodlar **monosaxaridlar**, **disaxaridlar** va **polisaxaridlarga** klassifikatsiyalanadi.

### Monosaxaridlar

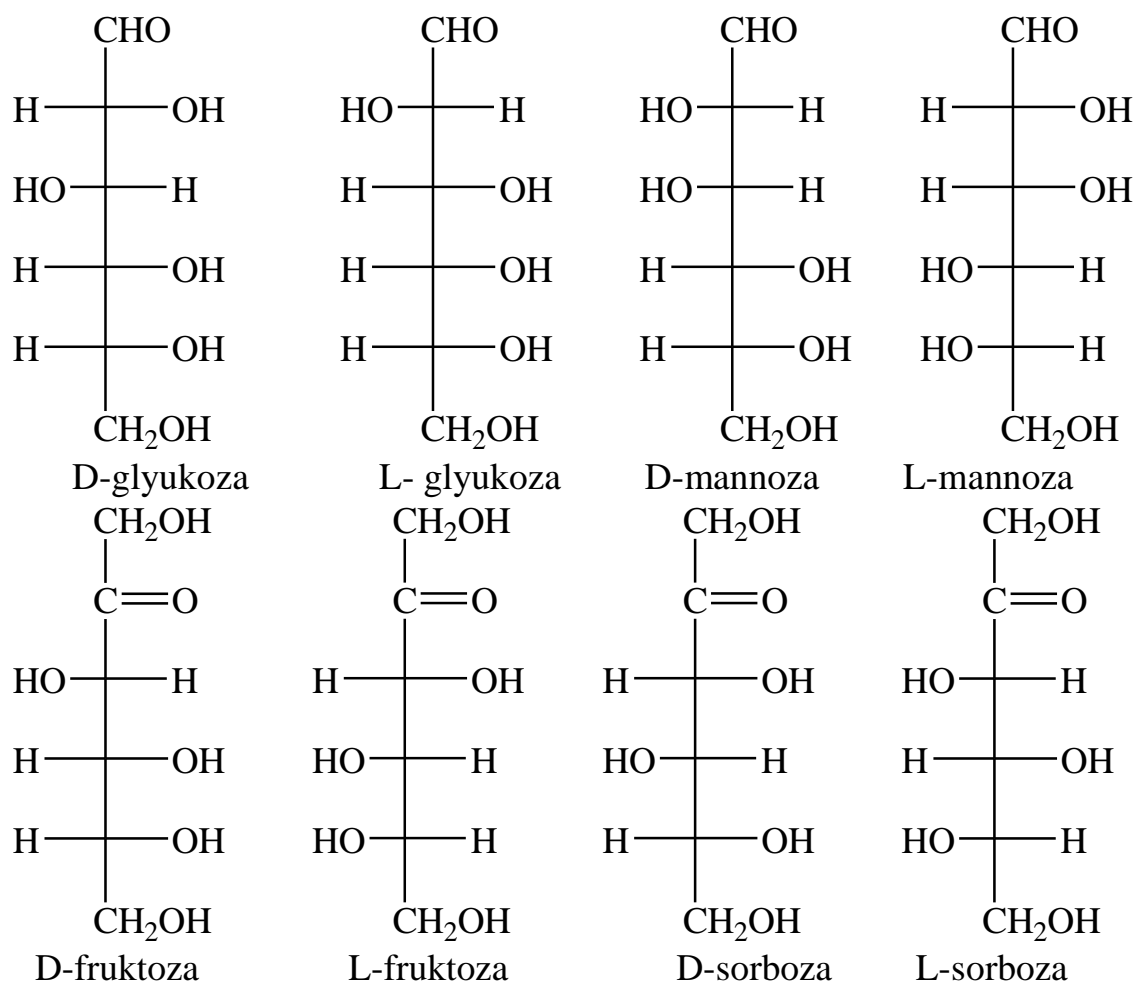
Suvda erigan molekulasida bitta monosaxaridni hosil qiluvchi uglevodlar – **monosaxaridlar** deyiladi. Monosaxaridlar suvda yaxshi eruvchi, lekin qutbsiz erituvchilarda erimaydigan rangsiz kristall moddalardir. Ko'pgina monosaxaridlar shirin ta'mga ega. Ular tarkibida 2-7 tagacha tarmoqlanmagan uglerod saqlashi mumkin.

Eng oddiy va ko'p tarqalgan monosaxaridlarga pentozalar ( $C_5$ ) va geksozalar ( $C_6$ ) kiradi. Pentozalarning eng oddiy vakillari riboza va dezoksiribozadir. Riboza va dezoksiriboza nuklein kislotalar tarkibiga kiruvchi monosaxaridlar bo'lib, ular chiziqli va besh a'zoli geterohalqali (furanohaalqasi) shaklida bo'lishi mumkin.

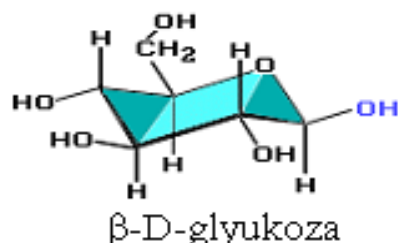
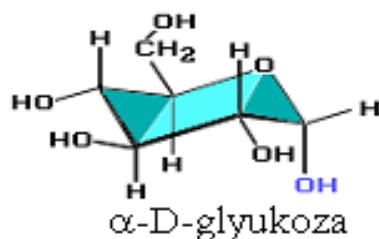
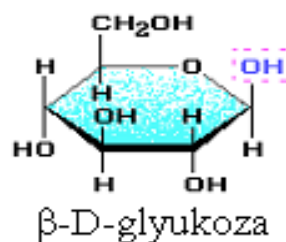
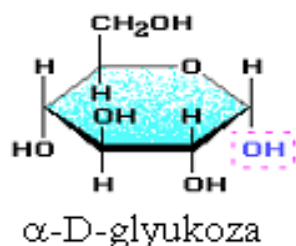


Inson va hayvonlar organizmida eng ko'p uchraydigan geksozalarga: glyukoga, gallaktoza, fruktoza, laktoza va boshqalar kiradi. Ular olti a'zoli

aldegidospirt yoki ketospirtlardir. Ularning ko'pchiligi energiya almashinuvining oraliq maxsulotidir.

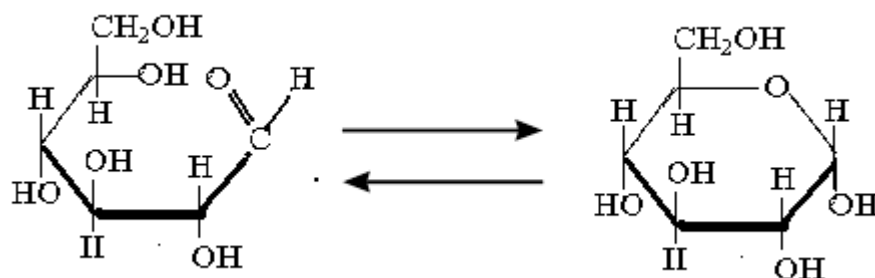


**Glyukoza** –  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  umumiy formulali ko'p o'rganilgan monosaxarid bo'lib, geksozalar (piranoza) vakilidir. U yuqorida ko'rsatilgan chiziqli (aldegid) va halqasimon (piranoza) holatida bo'lishi mumkin. Glyukoza ning halqasimon shaklida  $\text{C}_1$ -atomiga birikkan  $-\text{OH}$  guruhining halqa tekistligiga nisbatan holatidan kelib chiqqan holda,  $\alpha$ -glyukoza va  $\beta$ -glyukoza hosil bo'ladi. Glyukoza atsiklik (chiziqli), balki siklik (halqali) holatda ham bo'lishi mumkin.



Monosaxaridlarning eritmalarida atsiklik va siklik holatlari o'zaro bir-biriga o'tib turadi. Bu izomer holatlar ularning tautomeriyasi (chiziqli-halqali) deyiladi.

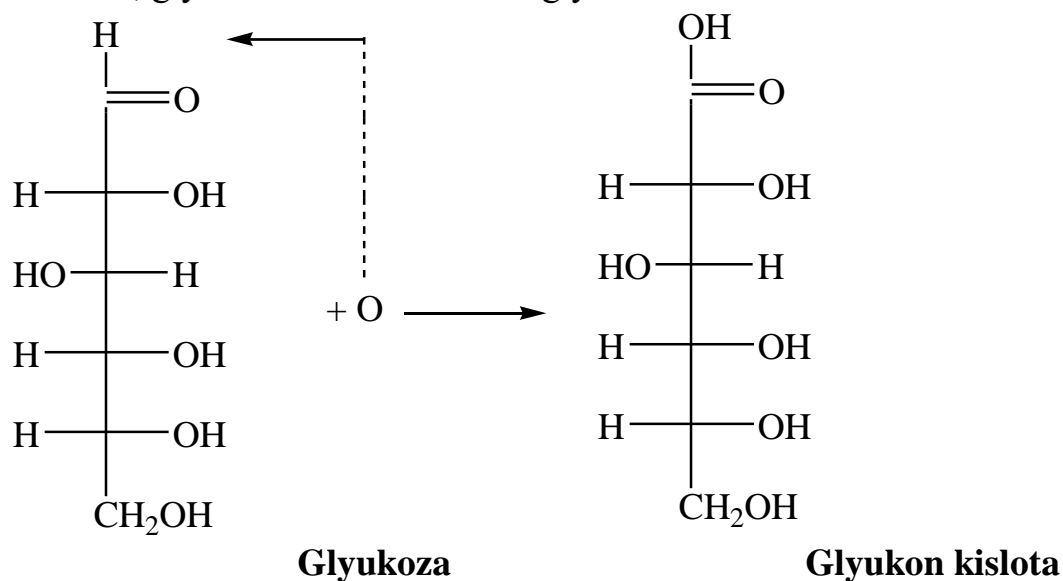
Glyukoza halqali holati quyidagicha hosil bo'ladi.



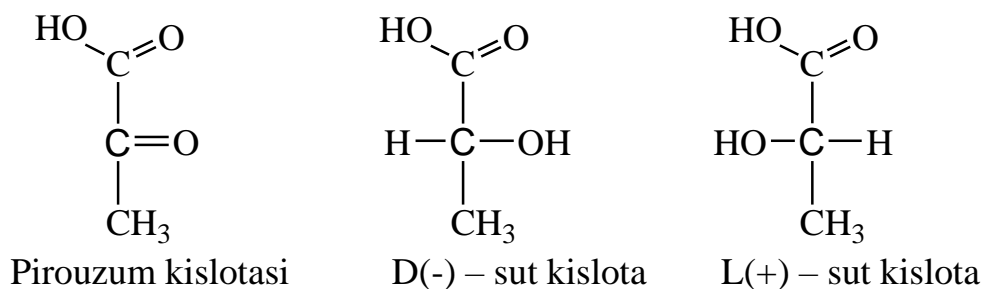
Monosaxaridlarning chiziqli holatdan halqali holatga o'tib turishi ularning organizmda oligo- va polisaxaridlar, nukleotidlar va boshqa murakkab tuzilishli organik birikmalar sintezi uchun zarurdir. Monosaxaridlarning kimyoviy xossalari asosan ularning tarkibidagi karbonil va gidroksil guruhlariga bog'liq. Ularning halqali tuzilishidagi poliatsetal gidroksid boshqa barcha gidroksidlarga qaraganda kimyoviy jihatdan faoldir.

Monosaxaridlar tarkibidagi karbonil guruhi hisobidan oksidlanish va qaytarilish reaksiyalariga kirishishi mumkin. Aldozalar kuchsiz oksidlovchilar ishtirokida kislotali yoki neytral holatda oson oksidlanib spirtokislotalarni hosil qilishi mumkin.

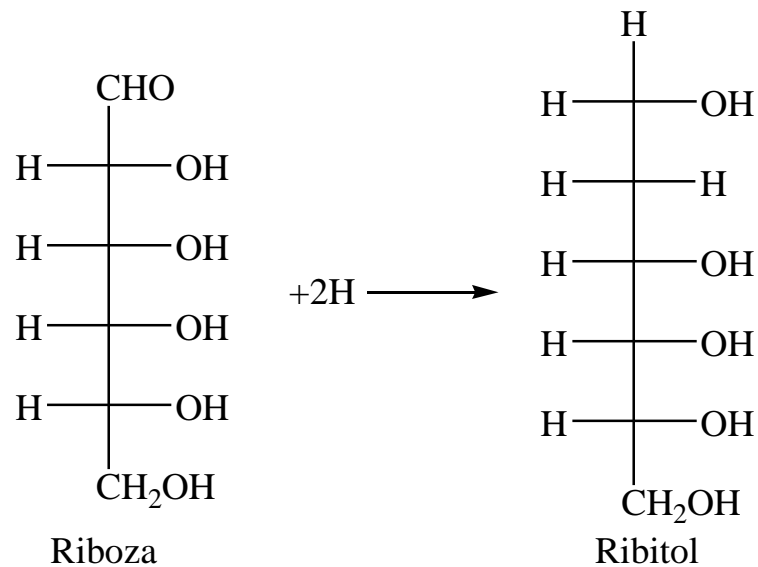
Masalan, glyukoza oksidlanishidan glyukon kislota hosil bo'ladi.



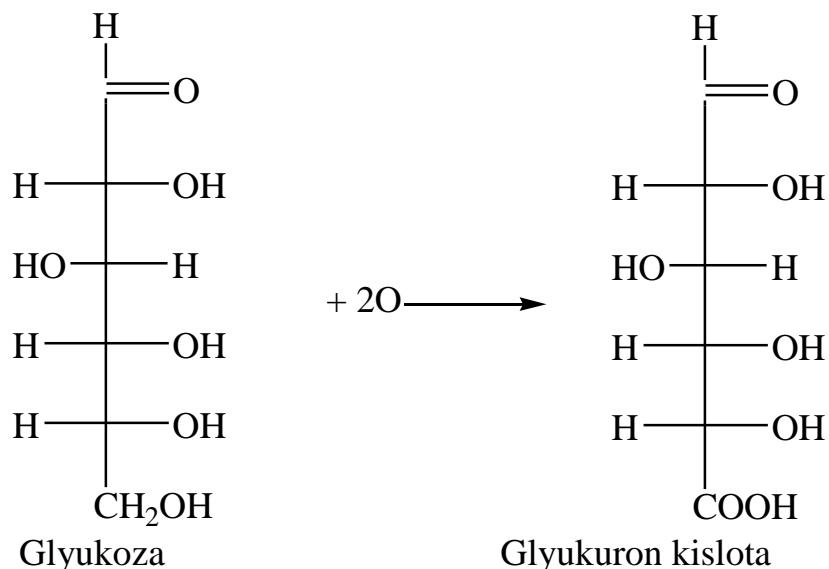
Ishqoriy muhitda ham aldoza va ketozalarning oksidlanishi uglerod zanjirining uzilishi bilan sodir bo'ladi. Bu jarayonning so'nggi mahsuloti pirouzum kislota bilan sut kislotasidir. Hosil bo'lgan sut kislotasi ikki xil optik holatda D(-) va L(+) bo'lishi mumkin. L(+)- sut kislotasi inson va hayvon musak to'qimalarida hosil bo'ladi. Sut mahsulotlari tarkibida ikkala izomer ham uchraydi.



Monosaxaridlarda karbonil guruhi vodorod ta'sirida osonlik bilan qaytarilib ko'p atomli spirtlar hosil bo'ladi. Glyukoza qaytarilishidan olti atomli spirt hosil bo'ladi va bu spirt sorbit deb ataladi. Ribozaning qaytarilish mahsuloti ham besh atomli spirt. Bu spirt nafas olishda qatnashuvchi ferment ribitol va vitamin B<sub>2</sub> sintezida qatnashadi.



Monosaxaridlarning ba'zan aldegid guruhi emas, balki ular tarkibidagi birlamchi spirt guruhining oksidlanishi ham sodir bo'lishi mumkin.

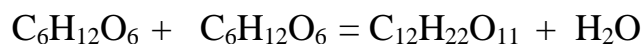


Bunday hollarda uron kislotalarini (glyukuron, galakturon va b.) hosil qiladi.

Monosaxaridlar glikozid gidroksili hisobidan spirtlar bilan reaksiyaga kirishib oddiy efirlarni hosil qiladi. Bir monosaxaridning glikozid gidroksili boshqa monosaxarid glikozid gidroksili yoki ikkilamchi spirt gidroksili bilan birikishidan murakkab uglevodlar, oligo- yoki polisaxaridlar hosil bo'ladi.

### Oligosaxaridlar

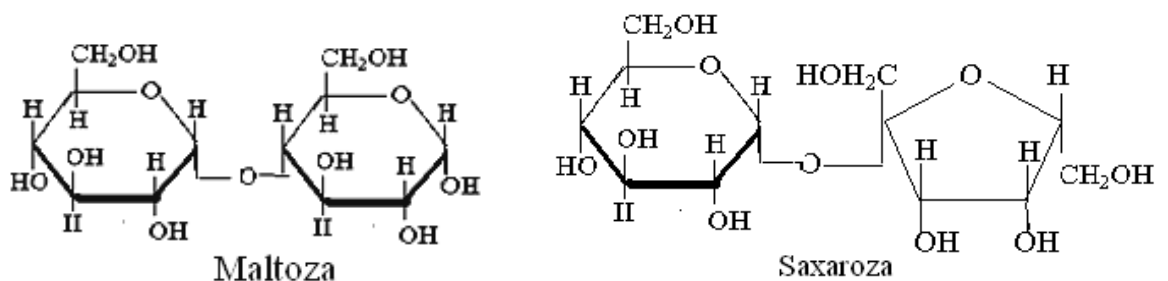
Tarkibida kam sondagi monosaxarid qoldig'ini saqlovchi uglevodlar *oligosaxaridlar* deyiladi. Disaxaridlar ikkita monosaxarid molekulasidan bir molekula suv alralib chiqishi natijasida hosil bo'ladi. Ular monosaxaridlarning angidridi deb qaralishi mumkin. Biologik nuqtai-nazardan ahamiyatli bo'lgan disaxaridlar ikkita geksoza qoldig'idan iborat:



Tuzilishga ko'ra disaxaridlar glikozid xarakteriga ega, faqat ularning tarkibida glikozid gidroksilining vodorod atomi o'rniga radikal *R* ham monosaxarid qoldig'idir.

Bular orasida di- va trisaxaridlar ko'proq uchraydi. Oligasaxaridlar asosan o'simliklar tarkibida uchraydi. Hayvon va inson organizmida polisaxaridlar parchalanishining so'nggi mahsuloti sifatida maltoza uchraydi. Inson va hayvonlar suti tarkibida laktoza uchraydi. Inson organizmiga ovqat bilan saxaroza kirib turadi.

**Disaxaridlar**- suvda yaxshi eruvchan rangsiz kristall moddalar bo'lib, shirin ta'mga ega. Saxaroza, laktoza va maltoza ikkita geksoza qoldig'idan tashkil topgan bo'lib, o'zaro izomerdir. Ularning tarkibi  $C_{12}H_{22}O_{11}$  emperik formula bilan ifodalanadi. Saxaroza va maltozaning tuzilish formulalari quyidagicha:



Formulalardan ko'rinib turibdiki, maltoza ikki molekula  $\alpha$ -glyukoza, saxaroza esa glyukoza va fruktoza molekularidan tashkil topgan. Organizmda saxaroza va boshqa disaxaridlar gidrolizi fermentlar ta'sirida boradi.

**Saxaroza** – gidrolizida hosil bo'lgan eritmada teng miqdorda glyukoza va fruktoza bo'ladi. Saxarozaning gidrolizi **inversiyalanish** (*inversus*-qaytar) deb ataladi va hosil bo'lgan mahsulotga *inversiyalangan qand* deyiladi.

Saxaroza barcha fotosintezlovchi o'simliklarda uchraydi, u inson va hayvon organizmida uchraydigan kichik molekulari muhim ahamiyatli uglevod hisoblanadi. Shuning uchun ham inson oziq modda sifatida shakardan foydalanadi.

**Maltozaning** parchalanishidan ikki molekula  $\alpha$ -D-glyukopiranoza hosil bo'ladi. Maltoza tabiatda erkin holda uchramaydi. U kraxmal va glikogenning asosiy strukturasi bo'lib, ularning gidrolitik parchalanishi natijasida oshqozon va ichak yo'lida hosil bo'ladi. Yangi unib chiqayotgan donlar tarkibida ham kraxmal gidrolizi tufayli maltoza hosil bo'ladi.

**Laktoza** (*sut shakari*)- tarkibi  $\alpha$ -D-glyukoza va  $\beta$ -D-gallaktozadan tashkil topgan. U sut tarkibida uchraydi va yangi tug'ilgan chaqaloqning yagona ovqati hisoblanadi. Ona suti tarkibida 5,5-8,4 laktoza bo'lsa, sigir sutida 4-5% laktoza saqlaydi. Laktozaning bijg'ishi muhimdir, u kefir va qimiz tarkibidagi laktozali achitqi bilan bijg'iydi. Sir ishlab chiqarishning chiqindisi sutning zardobidan ma'lum miqdor kristall laktoza olinadi va u penitsilin ishlab chiqarishda ishlatiladi.



**Sellobioza**—biologik ahamiyatga ega bo'lgan disaxarid bo'lib, u muhim polisaxarid kletchatkaning parchalanishidan hosil bo'ladi hamda gidrolizlanganda ikki molekula  $\beta$ -glyukoza beradi. Uni ayrim daraxtlar shirasida uchratish mumkin.

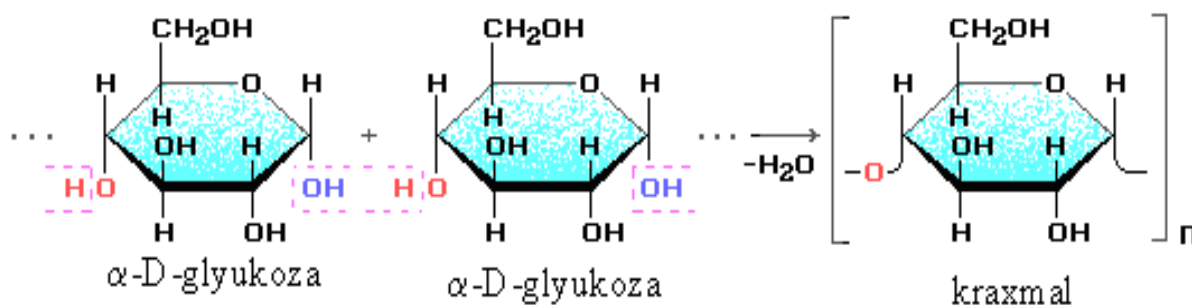
### Polisaxaridlar

Polisaxaridlar yuqori molekulyar moddalardir (molekulyar massasi 100 000 dan ortiq). Ular yuz va minglab monosaxaridlardan tashkil topgan. Tashqi ko'rinishiga qaraganda polisaxaridlar amorf va uchuvchan bo'lmagan birikmalardir. Ular suv bilan kolloid eritmalar hosil qiladi.

Organizmida polisaxaridlarning roli turli-tumandir. Ular zahira uglevodlardir (o'simliklarda kraxmal, hayvon organizmida glikogen), boshqa tayanch strukturalar (o'simliklarda kletchatka) bo'lib xizmat qiladi.

Polisaxaridlarning umumiy formulasi  $(C_6H_{10}O_5)_n$ . Ularning tarkibini gid-roliz qilish orqali aniqlash mumkin.

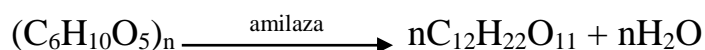
**Kraxmal**  $(C_6H_{10}O_5)_n$ —o'simliklarning tipik zahira (rezerv) polisaxarididir. U o'simliklar boshog'ida (donida), danagida, ildizmevalarda, ayniqsa, kartoshka tugunagida to'planadi. O'simliklarda kraxmal miqdori turlicha: bug'doy donida 57-75%, makkajo'xori donida 65-75%, guruchda 62-82%, kartoshka tugunaklarida 12-24% bo'ladi.

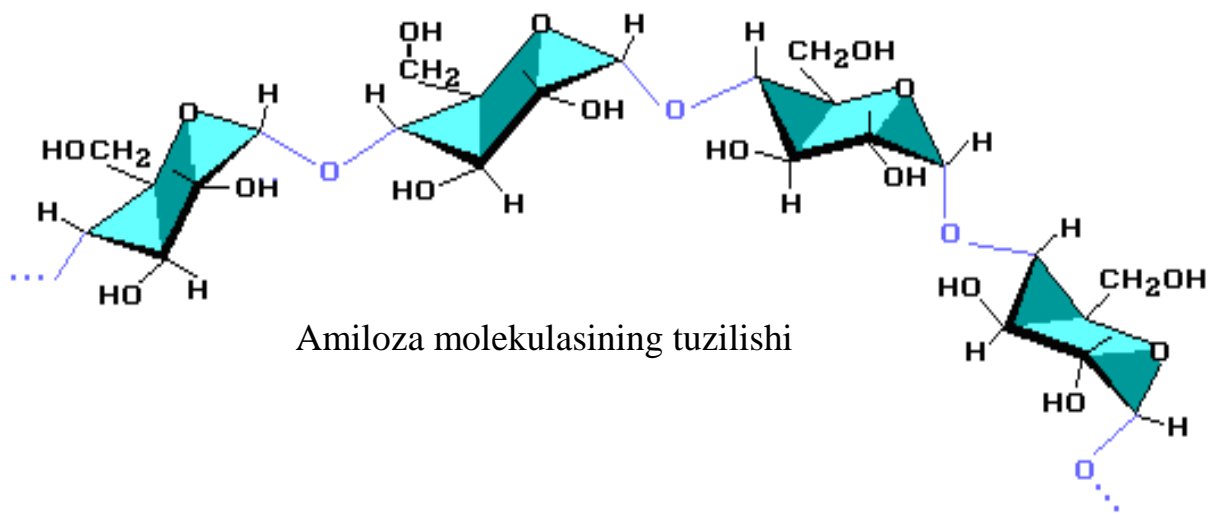


Kraxmal bir jinsli modda emas. U molekulasida zanjirining tuzilishi bilan farq qiladigan ikkita polisaxarid (*amiloza* va *aminopektin*) aralashmasidir. Bu ikkala polisaxarid gidrolizlanganda D-glyukoza hosil bo'ladi. Kop o'simliklarning kraxmali 15-25 % amiloza va 75-85 % amilopektindan iborat.

Kraxmal donachalari sovuq suvda erimaydi, issiq suvda shishib yoriladi va kraxmal kleysterini hosil qiladi. Kraxmal kleysterining yopishqoqligi aminopektin xususiyatidan kelib chiqadi.

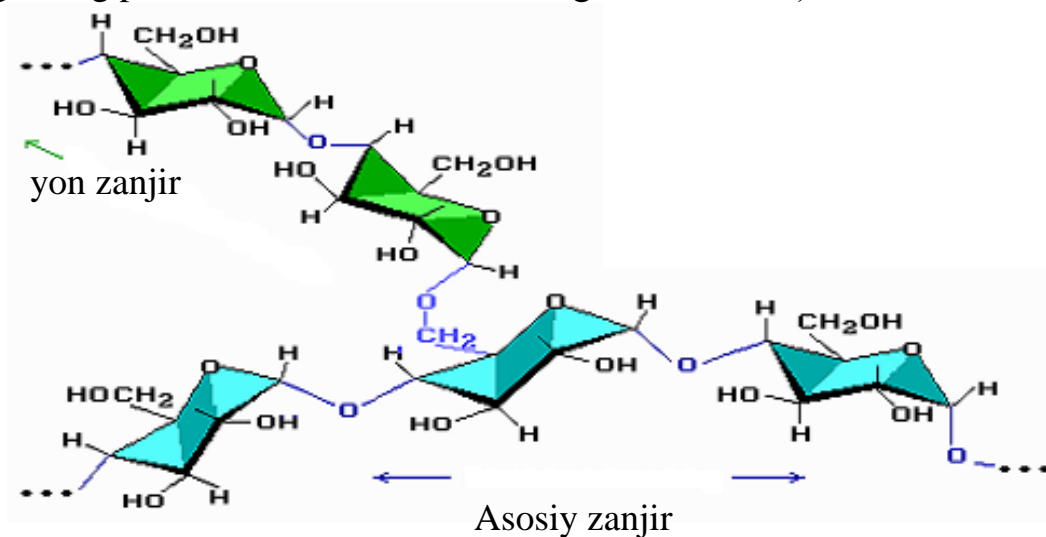
Amiloza makromolekulalari asosan tarmoqlanmagan, ya'ni ipsimon tuzilishga ega polisaxariddir. Kartoshka amilozasining o'rtacha molyar massasi 400000, makkajo'xori va guruchniki esa 100000-200000 *g/mol* ga teng. Amiloza molekulasida glyukoza 1→4 glyukozid bog'larining birikishidan hosil bo'lgan polimerdir. Amiloza yod bilan ko'k rang beradi. Amilozada glyukoza qoldiqlari to'g'ri zanjirli yoki kam tarmoqlangan bo'ladi.





Aminopektin makromolekulasi ham amiloza singari glyukoza zanjirlaridan iborat, biroq unda polimer zanjir tarmoqlangan tuzilishda bo'ladi. Aminopektin molekulasi 600-6000ta D- glyukoza qoldiqlaridan iborat (molyar massasi 100000-1000000 g/mol ga teng).

*Glikogen* (hayvon kraxmali)  $(C_6H_{10}O_5)_n$ —zahira polisaxarid bo'lib, hayvon organizmining barcha hujayralarida uchraydi. Jigarda (10-20%) va ayniqsa, mushak to'qimasida uning miqdori (40% gacha) ko'p. Glikogen hayvon organizmi uchun muhim energiya manbalaridan biridir. Barcha biologik jarayonlar glikoliz (glikogenning parchalanishi va sut kislotaning hosil bo'lishi) bilan boradi.



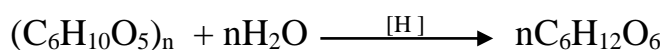
Glikogen – suvda erib kolloid eritmalarini hosil qiladigan, oq amorf kukun. Kislotalar va fermentlar ta'sirida u oson gidrolizlanib, oraliq mahsulotlar sifatida dekstrinlar va maltozani, to'liq gidrolizlanganda esa D-glyukozeni hosil qiladi. Iod bilan aminopektin singari qizil qo'ng'ir rang beradi. Glikogen asosan aminopektin

molekulasidan iborat bo'ladi. Hayvonlar va odam organizmida sintezlanadi va butun to'qimalarda yig'iladi.

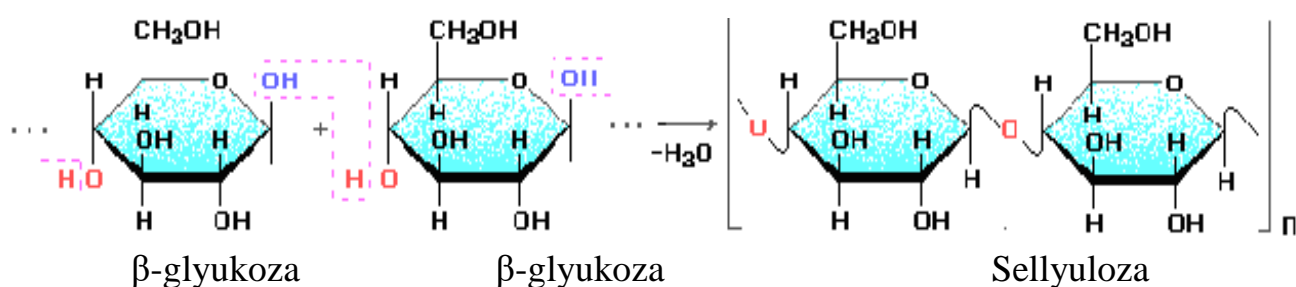
Glikogenning maltozagacha parchalanishi amilaza fermenti ishtirokida boradi.

**Sellyuloza** (klechatka)  $(C_6H_{10}O_5)_n$  – tarkibiga ko'ra kraxmalning izomeridir. U asosan o'simlik hujayrasining asosiy qobig'ini tashkil qiladi. Lotincha *cellula* (ruscha kletka) -*hujayra* demakdir. Paxta, zig'ir va kanop tolalari, filtr qog'oz asosan sellyulozadan iborat. Toza paxtada 92-96 %, yog'ochda esa 40-50% sellyuloza bor.

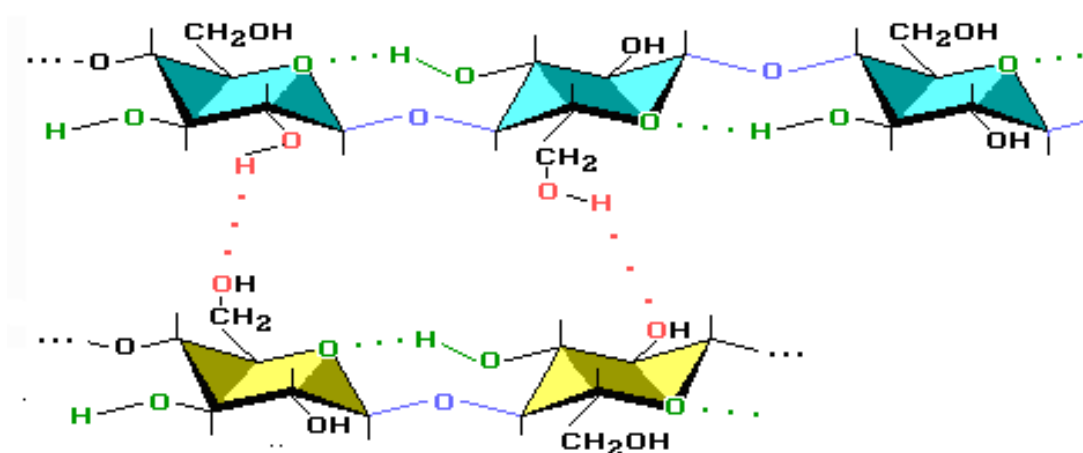
Sellyulozaning molekulasida glyukoza o'rtacha soni 6000-1700000 ga teng bo'ladi. U mexanik va kimyoviy ta'sirlarga yetarli darajada chidamli, mazasiz, hidsiz, tolasimon modda. Sellyuloza mineral kislotalar ishtirokida qizdirilganda gidrolizga uchrab  $\beta$ -glyukoza hosil qiladi.



Sellyuloza molekulari chiziqsimon tuzilishli bo'lib, undagi har bir  $\beta$ -glyukoza qoldiqlarida uchtadan erkin gidroksid (-OH) guruhlari bo'ladi. Shunga asoslanib uning qisqartirilgan formulasini  $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$  shaklida yozish mumkin. Uning tuzilish formulasi quyidagicha:



Sellyuloza tarkibidagi  $\beta$ -glyukoza qoldiqlari orasida ichki molekulyar va molekulyararo vodorod bog'lanish bo'lgani uchun tolasimon tuzilishga ega bo'ladi. Shuning uchun kraxmaldan farqli o'laroq sellyuloza suvda bo'kmaydi va erimaydi.



Sellyuloza qog'oz, tabiiy va sun'iy tolalar, portlovchi moddalar va qurilish materiallari ishlab chiqarishda ishlatiladi.

**Tayanch tushunchalar:** Uglevodlar, monosaxaridlar, disaxaridlar, polisaxaridlar, glyukoza, fruktoza, riboza, dezoksiriboza, maltoza, laktoza, saxaroza, glyukon kislota, glyukoza 6-fosfat, kraxmal, amilaza, aminopektin, selyuloza.

#### **Nazorat savollari**

1. Uglevodlar qanday klassifikatsiyalanadi va ular tarkibi qanday?
2. Monosaxaridlar tarkibi va tuzilishini izohlab bering?
3. Nega glyukoza "kumush ko'zgu" reaksiyasiga kirishadi, ammo fruktoza bu reaksiyaga kirishmaydi?
4. Saxaroza va maltoza tarkibining bir-biridan farqi nimada?
5. Disaxaridlarning qaysi biri "kumush ko'zgu" reaksiyasiga kirishadi?
6. Nega saxarozaning gidrolizi inversiya deb aytiladi?
7. Uglevodlar tirik organizmda qanday funksiyalarni bajaradi?
8. Kraxmal va sellyuloza tarkibi va xossalari taqqoslang. Sellyuloza tuzilishi jihatidan kraxmaldan qanday farq qiladi?
9. Glikogen va uning biologik ahamiyatini tushuntiring.

### **III-BOB. OQSILLAR. TUZILISHI, XOSSALARI VA BIOLOGIK FUNKSIYALARI**

1. *Oqsillar va ularning funksiyalari.*
2. *Oqsillarning element tarkibi.*
3. *Oqsillar tarkibiga kiradigan aminokislotalarning tuzilishi va ularning kimyoviy xossalari.*
4. *Oqsillar molekulasining struktura darajalari.*
5. *Oqsillarning fiz-kimyoviy xossalari.*
6. *Oqsillarning klassifikatsiyasi.*

#### **Oqsillar va ularning funksiyalari**

**Oqsillar** tarkibida azot tutuvchi yuqori molekulyar birikmalar bo'lib, ular hujayraning tuzilishida muhim ahamiyatga ega. Oqsillar bir hujayrali suv o'tlari va bakteriyalardan tortib ko'p hujayrali hayvonlar va odam organizmining hamda tirik organizmlar bilan jonsiz tabiat orasida turuvchi viruslarning ham ajralmas tarkibiy qismidir. Hujayrada sodir bo'ladigan har qanday kimyoviy jarayonlarda oqsillar ishtirok qiladi.

Oqsillar **protein**lar deb yuritiladi. 1838 yilda bu moddalarga nisbatan protein (yunoncha *-protein* - birinchi darajali) atamasini ishlatishni Berselius(1779-1848) taklif qilgan. Bu atama ularning hayot uchun eng muhim ekanligidan dalolat beradi. Oqsil so'zi *tuxum oqi* so'zidan olingan bo'lib, rus tilida *belok* - oqchil degan ma'noni bildiradi.

XIX asrning oxiri XX asrning boshlarida oqsillarni gidroliz qilish orqali ularning aminokislota tarkibi aniqlanib, polipeptid zanjiridan iborat ekanligi isbotlandi. Oqsillar kimyosi haqidagi bu dastlabki ma'lumotlarning aniqlanishida A.Ya.Danilevskiy (1838-1923) va E.Fisherning (1852-1919) xizmatlari katta. XX asrning ikkinchi choragidan boshlab turli zamonaviy asbob-anjomlar va tadqiqotning fizikaviy usullari yordamida oqsillarni ajratish, gidroliz qilish, ular tarkibidagi aminokislotalarni to'liq miqdoriy va sifat jihatdan tahlil qilinishi natijasida biokimyoning rivojlangan davri boshlandi.

**Oqsillarning funksiyalari.** Oqsillar organizmda turli funksiyalarni bajaradi. Barcha oqsillarda ham oqsil zanjiri o'zaro peptid bog'lari orqali bog'langan aminokislotalar qoldig'idan iborat bo'lsa ham, bu zanjirda aminokislotalar ketma-ketligi va miqdori turlicha bo'lgani uchun ular bir-biridan farq qiladi. Shuning uchun ham ularning xossalari turlichadir. Ularning eng muhimlari quyidagilar:

**1.Katalitik funksiyasi.** Oqsillarning eng muhim biologik funksiyalaridan biri fermentativ aktivligidir. Fermentativ xususiyatga ega bo'lgan oqsillar tirik organizmlarda boradigan kimyoviy reaksiyalarni katalizlaydi. Organizmda uchraydigan barcha *fermentlar*, ya'ni biologik katalizatorlar oqsil moddalardir. Har bir hujayrada 2000 dan ortiq xuddi shunday spetsifik oqsillar mavjud bo'lib, ular barcha kimyoviy jarayonlarni boshqaradi. Oqsillarning fermentativ aktivligi kimyoviy reaksiyalarning tezligi orqali biologik jarayonlar qat'iy, ma'lum tartibda borishiga va boshqarilishiga imkon beradi. Fermentlarning kimyoviy tuzilishini o'rganish maqsadida birinchi marta erkin kristall holda *ureaza* fermentini 1926 yil Samner, pepsinni 1930 yilda Nortrop, katalaza fermentini 1930 yilda Eyer va boshqalar, nafas fermentini 1932 yilda Varburglar sintez qildi. Bugungi kunda juda ko'p fermentlar erkin holda ajratib olingan bo'lib, ularning barchalari oqsil tabiatli moddalar ekanligi isbotlangan.

**2. Ehtiyot oziq modda manbai** vazifasini ham bajaradi. Masalan, tuxum, sut oqsillari-ovalbumin, kazein, bug'doy oqsili – gliadin, makkajo'xori oqsili - zein tirik organizmlarning rivojlanishi uchun zarur oziq bo'ladi. Ular kam miqdorda qonda, ba'zi to'qimalarda, ko'p miqdorda o'sayotgan homilada, o'simiklar donida, tuxum va sutda ehtiyot oziq modda sifatida to'planadi.

**3.Tuzilish funksiyasi.** Organizmning kimyoviy tarkibini o'rganish shuni ko'rsatdiki, tananing 20% massasini oqsillar tashkil qiladi. Uning miqdori mushaklar va jigarda -22%, miyada -11%, yog' to'qimasida esa 6% ni tashkil qiladi. Oqsillar asosiy biriktiruvchi to'qimalarning qurilish materialidir. Keratin, kollagen va elastin shular jumlasidandir.

**4. Energetik funksiyasi.** Oqsilning oxirgi mahsulotlargacha parchalanishidan 4,1 kkal energiya ajralib chiqadi.

**5.Tashish funksiyasi.** Ma'lum toifadagi oqsillar turli moddalar bilan ta'sirlashib ularni biriktirib olishi va organizmning turli joylariga tashishi mumkin. Bunday oqsillarga kislorod va karbonat angidrid tashuvchi, qonda gemoglobinni, temir ionini tashuvchi transferrinni va hujayraga vitamin tashuvchi retinolni misol

keltirish mumkin. Shuningdek, qon plazmasi oqsillari, albumin va ba'zi globulinlar yog' kislotalar, lipidlar, temir, mis kabi metall ionlarini tashiydi.

**6.Himoya funksiyasi.** Organizm o'zini himoya qilish maqsadida himoya qiluvchi moddalarni - antitanalarni ichlab chiqaradi. Ular immun tolalari deb ham yuritiladi va tabiatan oqsil tarkibli moddalardir. Immun oqsillar organizmga kirgan bakteriyalarni va boshqa begona oqsillarni bog'laydi va zararsizlantiradi. Shuning uchun bunday oqsillar immun oqsillar deb yuritiladi. Qon plazmasidagi fibrinogen va trombin oqsillari qon quyushida ishtirok etib, organizmni turli jarohatlanishlar vaqtida qon yo'qotishdan saqlaydi.

**7. Oqsil gormonlar.** Organizm ishlab chiqaradigan barcha gormonlar ichki sekretsiya bezlarining mahsulotlari bo'lib, oqsil tabiatli moddalardir. O'sish gormonlari, insulin va boshqalar bunga misol bo'ladi. Ular organizmda moddalar almashinuvini boshqaradi.

**8.Qisqarish funksiyasi.** Bir guruh oqsillar harakatlanish va mushaklarning asosiy struktura komponenti bo'lib, organizm tomonidan ish bajarilishida qatnashadi. Qisqaruvchi mushaklar oqsil moddalardan tashkil topgan va oqsillar ishtirokida qisqarish yuz beradi. Ularga aktin va miozin singari qisqaruvchi mushak tolali oqsillarni misol qilish mumkin.

Bundan tashqari ba'zi oqsillar-nukleoproteidlar irsiy axborotni saqlash va tashish vazifasini bajaradi. Oziqlantirish funksiyasi avlodning davomiyligini ta'minlaydi. Masalan: tuxum oqsili urug'(indiv)ning o'sishi va rivojlanishini ta'minlasa, sut oqsili chaqaloq uchun oziq modda hisoblanadi.

Bu sanab o'tilgan fuksiyalar oqsillarning spetsifikligi va juda muhimligidan dalolat beradi. Eng asosiysi oqsillar hayotning davomiy elementlaridir.

### **Oqsillarning element tarkibi**

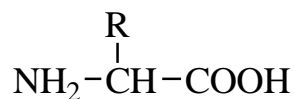
Har bir oqsil o'zaro bir-biridan element tarkibi bilan farq qilsa-da, biroq ularning tarkibida doimo beshta element uchraydi. Ularning foiz tarkibi quyidagicha: C-51-55%, O-21,5-23,5%, H-6-7%, N-15-17%, S-0,3-2,5%. Ba'zi oqsillar tarkibida P, J, Fe, Mn kabi elementlar kam miqdorda uchraydi. Azot barcha oqsillar tarkibining o'rtacha 16% ni tashkil qilsa, qolgan elementlar miqdori turli oqsillarda farq qilishi mumkin. Shuning uchun ham oziq-ovqat tarkibidagi oqsil miqdori azotga nisbatan aniqlanadi.

Kimyoviy nuqtai-nazardan oqsillar azot saqlagan yuqori molekulyar organik birikmalar bo'lib, murakkab tuzilishga ega. Oqsillarning molekulyar massasi 4-5 mingdan bir necha milliongacha bo'lishi mumkin. Masalan, tuxum oqsili protamin - 4000-8000, insulin-6300, ribonukleaza-12700, odam qon globulini-185000 va h.k.

### **Oqsil molekulasining struktura elementlari**

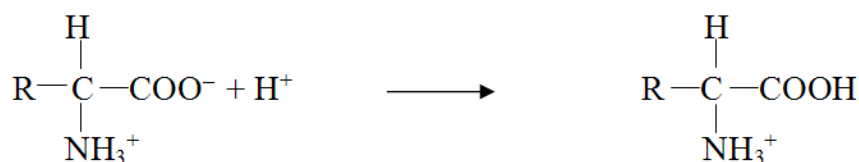
Oqsillar tarkibi gidroliz qilinganda ular  $\alpha$ -aminokislotalarning o'zaro peptid (-CO-NH-) bog'lari orqali bog'langanligi aniqlandi. Shuning uchun ham gidroliz mahsuloti sifatida faqat  $\alpha$ -aminokislotalar hosil bo'ladi. Karbon kislotasidagi uglevodorod zanjiridagi bir yoki bir nechta vodorot atomlari aminoguruhga (-NH<sub>2</sub>)

almashinishidan aminokislotalar hosil bo'ladi. Oqsil  $\alpha$ -aminokislotalardan hosil bo'lgan. Ularning umumiy formulasi quyidagi ko'rinishga egadir:

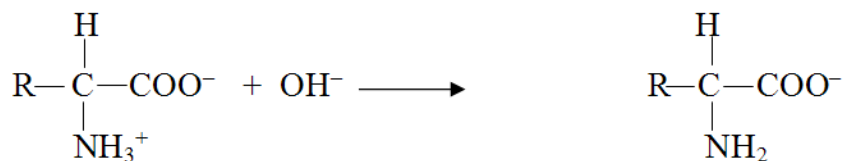


Ko'pgina aminokislotalar qattiq kristall moddalar bo'lib, ularning ko'pchiligi suvda yaxshi eruvchan va suvli eritmalarida kuchsiz kislota xossasiga ega. Ularning umumiy formulasidan ko'rinib turibdiki, molekulasida ikkita funksional guruh (amino-NH<sub>2</sub> va karboksil-COOH) mavjud. Amino (-NH<sub>2</sub>) guruh asos xossasini namoyon qilsa, karboksil (-COOH) guruh kislota xossasini namoyon qiladi. Shuning uchun ham aminokislotalar ham asos, ham kislota xossasini namoyon qiluvchi amfoter moddalardir. Ular quyidagicha reaksiyaga kirishadi:

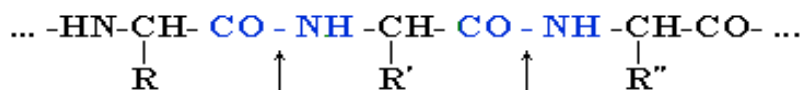
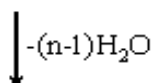
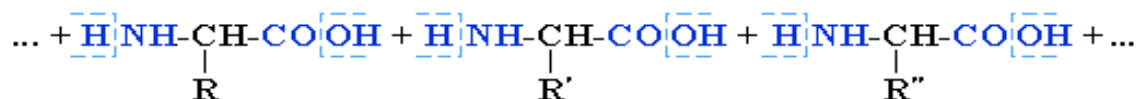
1) kuchli kislotali eritmada



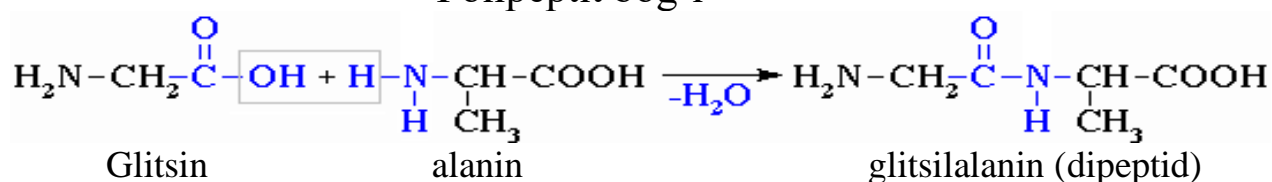
2) ishqoriy eritmada



Aminokislotalarning yana bir eng muhim xossasi ularning o'zaro birikib polipeptid zanjirini hosil qilishidir. Bunda bir aminokislotaning aminoguruhi boshqa aminokislotaning karboksil guruhi bilan ta'sirlashib peptid bog'ini hosil qiladi. Agar ikkita aminokislota o'zaro ta'sirlashsa dipeptid, ko'p sondagi aminokislotalardan esa polipeptid zanjirlari hosil bo'ladi.



Polipeptid bog'i



Oqsillar bir nechta polipeptid zanjiridan tashkil topgan yuqori molekulyar organik moddalardir. Inson va boshqa hayvonlar organizmida 60 ga yaqin aminokislotalar aniqlangan bo'lib, shundan 30 tasi oqsil tarkibiga kiradi. Bu aminokislotalar yana o'z navbatida ikki guruhga bo'linadi. *Doimiy aminokislotalar* 20 ta (2-jadval) va *ba'zan uchraydigan aminokislotalar* 10 ta. Ba'zan uchraydigan aminokislotalar ham doimiy uchraydigan 20 ta aminokislotalarning hosilasidir. Ba'zi aminokislotalar organizmga ovqat bilan kirishidan tashqari organizmda sintez bo'lishi mumkin, ular *almashinadigan*, faqat ovqat bilan kiradigani *almashinmaydigan* aminokislotalardir.

Oqsil molekulasida aminokislotalar birin-ketin kelish tartibi oqsillarning **birlamchi tuzilishi** deyiladi. Oqsillarning birlamchi tuzilishida birinchi aminokislota qoldig'ida erkin  $-NH_2$  guruhi bo'lsa, oxirgi aminokislota qoldig'ida esa  $-COOH$  guruhi qoladi. Hozircha o'n minglab oqsillarning birlamchi tuzilishi aniqlangan. Ularga insulin misol bo'ladi (*1a-rasm*). Tarkibi 51 ta aminokislota qoldig'idan tashkil topgan. Barcha hayvonlarning insulini bir xil tarkibga va deyarli bir xil biologik ta'sirga ega, faqat aminokislotalar ketma-ketligi bilan farq qilishi mumkin.

Oqsilning polipeptid zanjiri bir tekstlikda joylashmasdan ma'lum bir **ikkilamchi tuzilishni** hosil qiladi. Polipeptid zanjiri uchun eng ko'p  $\alpha$ - va  $\beta$ -konfiguryatsiya o'rganilgan. Ko'p hollarda polipeptid zanjiri spiralsimon holatda joylashadi ( $\alpha$ -konfiguryatsiya) va hosil bo'ladigan silindrning har bir o'ramida to'rta aminokislota qoldigi joylashadi. Spiralsimon tuzilish  $-CO$  va  $-NH$  bog'lari orasidagi mustahkam vodorod bog'lanish natijasida vujudga keladi (*1b-rasm*).

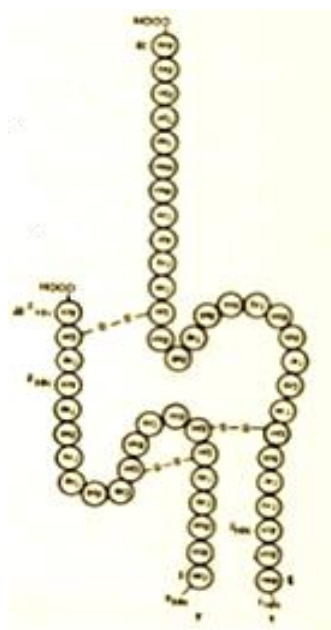
2-jadval.

### **Oqsil tarkibida uchraydigan aminokislotalar**



Aminokislota nomi	Aminokislotaning formulasi	Aminokislota turi
Glitsin(glikokol)-Gli	$\text{NH}_2\text{—CH}_2\text{—COOH}$	Almashinadigan
Alanin- Ala	$\begin{array}{c} \text{NH}_2\text{—CH—COOH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Almashinadigan
Serin-Ser	$\begin{array}{c} \text{NH}_2\text{—CH—COOH} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	Almashinadigan
Sistein –Sis	$\begin{array}{c} \text{NH}_2\text{—CH—COOH} \\   \\ \text{CH}_2\text{SH} \end{array}$	Almashinadigan
Treonin –tre	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C—CH—CH—COOH} \\   \quad   \\ \text{OH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	Almashmaydigan
Metionin-Met	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{CS—H}_2\text{C—H}_2\text{C—CH—COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Almashmaydigan
Valin-Val	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C—CH—CH—COOH} \\   \quad   \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	Almashmaydigan
Leytsin-Ley	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C—CH—H}_2\text{C—CH—COOH} \\   \quad \quad   \\ \text{H}_3\text{C} \quad \quad \text{NH}_2 \end{array}$	Almashmaydigan
Izoleytsin-Ile	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C—CH}_2\text{—HC—CH—COOH} \\   \quad   \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	Almashmaydigan
Asparagin kislotasi-Asp	$\begin{array}{c} \text{HOOC—CH}_2\text{—CH—COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Almashinadigan
Asparagin –Asn	$\begin{array}{c} \text{O=C—CH}_2\text{—CH—COOH} \\   \quad   \\ \text{NH}_2 \quad \text{NH}_2 \end{array}$	Almashinadigan

Glutamin kislota-Glu	$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$	Almashinadigan
Glutamin -Gln	$\text{O}=\underset{\text{NH}_2}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$	Almashinadigan
Lizin -Liz	$\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}_2}-(\text{CH}_2)_3-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$	Almashmaydigan
Arginin-Arg	$\text{HN}-\underset{\text{NH}_2}{\text{C}}-\text{NH}-(\text{CH}_2)_3-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$	Almashinadigan
Fenilalanin -Fen	$\text{H}_3\text{C}_6-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}_2}-\text{CH}-\text{COOH}$	Almashmaydigan
Tirozin-Tir	$\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}_2}-\text{CH}-\text{COOH}$	Almashinadigan
Triptofan-Tri	$\text{C}_8\text{H}_7\text{NH}-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}_2}-\text{CH}-\text{COOH}$	Almashmaydigan



**A**



**B**

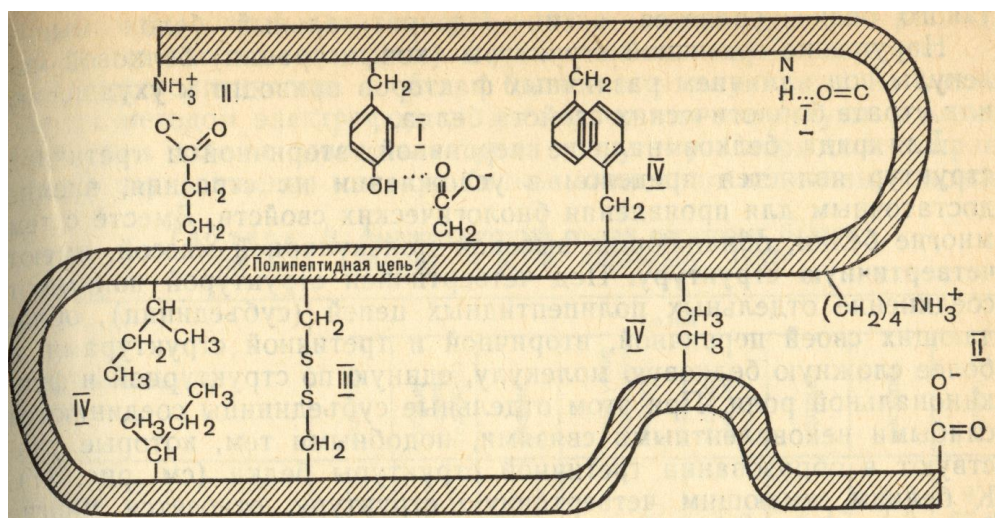
1-rasm. *a*-insulinning birlamchi tuzilishi, *b*-polipeptid zanjirining  $\alpha$ -spiralsimon konfiguratsiyasi.

$\beta$ -konfiguratsiyada ketma-ketlikdagi parallel va antiparallel zanjirlar qatlam varaqcha ma'lum burchak ostida joylashadi. Bu holat ko'proq fibrilyar oqsillar uchun xosdir.

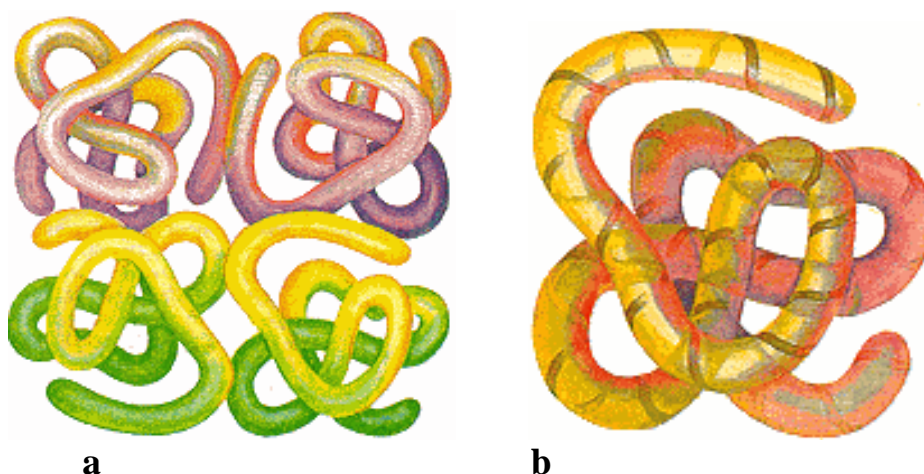
Ko'pchilik tabiiy oqsillar spiralsimon holatdan tashqari, polipeptid zanjirining buklangan **uchlamchi tuzilishini** hosil qiladi. Bunday buklanishning bir qismi prolin aminokislota qoldig'i natijasida vujudga keladi. Oqsilning uchlamchi tuzilishida kovalent disulfid (-S-S-) bog'lanish, elektrostatik ta'sirlanishdan ion bog'lanish, vodorod bog'lanish va qutbli radikallarning gidrofil (2-rasm) ta'sirlanishdan oqsilning uchlamchi tuzilishi vujudga keladi.

Oqsilning uchlamchi tuzilishi rentgenostrukturaviy tahlil va murakkab hisoblashlar yordamida aniqlanadi. Bunday tuzilishli oqsillarga mioglobin (3-rasm), gemoglobin, lizotsim, sitoxrom va h.k lar kiradi.

Oqsilning uchlamchi tuzilishi sharofati bilan ular spetsifik xususiyatning-biologik, katalitik, gormonal va h.k. funksiyalarini keltirib chiqaradi. Oqsil molekulasida konfiguratsiyasi fibrilyar (ipsimon) va globulyar (sharsimon yoki tuxumsimon) holatda bo'lishi mumkin. Ba'zi oqsillarda bu ikki holat ham uchraydi.



2-rasm. Oqsil molekulasida uchraydigan kimyoviy bog'lar



3-rasm. Oqsilining uchlamchi (a) va to'rtlamchi (b) tuzilishlarini.

Bundan tashqari ko'pgina oqsillar yuqori molekulyar tuzilishli **to'rtlamchi tuzilishga** ega. Bunday tuzilishni, molekuladagi birlamchi, ikkilamchi va uchlamchi tuzilishlardagi kovalent bog'lanishlar orqali vujudga keladigan alohida polipeptid zanjirli murakkab tuzilishli oqsil molekulasini (subbirlik) deb izohlash mumkin. Bunday tuzilishli oqsillarga ko'pgina fermentlar, gemoglobin, qisqaruvchi to'qima oqsili - miozin va boshqalar misol bo'ladi.

### Oqsillar klassifikatsiyasi

Oqsillar tarkibi va tuzilishiga ko'ra ikki guruhga **oddiy oqsillar** (proteinlar)- tarkibi faqat aminokislotalar qoldig'idan iborat va **murakkab oqsillar** (proteidlar)- tarkibi aminokislotalardan tashqari boshqa birikmalar saqlagan oqsillarga ajratish mumkin. Oddiy oqsillarga protaminlar, gistonlar, albuminlar, globulinlar, prolaminlar va glutelinlar kiradi.

**Albuminlar** barcha o'simlik va hayvon to'qimalarida uchraydi, qon zardobining 55-62% ni tashkil qiladi. Uning molekulyar massasi 35000-70000 ga teng bo'lib, suvda va natriy xlorid, natriy sulfat eritmalarida juda yaxshi eriydi. Elektr maydonida kuchli o'tkazuvchanlikka ega. Ular qonda turli moddalar bilan bog'lanadi va ularni hujayraga tashiydi.

**Globulinlar.** Globulinlar hayvon va o'simlik lar organizmida uchraydi. Ayniqsa, qonda, o'simliklar urug'ida ularning miqdori ko'p bo'ladi. Ulardan qon zardobi globulinlari ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\lambda$ -globulinlar), laktoglobulin, o'simliklardagi legumin, edestin va boshqalar keng tarqalgan.

**Protaminlar va gistonlar** molekulyar massasi nisbatan uncha katta bo'lmagan (5000-20000) oqsillar bo'lib, suvda va kuchsiz kislotalarda eriydi, tarkibida diaminomonokarbon kislotalar qoldiqlarini saqlagani uchun ishqoriy muhitga ega.

**Prolaminlar** - bu oqsillar tarkibida prolin aminokislotasi ko'p (14% ga yaqin) bo'lganligi uchun prolaminlar deb ataladi. Bular suvda erimaydi. Ularga xos bo'lgan xususiyatlardan biri 70% li etil spirtida erishidir. O'simlik oqsillari tarkibida juda ko'p tarqalgan, ayniqsa uning miqdori bug'doyda nisbatan ko'proq. Bu oqsillar ovqat tarkibiga kiradi.

**Glyutelinlar** - ular o'simlik oqsili hisoblanadi, donli o'simliklarda uchraydi. Ishqorning 0,2%li eritmasida eriydi.

Murakkab oqsillar tarkibi oqsil qism va oqsil bo'lmagan qism, ya'ni, prostetik guruhdan iborat. Murakkab oqsillar tarkibi va tuzilishiga ko'ra xromoproteidlar, nukleoproteidlar, lipoproteidlar, fosfoproteidlar, glikoproteidlar va metalloproteidlar bo'linadi.

**Xromoproteidlar** – oddiy oqsil va rangli moddaga gidrolizlanadigan murakkab oqsillar. Ular biologik faol bo'lib, kislorod tashishda, biologik oksidlanishda, yorug'likka ta'sirchanlikda ishtirok qiladi. Xromoproteidlarga to'qimalarga kislorod tashuvchi va to'qimadan o'pkaga karbonat anhidrid tashuvchi gemoglobin kiradi. U qon eritrositlarida mavjud bo'lib, birta eritrositda 280 mil. gemoglobin molekulasi bo'ladi. Gemoglobinning molekulyar massasi 64500 ga teng.

**Nukleoproteidlar** - nuklein kislotalar va oqsillardan tashkil topgan birikmalardir. Hujayra yadrolari tarkibiga kirib, oddiy oqsillar (odatda, protamin yoki giston) va nuklein kislotalarga gidrolizlanadi.

**Lipoproteidlar**- murakkab tuzilishli oqsillar bo'lib, prostetik guruh sifatida lipidlarni saqlaydi. Ularda neytral yog'lar, yog' kislotalar, fosfolipidlar va xolesterin efirlari borligi aniqlangan. Lipoproteidlar hujayra membranasi, hujayralar oralig'i va nerv qobig'i tarkibiga kiradi. Qon zardobida ular erkin holda mavjud bo'lib, lipidlarni tashish vazifasini bajaradi.

**Fosfoproteidlar** - aminokislotadan tashqari fosfat kislotani ham saqlaydi. Fosfoproteidlar o'sayotgan organizm uchun oziq moddadir. U ko'p miqdorda sutda (kazein) va tuxumda (al'bumin) uchraydi.

**Glikoproteidlar** – suvda erimaydigan, ishqorlarning suyultirilgan eritmalarida esa eriydigan proteidlar bo'lib, oddiy oqsillar va uglevodlarga gidrolizlanadi. Ularga biriktiruvchi to'qima oqsillari, qon geparini, mutsin kiradi. Qon glikoproteidlari immunobiologik reaksiyalarda ishtirok qiladi, ba'zilari esa fermentlar yoki gormonlardir.

**Metalloproteidlar**- tarkibidagi har xil metall ionlari ( $Fe^{+3}$ ,  $Cu^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ) bevosita oqsillar bilan birikkan bo'ladi. Bularga gemoglobin, mioglobin, katalaza, peroksidaza, sitoxromlar kiradi. Bundan tashqari tarkibida rux, marganes va boshqa metallar saqlagan oqsillar ham mavjud. Ularning ba'zilari fermentlar tarkibiga ham kiradi.

### **Oqsillarning fiz-kimyoviy xossalari**

Har bir oqsil tuzilishi va biologik funksiyasiga ko'ra spetsifik bo'lib tarkibidagi aminokislotalar bilan tavsiflanadi. Oqsillar yuqori molekulyar massali bo'lib, ular gidrofil xossaga ega va ma'lum sharoitda suvda hamda tuzlarning suvli eritmasida va boshqa erituvchilarda eriydi. Shu xususiyatdan foydalanib oqsillarni ajratish hamda oqsil miqdorini aniqlash mumkin

Oqsil molekulasi o'lchami katta bo'lgani uchun suvda kolloid eritma hosil qiladi. Oqsilning kolloid eritmasi kislota, ishqor, konsentrlangan tuz eritmasi ta'sirida buziladi va cho'kmaga tushadi. Eritmadagi oqsil ba'zan boshqa fizik-

kimyoviy omillar ta'sirida ham cho'kmaga tushishi mumkin. Bunga qizdirganda yoki og'ir metall tuzlari ta'sir qilganda ham cho'kmaga tushib qaytib erimaydigan holatga tushishi mumkin. Bu qaytmas jarayon oqsilning *denaturatsiyasi* deyiladi. Denaturatsiya vaqtida oqsilning tarkibi o'zgaradi, ya'ni uning ikkilamchi, uchlamchi va to'rtlamchi tuzilishlari buzilib, faqat birlamchi tuzilishi qoladi. Teri kuyganda ham oqsil denaturatsiyaga uchraydi. Ma'lum vaqt o'tgandan so'ng denaturatsiya tiklanishi mumkin, bu *renaturatsiya* deyiladi.

Oqsil molekulasi katta o'lchamga ega ekanligi ular eritmalarining qovushqoqligini ta'minlaydi, shuning uchun ham ular yarim o'tkazuvchi membranalardan o'ta olmaydi. Ularning bu xususiyatidan foydalanib quyidagi molekulyar moddalardan tozalash mumkin. Oqsillar eritmaları bufer eritmalaridir. Ularning bu xususiyatini qon va hujayra shirasida ko'rish mumkin.

**Tayanch tushinchalar:** Oqsil, kimyoviy tuzilishi, biokimyoviy funksiyalari, aminokislotalar, peptid bog', polipeptid zanjir, protein, lipoproteidlar, prostetik guruh, hujayra membranası, fosfoproteidlar, glikoproteidlar, metalloproteidlar.

#### Nazorat savollari

1. Oqsillar qanday moddalar va tarkibi qanday?
2. Oqsillar tirik organizmda qanday funksiyalarni bajaradi?
3. Aminokislotalar qanday moddalar va ularning xossalari tegishli misollarda tushuntiring.
4. Almasinadigan va almasinmaydigan aminokislotalarning farqi nimada? Ularning formulalarini yozing va nomlang.
5. Qanday kimyoviy bog'larga peptid bog'lari deb aytiladi?
6. Nega oqsillarga polimerlar deb qaraymiz? Boshqa polimerlar bilan oqsil molekulasi farqlarini ko'rsatib bering.
7. Oqsillarning birlamchi tuzilishini tushuntiring.
8. Oqsil molekulasi ikkilamchi tuzilish bo'lishining mumkinligini nima bilan tushuntirasiz?
9. Oqsillarning xossalari tavsiflab bering?
10. Oqsil moddalarning gidrolizi natijasida qanday birikmalar olinadi? Gidroliz reaksiya tenglamasini yozing.
11. Oqsillarning qanday guruhlarini bilasiz?

#### IV-BOB. NUKLEIN KISLOTALAR. TUZILISHI, XOSSALARI VA BIOLOGIK FUNKSIYALARI

1. Nuklein kislotalar va ularning biologik funksiyalari

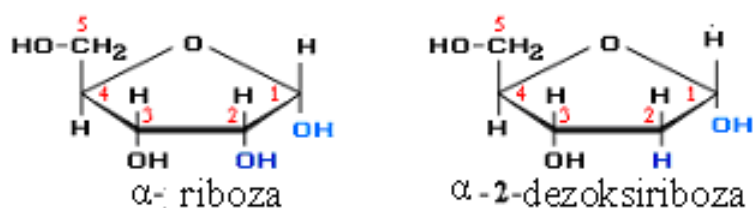
2. Nuklein kislotalar struktura elementlari.
3. Nuklein kislotalarning tuzilishi.
4. DNK va RNK ning biologik roli.
5. ATFning hujayradagi energetik roli.

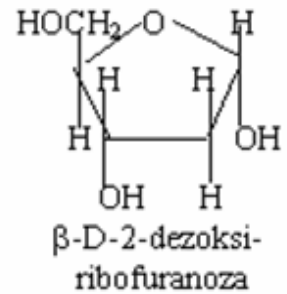
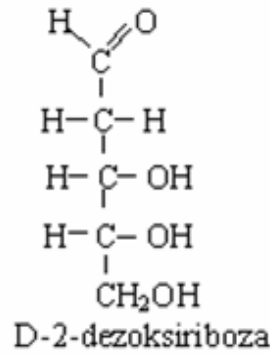
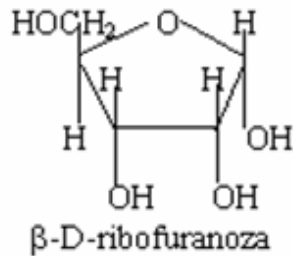
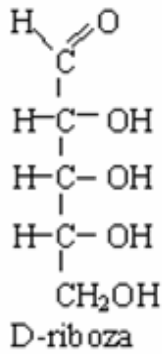
Nuklein kislotalar juda yuksak taraqqiy etgan tirik organizmlardan tortib, hatto viruslarda ham keng tarqalgan yuqori molekulyar polimerlardir. Nuklein kislotalar organizmga muhim biologik funksiyalarni bajaradi. Ularning asosiy vazifasi irsiy belgilarni saqlash, avlod-dan-avlodga o'tkazish va oqsil sintezini boshqarish orqali hayotning davomiyligini ta'minlashdan iboratdir. Ularning fuksiyasi turli-tuman bo'lsa ham, ammo biologik roli chambarchas bog'liqdir.

Nuklein kislotalar molekulyar massasi juda yuqori, ayrimlarining massasi bir necha milliardni tashkil qiladi. Shuning uchun ularning tuzilishi va fizik-kimyoviy xossalari juda murakkab. Nukleotidlar shaklida hujayraning asosiy komponentlari - yadro, mitoxondriya, plastida, ribosoma va h.k larda uchraydi. Nuklein kislotalarning elementar tarkibi asosan C,O,H,N,P elementlaridan tashkil topgan. So'nggi ma'lumotlarga ko'ra ular tarkibida Si va S ham uchraydi.

Shved olimi F.Misher 1869 yilda hujayra yadrosidan (leykositlardan) ajratib olgan moddani tahlil qilib, uning tarkibida fosfat kislota borligi, shuning uchun kislotali tabiatga egaligini inobatga olib, ularni nuklein kislotalar (yadro-lotinchada *nukleus*) deb nomladi. "Nuklein kislota" iborasini birinchi marta 1889-1891 yillarda nemis biokimyogari A. Kossel fanga kiritgan. U nuklein kislotalarni gidroliz qilib, ular tarkibi geterosiklik purin va pirimidinli asoslar, qand qoldig'i va fosfat kislotadan iborat ekanligini va ular ikki xil shaklda mavjud bo'lishini izohlab bergan.

Nuklein kislotalar struktura elementlari har bir nukleotidlarda asosan uchta birikma: azotli asos, monosaxarid-pentoza va fosfat kislota qoldig'idan tashkil topgan. Nuklein kislota tarkibiga ikki xil monosaxarid - *riboza* va *dezoksiriboza* kirishi mumkin.

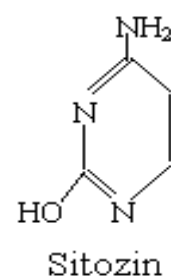
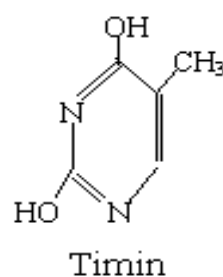
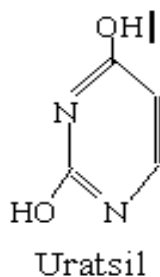
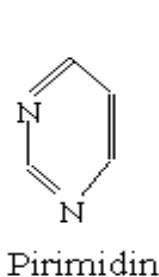
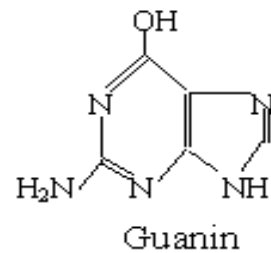
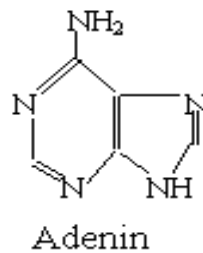
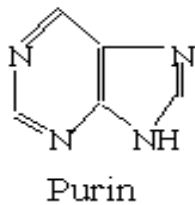




Shundan kelib chiqqan holda, tarkibida riboza saqlagani **ribonuklein kislota (RNK)** va dezoksiriboza saqlagani **dezoksiribonuklein kislota (DNK)** deb ataladi. DNK asosan hujayra yadrosida, RNK sitoplazma va ribosomada uchraydi.

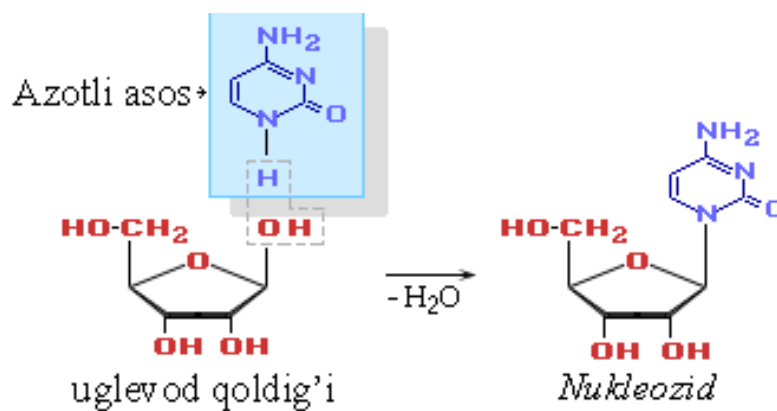
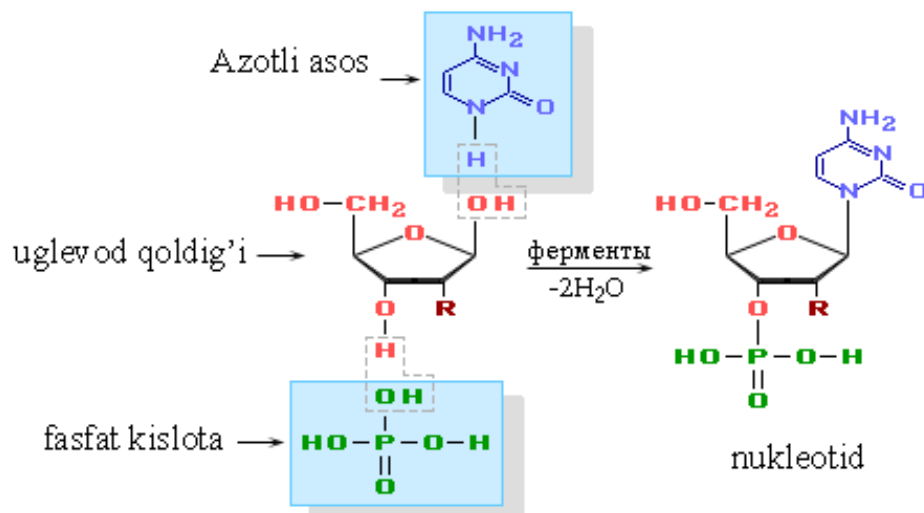
Barcha tirik mavjudlarda DNK va RNK mavjud, faqat ayrim viruslarda DNK yoki RNK bo'ladi. Shuning uchun ham viruslar DNK li va RNK li viruslar deb yuritiladi.

Nuklein kislotalar tarkibida azotli asoslarni saqlaydi va bu azotli asoslar ikki guruhga bo'linadi. Purin asoslariga adenin va guanin, pirimidin asoslariga uratsil, timin va sitozin kiradi. RNK tarkibiga adenin, guanin, sitozin va uratsil kirsa, DNK tarkibiga adenin, guanin, sitozin va timin kiradi.

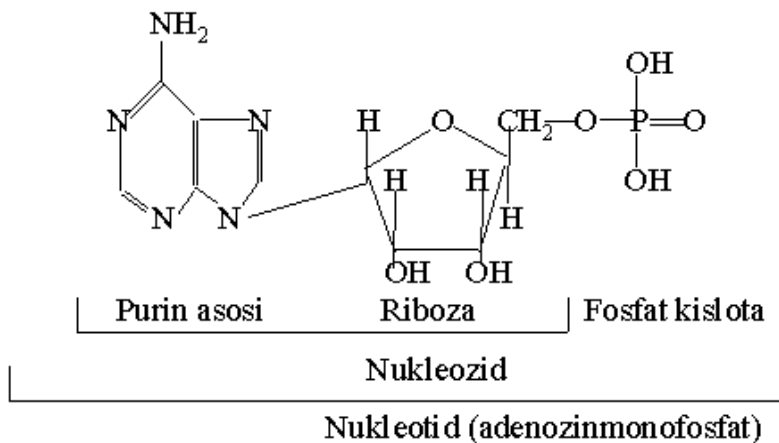


Purin va pirimidin asoslari riboza va dezoksiriboza bilan birikshidan **nukleozidlar** hosil bo'ladi. Bunda molekula tarkibida bitta azotli asos va bitta uglevod qoldig'ini saqlaydi. Nukleozidning pentoza radikal bilan efir bog'i orqali fassfat kislota qoldig'i birikshidan **nukleotidlar** hosil bo'ladi.





“Nukleozid” va “nukleotid” iboralari 1908-1909 yillarda birinchi marta



F. Leven tomonidan ilgari surilgan.

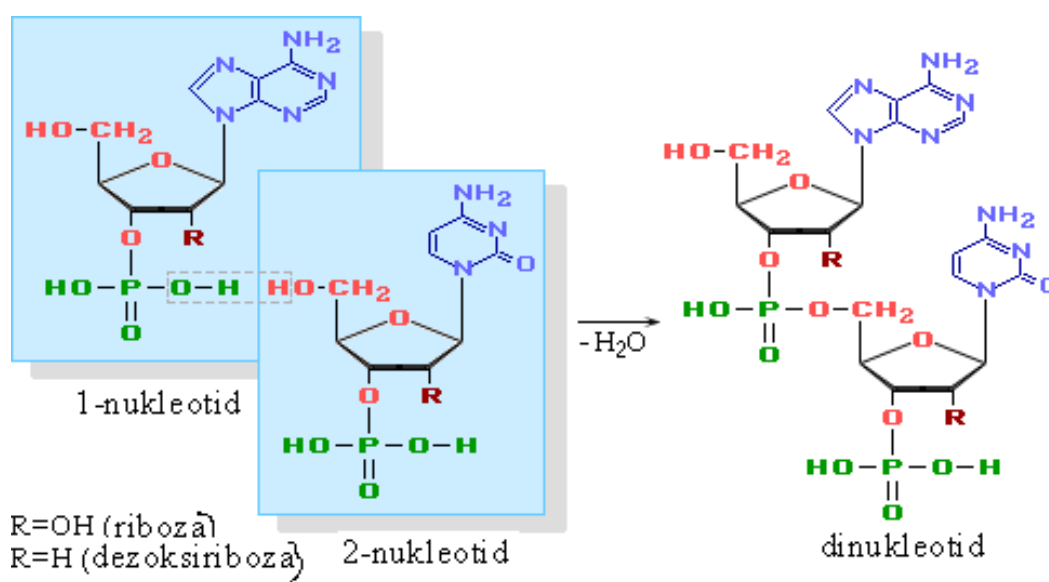
Nuklein kislotalar polinuklotidlardan tashkil topgan tabiiy yuqori molekulyar birikmadir. Nuklein kislotalarning ba'zi struktura elementlari polimer bo'lmagan ATF, ADF, AMF lar shaklida fermentlar tarkibiga kiradi va energiyani akkumulyatsiya qilish, o'tkarish va tashishda ishtirok qiladi. Shu bilan birga bir qator erkin nukleotidlar fermentlarning faol koferment guruhi sifatida katalitik reaksiyalarda ishtirok qiladi.

Nuklein kislotalar tarkibi gidroliz asosida o'rganiladi. Ular bosqichma-bosqich gidroliz qilinganda ketma-ketlikda nukleotidlar, nuklezodlar, fosfat kislota, azotli asoslar va uglevodlar hosil bo'ladi.

## 2. Nuklein kislotalarning tuzilishi

Nuklein kislotalar kimyoviy tuzilishlari bo'yicha molekulyar og'irliklari 20000dan bir necha millionlarga teng bo'lgan polinukleotidlardir. RNK DNK ga nisbatan ancha sodda, molekulyar og'irligi ham kichikroq, tarkibiga kiradigan mononukleotidlar soni 70-100 ming orasida, DNKda esa 100 milliongacha yetadi. DNK tuzilishiga ko'ra qo'shaloq spiraldan iborat. Bu ikki spiral orasida azotli asoslar o'zaro komplementar holda vodorod bog'lanish hosil qiladi va bu komplementarlikda purin asoslariga pirimidin asoslari mos keladi.

Polinukleotid molekulasida mononukleotidlar o'zaro fosfat kislota orqali ulanganlar. Fosfat kislota ikkita qo'shni nukleotidlar uglevot qoldiqlarini 3<sup>1</sup>-va 5<sup>1</sup>-atomlari bilan efir bog'lari hosil qilganidan uni 3<sup>1</sup>- 5<sup>1</sup>fosfodiefir bog'lar deb ataladi.

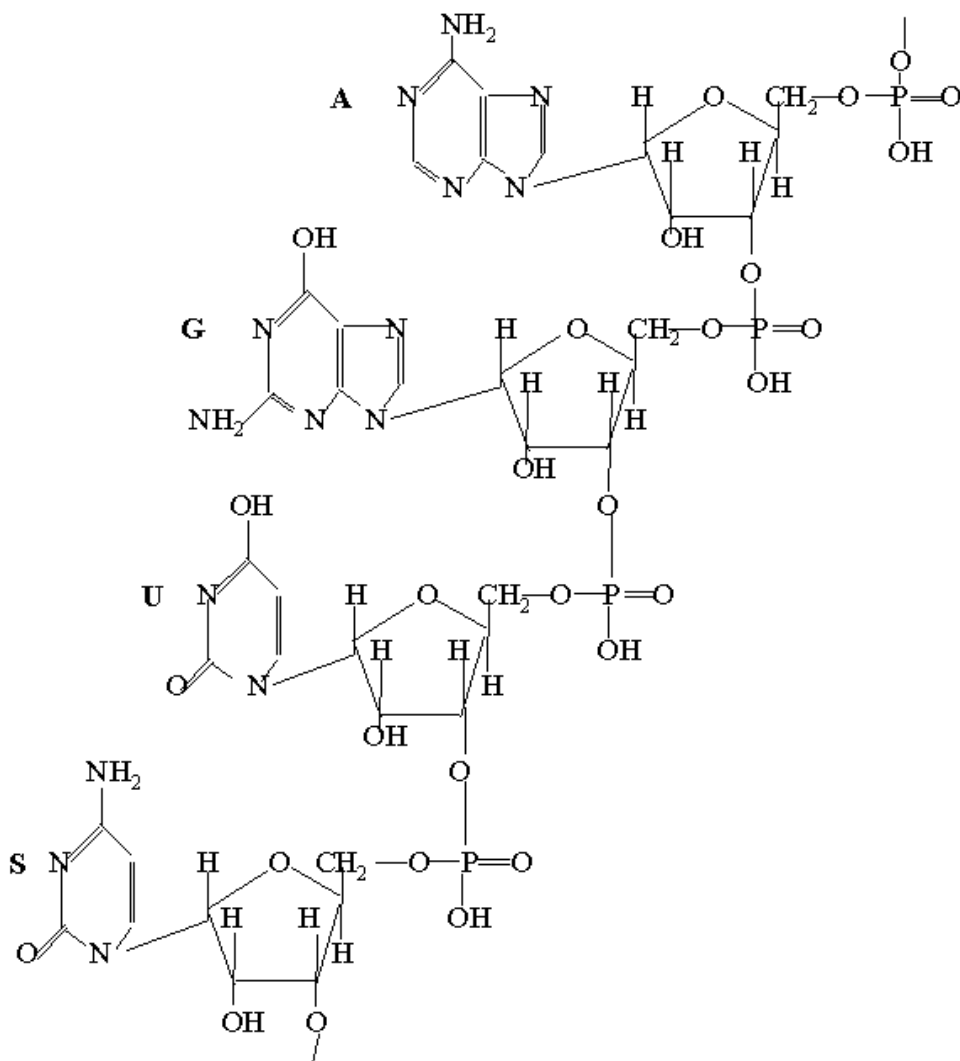


Polinukleotid zanjiri uzun tarmoqlanmagan tuzilma hosil qilganidan uning bir uchida erkin 5<sup>1</sup>-OH, ikkinchi uchida erkin 3<sup>1</sup>-OH bo'ladi. Polinukleotidlarda mononukleotidlarni birin-ketin kelishi uning birlamchi strukturasi tashkil qiladi. Uni belgilash juda ham muhim va katta qiziqish tug'diradi, chunki nukleotidlarni nuklein kislota molekulasidagi tartibi kimyoviy kod bo'lib, ularning biologik funksiyasini aniqlaydi.

### RNK – ribonuklein kislotasining tuzilishi

RNKda fosfodiefir bog'lar orqali nukleotidlar o'zaro bog'langan bo'ladi. RNKning *birlamchi tuzilishida* nukleotidlar o'zaro bir-birlari bilan fosfat kislotalar qoldiqlari orqali bog'lanib zanjir hosil qiladi. Uning *ikkilamchi tuzilishida* hujayraning funksional holatidan kelib chiqqan holda, spiralsimon yoki qavatsimon zanjir hosil bo'ladi. Spiralsimon holatni molekula ichidagi vodorod bog'lar vujudga keltiradi.

Hujayradagi RNKning miqdori turli hujayralarda turlicha bo'lishi mumkin, bu ko'proq oqsil sintezining intensivligiga bog'liqdir. Uning miqdori umumiy



4-rasm. RNK bir qismining tuzilishi

hujayra massasining 5-10%ga teng. RNK barcha tirik organizmlarda uchraydi. U faqat DNK li viruslarda uchramaydi.

RNKning tarkibi UMF, SMF, GMF va AMF nukleotidlarining o'zaro birikishidan tashkil topgan. Ularda o'zaro nukleotidlar 3'-5'-tartibda bog'lanadi.

Ya'ni, bir mononukleotidning 5'-holatidagi fosfat kislotasi qoldig'i ikkinchi nukleotidning 3'-uglerodidagi-OH guruhi bilan bog'lanadi va ikkinchi mononukleotidning o'zi yana boshqa uchinchi mononukleotid bilan shunday bog'lanish hosil qiladi. RNK ning DNKdan farqi shundaki, uning tarkibida riboza uchrasa, DNK da dezoksiriboza uchraydi. Bundan tashqari ularning tarkibidagi polinukleotidlarda ham farq bor. DNK molekulasidagi timin azotli asosi RNK da deyarli uchramaydi (DNK da ayrim viruslarda timin o'rniga uratsil uchrashi, shuningdek, unda oz miqdorda glyukoza va aminokislota qoldig'i bo'lishi mumkin) va uning o'rniga DNK da umuman uchramaydigan uratsil bo'ladi. Ular orasidagi eng muhim farq DNK qo'shaloq zanjir, RNK esa oddiy zanjirdan tuzilganligidir. Shuning uchun ham ularning molekulyar massalari orasidagi farq DNK da ikki marta yuqoridir.

RNK asosan hujayra ribosomalari va sitoplazmalarda uchraydi. U ribosomalar tuzilishini belgilaydi va oqsil sintezida ribosomalar bilan bog'lanib yaxlit bir majmua shaklida ishlaydi.

DNKdan farq qilib, RNKning tarkibi bajaradigan funksiyasiga qarab turli xil bo'lishi mumkin. Ular molekulyar massasi, nukleotid tarkibi va funksiyasiga qarab **informatsion RNK** (iRNK), **ribosoma RNK** (rRNK) va **transport RNK** (tRNK) farqlanadi.

**Informatsion RNK** (iRNK) hujayra butun RNK miqdorining 2-5 % ni tashkil qiladi. DNKdagi ma'lumotni tashuvchi bo'lgani uchun ham unga informatsion RNK deb yuritiladi. Informatsion RNK **matritsa RNK**si (mRNK) deb ham ataladi, bunga sabab, oqsil sintezida matrisa (qolip, andoza) vazifasini o'taydi. U asosan yadro va sitoplazmada uchraydi va transkripsiya jarayonida DNK zanjirlaridan birida hosil bo'lib, uning ayrim bo'lagining nusxasini tashkil qiladi. Biroq uglevod komponenti bo'yicha farq qiladi (dezoksiriboza o'rniga riboza) va timin o'rniga uratsil tutadi. Informatsion RNK eng uzun RNK bo'lib, umri juda qisqadir. U yadroda sintezlanib sitoplazmaga o'tadi va ribosomaga o'mashib olib oqsil sintezida matritsa vazifasini o'taydi.

Shuningdek, iRNK dagi nukleotidlar qatorining oqsil molekulasidagi aminokislotalar qatoriga o'tishi, ya'ni nuklein kislotadagi axborotni tegishli aminokislotalar qatori shaklida amalga oshirishi *axborot o'qilishi* deb ataladi. Har bir iRNK turiga maxsus oqsil to'g'ri keladi.

Oqsillar sintezining ribosomada o'tishi XX asrning 50-yillarida aniqlandi. Biroq irsiy belgilarni DNK dan ribosomaga ko'chirib o'tkazish iRNK yordamida amalga oshirilishi 1961 yilda F.Jakob va J.Mano tamonidan e'lon qilindi.

**Ribosoma RNK** (rRNK)si hujayra butun RNK miqdorining 80-90% ni va butun oqsil miqdorining 35% ni tashkil qiladi. U ko'p sondagi nukleotidlardan iborat (120 - 6000), molekulyar massasi  $0,5 \cdot 10^6$ - $1,6 \cdot 10^6$  ga teng va rRNK juda ixcham shaklda tuzilgan.

Hujayrada rRNK oqsillar sintezi va ribosomalar skeleti tuzilishida qatnashadi. Turli organizmlardan ajratib olingan ribosomalar tarkibiga rRNK S-

sidimentar konstantasi bo'yicha farqlanadi. 5S- rRNK da 120 mononukleotid, 16S- rRNK da 1542 va 23S- rRNK da esa 2904 ta nukleotid tutadi.

**Transport RNK (tRNK)** eng kichik RNK bo'lib, barcha tirik hujayralarda mavjud va oqsil sintezi uchun zarur komponentdir. Har bir hujayrada ma'lum bir aminokislota uchun kamida bitta spesifik tRNK mavjuddir. Ular sitoplazmada uchraydi, butun RNK ning 10-18% ni tashkil qiladi va molekulyar massasi 23000-30000 ga teng bo'lib, tarkibi 70-90 nukleotiddan iborat. Uning birlamchi tuzilishidagi nukleotidlar qo'sh asoslar hosil qilib "beda bargini" eslatadigan ikkilamchi tuzilishni hosil qiladi. Uning bu tuzilishida molekula uchta halqa va qo'sh asosdan iborat zanjirni eslatadi. Bunday holatda molekula uch qismdan iborat bo'ladi. Uning birinchi uchi faollashgan aminokislotalarni biriktira oladigan aminatsil uchi deyiladi. Uning II halqasimon uchida antikodon deb ataladigan tripletlar joylashgan. Transport RNK sining antikodoni bilan iRNK matrisasidagi aminokislotalar kodoni mos kelganda aminoatsil uchidagi faollashgan aminokislotalarni polipeptid zanjiriga bog'laydi.

Bugunga kelib 50 dan ortiq tRNK larining tarkibi aniqlangan. Birinchi shunday tRNK 1965 yilda U.Xolli tomonidan aniqlangan.

Hujayra yadrosida turli xil yuqori molekulyar RNK lar uchraydi. Viruslar RNKsi alohida guruhni tashkil qiladi va hujayra RNK laridan farq qiladi. Ularning molekulyar massalari ancha yuqori bo'lgani uchun ular genetik RNK lar deb ham ataladi.

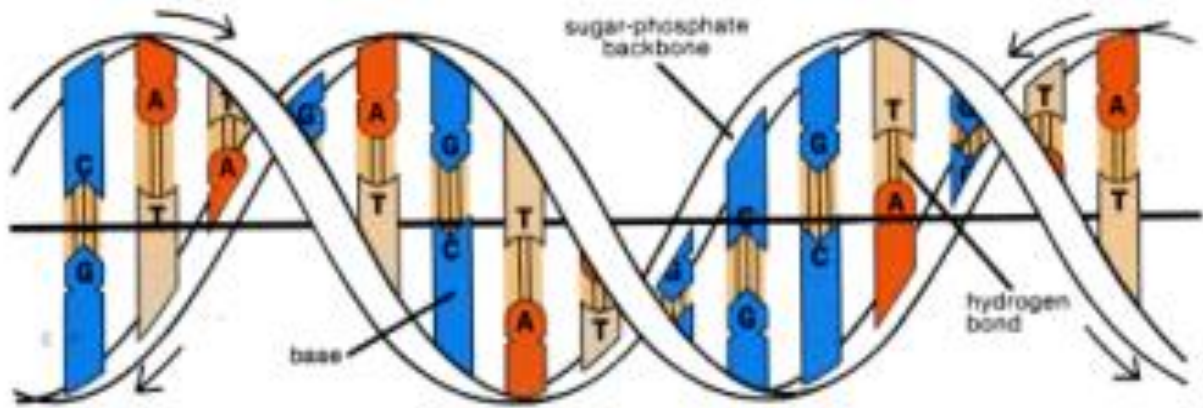
### **DNKning tuzilishi.**

Tarkibida A,G,S va T azotli asoslarini saqlovchi dezoksiribonukleotidlar-dan DNK molekulasi hosil bo'lgan. DNK barcha tirik organizmlarda va ayrim viruslarda mavjud bo'lib, irsiy axborotni saqlash va avloddan-avlodga o'tkazish vazifasini bajaradi.

DNK birlamchi tuzilishida ham RNKdagi singari nukleotidlar o'zaro bir-biri bilan fosfat kislota qoldiqlari orqali bog'lanib, zanjir hosil qiladi. Uning tarkibida purin va pirimidin asoslarining miqdori o'zaro teng bo'ladi. DNK tarkibiga ko'p sondagi ( $2 \cdot 10^9$ ) nukleotidlar kiradi. Har bir organizm ma'lum bir takrorlanmas nukleotid tarkibiga ega. Uning tarkibi shu organizm hujayrasida istalgan yoshda va istalgan fiziologik holatda o'zgarmasdir.

DNKning nukleotid tarkibi to'g'risidagi ma'lumotlar asosida 1953 yilda Uotson va Krik DNK molekulasining qo'sh spiralli tuzilishi to'g'risidagi gipotezani taklif etgan. Bu gipoteza keyinchalik eksperimental tasdiqlandi. Rengenostruktura ma'lumotlarining ko'rsatishicha, DNK molekulasining fazoviy holati davriy takrorlanadi. U qo'sh spiralsimon holatga ega (6-rasm) bo'lgan polinukleotid zanjiridan tashkil topgan. Molekulada azotli asoslar spiral ichida joylashsa, uglevod va fosfat kislota qoldiqlari esa spiral tashqarisida joylashgan.

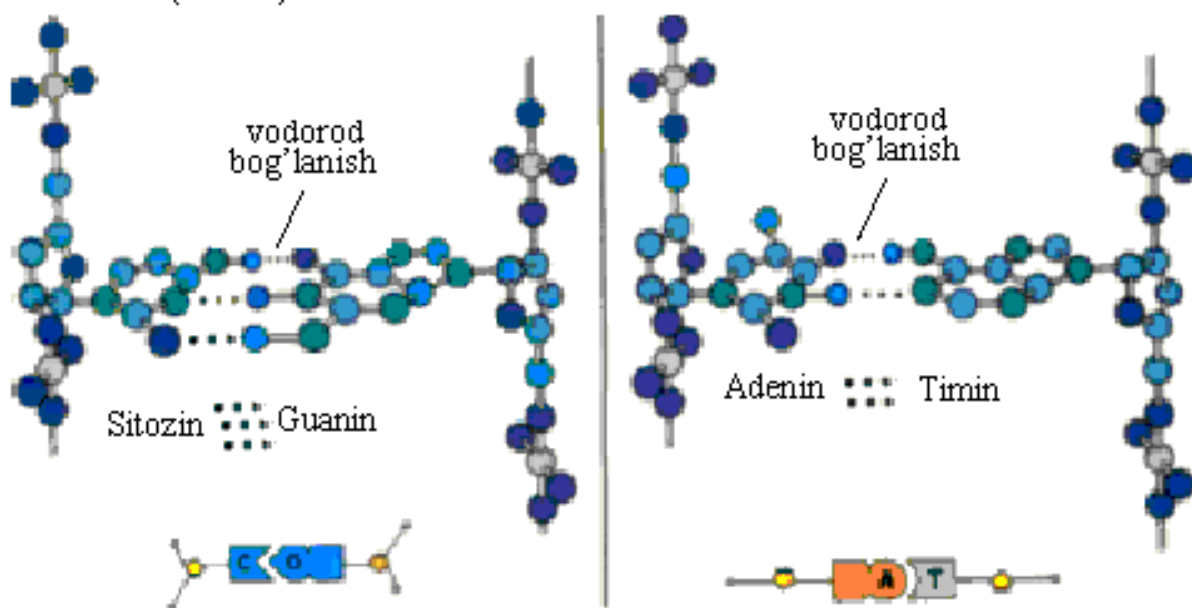
DNK molekulasi bir-biriga o'ralgan ikki zanjirdan iborat. Molekulaning bunday tuzilishi ikkala zanjirdagi azotli asoslar orasida vodorod bog'lanish vujudga kelganligidandir (7-rasm).



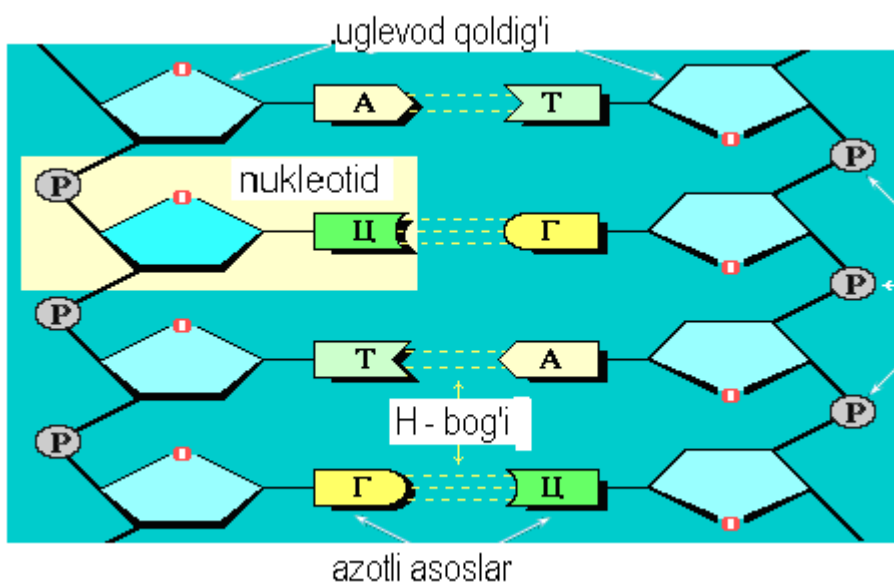
5-rasm. DNK tuzilishining Uotson-Krik modeli.

Bugungi kunga kelib aniqlanishicha, DNK ning bir necha konformatsiyalari mavjud. DNK suvli eritmalarda kristall holatda B-shaklda bo'ladi. Uning bu shaklida molekulaning yo'g'onligi  $2\text{ nm}$ , azotli asoslar orasidagi masofa  $0,34\text{ nm}$ , molekula bir to'la o'ramining uzunligi  $3,4\text{ nm}$  ga va bu o'ramdagi nukleotidlar soni 10 taga teng (*5-rasm*). DNK gidratlanish darajasining pasayishi uning A-konformatsiyaga o'tishini ta'minlaydi. DNK A-shaklida qo'sh asoslar orasidagi masofa  $0,26\text{ nm}$ , molekula bir to'la o'ramining uzunligi  $2,86\text{ nm}$  ga va bu o'ramdagi nukleotidlar soni 11 taga teng. Molekulaning A-shakldan B-shaklga va aksincha holatga o'tishi erituvchi tabiatiga bog'liq. Molekulaning bunday shakllarga o'tib turishiga sabab, DNK qo'sh zanjiridagi azotli asoslar va dezoksiriboza halqasining o'z konformatsiyasini o'zgartirishidir. Bugungi kunga kelib DNK ning Z-konformatsiyasi ham aniqlangan. Uning Z-shakli A-va B-shakillaridan farq qilib ikkala zanjir faqat chap tomonga qarab o'ralgan bo'ladi.

DNK qo'sh spiralida bir zanjirdagi azotli asos **komplementar** holda q'o'shni zanjirdagi asos bilan bog'lanadi. Bunda doimo adenina-timin(A-T) va sitozinga-guanin (S-G) muvofiq keladi. Bu komplementarlik azotli asoslar orasida vodorod bog'lanish (*6-rasm*) hosil bo'ladi.



6-rasm. A-T va G-S orasida vodorod bog'larining hosil bo'lishi

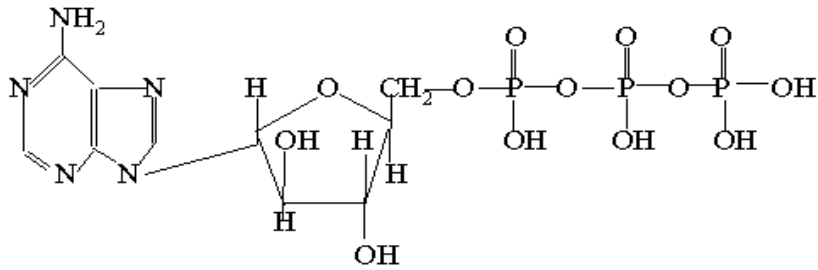


7-rasm. DNK molekulasidagi azotli asoslar orasida komplementarlik

Turli tabiiy manbalardan ajratib olingan DNK tarkibini o'rganib 1950 yilda Chargaff bir qator qonunlarini yaratdi. Bugungi kunda bu qonunlar **Chargaff qoidalari** deb ataladi.

1. DNK molekulasidagi purin asoslari, ya'ni adenin va guaninning molyar konsentratsiyasining yig'indisi pirimidin asoslari-sitozin va timinning molyar konsentratsiyasi yig'indisiga teng:

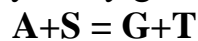
$$\text{Purin} = \text{pirimidin} \quad \text{yoki} \quad \mathbf{A+G = S+T} \quad \text{yoki} \quad \mathbf{A+G/S+T = 1}$$



2. Adenin molyar konsratsiyasi timinnikiga, guanin molyar konsratsiyasi sitozinnikiga doimo teng.



3. DNK zanjiridagi 6-aminoguruhli asoslar miqdori 6-ketoguruhli asoslar miqdoriga teng, ya'ni adenin va sitozin molyar konsratsiyalarining yig'indisi guanin va timin molyar konsratsiyalari yig'indisiga teng bo'ladi:



4. Guanin bilan sitozin molyar konsratsiyalari yig'indisining adenin bilan timinning (DNK molekulasida yoki uratsil RNK molekulasida) molyar konsratsiyalari yig'indisiga nisbatan turli manbalardagi nuklein kislotalarda turlicha bo'ladi. Bu spetsifiklik koeffisienti deb ataladi.

Yuqsak hayvonlar va o'simliklar DNKsi AT turiga mansub bo'lib, ularda AT juftlarining miqdori GS juftlarning miqdoriga nisbatan ko'p. Ularda GS miqdori 28-50 % atrofida o'zgarib turadi. Zambrug'lar, bakteriyalar va suv o'tlarda GS miqdori 28-70 % atrofida o'zgarib turadi. Shuning uchun ularning DNKsi ko'pincha GS turiga mansub bo'ladi.

Hujayrada DNK juda ixcham holda taxlangani uchun uchlamchi tuzilishni hosil qiladi. DNK doimo hujayra yadrosida joylashgandir. Uning molekulyar massasi juda yuqori,  $10^7$ - $10^{10}$ ga teng.

### DNK va RNK ning biologik roli

Nuklein kislotalar organizmda eng muhim biologik funksiyalarni bajaradi. DNK irsiy informatsiyani avloddan-avlodga o'tkazishda genetik kod vazifasini bajarsa, RNK oqsillar sintezini boshqaradi. Organizm va hujayra haqidagi barcha ma'lumotlar hujayra yadrosidagi xromosoma va genlarda kodlangan bo'ladi. Irsiy axborot kodlangan holdagi nukleotidlar to'plamidan iboratdir. DNK turli oqsillar tarkibi va funksiyasini kodlab beradi. U DNKning ma'lum qismidan ma'lumotni ko'chirib olib, shu ma'lumot asosida hujayrada oqsil sintez qilish vazifasini bajaradi. Har bir RNK oqsil sintezida ma'lum bir vazifani bajaradi. Masalan, rRNK ribosoma tuzilishini hosil qilsa, mRNK sintez qilinadigan oqsil zanjiri uchun ma'lumotni DNKning ma'lum bir qismidan axborotni ko'chirib olish jarayonida sintezlanadi va uning nukleotidlar tarkibi sintezlanadigan oqsil zanjiri uchun aminokislotalarni kodlab beradi va nihoyat tRNK mRNK molekulasidagi informatsiyaga asosan oqsil sintez qilinadigan joyga aminokislotalarni tashib beradi.



Bunda har bir tRNK o'zining spetsifik aminokislotasini bog'lab oladi va sintez joyiga yetkazadi. Oqsil sintezi uchun 20 ta aminokislota ishlatilsa ham, tRNK lar soni 60 ta. Bu ba'zi bir aminokislota ga bir nechta tRNK to'g'ri kelishidan va sintez qilinadigan oqsilning tarkibi turli-tumanligidan dalolat beradi.

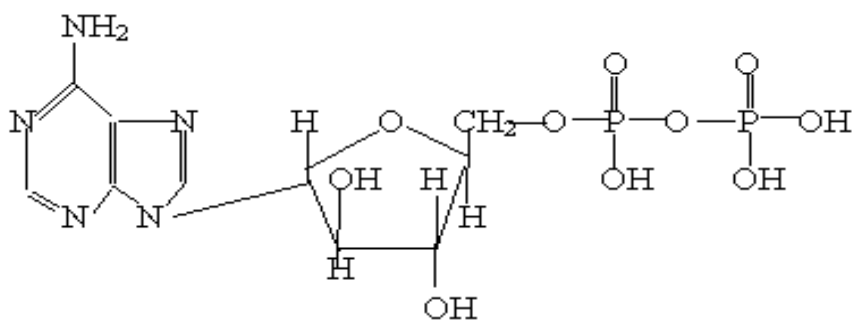
### ATFning hujayradagi energetik roli

Organizm da juda ko'p trifosfonukleotidlar uchraydi. Ular eng avvalo nuklein kislotalar sintezi uchun juda muhimdir. Chunki ular polipeptid zanjirini hosil qilishda ishtirok qiladi. Bundan tashqari juda ko'p reaksiyalarni koferment sifatida katalizlaydi. Bular orasidan hujayra bioenergetikasida adenzintrifosfat (ATF)ning roli beqiyosdir. Undan adenzinsiklaza fermenti yordamida siklik adenzin monofosfat hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan nukleotid biologik jihatdan faol bo'lib, gormonlar ta'sirida hujayra metabolizmida qatnashadi.

ATF barcha tirik hujayralarda energiyani hosil qilish, saqlanishi va tashilishida ishtirok qiladi. Bu moddaning muhim xususiyati shundaki, molekula tarkibidagi yuksak energiyaga ega bo'lgan (makroergik) bog'lar uzilishidan oddiy kimyoviy bog'ga qaraganda 4-5 baravar ortiq energiya ajraladi. Adenzintrifosfataza fermenti ishtirokida ATF dan bir molekula suv ajralib ADF hosil bo'ladi va bu reaksiyada 8 kkal energiya ajraladi.



ADF ham ATF singari makroergik birikma bo'lishidan tashqari, u tarkibida ikki molekula fosfat kislotaga qoldig'ini saqlaydi.



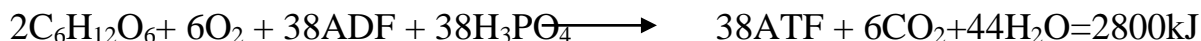
ADF

ADF moddalar almashinuvining oraliq bosqichida muhim rol o'ynaydi. Chunki u aerob fosforlanish jarayoni uchun birlamchi akseptordir. Bundan tashqari ADF dan bevosida miokinaza fermenti ishtirokida ATF sintezlanadi. Bu jarayonda miokinaza bir molekula ADF dagi fosfatni boshqasiga o'tkazadi va natijada ATF va AMP hosil bo'ladi.



Adenzinmonofosfat makroergik birikma emas, unda fosfat kislotasi riboza bilan oddiy fosfofir bog' hosil qilgan.

Adenozintrifosfat (ATF) uglevodlarning anaerob va aerob parchalanishidan hosil bo'ladi. Bu jarayonni quyidagi umumiy tenglama bilan ifodalash mumkin:



Tenglamadan ko'rinib turibdiki, uglevodlar almashinuvi jarayonida 38 molekula ATF hosil bo'ladi.

**Tayanch tushinchalar:** Nuklein kislota, DNK, RNK, tRNK, iRNK, rRNK, ATF, ADF, AMF, purinli va pirimidinli asoslar, adenin, guanin, sitozin, timin, uratsil, fosfat kislota, riboza, dezoksiriboza, genetik kod, oqsil sintezi, komplementarlik, qo'shaloq speral, nukleozid, nukleotid, polinukleotidlar

### Nazorat savollari

1. Nuklein kislotalar organizmda qanday funksiyalarni bajaradi?
2. Nuklein kislotalarning elementar tarkibi qanday?
3. Nuklein kislotalar tarkibiga kiradigan azotli asoslar?
4. RNK ning tuzilishi va funksiyalari qanday?
5. DNK ning biologik roli va tuzilishini izohlang.
6. Nukleozid, nukleotid va polinukleotidlar qanday tuzilgan?
7. ATF ning organizmdagi vazifasi.

### V-BOB. FERMENTLAR.

1. Fermentlar – biologik katalizatorlar. Fermentlar haqidagi ta'limotning shakllanishi
2. Fermentlarning kimyoviy tabiati.
3. Fermentativ reaksiyalarning kinetikasi haqida tushuncha.
4. Fermentativ reaksiya tezligiga ta'sir etuvchi omillar.
5. Fermentlar klassifikatsiyasi. Fermentlarning amaliyotda qo'llanishi.
6. Fermentlar faoliyatida vitaminlarning roli.

#### 1. Fermentlar – biologik katalizatorlar. Fermentlar haqidagi ta'limotning shakllanishi

Fermentlar oqsil tabiatli moddalar bo'lib, hujayra va organlarning to'qimalari tarkibiga kiradi va biologik katalizator sifatida muhim ro'l o'ynaydi. Hayotning hamma shakllari kimyoviy o'zgarishlar bilan bog'liq. Bu o'zgarishlar xilma-xil va juda murakkab bo'lishiga qaramay, tirik organizmlarda ularning hayot sharoitiga muvofiq harorat, bosim va kislotali-ishqorli muhit, moddalar konsentratsiyasida fiziologik funksiyalarning normal kechishini ta'minlovchi sur'atda o'tadi.

Organizmdagi barcha reaksiyalar fermentlar (enzimlar) deb ataladigan maxsus katalizatorlar ishtirokida boradi.

Fermentlar qudratli katalizatorlardir, ularning samaradorligi sintetik katalizatorlarnikidan ko'p marta ortiqdir. Agar reaksiyalarni zarur darajada tezlashtirmasa, mavjud sharoitda organizmlarda hayot uchun muhim birorta fiziologik jarayonning kechishi ham mumkin bo'lmas edi.

Fermentlar kimyoviy tabiatiga ko'ra oqsil moddalar bo'lib, reaksiya jarayonida katalizator sifatida ta'sir ko'rsatadi, ya'ni reaksiyaning faollanish energiyasini kamaytiradi va uni energetik to'sig'i (baryeri) past bo'lgan aylanma yo'l orqali o'tkazadi. Organizmda kechadigan kimyoviy reaksiyalar uchun katalizatorlar uning o'z hujayralarida sintez qilinadi. Bu fermentlar hayot jarayonida to'xtovsiz yangilanib, zaruriy me'yorida bevosita tayyorlanib, hayotning uzluksiz kechishini ta'minlaydi.

Fermentlarning roli haqidagi dastlabki tushunchalar ovqatning hazmlanishi va bijg'ishi (achishi) kimyoviy mexanizmini o'rganish jarayonida paydo bo'ldi.

Ferment so'zi birinchi marta XVII asrning boshlarida mashhur golland tabiatshunosi Van-Gel'mont tomonidan ovqat hazm bo'lishi jarayonida oziq moddalarning kimyoviy o'zgarishi uchun zarur bo'lgan maxsus agentlarga nisbatan qo'llangan edi. Bu so'z lotincha "*fermentare*" – *to'lqinlatuvchi* degan ma'noni anglatadi. Oshqozon shirasi ta'sirida go'sht hazm bo'lganda, so'lak va o'simliklardan olingan turli ekstraktlar ta'sirida kraxmalni qandga aylanishida qandaydir katalitik jarayonlar kechishi haqida dastlabki ma'lumotlar XIX asrning boshida olindi. K.S.Kirxgoff 1814 yili unayotgan arpa doni (solod)dan olingan ekstrakt ta'sirida kraxmalni qandlashib, mal'tozaga aylanishini ko'rsatadi. L. Spalansan 1783 yilda ovqat hazm bo'lish jarayonini qushlarda o'rganib, oshqozon shirasi tarkibidagi qandaydir moddalar ta'sirida ovqat parchalanadi degan ishonchli xulosaga keldi. 1883 yilda Payen va Perso arpa doni ekstraktidan spirt bilan cho'ktirish orqali kraxmalni qandga aylantiruvchi *diastaza* deb ataladigan fermentni ajratib olishga muvaffaq bo'ladilar. Ana shunday diastaza aktivligi so'lakda ham uchraydi. Diastaza yunonchada *ajratuvchi* degan ma'noni bildiradi. Bu ferment hozirgi kunda amilaza deb ataladi.

Bungacha 1781 yil Permante mineral kislotalar ta'sirida kraxmalni qandlash mumkinligini kuzatdi. Shunday qilib, jonsiz tabiatda uchraydigan katalizatorlar kabi, tirik hujayralarda va ulardan tayyorlangan ekstraktlarda ham reaksiyalarni tezlatuvchi maxsus biologik katalizatorlar mavjud ekanligi isbotlandi va kelib chiqishi ikki xil bo'lgan bu katalizatorlarning ta'sir etish usulida farqning yo'qligi aniqlandi.

Dastlabki davrda ferment so'zi faqat achish jarayoni bilan bog'liq holda qabul qilinib, achitqilarning o'zi achish fermenti deb qaralib, ularning ta'siri tirik organizm bilan bog'liq degan xulosaga kelindi. Hujayradan tashqarida ta'sir etadigan biokatalizator, ya'ni tashkil topmagan fermentlar 1878 yilda Kyune tomonidan fanga kiritilgan enzim (yunoncha enzime-“achitqi ichida” degan ma'noni beradi) nomi bilan yuritila boshlandi.

Achitqi tarkibidan ajratib olingan moddalar katalitik xususiyatga ega ekanligi olimlarda katta qiziqish uyg'otdi va o'z navbatida o'sha davrda mavjud bo'lgan "vitalistik" nazariyaga zarba berdi. Yig'ilgan materiallar bilan mashhur olim I. Berselius tanishib chiqib kimyoviy jarayonlarning tezlashishini kataliz hamda kimyoviy reaksiyalarni tezlatuvchi moddalarni katalizatorlar deb atadi. U bijg'ish jarayonlarini ham katalitik jarayonlarga kiritdi. Berselius katalitik jarayonlar qandaydir yashirin sirlar ta'sirida boradi va bu sirdan inson voqif bo'la olmaydi deb hisobladi. Uning bu qarashlari vitalistik g'oyalarga egaligi uchun o'z vaqtida zamondoshlari tomonidan tanqid qilindi.

Mashhur fransuz olimi mikrobiolog Lui Paster (1822-1895) achish jarayonini har tomonlama o'rganib, spirtli bijg'ish faqat mikroorganizmlar – achitqilar hayoti bilan bog'liq deb, ulardagi fermentlarni hujayradan tashqarida ta'sir ko'rsatadigan "tashkil topmagan" fermentlarga–enzimlarga qarshi qo'yadi. Nemis olimi Libix (1803-1873) va uning tarafdorlari fermentlarni bunday tubdan farqlanadigan ikki guruhga bo'linishiga e'tiroz bildirib, achitqilar va boshqa organizmlarning achitish xossalari bu organizmlarning hayot faoliyatiga emas, balki enzimlardan prinsipial farqi bo'lmagan hujayra ichidagi fermentlarga bog'liq ekanligini ta'kidladi. Ammo, u vaqtda bu fikrni tajriba yo'li bilan isbotlash imkoniyati bo'lmadi. Achitqilardan qandning achishini ta'minlovchi fermentlarni ajratib olishga qaratilgan, uzoq vaqt davom etgan urinishlar muvaffaqiyatsiz tugab, ko'pchilik olimlar L.Pasterning noto'g'ri fikrini ma'qullab keldilar. Bu muammo faqat 1897 yili Byuxner tomonidan hujayradan glyukozani tirik achitqilar singari etil spirt va karbonat angidridga parchalaydigan erkin achitqi ekstrakti olinishi bilan uzil-kesil hal qilindi, ferment va enzim nomlari orasidagi farq yo'qoldi. Hozirgi paytda ferment va enziim so'zlari sinonim bo'lib, bir ma'noda qo'llaniladi. Adabiyotlarda har ikkala iboradan deyarli teng foydalaniladi. Achitqilardan ajratib olingan ekstrakt – achish enzimi *zimaza* deb ataladi. Bu ekstrakt achitqilar shirasidan iborat bo'lib, Byuxner quritilgan achitqilarni hovonchada tuyib, yuqori bosim (500 atm) ostida uni ajratib olgan edi. Tez vaqt ichida rus olimi A.N.Lebedev quritilgan achitqilarni iliq suvda ivitib, zimazani sodda usul bilan olish yo'lini topdi. Mana shu vaqtdan boshlab achish jarayonining kimyoviy asosini chuqur o'rganishga kirishildi.

## **2. Fermentlarning oqsil tabiati**

Fermentlarni turli biologik materiallardan toza holda ajratib olish va tozalangan ferment preparatlarining fizik-kimyoviy xossalarni o'rganish jarayonida ularning oqsil moddalar ekanliklari aniqlandi. Fermentlar oqsillar kabi, yuqori molekulyar, kolloid tabiatga ega bo'lib, yarim o'tkazgich orqali o'tmaydi, temperaturaga chidamsiz (termolabil), yuqori haroratda denaturatsiyaga uchraydi. Harorat ko'tarilishi bilan fermentlar tabiatining o'zgarishini kuzatib borish juda qulay, chunki sodir bo'lgan o'zgarishlar darhol ularning faolligida o'z aksini topadi.

Ferment preparatlari isitilganda denaturatsiya jarayoni ferment aktivligining pasayishi bilan birga boradi. Oqsil to'la denaturatsiyaga uchratilganida, ya'ni 100<sup>0</sup>C gacha qizdirilganda ferment faolligi ham yo'qoladi. 20-yillarning o'rtalarida va

undan keyingi yillarda bir qator fermentlar kristall shaklida olingach, barcha fermentlar, oqsil modda, fermentativ faolligi, shubhasiz, oqsilga mansub xususiyat ekanligi tasdiqlandi.

Birinchi kristall ferment- *ureaza* 1926 yilda Samner tomonidan olindi. Bu preparat birinchi marta sof holda ajratib olingan kristall holdagi oqsil edi. 20-yillarning oxirida va 30-yillarda Camner hamda Nortrop eritmani ammoniy sulfat bilan turli darajada to'yintirish, fermentlarni spirt va atseton bilan cho'ktirish orqali bir qator fermentlarni kimyoviy toza kristall holda ajratishga muvaffaq bo'ldilar. Bular orasida oshqozon-ichakning proteolitik fermentlari - pepsin, pepsinogen, tripsin, tripsinogen, ximotripsin, karboksipeptidaza va boshqalar bor. Hozirgi paytda mingga yaqin fermentlar kashf etilgan va ularning ko'pchiligi kristall holda ajratib olingan.

Shunday qilib, barcha fermentlar oqsil moddalar, ularning katta guruhi bir komponentli, faqat oqsilning o'zidan iborat, ikkinchi guruhiga ikki komponentli, oqsil qismdan tashqari, prostetik guruhga ham ega. Ba'zi ikki komponentli fermentlarda prostetik guruh oqsil molekulasini bilan mustahkam konyugirlanib murakkab oqsil - proteid hosil qiladi. Bular qatoriga, masalan, hujayra nafas olishining asosiy fermentlari-sitoxromlar, katalaza, peroksidaza kiradi. Ularning tarkibidagi prostetik guruh qattiq bog'lanib, metalloproteinlarni hosil qilgan. Ikki komponentli fermentlarda qo'shimcha prostetik guruh rolini mikroelementlar ionlari, vitaminlar, nukleotidlar va boshqalar bajaradi. Bunday prostetik guruhlar **kofermentlar** deyiladi.

Bir komponentli fermentlar qatoriga, asosan, gidrolitik fermentlar kiradi. Haqiqatdan ham kristall shaklida olingan oqsil va unga yaqin birikmalarning mahsulotlarini gidrolitik parchalaydigan pepsin, pepsinogen, tripsin, tripsinogen, papain, ureaza va boshqa bir qator fermentlar gidrolizlanganda ulardan aminokislotalardan boshqa hech qanday komponent olishga muvaffaq bo'linmaydi. Aksincha, oksidlovchi-qaytaruvchi guruhlarni ko'chiruvchi fermentlarning aksari ikki komponentli ekanligi tasdiqlandi. Bular qatoriga, masalan, dehidrogenazalar, oksidazalar va turli ferazalar kiradi.

Bundan tashqari fermentlarning kimyoviy reaksiyada ishtirok qiladigan qismi **fermentning aktiv markazi (FAM)** deyiladi. Bu markaz polipeptid zanjirining ma'lum tartibda o'ralishidan hosil bo'ladi. Bunga sabab, polipeptid zanjirida joylashgan aminokislota qoldig'ining funksional guruhlari o'zaro bir-biriga yaqinlashganda ular orasida bog'lanish sodir bo'ladi. FAM asosan serin, treonin, metionin, gistidin, triptofan, arginin, lizin, tirozin, sistein, aspartat va glutamat kislotalarining radikallari hisobiga vujudga keladi.

Vitaminlar koferment sifatida fermentativ reaksiyalarda ishtirok qiladi. kofermentlar ta'sir mexanizmi katalizlovchi reaksiya tabiatiga bog'liq. Turli vitaminlar va ular hosilalari, nukleotidlar, uglevodlarning fosforli efirlari, turli organik birikmalar, metall atomlari va boshqalar kofermentlardir.

Kofermentlar shartli ravishda quyidagi guruhlariga bo'linadi:

1. Vodorod va elektron tashuvchi kofermentlar- bu guruhga oksidoreduktaza sinfiga taalluqli fermentlar bilan bog'liq nikotinamidli kofermentlar, flavinli kofermentlar, lipoat kislota va glutation kiradi.
2. Guruhlarni ko'chiruvchi fermentlar- bular qatoriga transferazalar sinfi bilan bog'liq bo'lgan adenzotrifosfat, uglevodlarning fosfatlari, attsetillash (atsillash) kofermenti piridoksal fermentlar kiradi.
3. C-C bog'larini uzish, sintezlash va izomerlash reaksiyalarining kofermentlari; tiaminpirofosfat, tiamin (B<sub>1</sub>) ning difosforli hosilalari.

Demak, kofermentlar tabiatan aminokislota bo'lmagan, koferment tarkibida bevosita ishtirok qiluvchi organik birikmalardir. Fermentning oqsil qismi **apoferment**, tarkibida koferment saqlagan birikmalar **xoloferment** deyiladi.

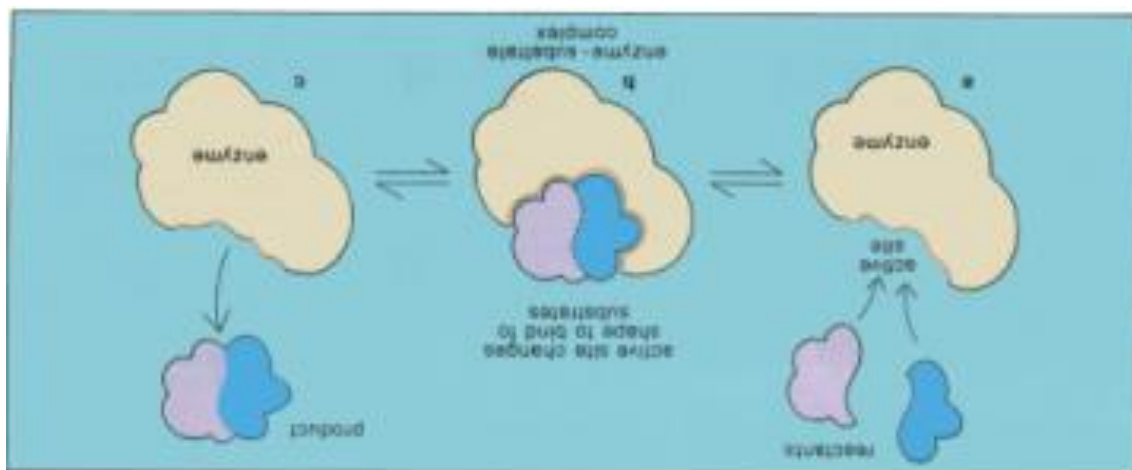
### 3. Fermentativ reaksiyaning energetik mexanizmi.

Fermentlar faollanish energiyasini pasaytirish bilan kimyoviy reaksiyalarni tezlatadilar. Fermentlar ta'sirida reaksiya sur'atini o'zgarishi umumiy reaksiya katalitik reaksiyalarning kechish qonuniyatlari asosida o'tadi.

Kataliz haqidagi hozirgi davr tushunchlarga binoan, molekular reaksiyaga kirishish oldidan "faollashgan holat" deb ataluvchi konfigurasiya davrini o'tishi lozim. Bunday holatda molekular normal sharoitdagiga nisbatan ortiqroq energiyaga ega bo'ladi. Bu energiya "faollanish energiyasi" deb atalib, kimyoviy reaksiya sur'atini aniqlovchi asosiy omildir. Reaksiyaning faollanish energiyasi qancha yuksak bo'lsa, uning sur'ati ham shuncha sekin va aksincha, faollanish qanchalik kam bo'lsa, reaksiya ham shunchalik tez boradi. Faollanish energiyasi molekularlarning yaqinlashishi va reaksiyaga kirishuviga to'sqinlik qilib turadigan kuchlarni (energetik to'siqni) yengish uchun zarur. Demak, reaksiyaga shu reaksiyaning energetik to'sig'idan ortiqroq energiyaga ega bo'lgan molekular kirishadi. Faollangan molekularning soni qancha ko'p bo'lsa, reaksiya sur'ati ham shuncha tez bo'ladi. Tebrangan molekular soni reaksiya sur'ati bilan to'g'ri va faollanish energiyasi bilan teskari mutanosibdir. Ammo molekularlarni faollantirish uchun energiya (issiqlik, yorug'lik) sarf etish kerak.

Ferment ta'siri mexanizmining hozirgi zamon tushunchasiga muvofiq, katalitik reaksiyada enzim (E) avvalo u ta'sir etadigan, fermentativ kinetikada substrat nomi bilan yuritiladigan modda –S bilan qaytalama parchalanadigan ferment substrat kompleksni hosil qiladi. So'ngra bu kompleks reaksiya mahsulotlariga (P) parchalanib, ferment erkin holda ajralib chiqadi:





8-rasm. Ferment va substratning o'zaro ta'siri

Reaksiya faollanish energiyasining kattaligi uning energiya ajratishi (ekzogonik) yoki energiya yutishi bilan (endogonik) borishiga bog'liq bo'lmay, faqat reaksiya issiqligi va erkin energiyaning reaksiya davomida o'zgarishi bilan boshlang'ich va oxirgi mahsulotlarning issiqlik zahiralari, ya'ni ish bajarish qobiliyatlari yig'indilarining farqigagina bog'liq. Faollanish energiyasining kattaligi esa, bulardan qat'iy nazar, reaksiya borishi uchun molekulalarning ortiqcha energiyaga ega bo'lishining zarurligini ko'rsatadi. Faollanish energiyasining bir qadar kamayishi reaksiya sur'atini ancha oshirib yuborishi mumkin.

**Fermentlar-biologik katalizatorlar.** Fermentlar ham boshqa barcha katalizatorlar kabi, faqat o'z-o'zidan o'tishi termodinamik jihatdan ehtimol tutilgan, ammo katalizatorlar ishtirok etmaganda juda past sur'atda o'tadigan kim-yoviy jarayonlarnigina tezlatadi. Bundan tashqari, fermentlar va katalizatorlarning quyidagi xususiyatlarini ta'kidlab o'tish lozim:

1. Ular juda kam miqdorda ham yuksak samara beradilar: 1 minut davomida 1 mol ferment ishtirokida o'zgaradigan substrat miqdori 100 mol dan 300 000 molgacha bo'lishi mumkinligi fermentativ reaksiyalarning qanday tezlik bilan kechishini ko'rsatadi.

2. Katalizatorlar reaksiya oxirida o'zgarmay qoladi. Fermentlar reaksiya davomida ferment – substrat kompleksini hosil qilib, oraliq reaksiyaga kirishadi, lekin reaksiya sikli tugashi bilan ferment qayta tiklanadi. Ammo fermentlar oqsil modda bo'lgani uchun reaksiya davomida qisman denaturatsiyali o'zgarishlarga uchrashi mumkin.

3. Katalizator reaksiya muhitida substratga qaraganda juda kam miqdorda bo'ladi, qaytar reaksiyaning muvozanat holatiga ta'sir etmaydi va reaksiyani tezlatadi.

4. Fermentlar va boshqa katalizatorlar ham kimyoviy reaksiyalarni tezlatishda spetsifiklikka (o'ziga xoslikka) ega, ya'ni katalizatorlarning katalitik ta'siri ma'lum tipdagi kimyoviy reaksiya bilan chegaralanadi. Spetsifiklik oqsil bo'lmagan katalizatorlarga qaraganda fermentlar uchun yuksak darajada xarakterlidir.

#### 4. Fermentativ reaksiya tezligiga ta'sir etuvchi omillar

Enzimatik reaksiya kechishiga bir qator omillar ta'sir ko'rsatadi.

*Substrat konsentratsiyaning ta'siri.* Ferment ta'sirining tezligi ferment substrat kompleksining konsentratsiyasiga bog'liq. Fermentning maksimal ta'siri uchun substratning katta, odatda organizmda uchraydigan miqdoridan ancha yuksak konsentratsiyasi talab qilinadi. Fermentlarning organizmda ta'siri eksperimental sharoitdagiga qaraganda kamroq samaralidir. Enzim-substrat kompleksi massalar ta'siri qonuni bo'yicha dissotsilanganligidan substratning yuqori konsentratsiyasi uning dissotsiatsiyasini bosib turadi.

Mixaelis-Menten formulasiga binoan substrat konsentratsiyasi  $K_M$  ga teng bo'lganda, ferment-substrat bilan to'yinganda kuzatiladigan maksimal tezlikning faqat yarmigagina erishiladi. Substrat konsentratsiyasi deyarli past bo'lganda reaksiya sur'ati konsentratsiyaning to'g'ri chiziqli funksiyasini ifodalaydi. Mixaelis konstantasi naqadar kichik bo'lsa, enzim-substrat kompleksi ham shu qadar mustahkam bo'ladi.  $K_M$  ning ahamiyati shundaki, u enzimning yaxshi aniqlanadigan muhim miqdori xarakteristikasini beradi. Bundan tashqari, eksperimental yo'l bilan kirishib bo'lmaydigan sharoitda (masalan, substrat yetarli darajada erimaydigan hollarda)  $K_M$  ni aniqlash orqali enzimatik ta'sirni hisoblab chiqarish imkonini beradi.

**Vodorod ionlari konsentratsiyaning ta'siri.** Enzimlarning katalitik faoliyati muhit pH ga bog'liq. Har bir enzim, odatda pH ning ma'lum chegarasida, aksari, tor chegarada maksimal faollikka ega bo'ladi. Uning kattaligi fermentning pH optimumi deyiladi. Enzim optimumga yaqin pH chegarasida ham ta'sirini yo'qotmaydi, lekin uning faolligi pasayib ketadi.

Proteologik fermentlar ham ma'lum pH chegarasida faol bo'lib, masalan, pepsin 1,5-2,5 orasida tebranadigan optimumga ega, shu bilan birga, turli oqsillarga nisbatan optimum farqli ekanligi aniqlangan. Fermentlarning ma'lum pH chegarasida maksimal faollikka ega bo'lishi, ularning oqsilga xos tabiatidan kelib chiqadi. Fermentlar barcha oqsillar kabi, amfoter elektrolit bo'lganidan muhit pH ga qarab turli ion shakllarida mavjud bo'ladi. Barcha ion shakllaridan, asosan, pH optimumida uchraydigan faqat bittasini katalitik faollikka ega deb faraz qilish mumkin. Yuqori kislotali va ishqoriy darajalarda denaturatsiya o'zgarishlari tufayli enzimlarning ko'pchiligi faolligini yo'qotadi (faolsizlanadi).

**Temperaturaning ta'siri.** Kimyoviy reaksiya tezligiga temperaturaning o'zgarishi katta ta'sir ko'rsatadi va ko'pincha, temperatura ko'tarilishi bilan reaksiya sur'ti ortadi. Fermentativ reaksiyalar ham mana shu umumiy qoidaga bo'ysunadi. Ammo fermentlar oqsil modda bo'lib, yuqori temperaturada denaturatsion o'zgarishlarga uchraganidan temperatura ko'tarilishi bilan, bir tomondan, reaksiya tezlashsa, ikkinchi tomondan, ferment buzilib, uning faolligi yo'qoladi.

Temperatura  $10^0$  C ga ko'tarilganda kimyoviy reaksiyaning tezligi taxminan, 2-3 marta ortishi ma'lum.  $20-30^0$  da aksari enzimatik reaksiyalarning temperatura koeffisienti 2-3 ga teng bo'ladi. Yana shuni ta'kidlab o'tish lozimki, fermentativ reaksiyaning temperatura optimumi turli sharoit va muddat uchun qat'iy, o'zgarmas



omil emas. Agar tajriba qisqa vaqt davom etsa, temperatura optimumi balandroq b'lishi mumkin, chunki bu orada fermentning denaturatsiya o'zgarishi chuqur bormaydi, ammo bu vaqtda temperatura reaksiya sur'atini yanada oshiradi. Past haroratda reaksiyaning kechishi sekinlashadi va u ko'pincha, 0<sup>o</sup> atrofida butunlay to'xtaydi. Shuning uchun biologik materiallarni sovutkichda saqlash, ko'p tajribalarni sovuq xonalarda o'tkazish ularni fermentativ parchalanishdan va shuningdek, fermentlarning buzilishidan saqlaydi.

**Spetsifik ingibitorlar ta'siri.** Fermentativ reaksiya bir qator kimyoviy moddalar ta'sirida ingibirlanishi mumkin. Bunday moddalar oqsillarga ta'sir etib, ularning konformatsiyasini buzadigan denaturatsiyaga sababchi bo'ladi va har xil fermentlarni tormozlaydi. Masalan, og'ir metallar tuzlari (Ag<sup>+</sup>, Cu<sup>+</sup>, Pb<sup>2+</sup>) formal'degid, SH guruhi bilan reaksiyaga kirishadigan birikmalar, alkaloidli reaktivlar (tannin, pikrat kislota, fosfovolframat kislota va boshqalar), umuman, oqsil strukturasi o'zgartirish, ularni cho'ktirish tufayli mana shunday ta'sir ko'rsatadi.

## 5. Fermentlar klassifikatsiyasi

Tirik hujayrada 1000 dan ortiq turli reaksiyalarni tezlatuvchi fermentlar uchraydi. Fermentlarni klassifikatsiyalashda ana shu reaksiyalar turlari asos qilib olingan. Barcha fermentlar oltita sinfga: oksidoreduktazalar, transferazalar, gidrolazalar, liazalar, izomerazalar va ligazalarga bo'linadi.

**1. Oksidoreduktazalar** – oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini tezlatuvchilardir. Biologik oksidlanish jarayonlarining borish usuliga ko'ra oksidoreduktazalarning o'zi bir necha sinflarga: degidrogenazalar, oksidazalar, gidroksilazalar va oksigenazalarga bo'linadi. Degidrogenazalar elektron va protonni bir substratdan boshqasiga o'tkazuvchi oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini, oksidazalar substrat vodorodini kislorodga o'tkazuvchi reaksiyalarni, gidroksilaza va oksigenazalar esa bir qator biologik oksidlanish reaksiyalarini katalizlaydi.

**2. Transferazalar** – turli atomlar guruhlarini bir molekuladan boshqasiga ko'chirish jarayonlarini katalizlaydi. Ularga: metiltransferazalar-CH<sub>3</sub>, atsiltransferazalar- RCO-, glyukotransferazalar- glikozid qoldig'i, aminotransferazalar-NH<sub>2</sub>, fosfotransferazalar-PO<sub>4</sub> qoldig'i kabi guruhlarini ko'chiruvchi fermentlarga bo'linadi.

**3. Gidrolazalar**- polisaxaridlar, lipidlar, oqsillar, nukleotid molekulari tarkibidagi efir yoki peptid bog'ini gidroliz qiluvchi fermentlardir. Ularga barcha ovqat fermentlari kiradi. Gidrolazalar kimyoviy tuzilishi va tabiatiga ko'ra: esterazalar, fosfotazalar, glyukozidazalar, peptidazalarga bo'linadi.

**4. Liazalar**-organik birikma tarkibidagi C-C, C-N, C-O bog'larini gidrolitik bo'lmagan uzush reaksiyalarini katalizlaydi. Ular ta'sirida suv, ammiak, CO<sub>2</sub> kabi molekular birikishi yoki ajralishi sodir bo'ladi.

**5. Izomerazalar**-molekulalarning qayta guruhlanishi yoki izomerlanish reaksiyalarni katalizlaydi. Bunda bir organik modda molekulari boshqa izomerga aylanadi. Ular reaksiya tipiga qarab: ratsemazalar va epimerazalar, sis-rtans

izomerazalar, ichki molekulyar oksidoreduktazalar, ichki molekulyar transferazalar va ichki molekulyar ligazalar bo'linadi.

**6. Ligazalar (sintetazalar)**- ATF yoki boshqa makroergik moddalar ishtirokida monomerlardan yuqori molekulyar polimerlarni (oqsillar, lipidlar, polisaxaridlar, nukleotidlar) sintez qilish reaksiyalarini katalizlaydi.

### **6. Fermentlarning amaliyotda qo'llanilishi**

Enzimologiyaning jadal rivojlanishi juda ko'p kimyoviy reaksiyalarni katta tezlik bilan o'tishini ta'minlaydigan bu kuchli omilni tobora keng qo'llanilishiga olib kelmoqda. Fermentlar sanoatda xomashyoni ishlashda (non yopish, vino, pivo pishirish, pishloq tayyorlashda, choy, tamaki, teri va mo'ynani, kulinariyada go'shtni yetkazishda) qo'llanadi. Keyingi yillarda kimyoviy texnologiyada organik moddalarni o'zgartirish (oksidlanish, qaytarilish, degidratasiya, kondensatsiya, dekarboksillanish) reaksiyalarini boshqarish uchun ham qo'llana boshladi. Sanoatda fermentlarni ishlatish tez rivojlanayotgan biotexnologiyaning markaziy qismi bo'lib, u sanoat enzimologiyasi deb ataladi. Uning hozirgi vaqtda jadal rivojlanishi sanoatda moddalarni sintez qilish, tozalash, ularni kimyoviy modifikatsiya qilish uchun birinchi fermentlarni qattiq organik yoki noorganik polimer tashuvchilarga kovalent bog'lar orqali ulanib tayyorlangan shakllari-immobilizatsiya qilingan fermentlarning qo'llanilishi bog'liq. Fermentlarni qattiq asosga bog'lab, ularni qimirlamaydigan qilish enzimlarning turg'unligini oshiradi.

Tibbiyotda fermentlar bir necha yo'nalish bo'yicha tadqiq qilinadi va qo'llaniladi. Qonda, siydikda, to'qima preparatlarida fermentlar miqdorini belgilash orqali kasallik diaqnozini aniqlash va uni kuzatib borish mumkin. Masalan, laktatdegidrogenaza va aminoferazalar izozimlarining qondagi miqdorini belgilash orqali yurak va jigar kasalliklarini bir-biridan ajratish va kasallikning kechishini kuzatish-enzimodiagnostika, uchinchi –enzimoterapiya-enzimlar bilan davolash, masalan, chandiqlarni proteolitik fermentlarni kiritish bilan so'rilishini tezlatish, fermentlarning yetishmasligi bilan bog'liq nasliy kasalliklarni tashqaridan enzim preparatlari kiritib davolash va boshqalar.

**Tayanch tushinchalar:** ferment, katalizator, enzim, substrat, koferment, oksidoreduktazalar, transferazalar, gidrolazalar, liazalar, izomerazalar, ligazalar, fermentlar knetikasi, enzimoterapiya, enzimologiya.

### **Nazorat savollari**

1. Fermentlar haqidagi ta'limotning yaratilishi haqida nimalarni bilasiz?
2. Fermentlar haqidagi ta'limotga hissa qo'shgan olimlar kimlar?
1. Fermentlar qanday tabiatli moddalar?
2. Oqsillar va fermentlar xossalarini taqqoslang.
3. Fermentativ reaksiy energetik mexanizmi haqida nimalarni bilasiz?
4. Fermentativ reaksiya tezligiga substrat konsentratsiyasi ta'siri qanday?
5. Fermentativ reaksiya tezligiga haroratning ta'siri qanday?
6. Fermentativ reaksiya tezligiga ingibitor ta'siri qanday?
11. Fermentlar qanday klassifikatsiyalanadi?

## **VI-BOB. VITAMINLAR**

- 1. Vitaminlarning yaratilish tarixi va muhim xossalari.*
- 2. Vitaminlarning klassifikatsiyasi.*
- 3. Suvda eruvchi vitaminlar.*
- 4. Yog'da eruvchi vitaminlar.*

### **1. Vitaminlarning yaratilish tarixi va muhim xossalari.**

Barcha tirik organizmlarning normal hayoti va rivojlanishi uchun doimiy ravishda ovqat orqali organizmga oqsillar, yog'lar, uglevodlar, mineral moddalar va suvdan tashqari, qandaydir qo'shimcha moddalar ham kirib turishi zarur ekanligi XIX asrning oxirida ma'lum bo'ldi. Bunday muhim xulosaning chiqarilishida rus olimi N.I.Luninning ajoyib kashfiyoti muhim ahamiyatga ega. U 1880-yilda turli mineral tuzlarning organizm uchun ahamiyatini o'rganish maqsadida bir guruh sichqonlarni tabiiy sut bilan, ikkinchi guruhini esa sut tarkibiga kiradigan kazein (oqsil), sut shakari (uglevod), yog' va mineral tuzlardan tayyorlangan "sun'iy sut" bilan boqqan edi. Ma'lum vaqt o'tgach, "sun'iy sut" bilan boqilgan sichqonlar kasallanib, o'la boshladi. Tabiiy sut bilan boqilgan sichqonlar esa qo'shimcha ovqat berilmasa ham normal ravishda o'saverdi. N.I. Lunin bu tajribalarga asoslanib, tabiiy sut tarkibida asosiy ovqat moddalardan tashqari, yana qandaydir, noma'lum, lekin hayot ucnun zarur boshqa moddalar ham bo'lishi kerak, degan fikrni birinchi bo'lib aytgan edi. Biroq N.I. Luninning ishlariga o'z vaqtida jiddiy ahamiyat berilmay, uning tajribalari unitib yuborildi. Ovqatda asosiy komponentlardan tashqari qo'shimcha moddalarning ham bo'lishi kerakligi haqidagi fikr ovqat bilan bog'liq kasalliklarning sababini o'rganish orqali ham vujudga keldi.

Ko'p yillar davomidagi kuzatishlar va tajribalar ovqat yetishmasligi natijasida bir qator kasalliklarning kelib chiqishini ko'rsatadi. Uzoq safarda bo'lgan dengizchilar va qurshovda qolgan shahar aholisi orasida uchraydigan singa(lavsha) kasalligi ko'p vaqt sabzavot, ho'l meva iste'mol qilinmasligi sababli paydo bo'lishi aniqlangan edi. O'tgan asrda sharqiy va janubiy –sharqiy Osiyo xalqlari orasida tarqalgan beri-beri kasalligi ovqatga, asosan oqlangan guruch iste'mol qilinishi tufayli, ayniqsa avj olib ketdi. Beri-beri kasalligining ovqatlanishga ayniqsa, kundalik ovqatning faqat guruchdan iborat bo'lishiga bog'liqligi ham e'tiborni jalb etgan edi. 1882- yilda Tanaki ovqatda go'sht, qora bug'doy va mevaning hissasini ko'paytirish orqali Yapon dengiz flotida beri –beri kasalligini yo'qotishga erishdi, ammo bundan no'to'g'ri xulosa chiqardi. Uning fikricha beri –beri kasalligi ovqatda oqsil yetishmasligidan kelib chiqadi va yetarli miqdorda oqsil iste'mol qilingandagina uning oldi olinar ekan. Holbuki, beri – berining oqsil yetishmasligidan emas, balki vitaminning yetishmasligidan paydo bo'lishi keyinroq ma'lum bo'ldi.

XIX asrining oxirlarida bir qancha vrachlar Angliyadan, ayniqsa kambag'al xalq orasida ko'p tarqalgan raxit kasalligini baliq moyi bilan davolashni o'rgana

boshladilar. Bu sohadagi keyingi tadqiqodlar Golland vrachi Eykmanning 1897-yili Yava orolida o'tkazgan muhim kuzatishlaridan so'ng yanada rivojlanib ketdi. Yosh vrach parrandalarda tajriba yo'li bilan beri – beri kasalligini hosil qilishga muvaffaq bo'ldi. U tovuqlarni mahbuslardan qolgan qaynatilgan guruch bilan boqqanda ularda odamlarda uchraydigan beri – beri singari, falaj kasalligi paydo bo'lganligini aniqladi. Tovular ovqatiga guruch kepagi qo'shib berilganda ular tuzalib ketgan. Bu tajribalardan Eykman guruch kepagida beri – beri kasalligini davolaydigan modda bor degan xulosaga keldi.

1907-yili Norvegiyada Xolis va Fryolix xuddi shunday muhim kashfiyot qildilar. Ular dengiz cho'chqachalariga sabzavot bermay, ularni faqat don bilan boqib, hayvonlarning singa kasalligi bilan og'riganligini aniqladilar. Keyinroq golland olimi Pakelxaring va mashhur ingliz ximigi Gopkins Lunin o'tgazgan tajribalarni takrorlab, hayvonlar faqat sof oqsil, uglerod, yog' va mineral moddalardan iborat ovqat bilan yashay olmasligini tasdiqladi. Gopkins oziq moddalar tarkibida hali aniqlanmagan qandaydir qo'shimcha omillar bor va raxit, singa kabi kasalliklarning sababi ovqatda shu moddalarning yetishmasligidir degan fikrni aytdi, ammo bu moddalar hali topilmagan, ularning tabiati ham noma'lum edi.

Vitaminlar haqidagi gipotezaning ta'rifi 1911-yilda Londonda ishlayotgan polyak olimi Kazimir Funk tomonidan berildi. U guruch kepagidan ovqatga oz miqdorda qo'shib berilganda ham beri – beri kasalligini davolaydigan kristall faol modda olishga muvaffaq bo'ladi. Funk shu birikmaning tarkibini tekshirib, unda amin shaklidagi azotning borligini aniqladi va bu moddaga hayot uchun zarur bo'lgan yangi bir kimyoviy birikma deb qarab, unga "vitamin", ya'ni *hayot amini* deb nom berdi.

Vitaminlar – organizmlarning o'sishi, yashashi va ko'payishi uchun zarur bo'lgan kimyoviy tabiati jihatdan quyi molekulyar moddalar guruhidir. Ular quyidagi belgilariga ko'ra tavsiflanadi:

- ularning ko'pchiligi inson organizmida sintezlanmaydi, shuning uchun doimiy ravishda ovqat bilan kirib turishi kerak. Ularning ba'zilar ichak mikrofloralarida sintezlanadi (B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, pantoten, folien kislotalari va b.), ba'zilar oz bo'lsa ham organizmda hosil bo'ladi (almashinmaydigan aminokislota triptofandan nikotin kislotasining sintezlanishi), biroq bu jarayon organizmning bu moddalarga bo'lgan talabini qondira olmaydi;

- ular energiya manbai yoki qurulish materiali emas. Ularga bo'lgan insonlarning talablari juda kam, sutkalik ehtiyojlari bir necha milligram (masalan, C-0,07g; B<sub>1</sub>-0,002g.; B<sub>12</sub>-0,000003g);

- kam miqdorda ovqat bilan organizmga kirib tursa ham organizmdagi muhim biokimyoviy jarayonlarda qatnashadi. Ko'pchilik vitaminlar fermentlarning (koferment) aktiv guruhlar tarkibiga kiradi va ular faoliyatining spetsifikligini ta'minlaydi;

- organizmga ularning yetarli darajada ovqat bilan kirolmasligi (yoki yomon o'zlashtirilishi), modda almashinuvining va fiziologik funksiyalarning buzilishiga

va hatto turli kasalliklarning (avitaminoz va gipervitaminoz) kelib chiqishiga olib keladi.

## 2. Vitaminlarning klassifikatsiyasi

Vitaminlar ikkita katta guruhga: **suvda eruvchi vitaminlar** va **yog'da eruvchi vitaminlarga** bo'linadi. Yog'da eruvchi vitaminlar organizmda zahira holda yig'ilishi natijasida ularning tasodifiy yetishmasligida kelib chiqadigan kasalliklarning oldi olinadi. Shuning uchun ham yog'da eruvchi vitaminlar organizmda doimo yetarli bo'ladi. Aksincha ovqat yordamida yog'da eruvchi vitaminlarning ortiqcha iste'mol qilinishi ular miqdorining organizmda ortib ketishiga, ayrim hollarda esa modda almashinuvidagi noqulay funksional o'zgarishlar (gipervitaminoz)ga olib kelishi mumkin.

Suvda eruvchi vitaminlar organizmda yig'ilmagani uchun ularning yetishmasligiga nisbatan ehtiyoj darhol seziladi. Suvda eruvchi vitaminlarning ovqat ratsionida yetishmasligi juda tezlikda modda almashinuvining spetsifik jihatdan buzilishiga olib keladi.

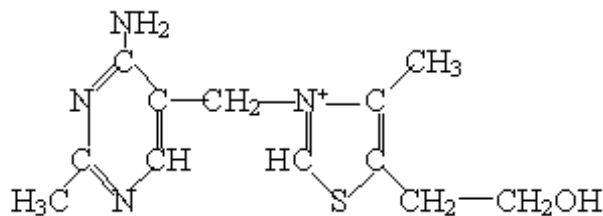
Organizmda uchraydigan ayrim moddalar (pangamat kislota, xolin, karnitin, vitamin U) borki, ular organizmda muhim ahamiyatga ega bo'lsalar-da, lekin xossalari jihatdan vitaminlardan farq qiladi, shuning uchun ular vitaminsimon moddalar deb ataladi.

Barcha vitaminlar ham organizmning hayot faoliyati davomida bir xil rol o'ynamaydi. Ayrim bir vitaminlarning yetishmasligi modda almashinuvining buzilishiga olib kelsa, ba'zilarining yetishmasligi nafaqat modda almashinuvini, balki ba'zi fiziologik funksiyalarning o'zgarishiga va uchinchi tur vitaminlarning uzoq vaqt organizmda yetishmasligi salomatlikning keskin yomonlashuvi, hatto o'limgacha olib kelishi mumkin. Inson organizmining yoshi, jinsi va xarakteridan kelib chiqqan holda eng muhim 10 xil vitaminlarda bo'lgan talab me'yori aniqlangan. Bu muhim vitaminlar va vitaminsimon moddalardan tibbiyotda va sport amaliyotida keng qo'llaniladi. Ularning ayrimlari haqidagi ma'lumot 5-jadvalda keltirilgan.

## 3. Suvda eruvchi vitaminlar.

**Tiamin** – B<sub>1</sub> vitamini. Bu vitamin birinchilardan bo'lib erkin holda ajratib olingandir. Kimyoviy tarkibi jihatdan pirimidin va tiazol halqalaridan tashkil topgan murakkab tuzilishli birikma hisoblanadi.

Vitamin tarkibidagi oltingugurt va aminoguruh unga shunday nom berilishiga sabab bo'lgan. Organizmning barcha to'qimalarida B<sub>1</sub> vitamini pirofosfat efiri-tiamindifosfat (kokarboksilaza) shaklida bo'ladi. Uilyams B<sub>1</sub> vitaminini kristall holda ajratib oldi va 1937 yilda uning tuzilishini belgilab berdi. Unga ko'ra tiamin molekulasi bir-biri bilan -CH<sub>2</sub> guruhi orqali bog'langan pirimidin va tiazol halqalaridan tuzilgan.



Tiamin suvda yaxshi eruvchi oq kristall modda bo'lib, kislotali muhitda ancha barqaror, hatto 120°C gacha qizdirilganda ham faolligini yo'qotmaydi. Neytral va ishqoriy sharoitda esa tez buzilib, piridin va tiazol halqalariga parchalanadi.

Pirofosfat efirlari ko'pincha jigar, yurak, buyrak va mushaklarda uchraydi. Ular ketokislotalarning dekarboksillanish jarayonini katalizlaydigan kofermentdir. Organizmda B<sub>1</sub> vitaminining yetishmasligida uglevodlarning normal almashinuvi buziladi, natijada organizmda ketokislotalar miqdorining ko'payib ketishiga olib keladi. Buning oqibatida, masalan, plevrit bilan kasallangan odamlarda pirouzum kislotasining oksidlanishi va kislorodning yutulish jarayoni pasayishi kuzatiladi. Natijada miya va boshqa to'qimalarda piruvvat kislota to'planadi.

Tiamin biosintez jarayonida ham muhim rol o'ynaydi. Tiamindifosfat boshqa ferment-trasketolaza tarkibiga kiradi, u pentoza shaklidagi uglevodlarni oksidlash jarayonida qatnashadi. Hosil bo'lgan pentozalar nuklein kislotalar biosintezida ishtirok etadi.

5-jadval

### Vitaminlar klassifikatsiyasi va ularga bo'lgan kunlik ehtiyoj

Vitamin va uning xillari	Kashf etilgan yili	Faol (yoki kofer-mentlik) shakli	Yetishmaganda kuzatiladigan sindrom avitaminozi	Biokimyoviy funksiyasi	Sutkalik ehtiyoj	Vitaminlarning asosiy manbalari
<b>Suvda eruvchi vitaminlar</b>						
B <sub>1</sub> -tiamin (antinevritik)	1926	Tiamin pirofosfat (TPF)	Beri-beri kasalligi, falajlik va yurak-qon tomirlarining buzilishi	Ketokislotalarni dekarboksillash	1,3-2,6 mg	Bug'doy mahsulotlari, boshqa hayvon mahsulotlari
B <sub>2</sub> -riboflavin (o'sish)	1932	Flavin adenin dinukleotid	Beri-beri kasalligi, falajlik va yurak-qon tomirlarining buzilishi	Ketokislotalarni dekarboksillash. Pentozalarni oksidlash	1,5-3mg	Sut va sut mahsulotlari, tuxum, go'sht, mevalarda
B <sub>6</sub> -piridoksin	1934	Piridoksal-5-fosfat	Spetsifik dermatit	Oqsil va aminokislotalar almashinuvini dekarboksillash	1,5-3 mg	Go'sht, baliq, kartoshka, karam, qora non

B <sub>12</sub> -sianko-bolamin	1948	B <sub>12</sub> koenzimi	Yomon sifatli kamqonlik	Metilen guruhlarini tashish va hosil qilish.	3 mkg	Go'sht va baliq mahsulotlar, tuxum, tvorog
B <sub>C</sub> -foliy kislotasi.	1941	Tetrogidro-folat kislotasi	Yomon sifatli kamqonlik	Biosintez jarayonida bir uglerodli birikmalarni tashish	0,2 mg	Jigar, ko'kat, mol go'shti, tuxum
PP-nikotin kislotasi	1937	NAD, NADF	Pellagra	vodorod atomini tashish.	15-20mg	Jigar, tuxum, qora non, sut, pishloq, kartoshka.
C-askorbin kislotasi	1925	-	Singa, skorbut	Oksidlanish va qaytarilish jarayonida qatnashadi.	60-100 mg	Kartoshka, karam, boshqa sabzavotlar, mevalar
P – sitrin (o'tkazuvchanlik)	1936	-	Singa	Mayda qon tomirlarining o'tkazuvchanligini kamaytiradi		Sitrus mevalari, limon shirasi, choy daraxti
H-biotin (mikroblar o'sish faktori)	1935	Biositin	Kamqonlik	Karboksillash kofermenti, CO <sub>2</sub> ni tashish	0,025 mg	Jigar, tuxum sarig'i
<b>Yog'da eruvchi vitaminlar</b>						
A- Singa	1913	Retinal	Shapko'rlik	Ko'rish radoksini sintezida, energiya almashinuvi, glyukoza sintezida	1mg	Jigar, sut, baliq, sariq yog', tuxum va pishloq
D-Kalsiferol	1922	1,25-dioksi-kalsiferol	Raxit	Fosfor va kalsiy almashinuvida	0,0025-mg	Baliq va baliq mahsulotlari, sut, sariq yog'

E-Tokoferol	1922	-	-	Elektronlarni tashish, membranani saqlash.	12-15 mg	O'simlik moyi, margarin, tuxum, jigar
K <sub>1</sub> va K <sub>2</sub> fillo-xinonlar	1935	1,4-naftaxinon	Qon ivimasligi.	Elektronlarni tashish va qonning ivishida qatnashadi	17-19 mg	O'simliklar yashil bargi va boshqa qismlari, pomidor, jigar

Insonlarning B<sub>1</sub> vitaminiga bo'lgan ehtiyoji 2-3 mg ga teng bo'lib, bu vitamin uglevodli oзуqalar tarkibida yog'li oзуqalarga nisbatan ancha ko'pdir. Tiamin miqdori pivo achitqisi, quruq non achitqisi, turli donlar, yorma, non, ayniqsa, qora non tarkibida, hayvon mahsulotlaridan jigarda va sabzavot mahsulotlaridan karamda ko'proq bo'ladi.

**Riboflavin** – B<sub>2</sub> vitamini. Bu vitaminni o'zining sariq, ayniqsa fluorensensiyasi sariq - yashil rangda bo'lgani uchun uni darhol rangidan aniqlash oson. Ular xarakterli sariq rangda bo'lib, suvda yaxshi eriydi va flavinlar deb ataladi. Sut tarkibiga kiruvchi pigment laktoflavin ajratib olib tekshirilganda uning tarkibi B<sub>2</sub> vitaminidan iboratligi aniqlandi.

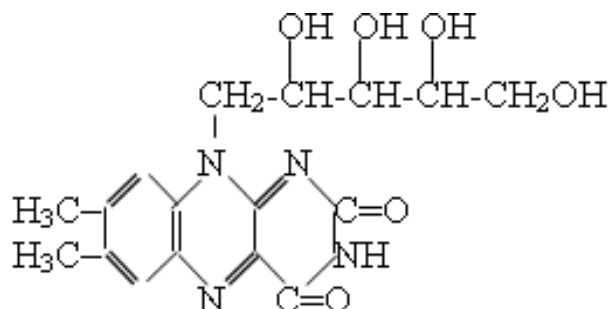
B<sub>2</sub> vitamin ba'zi mikroorganizmlar, yosh kalamushlar va boshqa hayvonlarning o'sishi uchun zarur. Shu sababli ham B<sub>2</sub> avitaminozining asosiy belgisi o'sishning to'xtashidir. Odam organizmida bu vitamin ichak mikroflorasi tomonidan sintezlanib turadi. Shuning uchun ham insonlarda B<sub>2</sub> avitaminozi kasalligi deyarli uchramaydi. Biroq ayrim hollarda uzoq vaqt ovqat tarkibida B<sub>2</sub> vitaminining bo'lmasligi lablarning bichilishi va til shilimshiq pardasining yallig'lanishiga olib keladi.

Odamning B<sub>2</sub> vitamininga bo'lgan kundalik ehtiyojini aniq belgilash qiyin bo'lsa ham kundalik oзуqa tarkibida organizmga kiradigan va undan chiqadigan vitaminning miqdoriga qarab hamda hayvonlarda olib boriladigan tajribalar asosida bu ehtiyoj 1,5-2,5 mg ekanligi aniqlangan. Riboflavin asosan, hayvon mahsulotlarida (go'ht, buyrak, miya), baliq, tuxum, sut tarkibida, ayniqsa, achitqilarda ko'p. Sabzavotlarda esa uning miqdori kamroq. Kundalik aralash ovqat, odatda, odam ehtiyojini ta'minlab turadi.

B<sub>2</sub> vitamini birinchi marta sutdan va bir qator boshqa ovqat mahsulotlaridan ajratilib olingan. B<sub>2</sub> vitaminning rangi sariq hamda fluorensensiyasi sariq-yashil bo'lganligi tufayli uni aniqlash qulay. Xarakterli sariq rangli, suvda eriydigan moddalar tabiiy mahsulotlarda ko'p bo'lib, flavinlar deb ataladi. Flavinar qatoriga kiruvchi sut tarkibidagi ferment-laktoflavin ajratib olib tekshirilganda uning B<sub>2</sub> vitamin bilan bir xil ekanligi ma'lum bo'ldi. Bu birikma tarkibida 5 uglerodli spirt-ribitol bo'lganidan u riboflavin deb atalgan.

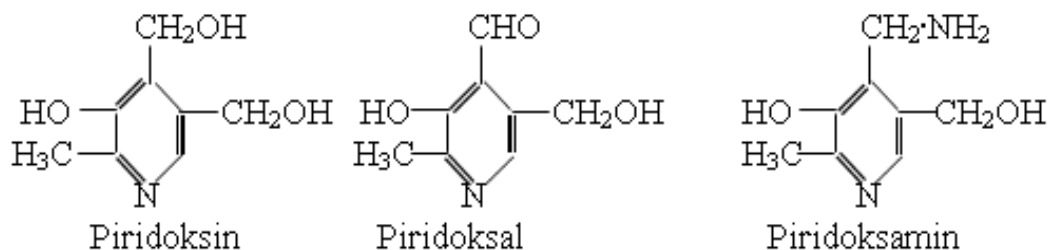


Riboflavinning kimyoviy tuzilishi uni sintez qilgan Kun va Karrer tomonidan belgilangan. Riboflavin izoalloksazinning hosilasi-6,7-dimetil-9-D-ribofilizoalloksazindir.



Riboflavin suvda yaxshi eriydigan sariq –qizg’ish rangli kristall modda, u issiqqa chidamli va ovqat pishirilganda masalliqdagi vitamin buzilmaydi

**Piridoksin** – B<sub>6</sub> vitamini. Bu vitamin xossalari jihatidan pirimidinning uch xil hosilalari: piridoksin, piridoksal va piridoksamin shaklida uchraydi.



Tirik organizmdagi modda almashinish jarayonida bu hosilalar bir-biriga o’tib turadi, inson organizmida piridoksal va piridoksamin aniqlangan.

Piridoksal va piridoksamin fosforlanib pirodoksalfosfat va pirodoksaminofosfatlarga aylanadi. Ular oqsillar almashinuvini boshqaruvchi muhim fermentlarning kofermentidir. Shuningdek, piridoksin uglevodlar almashinuvida qatnashadi.

Odamlarda B<sub>6</sub> avitaminoz alohida holda deyarli uchramaydi. Odamning kundalik ehtiyoji taxminan 1,5-2 mg hisoblanadi. B<sub>6</sub> vitamini hayvon va o’simlik mahsulotlarida keng tarqalgan. Piridoksin va uning hosilalari sholi kepagida, bug’doy murtagida, no’xat va loviyada, achitqilarda, hayvonlarning jigari, buyragi va go’shtida ayniqsa ko’p bo’ladi.

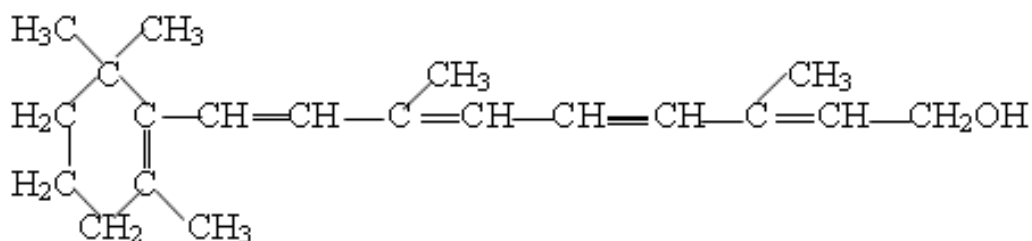
**Siankobolamin** – vitamin B<sub>12</sub>. Kobalamin (sinonimlari: oksikobalamin, siankobalamin, qon yaratish faktori, antianemiya vitamin). B<sub>12</sub> vitamini guruhiga tarkibi va tuzilishi jihatdan qisman farq qiladigan, lekin biologik aktivligi o’xshash bo’lgan bir necha xil moddalar kiradi. Ularning molekulasini asosini 4ta pirrol halqa yoki 5,6-dimetilbenzimidazol tashkil etadi. Molekulasi markazida Co<sup>3+</sup> joylashgan. R.Vudvord sintezini amalga oshirgan. Bu vitamin tarkibida sianid ioni bo’lganligi uchun *siankobalamin* deb ataladi. U qizil rangli kristall modda, hidsiz, mazasiz, suvda va spirtida yaxshi eriydi.

B<sub>12</sub> vitamini faqat mikroorganizmlar (jumladan, ishak mikroflorasi) tomonidan sintezlanadi. Uning yetishmasligi ichakda so’rilish jarayoni buzilganda

kelib chiqadi. B<sub>12</sub> avitaminozining asosiy belgisi qon hosil qilish funksiyasi va asab tizimining buzilishi bilan kechadigan kamqonlikdir (xavfli kamqonlik kasalligi). Kasallik oshqozon shirasi kislotasining keskin pasayishi bilan kuzatiladi. Agar u o'z vaqtida davolanmasa yomon oqibatlarga olib kelishi mumkin. Odamning B<sub>12</sub> vitamininga bo'lgan sutkalik talabi 2,5-5 mkg ni tashkil etadi. Bu vitamin qoramol jigari va buyragida, shuningdek, baliq mahsulotlarida ko'p bo'ladi.

#### 4. Yog'da eruvchi vitaminlar

**Retinol – vitamin A.** Bu vitamin haqat hayvon mahsulotlarida: dengiz hayvonlari jigarida, baliq, sut, sariyog' va h.k. larda aniqlangan. Kimyoviy tuzilishiga ko'ra vitamin-A, siklogeksen halqasi ikkita izopren qoldig'i bilan birikkan va yana spirt gidroksil guruhini ham saqlagan birikmadir.



Retinol (Vitamin-A)

Retinolga o'xshagan karotin ham sabzidan ajratib olingan (*carota*-latincha sabzi). U ham vitamin aktivlikka ega bo'lib, u organizmda vitamin A ni hosil qilishi mumkin.

Vitamin A ko'rish purpuri (rodopsin) sintezida ishtirok qiladi (bu bilan uning fotorensenziya mexanizmi va yorug'lik pasayishiga ko'zning moslanishi kabi funksiyalari izohlanadi). Shu bilan birga u energiya almashinuvi, glyukoza hosil bo'lish jarayonini boshqaradi, kortikosteroidlar biosintezi kabi muhim biokimyoviy jarayonlarda qatnashadi. Uning yana asosiy muhim jihati, hujayra membranalarining o'tkazuvchanligini yaxshilash va antioksidantlik xossasining mavjudligidir.

Odatdagi sharoitda gipervitaminoz A nihoyat darajada kam uchraydi. Katta yoshdagi odamning A vitamininga bo'lgan sutkalik talabi 1-1,5 mg yoki karotinlar shaklida 2-5 mg ni tashkil qiladi.

A vitamini hayvonlar jigarida, ayniqsa baliqlar jigaridan olingan yog' tarkibida juda ko'p bo'ladi. Masalan, dengiz olabug'asi jigarining yog'da a vitamining miqdori 37% gacha yetishi mumkin. Karotinlar sabzavotlarda, ayniqsa, sabzida ko'p bo'ladi.

**Kalsiferollar-vitamin D.** U to'yinmagan halqali spirt bo'lib, organizmga ovqat bilan kiradi. Ba'zi hollarda esa unga o'xshash 7-degidroxolesterindan yorug'likning ultrabinafsha nurlari ta'sirida ham hosil bo'lishi mumkin yoki sun'iy ultrabinafsha nurlar ta'sirida ham hosil qilinadi. Bu bilan yer sharining shimoliy qutbida yashovchi aholi orasida D vitamininga taqchilik mavjudligini izohlash mumkin.

Organizmida D vitamini fosfor-kalsiy almashinuvini boshqarishda muhim ahamiyatga egadir. Uning ishtirokida oshqozon-ichak yo'lida kalsiy so'riladi va maxsus oqsil yordamida organ va to'qimalarga yetkaziladi. Shuningdek, D vitamini suyak to'qimalarida kalsiy va fosfor tuzlarining hosil bo'lishida qatnashib, suyaklar mustahkamligini ta'minlaydi. Bundan tashqari D vitamin organizmdagi oksidlanish-qaytarilish jarayonlarida, qisman limon kislotasini chiqarib yuborish kabi jarayonlarda qatnashadi.

**Tokoferollar-vitamin E.** Bunday vitamin aktivlikka qator kimyoviy tuzilishli moddalar mos keladi. Bular orasida  $\alpha$ -tokoferol nisbatan biologik faoldir. Bu vitamin *ko'payish* vitamini ham deb yuritiladi (yunoncha *tokos-bola tug'ilishi, fero-tashiyman*).

Organizmida E vitaminining biologik roli turli-tumandir. Organizmida E-vitaminiga avitaminoz va gipovitaminoz deyarli uchramaydi. Biroq E vitamini yetishmaganda hayvonlar jinsiy a'zolarida turli xil patologogik o'zgarishlar sodir bo'ladi. Eraklarda embrion epiteliyasi asta-sekin sperma hosil qilmay qo'yadi. Natijada spermatazoidning shakli o'zgaradi, harakatsiz bo'lib qoladi. Ular nasl bermay qo'yadi va jinsiy gormonlar ishlab chiqarish to'xtashi natijasida jinsiy moyillik yo'qoladi.

E vitaminining eng muhim jihati mushak to'qimalarida modda almashinuv jarayonidagi ishtirokidir. E avitaminozning xarakterli belgisi targ'il chiziqli mushaklarda kuzatiladigan distrofiya hodisasidir. Bunday vaqtda mushaklar chiziqlari yo'qolib, ingichkalashadi va nobud bo'ladi. Bu davrda mushaklarda modda almashinish ham buziladi. Mushaklarda NaCl miqdori ko'payib, miozin, glikogen, K, Mg, kreatin va P larning miqdori kamayadi. Siydikda esa kreatin ko'p ajraladi. Bu narsa mushaklardagi miofibrillalarning parchalanishidan darak beradi. Bunday vaqtda kasal hayvon mushagida normal holatga qaraganda ikki martadan ortiq kislorodni o'zlashtirish kuzatiladi. Shuning uchun ham E vitaminining yetishmasligi nafas fermentiga ta'sir qilib, uning aktivligini pasaytiradi.

Shu bilan birga E vitamini yurak va skelet mushaklari ish faoliyati uchun zarur bo'lgan makroergik birikma kreatinfosfat sintezida muhimdir. Bunda u mushak tarkibidagi miozin miqdorini oshiradi va mushaklarda modda almashinuvida qatnashadi.

Tokoferollar yashil sabzavotlar, kartoshka, qora non, no'xat, paxta va zig'ir moyida, g'o'sht, tuxum, sut, sariyog' kabi oziq mahsulotlarda uchraydi.

**Naftoxinonlar-vitamin K.** Ular qonning ivishida muhim ahamiyatga egadir. Organizmida K vitamini yetishmasa qon ivishida muhim ahamiyatga ega bo'lgan jigarda protrombinning sintezi buzilishiga olib keladi. Bu jarayonda K vitamini kofaktorlik vazifasini bajaradi. K vitaminiga sintetik analog bo'lgan vikasol A.V. Palladin tomonidan sintez qilib olingan va u qonni ivituvchi preparat antigemorogik modda sifatida ishlatiladi. Yana bir sintetik birikma menadion vitamin K<sub>3</sub> deb nomlangan va u ham K vitaminiga qaraganda ikki marta antigemorogik ta'sirga ega.

K vitamini o'simliklarning yashil bargi va boshqa yashil qismlarida, pomidorda, hayvonlar jigarida yetarli miqdorda uchraydi. Odam va hayvonlar organizmida ichak florasining faoliyati tufayli K vitaminiga bo'lgan ehtiyoj qondiriladi.

**Tayanch tushinchalar:** vitaminlar, suvda eruvchi vitaminlar, yog'da eruvchi vitaminlar, A vitamini, C vitamini, D vitamini, E vitamini, K vitamini, B guruh vitaminlari, avitaminoz, gipervitaminoz.

### **Nazorat savollari**

1. Vitaminlarning kashf etilish tarixi haqida nimalarni bilasiz?
2. Vitaminlar qanday moddalar va ularning ahamiyati nimada?
3. Vitaminlar qanday xususiyatlariga ko'ra sinflanadi?
4. Oziq-ovqatlar tarkibida uchraydigan vitaminlarga misol keltiring.
  5. Avitaminoz deganda nimani tushunasiz? Uning oqibatlarini aytib bering.
  6. Suvda eruvchi vitaminlarga qanday vitaminlar kiradi va ularni tasvirlab bering.
  7. Yog'da eruvchi vitaminlarga qanday vitaminlar kiradi va ularni tavsiflab bering.

## **II- MODUL**

### **VII-BOB. MODDALAR ALMASHINUVINING UMUMIY QONUNIYATLARI**

1. Moddalar almashinuvi haqida umumiy tushuncha.
2. Assimilyatsiya va dissimilyatsiya modda almashinuvining ikki tomoni.
3. Metabolik jarayonlarning asosiy yo'nalishlari.
4. Organizmda energiya almashinuvi.
5. Biologik oksidlanish.
6. Energiya almashinuvida ATFning roli. Mitoxondriya.

## Moddalar almashinuvi haqida umumiy tushuncha.

Tirik organizmlar o'zining muhim jihatlari bilan noorganik olamdagi jismlardan keskin farq qiladi. Ularning muhim jihati organizmning sifat va miqdor jihatdan murakkab tuzilishga egaligidadir. Tirik organizmlar tarkibiga kiradigan moddalar murakkab tuzilishli milliardlab hujayralarni hosil qiladiki, ular ham o'z navbatida juda murakkab mikroskopik tuzilishga egadir. Bunday tuzilishdagi organizm doimiy ravishda energiya bilan ta'minlangan bo'lmog'i kerak. Shu bilan birga bunday organizm qismlari yangilanib turishi uchun doimiy ravishda moddalar ham kirib turishi shart.

Barcha tirik organizmlar tashqi muhitdan turli moddalarni olib o'zlashtiradi, ularni organ va to'qimalarning tuzilishi uchun zarur material va energiya manbai sifatida sarflab, chiqindi moddalarni tashqariga ajratib turadi. *Odam tashqi muhitdan ovqat va suv qabul qilishi, organizmda uning o'zgarishi, hazm qilishi, hosil bo'lgan qoldiq moddalarning tashqi muhitga chiqarishi moddalar almashinuvi deb ataladi.* Bu jarayon hujayra *metabolizmi* ham deyiladi.

Moddalar va energiya almashinuvi deb ataladigan bu jarayonlar hayotning fizik-kimyoviy asosini tashkil qiladi. Moddalar almashinuvi organizm ehtiyoji uchun kimyoviy energiyani foydalanilishi mumkin bo'lgan shaklda yetkazib turadi, tashqaridan qabul qilingan moddalarni hujayra strukturalarining qurilishi uchun zarur bloklarga aylantiradi. Ya'ni ovqat tarkibidagi organik moddalarning kimyoviy, mexanik, termik o'zgarishi natijasida ulardagi potensial energiya issiqlik, mexanik va elektr energiyasiga aylanadi. Hosil bo'lgan energiya hisobiga to'qima va organlar ish bajaradi, hujayralar ko'payadi, ularning eskirgan tarkibiy qismlari yangilanadi, yosh organizmlar o'sadi va rivojlanadi. Ana shu energiya hisobiga odam tana haroratining doimiyliigi ta'minlanadi.

Ovqatlanish tipiga qarab, barcha organizmlarni ikkita katta guruhga bo'lish mumkin. Bu guruhga yana fotosintetik bakteriyalar va sintetik jarayonlar uchun ba'zi noorganik moddalarni, masalan, ammiakni nitrat yoki nitritga, gidrosul'fidni elementar oltingugurtga oksidlanish energiyasidan foydalaniladigan xemosintetik mikroorganizmlar kiradi. Bu guruhning barcha vakillari *avtotrof* (o'zini o'zi ovqatlantiradigan) organizmlardir. Aksincha, ikkinchi guruh vakillari hayvonlarga o'xshash murakkab, energiyaga boy birikmalarni ovqat sifatida doim qabul qilib turgandagina yashashi, o'sishi va ko'payishi mumkin. Ular *geterotrof* (boshqalar hisobiga ovqatlanadigan) organizmlar deb ataladi.

Ko'pchilik organizmlarda moddalar almashinuvi tashqi muhitdan to'xtovsiz ravishda kislorodni yutish, ya'ni nafas olish bilan birga kechadi (aerob organizmlar). Juda kam jonivorlar kislorod yo'q sharoitda hayot kechirishi mumkin (anaerob organizmlar). Moddalar almashinuvi jarayonida oziq moddalardan ajraladigan erkin energiya organizm uchun zarur bo'lgan kimyoviy birikmalarni sintez qilish, mushak harakati va sekretiya uchun sarf bo'ladi, issiqlik energiyasiga aylanadi. Moddalar almashinuvi butun organizmda, uning hamma to'qima va hujayralarida birin-ketin boradigan qator fermentativ reaksiyalar yig'indisidan iborat. Moddalar almashinuvining eng muhim xususiyati uning barcha bosqichlari va ayrim

reaksiyalarining butun organizm va uning ayrim qismlarida yuqori darajada moslashgan, tartibli o'zaro bog'langan tarzda borishidir. U juda aniq va ishonchli boshqarilgan holda to'xtovsiz ishlab turadi. Moddalar almashinuvining mohiyati barcha tirik organizmlarda bir xil, u organizm tanasini yangilab turish orqali tirik organizmning saqlanishi va ko'payishini ta'minlashga qaratilgan. Organizmning tashqi muhit bilan bog'lanishi bu jarayonning garovidir, shuning uchun ham tirik organizmni bunday aloqasiz tasavvur etish qiyin.

O'simliklarda barcha jarayon urug'ning o'sib chiqishidan boshlanadi: urug'da (donda) ma'lum miqdorda to'plangan ehtiyot moddalar - oqsillar, yog' va uglevodlar u yerdagi fermentlar ta'sirida parchalanib, o'simlikning birinchi bargi-koleoptilning paydo bo'lishida uni plastik material va energiya bilan ta'minlaydi. Don unib chiqqach, uning yashil yaproqlari quyosh energiyasidan foydalanib fotosintezni, avtotrofik tipdagi metabolizmni boshlab yuboradi. Binobarin, donlarda ham moddalar almashinuvi murakkab birikmalarning gidrolitik parchalanishidan boshlanadi. Shuning uchun ham urug' unib chiqayotganda o'zida, asosan, kraxmal to'plagan uglevodli donlarda amilaza, mal'toza, yog'li urug'larda, masalan, chigit, kungaboqarda, ayniqsa, lipaza fermentlarining faolligi juda kuchayadi.

Mikroorganizmlar moddar almashinuviga ko'ra bir-biridan keskin farqlanadigan juda ko'p turga bo'linadi. Ular orasida avtotroflar, geterotroflar va oraliq tipdagi moddalar almashinuviga ega bo'lgan xillari ham bor. Tayyor organik moddalarga muhtoj mikroorganizmlar ham murakkab birikmalarni parchalab, ulardan o'z massasini tuzishda plastik va energetik modda sifatida foydalanadi. Mikroorganizmlarning kimyoviy faoliyatlari natijasida ularning hayotini ta'minlash bilan birga juda ko'p xilma-xil birikmalar jadal ravishda sintezlanadi. Ular orasida fermentlar, antibiotiklar, toksinlar, vitaminlar, gormonlar, aminokislotalar va oqsillar mavjud. Bu sintetik jarayonlarga muhitni o'zgartirish orqali ta'sir etish va ma'lum yo'nalishga solish oson bo'lganidan mikroorganizmlarning kimyoviy faoliyatlaridan foydalanib, ulardan biologik faol moddalar, sun'iy oqsil va aminokislotalar, antibiotik va boshqa birikmalar tayyorlash sanoat ahamiyatiga egadir.

Shunday qilib, moddalar va energiya almashinuvi bir-biriga chambarchas bog'liq. Tirik organizmda moddalar va energiya almashinuvi uzluksiz davom etib turadi, ya'ni moddalar va energiya almashinuvi tirik organizmning yashash belgisi hisoblanadi. Tirik organizmlarning fiziologik xususiyati bo'lgan bu jarayonlar materiya va energiyaning saqlanish qonuni asosida o'tadi.

#### ***Assimilyatsiya va dissimilyatsiya modda almashinuvining ikki tomoni***

Moddalar almashinuvi bir-biriga chambarchas bog'liq bo'lgan ikki jarayon, ya'ni assimilyatsiya va dissimilyatsiya orqali o'tadi. Bular anabolizm va katabolizm deb ham ataladi.

Ovqat tarkibidagi zarur moddalarning hujayraga o'tishi ***assimilyatsiya*** yoki ***anabolizm*** deb ataladi. Bu jarayon natijasida hujayraning tarkibiy qismlari yangilanadi, ko'payadi. Yosh organizmlarda bu jarayon juda faol o'tadi. Bu esa yosh organizmning o'sishi va rivojlanishini ta'minlaydi. Organizmga kiritilgan

ovqatning bir qismidan assimilyatsiya natijasida hujayraning eskirgan qismlari yangilanadi. Yoki zahira vazifasini o'taydigan zahira energiya manbalari bo'lgan moddalar sintezlanadi.

Organizmdagi eskirgan hujayra tarkibiy qismlarining parchalanishi (yemirilishi) *dissimilyatsiya* yoki *katabolizm* deyiladi. Buning natijasida energiya hosil bo'ladi va bu energiya assimilyatsiya jarayoni uchun sarf bo'ladi. Dissimilyatsiya natijasida hosil bo'lgan moddalar (karbonat anhidrid, suv, azot qoldiqlari va h.k.) ayirish organlari orqali tashqariga chiqariladi.

Demak, odam organizmida assimilyatsiya va dissimilyatsiya bir-biriga bog'liq holda davom etadi. Organizm qancha yosh bo'lsa assimilyatsiya shuncha ustun bo'ladi, ya'ni organizmda moddalar sintezining (avvalo tuzilish oqsillari va fermentativ oqsillar) tezligi, ular parchalanish tezligidan yuqori bo'ladi. Shuning uchun ham yosh organizm to'qima va organlari tez o'sadi. Bu tezlik odam tug'ilishi bilan yuqori bo'ladi va asta-sekin dinamik muvozanatga keladi hamda 17-19 yoshda tenglashadi. Katta yoshdagi kishilarda bu ikkala jarayon bir xil kechadi. Keksa yoshdagi odamlarda, aksincha dissimilyatsiya ustunlik qiladi. Natijada kekse kishilar terilari osiladi, yuzlarini ajin bosadi va mushaklari bo'shashib ularning hajmi kichrayishi hamda qorinlari osilib qoladi. Shuningdek, og'ir kasallik vaqtida ham dissimilyatsiya kuchli bo'ladi. Natijada organizm yosh bo'lishiga qramasdan uning rangi so'liydi, terisi quriydi, yuzida ajinlar paydo bo'ladi, mushaklar bo'shashadi va massasi kamayadi.

Inson hayoti davomida modda almashinuvining umumiy intensivligi ham o'zgaradi. U tug'ilgan vaqtda uncha yuqori bo'lmaydi, asta-sekin intensivlik yana ortib boradi va keksayganda yana pasaya boshlaydi. Jarayon almashinuvining yuqori intensivligi organizmning tez o'sishiga olib keladi. Bu holatda o'rta va keksaygan yoshda sportning o'rni juda muhimdir.

Demak, organizmda assimilyatsiya va dissimilyatsiya uzluksiz davom qilib turadi, natijada organizmning barcha to'qimalari yangilanib turadi. Turli to'qimalarning almashinuv tezligi turlicha. Masalan, jigar to'qimasi va qon zardobining oqsillari har 20 kunda, tana mushaklarining oqsillari har 180 kunda, skelet mushaklarida har 30 kunda yangilanib turadi. Umuman olganda, odam tanasining hamma to'qimalarining yarmi har 80 kunda yangilanib turadi. Hatto sichqonlar jigarida bu almashuv 80-90 soatga teng. Shuni alohida takidlash kerakki, qaysi to'qima yoki organ qanchalik faol ish bajarsa, ya'ni qancha tez harakat qilsa, uning tarkibi shuncha tez yangilanib turadi. Shunday funksional faol to'qimalarga nerv, miya, jigar va boshqa ichki organlar, qon kiradi.

Shuning uchun ham jismoniy mehnat va sport mashg'ulotlari odam organizmi to'qimalarining tez yangilanib turishiga, uning yosh, tetik va sog'lom saqlanishiga olib keladi. Demak, sport mashg'ulotlari bilan muntazam shug'ullanib turish organizm ish faoliyatini oshiradi va sog'lom rivojlanishiga yordam beradi.

Modda almashinuv jarayonining umumiy intensivligi assimilyatsiya va dissimilyatsiyaga nisbatan turli sharoitda turlicha bo'ladi. U asosan mushaklar aktivligiga, atrof muhit temperaturasiga, organizm o'ziga (masalan, kasallik

vaqtida), ovqatning sifat va miqdor tarkibiga va boshqa ko'p faktorlarga bog'liq bo'ladi. Intensiv mushak ishi faoliyatida ularni energiya bilan ta'minlash vaqtida, dissimilyatsiya jarayoni kuchayadi. Assimilyatsiya jarayonida zarur energiya defitsiti energetik moddalar hisobiga qoplanadi

### **Metabolik jarayonlarning asosiy yo'nalishlari**

Hujayra metabolizmining eng xarakterli tomoni shuki, reaksiyaga kiradigan boshlang'ich modda o'zining oxirgi hosilasiga birdan emas, balki bir-biriga ulangan qator zvenolardan iborat reaksiyalar zanjiri orqali o'tadi. Bunday mexanizm reaksiyalarning tekis o'tishini, energiyaning hujayra hayotiga zarar yetkazmaydigan va foydalanish yoki saqlash mumkin bo'lgan kichik ulushlarda ajralish va yutilishi, reaksiya jarayonini turli yo'llar bilan ishonchli va samarali idora qilish imkoniyatini tug'diradi. Bunday birin-ketin o'tadigan reaksiyalar bir-biriga bog'liq va birin-ketin ta'sir etadigan fermentlar to'plami - multif ferment sistema tomonidan katalizlanadi. Substratning birin-ketin parchalanishi mahsulotlari ayni metabolik yo'lda ma'lum tartibda ulanadilar, bunda birinchi fermentning katalizi natijasida hosil bo'lgan mahsulot ikkinchi ferment uchun substrat bo'ladi.

Metabolizm yuksak darajada tashkil qilingan va ma'lum maqsadni ko'zlagan hujayra faoliyatidir. Bu faoliyat kichik hajmda kechadigan minglab reaksiyalarni boshqarishdan iboratdir. Bunday vazifani bajarishda u ma'lum bir mexanizmga tayanadi. Ularning eng muhimlariga to'xtalib o'tamiz.

1. Oqsillar, yog'lar va uglevodlar almashinuvida doimo bir xil markaziy mahsulotning paydo bo'lishi va bu mahsulot orqali metabolizmning turli tarmoqlari o'zaro bog'lanishi mumkin hamda turli fermentlar orqali ularning almashinuvi idora qilinadi.

2. Organizmda kechadigan metabolitik jarayonlar hujayraning turli organlarida kechadi (masalan, oksidlanish reaksiyalari mitoxondryada, nuklein kislotalar sintezi yadroda, oqsillar sintezi ribosomalarda, yog'lar va boshqa moddalar gidrolitik parchalanishi lizosomalarda va h.k.) va ular ma'lum bir membranalar bilan ajralib turadi. Bu jarayonlarning kechishi uchun zarur substratlar, enzimlar va kofermentlar shu organlarga yetkazib turiladi.

3. Bosqichma-bosqich kechadigan metabolitik jarayonlar o'z tasiri bo'yicha ulangan fermentlar sistemasi orqali bajariladi. Ko'p metabolitik jarayonlar yo'llari esa yopiq sikllar shaklida o'tadi.

Tirik organizmlarda kechadigan turli metabolitik jarayonlar turli xil yo'llar bilan kechadi va bu jarayonlar turli usullar bilan o'rganiladi.

### **Organizmda energiya almashinuvi**

Organizmda moddalar almashinuvida, ya'ni oqsillar, uglevodlar va yog'larning kislorod bilan oksidlanish vaqtida energiya hosil bo'ladi. Bu energiya organizmda barcha fiziologik jarayonlarning to'xtovsiz davom etishi uchun sarflanadi. Masalan, birgina yurak, jigar, buyrak, mushaklarning ish faoliyatida sarf bo'ladigan bir sutkalik energiya bilan 100 l suvni qaynatish mumkin.

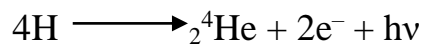


Hayotning davom qilish jarayoni doimiy ravishda energiya talab qiladi. Mushaklar mexanik ishi, nerv impulslarini generatsiya qilish va o'tkazish uchun elektr toki, sekretsiyada osmotik bosim, hujayra membranalarida moddalarni filtrlash va ajratish, biosintez jarayonlarida murakkab organik moddalar hosil bo'lishida yangi kimyoviy bog'lar vujudga kelishi uchun bu energiya sarflanadi. Shuning uchun ham modda almashinuvi bilan energiya almashinuvi chambarchas bog'liqdir.

Binobarin, odam hayoti normal yashashi va davom qilishi uchun uzluksiz ravishda energiya hosil bo'lib turishi zarur. Bu narsa ratsional ovqatlanishga ham bog'liqdir. Oziq moddalar parchalanishida hosil bo'lgan energiyaning uchdan ikki qismi to'qima va organlar faoliyatining normal o'sishi va ish bajarishi uchun zarur bo'lsa, uchdan bir qismi tana haroratining doimiyligini taminlash uchun zarurdir.

Tirik organizmlarda energiya almashinuvini bioenergetika fani o'rganadi. Barcha turdagi biologik ish faoliyati uchun energiya manbai, oziq moddalarning parchalanishi natijasida hosil bo'lgan potensial kimyoviy energiyadir. Barcha tirik organizmlarning potensial energiyasi bioorganik birikmalar atomlarining kimyoviy bog' energiyasidan iboratdir. Masalan: glyukoza molekulasidagi potensial energiya miqdori C, H va O atomlari valent bog'lari energiyasiga teng bo'lib, uning 1 mol miqdori 285000 J ga teng.

Yer planetasidagi barcha biologik jarayonlarning dastlabki birlamchi energiya manbai bo'lib quyoshning yorug'lik nurlari xizmat qiladi. Uning yorug'lik energiyasi asosan yadro reaksiyalarida hosil bo'ladi. Quyosh sirtidagi juda yuqori haroratda vodorod atomlari geliy atomlariga aylanadi va bunda gamma nurlar ko'rinishidagi energiya ajraladi.



Natijada hosil bo'lgan  $\gamma$ -nurlar elektron bilan ta'siridan foton ko'rinishidagi quyosh energiyasi hosil bo'ladi. Yer sharida quyosh nuri yorug'lik energiyasini xlorofill pigmentini saqlovchi yashil o'simliklar o'zlashtiradi va bu fotosintez reaksiyasi uchun asos bo'ladi. Natijada fotosintez reaksiyasida uglerod (IV)-oksid va suv qatnashib, ulardan uglevodlar va boshqa murakkab bioorganik birikmalar hosil bo'ladi.

Shunday qilib, kinetik energiyasi ko'rinishidagi quyosh energiyasi potensial energiyaga aylanadi. Moddalar almashuvi jarayonida faqat bioorganik molekular kimyoviy bog'lari uchun zarur energiya ajraladi.

Barcha o'simliklar bilan oziqlanadigan, uglevodlar kimyoviy energiyasini o'zlashtiradigan va boshqa oziq moddalar bilan oziqlanadigan tirik organizmlar uchun zarur energiya biologik oksidlanish jarayonida ajraladi. Biroq bu moddalar uchun zarur energiya yuqorida ta'kidlanganidek, yashil o'simliklarda fotokimyoviy reaksiya uchun sarf bo'lgan energiya xizmat qiladi.

Organizmda kechadigan energiya sarfi uch qismdan iborat:

1. *Asosiy moddalar almashinuvini ta'minlash uchun sarf bo'ladigan energiya.* Bu energiya odam tinim vaqtidagi nafas olishi, yurak, buyrak, jigar va boshqa organlar ish faoliyatini normal ishlab turishini ta'minlaydi. Bu energiya sarfi 1 kg odam tanasi massasiga 1soatda 1kcal ga teng. O'rtacha 70 kg massali odam bir sutkada 1680 kcal energiya sarflaydi.
2. *Ovqat hazm qilish uchun sarflanadigan energiya.* Inson ovqatlanganda ovqatni hazm qilish uchun hazm qilish organlari (oshqozon-ichak, jigar, oshqozon osti bezi va b.)ning ishi kuchayadi va bu uchun ular energiya sarflaydilar. Sarflangan energiya miqdori iste'mol qilingan ovqatning tarkibiga ham bog'liq. Agar ovqat tarkibida oqsil, yog' ko'p bo'lsa, bu ozuqani parchalash uchun ko'p energiya kerak bo'ladi. Aralash ovqatlarni hazm qilishga ketadigan energiya asosiy modda almashinuvi uchun sarf bo'ladigan energiyaning 10% ga teng. Bu energiya katta odamda bir sutkada 168 kcal ga teng.
3. *Odamning sutkalik bajaradigan ishi uchun sarf bo'ladigan energiya.* Bu energiya miqdori har bir odamda turlicha bo'lib, odamning kasbiga, ya'ni ko'p yoki kam harakatlanishiga bog'liq. Jismoniy mehnat va sport bilan muntazam shug'illanuvchilar ko'proq energiya sarflasa, aqliy mehnat qiluvchilar esa kamroq energiya sarflaydilar. Demak, energiya miqdori insonning harakatiga bog'liqdir. Masalan: odam o'rtacha tezlikda yurganda uning organizmi asosiy modda almashinuvi sarflaydigan energiyaga nisbatan ikki baravar ko'p energiya sarflaydi ( $1680 \times 2 = 3360$  kcal), yoki odam o'rtacha chopayotgan vaqtda bu energiya miqdori to'rt marta ortadi ( $1680 \times 4 = 6720$ ). Umuman bajaradigan ishga qarab bir sutkada odam 1000-6000 kcal gacha energiya sarflashi mumkin.

Oddiy qilib aytadigan bo'lsak, quyosh energiyasi ta'sirida yashil o'simliklarda uglevodlar sintez qilinadi. Bu o'simliklarni inson va boshqa hayvonlar iste'mol qilganda ulardagi uglevodlar va boshqa bioorganik moddalar (fotosintezda hosil bo'lgan) zarur energiya vazifasini bajaradi. Natijada hosil bo'lgan energiya organizmning hayot faoliyati uchun xizmat qiladi.

Biologik oksidlanish jarayonida hosil bo'lgan energiyaning bir qismi makroergik fosfat bog'lari bo'lgan ATF sinteziga sarf bo'ladi. Chunki bu bog'larning keyinchalik yana uzilishi natijasida zaruriy energiya hosil bo'lishi mumkin. Makroergik fosfat bog'larining hosil bo'lish jarayoni mitoxondryalarda kechadi.

### **Biologik oksidlanish**

Tirik organizmlarda kechadigan biologik oksidlanish fotosintezga teskari jarayondir. Biologik oksidlanish jarayonida hosil bo'lgan energiya makroergik fosfat bog'larida akkumulyatsiya qilinadi va ular organizmning turli biologik funksiyalarini bajarish uchun ishlatiladi. Bu funksiyalar: a) yangi bioorganik molekulalar sintezi, b) kimyoviy ish, c) ion va osmotik gradiyentlardan moddalarni aktiv olib o'tish, d) elektr impulslar ishlab chiqarishda membranalar potentsiallarini qo'llab-quvvatlash va h.k.

Yuqorida ko'rsatilgan barcha jarayonlardan tashqari organizm hosil bo'lgan energiyaning bir qismini issiqlik shaklida yo'qotadi. Barcha biologik funksiyalar

uchun zarur energiyaning foydali faoliyat koeffisienti (FFK) aniqlangan bo'lib, uning effektivligi yuqori emas. Faqat biologik oksidlanish jarayonlari orasidan ATF sintezi FFK qiymati nisbatan yuqori. Bu qiymat 60% dan oshmaydi. Ayrim biologik jarayonlarda FFK qiymatlari quydagicha:

6-jadval

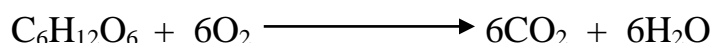
Ba'zi biologik jarayonlarda energiyaning foydali faoliyat koeffisientlari (FFK)

Biologik jarayonlar	FFK qiymati %	Biologik jarayonlar	FFK qiymati
ATF sintezi	55-60	Lipidlar sintezi	30
Oqsil sintezi	20-26	Ionlar aktiv transporti	20
Glikogen sintezi	36	Mushak mexanik ishi	35-50

Kuchli mushak faoliyati bilan shug'illanadigan sportchilar esa bir sutkada 21000 *kJ* ga yaqin energiya sarflaydi. Organizm bir sutkada tinch holatda o'rtacha 8000 *kJ* yoki har soatiga 5 *kJ* energiya yo'qotadi. Bu energiyani quyidagicha taqsimlash mumkin:

Yog'lar, oqsil va uglevodlar sinteziga.....1740 *kJ*  
 ATF sinteziga.....3770 *kJ*  
 Ion gradiyentlarni qo'llash uchun.....900 *kJ*  
 Nafas va yurak mushaklari ishiga.....1130 *kJ*  
**JAMI.....7540 *kJ***

Organizmدا energiya almashinuvi termodinamika qonunlariga tayanadi. Hayot faoliyati jarayonlarining asosiy energiya generatori bu oziq moddalar oksidlanishidir. Shunga ko'ra glyukoza oksidlanishi quyidagisha kechadi:



Bu jarayonda fiziologik sharoitga ko'ra standart erkin energiya o'zgarishi  $\Delta G^0 = -2847 \text{ kJ/mol}$  ga teng. Yog'lar tarkibiga kiradigan palmitin kislotasining kislorod ishtirokida oksidlanishida erkin energiyaning pasayishi 9788740 *kJ/mol* bo'ladi.

Organizmدا sodir bo'lib turadigan oksidlanish jarayonlari kislorod ishtirokida amalga oshadi va bu jarayonda kattagina energiya ajraladi. Masalan, 1g oqsil oksidlanganda 4,1 *kcal*, 1g uglevod oksidlanganda 4,1 *kcal* va 1g yog' oksidlanganda esa 9,3 *kcal* energiya hosil bo'ladi. Shundan kelib chiqqan holda istemol qilgan ovqatdan organizmning energiya sarfini aniqlash mumkin. Katta yoshdagi odamlarda sutka davomida ovqatdan hosil bo'lgan energiya bilan organizmning sarflagan energiyasi miqdori bir xil bo'lishi kerak. Agarda organizmدا hosil bo'lgan energiyadan sarflangan energiya kam bo'lsa, unda odam semiradi. Agar aksincha bo'lsa organizmдаgi zahira yog' va boshqa moddalar parchalanadi. Bu holat uzoq vaqt davom etsa organizmning ozishiga olib keladi.

Shuni takidlash lozimki, yosh o'sayotgan organizmda ovqatdan hosil bo'lgan energiya organizm sarf qiladigan energiyadan ko'p bo'lishi kerak. Chunki yosh organizm o'sishi va rivojlanishi uchun ma'lum miqdor energiya kerak bo'ladi.

Organizmda modda va energiya almashinuvi normal kechishi uchun ratsional ovqatlanish zarur, ayniqsa, yosh organizmning normal o'sishida ratsional ovqatlanish muhim ahamiyatga ega. Organizmda ovqat ikki funksiyani bajaradi:

1. Energetik funksiya. Iste'mol qilingan ovqatning bir qismi biologik oksidlanishidan energiya hosil bo'ladi. Bu energiya organizm to'qima va organlarining normal ishlashi, tana hatorati doimiyligini taminlash, harakatlanish va ish bajarish uchun sarf bo'ladi.
2. Plastik funksiya. Ovqat tarkibidagi moddalar, ayniqsa oqsillar hujayraning eskirgan qismlarini yangilash va hujayra ko'payishida zahira plastik moddalar vazifasini o'taydi.

7-jadval

### Ovqat tarkibida bo'ladigan sutkalik oqsil, yog' va uglevodlar me'yori

Odamning yoshi	Oziq moddalar miqdori (g)			Shu moddalardan ajraladigan energiya (kkal)
	oqsil	yog'	uglevodlar	
5-7	65-75	75-80	250-300	1800-2300
8-11	75-90	80-90	350-400	2400-2800
12-14	90-100	90-100	400-450	2800-3200
15-16	100-120	100-110	450-500	3200-3500
Katta odamlarda	100-120	80-110	450-500	3200-3500

Ovqat miqdorini belgilashda ob-havo, iqlim hisobga olinadi, ya'ni yozning issiq vaqtida ovqat tarkibida go'sht, yog' kabi qiyin hazm bo'ladigan va katta energiya beradigan moddalar kamaytirilib, meva, sabzavot va uglevodlarning miqdori ko'paytiriladi. Sovuq qish kunlari esa aksincha, ovqat tarkibida go'sht va yog'ning miqdorini oshirish talab qilinadi. Chunki sovuq vaqtida organizmdan tashqi muhitga issiqlik ajralishi kuchayadi. Quyidagi 8-jadvalda bolalar va katta yoshdagi odamlarda sutkalik oqsil, yog' va uglevodlar va ular energiya miqdorlari keltirilgan.

8-jadval

### O'rta yoshli, yengil jismoniy mehnat bilan shug'llanuvchi odamlarning sutkalik ovqatlanish ratsioni

Oziq mahsulot turi	Miqdori (g)	100 g mahsulotdagi miqdori			100 g oziq mahsulotdagi energiya (kkal)
		oqsil	yog'	uglevod	

Go'sht:	100-150				
mol go'shti		20,2	7,0		187
tovuq go'shti		17,2	12,3		185
baliq		16,0	0,7		72
Tuxum	2 kunda 1ta	12,5	12,1	0,55	175
sut mahsulotlari					
sut	300-500	2,8	3,5	4,5	65
Tvorog	50-100	11,1	18,9	2,3	230
Pishloq	50-100	22,6	25,7	-	332
Qatiq	sut o'rniga	2,8	3,5	2,9	56
Non	400				
Oq non		6,7	0,7	50,3	240
Qora non		5,3	1,2	46,1	222
makaron		9,3	0,8	70,9	336
Qand, shakar	30-35	-	-	95,4	390
Kartoshka	200-300	2,4	0,22	19,5	62,5
Don mahsulotlar	40-60				
Guruch		6,4	0,9	72,5	332
No'xat		19,8	2,2	50,8	310
Loviya		19,6	2,0	51,7	310
Sabzavotlar	200-400				
Sabzi		1,2	-	9,0	30,5
Pomidor		0,5	-	4,0	18
Bodring		0,7	-	2,9	15
(karam,lavlagi,.)		0,8-1,3	-	2,2-5,5	12-17
Mevalar (barcha turdagi mevalar)	200-400	0,3-0,6	-	10-14	38-48

Yuqorida ta'kidlanganidek, odam bajaradigan ishiga qarab turlicha energiya sarflaydi. Shuning uchun ham ovqat ratsioni ham shunga qarab shakllantiriladi.

### **Energiya almashinuvida ATFning roli**

Organizmdagi moddalar almashinuvi bevosita energiya almashinuvi bilan bog'liq. Moddalar almashinuvi ushun zarur energiya metabolizmi uglevod va yog'larning parchalanishidan ajraladigan energiyani o'z ichiga oladi. Organizmda energiya hosil bo'lishi sarflanishi va akumulatsiya qilinishi ATF orqali amalga oshiriladi.

Organizmda ATF hujayralarda nafas olish jarayonida, uglevodlardan (pirouzum kislotasidan), yog'lar oksidlanishidan (asetil KoA) va mushaklarda anaerob parchalanish (glikoliz) natijasida hosil bo'ladi.

Organizmda modda va energiya almashinuvi jarayoni uchun uch karbon kislotalar sikli muhim ahamiyatga egadir. Bu sikl 10 ta reaksiyalar zanjiridan iborat bo'lib, bu oksidlanish jarayonlarida 5 molekula NADH<sub>2</sub> hosil bo'ladi. Nafas zanjirida bir molekula NADH, NAD, FADH<sub>2</sub> larning oksidlanishidan 3 molekula

ATF hosil bo'ladi. Uch karbon kislotalar sikli limon (sitrat) kislotalardan boshlanadi. Uchkarbon kislotalar sikli limon kislota sikli yoki *Krebs sikli* deyiladi.

**Tayanch tushinchalar:** modda almashinuvi, energiya almashinuvi, assimilyatsiya, dissimilyatsiya, avtotrof organizmlar, geterotrof organizmlar, metabolizm, katabolizm, metabolitik jarayonlarning asosiy yo'nalishlari, ATF, ADF, AMF, biologik oksidlanish, uch karbon kislotalar sikli, Krebs sikli.

### Nazorat savollari

1. *Modda almashinuvi deganda qanday jarayonlar tushuniladi?*
2. *Assimilyatsiya va dissimilyatsiya nima?*
3. *Modda almashinuv jarayonining umumiy intensivligi assimilyatsiya va dissimilyatsiyaga nisbatan nimalarga bog'liq?*
4. *Metabolik jarayonlarning asosiy yo'nalishlari haqida nimani bilasiz?*
5. *Metabolizm hujayraning qanday faoliyati?*
6. *Organizmida energiya almashinuvi nima va u qanday omillarga bog'liq?*
7. *Energiya almashinuvida ATFning rolini izohlab bering.*
8. *Biologik oksidlanish jarayonlari haqida nimalarni bilasiz?*
9. *Biologik jarayonlarning FFK qiymatlari bir sutkada qanchaga teng?*

## VIII-BOB. UGLEVODLAR ALMASHINUVI

1. Uglevodlar almashinuvi haqida tushuncha.
2. Uglevodlarning ovqat hazm qilish organlarida o'zlashtirilishi
3. Glyukozadan glikogen sintezi
4. Uglevodlarning anaerob parchalanishi
5. Uglevodlarning aerob parchalanishi

### Uglevodlarning ovqat hazm qilish organlarida o'zlashtirilishi

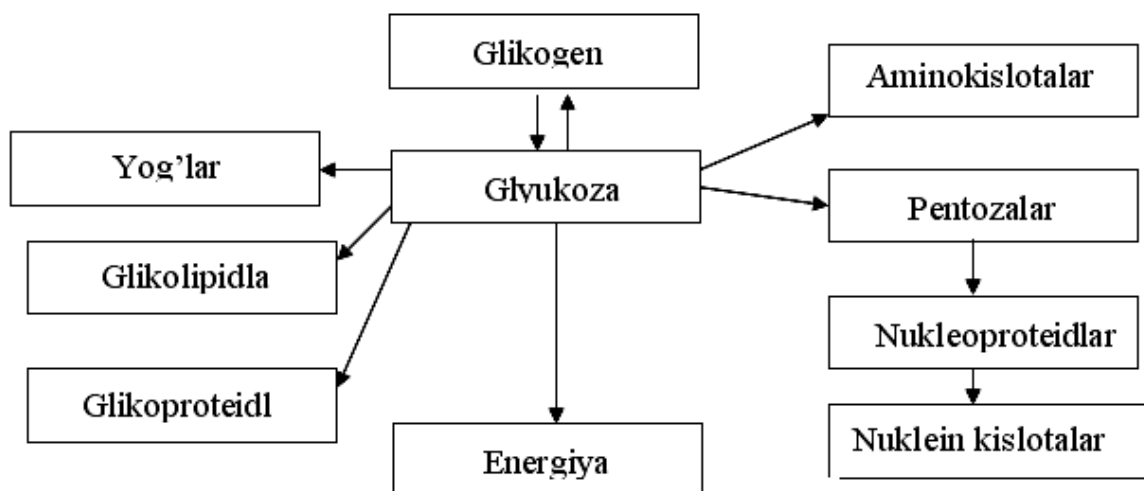
Odam va hayvonlar organizmida uglevodlar asosan energiya manbaidir. Ayniqsa, jismoniy mashqlar va sport mashg'ulotlari vaqtida uglevodlar birinchi bo'lib parchalanadi va bunda hosil bo'lgan energiya hujayra to'qimalari harakatini ta'minlaydi. Uglevodlarning oksidlanishida hosil bo'lgan energiya mushaklar ish faoliyatida muhim ahamiyatga ega. Ma'lumki, 1g uglevod parchalanganda 4,1 kkal energiya ajraladi. Uglevodlar odamning energiyaga bo'lgan talabining 50% ni qondiradi.

Uglevodlarning zahirasi tabiatda nihoyatda ko'p bo'lgani uchun ham, organizmda modda almashinuvi jarayoni uchun zarur arzon oziq manbadir. Ular asosan o'simliklardan olinadigan oziq-ovqat mahsulotlari tarkibida ko'p bo'ladi (non, kartoshka, mevalar, qovun-tarvuz va shirinliklarda). Katta yoshdagi odamning bir sutkalik ovqatida 350-450 g uglevod bo'lishi kerak. Binobarin, o'simlik mahsulotlari odam ovqatidagi uglevodlarning asosiy manbai hisoblanib, ular orasida eng muhim uglevod kraxmaldir.

Uglevodlar parchalanishi yoki oksidlanishidan energiya ajralib, ATF ning makroergik bog'larida yig'iladi va u keyinchalik turli xil biologik ish bajarishi uchun sarflanadi. Uglevodlar insonning energiyaga bo'lgan talabining 50% ni ta'minlaydi. Ular faqat shu bilan cheklanib qolmasdan, uglevodlar almashinuvining oraliq mahsulotlari muhim biokimyoviy sintezlar uchun dastlabki mahsulotlar bo'lib xizmat qiladi (9- rasm).

Odam organizmning uglevod zahirasi uning butun tana massasining 2-3% dan oshmaydi. Shuning uchun sport bilan shug'illanmaydigan odam 12 soatgacha hujayraning uglevodga bo'lgan talabini qondira olishi mumkin, biroq sportchning uglevodga bo'lgan talabi bu vaqtga nisbatan juda kamdir. Hujayraning uglevodga bo'lgan talabi yetarli bo'lishi uchun, uglevodlar ovqat bilan doimiy ravishda organizmga kirib turishi kerak.

Uglevodlar orasidan kraxmal ovqat tarkibida ko'proq bo'ladi (non, kartoshka, guruch), disaxaridlar miqdori esa kamroq va kam miqdorda organizmga ovqat bilan monosaxaridlar kiritiladi (meva, sabzavotlar, asal tarkibida). Sut tarkibida laktoza miqdori ko'proq bo'lsa, o'simlik mahsulotlarida esa sellyuloza ma'lum miqdorda uchraydi.



**9-rasm.** Moddalar almashinuvi jarayonida uglevodlar almashinuvi

Katta yoshdagi odam, odatda, bir sutkada 450-600 g uglevod iste'mol qilar ekan, ovqatda uglevodlarni xamir, unli va donli ovqatlar, kartoshka, sut hamda shirinliklar tarkibidagi qand va bir oz miqdorda go'sht hamda jigardagi glikogen shaklida qabul qiladi. Binobarin, odam ovqatidagi uglevodlarning asosiy manbai

o'simlik mahsulotlari bo'lib, ularning ichidagi eng muhim uglevod – kraxmaldir. Faqat yem – xashak bilan yashaydigan o'txo'r hayvonlar ovqatida uglevodlar yanada katta o'rin tutadi. Ular odam oshqozon – ichak yo'lida hazm bo'lmaydigan kletchatkani ham ko'p kamerali oshqozonida simbiotik hayot kechiradigan mikroorganizmlar yordamida parchalab, ozuqa tariqasida hazm qiladi. Ammo mikroorganizmlar osongina o'zlashtira oladigan universal ozuqa modda ham glyukozadir.

Monosaxarridlardan boshqa hamma uglevodlar oshqozon – ichak yo'lida gidrolitik parchalanadi. Bunday parchalanish suvda erimaydigan polisaxaridlargagina xos bo'lmay, balki suvda yaxshi eriydigan disaxaridlar – saxaroza, laktozalar uchun ham tegishli, ular faqat monosaxaridlar shaklidagina qonga so'rilishi mumkin. Demak, ichak orqali so'rilish moddaning erish va molekulaning katta – kichikligiga to'la bog'liq emas. Oziq faqat hujayrada modda almashinuvi jarayonida parchalanish uchun bo'lgandagina ichak devoridagi mexanizmlar ularni qonga organizmning ichki muhitiga o'tishini ta'minlaydi. Shuning uchun ham, hatto disaxaridlar ichak devoridan o'tmay, bevosita qonga kiritilsa ham organizmda deyarli o'zgarmaydi va tashqariga chiqarilib yuboriladi.

Uglevodlar og'iz bo'shlig'ida faqat mexanik ishlanmasdan kimyoviy o'zgarishga ham uchraydi. Og'iz bo'shlig'idagi amilaza fermenti kraxmalni gidrolitik parchalaydi. Chunki so'lak tarkibida xlorid ionlari bolib, uning pH=6,6 ga teng. So'lak amilazasi fermenti amilaza va aminopektin molekulasiining ichkarisidagi 1→4 α-glikozid bog'larini uzib, kattaroq bo'laklarga, ya'ni dekstrinlargacha parchalaydi. Shuning uchun ham bunday amilazaga dekstrinlovchi amilaza deb ataladi. Qolgan kraxmal tarkibidagi 1→4 bog'lar o'n ikki barmoqli ishakda parchalanishi sodir bo'ladi va kraxmalning parchalanish mahsuloti maltoza hosil bo'ladi.

Jigar bu oshqozon–ichak yo'li orqali organizmga ta'sir etadigan tashqi muhitni organizmning ichki muhiti bilan bo'lib turadigan chegaralovchi organdir. Qonqa vena orqali ovqat moddalar jigarga (iste'mol qilingan taom tarkibiga qarab) turli miqdorga kiritilishi mumkin, ammo jigardan chiqadigan qonda, ya'ni organizmning ichki muhitidan turli moddalar ma'lum chegarada saqlanadi. Jigar turli ozuqa moddalarni o'zida saqlaydi, yangidan yaratadi va qondagi miqdorini boshqarib turadi. Uglevodlar almashinuvida jigar alohida ahamiyatga ega.

**Jigar glikogeni.** Uglevodlar almashinuvida jigarning asosiy funksiyasi ovqat hazm qilinishi natijasida qonqa vena orqali keladigan monosaxaridlardan glikogenni sintez qilish – glikogenez va zahira modda hoida to'plangan glikogenni parchalab, qon qandini hosil qilish – glikogenolizdan iborat.

Organizm ovqat bilan ozuqa yetkazib berilmaganda hayot funksiyalari uchun zarur energiyani birinchi navbatda jigar glikogenini iste'mol qilish orqali oladi. Jigarda glikogen miqdori organizmning ovqat rejimiga bog'liq. Odatda, uning miqdori jigar og'irligiga nisbatan 3-5 foizni tashkil qiladi, odam jigarida uning miqdori 150 g gacha etadi. Och qolinganda jigarda glikogen miqdori keskin kamayadi, lekin u batamom tugamaydi.



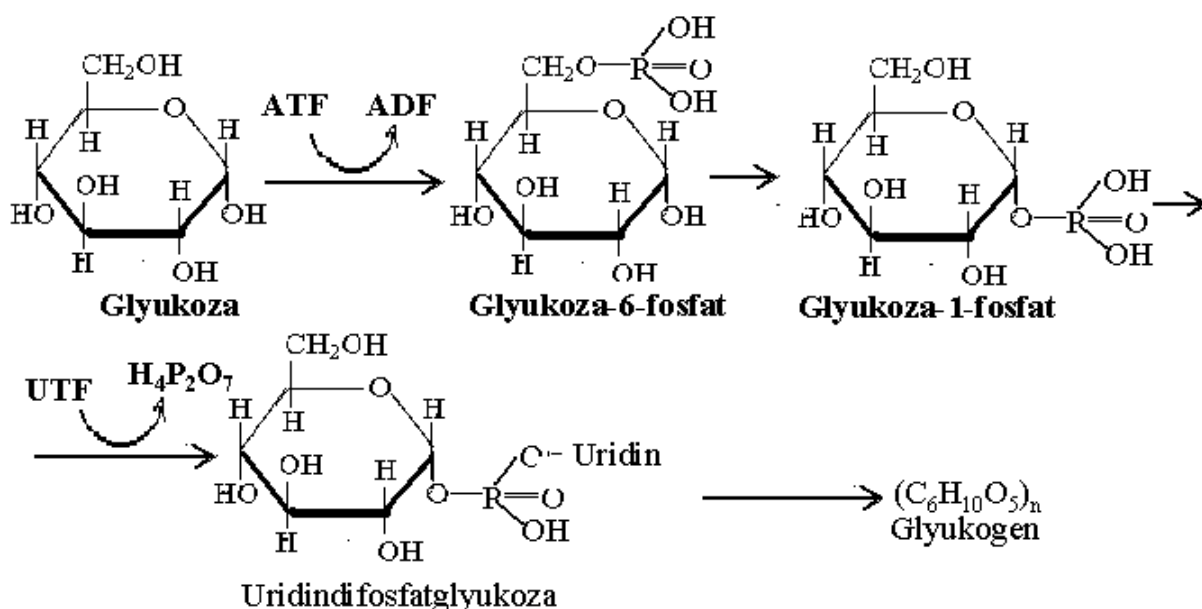
Glikogen, asosan, ingichka ichakdan so'rilgan monosaxaridlardan sintezlansa ham, u qisman ovqatning boshqa komponentlaridan, xususan, aminokislotalar, ya'ni oqsillardan ham yangidan hosil qilinadi (glikonogenoz).

### Glyukozadan glikogen sintezi

Turli xil organ va to'qimalarda glyukozadan zahira polisaxarid glikogenning sintezi bir biokimyoviy mexanizmda amalga oshadi. Zahira holda glikogenning yig'ilishida jigar muhim ahamiyatga ega. Shuning uchun ham jigardagi zahira glikogenning miqdori 5 % ga, mushaklardagi zahirasi esa 1 % (butun tana massasiga nisbatan) ga teng.

Glyukozadan glikogen sintezi ATF ishtirokida aktivlanadi. Bu jarayon maxsus spetsifik fermentlar geksokinazalar yoki glikokinazalar ishtirokida boradi va glyukoza-6-fosfat hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan glyukoza-6-fosfat ferment ishtirokida glyukoza-1-fosfatga aylanadi. Bu jarayon uridintrifosfat kislotasi bilan yana davom etib, glyukogen sintezi uchun zarur bo'lgan glikozid qoldiqlarini saqlagan uridindifosfatglyukoza hosil bo'ladi.

Organizmga katta miqdor glikozidlar kiritilganda glikogen sintezi kuchayadi. Organizmda adrenalin miqdorining ortishi esa glikogen sintezini pasaytiradi. Bu jarayon mushaklar ish faoliyati ortganda yaqqol namoyon bo'ladi. Glikogen sintezi insulin gormoni ta'sirida tezlashadi. Ovqat hazm qilgandan keyin (30-40 minutdan keyin) jigarda insulin glyukozadan glikogen sintezini boshlaydi. Shuning uchun ham musobaqa oldidan uglevod istemol qilish organizm uchun qo'shimcha energiya manbaining hosil bo'lishiga olib keladi. Jarayonni quyidagicha tasvirlash mumkin:

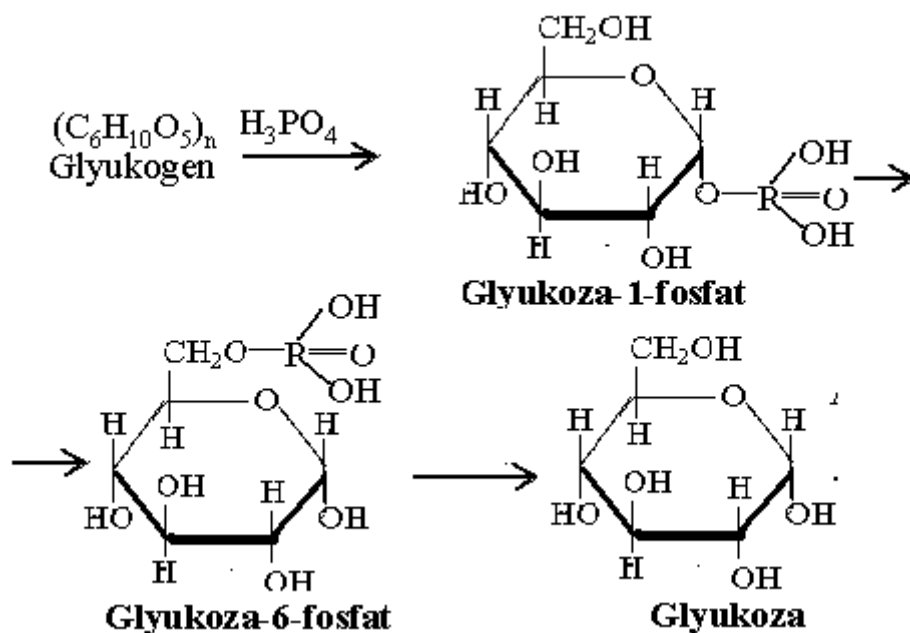


### Uglevodlarning hujayra ishida parchalanishi

Mushaklar ish faoliyatida, organizm kuchli sovuq qotganda, och qolganda, kislorod yetishmaganda, turli emotsional qo'zg'alishlarda to'qimalarning glyukoza bo'lgan talabi ortadi. Qondagi glyukoza miqdorini doimiy saqlash

uchun jigardagi zahira glikogen parchalanishi natijasida glyukoza hosil bo'lishi kerak. Natijada hosil bo'lgan glyukoza qonga chiqariladi. Ayrim mushaklarda zahira glikogendan glyukoza hosil bo'ladi, biroq u qonga o'tmasdan shu mushak hujayralarining o'zida sarflanadi.

Turli to'qimalardagi fermentlar glikogenning ikki xil reaksiyasi- gidroliz va

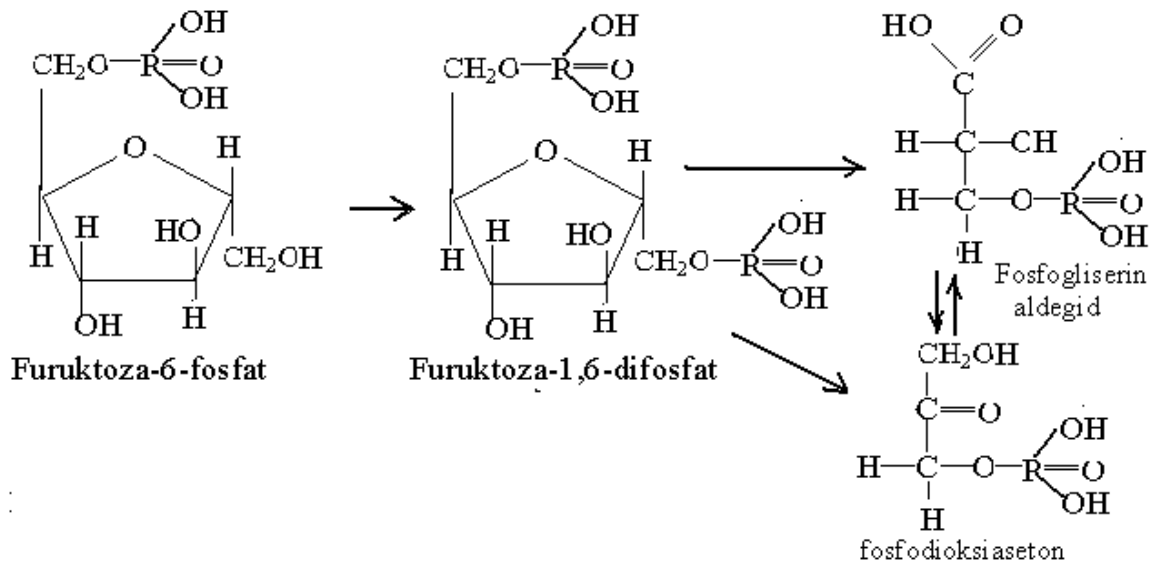


fosforoliz jarayonlarini katalizlaydi. Hidroliz fosforolizga qaraganda bir necha baravar sekinroq boradi. Shuning uchun fosforoliz glikogenning parchalanish reaksiyasida asosiy usul hisoblanadi.

Fosforoliz fermenti ta'sirida glikogenning chetki glikozid qoldiqlari  $H_3PO_4$  ishtirokida glyukoza-1-fosfatga aylanadi va u tezda izomerlanib glyukoza-6-fosfatga o'tadi. Reaksiya fosfataza fermenti ta'sirida erkin glyukoza va ortofosfat kislotasini hosil qiladi.

Fosforoliz reaksiyasi tezligi turli xil faktorlarga bog'liq. Jigarda bu jarayon gipotalamusning yuqori metabolitik markazlaridan keladigan nerv impulslari yordamida kechadi. Qonda glyukoza miqdori 70 mg % dan tushganda reflektiv holda nerv impulslari qo'zg'aladi. Bunday impluslar buyrakusti bezidan adrenalin gormonini ishlab chiqarishi, oshqozon osti bezidan esa glyukogon gormonini ishlab chiqarishini tezlashtiradi. Shu bilan birga adrenalin mushaklardagi fosforoliz jarayoniga ham o'z ta'sirini o'tkazadi. Glikogon esa bunday ta'sirga ega emas. Fosforoliz jarayonini tiroksin gormoni ham tezlashtiradi.

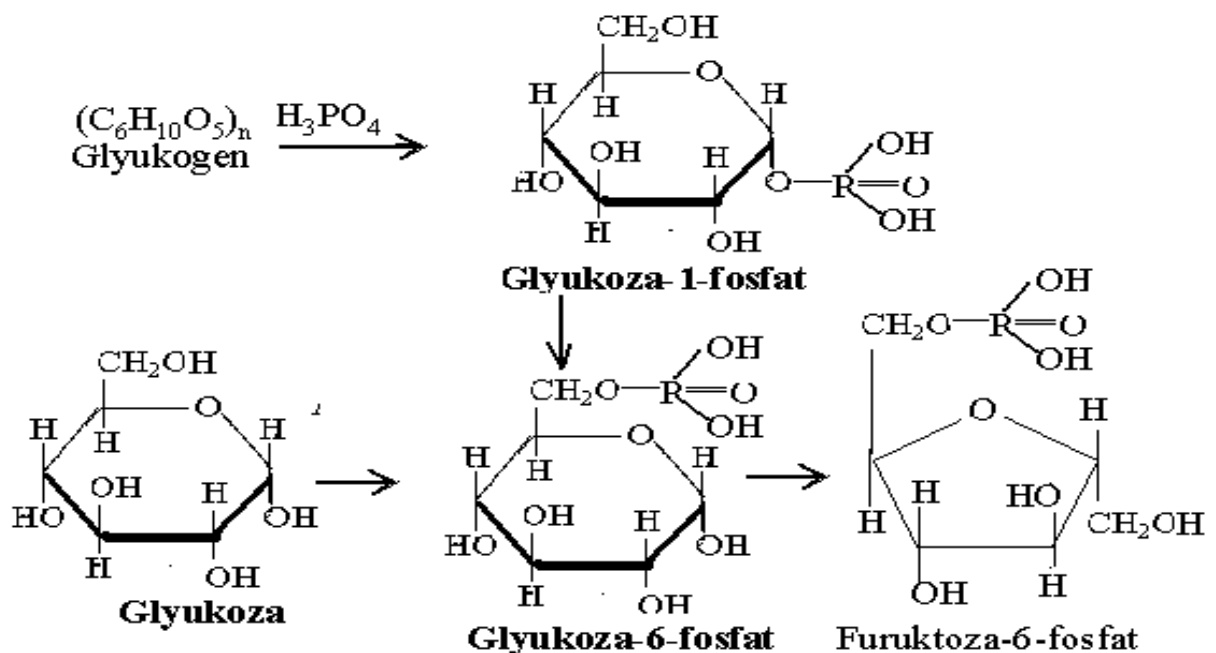
Fosforoliz reaksiyasining tezligini glyukogen va fosfat kislota konsentratsiyasining kamayishi hamda glyukoza-6-fosfat konsentratsiyasining ortishi pasaytiradi. Uzoq jismoniy mehnat yoki og'ir mushaklar ish faoliyati organizmdagi katta miqdor uglevod zahirasi yo'qotilishi natijasida miya va mushaklar ishlashi uchun zarur glyukoza yetishmasligiga olib keladi.



### Uglevodlarning anaerob oksidlanishi

Hujayraning energiyaga bo'lgan talabi ortganda zahira uglevodlarning parchalanishi tezlashadi. Bu jarayonning dastlabki fazasi – **glikoliz** – o'ndan ortiq turli reaksiyalardan iborat. Glikoliz jarayoni shartli ravishda uch bosqichga bo'linadi: 1) tayyorgarlik bosqichi, bunda uglevodlarning aktivlanishi natijasida biologik oksidlanish substratining hosil bo'lishi; 2) biologik oksidlanish va substratning fosfat kislotasi bilan hosil qilgan makroergik bog'larida energiya yig'ilishi; 3) ATFning makroergik bog'larida oksidlanish jarayoni energiyasi yig'ilishi va glikolizning oxirgi mahsulotlarining hosil bo'lishi. Bu bosqich quyidagi umumiy ko'rinishga ega:

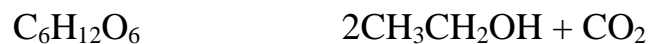
Tayyorgarlik bosqichida hosil bo'lgan fosfodioksiaseton yana glitserin aldehydga aylanishi mumkin, bunday vaqtda ikki molekula fosfoglitserin aldehyd hosil bo'ladi.



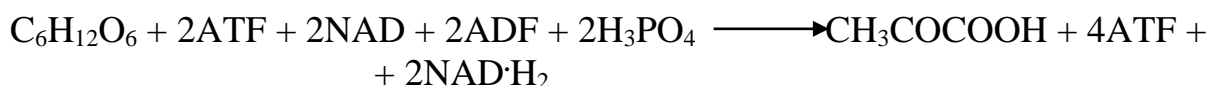
Keyingi bosqichda fosfoglitserin aldegid biologik oksidlanishga uchraydi va reaksiya davomida koferment NAD vodorodni biriktirsa, fosfoglitserin aldegidan 1,3- difosfoglitserin kislotasi hosil bo'ladi. Natijada jarayon yakunida ADF ni ATF ga aylantirish uchun yetarli  $12 \text{ kJ/mol}$  energiya hosil bo'ladi.

Glikolizning so'nggi bosqichida perefosforlanish reaksiyasi natijasida ADF dan ATF va 3-fosfoglitserin kislotasi hosil bo'ladi. Bu jarayonni glitseratkinazalar katalizlaydi. Bu bosqichda ikki molekula ATF hosil bo'ladi. 3-fosfoglitserin kislotasi katta miqdor energiya saqlaydi. Keyingi reaksiyada uning molekulasini shunday tuzilishga aylanadiki, hosil bo'lgan energiya fosfat bog'larida konsentrlanadi. Buning uchun u dastlab 2-fosfoglitserin kislotasiga izomerlanadi va bir suv molekulasini yo'qotib fosfoenolpirouzum kislotasiga aylanadi. U o'z navbatida ADF bilan perefosforlanib, ATF va pirouzum kislotasiga o'tadi. Bu jarayonda har bir molekula glyukozadan ikki molekula ATF hosil bo'ladi va reaksiyani piruvatkinazalar katalizlaydi. Hosil bo'lgan pipouzum kislotasi keyingi bosqichda darhol parchalanishga o'tadi.

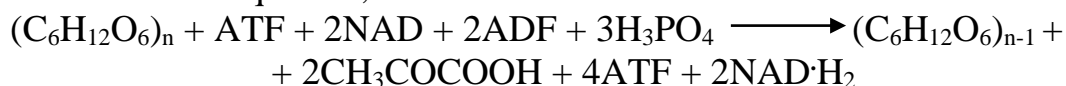
Glikoliz jarayonini 1871 yilda rus vrachi M.M.Manaseina ochgan. 1897 yilda nemis olimlari aka-uka Buxnerlar achitqi shirasi glyukozasini spirtgacha bijg'itishini aniqladi. Bu jarayon achitqilar ishtirokida o'tadi.



Glikoliz jarayonini quyidagi umumiy reaksiya bilan ifodalash mumkin:  
Agar glikoliz glyukoza asosida borsa:



Glikoliz glikogen asosida borsa, bunda jarayonni aktivlash uchun 1 molekula ATF kam talab qilinadi;



Reaksiya tenglamasidan ko'rinib turibdiki, glikoliz glyukoza asosida borganda ikki molekula ATF sarflanib 4 molekula ATF hosil bo'lsa, glikogendan 1 molekula ATF sarflanib 3 molekula ATF hosil bo'ladi. Reaksiyalar natijasida hosil bo'lgan energiya hosil bo'lgan ATF lar makroergik bog'larida to'planadi.

Glikoliz jarayonida hosil bo'lgan sut kislotasi kuchli kislota bo'lib, elektrolit sifatida katta miqdor  $\text{H}^+$  ionlariga dissosiyalanadi. Organizmda sut kislotasi konsentratsiyasining ortib ketishi uning bufer sistemasi sarfiga ta'sir ko'rsatadi va natijada aktiv reaksiyaning kislotali tomonga siljishiga olib kelishi mumkin. Bu o'z navbatida fosfokinazalar aktivligini pasaytiradi va natijada glikoliz reaksiyasi sekinlashadi

Katta miqdordagi sut kislotasi mushaklarda hosil bo'ladi. Uning bir qismi qonga o'tishi va jigarga borishi mumkin. Jigar orqali sut kislotasining bir qismi glyukoneogeneza jarayonida siydik va teri orqali chiqariladi. Aerob jarayonda esa

sut kislotasi almashinuvning so'ngi mahsulotlarigacha oksidlanadi. Sut kislotasining hosil bo'lishi qaytardir u yana pirouzum kislotasiga aylanadi.

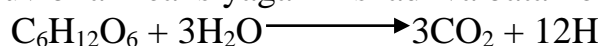
### **Uglevodlarning aerob parchalanishi**

Aerob oksidlanish jarayonida hosil bo'lgan pirouzum kislotasi qanday usulda hosil bo'lishidan qat'iy nazar, aerob, ya'ni kislorod yetarli sharoitda maxsus spetsifik degidrogenazalar ishtirokida yana oksidlanishga uchraydi. Bu ferment to'rt xil turli kofermentlar ishtirokida kompleks pirouzum kislotasiga aktiv ta'sir ko'rsatadi. Kofermentlarning ketma-ket ta'siri natijasida pirouzum kislotasi degidrogenlanish va dekarboksillanish reaksiyasiga uchraydi. Oksidlanish jarayonlari energiyasi makroergik bog'larda yig'iladi, reaksiya mahsuloti sifatida atsetil-koferment A hosil bo'ladi.

Hosil bo'lgan atsetil koferment A moddalar almashinuvining umumiy halqasi bo'lgan uchkarbon kislotalar siklida yana almashinishga kirishadi. Uch karbon kislotalar siklida faqat uglevodlar emas, balki, lipidlar va oqsillar almashinuvining oraliq mahsulotlari ham kirishadi. Ular parchalanishining so'nggi mahsuloti karbonat angidrid va suvdur. Bu biologik oksidlanish jarayonlarda ajralgan energiya ATF molekulasida yig'iladi.

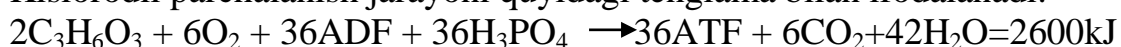
Glikolizning birinchi bosqichi poyoniga yetgandan so'ng aerob oksidlanish jarayonida sut kislotasi va spirt yana oksidlanishga uchraydi. Pirouzum kislotasi hujayra metabolizmida markaziy o'rin tutadigan metabolitlardan biridir. U faqat uglevodlarning aerob parchalanishidan tashqari, oqsillar almashinuvidan ham hosil bo'ladi.

Glikolizning ikkinchi – kislorodli bosqichini quyidagicha tushuntirish mumkin. Uning oxirgi mahsuloti sut kislotasi mitoxondriyalarga kirib, u yerda fermentlar ta'siri ostida suv bilan reaksiyaga kirishadi va batamom parchalanadi:

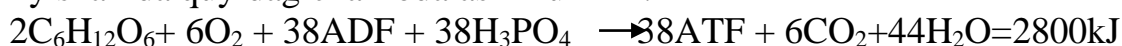


Hosil bo'lgan uglerod (IV)- oksidi mitoxondriyalar membranasi bilan bemalol o'tib, atrof-muhitga chiqib ketadi.

Kislorodli parchalanish jarayoni quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:



Hosil bo'lgan energiyaning 45% issiqlik ko'rinishida va 55% ATFning kimyoviy bog'larining energiyasiga aylanadi. Kislorodli va kislorodsiz jarayonlarni umumiy shaklda quyidagicha ifodalash mumkin:



Xulosa qilib aytganda, uglevodlar almashinuvini jarayonida 38 molekula ATF hosil bo'ladi. Bu jarayon uchkarbon kislotalar siklida amalga oshadi. Kislorodli parchalanish kislorodsiz parchalanishga qaraganda 20 marta samaralidir. Agar 1 molekula glyukozadan 38 ta ATF sintezlansa, hosil bo'lgan ATF massasi 19152 g ni tashkil qiladi. Vaholanki, katta yoshdagi odamning sutkalik uglevod miqdori 600-700 g bo'lsa, hosil bo'ladigan umumiy sutkalik ATF miqdori 63 kg ga teng bo'ladi.

Shunday qilib bir sutkada odam organizmida 60 kg ATF sintezlanib va parchalanib turadi.

**Tayanch tushinchalar:** *Glikoliz, uglevodlarning parchalanishi, glikogen, glyukoza, anaerob oksidlanish, aerob oksidlanish, uchkarbon kislotalar sikli, sut kislota, pirouzum kislota, atsetilKo-A, ATF, ADF*

### Nazorat savollari

1. *Uglevodlar ovqat hazm qilish organlarida qanday o'zlashtiriladi?*
2. *Ig uglevod parchalanganda qancha energiya ajraladi?.*
3. *Uglevodlar odamning energiyaga bo'lgan talabining qancha foizini qondira oladi?*
4. *Insonning sutkalik uglevodga bo'lgan talabi qanday?*
5. *Glikozadan glikogen sintezi qanday amalga oshadi?*
6. *Uglevodlarning anaerob yoki kislorodsiz parchalanishi mohiyati nimada?*
7. *Uglevodlarning aerob yoki kislorodli parchalanishi mohiyatini tushuntiring.*
8. *Uglevodlar almashinuvida uchkarbon kislotalar siklining mohiyatini izohlab bering va bu siklning butun modda almashinuvida tutgan o'rni qanday?*

## IX-BOB. LIPIDLAR VA ULARNING ALMASHINUVI

1. *Lipidlarning umumiy tavsifi, tarqalishi va biologik funksiyalari*
2. *Lipidlarning klassifikatsiyasi va tavsifi.*
3. *Yog' kislotalar. Neytral yog'lar.*
4. *Fosfolipidlar va ularning tirik organizmdagi roli.*
5. *Organizmda lipidlar almashinuvi.*

### Lipidlar klassifikatsiyasi va tavsifi

**Lipidlar** (yunoncha *Lipos-yog'lar*) – tirik hujayraning katta qismini tashkil qilgan turli xil tuzilishli va ba'zi bir umumiy fizik-kimyoviy xossaga ega bo'lgan organik moddalardir. Oqsillar va uglevodlar singari lipidlar ham tirik hujayralar organik moddasining asosiy massasini tashkil qiladi. Lipidlarning eng muhim umumiy xossasi shundaki, ular suvda erimaydi, balki qutbsiz erituvchilar (atseton, benzol, xloroform, metil va etil spirt)da eriydi. Shuning uchun ham ular **gidrofob**, ya'ni suvdan qo'rqadigan moddalar qatoriga kiradi. **Gidrofil** moddalar esa suvni sevuvchi moddalardir.

Lipidlar tarkibida yuqori yog' kislotalar, spirtlar, aldegidlar, uglevodlar, azotli asoslar, aminokislotalar, fosfat kislotalari kabi ko'p sonli turli-tuman tuzilishli komponentlar aniqlangan. Bu komponentlar o'zaro turli-tuman: murakkab efir, oddiy efir, glikozid, amid va boshqa bog'lar orqali bog'langan. Shuning uchun ham hozirgacha kimyoviy ma'noda ular uchun yagona bir klassifikatsiya yo'q.

Lipidlar asosan quyidagi biologik fuksiyalarni bajaradilar: 1) ular membranalarning ajralmas komponenti; 2) uglevod va energiyaning asosiy ehtiyot shakli; 3) organizmda hujayra strukturalari va a'zolarining termik, elektrik va mexanik ta'sirlaridan qo'riqlovchi to'siq sifatida xizmat qiladi.

Lipidlar tuzilishiga qarab sodda va murakkab lipidlar guruhiga bo'linadi.

**Sodda lipidlar** qatoriga yog'lar, moylar va mumlar kiradi. Ular lipidlarning eng ko'p tarqalgan va eng sodda vakillaridir. Yog'lar va moylar kimyoviy tuzilishiga ko'ra, uch atomli spirt-glitserin bilan turli yog' kislotalarining birikishidan hosil bo'lgan murakkab efirlardir. Ular faqat oddiy sharoitdagi konsistensiyalari bo'yicha bir-biridan farqlanadi: ko'pincha, qattiq konsistensiyali vakillari *yog'* deb, suyuq konsistensiyali vakillari esa *moy* deb yuritiladi. Mumlar yuqori molekulyar yog' kislotalarining yuqori molekulyar bir atomli spirt bilan hosil qilgan murakkab efirlardir.

**Murakkab lipidlar** guruhi bir-biridan ancha farqli, ko'p komponentli geterogen birikmalarni o'z doirasiga birlashtiradi. Murakkab lipidlarning eng muhim katta guruhi fosfolipidlar tarkibida murakkab efir shaklida birikkan yog' kislotalardan tashqari, azot tutuvchi komponent va fosfat kislota mavjud. Ularning strukturasi fosfoatsilglitserinlarning azot asoslaridan xolin yo'ki kefalini bilan bog'lanishidan hosil bo'ladi. Tarkibida azot sifatida sfingozin saqlovchi sfingolipidlar fosfolipidlar guruhiga yaqindir. Murakkab lipidlarning yana bir tipi tarkibida uglevod komponenti tutuvchi glikolipidlar-serebrozidlar va gangliozidlar guruhidir.

Barcha lipidlarni quyidagi sinflarga bo'lish mumkin: neytral yog'lar, fosfolipidlar, sfingolipidlar, glikolipidlar, steoridlar, mumlar. Ba'zan yog'da eruvchi vitaminlarni, pigmentlar va boshqa moddalarni ham suvda erimagani uchun lipidlarga kiritganlar. Bu moddalar suvda erimasa ham to'qimalarning organik erituvchilarida erishi orqali organizmga kira oladi. Lipidlar inson, hayvon va o'simliklar asosiy to'qimalari tarkibiga kiradi. Ko'p miqdordagi lipidlar bosh va orqa miyada, jigar, yurak va boshqa a'zolarida uchraydi. Ular miqdori nerv to'qimalarida – 25%, hujayra va hujayra membranasida – 40% ga teng.

Lipidlar ayrim belgilariga qarab zahira va protoplazmatik (struktura) lipidlarga bo'linadi. **Zahira lipidlar** yog' to'qimalariga yig'iladi. Ular teri osti yog' to'qimalariga, dumba, buyrak atrofi va boshqa organlar atrofiga yig'iladi. Yog' to'qimalari energiya deposidir: u qondan lipidlarni yutib oladi va uni ajratadi hamda organizmning energetik ehtiyojini qondiradi. Yog' to'qimalarining lipid saqlovchi hujayralari sferik tuzilishga ega bo'lib, bu hujayralarning asosiy qismi sferik lipid kapsulalari bilan to'lgan bo'ladi.

Zahira lipidlarining miqdori keng oraliqda o'zgarib turishi mumkin, bu ovqatlanish tartibiga, faoliyat xarakteriga, oshqozon osti bezi va boshqa faktorlarga bo'liqdir. Ular zahirasi normal organizm massasining 10-15% ni tashkil qiladi, biroq ular miqdori 30% dan oshsa bu semizlikdir.

Organizm to'qimalaridagi *protoplazmatik(struktura) lipidlar* ancha barqaror bo'lib, ular membranalarni hosil qilishda qatnashadi. Ularning miqdori barcha membranalarda doimiy bo'lib, ovqatlanish rejimi, ochlik va hatto organizm butunlay holsizlanganda ham o'zgarmaydi.

Biologik nuqtai-nazardan lipidlar eng muhim ko'p funksional tip birikmalarga kiradi. Ular membrananing hosil bo'lishida va uning asosiy boshqaruv funksiyasida muhim rol o'ynaydi. Shu bilan birga mushaklarning uzoq vaqtli uzluksiz ish faoliyatida effektiv yoqilg'i yetkazib beruvchi yog' deposidir. Masalan, qushlar mavsumiy migratsiyasi oldidan butun tana massasining 50% deponirlangan yog'dan iborat bo'lib, uchish yakunida (migratsiya vaqtida) bu yog' butunlay sarf bo'ladi. (Masalan ba'zi qushlar migratsiya vaqtida okeandan uchib o'ta oladi va bunda 4000 km masofani bosib o'tishi mumkin.)

Yana shuni aytib o'tish kerakki, 90% turdagi barcha osimliklarda yog' zahira holda yig'iladi. Masalan, kungaboqar urug'ining 60% yog'dan iborat. 1g yog' yonganda 3,9 kJ issiqlik ajraladi.

Lipidlar asosan organizmlarning himoyachisidir, ular sovuqdan himoya qiladi. Hayvon teri osti yog' to'qimalarida, o'simlik urug'ida trigliseridlarning to'planishi ularning sovuqqa bardoshlilikini oshiradi. Masalan, baliqlar, baqalar va boshqa sovuq qonli hayvonlar qishgi tinim davrida muzlab qolmasligi uchun teri osti yog' qavatidagi zahira yog'ning parchalanishidan hosil bo'lgan glitserin qonning muzlamasligini va doimiy harakatlanishini ta'minlasa, parchalanishdan hosil bo'lgan energiya esa organizmning normal bir me'yorda ishlashini ta'minlaydi. Yer sharining sovuq iqlimli zonalar 80% o'simliklarining urug'ida, tropik zonalar 5% o'simliklarning urug'ida yog' to'planishi ham bejiz emas.

Ko'p hollarda yog'lar organizmning endogen (metabolitik) suv manbaidir. Shuning uchun tuyalar o'rkachida yig'ilgan yog' parchalanishidan hosil bo'gan suv ularning bir necha kunlab suvsiz sahroda harakatlanishiga yordam beradi. Chunki, 1 kg yog' parchalanganda 1,1 kg suv hosil bo'ladi. Bu miqdor uglevodlar oksidlanishida hosil bo'lgan suvdan ikki marta ko'pdir.

Alohida lipidlar organizmda boshqa lipidlarning transport qilinishida qatnashadi. Bir guruh lipid xarakteridagi biologik faol moddalar (steroidlar, gormonlar, prostoglandinlar) juda ko'p jarayonlarda modda almashinuvini boshqaradi.

Lipidlarning gidrolizlanishidan sovun (yog' kislotalarining tuzlari) hosil bo'ladi. Bu sovunlanish reaksiyasi deb yuritiladi. Bu reaksiyaga neytral yog', fosfolipidlar, sfingolipidlar, glikolipidlar va mumlar moyildir. Gidrolizga uchramaydigan, ya'ni sovunlanmaydigan lipidlarga steroidlar kiradi.

***Yog' kislotalar. Neytral yog'lar.***



**Yog' kislotalar** – bir necha sinf lipidlarning asosiy struktura komponentidir. Ular lipidlar tarkibida murakkab efir yoki amidlar shaklida uchrashi mumkin. Tabiiy lipidlar 200dan ortiq turli yog' kislotalarini hosil qiladiki, ular bir-biridan uglerod zanjirining uzunligi, qo'shbog'lar soni va turli funksional guruhlar (oksi-, keto-) bilan farqlanishi mumkin. Lipidlar tarkibiga **to'yingan** yoki **to'yinmagan** yog' kislotalar kirishi mumkin. Har ikki holda ham juft sondagi uglerod atomlarini saqlaydi. To'yingan yog' kislotalari to'g'ri zanjirdan iborat bo'lsa, to'yinmagan yog' kislotalarida sis-, trans-izomerlar ham mavjuddir. Biroq hayvonlar yog'larida faqat sis-izomerlar uchraydi.

Yog' kislotalari tarkibidagi uglerod atomlari sonining ortib borishi bilan, ularning suyuqlanish harorati ham ortib boradi. Yog' kislotalar qattiq (stearin va palmitin) va suyuq (linol va araxidon) moddalar bo'lib, suvda yaxshi, spirtida esa kam eriydi. Yog'lar tarkibida to'yingan yuqori molekulyar karbon kislotalar bo'lgani uchun ular qattiqdir. Moylar tarkibida esa to'yinmagan karbon kislotalar bo'lgani uchun ular suyuqliklardir.

4-jadval

#### Ba'zi muhim yog' kislotalari

Kislotalarning nomi formulasi	C- atom-lari soni	Tuzilish formulasi
<b>To'yingan yog' kislotalar</b>		
<b>Moy kislotasi</b> C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> COOH	4	H <sub>3</sub> C -(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> -COOH
<b>Palmitin</b> C <sub>15</sub> H <sub>31</sub> COOH	16	H <sub>3</sub> C -(CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> -COOH
<b>Stearin kislotasi</b> C <sub>17</sub> H <sub>35</sub> COOH	18	H <sub>3</sub> C -(CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> -COOH
<b>Olein kislotasi</b> C <sub>17</sub> H <sub>33</sub> COOH	18	H <sub>3</sub> C(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH
<b>Linol kislotasi</b> C <sub>17</sub> H <sub>31</sub> COOH	18	H <sub>3</sub> C(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH-CHCH <sub>2</sub> CH-CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH
<b>Linolen kislotasi</b> C <sub>17</sub> H <sub>29</sub> COOH	18	H <sub>3</sub> CCH <sub>2</sub> CH-CHCH <sub>2</sub> CH-CHCH <sub>2</sub> CH-CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH
<b>Arahidon</b> C <sub>19</sub> H <sub>31</sub> COOH	20	H <sub>3</sub> C(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH-CHCH <sub>2</sub> CH-CHCH <sub>2</sub> CH-CHCH <sub>2</sub> CH- =CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> COOH

Yuqori molekulyar yog' kislotalarining natriyli va kaliyli tuzlari sovunlar deb ataladi. Oddiy kir sovuni palmitin, stearin va olein kislotalar natriyli tuzlari-ning aralashmasidan iboratdir. To'yinmagan yog' kislotalari tarkibida qo'shbog' bo'lgani uchun vodorodni, gologenlarni biriktira oladi va qo'shbog' saqlagan joyidan oksidlanishi mumkin. Shundan kelib chiqqan holda tegishli yog' kislotasining yoki lipidlarning to'yinmaganlik darajasini galogenlar (bromli suv) bilan titrlash orqali aniqlash mumkin.

Yuqori molekulyar yog' kislotalari va uch atomli spirt-glitserinning murakkab efirlari neytral yog'lar yoki glitseridlar deyiladi. Glitserin molekulasidagi bitta,

ikkita va barcha uchta gidroksil guruhi ham efirlashgan bo'lishi mumkin. Shundan kelib chiqqan holda ular mono-, di- va triglitseridlar deb yuritiladi.

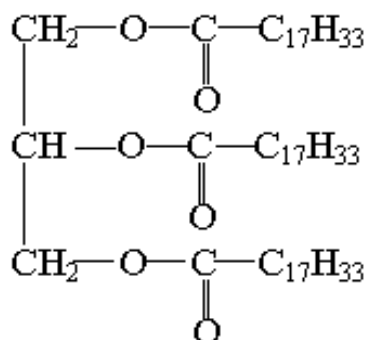
Organizmdagi biologik mohiyati va uchraydigan miqdoriga ko'ra neytral yog'larning asosiy vakillari triglitseridlardir. Tabiiy yog'lar triglitseridlarning turli tarkibli aralashmasidan iborat bo'lib, ular tarkibidagi yog' kislotalar qoldig'ining bir xilligidan oddiy va turli-tumanligida aralash triglitseridlar hosil bo'ladi.

Oddiy triglitseridlarda uchta bir xil yog' kislotalari qoldig'i uchraydi (triolein, tristearin, tripalmitin). Murakkab triglitseridlarda turli xil kislotalar qoldig'i uchraydi, tabiiy yog'larda aynan ularning aralash triglitseridlari uchraydi.

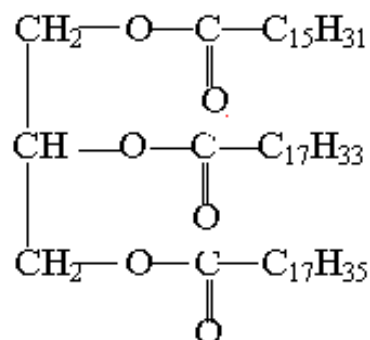
Tabiiy yog'lar o'zaro bir-biridan tarkibiga kiradigan yog' kislotalarining turli-tumanligidan va ularning molekulada turli tartibda joylashishi hamda molekulaning to'yinganlik darajasi bilan farqlanadi. Potensial jihatdan triglitseridlarning milliondan ortiq izomerlari bo'lishi mumkin. Yog'larning juda ko'pchiligida 4-7 xil ko'p uchraydigan yog' kislotalari qoldig'i uchrasa, qolganlarida (5%dan kam) boshqa yog' kislotalarining qoldiqlari uchraydi.

Hayvonlarning yog'lari tarkibida ko'pincha stearin va palmitin singari to'yingan hamda olein kislotalari bilan yarim to'yingan yog' kislotalari uchraydi. O'simliklarning yog'lari hayvonlarning yog'laridan farq qilib, tarkibida kam miqdor to'yingan yog' kislotalarini saqlaydi. Kungaboqar va makkajo'xori yog'i tarkibida to'yingan yog'larning miqdori 12% dan oshmaydi. O'simliklar tarkibida uchraydigan asosiy to'ymagan yog' kislotalarga linol, olein va linolen kislotalari kiradi. Organizmda linol va linolen singari yarim to'yingan kislotalar muhim ham ahamiyatga egadir. Chunki ular organizmda sintez qilinmaydi va shuning uchun ularning yetishmasligi xolesterin almashinuvining buzilishiga, teri kasalliklariga va boshqa patologik kasalliklarga olib kelishi mumkin. Yarim to'yingan kislotalarga bo'lgan inson organizmining sutkalik ehtiyoji taxminan 15g ga teng.

Yog'larning fizik-kimyoviy xossalari ko'pincha ular tarkibiga kiradigan yog' kislotalari xossalari nisbatan aniqlanadi. Yog'lar tarkibida to'yingan yog' kislotalari miqdorining yuqori bo'lishi, ularga qattiqlik bag'ishlaydi va suyuqlanish haroratlarining yuqori bo'lishiga olib keladi. Ular tarkibida to'ymagan yog' kislotalari miqdorining ortishi bilan suyuqlanishi darhol pasayadi. Masalan: cho'chqa salasi suyuqlanish harorati 36-46°C bo'lsa, kungaboqar moyi oddiy sharoitda suyuqdir hamda uning qotish harorati -21°C ga tengdir.



Triolein – oddiy triglitserid

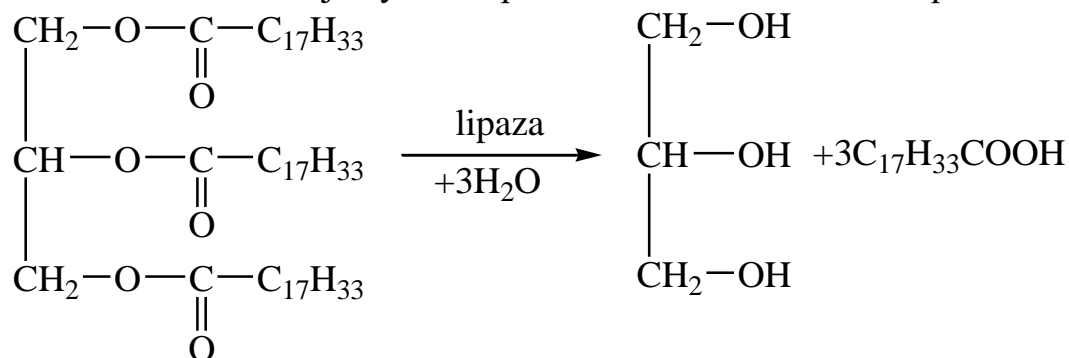


1-palmito-2-oleo-3-stearin–aralash triglitserid

Yog'larning to'yinganlik darajasi *yod soni* bilan aniqlanadi. Bunda 100g yog'ga necha gramm yod birikishi asos qilib olingan. Hayvon charvisining yod soni 38-46 ga, kanaplyaniki –150ga teng.

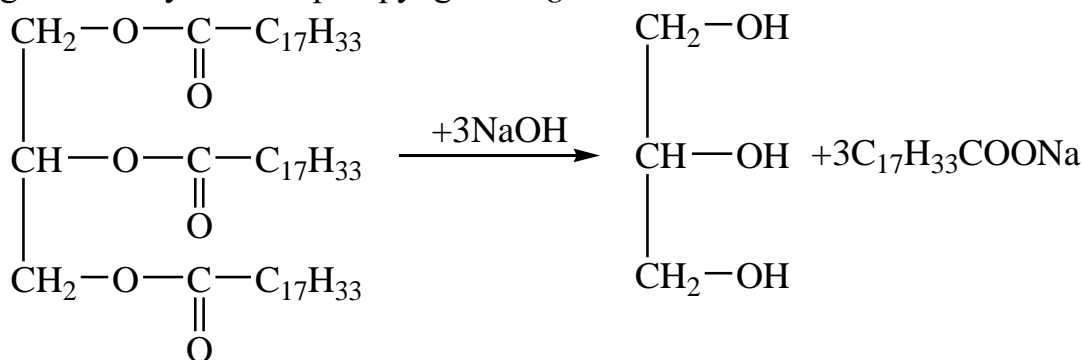
Yog' suvda erimaydi, hatto uzoq vaqt aralashtirilganda ham beqaror emulsiya hosil qiladi. Yog'larning barqaror emulsiyasini emulgator-moddalar qo'shish yordamida hosil qilinadi. Emulgatorlar suv-moy fazalar chegarasida yirik moy tomchilarining juda mayin sferik (1000 nm) shakilda bo'lishini ta'minlaydi.

Organizmدا yog'lar gidrolizga uchrashi natijasida glitserin va erkin yog' kislotalari hosil bo'ladi. Bu jarayonda lipaza fermenti katalizatorlik qiladi.



Yog'larning gidrolizi ularni ishqor eritmalari bilan qizdirilganda ham amalga oshadi, natijada glitserin bilan yog' kislotalarining tuzlari hosil bo'ladi. Bu sovunlanish reaksiyasi deb yuritiladi hamda bu usuldan foydalanib sanoatda kir sovuni ishlab chiqariladi.

To'yinmagan yog' molekulasidagi qo'shbo'g'larga vodorod molekulasining birikishidan to'yingan yog'lar hosil bo'ladi. Bu gidrogenlanish jarayonidan sanoatda suyuq yog'lardan foydalanib qattiq yog' - *margarin* olinadi.

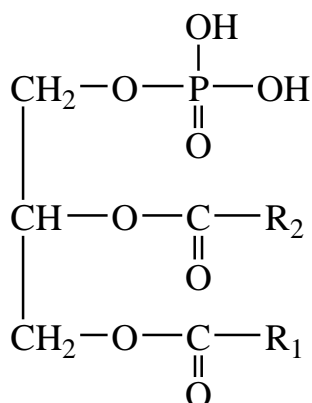


Yog'lar uzoq vaqt yorug'lik, havo kislorodi, namlik, temperatura va mikroorganizmlar ta'sirida oksidlanish va boshqa kimyoviy o'zgarishlarga uchraydi. Bunda peroksidlar, aldegidlar, ketonlar hosil bo'lishidan yog' taxirlashadi va ular tarkibida organizm uchun zaharli bo'lgan turli xil moddalar hosil bo'lishi mumkin.

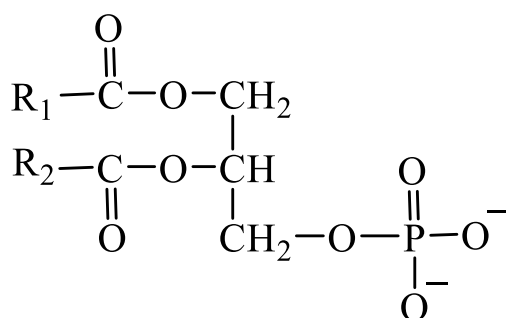
### Fosfolipidlar va ularning tirik organizmdagi roli.

**Fosfolipidlar** (fosfatidlar)–lipidlarning ko'p sonli sinfi bo'lib, o'simliklar va hayvonlar organizmidagi to'qimalarda keng tarqalgan. Hozirgi kunda fosfolipidlarni 20 dan ortiq sinfchalarga ajratadilar. Fosfolipidlarning tuzilishi nihoyatda turli-tumandir. Fosfolipidlarning eng keng tarqalgan vakillari

glitserinning boshqa spirtlar, yog' kislotalari va fosfat kislotasi bilan hosil qilgan murakkab efirlaridir.



Ularni quyidagi tuzilishdagi fosfat kislotasining diefirlari deb tasavvur qilish mumkin (R va R<sub>1</sub> lar azotli asoslar, glitserin va boshqa moddalar). Muhim biologik ahamiyatga ega bo'lgan fosfolipidlarga fosfatid kislotalar, xolinfosfatidlar, kolaminfosfatidlar, serinfosfatidlar, sfingofosfolipidlar kiradi. Fosfolipidlar biosintezi uchun asosiy oraliq mahsulot fosfatid kislotasi bo'lib u quyidagi tuzilish formulasiga ega.



### Fosfatidat kislota

**Sfingofosfolipidlar** – tarkibida to'yinmagan aminospirt sfingozin, yuqori molekulyar yog' kislotalari va fosfat kislotasini saqlaydi. Uning tarkibida glitserin uchramaydi. Sfingofosfolipidlar nerv to'qimalari tarkibida ko'proq uchrashi bilan ajralib turadi.

**Glikosfingolipidlar** – sfingozindan tashkil topgan bo'lib, fosfat kislota saqlamaydi, balki ular yog' kislotalari va uglevoddan iboratdir. Ular nerv to'qimalarida tarqalgan (asosan hujayra membranasida), gidrolizlanganda uglevod, sfingozin va yog' kislotalari hosil bo'ladi.

Fosfolipidlar hayvon hujayrasining membranasida dominantlik qiladi, shuningdek, ular hujayralararo jinslarda ham uchraydi. Fosfolipidlarning organizmdagi biologik roli turli-tumandir.

**Steroidlar** – sovunlanmaydigan lipidlardir. Kimyoviy tabiati jihatdan steroidlar siklopentanpergidrofenantrenning hosilalaridir. Ular sterinlar va steroidlarga

bo'linadi. **Sterinlar** – molekulasida siklopentanpergidrofenantren yadrosini saqlovchi yuqori molekulyar siklik spirtlardir.

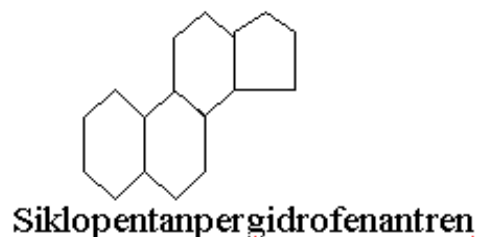
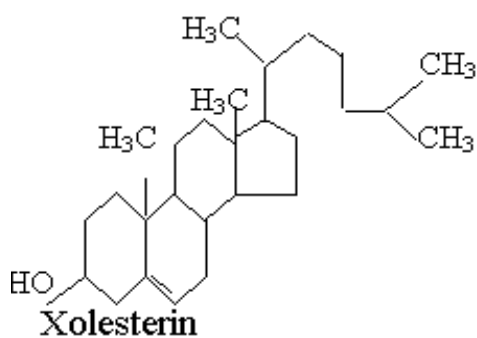
Turli to'qimalar tarkibiga kiradigan sterin va yog' kislotalaridan tashkil topgan steridlar ham mavjuddir. Steridlar va ularning hosilalari organizmda turli funksiyalarni bajaradi. Ular orasidan hayvonlar organizmida katta biologik ahamiyatga ega bo'lgani xolesterindir. Uning organizmdagi almashinuvining buzilishi aterosklerozga olib kelishi mumkin. Xolesterin oshqozon kislotasi asosi bo'lgan steroid gormonlarining biologik kelib chiqishini ta'minlaydi. Oshqozon kislotasi lipidlarning ichakka so'rilishida katta ahamiyatga egadir. Steroid gormonlar ko'pgina modda almashinuv jarayonlarini boshqaradi.

### Ovqat hazm qilish jarayonida lipidlarning almashinuvi

Oziq moddalar hisoblangan lipidlarga triglitsiridlar kiradi. Tabiatda ularning miqdori ko'p, biroq fosfolipidlar, sterinlar va boshqa lipidlar kamroq uchraydi.

Lipidlarning ovqat hazm qilish tizimida ularning o'zgarishi, ular almashinuvining boshlang'ich bosqichi hisoblanadi. Bu bosqichda murakkab molekulyar lipidlarning unchalik murakkab bo'lmagan lipidlarga aylanishi va keyinchalik ichak shilliq qavatlaridan so'rilishi kuzatiladi.

Ovqat bilan keladigan triglitseridlarning katta qismi ingichka ichakda monoglitseridlar va yog' kislotalarigacha parchalanadi. Yog'lar gidrolizi oshqozon osti bezi shirasidagi lipaza va ingichka ichak shilliq qavati ta'sirida boradi. Jigardan ichakka keladigan o't kislotalar tuzi va fosfolipidlar (o't tarkibidagi) mustahkam emulsiyalar hosil qilishga yordam beradi. Emulgirlanish natijasida hosil bo'lgan yog'ning kichik tomchilari bilan lipazaning suvdagi eritmasi tasirlanish yuzasi keskin ortadi va shu bilan fermentning lipolitik tasiri kuchayadi. O't kislotalari tuzi yog'larning parchalanish jarayonida ularning nafaqat emulgirlanishda ishtirokini stilullaydi, balki lipaza fermentini aktivlashda ham ishtirok etadi.



Steridlarning parchalanishi oshqozon osti bezidan ajralayotgan xolesterin-esteraza fermenti ishtirokida ichakda boradi. Steridlarning gidrolizi natijasida yog' kislotalari va xolesterin hosil bo'ladi.

Fosfolipidlar gidrolitik fermentlar-spetsifik fosfolipazalar ta'sirida to'la yoki qisman parchalanadi. Fosfolipidlarning to'liq gidrolizi mahsuloti glitserin, yog' kislotalari, fosfor kislotasi va azotli asoslar hisoblanadi.

Lipidlarning parchalanish mahsulotlari va parchalangan yog'larning kam qismi odamning oshqozon-ichak traktida taxminan quyidagi dinamikada so'riladi:

ichak epireliysida so'rilishning boshlanishi –10-30 minutdan so'ng, qonda lipidlar to'planishining maksimumi 4-6 soatdan so'ng, qonda lipid darajasining aktivligi va normallanishi - ovqatni istemol qilgandan keyin 9 soatdan so'ng.

Lipid hazm mahsulotlarining so'rilishiga mitsellalar - quyi molekulyar birikmalar hosil bo'lishi yordam beradi. Mitsellalar boshlang'ich komponentlar sifatida o't kislotalari tuzlaridan tarkib topgan. Ularda yog' kislotalar, monoglitseridlar, xolesterin va boshqalar "erigan". Bunday mitsellalarning diametri atiga 5-10 nm.

Ingichka ichakning shilliq qavatida lipidlarning turli xil aylanish jarayonlari kechadi. Bu yerda mitsellalarning turli xil komponentlari turlicha bo'ladi. Ko'pgina birlamchi mitsellalar (faqatgina o't kislotalari tuzlaridan tarkib topgan) ichak bo'shlig'iga qaytadi, bu erda ular lipidlarning parchalanish mahsulotlari yangi qismini eritish va so'rishga yordam beradi.

Lipidlarning gidrolizi mahsulotlaridan ichakning shilliq qavatida triglitseridlar va fosfolipidlarning qisman resintezi boradi. Ammo ularning yog' kislotali tarkibi ovqat yog'lariga nisbatan o'zgargan. Ichak shilliq qavatida sintezlanmaydigan triglitseridlarda ovqat tarkibida bo'lmagan holda ham araxidon va linolen kislotalari uchraydi.

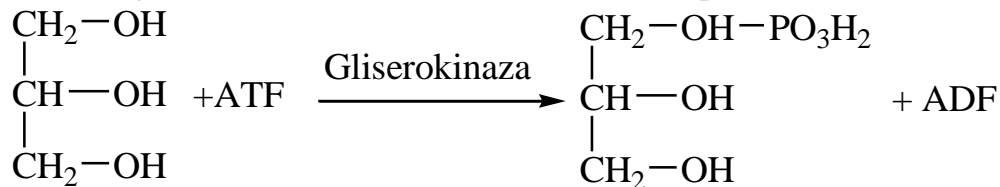
Shilliq qavatdan lipidlarning katta qismi venadagi qonga tushmay, aksincha ichakning limfatik sistemasiga, qiyin limfatik oqimga va shundan keyingina qonga o'tadi. Lipidlarning transporti ustmolekulyar zarrachalar-xilomikronlar va boshqa turli xil zichlikdagi lipoproteidlar yordamida amalga oshadi. Epiteyliy kapillyarlari orqali xilomikronlarning bevosita qopqa vena qoniga o'tishiga ularning nisbatan katta o'lchamlari to'sqinlik qiladi. Shuning uchun ham xilomikronlar endoteliy kapillyarlari va boshqa to'qimalar (yog' to'qimalari, mushak to'qimalari) orqali o'ta olmaydi. Xilomikronlar tomonidan yetkazilgan triglitseridlarning shunday to'qimalarini ishlatish ularning endoteliy tomirlari yuzasidagi lipoproteidlipaza tomonidan boshlanadi deb taxmin qilinadi. Triglitseridlarning aniq qismi yog' depolarida saqlanadi. Shunga ko'ra, yog' to'qimalari tomonidan triglitseridlarning so'rilishi va assimilyatsiyasi, hazm bo'lish jarayonida ularning parchalanish reaksiyalari o'rniga sintez reaksiyalari boradi.

Organizmga energiya kerak bo'lganda triglitseridlar gidrolizi sodir bo'ladi va uning mahsulotlari quyidagisha yo'l bilan boradi: yog' to'qimasi→qon→organlar. Lipoliz jarayoni turli xil gormonlar boshqaruvi ostida boradi va adenilatsiklazali sistema orqali kechadi.

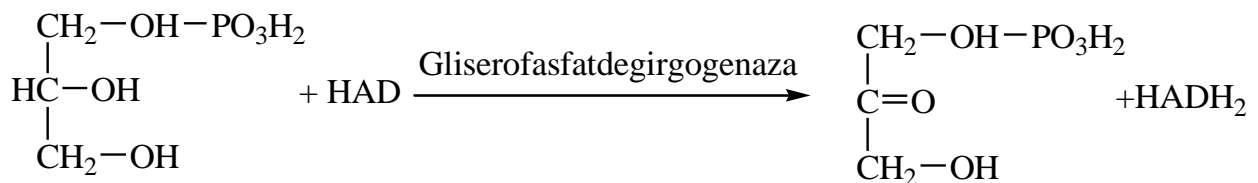
Lipidlar almashinuvining turli bosqichlarida jigarning roli turlicha va muhimdir. Jigarda lipidlarni hazm qilish uchun kerak bo'lgan o't kislotalari hosil bo'ladi, xilomikron qayta hosil bo'ladi va plazmali lipoproteidlar, transport lipidlari sintezlanadi. Yog' kislotalarining katta qismi oksidlanadi, qon plazmasining ketonli birikmalari va fosfolipidlari sintezlanadi, shu bilan birga lipidlar almashinuviga ta'sir etuvchi bir qator jarayonlar boradi. Lipidlarning deprotonlanishi va mobilizatsiyasi jarayonlarida quyidagi yog' to'qimalari katta ahamiyatga ega; teri osti, yog' kletchatkasi, charvi, ya'ni yog' to'qima.

### Glitserinning oksidlanishi.

To'qimalarda glitserinning aylanishi uglevodlarning anaerob oksidlanishi (glikoliz) bilan o'zaro bog'liq. Dastlab glitserin ATF yordamida fosfatlanadi va  $\alpha$ -glitserofosfat hosil qiladi. Bu jarayonni quyidagi reaksiya tenglamasi bilan ifodalash mumkin va unda glitserokinaza fermenti katalizatorlik qiladi.



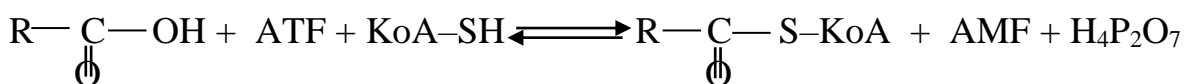
So'ngra  $\alpha$ -glitserofosfat fosfodioksiasetongacha oksidlanadi.



Fosfodioksiaseton 3-fosfoglitserinaldegidga izomerlanadi. U ham glikolizning oraliq mahsuloti hisoblanadi va keyinroq shu yo'l bilan oksidlanadi.

### Yog' kislotalarining oksidlanishi

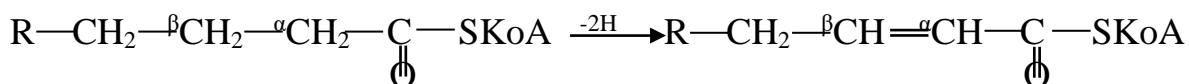
Yog' kislotalari mitoxondriyalarda oksidlanadi. Bu jarayon karboksil tomonidan to'yingan yog' kislotalaridan ikkita uglerodli fragmentlarini tortib olishning bir necha davomli bosqichlardan iborat. Yog' kislotalarining oldindan aktivlanishi tayyorlov bosqich bo'lib hisoblanadi. U ATF energiyasi hisobidan boradi va koenzim A(KoA) bilan yog' kislotalarining efirlari hosil bo'lishi bilan yakunlanadi, bunda jarayon spetsifik aktivlovchi fermentlar yog' kislotalarining tiokinazalari bilan katalizlanadi.



Hosil bo'lgan efirlar karnetin bilan tasirlashadi, natijada karnetin bilan yog' kislotalarining efirlari hosil bo'ladi. Ular membrana orqali mitoxondriya ichiga kiradi, bu yerda ular yana qayta yog' kislotalarining koenzimA bilan efirlariga aylanadi, bular esa  $\beta$ -oksidlanishga uchraydi.

Demak bu jarayonni quyidagicha sxemada tasvirlash mumkin:  $\beta$ -oksidlanish jarayonining sxemasini quyidagi bosqichlardan iborat. deb tasavvur qilish mumkin.

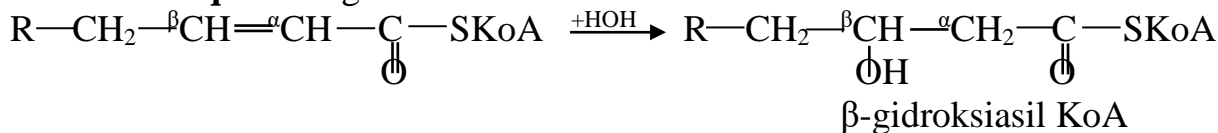




Yog' kislotalari va KoA efiri

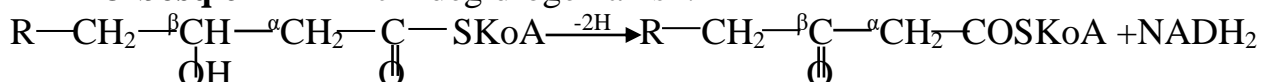
Bu reaksiyada FAD-saqlovchi flavoproteidlar hisoblanadigan atsil-KoA fermentlari dehidrogenazalar yordamida katalizlanadi.

**2-bosqich** – dehidratlash:



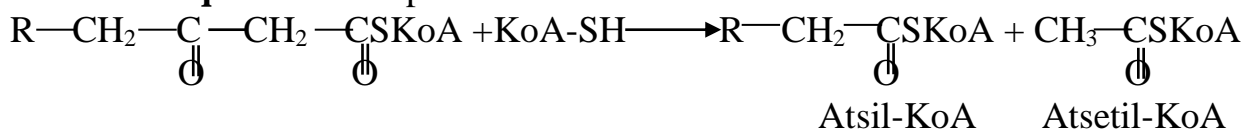
Bu reaksiyani enoilhidrataza fermenti katalizlaydi.

**3-bosqich** – ikkinchi dehidrogenlanish:



Bu reaksiyani katalizlovchi ferment β-oksiatsil-KoA-dehidrogenaza koferment sifatida NADdan iborat.

**4-bosqich** – tiolitik parchalanish:



Tiolitik parchalanish bosqichini tiolaza fermenti katalizlaydi. Yog' kislotalarining oksidlanishidan (uning KoA bilan efiri shaklida) ko'rinib turibdiki, reaksiya karboksil guruhiga nisbatan β-holatda turgan uglerodda boradi, shuning uchun jarayon β-oksidlanish nomini olgan.

Shunga ko'ra, almashib turgan reaksiyalar ikki uglerodli fragment-atsetil-koenzim A (aktivlangan sirka kislotasi)ning ajralishi bilan tugaydi. Bu reaksiyaning boshqa so'nggi mahsuloti-ikkita uglerod atomiga qisqargan atsil-koenzim A shunga o'xshash aylanish reaksiyalariga qayta kirishishi mumkin (uning butun molekulasi bir necha ikki uglerodli atsetil-koenzim A fragmentlariga parchalanadi). Masalan, palmitin kislotasining to'liq oksidlanish jarayonida ko'rsatilgan reaksiyalar sikli yetti marta takrorlanadi.

Keyinchalik atsetil-KoAning yo'li – trikarbon kislotalar siklida oksidlanishidir. Atsetil koenzim A ni trikarbon kislotalar sikliga yetkazib beruvchi yog' kislotalarining β-oksidlanish jarayoni asosiy energiya manbai hisoblanadi. Tinch holatda yurak va skelet mushaklarida, shu bilan birga bir necha organlarda yog' kislotalarining oksidlanishi umumiy energiya sarfining yarmini qoplashi mumkin, deb hisoblanadi.

Birta ikki uglerodli asetil-koenzim A qoldig'ining ajralishi bilan tugallanadigan palmitin kislotaning har bir oksidlanish siklida bittadan FAD·H<sub>2</sub> va NAD·H<sub>2</sub> molekulari hosil bo'ladi. Sitoxrom sistemada oksidlanish tegishli 2 va 3 molekula ATFni ozod qiladi. Ko'rsatilgan siklning 7 martalik takrorlanishida tegishli 8 molekula atsetil koenzim A va 35 molekula ATF hosil qilinadi. Trikarbon kislotalar siklida oksidlanayotgan atsetil-koenzim A ning har bir molekulasi 12 molekula ATFning manbai bo'lib xizmat qiladi. Shunga ko'ra 8



molekula atsetil-koenzim A ning oksidlanishidan 96 molekula ATF hosil bo'ladi. Bir molekula ATF yog' kislotalarining boshlang'ish aktivlanishiga sarflanadi. Shuni hisobga olganda, bir molekula palmitin kislotasining  $\text{CO}_2$  va  $\text{H}_2\text{O}$  gacha to'liq oksidlanishida 130 molekula ATF ( $96+35=131$ ) hosil bo'ladi.

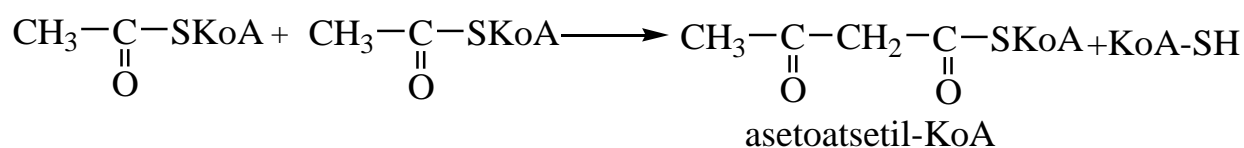
Yog' molekulasi, masalan, tripalmitinning oksidlanishida hosil bo'ladigan ATF molekulasining umumiy soni  $409:390$  ( $3 \times 130$ )ni - uch molekula palmitin kislotaning oksidlanish jarayonida va 22 (glitserinning to'liq oksidlanishida)ni tashkil etadi.

Yog' kislotalarining  $\beta$ -oksidlanishi asosiy yo'l, ammo yagona yo'l emas. Bundan tashqari  $\alpha$ -oksidlanish va  $\omega$ -oksidlanish ham mavjud.

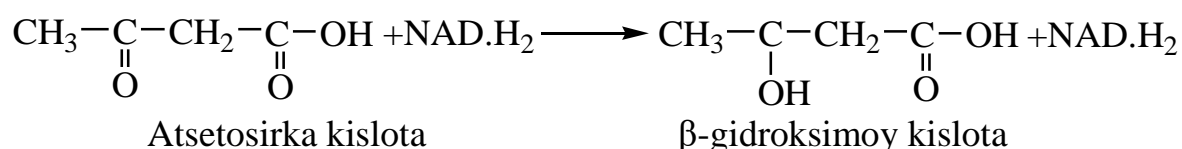
To'yinmagan yog' kislotalarining  $\beta$ -oksidlanishi to'yingan yog' kislotalarining oksidlanishidan farq qiladi. Bunda yana ikki reaksiya va tegishli ikkita ferment qo'shiladi.

### Ketonli birikmalarning hosil bo'lishi

Jigarda  $\beta$ -oksidlanish natijasida hosil bo'layotgan asetil-koenzim A asetoatsetil-KoA ga aylanishi mumkin.



Atsetoatsetil-KoA ning qo'shimcha to'planishida ulardan erkin atsetosirka kislotasi hosil bo'ladi. U esa fermentativ yo'l bilan  $\beta$ -gidroksimoy kislotagacha qaytarilishi mumkin. Bu reaksiyada vodorod donori bo'lib  $\text{NAD}\cdot\text{H}_2$  xizmat qiladi.



Atsetosirka va  $\beta$ -gidroksimoy kislotalar jigarda sintezlanadi hamda qon bilan mushak va boshqa to'qimalarga keladi. Bu yerda u trikarbon kislotalar siklida energiya manbai sifatida xizmat qiladi. Yog'lar almashuvining buzilishida (masalan, qandli diabetda) qonda atsetosirka va  $\beta$ -gidroksimoy kislota qo'shimcha miqdorda to'planadi. Bunda atsetosirka kislota asetonga aylanishi mumkin. Asetosirka va  $\beta$ -gidroksimoy kislotalar hamda aseton ketobirikmalar nomini olgan. Qonda keton birikmalarning qo'shimcha miqdorda to'planishi ketonemiya, siydik bilan birga ajralishi esa ketonuriya deyiladi.

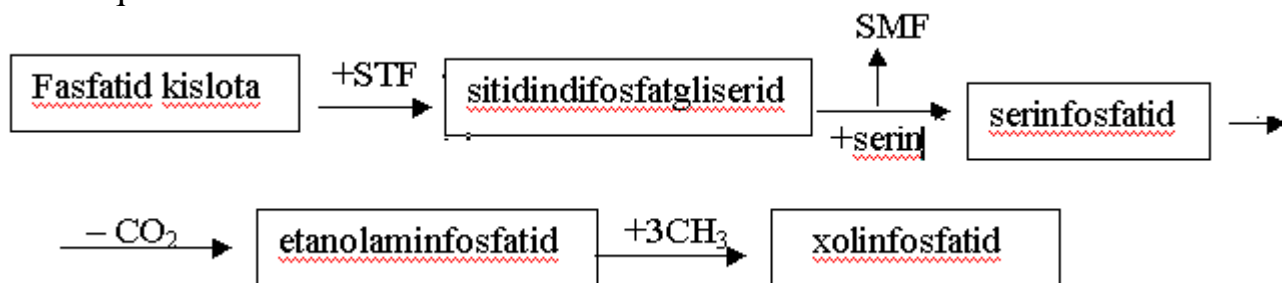
Keton birikmalarning patologik to'planishining ko'pgina sabablaridan biri lipid oksidlanishiga nisbatan ovqat bilan uglevodning kam kirishi, insulin yetishmaganda uglevodlar va yog' kislotalari almashuvining buzilishi muhim bo'lib hisoblanadi.

## Triglitsyeridlar biosintezi

Triglitsyeridlar biosintezi asosiy spetsifik birikmalari  $\alpha$ -gliserofosfat va koenzim A bilan aktivlangan yog' kislotalari (atsil-KoA) hisoblanadi.  $\alpha$ -gliserofosfat ikki xil o'zaro bog'liq bo'lgan yo'llar bilan hosil bo'ladi. Asosiy yo'l –  $\text{NAD}\cdot\text{H}_2$  yordamida fosfodioksiasetonning qaytarilishi, boshqasi esa ATF istirokida glitsyerinning to'g'ridan to'g'ri fosforlanishidir.  $\alpha$ -gliserofosfatning KoA bilan aktivlangan yog' kislotalarining 2 molekulasi bilan o'zaro ta'siri natijasida fosfatid kislota hosil bo'ladi. Uning defasfatlanishi (gidrolizi)dan glitsyerid olinadi. Diglitsyeridning KoA – yog' kislota atsili bilan o'zaro ta'siri natijasida triglitsyerid hosil bo'ladi.

Shu sxemada ingichka ishak shilliq qavati hujayralari uchun xarakterli bo'lgan triglitsyeridlar sintezining boshqa yo'li ko'rsatilgan: monoglitsyerid bevosita aktivlangan yog' kislotalari bilan ta'sirlashadi, bunda diglitsyerid hosil bo'ladi va oddiy yo'l bilan triglitsyerid olinadi. Bu yo'ning asosiy xususiyati shundaki, triglitsyeridlar sintezidagi oraliq mahsulot sifatida fosfatid kislota hosil bo'lish boshqichining yo'qligidir.

**Fosfolipidlar sintezi.** Fosfolipidlar sintezining asosiy yo'li fosfatid kislota sitidinli nukleotid-sitidintrifosfat (STF) bilan o'zaro ta'sirlashuvidan boshlanadi. Bu reaksiyada hosil bo'lgan sitidindifosfatglitsyerid turli xil fosfolipidlarning keyingi sintez jarayonida boshlang'ich umumiy birikma sifatida xizmat qiladi.



13-rasm. Fosfolipidlar sintezi.

Xolinfosfatidlar organizmda to'g'ridan-to'g'ri yo'l bilan ham sintezlanishi mumkin, bu jarayonda "tayyor" xolin ovqat bilan kiradigan xolin ishlatiladi.

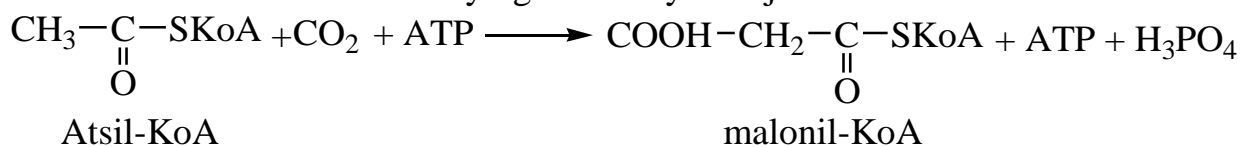
**Xolesterin almashinuvi.** Xolesterin hosil qiluvchilar sifatida biosinteza atsetil-KoA shaklidagi sirka kislota hisoblanadi. Xolesterin biosintezi jarayoni bir necha bosqichlardan tashkil topgan, har bir bosqich fermentativ reaksiyalar zanjiridan iborat. Xolesterin barcha steroid gormonlarni hosil qiluvchi birikmadir. Steroid gormonlari biosintezi jarayonining intensivligi xolesterin almashinuvi bilan bevosita bog'liq. Shuning uchun buyraklarda xolisterinning steroid gormonlariga aylanishini to'sib qo'yuvchi bu o'zaro bog'liqlikning tug'ma buzilishi tufayli buyraklarda xolisterinning katta miqdori to'planishiga olib keladi va organizmning o'limiga olib keladi.

Xolisterin parchalanishining mahsuloti o't kislotalari mustaqil biologik ahamiyatga ega. Xolisterinning jigar-ichak orqali sirkulyatsiyasi ham ma'lum. O't

tarkibida xolisterin jigardan ichakka kelib tushadi, bu yerda u qisman qonga so'riladi, yana qisman (sutkada 1g gacha) ichak bakteriyalari tomonidan koprosteringa aylantiriladi va axlat sifatida organizmdan chiqariladi.

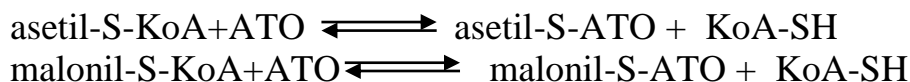
*Yog' kislotalari biosintezi.* Uglerod zanjirining strukturasi va uzunligi hamda to'yinganlik darajasi bilan farq qiladigan turli xil kislotalarning biosintezi juda katta xususiyatlarga ega. Bu substratlarning kimyoviy aylanishlarida, bu aylanishlarni katalizlaydigan fermentlar to'plamida hamda sintez jarayoning hujayra ichidagi lokallanishida namoyon bo'ladi. Yog' kislotalarining oksidlanishidan farqli o'raroq u mitoxondriyalarda emas, balki ko'pincha hujayra sitoplazmasida boradi. Yog' kislotalari sintezi murakkab fermentativ sistema bilan katalizlanadi.

Bu yog'lar sintezi yo'lidagi birinchi metabolit - bu malon kislotaning aktiv formasi - malonil-KoA dir. Ammo palmitin kislota molekulasining barcha uglerod atomlari manbai bo'lib atsetil-KoA xizmat qiladi. Aynan undan atsetil-KoA-karboksilaza fermenti katalizlaydigan reaksiya natijasida malonil-KoA hosil bo'ladi.

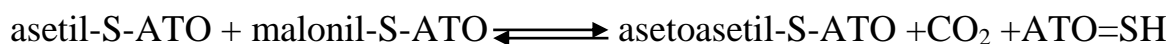


Yog' kislotalarining muqarrar ishtirokchisi quyi molekulyar atsetil tashuvchi oqsil (ATO) hisoblanadi. Yog' kislotalar oksidlanishidan farqli o'laroq, ularning sintezida oraliq atsetil mahsulotlar KoA bilan emas, balki atsetil tashuvchi oqsil bilan tioefir bog'lar hosil qiladi. Yog' kislotalari biosintezining sxemasini quyidagicha tarzda tasavvur qilish mumkin:

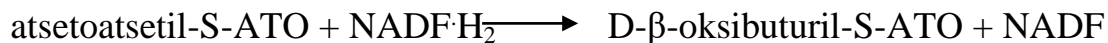
Dastlab asetil-S-KoA va malonil-S-ATO va malonil-S-ATO hosil bo'ladi:



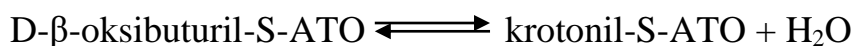
So'ngra ular bir-biri bilan ta'sirlashadi:



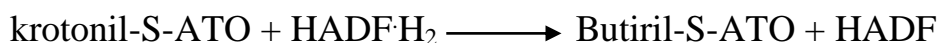
Keyinchalik atsetoasetil-S-ATO NADPH<sub>2</sub> yordamida qaytariladi:



Hosil bo'lgan D-β-oksibutiril-S-ATO dehidratlanadi:



So'ngra krotonil-S-ATO HADPH<sub>2</sub> ishtirokida qaytariladi:



Butiril-S-ATO (4-uglerod atomini tutgan) oxirgi mahsulotlardan biri, masalan, palmitin-S-ATO hosil bo'lguncha uzayishni davom etavetadi. Yakunlovchi reaksiya – ATO ni ajratib palmitin kislotani ozod qilishdir. U keyinchalik molekulaning uzayishi yo'li bilan boshqa to'yingan yog' kislotalariga aylanadi.

Ammo bu jarayon boshqa hujayra ichidagi lokallanishga ega: u sitoplazmada emas, balki mitoxondriyalar va endoplazmatik to'rlarda boradi hamda boshqa fermentativ sistemalar bilan katalizlanadi.

Palmitin va srearin kislotalardan organizmda monoto'yingan yog' kislotalari, masalan, olein kislota ham sintezlanishi mumkin. Linol va linolein kabi yarimto'yinmagan kislotalar odam organizmida sintezlanmaydi. Shunga ko'ra, ularning manbai oziq modda hisoblanadi, ya'ni ular ovqatlanishning almashib bo'lmaydigan faktorlari bo'lib hisoblanadi.

Yog' kislotalari sintezi energiya yutuvchi jarayon bo'lib, ATF shaklidagi oqimiga hamda qaytarilgan NADF ga ehtiyoj sezadi.

**Tayanch tushunchalar:** lipidlar, yog'lar, yog' kislotalari, fosfolipidlar, sodda lipidlar, murakkab lipidlar, gliserin, neytral yog'lar, lipoproteyidlar, steroidlar, lipidlarning almashinuvi, lipidlarning hazm qilinishi, glitserinning oksidlanishi, yog' kislotalarining oksidlanishi, ketonli birikmalar, triglitseridlar biosintezi, fosfolipidlar sintezi va xolesterin almashinuvi.

#### **Nazorat savollari**

1. Lipidlar qanday moddalar?
2. Lipoidlar organizmda qanday funksiyani bajaradi?
3. Organizmda yog'lar qanday gidrolizga uchraydi?
4. Yo'g' va moylar tarkibida qanday karbon kislotalar uchraydi?
5. Mumlar tarkibida qaysi yuqori molekulali spirtlar uchraydi?
6. Moylarning taxirlanishi nima bilan izohlanadi?
7. Quriydigan va qurimaydigan moylarning farqini ko'rsatib bering.
8. Suyuq moylarni gidrogenlash sanoat miqyosida qanday amalga oshiriladi? Bu reaksiyaning kundalik turmush uchun ahamiyatini bilasizmi?
9. Fosfolipidlar qanday funksiyalarni bajaradi?
10. Steroidlar qanday lipidlar jumlasiga kiradi?

## **X-BOB. GORMONLAR**

1. Gormonlar- biokimyoviy jarayonlarning boshqaruvchisidir.
2. Gormonlar nomenklaturasi va klassifikasiyasi
3. Gormonlarning ta'sir mexanizmi.
4. Organizmning muhim gormonlariga xarakteristika.

### **Gormonlar-biokimyoviy jarayonlarning boshqaruvchisidir**

Gormonlar endokrin bezlarda ishlab chiqariladigan, to'qima, organlar va butun organizmda boradigan moddalar almashinuvi jarayoni va funksional holati boshqarilishida muhim rol o'ynaydigan, yuqori biologik faollikka ega bo'lgan organik moddalardir. Hozirgi vaqtda gormonlar haqidagi ta'limot mustaqil endokrinologiya faniga aylangan. Bu fan gormonlarning kimyoviy tabiatini, tuzilishi bilan funksiyasi orasidagi bog'lig'likni, ta'sir mexanizmi hamda endokrin bezlarning fiziologiyasi va patologiyasini o'rganadi.

Endokrinologiya fanining kelib chiqishi 1849 yilda Addison tomonidan bronza kasalligining ochilishi bilan bog'liq. Ichki sekretiya bezlari to'g'risidagi tushunchani fanga birinchi marta Klod Bernar kiritgan. Ichki sekretiya bezlari mahsulotini gormonlar deb (yunoncha *hormao*-qo'zg'ataman, uyg'otaman degan ma'noni bildiradi) atashni birinchi marta 1905 yilda Beykis va Starlinglar taklif etishgan.

Tirik organizmda bir necha minglab kimyoviy reaksiyalar sodir bo'lib turadi. Bu reaksiyalar nerv va gumoral mexanizmlar orqali boshqariladi. Inson organizmida ush xil bezlar uchraydi.

1. Tashqi sekretiya bezlari. Bu bezlardan ajralgan suyuqlik tashqariga chiqarilgani uchun ham shunday nomlanadi. Ularga: teridan ajraluvchi ter, yog', so'lak va oshqozon hamda ichak shilliq qavatida suyuqlik ajratuvchi bezlar kiradi.

2. Ichki sekretiya bezlari. Ular organizmning turli qismlarida joylashgan bo'ladi va ulardan ajraladigan suyuqlik organizmning ichki muhitiga, qon va limfaga quyiladi. Shuning uchun ham ular ichki sekretiya bezlari deb ataladi. Ichki sekretiya bezlariga: gipofiz, epifiz, qalqonsimon, qalqon orqa, ayrisimon, buyrak usti bezlari kiradi.

3. Aralash bezlar. Bu bezlar to'qimasi ikki qismdan iborat bo'lib, bir qismidan ajralgan suyuqlik xuddi tashqi sekretiya bezlari singari tashqi muhitga, ikkinchi qismidan ajraladigan suyuqlik ichki sekretiya bezlari kabi organizm ichki muhiti bo'lgan qon va limfaga ajraladi.

Ichki sekretiya bezlari ishlab chiqaradigan suyuqlik gormon deb ataladi. Ajralgan gormon bezdan o'tadigan qonga va limfa suyuqligiga quyiladi. Ichki sekretiya bezlarining ishlab chiqaradigan gormonlari juda kam, ya'ni gramning milliarddan bir qismiga teng.

Gormonlar organizmda kechadigan barcha jarayonlarning boshqaruvchisidir. Gormonlar maxsus gormonal bezlarning alohida qismlarida ishlab chiqariladi. Bu organlar ichki sekretiya va endokrin bezlarining gormonlari deb nomlanadi.

Ichki sekretiya bezlari kelib chiqishi va anatomik jihatdan alohida a'zolar bo'lsa ham, ular bir butun yaxlit endokrin sistemani tashkil qiladi. Endokrin

sistemi markaziy miyaning gipotalamus qismi orqali boshqariladi, u markaziy nerv sistemasidan keladigan signallarni qabul qiladi va integriraydi. Bu signallar asosida gipotalamik boshqaruvchi gormonlarni ishlab chiqaradi va uni gipofizga uzatadi.

### **Gormonlar nomenklaturasi va klassifikatsiyasi**

Hozirgi kunda kelib, deyarli barcha ma'lum gormonlarning, shu jumladan aksariyat oqsil-peptid tabiatli gormonlarning kimyoviy tabiati to'raligicha o'rganilgan. Gormonlar kimyoviy tabiati, kelib chiqish joyiga va ta'siriga qarab nomlanganlar hamda shu asosda ularning klassifikatsiyasi tuzilgan. Gormonlarni ularning tabiiy sintezlanadigan joyiga qarab, gipotalamus, gipofiz, qalqonsimon bez, buyrakusti bezlari, oshqozon osti bezi, jinsiy bezlar, bo'qoq bezi va boshqa gormonlar deb yuritimiz. Lekin bu asosda ularning klassifikatsiyasini shakllantirish qulay emas, chunki bunda ba'zi noaniqliklar tug'iladi. Masalan, bir bezdan ba'zan ta'siriga ko'ra farq qiladigan bir necha gormonlar ishlab chiqariladi. Bunga misol, jinsiy gormonlar asosan jinsiy va qisman buyrakusti bezida ham sintez qilinadi. Bundan tashqari bir xil gormonlar bir yerda ishlab chiqarilsa ham ikkinchi bez orqali sekretiya qilinadi. Masalan, oksitotsin va vazopressin gormonlari gipotalamusda sintezlanib gipofizning orqa bo'lagiga yetkaziladi va shu yerdan sekretiya qilinadi.

Gormonlarni ularning kimyoviy tabiatiga qarab klassifikatsiya qilinadi. Bunday klassifikatsiyaga muvofiq barcha gormonlarni quyidagi sinflarga ajratish mumkin.

1. Oqsil va peptid tabiatli gormonlar. Bunday sinfga murakkab tuzilishli oqsillar tabiatiga ega glikoproteid gormonlar kiradi. Ularga follikulalarni stimullovchi gormon, lyuteinlovchi gormon, tireotrop gormon va boshqalar kiradi. Bundan tashqari sodda oqsil gormon - insulin va peptidlardan kortikotropin, glyukagon, kalsitonin, somatostatin, vazopressin, oksitotsin va boshqalarni ham misol qilish mumkin.

2. Aminokislota hosilalarining gormonlari. Ularga buyrak usti bezining mag'iz qismi gormonlari (adrenalin va noradrenalin) va qalqonsimon bez gormonlari (tiroksin, triyodtironin) kiradi.

3. Steroid gormonlar. Bunday gormonlarga: buyrak usti bezi steroidlari (kortikosteroidlar), jinsiy gormonlar (androgenlar, estrogenlar, gestogenlar va boshqalar) misol bo'ladi.

4. Prostaglandinlar. Bu toifa gormonlariga leykotrienlar, prostasiklinlar, tromboksanlar kiradi.

Gormonlar biosintezi haqidagi ma'lumotlar ularning strukturasi aniqlash bilan parallel holda rivojlandi. Kimyoviy tuzilishi ma'lum bo'lgan gormonlarning organizmda sintezlanish yo'li ham deyarli to'la o'rganildi.

### **Gormonlarning ta'sir mexanizmi.**

Organizmدا turli gormonlarning ta'sir mexanizmi turli-tumandir. Gormonlarning funksional metabolizmi ularning ta'sir mexanizmi bilan bevosita bog'liq. Gormonlar hujayra strukturalari bilan o'ziga xos kimyoviy reaksiyalarga kirishadi. Ko'pchilik gormonlarning organizm va hujayra ichidagi fizologik effektlari ko'p tomonlama bo'lishi, har bir gormonning ta'sir mexanizmiga bitta fundamental biokimyoviy jarayon, masalan hujayraning o'tkazuvchanligini oshirish, ma'lum fermentlar aktivligini kuchaytirish, mitoxondriyalarda oksidlanuvchi fosforlanishni o'zgartirish misol bo'ladi. Umuman ko'p gormonlar xilma-xil fermentlarni faollashtirishi aniqlangan, ammo ularning fiziologik effektini doim bir aniq mexanizm bilan tushuntirib bo'lmaydi. Keyingi chorak asr ichida gormonlar effektiv hujayraning genetik apparatini harakatga keltiradi degan fikr tobora mukammal tasdiqlanmoqda. Genlar spesifik enzimlar sintezi uchun javobgar informasion RNK ishlab chiqarishni ta'minlaydi. Binobarin, gormonlar faolligiga xos bo'ladigan jarayon genetik shartlangan spesifik oqsil bilan belgilanadi.

Har bir gormon to'qimalarga va hujayra ichidagi tegishli strukturalarga tanlab ta'sir ko'rsatadi. Bir qator gormonlarning effekti hujayralarda kuzatilsa ham aksari gormonlar hujayra a'zo va to'qimalariga tanlab ta'sir etadi. Masalan: jinsiy gormonlar jinsiy bezlarga, insulin jigar, diafragmaga, tiroksin gipofiz old bo'lagi hujayralariga va mushaklarga, partgormon buyrak kanalchalariga ta'sir qiladi. Bunday to'qimalar gormonlar uchun nishon deb qaraladi.

Nishon to'qimaga yetib borgan gormon hujayra metabolizmini idora qilishi uchun avvalo hujayra membranasi orqali uning ichiga kirib, metabolitik reaksiyalarni boshqaruvchi mexanizmlarga ulanishi kerak. Keyingi bir necha o'n yillar davomidagi tadqiqotlar natijasida ma'lum bo'ldiki, bir guruh gormonlar, asosan steroidlar, hujayra membranasida tanlanib, uning lipid qavati orqali hujayra ichiga kiradilar va u yerda maxsus molekulalarga birikadilar.

### **Organizmdagi muhim gormonlarning tavsifi**

**Gipotalamus gormonlari.** Gipotalamusning biologik aktiv moddalari: kortikoliberin, tiroliberin, lyuliberin, folliberin, somatoliberin, somatostatinar tuzilishiga ko'ra oddiy oligopeptidlardir. Ularning deyarli barchasi erkin holda ajratib olingan va kimyoviy tuzilishi aniqlangan hamda so'nggi yillarda ularni laboratoriya sharoitida sintez qilish yo'lga qo'yilmoqda.

Bu gormonlarni ajratib olish juda katta qiyinchiliklarga olib keldi. Chunki gipotalamus gormonlarining organizmdagi miqdori nihoyatda ozdir. Masalan, 1 mg toza tiroliberin olish uchun 5 mln. qo'ydan olingan 500 t miyani qayta ishlab ajratilgan 7 t gipotalamus to'qimasi zarur bo'ladi.

Gipofiz gormonlari tuzilishiga ko'ra: a) oddiy oqsillar-oksitotsin, vazopressin; b) murakkabroq tuzilishli peptidlar-adrenokortikort va  $\beta$ -lipotropin; v) molekulyar massasi 22000 bo'lgan oddiy oqsillar-o'sish gormonlari va prolaktin; g) murakkab oqsillar-lyuteinlovchi gormonlar, follikulalarni stimullovchi gormonlar kiradi.

Gipofizning oldingi bo'lagidan somatotrop va boshqa xil gormonlar ajraladi. Bu gormon bolalar va o'smirlarning o'sishi va rivojlanishini hamda oqsillar

sintezini boshqaradi. Agar organizmda bu gormon ortiqcha ishlab chiqarilsa bo'y me'yoridan ortiq o'sib ketadi, bu holat gigantizm deb yuritiladi. Bu holatning aksi bo'lsa, ya'ni organizm bu gormonni kam ishlab chiqarsa, unda organizm o'sishdan qoladi, bu holat esa nanizm deyiladi. Bunda pakana bo'ylik kelib chiqadi.

Shuni alohida takidlash kerakki, gipofiz organizmdagi barcha ichki sekretiya bezlarining ishini tartibga soladi. Shu bilan birga uning funksiyasi markaziy nerv sistemasi tomonidan, ya'ni oraliq miyada yoylashgan gipotalamusdan ajralgan neyrogormonlar tomonidan boshqariladi.

**Oshqozon osti bezi gormonlari.** Oshqozon osti gormonlariga—insulin va gilyukagon kiradi. **Insulin** kimyoviy tabiatiga ko'ra oqsil gormondir. Uning molekulasi 16 xil aminokislota asosida hosil bo'lgan va 51 ta aminokislota qoldig'idan tashkil topgandir. Insulin molekulasi ikkita polipeptid zanjiridan (A zanjir 21 ta va B zanjir 30 ta aminokislota qoldig'idan) iborat bo'lib, bu zanjirlar o'zaro disulfid ko'priki orqali bog'langan. Insulinning molekulyar og'irligi 5700 ga teng. Insulin birinchi tuzilishi aniqlangan oqsildir. Uning tuzilishi ingliz olimi Senjer tomonidan 1948-1953 yillarda amalga oshirilgan.

Insulin oshqozon osti bezining Langergans orolchalari  $\beta$ -hujayralarida ishlab chiqariladi, shuning uchun ham shunday nomlangan (*insula-lotincha orol*). Bu gormonning ta'sir mexanizmi 1889 yilda itlarda oshqozon osti bezi olib tashlanganda siydikda qand moddasi paydo bo'lishini aniqlashdan (Mering va Minkovski) boshlandi. Natijada ilgari sababi ma'lum bo'lmagan qandli diabet kasalligining oshqozon osti beziga bog'liqligi aniqlandi.

Insulin gormoni qondagi qand moddasining ortiqcha qismini jigar va mushak to'qimalarida glikogenga aylantirgan holda zahira shaklida to'planishini ta'minlaydi.

Oshqozon osti bezining insulin ishlab chiqarish funksiyasi muhim ahamiyatga ega, chunki organizmda bu gormonni ishlab chiqarilishining buzilishi **qandli diabet** kasalligining kelib chiqishiga olib keladi. Qandli deabetda quyidagi holatlar kuzatiladi: 1) giperglikemiya (qonda qand miqdorining ortishi) va glikozuriya (siydikda qand paydo bo'lishi); 2) mushak va jigarda to'plangan glikogen zahirasi kamayadi; 3) nafas koeffitsiyenti pasayadi; 4) siydikka azot chiqishi ortadi; 5) organizmda aseton va boshqa keton tanalar miqdori ortadi.

Sog'lom odam qonida qand miqdori 80-120 mg % bo'lsa, qandli deabet kasalligiga uchragan insonlarda qand miqdori 150-250 mg % ga ko'tariladi. Agar qondagi qand miqdori 140-150 mg % dan ortsa unda ortiqcha qand siydik orqali tashqariga chiqariladi. Natijada bunday bemorlar ko'p suv istemol qiladi, tez charchaydi, organizmga qand yetishmagani uchun zahira yog' va oqsil moddalar parchalanishi oqibatida kasal ozib ketadi va tez och qoladi.

Kasallikning oldi olinmasa, insulinning yetishmasligi borgan sari ortib boradi va qon hamda to'qimalarda kislotalik miqdori ortadi. Natijada og'ir holat diabetik koma yuz berishidan organizm nobud bo'ladi.

Bu kasalning oldini bemor organizmiga insulin kiritish yo'li bilan amalga oshiriladi. Bugungi kunda barcha rivojlangan mamlakatlarda qandli diabetni insulin



bilan davolash yo'lga qo'yilgan. Bemorlar uchun ishlatiladigan insulin cho'chqa va qoramol oshqozon osti bezidan ajratib olingan preparatlardan tayyorlanadi. Lekin yildan yilga kasallar sonining ortib borishi insulin yetkazib berishda ham qiyinchiliklar tug'dirmoqda. Bundan tashqari insulinni uzoq yillar davomida organizmga kiritib turish bemorlarda insulinga bo'lgan chidamlilik holatini pasaytiradi. Keyingi yillarda boitexnologik usullar bilan insulin sintez qilish masalasi hal qilingan. Bunda odamdan ajratib olingan insulin geni bakteriyalar va achitqilarga kiritiladi va zavod miqyosida ular ko'paytirilib insulin olinadi.

**Glyukagon**—oshqozon osti bezining Langergans orolchalari  $\alpha$ -hujayralarida ishlab chiqariladi. Bu gormon 29 ta aminokislotadan hosil bo'lgan polipeptid bo'lib, uning molekulyar og'irligi 3482 ga teng. Glyukagon insulindan farq qilib, unda sistin uchramaydi, biroq insulinda bo'lmagan metionin va triptofan qoldiqlari mavjud.

Glyukagon qonda glyukoza miqdorini oshiradi, demak insulinga teskari ta'sir ko'rsatadi. Shu bilan birga u yurak qisqarishini tezlashtirib, qon bosimini oshiradi. Bunga sabab, glyukagon ta'sirida fosforilaza fermenti faolligi ortadi.

**Epifiz gormonlari.** Epifiz bezi melatonin gormonlarini ishlab chiqaradi. Bu gormon gipofizning oraliq bo'lagidan ajraladigan intermidin gormoni singari, odam organizmida pigment almashinuvini boshqaradi. Bundan tashqari epifiz gormonlari jinsiy rivojlanishni sekinlashtiradi degan fikirlar ham mavjud.

**Qalqonsimon bez gormonlari.** Bu bez gormonlari organizmning umumiy gormonlar balansida muhim o'rin egallaydi. U asosan o'sish, rivojlanish va moddalar almashinuvini boshqarishdek muhim funksiyalarni bajaradi. Odam qalqonsimon bezi tarkibida 10 mg yod bo'lib, u butun organizm yod miqdorining uchdan birini tashkil qiladi.

Qalqonsimon bez tarkibida to'rtta yod atomi saqlagan tiroksin gormonini ishlab shiqaradi. Tiroksinning tarkibi 65% dan ortiq yod moddasini saqlaydi. Bu gormon organizmida moddalar almashinuvini normallashtirib turadi. Shu bilan birga yurak ish faoliyatini gumoral boshqarishda faol qatnashadi. Tiroksin gormoni yosh bolalar o'sishi va rivojlanishi hamda asab tizimining normal takomillanishida muhim ahamiyatga ega. Keyingi yillarda tireoid gormonlarining asosiy nishoni hujayra yadrosi ekanligi aniqlandi. Chunki bu gormon yadro membranasiidagi retseptor bilan bog'lanib, DNK faolligini oshiradi va natijada mRNK sintezini tezlatadi. Bu esa oqsillar sintezini kuchaytiradi. Qalqonsimon bez faoliyatining buzilishi natijasida bolalarda va ba'zi hollarda katta yoshdagi kishilarda ham og'ir kasalliklarga olib keladi. Bunda asosan tana shishadi, aqliy faoliyat buziladi va organizm qobiliyati pasayadi.

Organizmga yod moddasining yetishmasligi **Endometrik bo'qoq** kelib chiqishiga olib keladi. Natijada qalqonsimon bez kattalashadi va bo'yinning oldingi qismida shish hosil qiladi. Bu kasallik ko'pincha buloq suvini iste'mol qiluvchi aholi orasida ko'p uchraydi.

Qalqonsimon bezning tiroksin gormonini ortiqcha ishlab chiqarishi natijasida Tireotoksikoz kasalligi kelib chiqadi. Bu kasallik **Bazedov kasalligi** ham deb

yuritiladi. Ba'zan qalqonsimon bezning kattalashib bo'yinning oldingi sohasi bo'rtib chiqadi. Bunday bemorlarda uyqusizlik, ko'zning chaqchayishi, ko'p terlash, asabiylashuv, yurak bezovtaligi kuzatiladi.

**Paratgormon.** Qalqonsimon bez oldida joylashgan parateroid bezlardan ishlab chiqariladigan gormon. Bu gormon organizmda kalsiy va fosfor almashinuvini boshqaradi. Paratgormon qalqonsimon bez yonidagi bezlarda sekretiya qilinadi va bu jarayon ionlangan kalsiy tomonidan boshqariladi. Bundan tashqari qondagi kalsiyning boshqarilishi bu gormondan boshqa, kalsitonin va D-vitamin ta'sirida ham nazorat qilinadi. Bu jarayonda asosiy funksiyani D-vitami bajaradi.

Organizmda paratgormon yetishmasa, nerv-mushak tizimining qo'zg'aluvchanligi ortadi va natijada badan va qo'llar qaltiraydi, soch to'kiladi, suyaklar yumshab mo'rt bo'lib qoladi va ba'zi og'ir bemorlarda tutqanoq tutishiga olib keladi. Mobodo qalqon orqa bezi paratgormonni ortiqcha ishlab chiqarsa, nerv-mushak sistemasining o'tkazuvchanligi pasayib mushaklar bo'shashadi va ish faoliyatini yo'qotadi hamda tez charchaydi.

**Ayrisimon bezda timozin gormoni** ishlab shiqariladi. Bu gormon bolalarda jinsiy bezlar funksiyasini pasaytirib, ularning normal o'sishini ta'minlaydi. Shu bilan birga bu gormon organizmning immunitetini oshiradi.

**Buyrak usti bezlari gormonlari.** Buyrakusti bezlari po'stloq qavatida mineralokortikord, glikokortikoid, androgen va esterogen gormonlarini va ichki qavati esa noradrenalin va adrenalin gormonlarini ishlab chiqaradi.

**Mineralokortikord** gormonlari mineral tuzlar almashinuvini boshqaradi va suv elektrolit balansini nazorat qiladi. Mineralkortikordlar orasida aldosteron juda muhimdir, u organizmda elektrolitlar almashivuni boshqaradi. Organizmda aldosteronning yetishmasligi (buyrak usti bezi olib tashlansa yoki faoliyati buzilsa) natriyning yo'qolishi va kaliyning to'planishi, organizmda tuzlar almashinuvi buzilishiga va nihoyat o'limga olib keladi.

**Glikokortikoid** gormonlari esa organizmda oqsillar va uglevodlar almashinuvida qatnashadi. Ular orasida muhim ahamiyatga ega bo'lganlari kortizol, kortizon va kortikosteron kabi steroid gormonlari kiradi.

**Noradrenalin va adrenalin gormonlar.** Bu gormonlar ta'sir mexanizmi bir xil bo'lib, qon arterial bosimini oshiradi va yurakning qisqarishini tezlashtiradi. Bu gormonlar tirozin va fenilalanin aminokislotalarining hosilalari bo'lib, ularni buyrak usti bezining miya moddasi ishlab chiqaradi. Tuzilishiga ko'ra ko'p hollarda ularni katexolaminlar ham deb yuritiladi. Tuzilishiga ko'ra ular faqat bir-biridan metil guruhi (adtenalinda) bilan farq qiladi. Modda almashinuv jarayonida adrenalin noadrenalinidan 5-10 marta faolroqdir.

Katexolaminlar buyrak usti bezidan tashqarida ham sintezlanadi, masalan; ayrim xromotin to'qimalarida, nerv to'qimalarida. Noadrenalin faqatgina gormonal xususiyatga ega bo'lmasdan, balki nerv impulslarni o'tkazishda ham ishtirok qiladi.

Erkaklar va ayollarning jinsiy gormonlari. *Androgenlar*-erkaklar jinsiy gormoni bo'lib, tuxumdonlarda hosil bo'ladi. Kimyoviy tabiatiga ko'ra androgenlar

halqali tuzilishli androstan uglevodorodining hosilalaridir. Ular orasida eng muhimi testosterondir. Androgenlar biosintezi asosan urug'donlarda, qisman tuxumdonlarda va buyrakusti bezida ham kuzatiladi. Testosteron biosintezi boshqa steroidlar singari atsetat va xolesterindan boshlanishi aniqlangan. Androsteron baloga'tga yetgan erkaklarning moyagida hosil bo'ladi. Bichish oqibatida organizmda androgenlar yetishmasligi tanadagi yog' ayollar tanasidagi singari joylashuvi, badanda jun, soqol-mo'ylov o'smasligi kuzatiladi.

Testasteron tabobatda erkaklar jinsiy zaifligi, ayollar ko'krak bezining xavfli o'smalarini davolashda testasteron-propionat va metil-testosteron kabi pereparatlar shaklida qo'llaniladi. Ularni bu shaklda organizmga oshqozon-ichak yo'li orqali kiritish ularning parchalanishini kamaytirib, so'rilishi sekinlanib ta'siri uzoq vaqt davom qiladi. Testasteron organizmda oqsillar sintezini tezlatadi.

Ekstrogen gormonlari ayollar jinsiy bezlari funksiyasini kuchytiradi. Ular asosan tuxumdon va sariq tanada ishlab chiqariladi. Tuxumdon esterogenlari qatoriga estron, esreol va estrodiol kiradi. Ayollar tuxumdoni bir sutkada 1 mg ga yaqin estradiol ishlab chiqaradi. Bu organizmning umumiy rivojlanishiga xuddi testosteron kabi ta'sir ko'rsatadi, ya'ni ayollik jinsiy organlari rivojlanishini, ikkilamchi jinsiy belgilar paydo bo'lishini ta'minlaydi. Uning miqdori kam bo'lganda, menstruatsiya sikli buziladi, homila tushib ketishi, semirib ketish hollari kuzatiladi. Estradiol uglevodlar, oqsillar va nuklein kislotalar almashinuviga ta'sir ko'rsatadi, trikarbon kislotalar sikli fermentlarining aktivligini oshiradi.

Xulosa qilib aytganda, gormonlar organizmning modda va energiya almashinuvida muhim ahamiyatga ega bo'lgan moddalardir.

**Tayanch tushunchalar:** gormonlar, endokrin sistemalar, bezlar, ichki va tashqi sekretiya bezlari, gipofiz, epifiz, qalqon orqa, ayrisimon, buyrak usti, oqsil-peptid tabiatli gormonlar, aminokislota hosilalarining gormonlari, steroid gormonlar, prostaglandinlar, insulin, qandli diabet, glyukagon, adrenalin, noradrenalin, ekstrogen, androgenlar.

### Nazorat savollari

1. Gormonlar inson organizmida qanday vazifani amalga oshiradi?
2. Ichki sekretiya bezlari va ularning vazifalarini aytib bering.
3. Gormonlar qanday sinflarga bo'linadi?
4. Gormonlarning ta'sir mexanizmi qanday?
5. Bo'qoq kasalligi qaysi moddalarning yetishmasligi oqibatida kelib chiqadi?
6. Gipotalamus gormonlari qanday vazifani bajaradi?
7. Oshqozon osti gormonlarining tuzilishi va funksiyasi qanday?
8. Qalqonsimon bez gormonlarining tuzilishi va funksiyasi qanday?
9. Buyrakusti bezi gormonlarining tuzilishi va funksiyasi qanday?
10. Jinsiy gormonlarining tuzilishi va funksiyasi qanday?
11. Organizmda gormonal buzilish natijasida kelib chiqadigan kasalliklar.

## **XI-BOB. OQSILLAR VA NUKLEIN KISLOTALAR ALMASHINUVI**

1. *Oqsillar almashinuvi haqida umumiy ma'lumot.*
2. *Oqsillarning hazm qilinishi*
3. *Oqsillar biosintezi*
4. *Nuklein kislotalar sintezi va parchalanishi*
5. *Nuklein kislotalar ishtirokida sodir bo'ladigan jarayonlar*

### **Oqsillar almashinuvi haqida umumiy ma'lumot.**

Oqsillar almashinuvi – organizmdagi umumiy moddalar almashinuvining markaziy jarayonidir. U boshqa barcha sinflardagi birikmalar almashinuvi bilan uzviy bogliq, xuddi shunday almashinuv har qanday reaksiyaga katalizatorlik qiluvchi fermentlar ham oqsillardir. Bundan tashqari, oqsillar almashinuvining oraliq mahsulotlari bilan boshqa sinfdagi kimyoviy birikmalar orasida almashinishlar va teskari aylanishlar sodir bo'lib turadi.

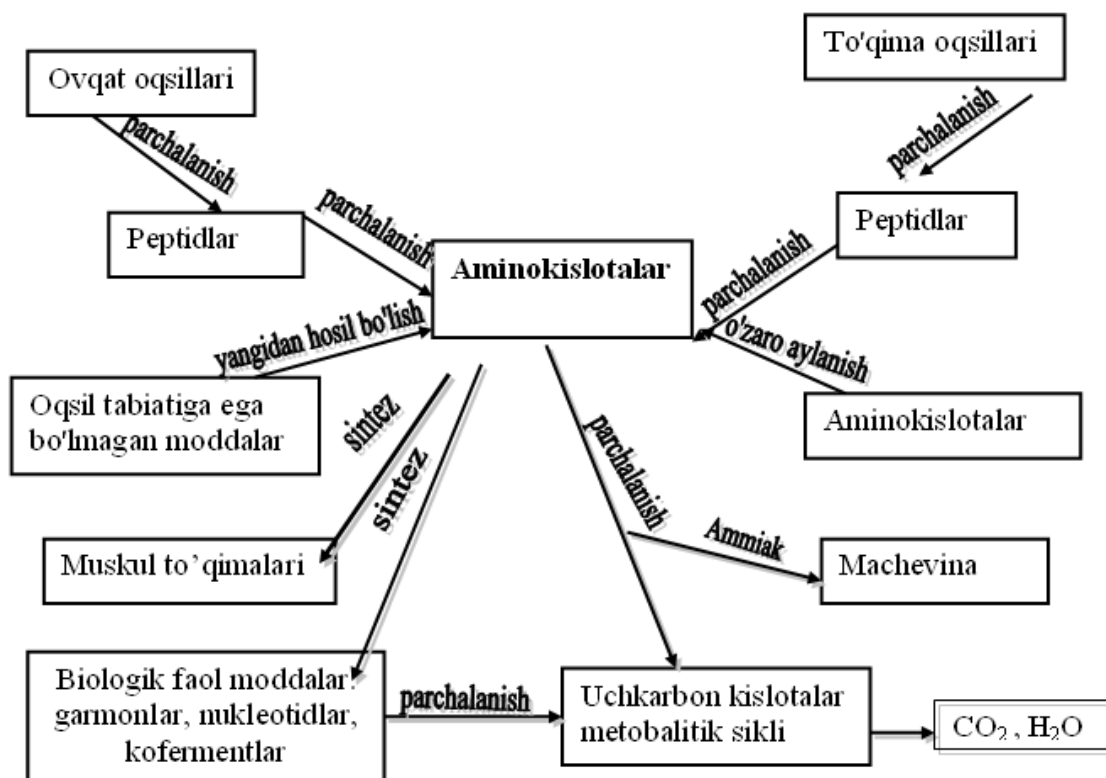
Chunonchi, oqsillar–turli biologik tuzilish (struktura) lar uchun asosiy qurilish materialidir, oqsillar almashinuvida ularning parchalanishi va yangilanib turishi birinchi darajali rol o'ynaydi. Odam organizmida oqsillarning yangilanib turishi yetarlicha tezroq boradi. Jigar oqsillarining yarmisi 10 sutkada, qon plazmasi 20-40 sutkada, mushaklarniki esa –ancha sekinlik bilan yangilanadi.

To'qimalardagi oqsillarning parchalanishi aminokislotalar va ayrim boshqa moddalarning hosil bo'lishiga olib keladi, undan aynan o'sha hujayrada ishlatiladi yoki qonga ajralib chiqadi.

To'qima oqsillarining yangilanib turishi uchun xizmat qiluvchi asosiy plastik material ovqat oqsillari hisoblanadi. Biroq, ular dastlabki parchalanishsiz hujayra tarkibiga kira olmaydi. Qonga hayvon oqsillarining eritmalarini bevosita kiritish tajribalari shuni ko'rsatdiki, organizmga u uchun begona oqsillar kiritilganda ularni parchalovchi himoya antitanalari hosil bo'lar ekan. Bunda moddalar almashinuvi jarayonining normal borishi buziladi. Qonga katta miqdordagi begona oqsilning kirishi og'ir kasallikni chaqiradi, ba'zan esa organizmning o'limiga olib kelishi mumkin. Bu oqsillarning yuqori spetsifiklik shakllari bilan bog'liq. Turli organizmdagi oqsillar (ba'zida esa, ayni bir organizmdagi turli organlari) bir-biridan o'zining aminokislota tarkibi, strukturasi (tuzilishi), funksiyasi bilan farq qiladi. Shuning uchun ovqat oqsillari ovqat hazm qilish sistemasida spetsifiklikka ega bo'lmagan tarkibiy qismlarga: aminokislotalar, quyi molekulyar peptidlar kiradiki, qachonkim ular qonga so'rilishga qodir va keyunchalik hujayra ichidagi almashinuvida ulardan foydalanish mumkin. Ovqat oqsillarining parchalanilishi gidrolitik tarzda amalga oshadi.

Turli organlarning hujyralarida, ayniqsa jigarda aminokislotalar oqsil tabiatiga ega bo'lmagan moddalardan, uglevodlar va lipidlar almashinuvidagi oraliq mahsulotlardan hosil boladi. Shunigdek, bir aminokislota boshqa aminokislota ham aylanishi mumkin. Biroq, faqat bir qism aminokislotalar (**almashinadigan**)

odam organizimida sintezlanishi mumkin. Boshqa qolgan aminokislotalar (**almashinmaydigan**) organizimga ovqat bilan kirib turishi kerak. Tarkibida almashinmaydigan aminokislotalar to'plamini saqlagan ovqat oqsillari to'la qimmatli hisoblanadi. Bu oqsillarga go'sht, baliq, tuxum, tvorog va boshqa hayvon mahsulotlarining oqsillari kiradi. Tarkibida almashinmaydigan aminokislotalarni saqlagan oqsillar to'la qimmatli bo'lmagan oqsillar deb ataladi. Ularga ko'plab o'simlik oqsillari kiradi. Odam o'zining almashinmaydigan aminokislotalarga bo'lgan talabini o'simlik oziqlari yordamida ham ta'minlashi mumkin, biroq turli o'simlik oqsillarida hamma xil aminokislotalar ham bo'lmaydi. Shuning uchun bunday sharoitda organizm qayta ishlashi kerak bo'lgan oqsillarning umumiy miqdori keskin oshib ketadi. Almashinmaydigan aminokislotalarga: valin, leysin, izoleysin, treonin, metionin, fenilalanin, triptofan, lizin, gistidin, argininlar (2-jadval) kiradi.



10-rasm. Aminokislotalarning metabolitik fondining hosil bo'lishi va hujayra ichidagi almashinuvida ularning ishlatilishi.

Qanday usul bilan aminokislotalar hosil bo'lmasin (to'qima oqsillarning parchalashi natijasida, ovqat hazm qilish jarayonida va yoki oqsil tabiatiga ega bo'lmagan moddalardan yangidan hosil bo'lishi), ularning hammasi aminokislotalarning umumiy **metabolitik fondini** tashkil qiladi (10- rasm).

Aminokislotalar hujayralarda yangi oqsil sinteziga kirishadi yoki dissimilyatsiya jarayonida parchalanib modda almashinuvining oxirgi mahsulotlariga aylanadi. Aminokislotalarning plastik almashinish jarayonlariga kirishishi yoki energetik almashinuvda istiroki, hujayralarda boradigan

reaksiyalarning aniq sharoitlariga bog'liq. Mushak faoliyatining zo'r berib ishlashi natijasida to'qima oqsillari va aminokislotalarning parchalanishi ko'p bo'ladi. Buning natijasida mushaklarning ishlashi uchun zarur bo'lgan 12% energiya ajralib chiqishi mumkin. Ishdan so'ng dam olish davrida ko'p energiya talab etadigan oqsil biosintezi reaksiyasi sodir bo'ladi. Oqsillar intensiv sintezi asosan jigarda, limfa tugunlarida, miya suyagida, zaradonda, ichakning shilliq pardasida boradi.

Aminokislotalar **dissimilyatsiyasi** degidrogenlanish, dezaminlanish, qayta aminlanish, dekarboksillanish kabi qator reaksiyalar yordamida boradi. Ular aminokislotalardan pirouzum kislota, atsetil-koferment A va trikarbon kislotalar siklining qator metabolitlari hosil bo'lishi izchilligida boradi, qachonkim, ularning parchalanishi karbonat angidrid va suv hosil bo'lishi bilan yakunlanadi. Oqsillar va aminokislotalardagi azot oxirgi mahsulot sifatida ammiak va mochevinaga aylanadi.

### **Oqsillarning hazm qilinishi**

Ovqat bilan tushadigan oqsillar oshqozon–ichak yo'lida proteolitik fermentlar yoki peptidgidrolazalar ishitirokida parchalanishga uchraydi, bunda aminokislotalar orasidagi peptid bog'larning gidrolitik uzilishini tezlashtiradi. Turli peptidgidrolazalar nisbiy o'ziga xoslik (spetsifiklik)ni namoyon qiladi. Ular faqatgina ma'lum bir aminokislotalar orasidagi bog'ni uzishga va katalizatorlik qila oladi. Peptidgidrolazalar faol bo'lmagan shaklda ajraladi (bu ovqat hazm qilish sistemasi devorlarini va boshqa ovqat hazm qilish fermentlarini o'z-oz'idan qayta hazm qilishdan saqlaydi). Ular ovqat hazm qilish sistemasining tegishli bo'lishiga ovqat tushishidan faollashadi yoki shartli refleks mexanizmi asosida faollashadi.

Pepsin va tripsinning faollashishi avtokataliz mexanizmi asosida boradi, boshqa peptid gidrolazalar tripsin bilan faollashadi. Og'iz bo'shlig'ida ovqat oqsillari faqat mexanik maydalanadi, chunki, so'lakda peptid gidrolazalar yo'q. Oqsillarning kimyoviy o'zgarishi pepsin va xlorid kislota ishtirokida oshqozonga boshlanadi. Oshqozon shirasi rangsiz suyuqlik bo'lib, tarkibi 99% suv, erkin xlorid kislota (0,4-0,5%) va proteolitik ferment pepsindan iborat. Bundan tashqari yosh organizm oshqozon shirasi tarkibida yana bir proteolitik ferment ximozin ham mavjud. Ovqat hazm bo'lishida erkin xlorid kislota muhim rol o'ynaydi. Chunki xlorid kislota ishtirokida ancha past pH muhitida (pH=1,5-2,5 optimal muhit) pepsin aktivlanadi. Odam organizmi bir sutkada qariyb 2 l oshqozon shirasini ishlab chiqaradi. Bu hajm oshqozon shirasi tarkibida 2 g pepsin bo'ladi. Buncha miqdor ferment aktivlangandan keyin 100 kg tuxum oqsilini hazm qilishga qodir.

Xlorid kislota ta'sirida oqsillar bo'kadi, natijada fermentlarning ular molekularining uchki zonasiga kirish imkoniyati paydo bo'ladi. Pepsin ichki peptid bog'larining molekula chetlaridan uzoqda joylashgan gidrolizini tezlashtiradi. Natijada oqsil molekulasidan yirik parchalar – **yuqori molekulyar peptidlar** hosil bo'ladi. Agar oshqozonga murakkab oqsillar tushsa, pepsin va xlorid kislota ularni alohida prostetik guruhchalarga kataliz qilish qudratiga ega.

Yuqori molekulyar peptidlar ichakda keyingi aylanishlarga kuchsiz ishqoriy muhitda, tripsin, ximotripsin va peptidaza ta'siriga uchraydi. Tripsin peptid bo'larining gidrolizini tezlashtiradi, hosil bo'lganda esa arginin va lizindagi karboksil guruhlari ishtirok etishadi. Triptofon, tirozin yoki fenilalanin karboksil guruhlari ishtirok etishidan hosil bo'lgan peptid bog'larini parchalaydi. Bu fermentlarning ta'siri natijasida yuqori molekulyar peptidlar quyi molekulyar va ancha miqdor erkin aminokislotalarga aylanadi. Quyi molekulyar peptidlar A va B karboksipeptidaza fermentlari ta'siriga uchraydi. Natijada dipeptidlar hosil bo'ladi, ular esa dipeptidazalar ta'sirida aminokislotalargacha parchalanadi. Aminokislotalar va bir qism quyi molekulyar peptidlar ichak forsunkalarida so'riladi. Bu jarayon energiya talab qiladi. Bir qancha miqdordagi aminokislotalar ichak devorlarining o'zidayoq spetsifik oqsillar sinteziga kirishadi. Ularning katta qismi qonga (95%) va limfaga tushadi. Qon ularni intensiv oqsil sintezi borayotgan jigarga olib boradi. U yerda sarflanmagan aminokislotalar va peptidlar katta qon aylanish sistemasiga tushadi.

Ovqat hazm qilish jarayonidagi aminokislotalarning bir qismi va hazm bo'lmagan oqsillar ichakning pastki qismida ichak bakteriyalari ta'sirida buziladi. Ularning aminokislotalaridan hosil bo'lgan zaharli moddalar: aminlar, fenollar, merkaptanlar ichak orqali axlat bilan va ichak gazlari sifatida qonga so'rilib jigar orqali zaharsizlantirib chiqariladi. Bu jarayon katta miqdordagi ATF energiyasini talab qiladi.

Ovqat hazm qilish sistemasida murakkab oqsillar oddiy oqsil va prostetik guruhlarga parchalanadi. Oddiy oqsillar aminokislotalargacha gidrolizlanadi. Prostetik guruhlarning aylanishi ularning kimyoviy tabiatiga bog'liq. Ichakda xromoproteidlar gemi gematinga oksidlanadi. U deyarli qonga so'rilmaydi, shuning uchun ham u to'qimalarda xromoproteidlar sintezida ishtirok qilmaydi va axlat orqali chiqarib yuboriladi. Ichakda nuklein kislotalar endonukleaza, ekzonukleaza va nukleotidaza ishtirokida gidrolizlanadi. Endonukleaza ta'sirida nuklein kislotalar molekulasidan oligonukleotid deb ataluvchi yirik bo'lakchalar hosil bo'ladi. Nuklein kislotalar va oligonukleotidlar molekulaning bir chetidan nukleaza ta'sirida fosfat kislotaga va nukleozidlarga parchalanadi. Mononukleotidlar va nukleozidlar qonga so'rilib to'qimalarga boradi va u yerda nukleotidlardan spetsifik nuklein kislotalar, nukleozidlar esa keyingi parchalanishlarga uchraydi.

### **Oqsillar sintezi**

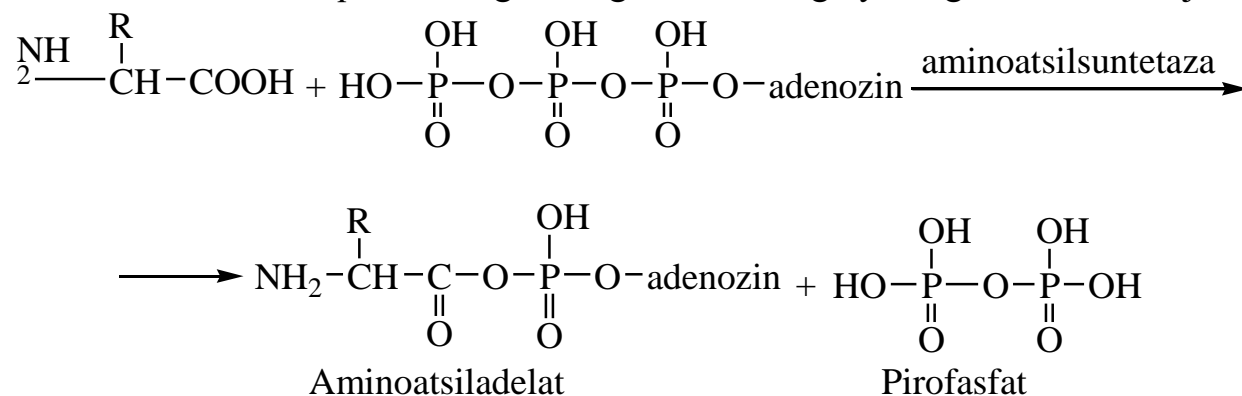
Tirik organizmda aminokislotalardan oqsillar sintezi ko'p bosqichli jarayon bo'lib, u aminokislotalarning aktivlanishidan boshlab, oqsillarning polipeptid zanjirida ketma-ket joylanishi, peptid bog'larining tutashuvi va nihoyat, ayni oqsilga xos uchlamchi strukturaning bo'lishidir.

Aminokislotalar hujayra sitoplazmasida mavjud bo'lgan aminoatsilsintetaza guruhli fermentlar ishtirokida ATFning makroergik bog'laridan energiya olib faollashadi. Turli xil aminokislotalarning ATF bilan reaksiyasini turli xil

aminoatsilsintetaza fermentlari yordamida katalizlanadi. ATF fermentlar ta'sirida parchalanib, pirofasfat  $H_4P_2O_7$  molekulasini ajratadi. Qolgan ATFning adlati esa energiya zahirasi bilan birga aminokislota ga birikib, uning faol shakli aminoatsiladelatni hosil qiladi.

Aminoatsiladelatlar reaksiyon qobiliyati yuqori bo'lgan moddalar bo'lib, erkin aminokislotalar bilan reasiyaga kirishib peptid bog'lar hosil qiladi. Organizmda keraksiz peptid bog'lar hosil bo'lmasligi uchun aminoatsiladelatlar fermentlar bilan mustahkam bog'langan bo'ladi. Keyingi bosqichda aminokislota o'zgarishga uchraganda ferment aminoatsiladelatlardan ajralib chiqadi.

Keyingi bosqich oqsil birlamchi zanjirlarida aminokislotalar ketma-ketligini aniqlashdir. Bu nuklein kislotalar almashinuvi bilan bog'liq. Organizmda uchraydigan barcha birlamchi oqsillar tuzilishi haqidagi irsiy niformasiya DNK da kodlangan shaklda saqlanadi. DNK molekulasi oqsil tarkibidagi aminokislotalar ketma-ketligi haqidagi informatsiyaga ega bir necha genlar saqlaydi. Oqsil tuzilishi haqidagi informasiya saqlagan genlar tuzilish genlari deyiladi. Bundan tashqari DNK molekulasida oqsillar tezligini o'zgartiruvchi regulyator genlar ham mavjud.



Oqsil tarkibidagi aminokislotalar ketma-ketligi haqidagi informatsiya nukleotidlar ketma-ketligidagi genni hosil qiladi. Har bir aminokislota genning ma'lum qismiga to'g'ri keladigan uchta nukleotid qoldig'iga mos keladi. Ular triplet yoki kodon deb nomlanadi. Gen tarkibiga kiruvchi nukleotidlar tarkibidagi azotli asoslar bilan farqlanadi, shuning uchun triplet formulasi ular tarkibiga kiradigan azotli asoslar bosh harflari bilan belgilanadi. Birta aminokislota ga ba'zan bir necha kodonlar to'g'ri keladi. Bu oqsil sintezida xatolikning oldini oladi.

Oqsil sintezida boshlovchi kodon metionin aminokislota si kodoniga mos kelsa zanjirning tugallanishi maxsus terminator kodonlar orqali amalga oshiriladi.

Oqsillar sintezi hujayra sitoplazmasida o'tadi. Biroq DNK hujayra yadrosida joylashgan. Demak, yadro va sitoplazma oralig'ida irsiy informatsiyani yadrodan sitoplazmaga o'tkazuvchi vosita bo'lishi kerak. Bu vositani iRNK bajaradi. Uning molekulasi kattaligi jihatdan DNK molekulasidan kichik, 300-30000 nukleotid qoldig'ini saqlaydi. U DNK bir bo'lagining "aks nusxasidir" va oqsil sintezida matritsa rolini bajaradi. Shuning uchun ham ba'zi hollarda iRNK mRNK ham deb yuritiladi. iRNK azotli asoslari DNK ning nusxa ko'chirgan bo'lagidagi azotli asoslarga komplementardir. Chunki DNK ning zarur informatsiyasi mavjud qismida



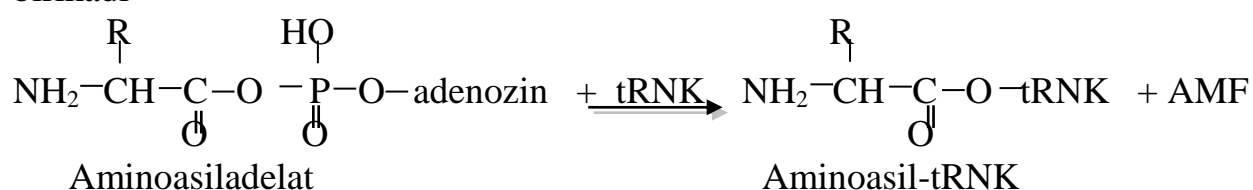
sintezlanadi. Bu jarayon *transkripsiya* deyiladi. Jarayonning mohiyati shundaki, DNK molekulasidan genetik kod iRNK molekulasiga ko'chib o'tishdan iboratdir.

Hujayra sitoplazmasidan iRNK ribosomalarga, ya'ni oqsil sintez qilinadigan joyga keladi. Ribosomalarda rRNK mavjud bo'lib, u ribosomalar asosiy strukturasi hosil qiladi. Oqsil sintezida peptidiltransferaza fermentlari va  $Mg^{2+}$  ionlari ishtirok qiladi.

Har bir ribosoma ikkita subbirlikdan iborat, ular oqsil sintezida turli funksiyalarni bajaradi. Uning kichik bo'lagi iRNK bilan bog'lanadi, katta bo'lagida esa peptidiltransferazalar joylashadi. Ribosomalar sitoplazma bilan membranalar orqali bog'langan bo'lib, har bir ribosoma bir necha polisomalardan tashkil topgan. Har bir ribosoma o'z polipeptid janjirini iRNK dagi yozilgan informatsiya asosida sintez qiladi.

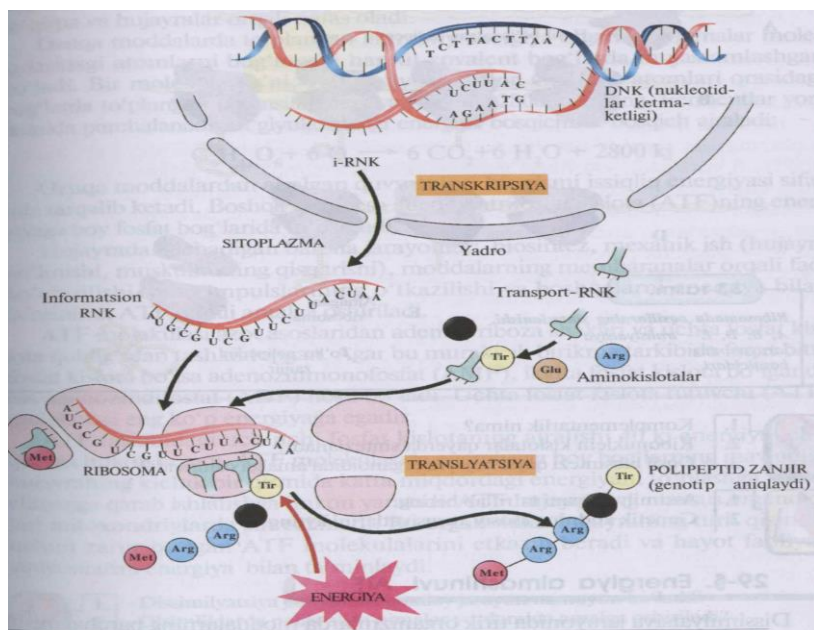
Informatsion RNK kodonida ko'rsatilganidek, aminokislotalar ketma-ket joylashuvi uchun ribosoma aktiv markazida aminokislotalar o'z o'rnini "bilishi" kerak. Bu vazifa aminokislotalarni tashuvchi tRNKlar orqali amalga oshiriladi. Sitoplazmada oqsil sintezi uchun zarur bo'lgan har bir aminokislotaga mos ravishda tRNKlar mavjud. Ba'zi hollarda bir xil aminokislotani bir necha tRNK ribosomaga yetkazishi mumkin.

Aminokislotalar maxsus ferment ishtirokida aktivlanib, aminoatsiladelatga aylanadi. Ular o'z navbatida spetsifik aminoatsilsintetazalar ishtirokida tRNK bilan birikadi



Aktivlangan aminokislotalar bilan bog'langan tRNK ribosomaga kelib, uning aktiv markazida o'z o'rnini egallaydi. Ular o'zining antikodonlari bilan iRNK zanjiridagi unga mos keluvchi kodonga birikadi. Shunday qilib, iRNK dagi informatsiya asosida aminokislotalar joylashadi. Keyin polipeptidiltransferazalar va boshqa moddalar ishtirokida polipeptid bog'lari hosil bo'ladi. Biroq ribosoma aktiv markazida faqat 2 ta tRNK o'z aminokislotalari bilan joylashishi mumkin. Keyingi polipeptid bog' hosil bo'lishi uchun ribosomada joylashgan iRNK kodoniga bitta tRNK antikodoni mos kelishi kerak (11-rasm).

Shu tartibda mos kelgan tRNK o'sayotgan yangi oqsil zanjiriga o'z aminokislotasini bog'lab o'zi erkin holda ajralib chiqadi. Erkin holda ajralib shiqqan tRNK boshqa o'ziga mos keluvchi aktivlangan aminokislotani bog'lashi va bu ishni davom qilishi mumkin. Hosil bo'lgan polipeptid zanjir oqsil sintezi yakunigacha ribosomaga bog'langan holda turadi.



**11-rasm.** Ribosomada oqsil sintezining sxemasi

Oqsil sintezida polipeptid zanjir erkin aminokislota bor uchidan boshlab sintezlanib boradi. Ya'ni atsetiladelat tRNK bilan birikib atsetiladelat-tRNK ni hosil qiladi va u peptidiltransferazalar ishtirokida tRNK sini ajratib ikkinchi molekula atsetiladelat-tRNK ni erkin aminoguruh bor sintez qilinayotgan zanjirga bog'laydi, shu tartibda dipeptidil-tRNK va undan keyin polipeptidil-tRNK hosil bo'ladi.

Erkin polipeptid zanjiri ribosomadan maxsus ozod qiluvchi fermentlar ishtirokida ajralib chiqadi. Bundan oldin oqsil sintezi tugaganligi haqidagi informatsiyani tRNK olib kelgan terminator tripletlar (UAA, UAG, UGA) belgilab beradi. Ajralib chiqqan polipeptid zanjiri hali oqsil shakliga kirmagan va ikki o'lchamli tuzilishga ega. Polipeptid zanjir o'z-o'zidan ma'lum konfiguratsiyani hosil qiladi. Uning bunday tuzilishi polipeptid zanjirida aminokislotalar ketma-ketligiga bog'liq. Oqsil konfiguratsiyasini hosil qilishda molekula tarkibidagi qutbsiz funksional guruhlar molekula ichiga, qutbli guruhlar esa molekulaning tashqarisiga suvli muhitga intiladi. Natijada oqsilning 2-, 3- va 4- strukturalari hosil bo'ladi. Sintez qilingan oqsil ma'lum hujayra qismlari bilan bog'lanadi, ya'ni hujayra organoidlarini hosil qiladi, ferment sifatida faoliyat olib boradi, yoki qonga ajralib (oqsil gormonlar) boshqa organlarga yetib boradi.

### **Nuklein kislotalar almashinuvi**

Tirik organizmlarda sodir bo'ladigan moddalar almashinuvi nuklein kislotalar almashinuvi bilan bevosita bog'liqdir, ya'ni oqsillar biosintezi, biokimyoviy jihatdan spetsifik bo'lgan belgilarning avlod-dan-avlodga o'tish va h.k.

Nuklein kislotalar tirik organizmlarda maxsus fermentlar ta'sirida azotli asoslar, uglevod komponentlari va fosfat kislotagacha parchalanadi. Bu jarayon ancha murakkab bo'lib, bir necha bosqichdan iborat. Dastlab nuklein kislotalar nukleaza fermentlari ishtirokida depolimerlanadi. Yuqori molekulyar nuklein kislotalarning gidrolitik parchalanishidan iborat bo'lgan bu jarayon tetra-, tri-, di-va

mononukleotidlar hosil bo'lguncha davom etadi. Polinukleotid zanjirini gidrolizlovchi nukleaza fermentlari fosfodiesterazalar nukleotidlararo fosfodiefir bog'larning parchalanish reaksiyalarini katalizlaydi. Barcha nukleazalar asosiy guruhlarga bo'linadi. Nuklein kislotalarning ichki nukleotidlararo bog'larini parchalovchi fermentlar *nukleazalar* deb ataladi. Bu fermentlar ishtirokida nuklein kislotalar kislotalarda erimaydigan kichik molekulali polipeptid fragmentlardan tortib, mononukleotidlargacha parchalanadi. Bu guruhga kiradigan fermentlar nukleofosfodiesterazalar deb ataladi. Nuklein kislotalarni tashkil etadigan polinukleotid zanjirlarining bir tomonidan mononukleotidlarning ketma-ket ravishda ajralish reaksiyalarini katalizlovchi fermentlar *ekzonukleazalar* deb ataladi.

Nukleazlar o'ziga xos ta'sir etish xususiyatiga ko'ra ikki guruhga: DNKning parchalanishini katalizlovchi ribonukleaz va DNKning gidrolizlanishini katalizlovchi dezoksiribonukleaza fermentlariga bo'linadi. Shunday qilib, har xil nukleaza fermentlari ishtirokida nuklein kislotalar mononukleotidlargacha parchalanadi.

Nukleaza fermentlari ishtirokida hosil bo'lgan mononukleotidlar yana parchalanadi. Reaksiya natijasida tegishli nukleozid va fosfat kislota hosil bo'ladi. Navbatdagi bosqichda nukleozid tarkibidagi riboza qoldig'I fosfat kislotaga ko'chadi. Hosil bo'lgan pentozafosfatlar keyinchalik moddalar almashinuvidagi har xil reaksiyalarda ishtirok etishi mumkin.

### **Nuklein kislotalar biosintezi**

Nuklein kislotalarning bosh maqsadi irsiy ma'lumotlarni saqlash va avloddan-avlodga o'tkazishdan iboratdir. Nuklein kislotalar sintezi uchun dastlabki mahsulot nukleotidlar (nukleozidtrifosfatlar)dir. Dezoksiribonuklein kislotasi uchun bu moddalar d-ATF, d-GTF, d-STF, d-TTF lar bo'lsa, ribonuklein kislotasi uchun ATF, GTF, STF, UTF lardir. Hujayra yadrosi va sitoplazmasida bir qancha miqdor erkin nukleozidtrifosfatlar uchraydi. Hujayraning ularga nisbatan talabi ortsa, oqsillar va uglevodlar almashinuvining oraliq mahsulotlaridan sintez qilinadi.

### **Nuklein kislotalar biosintezi fermentlari**

Nuklein kislotalar biosintezi fermentlari orasida polimerazalar va ligazalarga bo'lgan qiziqish juda yuqori.

**DNK-polimerazalar.** DNK polimerazalar tipiga substrat sifatida dezoxinukleozidtrifosfatlarni qo'llab, fosfodiefir bog'larini hosil qiluvchi fermentlar kiradi. Bu fermentlar ishlash qoidasiga ko'ra naqd matrisa zanjir va unga nusxa holda sintez qiluvchi zatrovka (qiz zanjir) zarur. Bu jarayonda matrisa vazifasini bir zanjirli (spiral) DNK o'taydi va DNK-polimeraza undan nusxa olib, unga komplementar polidezoksiribonukleotid zanjirini sintez qiladi. Bunday mexanizm yarim konservativ sintez deb ataladi.

1956 yilda Artur Korenburg bir zanjirli DNKdan matrisa sifatida foydalanib uning qo'sh zanjirini komplementar holda sintez qiluvchi DNK-polimeraza

fermentini aniqladi. Shunday qilib, DNK polimerazalar nukleozidtrifosfatlarni matrisadagi har bir nukleotidga komplementarlarini saralash funksiyasini bajaradi va yangi sintez qilinayotgan (zatravka) zanjir 3'-OH guruhiga trifosfatning  $\alpha$ -fosfat nukleofil hujumini katalizlaydi.

O'sayotgan zanjirga har safar yangi nukleotid birikkandan keyin zanjirning 3'-OH guruhiga erkin holda qoladi, ya'ni unga yangi zveno birikishi mumkin. Bu jarayon DNK to'liq qo'shaloq zanjirga aylanguncha davom qiladi. Yangi zanjir 5'-uchidan 3'-oxirigacha o'sib borsada, matrisa zanjir (ona zanjir) teskari 3'-dan 5'-ga qarab "o'qib" doradi. DNK sintezida DNK-polimeraza  $Mg^{2+}$  ionlari ishtirokida katalizatorlik qiladi.

DNK-polimerazalar gen muhandisligida, DNK tuzilishining tahlilida, nishonlangan DNK (DNK tarkibidagi fosforni radioaktiv  $^{32}P$  ga almashtirish) olishda ishlatiladi. Nishonlangan DNK metodi *nik-translyasiya* deyiladi. Agar DNKning qo'sh zanjiridan birining uzilgan joyi bo'lsa, uzilgan joyidagi oxirgi nukleotid tarkibida erkin 3'-OH guruhi mavjud bo'ladi. DNK-polimeraza erkin 4 xil nukleozidtrifosfatlar ishtirokida matrisa sintezini amalga oshiradi. Bir vaqtning o'zida u mavjud zanjirni 5'→3' ekzonukleotid aktivligida gidrolizga uchratadi. Natijada uzilgan joydan boshlab, 5'-fragment oxiri o'sib boradi va 3'-fragmenti esa qisqarib boradi. Natijada 3'-so'nggi fragment to'liq boshqadan sintez qilingan DNK ga almashinadi. Agar nik-translyatsiyada nishonlangan trifosfatlar ishlatilsa olingan DNK ham nishonlangan DNK deb yuritiladi. Nishonlangan DNK lar gen muhandisligida, klonlashda ishlatilib kelinmoqda.

***RNK ga bog'liq DNK-polimerazalar.*** Nuklein kislotalar sintezida RNK ga bog'liq DNK-polimerazalar (teskari transkriptaza) muhim ahamiyatga egadir. Bu ferment ham matrisa va zatravka asosida DNK sintez qiladi. Zatravka vazifasini dezoksiribo- yoki ribonukleotidlar o'taydi. Biroq matrisa vazifasini bir zanjirli DNK yoki bir zanjirli RNK o'tashi mumkin. Shuningdek, ferment ribonukleaza aktivligiga ham ega, natijada DNK-RNK gibrid kompleks hosil qilishi mumkin.

Teskari transkriptazalar gen muhandisligida matrisa RNK siga komplementar DNK olish uchun ishlatiladi.

***DNK ga bog'liq RNK-polimerazalar.*** Polimerazalar orasida DNK ga bog'liq RNK-polimerazalar sinfi muhimdir. Bu ferment substrat sifatida ribonukleozidtrifosfatlarni qo'llab, DNK matrisasiga komplementar holda RNK ning sintezini katalizlaydi. Uning ishlash mexanizmi DNK-polimerazalarga o'xshash bo'lsada, ular zatravkasiz RNK sintezini inisirlaydi. Inisirlash signali DNK ning regulyatorlari ketma-ketligi orqali amalga oshiriladi va ular promotorlar deyiladi.

***Terminaltransferazalar.*** Ular DNK sintezida eng so'nggi terminal nukleotidlarni tashigani uchun oxirgi dezoksinukleozidiltransferazalar deb yuritiladi va DNK sintezining oxirgi nukleozidini 3'-OH guruhiga biriktiradi. Bu ferment bir zanjirli DNK uchun  $Mg^{2+}$  ionlari va ikki zanjirli DNK uchun  $Co^{2+}$  ionlari ishtirokida faoldir.

Terminal transferazalar gen muhandisligida DNK fragmentlarini juftlashda va DNK ketma-ketligini aniqlab uning oxirgi 3'-fragmentiga nishon fosfatni kiritish uchun ishlatiladi.

**DNK- va RNK-ligazalar.** Ular DNK yoki RNK fragmentlarini o'zaro fosfodiefir bog'lar orqali bog'lash vazifasini bajaradi. T4 DNK-ligaza bir janjirli DNK ning uzilgan joylarida 3'-OH va 5'-PO<sub>4</sub> guruhlari orqali fosfodiefir bog'larini hosil qilishni katalizlaydi, bu ishni ular DNK qo'sh zanjirida ham amalga oshirishi mumkin.

Ferment kofaktor sifatida ATF va Mg<sup>2+</sup> ionlari muhitida ishlashni talab qiladi. DNK ligazalar ham gen muhandisligida DNK fragmnetlarini bog'lash va DNK ning kimyoviy-fermentativ sintezida keng ishlatiladi. Bundan tashqari RNK-ligazalar RNK zanjirining 3'-dumiga nishonlangan fosfat guruhini kiritish uchun ham ishlatiladi. Bu jarayonda donor fazifasini 5'-<sup>32</sup>P nishonlangan guruhli 3'-5'-nukleoziddifosfatlar bajaradi. Bu ferment ham poliribonukleotidlar kimyoviy-fermentativ sintezida qo'llanilib kelinmoqda. Ularni DNK-ligazalarga qo'shish DNK molekulasini qo'shaloq zanjirini (spiralini ) "tikish" jarayonini sezilarli tezlashtiradi.

Nuklein kislotalar sintezida polinukleotidkinazalar ham muhim ahamiyatga egadir. Ular DNK va PNK ga fosfat guruhini biriktirish vazifasini bajaradi. DNK 5'-dumiga nishon guruh kiritish uchun bakteriofag T4 polinukleotidkinaza keng ishlatiladi. Ferment tomonidan katalizlanadigan asosiy reaksiya mohiyati, ATFning  $\gamma$ -fosfat guruhini oligo- va polinukleotidlar 5'-OH guruhiga o'tkazishdan iboratdir. Ular ribo- va dezoksiribohosilalarni fosforlaydi. Qo'sh janjirning fosforlanish tezligi, bir janjirli molekula fosforlanishidan bir necha marta pastdir.

Bu ferment ham nishonlangan DNKlar olishda bunda molekulasining  $\gamma$ -holatida radiaktiv <sup>32</sup>P saqlagan ATF ishlatiladi.

T4-polinukleotidkinazalar DNK kimyoviy-fermentativ sintezi jarayonida oligo- va polinukleotidlarni fosforlash va DNK dagi nukleotidlar ketma-ketligini aniqlash uchun ishlatiladi.

### **Poliribonukleotidlar fermentativ sintezi**

Nisbatan kichik oligonukleotidlar sintezi kimyoviy yoki fermentativ metodlarda amalga oshishi mumkin. Yirik molekulari (uzun zanjirli) oligonukleotidlar kichik fragmentlarni RNK-ligazalar yordamida biriktirish orqali amalga oshiriladi.

Oligonukleotidlar fermentativ sintezi qoidaga binoan nisbatan kichik oligonukleotidlar, di- va tetranukleotidlar sintezining reaksiyasi ribonukleazalar yordamida katalizlanadi.

### **DNK fragmentlarining fermentativ sintezi**

Nuklein kislotalar sintezining kompleks zamonaviy metodlari, tarkibida 100dan ortiq aminokislota bor kodlangan oqsil genini mononukleotidlar asosida sintez qilishga asoslangan. Bu ishning birinchi bosqichi oligonukleotidlarni sintez qilib, keyingi bosqichida, maxsus fermentlar ishtirokida T4 polinukleotidkinaza, T4 DNK-ligaza va DNK-polimeraza DNK zanjirini hosil qilishdan iboratdir.

Bugungi kunga kelib bu jarayon sintetik usulda ham amalga oshirilgan. Sintetik DNK dubleksini amalga oshirish metodologiyasi o'tgan asrimizning 70-yillarida G.Koron va hamkasblari tomonidan yaratilgan. Bu usul avvalo kichik dezoksiribonukleotidlarni kimyoviy yo'l bilan sintez qilish va ularni 5'-OH guruh bo'yicha fermentativ fosforlash orqali sintetik oligonukleotidlar olishdan iboratdir. Keyingi bosqichida, oligonukleotidlarni T4 DNK ligazalar ishtirokida katalizlab, 10-20 zveno saqlagan komplementar nukleotidlar olib, yana T4 DNK-ligazalar ishtirokida sintetik dubleks va molekula vektorini klonirlovchi to'liq gen olishdan iborat. Bu usul bilan bir necha polinukleotidlar yaratilgan, ayniqsa odamning interferon geni shu usulda sintez qilingan.

Bu usulda istagan genni sintez qilishda bir qator qiyinchiliklar ham mavjud. Avvalo reaksiya ketma-ketligi ortishi har safar ligazalar ta'sir qilib oligonukleotidlarni tikish jarayonida ularni qayta tozalash talab qilinadi. Bu sintetik oligonukleotidlar sarfining ortishiga olib keladi.

### Nuklein kislotalar ishtirokida sodir bo'ladigan jarayonlar

**Replikatsiya.** DNK molekulasi asosan hujayra yadrosida mujassamlashgan bo'lib, hujayra bo'linishi davrida uning miqdori ikki baravar ko'payadi. Bu jarayon replikatsiya deb ataladi. Replikatsiya natijasida dastlabki molekula DNKning aniq nusxasi asosida ikki molekula DNK hosil qiladi. Hosil bo'lgan har bir molekula DNK da birtadan ona zanjir va birtadan yangi sintez qilingan qiz zanjir bo'ladi. Replikatsiya nusxa olish deb ataladi.

Ichak tayoqchasi virusini Mezelson va Shtal tarkibida  $^{15}\text{N}$  saqlagan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  bilan oziqlantirib, uning DNKsini azotning  $^{15}\text{N}$  izotopiga aylantirdi va DNK ni analiz qildi. Virus DNKsini ultrasentrifuga yordamida ajratib olganda uning tarkibida 50%  $^{15}\text{N}$  va 50%  $^{14}\text{N}$  bo'lgan DNKlar borligi aniqladi. Bu tajriba ham DNK replikatsiyasini to'liq tasdiqladi (12 -rasm).



## 12-rasm. DNK replikasiyasi

Replikatsiya jarayonida replikasiyalovchi DNK-polimerazalar muhim hisoblanadi va dezoksinukleotidtrifosfatlardan DNK matrisasi sintezini amalga oshiradi. DNK-polimerazalar sintezni boshlashi uchun erkin 3'-OH guruhini saqlagan matrisaga komplementar DNK yoki RNK ning tayyor fragmentlari bo'lishi zarur. Bu fragmentlar zatrovka deb yutiladi.

DNK sintezi juda tez o'tadi, 1 minutda 1 ayriga, ya'ni 45000 nukleotid qoldig'iga teng. Qo'sh spiralning bir aylanishiga 10 nukleotid to'g'ri keladi va 1 minutda 4500 aylanishga teng bo'ladi (E.Coli hujayrasida).

Demak, replikasiya jarayoni juda tez o'tishi bilan birga juda aniqlik bilan bajariladigan jarayondir. Undagi xatolar miqdori E.Coli DNK si uchun  $10^9$ - $10^{10}$  nukleotidga to'g'ri keladi.

**Transkripsiya.** Hujayrada RNK sintezi jarayoni transkripsiya deyiladi. DNK ning alohida qismiga komplementar holda RNK ning hosil bo'lishi uning natijasidir. RNK biosintezi RNK-polimeraza fermenti ishtirokida o'tadi va bu jarayonda DNK matrisa vazifasini bajaradi. Biz yuqorida DNK-polimerazalar haqida gapirganda, nukleozidtrifosfatlarni matrisadagi har bir nukleotidga komplementarlarini saralash funksiyasini bajaradi va yangi sintez qilinayotgan zanjirning 3'-OH guruhiga trifosfatning  $\alpha$ -fosfat nukleofil hujumini katalizlaydi deb takidlab o'tgan edik.

Transkripsiya jarayonida yangi zanjir 5'-uchidan 3'-oxirigacha o'sib boradi va matrisa zanjir teskari 3'-dan 5'- ga qarab "o'qib" doradi. Replikatsiya singari transkripsiya ham uch asosiy bosqichdan: initsiatsiya, elongatsiya va terminatsiyadan (tugash) iborat. DNK-polimerazalardan RNK-polimerazalar farq qilib, mustaqil holda RNK sintezini inisirlashi mumkin. RNK sintezini inisirlash o'zni DNK ning maxsus regulyator qismi-promotorlaridan aniqlanadi. Uning terminal sintezi ham maxsus DNK spetsifik qismlari-terminatorlarida kechadi. Transkripsiya va uning boshqarilishi bakteriofaglarda yaxshi o'rganilgan.

Transkripsiya ham juda katta tezlik bilan o'tadi, 1 sekundda 50 ta nukleotid birikishi mumkin. Transkripsiya natijasida olingan RNK hali o'z funksiyasini bajarishga tayyor emas, uning tarkibida ortiqcha qismlar bo'ladi va minor komponentga ega bo'lmaydi. Olingan RNK ning fermentlar ta'sirida to'laqonli funksial molekulaga aylanishi RNK presingi deb ataladi. Prokaroid hujayralaridan farqli ravishda, eukariod hujayralarda barcha RNKlar presing jarayonida hosil bo'ladi.

**Translyatsiya.** Matrisa mRNKda yozilgan informatsiya asosida polipeptid zanjirini sintez qilish translyatsiya deyiladi. Translyatsiya jarayoni ribosomalarda o'tadi. Bunda tRNKlar aminoasetil-tRNK shakida aktiv aminokislotalarni tashib

beradi. Translasiya ham uch bosqichdan: inisiasiya, elongasiya va terminasiyadan iborat.

Inisiasiyada ribosoma bilan bog'langan mRNKsiga birinchi aminoatsetil-tRNK birikkan inisator kompleks hosil qiladi. Elongasiyada mRNK kodoni asosida berilgan dastur asosida aminoatsetil-tRNKlar aminokislotalarni polipeptid zanjiriga bog'laydi. Terminasiya oqsil sintezi tugaganligini ko'rsatadi va sintez qilingan oqsil zanjiri erkin holda ajralib chiqadi.

9-jadval

### Genetik kod

	U	S	A	G	
U	UUU Fen UUS Fen UUA Fen UUG Ley	USU USS USA Ser USG	UAU Tip UAS UAA Terminator UAG Terminator	UGU UGS Sis UGA Terminator UGG Trp	U S A G
S	SUU SUS SUA Ley SUG	SSU SSS SSA Pro SSG	SAU SAS Gis SAA SAG Glu	SGU SGS Arg SGA SGG	U S A G
A	AUU AUS Iley AUA Met AUG	ASU ASS ASA Tre ASG	AAU AAS Asp AAA AAG Liz	AGU AGS Ser AGA AGG Arg	U S A G
G	GUU GUS GUA Val GUG	GSU GSS Ala GSA GSG	GAU GAS Asp GAA GAG Gli	GGU GGG Gli GGA GGG	U S A G

Translasiyada mRNK nukleotidlar ketma-ketligi zanjirning 5'dan 3' oxiriga qarab o'qiladi. O'qish genetik kod qonuniga asoslangan bo'lib, unda har bir aminokislota maxsus triplet nukleotidga (kodonga) mos keladi. Aminokislotalarni tanish va uni sintez qilinayotgan oqsil zanjirida o'z o'rniga qo'yish tRNK si tomonidan kodon-antikodon komplementarligida amalga oshiriladi. Bu oqsil biosintezining adaptor gipotezasi deb yuritiladi va bu gipoteza 1958 yil F.Krik tomonidan asoslangan.

**Tayanch tushunchalar:** Oqsillar almashinuvi, oqsillarning hazm qilinishi, oqsillar sintezi, nuklein kislotalar sintezi, replikatsiya, redublikasiya, transkripsiya, genetik kod.

### Nazorat savollari

1. Organizmda oqsillarning hazm qilinishi haqida nimalarni bilasiz?
2. Oqsillar sintezi jarayonini izohlab bering?
3. Nuklein kislotalar sintezi qanday jarayon?
4. Nuklein kislotalarning replikatsiya, redublikasiya, transkripsiya jarayonlarining mohiyati nimada?
5. Genetik kod nima?



### III-MODUL

#### XII-BOB. MUSHAK VA MUSHAKLARNING QISQARISH BIOKIMYOSI

1. Mushaklarning tuzilishi
2. Mushaklarning turlari va funksiyasi.
3. Mushak to'qimasining kimyoviy tarkibi
4. Qisqaruvchi oqsillarning striktura tuzilishi va xossalari.
5. Mushaklar ish faoliyatidagi biokimyoviy jarayonlar.

#### Mushaklarning tuzilishi.Mushak tolalari

Inson tanasining mushaklari morfologik jihatdan ikki turga bo'linadi:

1. *Ko'ndalang-targ'il mushaklar*, bular paylar yordamida suyaklar bilan bog'langanliklari uchun skelet mushaklari deb nomlanadi.

2.*Silliqlik mushaklar*, bular qon va limfa tomirlari, ichak va terilar tarkibida bo'lib, gistimorfologik jihatdan bir-birlaridan farqlanadilar.

Skelet mushaklarining birlamchi tuzilishini mushak tolalari tashkil etadi. Mushak tolalari morfologik, biomexanik va tibbiy kimyoviy nuqtai nazardan uch guruhga bo'linadi:

**Oq tolalar (FT)** –tez qisqaruvchilar - kam vaqt davomida katta ish quvvatini bajarish qobiliyatiga ega. Bularning energetik ta'minoti anaerob oksidlanish hisobiga bajariladi.

**Qizil tolalar (ST)** – sekin qisqaruvchilar – uzoq vaqt davomida mo'tadil quvvatlik ish bajarish qobiliyatiga ega. Bularning energetik ta'minoti asosan aerob oksidlanish hisobiga bajariladi.

**Oraliqlik tolalar (FR)** – mo'tadil qisqarishga ega bo'lib, anaerob va aerob oksidlanish hisobiga quvvat bilan ta'minlanadilar.

(**FT**), (**ST**) va (**FR**) tolalarining miqdorlar nisbati sportchilarning irsiy belgilariga bog'liqlik bo'lishi bilan bir qatorda turli mushaklar turkumlarida ham ularning miqdor nisbatlari turlicha bo'lishi mumkin.

Mushak tolalarining o'lchamlari ularning bajaradigan ishi va faoliyatiga bog'liqlik, tolalar uzunligi o'rtacha 0,1 dan 3 sm gacha bo'lib, ba'zi sut emizuvchi hayvonlarda hatto 50 sm gacha bo'lishi mumkin. Qalinligi esa 0,01-0,2 mm o'rtaligida bo'ladi. Mushak tolalari ko'p mag'izlik (yadro) gigant hujayra hisoblanadi va mag'izlar soni 100-200 tagacha bo'lishi mumkin.

Hujayrani o'rab olgan qobiqlik - *sarkolemma* ikki qatlam (oqsil-lipid) dan tashkil topgan. Sarkolemma hujayralararo suyuqlikka va hujayra ichkarisiga moddalarni saralab o'tkazish qobiliyatiga ega. Hujayra qobig'idan tashqari va ichkariga oqsil, lipidlar, nuklein kislotalari hamda polisaxaridlarni o'tkazmaydi. Aminokislotalar, laktat, piruvat va keton tanachalar bimalol o'tadi. Qisqa zanjirli peptidlar ham sarkolemmadan o'tishlari mumkin.

Sarkolemma saralab o'tkazuvchanlikka faol xususiyatiga ega bo'lishi munosabati bilan, hujara ichkarisidagi ba'zi bir moddalarning konsentratsiyasi hujara tashqarisidagiga nisbatan katta bo'lash xususiyatiga ega. O'tkazuvchanlikni mana shu faol xususiyatiga binoan  $K^+$  ionlar konsentratsiyasi hujayra ichkarisida va  $Na^+$  ionlari konsentratsiyasi hujayra tashqarisida kattaligi oqibatida membrana potensili sodir bo'lib, mushak qo'zg'alish qobiliyati kelib chiqadi.

Mushak hujayrasining ichki qismi, ya'ni sitoplazmasi *sarkoplazma* deb nomlanadi va sarkoplazma oqsil, lipid hamda uglevodlar tabiatli kolloid majmuasidan tashkil topgan bo'lib, unda mag'iz, mitoxondriya(sarkosoma), ribosoma va glikogen parchalari bilan bir qatorda mushakning asosiy funksional birligi-miofibrillar joylashadi.

**Miofibrillar.** Miofibrillarning mushak hujayralari va boshqa to'qima va tana hujayralaridan farqlovchi xususiyati mushakning qisqarish va bo'shashish vazifasini bajaradi. Miofibrillar oqsil molekulalarining iqtisodlanib, bog'lamlar hosil qilish natijasida tashkil topadi. Ularning uzunligi mushaklar uzunligiga to'g'ri kelib. diametri taxminan 1-2 mikron. Sport bilan shug'ullangan kishilarda miofibrillar to'dalanib zich bog'lam, muntazam mashq qilmaganlarda esa tarqoq ko'rinishda bo'ladi.

Mikroskop yordamida miofibrillalarning tuzilishi o'rganilganda mushak tolasiga nisbatan ko'ndalang joylashgan oq va qoramtir yassi parchalar ko'rnadi va mana shu ikki yassi parchalar o'rtasida mushakni qisqarishida ishtirok etuvchi birlik – *sarkomer* joylashadi. Sarkomer – mushak qisqarishida ishtirok etuvchi asosiy birlik. Oddiy mikroskop orqali mushak tolalari o'rganilganda bir-birlaridan 0,1 sm masofa oralig'ida joylashgan yassi parchalar joylashadi, bular Z-yassi parchalar deyiladi va ular oralig'ida sarkolemma o'rin oladi. Sarkomerlar ikki I yassi parchalari o'rtasida joylashgan bo'lib, bitta miofibrill 1000-1200 sarkomerlardan joylangan. Har bir sarkomer qalin va ingichka (protofibril) tolalardan tashkil topadi. Protofibrillarni shakllanishi yo'g'on tolalar orasiga ingichka tolalarning joylashishi demakdir. Sarkomerni mag'izida uzunchoq kesimli (nurni ikki bor qaytaruvchi) anatron birlik bo'lib, bu A-gardish (A-disk) deb nomlanadi.

1953 yilgacha sarkomerlarni tuzilish batafsil o'rganilmagan bo'lib, G.Xakli tomonidan elektron mikroskop yordamida o'rganish natijasida quyidagilar aniqlandi:

- mushaklarda oqsil tolalari o'ta tartibli joylashadi;
- ko'ndalang kesimi (diametri) 12-16 *mm* va uzunligi taxminan 105 *mm* o'lchamli yo'g'on ipsimon oqsil tolalari olti burchakli ko'rinishda bo'lib A-gardishlardan o'tadi;
- ingichka ipsimon oqsil tolalari A-gardishlarida yo'g'on oqsil tolalari o'rtasidan cho'zilib o'tadi;
- mushaklar qisqarganda I-gardishlar deyarli yo'qoladi, ingichka va yo'g'on tolalar qo'shilgan joylari kattalashadi. Demak, mushak qisqarishi jarayonida

ingichka va yo'g'on tolalar o'zaro siljidiydi. Bunda sarkomerlar qisqarishi taxminan 1,7-1,8 *mkm* ga to'g'ri keladi; I

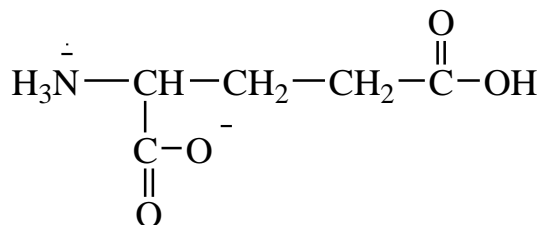
- yo'g'on tolalar - miozin oqsili, ingichka tolalar esa aktin oqsilidir.

### Mushak oqsillari

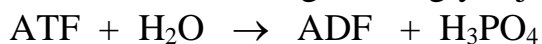
Mushak oqsillarini sarkolemma, sarkoplazma, mag'iz, sarkosom hamda sarkoplazma kiritma oqsillari va asosan mushak qisqarishida faol ishtirok etadigan miofibril oqsillari bo'lmish miozin, aktin, tropomiozin, troponinlar tashkil etadi.

Skelet mushaklarining asosiy vazifasi bo'lmish qisqarish, kuchlanish va bo'shish jarayonlarida faol ishtirok qiladigan muhim oqsillar bilan tanishamiz.

**Miozin.** Sakl jihatidan ipsimon oqsil. Molekulyar og'irligi 460 000. Tarkibida ko'p miqdorda kislota xususiyatiga ega bo'lgan glutamat aminokislotasini tutgani uchun  $Ca^{2+}$  va  $Mg^{2+}$  kationlarini bog'lab olish xususiyatiga ega.



Miozin kalsiy ionlari ishtirokida adenozintrifosfat faolli qobiliyatga, ya'ni fermentativ xossaga ega bo'lib, ATF ni gidrolizlaydi va natijada mushak qisqarishida ishtirok etadigan energiya ajraladi:



$$+\Delta C_1^0 = 40 \text{ kDj/mol yoki } 9,5 \text{ kkal/mol}$$

Miozin magniy ionlari ishtirokida ATF va ADF molekularini oziga qo'shib olish hamda qisqarishda ishtirok qiladigan ikkinchi oqsil –aktin bilan qo'shilib, aktomiozin majmuasini hosil qilish qobiliyatiga ega.

Miozin molekulasini uzun (160 *nm*) va ingichka (2 *nm*). Molekula ikkita bir xil polipeptid zanjirlari  $\alpha$ -spiral ko'rinishida bir-birlarini bilan o'ralgan. Bu polipeptidlar ma'lum bo'lgan polipeptidlarning eng uzuni hisoblanib, uning birlamchi tuzilishi 1800 aminokislota qoldiqlarining o'zaro birikishidan hosil bo'ladi.

Mushak tolalarining o'lchamlari ularning bajaradigan ishi va faoliyatiga bog'liq, tolalar uzunligi o'rtacha 0,1dan 3 sm gacha bo'lib, ba'zi bir sut emizuvchi hayvonlarda hatto 50 sm gacha bo'ladi, qalinligi 0,01-0,2 mm o'rtaligida.

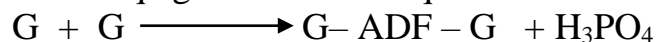
Hujayrani o'rab olgan qobiq- sarkolemma ikki qatlam (oqsil-lipid)dan tashkil topgan. Sarkolemma hujayralararo suyuqlikka va hujayra ichkarisiga moddalarni saralab o'tkazish qobiliyatiga ega. Hujayra qobig'idan tashqari va ichkariga oqsil, lipidlar, moy va nuklein kislotalari va polisaxaridlarni o'tkazmaydi. Aminokislotalar, laktat, piruvat va keton tanachalar bemalol o'tadi. Qisqa zanjirli peptidlar vaziyatga qarab sarkolemmadan o'tishlari mumkin.

Sarkolemma sarlab o'tkazuvchanlikda faol xususiyatga ega bo'lishi munosabati bilan hujayra ichkarisidagi ba'zi bir moddalarni konsentratsiyasi hujayra tashqarisidagiga nisbatan katta bo'lish xususiyatiga ega. O'tkazuvchanlikni mana shu xususiyatiga binoan  $K^+$  ionlar konsentratsiyasi hujayra ichkarisida va  $Na^+$  ionlari konsentratsiyasi hujayra tashqarisida kattaligi sababli membrana potentsiali sodir bo'lib mushak qo'zg'alishi qobiliyati kelib chiqadi.

Mushak hujayrasining ichki qismi, ya'ni sitoplazmasi sarkoplazma deb nomlanadi. Sarkoplazma oqsil, lipid hamda uglevodlar tabiatli kolloid majmuadan tashkil topgan bo'lib, unda mag'iz, mitoxondriya, ribosoma va glikogen parchalari bilan bir qatorda mushakning asosiy funksional birligi-miofibrillar joylashadi.

Miofibrillalar mushak hujayralari va boshqa to'qima hujayralaridan farqlovchi xususiyati mushak qisqarish va bo'shashish vazifasini bajaradi. Ularning uzunligi mushaklar uzunligiga to'g'ri kelib, diametri taxminan 1-2 mikron. Cport bilan shug'ullangan kishilarda miofibrillalar to'planib, zich bog'lam, mashq qilmagan kishilarda esa tarqoq ko'rinishda bo'ladi. Mikroskop yordamida miofibrillarni tuzilishi o'rganilganda mushak tolasiga nisbatan ko'ndalang joylashgan oq va qoramtir yassi parchalar ko'rinadi va mana shu ikki yassi parchalar o'rtasida mushakni qisqarishida ishtirok etuvchi birlik –sarkomer joylashadi, Sarkomer-mushak qisqarishida ishtirok qiladigan asosiy birlik.

**Aktin.** Aktin tabiiy (nativ) aktin hisoblanib, har biri 374ta aminokislota qoldiqlarini bog'lanishidan hosil bo'ladi. Mushak to'qimalarida aktin 3 xil holatda (monomer, dimer, polimer) uchraydi. Monomer aktin ATF bilan bog'langan va molekulyar og'irligi 40000. Har bir monomer aktin bir molekula ATF va bitta  $Ca^{2+}$  ionlari bilan bog'langan. Aktin-ikkinchi muhim qisqaruvchi oqsil. Uni miozinni ekstraksiyalab olgandan keyin sovuq ishqor eritmasiga atseton bilan ekstraksiyalab olish mumkin. Aktin uch xil ko'rinishda: monomer (globulyar), dimer (globulyar) va polimer (fibrilyar) bo'lishi mumkin. Monomer shaklidagi globulyar aktin ATF bilan bog'langan bo'ladi. Uning molekulyar massasi 40000 u.b.ga tengdir. Globulyar (G) aktin uncha katta bo'lmagan manfiy zaryadga ega. Monomer aktin ATF bilan birikib ADF saqlagan dimer hosil qiladi.



Dimerlar birikishidan polimer shaklidagi fibrilyar aktinning qo'sh zanjiri hosil bo'ladi. Globulyar aktinning fibrilyar aktinga o'tishida  $K^+$  va  $Mg^{2+}$  ionlari qatnashadi. Tirik oqsillar fibrilyar aktindan iborat. Aktin  $Ca^{2+}$  ionini ham biriktirib olish xususiyatiga ega.

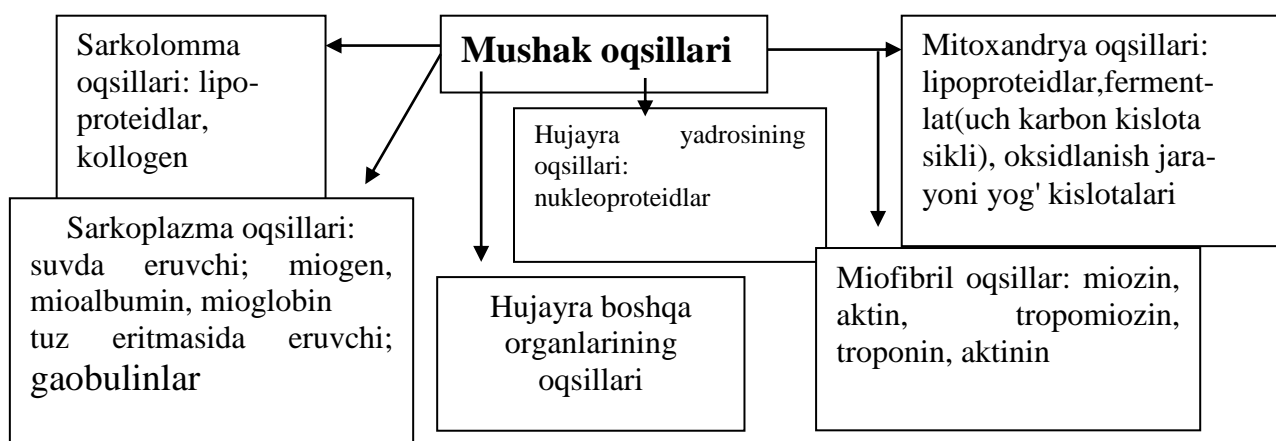
Miofibrilyarlarda nisbatan katta miqdor tropomiozin oqsili uchraydi. Uning molekulyar massasi 130000 u.b. ga teg bo'lib, u ham ikkita speralsimon polipeptid zanjiridan iborat. U tuzilishi va xossasiga ko'ra yengil meromiozinga juda o'xshaydi. Tropomiozin globulyar oqsil troponin bilan kompleks hosil qiladi. U 860000 u.b. massali va katta manfiy zaryadga ega.

1929 yilda mushak qisqarishining quvvat bilan ta'minlanishida ATF ni ishtiroki aniqlanadi. 1936 yilda Engelgard va Lyubimovo tomonidan miozin fermentativ, ya'ni Atf ning parchalash qobiliyatiga ega ekanligi tasdiqlanadi. 1947

yilda Sent-Derdi mushak qisqarishida aktin va miozin ishtirok qilishi va ATFni faollanishi uchun  $Mg^{2+}$  ionlari zarurligini aniqlaydi. Mushaklar qisqarishi natijasida aktomiozin oqsillar majmuasi hosil bo'lishini tasdiqlaydi.

**Mushaklarning kimyoviy tarkibi.** Mushakning 72-80% suv va 20-28% quruq qoldiqdan tashkil topgan. Quruq qoldiqning 85% oqsil, qolgan 15% tarkibida azot bo'lgan turli birikmalar, fosforli moddalar, lipidlar va mineral tuzlardan iborat. jadval ma'lumotlaridan ko'rinib turibdiki, organik moddalarning asosiy qismini mushak oqsillari tashkil qiladi. Ularning oqsil tarkibi quyidagi sxemada keltirilgan.

### Mushak to'qimasining oqsil tarkibi



Mushak oqsillarining 40 % yaqini miofibrillar, 30 % sarkoplazma, 14% mitoxandrya, 15% sarkolomma, qolganlari yadro va hujayraning boshqa organellalaridir.

12-jadval

Sut emizuvchi hayvonlar mushaklarining kimyoviy tarkibi

Moddalar nomi	% hisobida	Moddalar nomi	% hisobida	Moddalar nomi	% hisobida
Suv	72-80	ATF Karnozin	0,25-0,4	K	0,32
Oqsillar	16,5-20,9	Karnitin	0,2-0,3	Na	0,08
Glikogen	0,3-3,0	Anserin	0,02-0,05	Ca	0,007
Fospatidlar	0,4-1,0	Sut kislotasi	0,09-0,15		0,02
Xolisterin	0,03-0,23	Aminokislotasi	0,1-0,02	Mg	0,07
Kreatinin	0,003-0,005	Noorg. tuzlar	0,1-0,7	Cl	0,2
Keratin+Fos.	0,2-0,55		1,0-1,5	P	

Jismoniy chiniqqan kishilar mushaklarida KrF miqdori ko'p. ATF va KrF mushak qisqarishini quvvat bilan ta'minlovchi makroergik birikmalar bo'lib, ularning parchalanishidan hosil bo'ladigan ADF, AMF va kreatinlar- mushaklardagi modda almashinish jarayonlarini tartibga solib turadi. Mushaklardagi karnozin dipeptidi ta'sirida mushak tolalarining amplitudasi ko'payishi tufayli charchash jarayonlari kamayadi.

**Azotsiz moddalar.** Mushak tarkibidagi asosiy azotsiz moddalar: glikogen va uning almashinuv mahsulotlari, moylar, glitserin, moy kislotalari, xolesterin, keton tanachalari hamda mineral tuzlar hisoblanadi. Glikogen erkin holda yoki oqsillar bilan bog'langan holda bo'ladi. Glikogen miqdori iste'mol qilinadigan ozuqa tarkibiga bog'liq bo'lib, 0,2-0,3% miqdorida bo'ladi. Masq qilgan kishilarda glikogen miqdori mushak sarkoplazmasida ko'payadi. Chidamliligi yuqori bo'lgan sportchilarda jamg'arilgan moy miqdori katta bo'lib, sport turlari bilan uzoq muddat shug'ullanishga imkon beradi. Noorganik moddalarning ionlari esa mushakdagi modda almashinuv jarayonlarini neyrohumoral omillari orqali tartibga soladi.

Mushaklar qisqarishida, charchashida va charchashning oldini olishda humoral omillarning ahamiyati katta. Humoral omillar inson a'zolarining hujayralarida ishlanib, juda kam miqdorda ta'sir ko'rsatuvchi organik moddalardir. Bu omillar sintezlangandan so'ng qon orqali mushak to'qimalariga yetkaziladi va ular mushak hujayralaridagi modda almashinuv jarayonlarini molekulyar darajada tartibga soladi.

Charchash mushak faoliyatida ularning ishlash qobiliyati vaqtincha susayib borishining rivojlanishidir. Bu patologik holat emas, balki himoya vazifasidir. Charchash holatida asab hujayralaridagi ATFning konsentratsiyasi kamayadi va atsetilxolinning biosintezi o'zgaradi. Natijada markaziy asab tizimining harakatlantiruvchi asab impulslarini hosil qilish va ularning ishlayotgan mushaklarga yuborish faoliyati buziladi. Odatda charchashni kamaytirish, qayta tiklanish davrini qisqartirish yoki ish qobiliyatini oshirish kabi maqsadlarda o'simliklardan ajratib olingan, organizm uchun zararsiz bo'lgan, qon tomirlarining tonusini oshiruvchi moddalar, turli vitaminlardan foydalaniladi.

**Yurak mushaklari** – tuzilishiga ko'ra ko'ndalang yo'lli mushaklarga o'xshasa ham, lekin birmuncha murakkabroq bo'ladi. Ish faoliyati silliq mushaklar singari inson faoliyatiga bog'liq emas.

Nerv to'qimasi – orqa va bosh miyani tashkil etadi. U odam organizmining barcha to'qima va organlar ishini boshqaradi. Nerv to'qimasi (neyron) bajaradigan funksiyasiga ko'ra ikki xil: sezuvchi va harakatlantiruvchi bo'ladi. Neyron har xil shaklga (doirasimon, yulduzsimon, oval, noksimon va hokozo) ega.

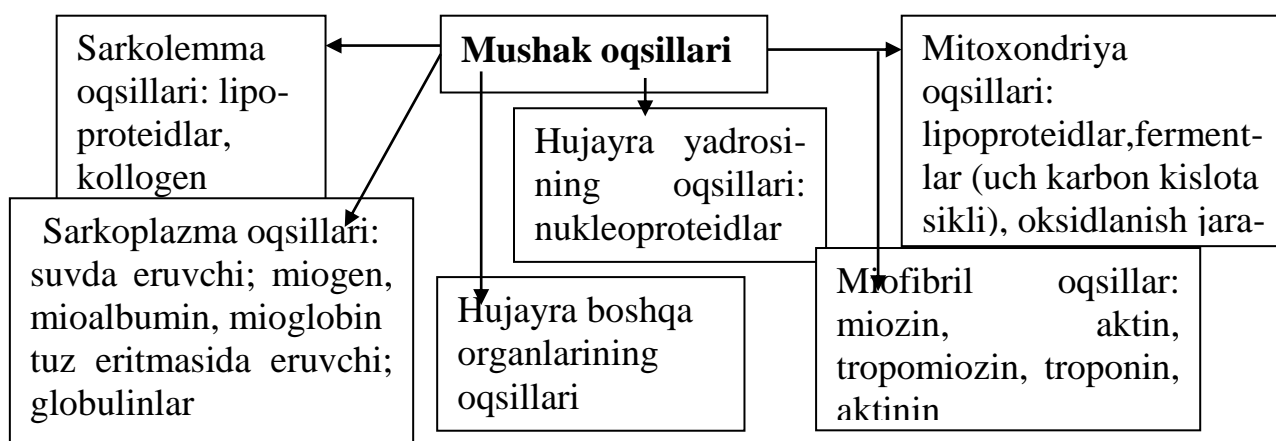
*Sezuvchi neyronlarning* uzun o'simtalari orqa va bosh miyadan chiqib, tananing barcha to'qima va organlariga boradi va ulardan ichki va tashqi muhit ta'sirlarini qabul qilib, markaziy nerv sistemasiga o'tkazadi. Harakatlantiruvchi neyronlarning uzun o'simtalari ham bosh va orqa miyadan chiqib, tananing skelet

mushaklariga, ichki organlarning silliq mushaklariga va yurak mushaklariga borib, ularning harakatini boshqaradi.

### Mushaklarning kimyoviy tarkibi

Mushak to'qimasining 70-80 foizi suvdan iborat. Ular quruq massasining (17-21%) asosiy qismi oqsillardan iborat bo'lsa, qolgan qismi azotli va azotsiz organik moddalar, mineral tuzlar va fosfat kislotadan iborat. Ularning oqsil tarkibi quyidagi 11-jadvaldagi sxemada keltirilgan.

#### Mushak to'qimasining oqsil tarkibi



Mushak oqsillarining 40 % yaqini miofibrillyar, 30 % sarkoplazma, 14% mitoxondriya, 15% sarkolemma, qolganlari yadro va hujayraning boshqa organellalaridir. Skelet mushaklarining struktura elementlari ko'p yadroli mushak tolalari hisoblanadi. Bu tolalarning uzunligi insonlarda uzunligi 12 *sm* gacha va diametri 0,02-0,01 *mm* bo'lishi mumkin. Biroq mushaklarning asosiy qisqaruvchi elementlari – miofibrillar, ya'ni mushak to'qimasining sarkoplazmasida ip tugmalari shaklida joylashgan tolali tizimlardir.

Skelet mushaklarini mikroskop orqali kuzatadigan bo'lsak, miofibrillarning ko'ndalangiga ketgan yo'l-yo'l shiziqlari kuzatiladi. Bu chiziqlar ular tarkibiga kiradigan oqsillar tarkibining optik jihatdan bir xil emasligini ko'rsatadi. Mushaklarning kimyoviy tarkibi 12– jadvalda keltirilgan.

#### 12-jadval

##### Sut emizuvchi hayvonlar mushaklarining kimyoviy tarkibi

Moddalar nomi	% hisobida	Moddalar nomi	% hisobida	Moddalar nomi	% hisobida
---------------	------------	---------------	------------	---------------	------------

Suv	72-80	ATF Karnozin	0,25-0,4	K	0,32
Oqsillar	16,5-20,9	Karnitin	0,2-0,3	Na	0,08
Glikogen	0,3-3,0	Anserin	0,02-0,05	Ca	0,007
Fospatidlar	0,4-1,0	Sut kislotasi	0,09-0,15	Mg	0,02
Xolesterin	0,03-0,23	Aminokislota	0,1-0,02	Cl	0,07
Kreatinin	0,003-0,005	Noorg. tuzlar	0,1-0,7	P	0,2
Keratin+Fos.	0,2-0,55		1,0-1,5		

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, ko'ndalang yo'lli mushaklar asosiy tarkibi suv bilan birga oqsillardan iborat ekan. Oqsillar mushaklarga qisqara olish qobiliyatini beradi. Mushaklarning sarkoplazmasida granulalar bilan birga, glikogen va lipidlarni uchratish mumkin. Ular zahira energiya materiali vazifasini o'taydi.

**Sarkoplazma oqsillari.** Sarkoplazma tarkibiga kiruvchi oqsillar juda past konsentratsiyali tuzli muhitda eriydi. Mushaklar to'qimasidagi jami azotning 25-30 foizi sarkoplazma oqsillarining azotiga to'g'ri keladi. Agar mushak qiymasi suv bilan ishlansa, sarkoplazmatik miogen guruhi oqsillari eritmaga o'tadi.

Agar suv bilan ekstraksiya qilingandan keyin mushak qiymasi kuchsiz tuz eritmasi bilan ishlov berilganda (0,1 M KCl eritmasida), unda globulin oqsillari ham eritmaga o'tadi. Shu bilan birga fermentlar va zahira oqsillar, mushaklar qisqarishini ta'millovchi miofibril oqsillar ham eritmaga o'tadi.

Miogen guruhi oqsillari sarkoplazma oqsillarining talaygina guruhini tashkil qiladi. Globulinlar toza suvda yoki 0,005 M dan kam bo'lgan tuzli muhitda erimasligi bilan miogen oqsillar guruhidan farq qiladi.

Maydalangan ko'ndalang mushaklar oldin suv yoki kuchsiz tuz eritmasi bilan yuvulib, KCl yoki NaCl ning 0,5-0,6 M eritmasi bilan ishlanganda miozin oqsili eritmaga ekstraksiya qilinadi. Bu oqsil mushak tolasining qisqaruvchi elementlari tarkibiga kiruvchi fibrilyarlarda bo'ladi. Mushak plazmasida miozin bo'lmaydi. Miozin har xil ionlarni, asosan, kalsiy va magniy ionlarini biriktirib olishdek spetsifik xossaga ega. Miozin fibrilyar oqsillar jumlasiga kiradi.

Miozinda fermentativ xossalar mavjud, ya'ni miozin adenozintrifosfat kislotaning adenozindifosfat kislotasi va  $H_3PO_4$  ga parchalanishini katalizlaydi. Shu bilan bir vaqtda adenozintrifosfat kislotaning ta'sirida fermentativ jihatdan aktiv bo'lgan miozin iplari fiziologik holatining o'zgarishi, ya'ni elastikligi va cho'ziluvchanligining ortishiga olib keladi.

Mushakdan tayyorlangan bo'tqa KCl ning 0,5-0,6 M eritmasi bilan uzoq vaqt ishlov berilganda eritmaga endi erkin miozin o'tmasdan, balki aktiniazin degan modda, ya'ni mushak oqsili aktin bilan hosil qilgan murakkab kompleksi eritmaga o'tadi.

Miofibrillyar oqsillarning yarmidan ortig'i miozindan, to'rtinchi biri-aktin, qolganlari tropomiozin, troponin,  $\alpha$ - va  $\beta$ -aktinlar, kreatinfosfokinaza fermentlari va boshqalar kiradi.

Suvda eruvchi azotli organik birikmalardan ATF mushaklar ishida muhim bo'lib, ular mushak tarkibida 0,25-0,4% va kreatinfosfatlar Krf 0,4-1% ni tashkil



qiladi (uning miqdori jismoniy mashqqa bog'liq). Shuning bilan birga boshqa nukleozinfosfatlar ham uchraydi. ATF va KrF-mushaklar qisqarishida energetik manbadir. Ular parchalanish mahsulotlari ADF, AMF va keratinlar mushaklarda modda almashinuvini boshqaradi.

Odam skelet mushaklarida 0,1-0,3% miqdorda karnozin dipeptidi uchraydi, u fermentativ jarayonlarda fosfat qoldiqlarini olib o'tishida ishtirok qiladi. Ular mushaklarda nerv impluslarini o'tkazib berish orqali charchagan mushaklar ish faoliyatini tiklaydi. Hujayra membranasida yog' kislotasini o'tkazib beruvchi keratin oqsilidir. Yog' kislotalari energetik manba vazifasini o'tagani uchun muhimdir.

Skelet mushaklarida 1,5% fosfolipidlar uchraydi va ular nafas to'qimalarida muhim rol o'ynaydi.

Mushaklar tarkibidagi muhim azotsiz birikmalardan glikogen va uning almashinuv mahsulotlari, yog'lar, xolesterin, mineral tuzlar uchraydi. Glikogen asosan oqsillar bilan bog'langan yoki erkin holatda bo'ladi. Uning miqdori ovqat ratsioniga va sport bilan shug'ullanishga qarab 0,2-3% gacha bo'lishi mumkin. Sport mashg'ulotlari vaqtida erkin glikogen miqdori ortadi.

Mushak tolalari tarkibida protoplazmatik yog'lar 1% ni tashkil qiladi. Zahira yog'lar mushak to'qimalarida to'planadi va jismoniy mashqlar vaqtida ular faoliyatini yaxshilaydi. Mushak tolasi membranasida 0,2% gacha xolesterin saqlaydi.

Mushaklarning mineral moddalar tarkibini asosan  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Cl^-$ ,  $H_2PO_4^-$ ,  $HPO_4^{2-}$  ionlari tashkil qiladi. Ularning miqdori mushaklar umumiy massasining 1-1,5% ga teng. Mushaklar qisqarishi biokimyoviy jarayonida bu mineral ionlar muhim ahamiyatga ega.

Mushaklar qisqarishi biologik harakatning takomillashgan shakli bo'lib, mexanik jarayondan iboratdir va bunday jarayon boshqarishning yuqori darajasi bilan xarakterlanadi. Mushaklarning asosiy funksiyasi ular kuchi rivojlanishi va qisqarishi bilan bog'liq. Bu funktsiya mushaklar qisqarish funksiyasi deb yuritiladi va organizmning ish faoliyatini ta'minlaydi.

Mushaklar murakkab tuzilishli molekulyar dvigatellar bo'lib, kimyoviy energiyani hatto to'g'ridan-to'g'ri mexanik energiyaga aylantirib berish qobiliyatiga egadir. Ular juda kam miqdordagi energiyada ham foydalanish koeffisienti juda yuqoridir. Ya'ni organizm juda kam energiya sarflasa ham mushaklar undan samarali foydalanadi.

Mushaklar ayrim tolalardan tashkil topgan, mushaklarning bu tolalari mushak tolalaridan iborat bo'ladi. Mushak hujayrasining yo'g'onligi 10-100 *mkm* ga teng, uzunligi esa mushak uzunligiga baravar bo'lishi mumkin.

Mushaklar qisqarish vaqtida ular turli-tuman jarayonlar sodir bo'ladi. Bunda membranalar o'tkazuvchanligining sinxron o'zgarishi, ishi "ion nasoslar", fermentlar aktivligining ketma-ket o'zgarishi, jarayonni energiya bilan ta'minlash tezligi, elektrostatik ta'sirlashuv va mushaklar tuzilishining qayta tuzilishi kuzatiladi.

Hujayra plazmatik membrana (sarkolemma) bilan o'ralgan, uning sitoplazmasida 100-200 dan ortiq yadrolar sarkolemmaga taqalib turadi, mitoxondriya va boshqa hujayra organellalari uchraydi. Emrogeniozda har bir mushak hujayrasi ko'pdan ko'p o'tmishdosh hujayralarining bir-biriga o'tishidan hosil bo'ladi. Mushaklar oqsil dastalari miofibrillalardan iborat va ular hujayra bo'ylab joylashgan. Miofibrillalar ingichka va yo'g'on oqsil iplaridan tashkil topgan. Yo'g'on iplarning asosiy oqsili miozin bo'lsa, ingichka iplarning asosiy oqsili aktindir. Bu iplar birgalikda barcha qisqaruvchi sistemalarning asosiy tarkibiy qismlarini tashkil qiladi.

Mushaklarning ko'ndalang va bo'ylanma kesimi elektron mikroskop yordamida kuzatilsa, unda aktin va miozin iplari qat'iy tartib bilan joylashganligini ko'rish mumkin. Miofibrillaning funksional birligi sarkomer-miofibrillaning ikkita Z-plastinkalari orasidagi qismi hisoblanadi. Sarkomerning bir necha yuztasi miofibrillani hosil qiladi. Miofibrillada yo'g'on va ingichka iplar navbatlashib kelishi mushaklarni ko'ndalangiga kuzatganda shizib qo'yilgan shaklda ko'rsatadi. Mushaklarning qisqarishi ingichka va yo'g'on iplarning bir-birining qarshisiga qarab sirg'alishi yo'li bilan yuzaga chiqadi. Qisqarish vaqtida sarkomerlar 25-50 % gacha kaltalashadi.

### **Mushaklarning turlari va funksiyasi**

Skelet mushaklari tayanch-harakatlanish sistemasining faol qismi hisoblanadi. Mushaklarning qisqarishi suyaklarni harakatga keltiradi va odamning oyoq-qo'llari ma'lum bir ishni (yurish, yugurish, sakrash, yuk ko'tarish, ovqatlanish, so'zlash va hokozo) bajaradi.

Mushaklar harakatini nerv sistemasi boshqaradi. Mushaklar harakatini ta'millovchi nerv hujayralari *motoneyron* deb ataladi. Ular harakatlanuvchi nerv hujayralari bo'lib, orqa miyada hamda bosh miyaning uzunchoq va o'rta miya qismlarida joylashgan. Bitta nerv hujayrasining uzun o'simtasini bir nechta mayda tolalarga bo'linib, yuzlab mushak tolalari bilan bog'langan. Ana shu bitta nerv hujayrasi uzun o'simtasining mayda tolalari bilan tutashgan yuzlab mushak tolalarining jami nerv-mushak harakat birligi deb ataladi.

Odam organizmida 600 dan ortiq skelet mushaklari bo'lib, ular tana massasining o'rtacha 40%ni tashkil qiladi. Agar jismoniy mashqlar va sport bilan shug'ullansa mushaklar massasi tana massasining 50% dan ortishi mumkin. Har bir mushakning paylardan tashkil topgan bosh va dum qismi bo'ladi. Mushak tashqi tomonidan biriktiruvchi to'qimadan tuzilgan yupqa parda bilan o'ralgan bo'lib, bu parda *faksiya* deb ataladi. Faksiya bilan mushakning paylari orasida harakatni qulaylashtiradigan *sinovil suyuqlik* bo'ladi.

Skelet mushaklari odam tanasida joylashgan quyidagi: bosh, bo'yin, gavda, qo'l va oyoq mushaklar guruhlaridan uborat. Bosh mushaklari ish faoliyatiga ko'ra chaynash va mimika mushaklariga bo'linadi.

*Mushakning ishlashi.* Odam tanasining harakatlari ma'lum mushaklar guruhining ishlashi natijasida bajariladi. Mushaklar maxsus nerv hujayralari va ularning tolalari bilan tutashgan. Mushaklarni harakatga keltiruvchi nerv hujayralari, ya'ni motoneyronlarning har biri o'z tolalari orqali o'nlab va yuzlab mushak tolalari bilan tutashgan. Motoneyron, uning tolasi va u tutashgan mushak tolasi birgalikda mushak-nerv harakat birligini hosil qiladi. Motoneyron qo'zg'alganda uning tolasi ichidan kimyoviy moddalar (atsetilxolin, adrenalin) ajralib sinps bo'shlig'iga o'tadi. Ular mushak tolasiga ta'sir qilib uni qo'zg'atadi, natijada mushak qisqaradi.

Skelet mushaklarining ishi ikki xil bo'ladi: statik va dinamik. Mushakning statik ish natijasida odam tanasi va uning ayrim qismlari ma'lum bir vaqt davomida zarur bo'lgan vaziyatni saqlaydi. Masalan, tik turish, muvozanatni saqlash va hokazo. Mushakning dinamik ishi natijasida odam tanasining ayrim qismlari har xil harakatni bajaradi.

Mushak ish bajarganda, energiy ajraladi va uning 25-30% ana shu bajarilayotgan energiy uchun sarf bo'ladi. Qolgan 70-75% energiya issiqlik sifatida ajraladi va tana haroratining doimiyligini saqlash uchun sarflanadi. Ortiqchasi esa teri va nafas chiqarish yo'llari bilan chiqariladi. Bu energiya ovqat tarkibidagi oqsil, yog' va uglevodlarning kislород bilan oksidlanishi hisobiga hosil bo'ladi. Bundan tashqari, mushaklarda zahira holda ATF, KF, glikogen kabi energiya beruvchi moddalar bo'lib, mushak ish bajarganda, ular parchalanib energiya hosil qiladi. Jismoniy mehnat qiluvshilar, jismoniy tarbiya va sport bilan muntazam shug'ullanuvchilar mushaklarida energiya manbai bo'lgan ATF, KF, glikogen kabi moddalarning zahira miqdori ko'p bo'ladi. Shuning uchun bunday odamlar jismoniy mashqlar vaqtida tez charchamaydi, chunki yuqorida ko'rsatilgan moddalar parchalanib, mushak ishi uchun zarur bo'lgan energiya bilan ta'minlaydi.

*Mushakning charchashi.* Ma'lum vaqt davomida ish bajarish natijasida mushaklar sharshaydi. Ular charchashining asosiy sababi quyidagicha:

-uzoq vaqt davomida qo'zgalishi natijasida miyaning mushak ishini boshqaradigan nerv hujayralari charchaydi, ularning qo'zg'alish jarayoni pasayadi, natijada hujayralar tormozlanish holatiga o'tadi;

-uzoq vaqt davom etgan jismoniy ish natijasida mushak tolalarida ATF, KF, glikogen moddalarining zahirasi tugab, mushak ishi uchun zarur energiya yetishmasligidir;

-qisqa vaqt davomida, ammo katta tezlik bilan ish bajarilganda organizmga kislorod yetishmay qoladi;

Charchash yuz berganda asta-sekin mushak tolalarining qisqarishi kamaya boshlaydi va ular bora-bora bo'shashib, qisqara olmasdan qoladi. Ba'zi hollarda esa qisqargan mushaklar bo'shasha olmasdan qoladi. Ayniqsa, tez yugurgan vaqtda boldir mushaklarida shunday holat yuzaga keladi.

Jismoniy mehnat va sport bilan muntazam shug'ullanib boradigan odam organizmi chiniqqan bo'ladi. Shuning uchun ularning mushaklari tez charchamaydi. Chiniqqan kishining organizmida mushaklar yaxshi rivojlanish bilan birga ularning nerv-endokrin, yurak-qon tomir, nafas va boshqa hayotiy muhim ahamiyatga ega bo'lgan organlarining hamda to'qimalarining ish faoliyati ham yaxshi rivojlangan bo'ladi.

**O'ta charchash.** Agar bir necha hafta yoki bir necha oy davomida ish surunkali ravishda davom etsa, lekin odam o'z vaqtida yetarli ravishda dam olaolmasa, nerv sistemasi va mushaklardagi charchash alomatlari asta-sekin to'planib o'ta charchash yuzaga keladi. O'z vaqtida dam olmaslikdan tashqari, ovqatlanishning sifatli bo'lmasligi, sharoit noqulayligi, kayfiyatning buzilishi kabilar o'ta charchash holatini tezroq yuzaga olib keladi.

O'ta charchash belgilari quyidagicha tavsiflanadi: qo'l va oyoq hamda tananing boshqa mushaklari bo'shashadi, harakat tezligi pasayadi, kunduzi ish vaqtida ham uyqu bosadi, kechasi esa uyqu kelmaydi, ishtaha pasayadi, hech narsaga qiziqmaydi, harakat qilganda ter bosadi, yurak tez uradi, harakat qilganda havo yetishmaganday bo'ladi. O'ta charchash yuzaga kelganda shifokorga muro-jaat qilish va uning ko'rsatmasi bilan ma'lum vaqtga ishdan ozod qilinadi. Toza havoda sayr qilish, ko'proq uxlash, ovqat sifatini yaxshilash kabi tadbirlar tavsiya qilinadi.

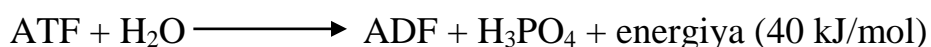
Jismoniy tarbiya odam organizmining normal o'sishi, rivojlanishi, qomatning shakillanishida muhim rol o'ynaydi. Muntazam ravishda jismoniy mashqlar va sport bilan shug'ullanish natijasida mushak to'qimalarida modda almashimuvi kushayadi, mushaklarga qon kelish ko'payadi, bu esa ularning ozuqa moddalar bilan ta'millanishini yaxshilaydi. Tekshirishlardan ma'lum bo'lishisha, jismoniy mashqlar bilan shug'ullanuvchi kishilarning har 100 ta mushak tolasida mayda qon tomirlar soni boshqalarning mushaklariga qaraganda ikki marta ko'p bo'ladi. Bunday odamlar mushaklarining, qon, kislorod, oziq moddalar bilan ta'millanganligi yaxshi bo'lgani ushuncha mushak hujayralari sitoplazmasida oqsil, ATF, KF, glikogen miqdori

ko'payadi. Bu esa mushak tolalarining yo'g'onlashuviga va ularning mustahkam bo'lishiga, qisqarish kuchining ortishiga olib keladi.

### **Qisqaruvchi oqsillarning struktura tuzilishi va xossalari**

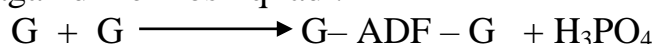
Mushaklarni qisqartiruvchi asosiy oqsil - bu miozindir. Bu fibrilyar oqsilning molekulyar massasi 470000, uni sarkoplazma oqsillarini ajratib olgandan keyin sovuq ishqoriy eritmada 0,6M KCl eritmasi bilan tezda ekstraksiya qilganda ajratib olish mumkin.

Miozin molekulasi glutamin kislotasini ma'lum miqdor saqlagan bo'lib, nisbatan katta manfiy zaryadga ega bo'lgani uchun  $\text{Ca}^{2+}$  va  $\text{Mg}^{2+}$  ionlari uchun spetsifik ta'sirlashish xususiyatiga ega. Kalsiy ionini ishtirokida miozin adenozintrifosfat aktivligini ta'minlaydi va bu ATF ning fermentativ gidrolizini tezlashtiradi.



Magniy ionini yordamida miozin ATF va ADF molekulari va shuningdek, aktin bilan ham bog'lanish xususiyatiga egadir. Miozin molekulasining zanjiri uch qismdan: 1) yengil meromiozin; 2) og'ir meromiozin; 3) bosh qismdan iborat. Molekulaning umumiy uzunligi 160 nm va qalinligi 2 nm, chalkashgan bosh qismi 4 nm dan iborat. Miozin ikkita bir xil polipeptid zanjiridan tuzilgan bo'lib, har bir zanjir 1800 aminokislota qoldiqlaridan tashkil topgan. Molekula ikkita qo'sh spiral holda o'ralganligi uchun eshilgan ipni eslatadi. Proteolitik fermentlar ta'sirida molekula bosh va dum qismlarga ajraladi.

**Aktin** - ikkinchi muhim qisqaruvchi oqsil. Uni miozinni ekstraksiyalab olgandan keyin sovuq ishqor eritmasiga aseton bilan ekstraksiyalab olish mumkin. Aktin uch xil ko'rinishda: monomer (globulyar), dimer (globulyar) va polimer (fibrilyar) bo'lishi mumkin. Monomer shaklidagi globulyar aktin ATF bilan bog'langan bo'ladi. Uning molekulyar massasi 40000 u.b.ga tengdir. Globulyar (G) aktin uncha katta bo'lmagan manfiy zaryadga ega. Monomer aktin ATF bilan birikib ADF saqlagan dimer hosil qiladi.



Dimerlar birikishidan polimer shaklidagi fibrilyar aktinning qo'sh zanjiri hosil bo'ladi. Globulyar aktinning fibrilyar aktiniga o'tishida  $\text{K}^+$  va  $\text{Mg}^{2+}$  ionlari qatnashadi. Tirik oqsillar fibrilyar aktindan iborat. Aktin  $\text{Ca}^{2+}$  ionini ham biriktirib olish xususiyatiga ega.

Miofibrilyarlarda nisbatan katta miqdor tropomiozin oqsili uchraydi. Uning molekulyar massasi 130000 u.b. ga teng bo'lib, u ham ikkita spiralsimon polipeptid zanjiridan iborat. U tuzilishi va xossasiga ko'ra yengil meromiozinga juda o'xshaydi. Tropomiozin globulyar oqsil troponin bilan kompleks hosil qiladi. U 860000 u.b. massali va katta manfiy zaryadga ega.

**Tayanch tushunchalar:** musaklar, to'qimalar, aktin, miozin, ko'ndalang mushaklar, silliq tolali mushaklar, yurak mushaklari, mushaklar charchashi, o'ta charchash, miofibrillar, mushaklarning kimyoviy tarkibi

## **NAZORAT SAVOLLARI**

1. Mushak to'qimalari qanday tuzilishga ega?
2. Mushaklar tarkibiga qanday oqsillar kiradi?
3. Mushaklarning qanday turlarini bilasiz?
4. Mushaklar qanday funksiyalarni bajaradi?
5. Mushaklarning kimyoviy tarkibini izohlab bering?
6. Qisqaruvchi oqsillarning striktura tuzilishi va xossalari qanday?
7. Mushaklar ish faoliyatidagi biokimyoviy jarayonlar qanday?

## **XIII-BOB.MUSHAKLARNING ISH FAOLIYATIDAGI BIOENERGETIK JARAYONLAR**

1. Mushaklar harakati uchun energiya manbai. Kreatinfosfokinaza reaksiyasidagi ATF ning sintezi
2. Glikoliz jarayonidagi ATFning sintezi
3. Jismoniy mashqlar davomidagi aerob va anaerob jarayonlari
4. Harakatdagi mushaklarda kislorodning tashilishi. Mushaklarning harakat vaqtidagi kislorodga ehtiyoj.
5. Chiniquvchanlikni yuksaltiruvchi trenirovka metodlari: tinimsiz uzoq vaqt ish metodi, takroriy va intervalli mash metodlari

**Siklik va asiklik sport turlari haqida.** Inson va hayvon faoliyati energiya sarfi bilan amalga oshadi. Sarflanadigan energiya hisobiga a'zo ishga tushadi: tana haroratining doimiyligi, ichki a'zolarining ishi, qon limfa aylanishi, urchish va o'sish hamda mushak qisqarishi natijasida jismoniy ish bajariladi. Mushaklar kuchli va shiddatli ish bajarganda juda katta energiya sarflanib, bunda boshqa a'zo va to'qimalarning vazifalari hamda mushak qisqarishini energiya ta'minotini yo'nalishiga qaratiladi.

Jismoniy ish bajarish davrida yurak urishi tezlashishi, qon aylanishi va nafas olishni tezlashishi bunga misol bo'la oladi.

**Siklik sport turlari** (yugurish, eshkak eshish, suzish va hokazo) bilan shug'ullanuvchi sportchilarning energiya ta'minoti qancha yuqori bo'lsa, ular sport musobaqalarida yuksak cho'qqilardan joy egallash imkoniyatiga ega bo'ladilar.

**Asiklik sport turlari** (yakkama-yakka olishuvlar, sport o'yinlari va boshqalar) bilan shug'ullanishda va musobaqalarda yuqori ko'rsatkichga ega bo'lishlari uchun yuqori energiya ta'minotidan tashqari bu sportchilarning malakasi yuqori darajada rivojlangan bo'lishi kerak.

Sportchilarning energetik qobiliyatlari quyidagi ko'rsatkichlar bilan ifodalanadi:

- Maksimal miqdorda kislorod qabul qilish
- Maksimal kislorod qarzi
- Maksimal miqdorda laktatni qonda yig'ilishi

- Anaerob modda almashinuv ko'rsatkichi
- Aerob modda almashinuv ko'rsatkichi

Energetik qobiliyat quvvat bilan belgilanib, energiya ajratish tezligi hamda uning hajmi, ya'ni sarflanadigan miqdori bilan ifodalanadi.

**ATF va muhim makroergik birikmalar.** ATF va ADF makroergik (energiyaga boy) bog'larga ega nukleotidlar hisoblanib bular molekulasidagi ikkita (ATF) yoki bitta (ADF) fosfat kislota qoldiqlari parchalanishi natijasida energiya ajraladi.

ADFdan ajralgan energiya mushak to'qimalarida qisqarish faoliyatini ta'minlashdan tashqari Na, K, Ca ionlarini tashqaridan hujayra sitoplazmasiga va teskari yo'nalishda harakatlarini tashishda hamda asab to'lqinlarini mushak tolalariga ta'sirini ta'minlaydi.

Mushaklardagi ATFYb konsentratsiyasu (0.25%) deyarli o'zgarmas bir miqdorda (5 kg) bo'lib, ATF mushak to'qimalarida bundan ortiq yig'ilmaydi.

Agarda ATF bu me'yoridan ortsa, miozin oqsilini fermentative faoliyati (ATF-aza), substrat ATF-ferment ta'sir ko'rsatubvhi modda ta'sirida ingibirlanish sodir bo'ladi. Aksincha ATFni miqdori 2mm/kgdan kamaysa, fibril tolalaridagi oqsil turkumida "kalsiy so'rg'ich" xossasi buzilib, ATF miqdori batamom tamom bo'lguncha mushak uzluksiz qisqaradi.

**"Rigor"** holat. Mushak tolalari qisqarish davrida ham ATFning miqdori doimiy 5mg/kg. mushak to'qimalarida modda almashinuvi buzilishi natijasida ATFning miqdori 2mg/kg va undan kamaysa, mushak hujayra sarkoplazmasini o'tkazuvchanligi kamayib, mushak uzluksiz qisqaradi, natijada "ritor", ya'ni "tomir tortishi" sodir bo'lib, sportchilar ko'ngilsiz holatga tushishlari mumkin.

Insonni a'zo va to'qimalarida shu jumladan, mushak hujayralarida ATFning risentezi katabolic jarayonlar hisobiga bo'ladi.

**Katabolik jarayonlar-** oshqozon ichak yo'li, hujayra sitoplazmasi va mitoxondriyalardagi parchalanish hamda oksidlanish, qaytarilish fermentativ jarayonlardan iborat. Mana shu jarayonlarda ishtirok qiladigan moddalar ozuqa bilan qabul qilingan karbonsuv, lipil va oqsillar hisoblanadi. Ularning parchalanishi va oksidlanishida, kovalent bog'lari uzilishi natijasida, energiyasi boy moddalar sintezlanadi.

Makroergik birikmalar- fosfat kislota efirlari hisoblanib, gidrolizlanishi tufayli katta miqdorda energiya ajratadi. Keltirilgan jadvalda (26-jadval) birinchi o'rinda ATF joylashishi bejiz emas, bu moddani gidrolizlanishidagi erkin energiyasi, ba'zi bir boshqa makroerk moddalarnikidan kam bo'lishiga qaramay ATF universal energetik birikma hisoblanadi.

Energiya almashinuvida ATFning roli.

Organizmdagi moddalar almashinuvi bevosita energiya almashinuvi bilan bog'liq. Moddalar almashinuvi ushun zarur energiya metabolizmi uglevod va yog'larning parchalanishidan ajraladigan energiyani o'z ichiga oladi. Organizmda energiya hosil bo'lishi sarflanishi va akumulatsiya qilinishi ATF orqali amalga oshiriladi.

Organizmida ATF hujayralarda nafas olish jarayonida, uglevodlardan (pirouzum kislotasidan), yog'lar oksidlanishidan (asetil KoA) va mushaklarda anaerob parchalanish (glikoliz) natijasida hosil bo'ladi. Organizmda modda va energiya almashinuvi jarayoni uchun uch karbonkislotalar sikli muhim ahamiyatga egadir. Bu sikl 10 ta reaksiyalar zanjiridan iborat bo'lib, bu oksidlanish jarayonlarida 5 molekula NADH<sub>2</sub> hosil bo'ladi. Nafas zanjirida bir molekula NADH, NAD, FADH<sub>2</sub> larning oksidlanishidan 3 molekula ATF hosil bo'ladi. Uchkarbon kislotalar sikli limon (sitrat) kislotadan boshlanadi. Uchkarbon kislotalar sikli limon kislotasi sikli yoki Krebs sikli deyiladi.

Mushakdagi ATF miqdorining doimiyligini saqlashda asosiy vazifani transfosforlanish yoki qaytadan fosforlanish kimyoviy jarayoni bajaradi. Bu maxsus fermentativ reaksiya hisoblanib, bunda fosfat kislotasi qoldig'ini tutuvchi makroergik moddalar (s-f) qoldig'ini ADFga o'tkazib, ATFni resintezlaydi.

Inson a'zolarida hosil bo'ladigan jami 100% energiyani 40% makroergik moddalar sinteziga sarflansa, qolgan 60% tana haroratini doimiylikka saqlashda ishlatiladi.

Biologik oksidlanish jarayonida hosil bo'lgan jami 100% energiyaning 85%ga yaqin miqdori mitoxondriyalarda Krebs halqasi orqali sintezlanadi.

Mushaklardagi energiya almashinuvini asosi – ATF energiyasi hisobiga mexanik ish bajarishdir. Mushakning energiya ta'minoti to'rt usulda sodir bo'ladi:

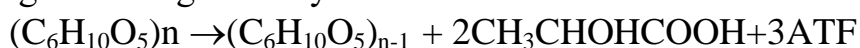
1. Kreatinfosfatdan – anaerob alaktat
2. ADFdan – anaerob alaktat
3. Glikogen va glukozadan – anaerob laktat
4. Boshqa moddalardan- aerob alaktat

**Glikoliz.** Glukozani (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) glikolitik usul bilan parchalanishi glikoliz deb nomlanadi. Bu metabolik usul ixtirochilar nomi bilan Elebdan-Meyergraf yo'li deb ham ataladi.

Inson aktiv bo'lmagan taqdirda glikoliz natijasida 2 molekula piruvat hosil bo'lib, 2 molekula ATF resintezlanadi. Jarayon hamma hujayralarda, asosan mushak hujayralarida sodir bo'lib, ajralgan ATF hisobiga mushak qisqarishini energiya bilan ta'minlaydi.

**Glikogenoliz.** Glikogenning (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>) glikolitik usul bilan parchalanishi glikogenoliz deb nomlanadi. Buning natijasida glikogen molekulasidagi glyukozaning oxirgi qoldig'i parchalanib, natijada 2 molekula laktat va 3 molekula ATF resintezlanadi. Glikogenolizning birinchi bosqichida glikogendan ajralgan glukozaning oxirgi qoldig'i fosfor kislotasi bilan fosforlanib, glukozaning oxirgi qoldig'i fosfat hosil qiladi va so'ngra glukozaning oxirgi qoldig'i fosfatga aylanadi.

Glikolizning birinchi bosqichida glukozaning oxirgi qoldig'i fosforlanib, glukozaning oxirgi qoldig'i fosfat hosil qiladi. Glukozaning oxirgi qoldig'i fosfatdan laktat sodir bo'lguncha o'tiladigan metabolic yo'l glikoliz va glikogenoliz uchun ham bir xil. Glikogenolizning umumiy ko'rinishi:





Glikoliz 10 ta, glikogenoliz esa 11ta kimyoviy bosqichda o'tib, har bir bosqichdagi jarayon maxsus yordamida katalizlanadi

**Harakatdagi mushaklarga kislorodning tashilishi.** Ishlab turgan mushaklarni energiya bilan ta'minlashni aniqlovchi omillardan biri bu kislorodni tezda yetkazib berishdir. Kislorod nafas oladigan havo tarkibida bo'lib, u qon tomiri kapillyarlari va o'pka alveolalari devoirs orqali qonga o'tadi. Agar harorat 0°C da va bosim 760 mm simob ustunida bo'lsa, 100 g gemoglobin 134 ml kislorodni biriktirishi mumkin. Tana harorati doimiy bo'lsa, kislorod gemoglobinga ozroq birikadi.

Katta yoshdagi odam qonida 14-16 g gemoglobin bo'ladi. Shuning uchun qondagi kislorod hajmi (yoki to'la to'yinganda) 21-22 ml kislorod 100 ml qonda bo'lishiga aytiladi. Gemoglobinni kislorod bilan birikishiga qonning harorati, vodorod ionlarining konsentratsiyasi ta'sir qiladi. Harorat past va pH yuqori bo'lganda kislorod gemoglobin bilan ko'proq qo'shiladi. Qondan karbonat anhidridning ajralishi va muhitning ishqoriy bo'lishi gemoglobinni kislorod bilan to'yinishiga olib keladi. Gemoglobin molekulasida 4 ta gem bo'lib, u 4 ta kislorod molekulasini biriktirish qobiliyatiga ega. Birinchi gemga kislorodning qo'shilishi keyingi kislorod molekulasini gemga qo'shilishini yengillashtiradi. Chunki gemga birikkan birinchi molekula kislorodni qo'shilishi uchun (gemoglobinga) yaqinligini oshiradi. Kislorodga to'yingan qon katta qon aylanish doirasiga tushadi. Yurakning tinch paytida har minutda 5-6 l qonni chiqaradi, bu degani o'pkadan to'qimalarga 250-300 ml kislorodni 1 minutda olib boradi.

Hujayrada kislorod almashinuvi mioglobin ishtirokida o'tadi. Mioglobin strukturasi jihatidan gemoglobinga o'xshaydi. Mioglobin kislorodni mitoxondriyaga olib boradi, u yerda jarayon tugaydi. Mitoxondriyada kislorod yig'iladi.

Mushak ish faoliyatida mitoxondriyalar kislorodni ko'proq ishlatadi, ana shunda mioglobin o'zining kislorod zahirasini beradi va kislorodni qon gemoglobininan oladi. Mioglobin kimyoviy tarkibi bo'yicha kislorodga gemoglobinga nisbatan juda ham o'ch bo'ladi. Shuning uchun ham barcha to'qimalar qon orqali kelgan kislorodni yaxshi ishlatadi.

**Mushaklarning harakat vaqtidagi kislorodga ehtiyoj.** Tinch holatdan jadal ish faoliyatiga o'tishda kislorodga talab ko'p marta oshadi, ammo bu tezda qoniqtirilmaydi. Buning uchun vaqt kerak bo'ladi, y'ni nafas olish tizimi faoliyati va qon aylanishi kislorodga boy bo'lgan qon ishlab turgan mushakka borishi kerak. Bir tekisda ishlab keyin, agar tomir urishi oshsa, y'ni daqiqasiga 150 marta urib tursa, doimiy holatga yetmaguncha kislorodga talab osha boradi. Doimiy holatda kislorodga talab darajasi bajaradigan mashqlarni quvvatiga ham bog'liq bo'ladi.

Jadal ish paytida doimiy holat tiklanmaydi va kislorodga talab ish oxirigacha boradi yoki maksimal foydali ish koeffisienti oshadi. Kislorodni yuqori darajada talabini uzoq vaqtga saqlab bo'lamaydi. Uzoq ishlash davomida charchash hisobiga kislorod kamayadi.

**Ishda kislorodni so'rash** deb aerob jarayonlar hisobiga organizm uchun kerakli bo'lgan energetik talabni to'la qondiradigan kislorod miqdoriga aytiladi. Jadal ish paytida kislorodga bor talab-bu kislorodni o'tish davri bo'lib, kislorodni so'rashni bir qismi hisoblanadi. Shunday qilib, mushak ish faoliyatida kislorod defitsiti kelib chiqishi mumkin.

Kislorod defitsiti deb ishda so'raladigan kislorod farqi va aniq ishlatiladigan kislorod tarkibiga aytiladi.

Kislorod defitsiti paytida ATFni anaerob reaksiyasi faollashadi. Bu esa organizmda anaerob parchalanish mahsulotlarini yig'ilishiga sabab bo'ladi. Bu metabolitlar aerob reaksiyalar yordamida chiqarib tashlanadi.

**Mushak ish paytida kislorod qarzini hosil bo'lishi.** Anaerob reaksiya metabolitlarini faqatgina to'liq oksidlanish yoki kerakli mahsulotlarni resintez yo'li bilan yo'qotish mumkin. Buning uchun qo'shimcha kislorod talab qilinadi. Shuning uchun ham ish tamom bo'lgandan so'ng ham tinch davrga nisbatan ancha vaqt kislorodga talab yuqori bo'ladi.

Kislorod qarzi kislorod defitsitiga nisbatan yuqori bo'ladi. Jadallashgan ish qancha ko'p bo'lsa, bular orasida farq shuncha katta bo'ladi. Har xil xarakterdagi ishlarda har xil omillar kislorod qarzini hosil bo'lishida ishtirok etadi. Masalan: qisqa vaqtli mashqlarni bir marta bajarishda kislorod qarzining hosil bo'lishini K<sub>r</sub>F va ATF lar resintezi keltirib chiqaradi. Agar yuklamani yanada oshirsa glikogen resintezi oshadi va kislorod qarzi boshlanadi. Ishdan keyin kislorodga talabni pasayishi tezda o'tadi.

**Mushak ish faoliyatida alohida organ va to'qimalarda biokimyoviy o'zgarishlar.** Mushak ish faoliyatida yurak qisqarishining ishtiroki va kuchliroq bo'lishi, yurak mushaklarida energiya almashinuvini tezligi oshishini talab qiladi. Bu skelet mushaklaridan farq qiladi.

Yurak mushagi qalin kapillyarlari bilan qoplangan bo'lib, ulardan kislorodga boy bo'lgan qon oqadi, unda aerob almashinuvida qatnashadigan fermentlar aktivligi katta bo'ladi. Shining uchun ham yurakda aerob energetik reaksiyalari ustunlik qiladi. Tinch paytda yurak mushaklarini asosiy energiya manbai bo'lib, qon orqali tashilgan yog' kislotalari, keton tanachalari glyukozaga aylanadi.

Kuchli mushak ish faoliyatida miokard juda ham kuchli qondan yuta boshlaydi va sut kislotasini oksidlaydi, undagi glikogen zahirasi sarflanmaydi.

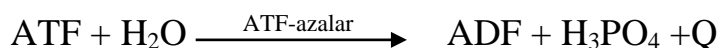
Mushak ish faoliyatida bosh miyada energiya almashinuvi kuchayadi, bu esa miyaga qon orqali keladigan glyukoza va kislorodga talabini oshiradi. Glikogen va fosfolipidlarni yangilanish tezligini oshiradi. Oqsillar parchalanishini va ammiak hosil bo'lishini kuchaytiradi.

Miya ham yurak singari aerob jarayonlar hisobiga energiya bilan ta'minlanadi. Katta quvvat bilan yoki uzoq ish davomida asab hujayralarida fosfat zahiralarini pasayishi mumkin. Ishlab turgan mushaklarda biokimyoviy o'zgarishlarni kuzatib bo'lmaydi, ammo bu o'zgarishlarni qonda, siydikda va ajralib chiqadigan havoda kuzatish mumkin. Shuning uchun almashinuv jarayonini asosiy qonuniyatlarini qon analizi, siydik va havoni bilgan holda va organizmda

moddalarni parchalanishini bilgan mushaklarda energetik reaksiyalarni o'zgarishini baholash mumkin va shuningdek, energetik zahiralarni sarflanishini, organizmni ichki o'zgarishlarga qarama-qarshi tura olishini bilishimiz mumkin.

### **Mushak ishi uchun energiya manbalari**

Mushaklar ish faoliyati uchun mushak energiya manbai bo'lib, ATF ning parchalanish energiyasi xizmat qiladi. ATF ning fermentativ gidrolizi quyidagi reaksiya tenglamasidek kechadi:



ATF ning oxirgi makroergik bog'lari gidrolizidan 1g-molekula modda uchun 30-46 kJ energiya ajraladi. Ajralgan energiya miqdori muhit pH ga, noorganik fosfatlar miqdoriga, shuningdek hujayradagi ATF va ADF nisbatiga bog'liqdir. Fiziologik sharoitda 1mol ATF gidroliz energiyasi 40 kJ ga teng.

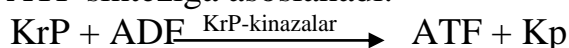
Mushaklardagi ATF ning miqdori doimiydir. Uning konsentratsiyasi 1kg xom mushak massasiga nisbatan 5mM ni yoki 0,25% ni tashkil qiladi. mushaklar katta miqdor ATFni yig'ishi mumkin emas. Chunki bunda miozin ATF-azalarning substrat bilan bog'lanishini qiyinlashtiradi. Hamda miofibrillarda aktin va miozin iplarining tutashuviga to'sqinlik qiladi va mushaklar qisqarish faoliyati yo'qoladi. Shuningdek mushaklarda ATF konsentratsiyasi 2mM dan kamayishi ham mumkin emas, bunda "kalsiy nasoslar" faoliyati buzilishi natijasida mushak to'liq ATF zapasini yo'qotadi.

Mushakdagi ATF zapasi oddiy holda uning 3-4 marta kuch bilan yakka qisqarishiga etadi. Biroq tekshirishlarga ko'ra mushak ish faoliyatida uning tarkibidagi ATF zapasi sezilarli pasaymaydi. Bu narsa mushak ish faoliyati davrida sarflangan ATF parchalanish maxsulotlari hisobidan tezda tiklanar ekan. Ya'ni mushaklar ish faoliyati davrida qancha ATF sarflansa tezda uning o'rni to'lib turishi kerak.

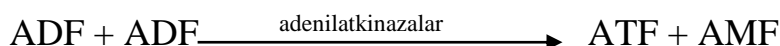
Mushaklar ish faoliyati uchun ATF resintezi kislorod ishtirokisiz va kislorod ishtirokida sodir bo'lishi mumkin. Bu asosan organizmning kislorodga bo'lgan talabiga bog'liq. Zo'r mushak ish faoliyati davrida mushaklarga kislorod yetishishi qiyinlashadi anaerob (kislorodsiz) oksidlanishdan ATF sintez qilinadi. Oddiy sharoitda ATF sintezi aerob (kislorodli) oksidlanishdan hosil bo'ladi. Biz bu masalaga uglevodlar almashinuvi bo'lgan glikoliz jarayonini ko'rib chiqqanda to'xtalib o'tganmiz.

Odam sklet mushaklarida uch xil ko'rinishdagi anaerob jarayonlar sodir bo'ladi:

1) keratinfosfokinaz reaksiyasi. Bu reaksiya keratin-fosfat va ADF ning perefosforlanishi hisobiga ATF sinteziga asoslanadi.



2) miokinaz reaksiyasi. ADF ning ma'lum qismi defosforlanishi natijasida ATF hosil bo'lishi mumkin.



3) Glikoliz. ATF resintezi uglevodlarning fermentativ anaerob parchalanishiga asoslangan va bu jarayon sut kislotasi hosil bo'lishi bilan yakullanadi.



Glyukoza



Glikogen

### Siklik va atsiklik sport turlari haqida

Inson va hayvon faoliyati energiya sarfi bilan amalga oshadi. Sarflanadigan energiya hisobiga a'zo ishga tushadi: tana haroratining doimiyligi, ichki a'zolarning ishi, qon limfa aylanishi, urchish hamda mushak qisqarishi natijasida jismoniy ish bajariladi. Mushaklar kuchi va shiddatli ish bajarganda juda katta energiya sarflanib, bunda boshqa a'zova to'qimalarning vazifalari ham mushak qisqarishini energiya ta'minotini yo'nalishiga qaratiladi.

Jismoniy ish bajarish davrida yurak urishi tezlashishi, qon aylanishi va nafasolishni tezlashishi bunga misol bo'laoladi.

Siklik sport turlari bilan (yugurish, eshkak eshish, suzish va b.) shug'ullanuvchi sportchilarning energiya ta'minoti qancha yuqori bo'lsa, ular sport musobaqalarida yuksak cho'qqilardan joy egallash imkoniyatiga ega bo'ladilar.

Atsiklik sport turlari bilan (yakkama-yakka olishuvlar, sport o'yinlari v.b.) shug'ullanishda va musobaqalarda yuqori ko'rsatkichga ega bo'lishlari uchun yuqori energiya ta'minotidan tashqari bu sportchilarning malakasi yuqori darajada rivojlangan bo'lishi kerak.

Sportchilarning energetik qobiliyatlari quyidagi ko'rsatkichlar bilan ifodalanadi:

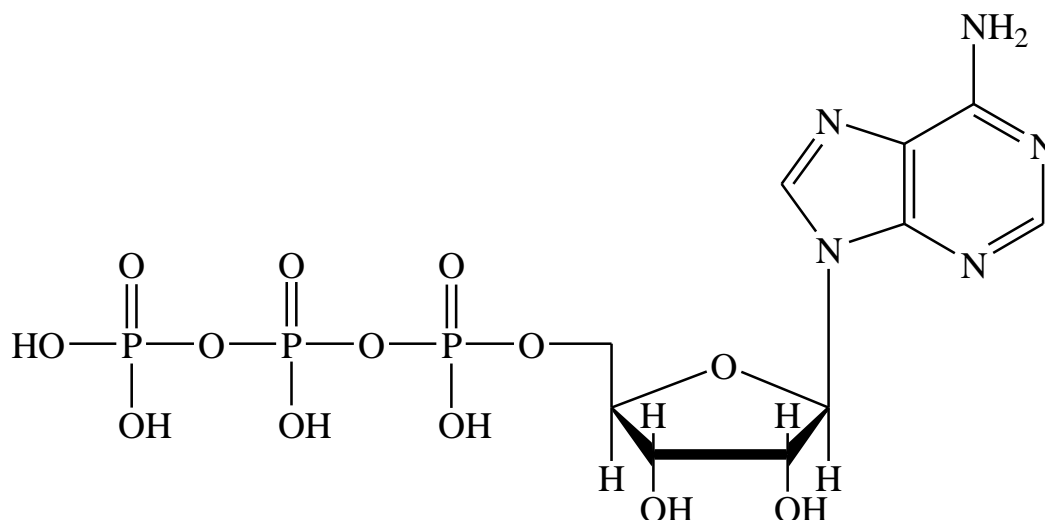
- maksimal miqdorda kislorod qabul qilish;
- maksimal kislorod qarzi;
- maksimal miqdorda laktatni qonda yig'ilishi;
- anaerob modda almashinuv ko'rsatkichi;
- aerob modda almashinuv ko'rsatkichi.

Energetik qobiliyat quvvat bilan belgilanib, energiya ajratish tezligi hamda uning hajmi, ya'ni sarflanadigan miqdori bilan ifodalanadi.

### Muhim makroergik birikmalar

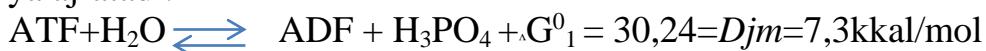
Mushak qisqarishini to'g'ridan – to'g'ri energiya bilan ta'minlovchi modda – ATF hisoblanadi (adenozin uch fosfat kislotasi). Mushak faoliyatida, ya'ni uni qisqarishida yoki jismoniy ishni amalga oshirishda ATF ning kimyoviy energiyasi oraliq bosqichlaridan o'tmasdan to'g'ridan –to'g'ri jismoniy ishga – mexanik energiyaga, ya'ni mushak qisqarishiga aylanadi.

ATF ning tuzilishi, tashkil qiluvchi moddalar va qismlari.



ATF – adenzin, riboza va uchta fosfat kislotadan iboratdir.

ATF ATFaza ferment aktivligida gidrolitik suv qo‘shilishi orqali parchalanib, energiya ajratadi.



ATF va ADF makroergik (energiyaga boy) bog‘larga ega nukleotidlar hisoblanib, bular malekulasidagi ikkita (ATF) yoki bitta (ADF) fosfat kislotadan qoldiqlari parchalanishi natijasida energiya ajraladi.

ADFdan ajralgan energiya, mushak to‘qimalarida qisqarish faoliyatini ta‘minlashdan tashqari Na, K, Ca ionlarini tashqaridan hujayra sitoplazmasiga va teskari yo‘nalishda harakatlarini tashishda hamda asab to‘lqinlarini mushak tolalariga ta‘sirini ta‘minlaydi.

Mushaklardagi ATFni konsentratsiyasi (0,25%) deyarli o‘zgarmas bir miqdorda (5 mmol/kg) bo‘lib, ATF mushak to‘qimalarida bundan ortiq yig‘ilmaydi.

Agarda ATF bu me‘yoridan ortsa, miozin oqsilini fermentativ faoliyati (ATF-aza), substrat – ATF- ferment ta‘sir ko‘rsatuvchi modda ta‘sirida ingibirlanishi sodir bo‘ladi. Aksincha, ATF ni miqdori 2 mm/kg dan kamaysa, fibril tolalaridagi oqsil turkumida “kalsiy so‘rg‘ich” xossasi buzilib, ATF miqdori batamom tamom bo‘lguncha mushak uzluksiz qisqaradi.

“Rigor” holat. Mushak tolalari qisqarish davrida ham ATF ning miqdori doimiy 5 mg/kg. Mushak to‘qimalarida modda almashinuvi buzilishi natijasida ATF ning miqdori 2 mg/kg va undan ham kamaysa, mushak hujayra sarkoplazmasini o‘tkazuvchanligi (Sa ni hujayra sarkoplazmasiga o‘tkazish) kamayib, mushak uzluksiz qisqaradi, natijada “rigor”, ya‘ni “tomir tortishi” sodir bo‘lib, sportchilar ko‘ngilsiz holatga tushishlari mumkin.

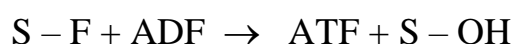
Insonni a‘zo va to‘qimalarida va shu jumladan, mushak hujayralarida ATF ning resintezi katabolik jarayonlar hisobiga bo‘ladi.

Katabolik jarayonlar – oshqozon ichak yo‘li, hujayra sitoplazmasi va mitoxondriyalardagi parchalanish hamda oksidlanish, qaytarilish fermentativ jarayonlardan iborat. Mana shu jarayonlarda ishtirok qiladigan moddalar – ozuqa

bilan qabul qilingan uglevod, lipid va oqsillar hisoblanadi. Ularni parchalanish va oksidlanishida, kovalent bog‘lari uzilishi natijasida, energiyaga boy moddalar sietezlanadi.

**Makroergik birikmalar** – fosfat kislotasi efirlari hisoblanib, gidrolizlanishi tufayli katta miqdorda energiya ajratadi. Keltirilgan jadvalda (1 - jadval) birinchi o‘rinda ATF ni joylashishi bejiz emas, bu moddani gidrolizlanishidagi erkin energiyasi, ba’zi bir boshqa makroerg moddalarnikidan kam bo‘lishiga qaramay – ATF universal energetik birikma hisoblanadi.

Mushakdagi ATF miqdorining doimiyligini saqlashda asosiy vazifani transfosforlanish yoki qaytadan fosforlanish kimyoviy jarayoni bajaradi. Bu maxsus fermentativ reaksiya hisoblanib, bunda fosfat kislotasi qoldig‘ini tutuvchi makroergik moddalar (S - F) qoldig‘ini ADFga o‘tkazib, ATF ni resintezlaydilar.



Inson a‘zolarida hosil bo‘ladigan jami 100% energiyani 40% makroergik moddalar sinteziga sarflansa, qolgan 60% tana haroratini doimiylikda saqlashda ishlatiladi.

Biologik oksidlanish jarayonida hosil bo‘lgan jami 100% energiyaning 85% ga yaqin miqdori mitoxondriyalarda Krebs halqasi orqali sintezlanadi.

13-jadval

**Muhim makroergik moddalarni gidrolizlanganda  
ajraladigan erkin energiya (pH = 7,0)**

Mikroergik moddalar	Parchalanish mahsuloti	Energiya	
		KDj.mol	kkal
ATF <sup>4-</sup>	ADF <sup>3-</sup> +HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> +H <sup>+</sup>	-34,54	8,2
ADF <sup>3-</sup>	AMF <sup>2-</sup> +HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> +H <sup>+</sup>	-36,3	8,6
Atsetilfosfat	Atsetat +HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> +H <sup>+</sup>	-47,7	11,2
Fosfoenolpiruvat	Piruvat +HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	-61,9	14,8
Kreatinfosfat <sup>-</sup>	Kreatin +HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	-43,1	12,2
Glitserofosfat <sup>2-</sup>	Glitserin +HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	-9,2	2,25
Glyukoza -6-fosfat <sup>2-</sup>	Glyukoza +HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	-13,8	3,3
Glyukoza -1-fosfat	Glyukoza +HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	-20,9	5,0
Atsetil- KoA	Atsetat <sup>-</sup> +KoA+H	-35,1	8,4
Suksinil - KoA	Suksinat <sup>2-</sup> KoA+H	-43,5	13,6

Mushaklardagi energiya almashinuvini asosi – ATF energiyasi hisobiga mexanik ish bajarishdir. Mushakning energiya ta‘minoti to‘rt usulda sodir bo‘ladi;

1. Kreatinfosfatdan – anaerob alaktat
2. ADF dan – anaerob alaktat
3. Glikogen va glyukozalan – anaerob alaktat

#### 4. Boshqa moddalardan – aerob alaktat.

Bu jarayonlarni birinchi uchtasi (anaerob usullar) mushak sarkoplazmasida sodir bo'lsa, to'rtinchisi (aerob) mitoxondriyalarda o'tadi.

ATF resintezi quyidagi tenglikka ega:



ATF resintezi uchun lozim bo'lgan energiyani ikki xil kimyoviy moddani kislorodli (aerob) va kislorodsiz (anaerob) usulda oksidlanish jarayoni ta'minlaydi.

Qaysi usul bilan ATF resintezlanmasin, har bir usulni biokimyoviy mohiyati o'ziga xos ta'rifga ega. Biokimyoviy ta'riflar quyidagi omillar bilan ifodalanadi:

1. Quvvat
2. Metabolik hajm
3. Foydalilik (effektivlik)

Quvvat ko'rsatkichi – metabolik jarayonlarda energiya ajralish tezligi yoki kimyoviy jarayonlarda energiya ajralish tezligini tubdan o'zgarishi. Quvvat birligi sifatida – vaqt birligi o'lchovida resintezlangan ATF miqdori olinadi.

Hajm ko'rsatkichi – jismoniy ish bajarilishidan avval jamg'arilgan energetik moddalar miqdorini jami yoki ish bajarilishida ajraladigan energiya miqdorini jami yoki jismoniy ish davrida ishlatiladigan substratlarning miqdori hamda sportchi a'zosining jarayonlaridan foydalanish imkoniyati.

Hajm birligi sifatida kimyoviy jarayonlarda resintezlangan umumiy ATF miqdori olinadi.

Foydali ATF resintezi uchun ko'rsatkichi sarflangan energiyaning umumiy energiyaga nisbati yoki metabolik jarayonlarda ajralgan energiyaning maxsus mushak ishida qatnashadigan ulushi.

Foydali ko'rsatkich borligi sifatida ATF resintezi uchun sarflangan energiyaning umumiy energiyaga nisbati tushuniladi.

Sarflanayotgan energiyani amaliy mashg'ulotlarda hisoblashda, bir soatda sarflangan energiya insonning 1 kg vazn og'irligiga to'g'ri keladigan kilokalloriya miqdori bilan o'lchanadi (*kcal/kg.soat*). Bu ko'rsatkich insonni faolligiga bog'liq bo'lishidan tashqari, ayollarga nisbatan erkaklarda ancha yuqori bo'ladi.

Oddiy sharoitda ATF resintezlanish mohiyati aerob kimyoviy jarayonda bo'lib, buning natijasida a'zoning energiyaga talabini qondira oladigan miqdorda ATF ishlanadi. Anaerob jarayon katta metabolik hajm va foydali ko'rsatkichlarga ega bo'lishi bilan bir qatorda kamchiliklardan ham xoli emas: boshlang'ich maksimal tezligi kichik va maksimal quvvati chegaralanadi.

Sport mashg'ulotlari bilan shug'ullangan kishilarda aerob usul bilan ATF resintezini maksimal unumdorligi, shiddatli jismoniy ishning 3-4 daqiqalariga to'g'ri keladi. Sport bilan shug'ullangan, jismoniy ish yoki musobaqalardan oldin albatta yozilgan (razminka) sportchilardan aerob usulda ATF resintezini maksimal unumdorligi dastlabki daqiqalarda ham ko'rinishi mumkin.

Aerob jarayonda maksimal shiddatli usul bilan jismoniy mashg'ulotlar bajarilishida ATF resintezi tezligi past darajada o'tadi. Agarda inson a'zosi yagona energiya ta'minotiga ega bo'lganda, sportchilar harakatsiz holatdan birdaniga shiddatli mashqqa o'tolmas, katta quvvatli va tezkor sport mashg'ulotlarini bajarolmasdi. Ma'lumki, bunday vaqtda ATF resintezi anaerob sharoitlarda olib boriladi va mushaklar ishlashi uchun etarli darajada energiya bilan ta'minlanadi.

### **Mushaklarni anaerob usul orqali energiya bilan ta'minlanishi**

Mushaklarni anaerob usul orqali energiya bilan ta'minlash uchun xil yo'lda o'tadi:

1. Kreatinfosfokinaza reaksiyasi.
2. Miokinaz reaksiyasi.
3. Glyukolitik jarayonlar.

1. Kreatinfosfokinaza jarayonida ATF resintezlanishi kreatinfosfokinaz reaksiyasi (anaerob alaktat jarayon) ferment kreatinfosfokinaza (KrFK-aza) yordamida katalizlanadi. Mushaklarda ATF dan tashqari ikkinchi energetik modda kreatinfosfat (KrF), uning energetik qiymati:

$\Delta G^0_1 = 43,1 \text{ kDj}$  (12,2 kkal/mol). Kreatinfosfat kreatinni fosforlanishidan hosil bo'ladi.

Kreatin esa uchta aminokislota: arginin, glitsin, metioninlarni hisobiga sintezlanadi.

**Tayanch tushunchalar:** *sportchi organizmining tuzilishi, fizik zo'riqishlar, moslanishlar, jismoniy mashqlarning effekti, sportchi ovqatlanishining biorimyoviy asoslari, sportchi ish faoliyatini oshirishning biokimyoviy yo'llari, sport mashg'ulotlarida energiya almashinuvi, modda almashinuvi*

### **Nazorat savollari**

1. Fizik zo'riqishlar nima?
2. Fizik moslanish nima?
3. Jismoniy mashqlarning effekti nimalarga bog'liq?



#### **XIV-BOB. MUSHAK ISH FAOLIYATIDA ORGANIZMDAGI BIOKIMYOVIY JARAYONLARNING DINAMIKASI**

1. *Mushak ishida biokimyoviy o'zgarishlarning yo'nalishi.*
2. *Mushak ish faoliyatida energetik resurslarning sarflanishi*
3. *Mushak ish faoliyatida kislorodga bo'lgan talab*
4. *Mushak ish vaqtida kislorod qarzining hosil bo'lishi*
5. *Mushak ish faoliyatida alohida organ va to'qimalarda biokimyoviy o'zgarishlar*

#### **Mushak ishida biokimyoviy o'zgarishlarning yo'nalishi**

Mushak ish faoliyatidagi biokimyoviy o'zgarishlar faqat ishlayotgan mushaklardagina 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 startoldi holatida sodir bo'la boshlaydi. Start oldi o'zgarishlari bosh miya qobig'ining moddalar almashinuviga ta'siriga misol bo'ladi.

Fiziologik nuqtai nazardan startoldi holatidayoq bir qator endokrin bezlarining 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 qon almashinuvining tezlashtirishga olib keladi. Energiya almashinuvi oraliq mahsulotlarini (AMF, CO<sub>2</sub>, sut kislotasi) mushaklarda hosil bo'lishi va qonga o'tishi, K<sup>+</sup> ionlarining chiqarib tashlanishi va atsetoxolin ajralishining kuchayishi mushaklardagi kapillyarlarning devorlariga mahalliy ta'sir qilib, ularning kengayishga olib keladi. Shu vaqtning o'zida adrenal ichki organlarning tomirlarini toraytiradi. Natijada mushak ishi boshlanishi bilan organizmda qon oqimi qaytadan taqsimlanib, ishlayotgan mushaklarning qon bilan ta'minlanishi yaxshilanadi.

Biokimyoviy nuqtai nazardan startoldi holatida gaz almashinuvining kuchayishi aerob oksidlanish jarayonining intensivligining ortganidan dalolat beradi. Ko'pincha anaerob glikolizning kuchayishidan dalolat beruvchi sut kislotasi miqdorining ko'payishi ham kuzatiladi. Boshqa startoldi biokimyoviy o'zgarishlar (qonda keton tanachalari konsentratsiyasining o'zgarishi va b.) ham kuzatilishi mumkin. Bir qator tadqiqotchilar o'zlarining ilmiy ishlarida shu narsani tasdiqladilarki, ya'ni startoldi biokimyoviy o'zgarishlar va mashqlarni bajarganda 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'paysa, startoldi holatida ham ana shu metabolitning miqdori ko'payadi. Masalan, sport o'yinlari bilan shug'ullanuvchi sportchilarda (xokkeychilar, voleybolchilar, futbolchilar va b.) musobaqa davomida ularning qonida sut kislotasi va glyukoza konsentratsiyasining keskin ortishi kuzatiladigan bo'lsa, startoldi holatida ham shu agentlarning qondagi miqdori keskin ko'payadi. Stendda otish musobaqalarida mashqni bajarish davomida

sportchining qonida, jumladan, sut kislotasining miqdori deyarli o'zgarmayotgan bo'lsa, startoldi holatida ham uning o'zgarishi kuzatilmaydi.

Shu narsani ta'kidlab o'tish kerakki, startoldi biokimyoviy o'zgarishlarning katta-kichikligi bir qator omillarga bog'liq, jumladan:

-oldinda turgan jismoniy yuklamaning xarakteri (sport turiga bog'liqligi, ya'ni sportchi qaysi tipdagi mashqni bajaradi);

-sportchining shu yuklamaga bo'lgan munosabati;

-musobaqaning kategoriyasi (javobgarligi) (olimpiya o'yinlarimi, dunyo, qit'a, mamlakat chempionatimi, o'rtoqlik uchrashuvimi 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.

Endigina sport bilan shug'ullanishni boshlagan tajribasiz sportchilarda ushbu startoldi biokimyoviy o'zgarishlar tajribali sportchilarnikiga nisbatan kichikroq bo'ladi. Chunki ba'zi hollarda endigina sport bilan shug'ullana boshlaganlarda qondagi qandning miqdori oshishi bilan start oldidan gaz almashinuvining kuchayishi tajribali, yuqori malakali sportchilardagiga nisbatan ancha keskin ifodalanishi mumkin. Lekin bu reaksiya oldinda turgan yuklamaning bajarilishi bilan sodir bo'ladigan biokimyoviy o'zgarishlarga to'g'ri kelmaydi.

Umuman olganda, moddalar almashinuvining shartli reflektiv startoldi o'zgarishlari o'ziga xos "psixik razminka" rolini bajarib, organizmning funksional imkoniyatlarini jalb etishga yordam beradi. Shu bilan birga yuqori malakali sportchilar mo'tadil, lekin juda aniq startoldi o'zgarishlari bilan yaxshi sharoitda bo'ladi.

Shunday xulosa qilish mumkinki, ya'ni sport mashqlarini bajarayotgan vaqtda sportchi organizmining holati uchun startoldi o'zgarishlarning katta-kichikligi muhim ahamiyatga ega.

### **Mushak ish faoliyatida organizm energetik resurslarining jalb qilinishi**

Skelet mushaklaridagi moddalar almashinuvi birinchi navbatda qisqarish va bo'shashish uchun bevosita energiya manbai sifatida ATFni ishlab chiqarishga yo'naltirilgan. Ikkinchi jadvalda odam organizmidagi energiya zahiralari keltirilgan.

14-jadval ma'lumotlaridan ko'rinib turibdiki, skelet mushaklarining yonilg'isi sifatida ularning faollik darajasiga qarab glyukoza, glikogen, erkin moy kislotalari yoki keton tanachalari ishlatilishi mumkin. Tinch holatdagi mushaklarda energiya almashinuvining asosiy substratlari bo'lib, jigardan qon bilan yetkazib berilayotgan erkin moy kislotalari yoki keton tanachalari xizmat qiladi. Bu substratlar oksidlanish yo'li bilan parchalanib, atsetil-KoAga aylanadi. So'ngra atsetil-KoA uchkarbon kislotalar siklida CO<sub>2</sub> gacha oksidlanadi. Bir vaqtda baravariga sodir bo'ladigan nafas olish zanjirida elektronlarni kislorodga tashilishi

oksidlanishli fosforlanish jarayonini va ADFni ATFga aylanishini energiya bilan ta'minlaydi.

14-jadval

Odam organizmidagi energiya zahiralari  
(M.I. Kalinskiy bo'yicha, 1989)

Energiya manbai	Energetik qiymati, kDj/g	To'qimalardagi konsentratsiya	To'qimaning massasi	Energiya zahirasi, kDj
Skelet mushaklari glikogeni	17	18 g/kg	28 kg	8440
Jigar glikogeni	17	70 g/kg	2 kg	2345
Qon glyukozasi	17	1 g/kg	5 l	84
Yog' to'qimalarining triglitseridlari	38	900 g/kg	10 kg	339000
Mushaklarning glitseridlari	38	9 g/kg	28 kg	9496
Qondagi erkin moy kislotalari va triglitseridlar	38	1g/l	5 l	188

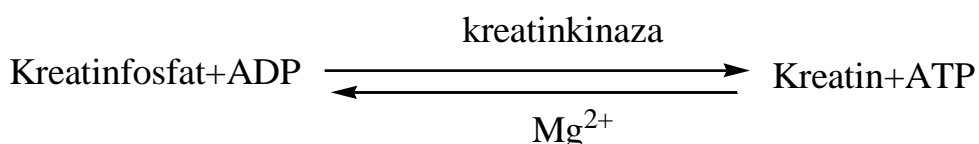
Mo'tadil quvvatli mashqni bajarganda mushaklar moy kislotalari va keton tanachalariga qo'shimcha qondagi glyukozani ham ishlatadi. Bunday sharoitda glyukoza ATF ishtirokida fosforlanib glikoliz davomida pirouzum kislotasigacha parchalanadi va atsetil-KoA oqrali uchkarbon kislotalar siklida oksidlanadi.

Maksimal quvvatli mushak ishini bajarayotganda mushaklarning qisqarishi va bo'shashishida sarflanayotgan ATFning miqdori shuncha ko'payib ketadiki, qon bilan energetik substratlar va kislorodni yetkazib berish tezligi orqada qoladi, ya'ni yetarli bo'lmaydi. Bunday sharoitda mushaklarning o'zida jamg'arilgan glikogen ishlatila boshlanadi va u anaerob glikoliz yo'li bilan sut kislotasigacha parchalanadi. Agarda glikogen fosforilaza fermenti ta'sirida fosforoliz reaksiyasiga jalb qilingan bo'lsa, u holda har bitta parchalangan glyukoza qoldig'iga 3 molekuladan ATF hosil bo'ladi. Shunday qilib, anaerob glikoliz (glikogenoliz) energiya almashinuvining Krebs siklida boshqa substratlarning aerob oksidlanishida ishlab chiqarilayotgan ATFning asosiy miqdori ustiga ATFning qo'shimcha miqdorini hosil qiladi. Glikogenoliz jarayoni adrenalinning sekretsiyasi

kuchayganda,  $Ca^{2+}$  ionlari, AMF va atsetilxolinlarning konsentratsiyasi oshganda faollashadi. Adrenalin gormoni jigarda glikogendan qonga o'tadigan glyukoza hosil bo'lishini, mushak to'qimasida esa glikogenning sut kislotasigacha parchalanishni stimulyatsiya qiladi. Skelet mushaklarida glyukoza-6-fosfataza fermenti bo'lmaganligi sababli mushak glikogeni glikolitik yo'l bilan faqat energiya ishlab chiqarishga mo'ljallangan.

Biroq, uzoq muddatli mashqlarni bajarganda mushaklarning glikogen zahirasi yetmay qolishi mumkin; bunday holda mussaklardagidan boshqa energiya manbalari ishlatila boshlanadi, birinchi navbatda jigarning glikogeni. Jigarning glikogenolizi adrenalin va glyukogon gormonlari bilan stimulyatsiya qilinadi; jigar glikogenining parchalanishidan hosil bo'lgan glyukoza qon oqimi bilan ishlayotgan mushaklarga yetkazib berib turiladi. Shu bilan birga, sut kislotasining to'planishi va u bilan bog'liq bo'lgan pH pasayishi hamda juda yuqori mushak faolligida sodir bo'ladigan harorat oshishi mushaklardagi almashinuv jarayonlarining samaradorligini pasaytiradi.

Odam organizmida boshqa yo'l ham bor, ya'ni kritik sharoitda yoki eng katta quvvatli qisqa muddatli masbqlami bajarayotganda skelet mushaklarini maksimal miqdordagi ATF bilan ta'minlaydigan yo'l ham bor. Bu yo'l ATFning kreatinkinaza reaksiyasida sintezlanishidir. Yuqorida ko'rsatilganidek, mushaklarda ATFdan tashqari yana bir makroergik birikma - kreatinfosfat bo'ladi. Uning mushaklardagi zahirasi ATFnikidan 3-4 marta ko'p. Kreatinfosfat kreatinkinaza fermenti yordamida tez perefosforlanish qobiliyatiga ega. Bu reaksiya  $Mg^{2+}$  ionlari ishtirokida borib, kreatinfosfat o'zining fosfat guruhini ADFga beradi va natijada ATF va kreatin hosil bo'ladi.



Skelet mushaklarining qisqarish faolligi va glikolizning intensivligini yuqori davrlarida bu reaksiya deyarli faqat o'ng tomonga qarab, ya'ni ATFni hosil bo'lishini, tiklanish davrida esa, aksincha, chap tomonga -ATFdan kreatinfosfatning resintezini ta'minlaydi.

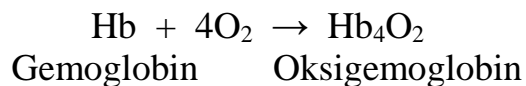
Shunday qilib, odam organizmida uchta turli energiya manbalari alaktat anaerob, glikolitik anaerob va aerob jarayonlar bor. Ularning har biri berilgan jarayondagi energiya ajratib chiqish tezligi, substratlarning miqdori va ulardan foydalanish samaradorligi bilan o'zaro bir-biridan keskin farqlanadi.

### **Mushak ish faoliyatida kislorodning iste'moli**

Mushak ish faoliyati boshlanishi bilan organizmning kislorodga bo'lgan ehtiyoji ko'p marta oshib ketadi. Kislorodni yetkazib berish va ishlatilish tezligi ishlayotgan mushaklarni energiya bilan ta'minlash imkoniyatlarini belgilovchi muhim omillardan biri hisoblanadi. Nafas olayotgan havodagi kislorod alveolyar havo va qondagi porsial bosimining farqi natijasida o'pka alveolalari va qon tashuvchi kapillyarlarning devorlari orqali qonga o'tadi. Alveolalar havodagi

kislorodning porsial bosimi 100-106 *mm sim. ust.* ni tashkil qiladi, tinch holatda o'pkaga kelayotgan qonda esa -70-80 *mm sim.ust.* ga teng, mushak ishi vaqtida qonda kislorodning bosimi ancha past bo'ladi.

Nafas olayotgandagi kislorodning asosiy qismi (98,5% atrofida) eritrositlarning gemoglobini bilan bog'lanib, uni oksigemoglobinga aylantiradi. Shu narsani hisobga olish kerakki, har bir molekula gemoglobin 4 molekula kislorodni bog'lab olish qobiliyatiga ega.



Normal sharoitda katta yoshdagi odamlarning (erkaklarning) qonini 100 millilitrida 14-16 g gemoglobin bo'ladi. Harorat 0°C va bosim 760 *mm sim.ust.* bolgiganda 100 g gemoglobin 134 ml kislorodni bog'lab olish qobiliyatiga ega. Shundan qonning kislorod hajmini hisoblab chiqarish mumkin. Qonning kislorod hajmi, ya'ni 100 ml qonning bog'lab olgan kislorodning umumiy miqdori (hajmi) 21-22 ml ga teng bo'ladi (erkak kishilarda). Ayollarning qonida bu ko'rsatkich biroz kamroq, ya'ni ulaming 100 ml qonida 13-14 g gemoglobin bo'ladi (ayollarning 100 ml qonida 18-19 ml O<sub>2</sub> bo'ladi). Gemoglobinning kislorodni bog'lab olish qobiliyatiga qonning pH ko'rsatkichi va temperaturasi ta'sir qiladi: temperatura qancha past va pH yuqori bo'lsa, gemoglobin shuncha ko'p kislorodni bog'lay olishi mumkin.

O'pkada qon kislorodga to'yinib katta qon aylanish doirasiga tushadi. Odatda tinch holatda yurak daqiqaga 5-6 l qonni haydaydi, ya'ni o'pkadan to'qima va organlarga 250-300 ml kislorodni tashiydi. Yuqori intensivlikdagi mushak ishi vaqtida tashilayotgan qonning hajmi daqiqaga 30-40 litrga yetadi, qon bilan tashilayotgan kislorodning miqdori -to 5-6 l/daqiqaga, ya'ni 20 marta ko'payadi.

Mushak tolasining kapillyarlarida CO<sub>2</sub> miqdorini va temperaturaning oshishi oksigemoglobinning parchalanishi va erkin kislorodning hosil bo'lishiga sharoit tug'diradi. To'qima kapillyarlaridagi erkin kislorodning konsentratsiyasi hujayra ishi bo'shlig'ida yuqori bo'lgani uchun u mushak tolasiga diifuziya orqali kiradi. Mushak tolasida hujayrasida boshqa oqsil-mioglobin O<sub>2</sub> bog'lab olib, hujayraning mitoxondriyasiga tashiydi. Mitoxondriyada u bevosita kislorod ishtirokida (aerob sharoitda) boradigan jarayonlarda ishlatiladi. Mioglobin o'zida kislorodni saqlashi mumkin, chunki u gemoglobinga nisbatan ko'proq kimyoviy o'xshashlikka ega. Bu esa qon bilan yetkazib berilayotgan kislorodni to'qimalar yanada to'laroq ishlatilishini ta'minlaydi.

Bir me'yordagi ishni bajarayotganda, agarda yurak urishining chastotasi daqiqaga 150 urishdan oshmasa, kislorodning iste'mol qilish tezligi metabolitik jarayonlarni turg'un holati o'rnatilmaguncha oshaveradi. Metabolitik jarayonlarda turg'un holat o'rnatilishi bilan kislorodni iste'mol qilinish tezligi o'zining doimiy darajasiga yetadi va har bir ma'lum vagt orasida organizmning kislorodga bo'lgan

ehtiyoji bir xil bo'ladi. Bunday turg'un holat "haqiqiy" (yoki "chin") turgun holat deyiladi.

Turg'un holatdagi kislorodni iste'mol qilish darajasi bajarilayotgan mashqning quvvatiga bog'liq bo'ladi.

Yurak urish chastotasi daqiqaga 150-180 urish bo'lgan ancha yuqori intensivlikdagi ishlarda turg'un holat o'rnatilmaydi va kislorod iste'mol qilinishi to'liq ishning oxirigacha yoki kislorodni maksimal iste'moli (KMI) darajasiga yetguncha oshib boraveradi. KMIga yetib borgan vaqtda kislorod iste'mol qilinishi biroz vaqt (6-10 min) davomida maksimal darajada ushlab turishi bilan ifodalanadigan "yolg'on turg'un holati" kuzatilishi mumkin. Bunday holat organizmning kislorodga bo'lgan ehtiyojini to'la ta'minlashdan emas, balki toqimalarga O<sub>2</sub> yetkazib beradigan yurak-qon tomirlari sistemasining imkoniyatlari tamom bo'lganidan sodir bo'ladi. Bunday imkoniyatlar ko'pchilik hollarda mushak hujayralarining kislorodni iste'mol qilishini chegaralab qo'yadi, lekin ayrim hollarda ishlayotgan mushak hujayralarining o'zini oksidlash (oksidlanish) imkoniyatlari, jumladan, mitoxondriyadagi nafas olish fermentlari faolligi, belgilovchi (limitlovchi) omil bo'lib ishlaydi. Biroq, intensiv ishni bajarishda kislorod iste'molining maksimal darajasi uzoq ushlanib qolinmaydi. Uzoq davom etadigan ish vaqtida toliqish rivojlanishi sababli u pasayadi.

Har bir mushak 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 kislorodga bo'lgan talabi** (yoki ishning kislorod ehtiyoji) nomini olgan. Intensiv ishni bajarganda kislorodning real iste'moli (ishning kislorod kirimi) ishning kislorodga bo'lgan talabidan doimo kichik (kam). Ishning kislorodga bo'lgan talabi bilan real iste'mol qilingan kislorodning farqi **kislorod defitsiti** deb ataladi. Kislorod defitsiti bajarilayotgan mashqlarning quvvatiga bog'liq, ya'ni mashqning quvvati qancha katta bo'lsa, kislorod defitsitining katta-kichikligi shuncha katta bo'ladi. Kislorod defitsiti sharoitida ATF resintazining anaerob jarayonlari faollashadi.

Mushak ish faoliyati jarayonida energetik resurs (KrP, glikogen, yog'lar) zahirasi sarflanadi va hujayra metabolizmining oraliq mahsulotlari to'planadi (ADP, AMP, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, sut kislotasi, keton tanachalari va h.k.). Mana shu metabolitlarni yo ularni oxirgi mahsulotlarga (CO<sub>2</sub> va H<sub>2</sub>O) to'la oksidlash yo'li bilan yoki 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. Mana shu tiklanishga kerak bo'lgan ortiqcha kislorod **kislorod qarzi** deb ataladi. Kislorod qarzi doimo kislorod defitsitidan katta va ishning intensivligi hamda davomiyligi qancha yuqori va uzoq bo'lsa, o'rtadagi tafovut shuncha katta bo'ladi (19-rasm).

### **Mushak ish faoliyatida alohida organ va to'qimalarda biokimyoviy o'zgarishlar**

Mushak ishi faoliyatida yurak qisqarishini ishtiroki va kuchliroq bo'lishi yurak mushaklarida energiya almashinuvini tezligi oshishini talab qiladi. Bu skelet mushaklaridan farq qiladi.

Yurak mushagi qalin qon kapillyarlari bilan qoplangan bo'lib, ulardan kislorodga boy bo'lgan qon oqadi, unda aerob almashinuvida qatnashadigan fermentlar aktivligi kata bo'ladi. Shuning uchun ham yurakda aerob energetik reaksiyalari ustunlik qiladi. Tinch paytda yurak mushaklarini asosiy energiya manbai bo'lib, qon orqali tashilgan yo'g' kislotalari, keton tanachalari glyukozaga aylanadi.

Kuchli mushak ish faoliyatida miokard juda ham kuchli qondan yuta boshlaydi va sut kislotasini oksidlaydi, undagi glikogen zahirasi sarflanmaydi.

Mushak ish faoliyatida bosh miyada energiya almashinuvi kuchayadi, bu esa miyaga qon orqali keladigan glyukoza va kislorodga talabini oshiradi. Glikogen va fosfolipidlarning yangilanish tezligini oshiradi. Oqsillar parchalanishini va ammiak hosil bo'lishini kuchaytiradi.

Miya ham yurak singari aerob jarayonlar hisobiga energiya bilan ta'minlanadi. Katta quvvat bilan yoki uzoq ish davomida asab hujayralarida makroergik fosfat zahiralari pasayishi mumkin.

Ishlab turgan mushaklarda biokimyoviy o'zgarishlarni kuzatib bo'lmaydi, ammo ular o'zgarishlarini qonda, siydikda va ajralib chiqadigan havodan bilish mumkin. Shuning uchun almashinuv jarayonining asosiy qonuniyatlarini qon tahlili, siydik va havoni bilgan holda va organizmda moddalarning parchalanishini bilgan holda mushaklarda energetik reaksiyalarni o'zgarishini baholash mumkin, shuningdek, energetik zahiralarni sarflanishini, organizmni ichki o'zgarishlarga qarama-qarshi tura olishini bilish mumkin.

### **Nazorat savollari**

1. Startoldi holatida sportchining organizmida qanday biokimyoviy va fiziologik o'zgarishlar sodir bo'ladi?
2. Startoldi biokimyoviy o'zgarishlarning katta-kichikligi qanday omillarga bog'liq?
3. Odam organizmida qaysi moddalarning zahirasi mushak faoliyati uchun energiya manbai bo'lib xizmat qiladi ?
4. Organizmda kislorod qanday tashiladi?
6. Organizmda kislorod iste'molining chin va yolg'on turg'un holatlari qanday biokimyoviy xususiyatlari bilan bir-biridan ajralib turadi?
7. Sportchilarning organizmida kislorod qarzining hosil bo'lishi asosida qanday biokimyoviy jarayonlar yotadi?
8. Lokal, regional va global ishlarga biokimyoviy tavsif bering va ish vaqtidagi biokimyoviy o'zgarishlarga mushak faoliyati rejimining ta'sirini ifodalang.
9. Biokimyoviy jarayonlarning bajarilayotgan mushak ishining quvvati va uning davomiyligiga bog'liqligi nima bilan belgilanadi (ifodalanadi)?

### **XV-BOB. TOLIQLASH VA ISHDAN SO'NG DAM OLIISH DAVRIDA ORGANIZMDA SODIR BO'LADIGAN BOKIMYOVIIY O'ZGARISHLAR**

1. *Toliqish holatining biokimyoviy ta'rifi*
2. *Dam olish davridagi biokimyoviy jarayonlar.*
3. *Toliqishning har xil turlarining biokimyoviy tavsifi*
3. *Superkompensatsiya yoki o'ta qayta tiklanish davri*

### **Toliqish davridagi biokimyoviy o'zgarishlar**

Toliqish - uzoq davom etgan yoki zo'riqqan ish faoliyati natijasida ro'y beradigan organizmning holati bo'lib, ish qobiliyatining pasayishi bilan sodir bo'ladi.

Toliqishni charchash bilan yanglishtirish kerak emas. Chunki, toliqish obyektiv narsa va faqat ish qobiliyatining pasayishi bilan sodir bo'ladi. Charchash esa subyektiv. Charchaganlik sezgisi ish qobiliyatining pasayishi bilan sodir bo'lmasligi mumkin. Yoki ish qobiliyati pasayishi bilan sodir bo'layotgan toliqishda charchash sezgisi bo'lmasligi mumkin.

Toliqish organizmning himoya reaksiyasi hisoblanadi. Chunki u organizmda yaqinlashib kelayotgan noqulay biokimyoviy va funksional o'zgarishlardan dalolat beradi va ularning oldini olish uchun avtomatik ravishda mushak faoliyati intensivligini pasaytiradi.

Toliqish harakatlantiruvchi impulslar hosil bo'lishi va ularni ishlayotgan mushaklarga 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 almashinuv jarayonlari buzilishi bilan ifodalanadi: ATP/ADP nisbati va kreatinfosfat miqdorining kamayishi bilan sodir bo'ladigan nerv markazlaridagi ATPning 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 aminomoy kislotasining (GAMK) miqdorini nerv hujayralarida mushak ish faoliyatida kuzatiladigan o'zgarishlariga ham bo'liq bo'ladi. GAMKning miqdori bajarilayotgan ishning quvvati va davomiyligiga qarab turlicha o'zgarar ekan. Masalan, qisqa muddatli maksimal quvvatli ish chaqirgan toliqishda GAMKning miqdori sezilarli kamayadi. Va aksincha, uzoq davom etgan toliqtiradigan ishda uning miqdori ancha ko'payadi. Nerv hujayralarida GAMK konsentratsiyasining o'zgarishi bir qator endokrin bezlarning faoliyatini juda pasaytirishga (ya'ni fermentlarning faolligini o'zgartirishga) olib keladi deb hisoblanadi.

Agarda ana shu barcha o'zgarishlar bitta yoki bir guruh mushaklarni innervatsiya qilayotgan unchalik ko'p bo'lmagan nerv hujayralarida sodir bo'lsa, bu **mahalliy charchash** sifatida (qo'lim "charchadi", ko'krak qafasi yoki bel mushaklari "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 xii bo'lishi mumkin. Odatda toliqishni 4 turga bo'lishadi: **aqliy** (shaxmat 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** (emotsiya sport faoliyatining ajralmas hamrohi sifatida) va **jismoniy** - mushak ishi ta'sirida ro'yobga chiqadigan.

Jismoniy toliqish bir xii emas va u: mushak ishining turiga, ishda qatnashayotgan mushaklarning miqdoriga va ishning intensivligi va 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 u faqat oksidlanish fermentlarining faolligini pasaytiradi, xolos. Yaqqol toliqishda esa ish qobiliyatining pasayishi kuzatiladi, toliqish obyektiv sezilarli va oksidlanish jarayonlari borishining buzilishi bilan sodir bo'ladi.

Shunday qilib, toliqishning rivojlanishi markaziy nerv sistemasining faoliyati bilan bog'langan. Biroq, toliqishning ro'yobga chiqishi va rivojlanish jarayonida ishlayotgan mushaklarning o'zida sodir bo'layotgan biokimyoviy jarayonlar muhim ahamiyatga ega. Jumladan:

1. Eng avval ishlayotgan mushaklarda, ayniqsa kuch ishlatadigan (zo'raki) mashqlar chaqirgan toliqishda miozin ATP-azasining faolligi pasayadi. Bu esa ATPning kimyoviy energiyasini safarbar qilish imkoniyatini va uning mushak qisqarishini mexanik energiyaga aylanishining kamayishiga olib keladi.

2. Aerob fosforlanish fermentlarining faolligi pasayadi. Bu kislotalik mahsulotlari (sut kislotasi) to'planishi hilan sodir bo'ladigan anaerob glikolizning ikkinchi marta kuchayishiga olib kelishi mumkin.

3. Qonda siydikchilning miqdorini anchagina ko'payib ketishi ham toliqishning biokimyoviy belgilaridan biri hisoblanadi. Siydikchilning qonda ko'payishioqsillar katabolizmi va aminokislotalar dezaminlanish jarayonlari kuchayishining oqibati bo'lib, ish tugallangandan keyin uzoq (bir necha soatlardan to bir kecha-kunduz va ko'proq) vaqt davomida saqlanib turadi.

4. Energetik resurslarning (kreatinfosfat, glikogenning) zahiralari tugallanib qoladi.

5. Ularning parchalanish mahsulotlari (sut kislotasi, keton tanachalari, ADF,  $H_3PO_4$  va b.) to'planadi.

6. Hujayraning ichki muhiti, qon va hujayralararo suyuqligining pH ko'rsatkichlari keskin o'zgaradi.

7. Ishlayotgan mushaklarning energiya ta'minoti bilan bog'liq bo'lgan jarayonlarning boshqarilishi (regulyatsiyasi) buziladi.

8. Nafas olish va qon aylanish sistemalarida yaqqol o'zgarishlar yuz beradi.

Umuman aytganda, mushul faoliyatidagi toliqishning rivojlanishi sabablari hali to'la aniq emas. Uni kompleks hodisa sifatida qabul qilish mumkin. Jumladan, qisqa muddatli intensiv mushak ishida toliqishning asosiy sabablari bo'lib GAMKning hosil bo'lishi bilan bog'langan ATP/ADP balansining buzilishi

natijasida markaziy nerv sistemasida "himoyalovchi tormozlanishning" rivojlanishi va ishlayotgan mushaklarda miozin ATP-azasining faolligining keskin pasayishi xizmat qilishi mumkin.

Mo'tadil quvvatli uzoq davom etadigan mushak ishlarida toliqishning rivojlanishiga ko'proq olib keladigan sabab quyidagilar hisoblanadi:

1. Energiya ta'minotining buzilishi bilan bog'liq bo'lgan omillar, ya'ni: mushaklardagi glikogen zahirasining tugallanishi, qonda glyukoza konsentratsiyasining pasayishi va to'la oksidlanmagan mahsulotlarning to'planishi.

2. Oqsillar almashinuvi bilan bog'liq bo'lgan omillar: oqsillarning sintezi va parchalanishining bir-biriga to'g'ri kelmay qolishi, ya'ni parchalanishning sintezlanish ustidan ustunlik qilishi natijasida ish uchun muhim bo'lgan struktura oqsillarri (ayniqsa, aktin) va ferment-oqsillar miqdorining kamayishi hamda organizmda oqsillar katabolizmi mahsulotlari -siydikchil, ammiak, siydik kislotasi va boshqalarning to'planishi. Ular organizmga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Bundan tashqari, bu o'zgarishlar, ayniqsa aerob jarayon hisobiga, jumladan, oksidlanishli fosforlanish bilan o'zaro bog'lanishining buzilishi hisobiga energiya almashinuvida namoyon bo'ladi.

3. Lipidlar almashinuvi bilan bog'liq omillar - organizmda yog'lar almashinuvining oraliq mahsulotlari -atsetosirka,  $\beta$ -gidroksimoy kislotalari va aseton (keton tanachalari) to'planishi. Agarda atsetosirka kislotasi lipidlar almashinuvining normal mahsuloti hisoblanib mushaklar va boshqa to'qimalar uchun energiya manbai sifatida "mamnuniyat bilan" foydalanishsa,  $\beta$ -gidroksimoy kislotasi va atseton lipidlar almashinuvining buzilishidan hosil bo'lgan mahsulotlar hisoblanadi va ulaming organizmga ta'sirini ijobiy ta'sirlar qatoriga kiritish mumkin emas.

4. Suv va mineral moddalarni yo'qotish bilan bog'liq bo'lgan omillar. Masalan, chang'ichi, velosipedchi va uzoq masofaga yuguruvchilarda suvni yo'qotish 3 va undan ko'proq litrga yetishi mumkin. Suv organizmning ichki muhiti hisoblanadi, suv muhitida hayot faoliyatining asosida yotadigan barcha kimyoviy reaksiyalar sodir bo'ladi. Aylanayotgan qon tarkibidagi suv parchalanish mahsulotlarni chiqarib tashlab oziqa moddalarni tarqatib transport funksiyasini bajaradi. Barcha hujayra strukturalarining tarkibida ancha ko'p miqdorda suv bo'ladi. Shuning uchun suvning yo'qotilishi organizmning hojatiga, unda turli kimyoviy reaksiyalarning borishiga yomon ta'sir ko'rsatadi.

Organizm mineral moddalar yo'qotilishiga yanada ham ko'proq sezgir bo'ladi. Ular qo'zg'olish paydo bo'lishi va o'tkazishda ishtirok etadi, ba'zi bir fermentlarning tarkibiga kirib, ularning aktivatorlari va ingibitorlari vazifasini bajaradi. Masalan, miozin oqsili o'zining ATP-aza faolligini muhitda  $Ca^{2+}$  ionlari ishtirokida namoyon qiladi, to'qimadagi nafas olish jarayonlarida qatnashadigan ko'pchilik fermentlarni  $Mg^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$  ionlari faollashtiriladi yoki  $Cu^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Hg^{2+}$  ionlari esa ingibirlaydi.

Umuman aytganda, toliqish -bu markaziy nerv sistemasi boshqarishida rivojlanadigan organizmning bir butun reaksiyasi. Shu bilan birga, ish qancha og'ir

bo'lsa, ishlayotgan mushaklarda 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 haddan tashqari xavfli darajadagi holdan toyishdan saqlaydi.

Toliqish –mo'tadil intensivlikda uzoq davom etadigan ishlar natijasida sekin va qisqa muddatli va qizg'in ishlar natijasida tez rivojlanishi mumkin. Yuqorida qayd qilinganidek, toliqishning bu shakllari o'rtasida bir qator biokimyoviy o'zgarishlar bor.

Lekin, faoliyatning barcha turlari uchun toliqish rivojlanishining yagona sababi shu vaqtgacha ham aniqlanmagan.

Bir qator farmasevtik dori moddalar - nerv sistemasining stimulyatorlari yordamida toliqishning boshlanishini uzoqlashtirishi 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'iy man qilingan.

### **Mushak ishidan so'ng dam olish vaqtidagi biokimyoviy o'zgarishlar**

Mushaklarning ish faoliyatida sodir bo'lgan organizmning mushak va boshqa organ va to'qimalaridagi biokimyoviy o'zgarishlar ishdan so'ng dam olish vaqtida tugatiladi. Mushak ishi vaqtida katabolizm jarayonlari ustunlik qiladi, ajralib chiqayotgan energiyaning bir qismi organizm foydalanishi uchun qulay shakl - makroerg fosfat bog'lariga, ya'ni ATPga aylanadi, dam olish vaqtida esa energiya sarflashni talab qiluvchi anabolik jarayonlar ustunlik qiladi.

Mushak ishi davomida ATPning resintezlanishi uchun har xii moddalar intensiv sarflanadi: mushaklarda -kreatinfosfat, glikogen, moy kislotalari, keton tanachalari; jigarda glikogen glyukozagacha parchalanib, qon orqali ishlayotgan mushaklarga, yurakka va bosh miyaga yetkazib beriladi; yog'lar kuchli parchalanadi, 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.

Mushak ishi moddalar almashinuvining reaksiyalarini katalizlaydigan bir qator fermentlarning faolligini oshirish bilan sodir bo'ladi; ATP-aza, fosforilaza, turti degidrogenazalar, sitoxromoksidaza, proteinaza va lipaza fermentlarining faolligi oshadi; glikoliz va aerob oksidlanish jarayonlar shiddat bilan ro'y beradi.

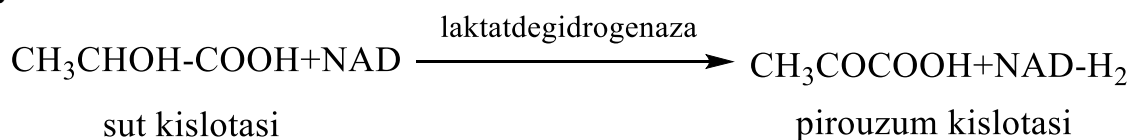
Dam olish davri aerob oksidlanish va oksidlanishli fosforlanishlarning yuqori intensivligi bilan xarakterlanib faol borayotgan plastik jarayonni energiya bilan ta'minlaydi. Masalan, dam olish vaqtida ATP, kreatinfosfat, glikogen, fosforlipidlar, mushak oqsillari resintezlanadi, organizmning suv-elektrolit 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 ikki 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 kisloiasi va hosil bo'lgan O<sub>2</sub> qarzi bartaraf qilinadi.

Ish tamom bo'lgandan keyin kislorodning iste'moli tinch holatdagiga nisbatan yuqoriligicha davom etadi. Kislorod iste'molining mana shu ortiqchasi kislorod qarzi nomini olgan. Kislorod qarzi kislorod defitsitidan doimo katta va ishning intensivligi va davom etishi qancha katta va uzoq bo'lsa, bu faza shuncha kattaroq bo'ladi.

Mushaklarda ish vaqtida yig'ilib qolgan sut kislotasining taqdiriga kelsak, kislorodning yuqori darajadagi iste'moli saqlanib, mushaklarning oksidlanish sistemalarini kislorod bilan ta'minlash oshadi. Bunday sharoitda kofermenti NAD bo'lgan laktatdegidrogenaza fermenti sut kislotasini to pirouzum kislotasigacha oksidlaydi.



Qaytarilgan NAD.H<sub>2</sub> bu vodorod atomlarini nafas olish zanjiriga uzatadi va u yerda har bir juft vodorod elektronlariga 3 molekuladan ATP sintezlanadi, hosil bo'lgan pirouzum kislota esa aerob sharoitda to CO<sub>2</sub> va H<sub>2</sub>O gacha oksidlanadi.

Sut kislotasidan tashqari ish vaqtida to'planib qolgan boshqa metabolitlar – qahrabo kislotasi, α-gliserofosfat va glyukozalar ham oksidlanishga jalb qilinadi; tiklanishning kechki bosqichlarida moy kislotalari ham oksidlana boshlaydi.

**Qoldirilgan tiklanish** - mushak 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 ish gacha bo'lgan darajasiga qaytishi tugallanadi, ish vaqtida parchalangan struktura va ferment oqsillari va boshqa hujayra strukturalarining sintez jarayonlari kuchayadi.

Mushak 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 (15-jadval). Birinchi navbatda organizmning O<sub>2</sub> zahirasi va ishlayotgan mushaklardagi kreatinfosfatning zahirasi tiklanadi, so'ngra mushaklarning glikogen zahirasi va faqat oxirgi navbatda yog'larning rezervlari va ish vaqtida parchalangan ferment va struktura oqsillari tiklanadi.

15-jadval

**Qizg'in isbdan so'ng dam olish davrida turli biokimyoviy jarayonlarning tiklanishini tugallanishi uchun kerak bo'lgan vaqtlar**

N	Jarayonlar	Tiklanish vaqti
1	Organizmدا O <sub>2</sub> zahirasi ning tiklanishi	10-15 sek
2	Mushaklarda alaktat anaerob zahiralari ning tiklanishi	2-3 min
3	Alaktat O <sub>2</sub> qarzi ni to'lash	3-5 min
4	Sut kislotasi ni yo'qotish	0,5-1,5 sek
5	Laktat O <sub>2</sub> qarzi ni to'lash	0,5-1,5 sek
6	Mushaklardagi glikogen zahirasi ni resintezlash	12-48 sek
7	Jigardagi glikogenning zahirasi ni tiklash	12-48 sek
8	Isg vaqtida parchalangan va ferment oqsillari sintezining kuchayishi	12-72 sek

Mushak ishidan so'ng dam olish davrida biokimyoviy ingridiyentlarning ana shunday tartibda tiklanishi muhim biologik qonuniyat bo'lib, sport biokimyosida **geterokronizm hodisasi** nomi bilan yuritiladi. Geterokronizm hodisasi sport mashqlanish jarayonida katta ahamiyatga ega.

Ishdan so'ng dam olish davrida tiklanish jarayonlarining borish tezligi va energetik moddalar zahiralari ning to'lish muddatlari ularning jismoniy mashqlarni 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. 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 mahsulotlari to'planishi bilan bog'liq bo'lgan haddan tashqari zo'riqish orqali bajariladigan ishlarda tiklanish jarayonlarining tezligi pasayadi, superkompensatsiya fazasiga ancha kechroq erishiladi va kichik darajada ifodalanadi.

Superkompensatsiya fazasining davom etish vaqti ishning bajarilishi qancha davom etishi va organizmda u chaqirayotgan biokimyoviy o'zgarishlar chuqurligiga bog'liq bo'ladi. Qisqa muddatli yuqori intensivlikdagi ish toliqishni tez boshlanishi va superkompensatsiya fazasini tez tugallanishiga olib keladi. Masalan, mana shunday ishda ishlayotgan mushaklarda 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. Ehtimol, superkompensatsiya hodisasining kelib chiqish sababJari dam olish davridagi gormonlarning yuqori konsentratsiyasi

(qaysiki, intensiv mushak faoliyatida yetarli daraja ko'p miqdorda hosil bo'lgan) va organizmdagi energetik resurslarning tiklanish jarayonlarini nazorat qilib turadigan oqsil-fermentlar sintezini gormonal induksiyasi bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Masalan, glikogenning superkompensatsiyasi sababini eng avvalo insulinning ishdan so'nggi yuqori (oshgan) konsentratsiyasi bilan bog'lashadi; ishning xarakteriga qarab insulinning eng yuqori konsentratsiyasi ish tugagandan so'ng dam olishning 30-120-daqiqalariga to'g'ri keladi. Insulin glikogensintetaza fermentining faolligini oshiradi. Uning maksimal faolligi resintezning boshlang'ich fazasida -

birinchi 10 soatlar davomida kuzatiladi.

Mushaklar va jigarda dam olish vaqtida glikogen glyukoneogenez jarayonida hosil bo'lgan glyukoza hisobiga qisman sintezlanadi, lekin uning normal darajagacha to'la tiklanishi faqat organizmga ovqat tarkibida kirayotgan uglevodlar hisobiga bo'lishi mumkin.

Umuman olganda, superkompensatsiya hodisasi mushak 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'lgandan so'ng oqsillar fosfolipidlar va boshqa hujayra strukturalarining sintezlanish jarayonlari ancha kuchayadi, ayniqsa, bu jarayonlar ularning parchalanishi bilan sodir bo'ladigan o'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 ma'lumotlarni berishi mumkin. Hozirgi vaqtda katta sport amaloyotida keng qo'llanilayotgan ana shunday ko'rsatkichlardan biri qondagi siydikchil hisoblanadi. Siydikchil -oqsillar, nuklein kislotalar va nukleoitidlarning katabolizm jarayonlari tarkibida azot tutgan asosiy mahsuloti hisoblanadi.

Jismoniy yuklamalar ta'sirida qondagi siydikchil miqdorining 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 miqdori normaga nisbatan ko'p bo'lishi (masalan, mashqlanish yoki musobaqadan keyin ertasiga ertalab) tiklanish reaksiyalarining tezligining kamligidan dalolat beradi. Bu ko'rsatkichning normaga qaytishi tiklanish jarayonlari tugallanganligining normallashtirishini ko'rsatadi.

Tiklanish -mashqlanish jarayonining ajratib bo'lmaydigan (ajralmas) qismi bo'lib, uning ahamiyati mashqlanishning ahamiyatidan kam emas degan tkr hozirgi

vaqtda hech kimda hech qanday shubha tug'dimlaydi. Shuning uchun ham turli tiklanish vositalaridan amaliy foydalanish -mashqlanishning samaradorligini yanada oshirish va sportchilarning yuqori darajali tayyorgarligiga erishish uchun muhim zahira bo'ladi.

Hozirgi vaqtda sport fanlari ilg'or amaliyot yordamida tiklanish vositalaridan foydalanish muarnmolari bo'yicha boy materiallar yig'ilgan: tiklanish vositalari klassifikatsiya qilingan, ulardan foydalanishning asosiy tamoyillari asoslab berilgan, sportning alohida turlarida tiklanishning ko'p vositalari va ularning komplekslari tajribadan o'tkazilgan.

Keyingi yillarda biologik faol preparatlarning ba'zi guruhlari -tiklanish jarayonlarini tezlashtirish, ish vaqtida sarftangan plastik va energetik resurslarni faol to'ldirish, katta jismoniy yuklamalar vaqtida organizmning muhim funksional sistemalarini tanlab boshqarishlar uchun maqsadga muvofiq ravishda foydalanilmoqda. Ularga quyidagi preparatlar kiradi: polivitamin komplekslari, anabolik moddalar, energiyaga boy preparatlar, o'simlik va hayvon organizmidan ajratib olingan adaptogenlar, aktoprotektlar, gemato- va gepatoprotektorlar, immunitet tizimiga ta'sir qiluvchi preparatlar va b.

### **Nazorat savollari**

1. Nima uchun toliqishni organizmning himoya reaksiyasi deb atashadi?
2. Toliqish nima bilan ifodalanadi va ishlayotgan mushak va organlarda toliqqanda qanday biokimyoviy o'zgarishlar sodir bo'ladi?
3. Tananing ko'pchilik mushaklari ishtirokida sodir bo'ladigan va sportning ko'pchilik turlariga xarakterli bo'lgan keskin mushak faoliyatida toliqish qanday omillar bilan aniqlanadi?
4. Bevosita ish vaqtida va undan so'ng dam olish davrida qanday biokimyoviy o'zgarishlar sodir bo'ladi?
5. Ish vaqtida sarflangan turli energetik va struktura moddalarining resintezi qanday ketma-ketlikda bo'lishini va ular tiklanishining taxminiy muddatlarini ko'rsating.
6. Chidamkorlik nima va uning namoyon bo'lishida ATP resintezi bioenergetik mexanizmlari qanday rol o'ynaydi?
7. Chidamkorlikning alaktat anaerob, glikolitik anaerob va aerob komponentlarining namoyon bo'lishi organizmning qaysi biokimyoviy xususiyatlari bilan belgilangan?
8. Mashqlanganlikni yo'qotish va o'ta mashqlanish nima? Sportchining organizmida mashqlanishni to'xtatgandan keyin (mashqlanganlikni yo'qotishda) va o'ta mashqlanish vaqtida qanday biokimyoviy o'zgarishlar sodir bo'ladi?

### **XVI-BOB. SPORTCHILARNING TEZKORLIK-KUCHLILIK SIFATLARI VA CHIDAMKORLIGINING BOKIMYOVIY ASOSLARI**

1. *Tezkorlik va kuchlilik sifatlarining biokimyoviy omillari*
2. *Sportchilarni tezkor va kuchli qilib tarbiyalashda biokimyoning asosiy uslublari*
3. *Chidamkorlikning biokimyoviy omillari*
4. *Chidamkorlikni rivojlantirishga moslashtirilgan masqlanish uslublari*

### **Tezkorlik va kuchlilik sifatlarining biokimyoviy omillari**

Mushak faoliyatida namoyon bo'ladigan sportchining jismoniy sifatleri (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 mushak tolasi rivojlantirayotgan kuch undagi qisqartiruvchi oqsillarning miqdoriga, ya'ni aktinning umumiy miqdoriga va miozinning polimerizatsiyalanish darajasiga bog'liq bo'ladi. Boshqacha qilib aytganda, qisqarayotgan mushakda rivojlanayotgan kuchlanishning katta-kichikligi miofibrillarining tarkibiga kiradigan har bir sarkomer doirasidagi aktin va miozin iplari orasida hosil bo'ladigan ko'ndalang ko'priklarining soniga to'g'ri proporsional bo'ladi.

Skelet mushaklarining miofibrillarida ko'ndalang ko'priklar hosil bo'lish va uzilish tezligi va shu bilan bog'liq bo'lgan kuchlanishni rivojlanish va mushak qisqarish tezliklari miozinning ATP-azalik faolligiga bog'liq. Miozin ATP-azasi bilan ATPning fermentativ parchalanish tezligi har xil tipdagi mushak tolalarida keskin farq qiladi: oq-tez qisqaradigan tolalarda sekin qisqaradigan tolalarga nisbatan u ancha yuqori bo'ladi.

Odamning skelet mushaklarida FT va ST tolalari har xii nisbatda bo'ladi. FT va ST tolalarining proporsiyalari o'zgarishi mushakning funksional xususiyatlariga bevosita ta'sir qiladi. Chunki bu mushak tolalar turli harakatlantiruvchi birliklar tarkibiga kiradi, turli motoneyronlar bilan innervatsiya qilinadi va hat xii vaqtlarda ishga kirishadi. Shu bilan birga ishlayotgan mushaklar 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 mushak kuchlanishining katta-kichikligi (mushak 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, miofibrilning aktin va miozin iplari o'zaro ta'siridariyojlanayotgan kuch ularning orasida hosil bo'layotgan ko'ndalang ko'priklarining soniga yoki ularning tutashgan maydoniga to'g'ri proporsional bo'ladi. Hosil bo'lgan ko'priklarining soni qancha ko'p bo'lsa, har bir sarkomer doirasida rivojlanayotgan kuch shuncha katta bo'ladi.

Eng uzun sarkomerlar mollyuskalarning chig'anoqlarini yopuvchi mushaklarda, eng kattasi esa hasharatlar va jannat qushining uchish apparatlarida kuzatilgan. Mollyuskalarning chig'anoqlarini yopuvchi mushaklari odamning maksimal mushak kuchidan 3-6 marta ortiq mushak kuchlanishini rivojlantirish qobiliyatiga ega. Hasharatlar va jannat qushining uchish mushaklari rivojlantirayotgan. kuchning maksimal kattaligi odamnikidan 3 marta atrofida kam. Odamning skelet mushaklarida sarkomerning uzunligi o'rtacha 1,8-2,5 *mkm*, miozin iplarining uzunligi 1500 *nm* ni tashkil qiladi.



Sarkomerning uzunligi yoki miofibrillarning yo'g'on iplarida miozinning potimerizatsiyalanish darajasi irsiyatga moyil omil bo'lib, organizmning individual rivojlanish jarayonida va sport mashqlanishi ta'sirida o'zgaradi. Lekin turli mushaklarning tarkibiga kirgan har xil tipdagi mushak tolalarida sarkomerning uzunligi ma'lum variatsiyalarda bo'lishi mumkin. Shu bilan birga mushaklardagi boshqa qisqartiruvchi oqsil - aktinning miqdori individual rivojlanish jarayonida va sport mashqlanishi ta'sirida ancha o'zgaradi.

Mushak miofibrillarida aktinning miqdori kreatinning umumiy miqdoriga to'g'ri proporsional ravishda bog'liq bo'ladi, ya'ni hujayrada (mushak tolasi hujayrasida) aktinning miqdori qancha ko'p bo'lsa, kreatinning miqdori ham shuncha ko'p bo'ladi. Aktinning miqdorini aniqlash juda murakkab va mashaqqatli ish va uni har doim aniqlash mumkin emas. Shuning uchun ham sport amaliyotida ko'pincha mushaklarda yoki qonda kreatinning umumiy konsentratsiyasini aniqlash mushak kuchi rivojlanishini nazorat qilishda va tezkorlik-kuchlilik mashqlarida sportda erishiladigan yutuqlarning darajasini oldindan aytib berishda qo'llaniladi.

Shunday qilib, kuchning biokimyoviy asoslari - mushaklarning qisqartiruvchi oqsillari umumiy miqdori va fermentativ xususiyatlari, ya'ni miozinning polimerizatsiyalanish darajasi va uning ATP-aza faolligining katta-kichikligi hamda aktinning umumiy miqdori bilan belgilanadi.

Tezkorlik (tezlik) namoyon bo'lishining biokimyoviy asoslari ko'p jihatdan xuddi kuch sifatlarinikidek: qisqartiruvchi oqsillarning miqdori ko'pligi va ATPni 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 ATP-aza faolligiga to'g'ri proporsional. Qisqarishning eng yuqori tezligi hashoratlar va jannat qushining o'zi tarkibida eng qisqa sarkomer tutgan uchish mushaklarida kuzatilgan, qisqarishning eng kichik tezligi -o'zining tarkibida eng uzun sarkomemi tutgan mollyuskalarning chig'anoqlarini yopuvchi mushaklarida kuzatiladi.

Kuchning sifati kabi qisqarishning maksimal tezligi har xil tipdagi mushak 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 resintezlana olish qobiliyati, asosan, kreatinkinaza teaksiyasida,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$  va  $Na^+$  ionlarining konsentratsiyasi va ularning tez bog'lana olish va ajrala olish irnkoniyaatlari katta ahamiyatga ega.

Umuman olganda, tezkorlikning (qisqarish tezligining) biokimyoviy asoslari miofibrillarning qisqartiruvchi oqsillari 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

sifatlarining namoyon bo'lishida ATPning kreatinkinaza reaksiyasida resintezini muhim ahamiyatga ega.

Maksimal quvvat kursorlari ham qisqarishning maksimal tezligini singari har xil tipdagi mushak toialarida ancha farq qiladi va ma'lum tur harakat faoliyatiga moslashishda sezilari darajada o'zgaradi.

Tez qisqaradigan oq toialarda maksimal quvvatning ko'rsatkichi 155 *vatt/kg* mushak og'irligiga va sekin qisqaradigan qizil toialarda esa 40 *vatt/kg* mushak og'irligini tashkil qiladi.

### **Chidamkorlikning biokimyoviy asoslari**

Chidamkorlik -odamning (sportchining) eng muhim jismoniy sifati bo'lib, asosan uning ish qobiliyatining umumiy darajasini belgilaydi. Chidamkorlik ikki shaklda namoyon bo'lishi mumkin: yo davomli ishning berilgan quvvat darajasi toliqishning birinchi belgilarigacha, ya'ni mashqni quvvatining pasaya boshlaganicha bajarish, yoki toliqish boshlanishi natijasida ish qobiliyati pasayishi sifatida namoyon bo'ladi. Chidamkorlik -ishni oxirigacha bajarish vaqti bilan o'lchanadi ( $t_{ch, min}$ ).

Biokimyoviy nuqtai nazardan chidamkorlik -ma'lum ishni bajarishda ishlatishga qulay bo'lgan energiya zaxiralarining umumiy miqdorini energiyaning sarflanish tezligiga bo'lgan nisbati bilan belgilanadi:

$$\text{Chidamkorlik } (t_{ch, min}) = \frac{\text{energiya zahirasi } (D_i)}{\text{energiya sarflanish tezligi } (D_{j/min})}$$

ya'ni chidamkorlik -berilgan intensivlikdagi ishni bor energiya resurslarini batamom tugaguncha bajarilgan vaqti bilan aniqlanadi. Lekin qisqa muddatli maksimal quvvatli mashqlarni bajarishda kreatinfosfat zahirasi 1/3 qismi ishlatilishi bilanoq ishni bajarish tezligi pasaya boshlaydi yoki bosh miyada ishni bajarish davrida kreatinfosfatning zahirasi umuman ishlatilmaydi.

Boshqa tomondan chidamkorlik ish vaqtida toliqish boshlanishini orqaga surish hamda toliqish kuchayib borayotgan sharoitda ishni unumli bajarishga imkoniyat yaratadi. Sportchi organizmining bu qobiliyati birinchi navbatda mushak 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 komponentlari ajratiladi: alaktat anaerob, glikolitik anaerob va aerob komponentlari. Demak, umumiy chidamkorlikni ana shu energiya manbalarining quvvat, hajm va samaradorlik parametrlarining turlicha kombinatsiyalari natijasi deb qarash mumkin. Ana shu komponentlarning hammasi chidamkorlikning har qanday spetsifik turi 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 komponentining rivojlanish darajasi ishlayotgan mushaklar va boshqa to'qima va organlardagi kreatinfosfatning zahirasi va uning mashqlarni bajarish vaqtida sarflanishi tejamligiga bog'liq bo'ladi. Kreatinfosfatning sarflanishi tejamligi o'z navbatida mashqlarning elementlarini bajarish texnikasi samaradorligi hamda anaerob almashinuvi sut kislotasi va boshqa mahsulotlari yig'ilayotgan sharoitda sarkoplazmatik kreatinkinaza va miozin ATPazasi - fermentlarining 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 (mushak va jigarning glikogen zahiralari va qonning glyukozi) va ularning sarflanishini tejamligiga emas, balki sut kislotasi hosil qilayotgan vodorod ionlarini neytrallashtirishga imkoniyati bo'lgan bufer sistemalar hamda organizmning kislotalik-ishqorlik balansi o'zgarishiga ferment sistemalarining chidamliligi muhim rol o'ynaydi. Chidamkorlikning glikolitik anaerob komponenti bajariladigan vaqti 30 sekunddan 2-3 daqiqagacha bo'lgan og'ir mashqlarni bajarishda asosiy energiya manbai bo'lib xizmat qiladi.

Ish vaqtida organizmning mobilizatsiya qilinayotgan energiya zahiralarining (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 turishi tezligi va aerob almashinuv fermentlarining miqdori hamda faolligi chidamkorlikning aerob komponentini ifodalaydi. Chidamkorlikning bu komponenti 3 daqiqadan bir necha 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'lsa-da, 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.

### **Chidamkorlikni rivojlantirishga moslashtirilgan mashqlar uslublari**

Odamning tezkorlik-kuchlilik qobiliyatlarining struktura omillari, ya'ni miofibrillarda sarkomerning uzunligi va tez qisqaradigan oq va sekin qisqaradigan qizil mushak tolalarining mushaklardagi o'zaro nisbati irsiyatga (genetik) moyil omil bo'lganligi uchun sportchilarning ana shu sifatlarini rivojlantirish asosiy uslublari va yo'llari shunday vosita va uslublarni tanlashga yo'naltirilgan bo'lishi kerakki, ular miozin ATP-azasi va kreatinkinaza fermentlarining faolligini va stabil ishlashini yaxshilashi va mushaklarda qisqartiruvchi oqsillar sintezini kuchaytirishga yo'naltirilgan bo'lishi kerak. Sport amaliyotida ana shu maqsadlarda **maksimal kuch** va eng yuksak ishlarni takrorlash uslublari qo'llaniladi.

Maksimal kuch uslubida biomexanik strukturalari bo'yicha musobaqanikiga

yaqin yoki musobaqaning o'z mashqlari qo'llaniladi. Ular maksimal kuchni namoyon qilish uchun barcha imkoniyatlarni safarbar qilish, uncha ko'p bo'lmagan takrorlash soni (ko'pincha 5-6 martagacha), tiklanish uchun yetarli, aniq belgilanmagan dam olish intervali bilan bajariladi. Mushaklarda kreatinfosfatning kritik konsentratsiyadan (taxminan kreatinfosfatning umumiy konsentratsiyasining 1/3 qismi) past bo'lsa, ATPning resintezlanish tezligi pasaya boshlaydi. Kreatinfosfatning ana shunday miqdori hisobiga shunday mashqlarni 5-6 martagacha takrorlash mumkin. Bitta mashqlanish mashg'ulotida dam olish intervallarini ixtiyoriy ravishda belgilanganda mashqni 10-12 marta takrorlash mumkin. Ishlayotgan mushaklarda kreatinfosfat miqdorining kritik darajadan pasayishi anaerob glikolizning kuchayishi, sut kislotasining to'planishi va hujayra ichidagi pHning keskin pasayishi bilan sodir bo'ladi. Bularning hammasi miozin ATP-azasining faolligini pasaytirishga va natijada mashqlarni bajarish tezligi kamayishga olib keladi. Shunday qilib, mashq quvvatining pasayishi bilan yoki sut kislotasi miqdorining o'zgarishi bilan mashqlanish ishlarini to'xtatish tavsiya gilinadi.

Eng yuksak mashqlarni takrorlash uslubi qisqartiruvchi oqsillar sintezining kuchayishiga va mushak massasini oshirishga yo'naltirilgan. Shu maqsad uchun yetarlicha keng doiradagi mashqlar qo'llaniladi. Ana shu mashqlarni bajarish vaqtida yengib bo'ladigan qarshilik maksimal izotermik kuchning 70% dan oshmasligi kerak. Shu bilan birga mushak orqali qonning o'tishi keskin kamayadi. Bu esa lokal gipoksiyani rivojlantirishga, ya'ni aerob energiya ishlab chiqarishini kamayishiga olib keladi. Bunday sharoitlarda alaktat anaerob zahiralari ancha tugallanib qoladi va mushaklarda ancha miqdorda erkin kreatin yig'iladi va sut kislotasining to'planishiga olib keladigan glikoliz jarayoni ancha kuchayadi. Yetarli darajada ko'p hajmdagi ishni bajargan vaqtda ATPning yetmasligi sababli ishlayotgan mushaklarning struktura oqsillari energiya manbai sifatida parchalana boshlaydi va ularning parchalanish mahsulotlari yig'iladi (kichik molekulali peptidlar, aminokislotalar va b.). Oqsillar katabolizmining ba'zi bir metabolitlari va erkin kreatin tezkorlik-kuchlilik mashqlaridan so'ng dam olish davrida, ya'ni to'qimalami kislorod normal ta'minlash tiklanayotganda va ularga oziqa moddalar yetkazib berish kuchayayotganda oqsillar sintezini induktorlari (aktivatorlari) bo'lib xizmat qiladi. Ana shu mashqlanishlarni sistematik ravishda takrorlaganda mushaklarda qisqartiruvchi oqsillarni miqdori ko'payadi, mushak massasining umumiy hajmi ortadi va shunga muvofiq mushak kuchi ko'payadi.

### **Chidamkorlikni rivojlantirishga yo'naltirilgan 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 imkoniyatlarining 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 mushaklarda alaktat anaerob rezervlari ko'payadi, anaerob almashinuv mahsulotlari (sut kislotasi, ADP,  $H_3PO_4$  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 ish oralig'idagi dam olish vaqti 2,5-3 daqiqadan kam bo'lmasligi kerak.

Maksimal quvvatli mashqlarni bajarish vaqtida fosfat makroerglarining (ATP, KrP) parchalanishi ishdan keyin dam olishning birinchi daqiqalarida kislorodni iste'mol qilish tezligini keskin oshiradi. Shu bilan birga ishlayotgan mushaklarda ATP oksidlanishli resintezi ham tezlashadi. Bu jarayonning eng yuqori tezligi mashqni tugatgandan keyin 1-daqiqalarda kuzatiladi. Kislorodni iste'mol qilish tezligi va qondagi sut kislotasining miqdori mashqni to 5-6 marta takrorlanishigacha uzluksiz ortib boradi, bu esa alaktat anaerob rezervlari hajmining asta-sekin tugallanib borishidan dalolat beradi. Ishlayotgan mushaklarda kreatinfosfat zahirasi miqdori kritik darajaga yetishi bilan (umumiy alaktat anaerob hajmning 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.

**Chidamkorlikning glikolitik anaerob komponentini** rivojlantirishga yo'naltirilgan mashqlanishlarda sport amaliyotida eng yuksak ishlarni takrorlash va interval ish uslublari foydalaniladi. Bajariladigan mashqlar shunday tavsifga ega bo'lishi kerakki, ular sut kislotasining yig'ilishi bilan sodir bo'ladigan energiyani o'zgarishini anaerob jarayonlarning eng katta kuchlanishini ta'minlashi kerak. Bajarilish vaqti 30 sekunddan to 2-3 daqiqani 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 daqiqadan kam emas, takrorlashning optimal soni 6-8 marta tashkil qilishi kerak. Glikolitik xarakterli interval ishda toliqish tez boshlanishi sababli mashqlarni takrorlash soni 3-4 marta takrorlashgacha qisqartiriladi. Mashqlanish samarasini mustahkamlash uchun yetarli hajmdagi ish har birida 3-4 marta takrorlanadigan seriyalar bilan bajariladi va seriyalarning oralig'ida 10-15 daqiqadan 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 daqiqadan kam bo'lmasligi 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 daqiqadan kam bo'lmagan vaqtni tashkil qiladi.

Bir martali uzluksiz ish vaqtida bajarilayotgan mashqlarning intensivligi toqimalarda aerob almashinuvni ancha kuchaytirishni ta'minlashi kerak.

Chidamkorlikning aerob komponentini rivojlantirishga yo'naltirilgan takroriy ish uslublariidan foydalanilganda mashqlarni takrorlash ishlayotgan mushaklarda aerob jarayonlarning keskin kuchayishiga olib keladi.

Sport amaliyotida frayburg qoidasi bo'yicha "interval ish" va "mioglobini" 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 bo'lgan dam olish intervali bilan navbatma-navbat takrorlanadi. Bunday ish to'qirnalarda aerob jarayonlar avj olishi, kuchayishi uchun, ayniqsa qon aylanish ko'rsatkichlarini yaxshilash uchun yetarli stimuly tug'diradi. "Mioglobini" 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 (mashqlar 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 sifatlari va chidamkorligini yuqori darajada rivojlanishini ta'minlashi mumkin.

Sportchilarning tezkorlik-kuchlilik sifatlari 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 (mushak qisqarishining tezligini), kuchlilik - kuchni, uzoq muddatli - chidamkorlikni rivojlantiradi. Lekin, qaysi bir sifatni bo'lmasin rivojlantirishga yo'naltirilgan mashqlar boshqa sifatlarni rivojlantirish uchun ham biokimyoviy zamin yaratishi mumkin.

Shunday qilib, sport mashqlanish jarayonida tezkorlik yuklamalarini qo'llash faqat tezlik va tezkorlik chidamkorlikni rivojlantirishga olib kelmaydi, balki kuch va uzoq muddatli ishga chidamkorlikning rivojlanishi uchun zamin yaratadi.

Mashqlanish kuch ishlatiladigan mashqlarni bajarish vaqtida ishlayotgan mushak oqsillari katta katabolik o'zgarishlarga duchor bo'ladi, ishdan so'ng dam olish davrida oqsillarning biosintez jarayoni keskin kuchayadi, demak, mushakning massasi va mushakning ATPazalik faolligi, ya'ni kuchning biologik asoslari keskin oshadi. Shu bilan birga, kuch ishlatadigan mashqlar garchi tezkorlik yuklamalariga nisbatan kam bo'lsa-da, asosan ATPning anaerob resintezi bilan sodir bo'ladi. Shuning uchun kuch ishlatadigan mashqlanish, sportchining tezkorlik sifatlariga ham zamin tayyorlab, kreatinkinaza reaksiyasi va anaerob glikoliz jarayoni imkoniyatlarining biroz ko'payishiga yordam beradi. ATP resintezi aerob yo'li imkoniyatlari kuch ishlatiladigan mashqlar bilan mashqlanish ta'sirida juda kam darajada oshadi yoki ba'zi hollarda umuman oshmaydi.

Uzoq davom etadigan mashqlar qo'llaniladigan mashqlanishda ishning kislorod iste'moli nisbatan turg'un holatida bajariladi. ATP resintezi anaerob yo'llari faqat ishning boshlanishida juda qisqa vaqtda ro'yobga chiqadi va organizmda sodir bo'ladigan biokimyoviy o'zgarishlarga u qadar jiddiy ta'sir ko'rsatmaydi. Ishning butunlay davomida ATP resintezi aerob mexanizmlari deyarli to'la ustunlik qiladi. Agar ishning boshlanishida uncha katta bo'lmagan kislorod qarzi bo'lsa (kislorod ehtiyojining 5-10% atrofida), ishning davomida butunlay yo'qolib ketadi. Mushaklarda oqsillar miqdori o'zgarmaydi, chunki ularning parchalanishi va sintezi tenglashgan. Shuning uchun ham chidamkorlik rivojlantirishga yo'naitirilgan mashqlar bilan mashqlanish energiya ishiab chiqarish aerob jarayonlarining imkoniyatlarini yaxshi rivojlantiradi, mushaklar va jigarda glikogen 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, respublikamizning jismoniy tarbiya yangi komplekslari -"Alpomish" va "Barchinoy" xizmat qiladi.

### **Mashqlanish, mashqlanishning orqaga qaytishi va o'ta mashqlanish vaqtidagi biokimyoviy o'zgarishlar**

Bir qator mualliflar o'zlarining ilmiy-tadqiqot ishlarida shu narsani qayd qiladilar, ya'ni mashqlangan organizmning mushaklari uchun xarakterli biokimyoviy o'zgarishlar har xil vaqtda va ma'lum ketma-ketlikda rivojlanadi:

-aerob oksidlanish jarayonlarining imkoniyatlari va glikogenning

zahirasi hammasidan ko'ra tezroq ko'payadi;

-mushaklarning struktura oqsillari miqdori va anaerob glikolizning intensivligi oshadi;

-mushaklarda kreatinfosfatning zahirasi ko'payadi.

Mashqlanishni to'xtatgandan keyin, ya'ni mashqlanishning orqaga qaytish jarayonida ana shu biokimyoviy o'zgarishlar boshlang'ich darajasiga quyidagi tartibda qaytadi:

-birinchi navbatda kreatinfosfatning miqdori;

-anaerob glikolizning intensivligi va glikogenning miqdori;

-mushaklarning 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'rsatkichlar miqdorining 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 -glikoliz faolligining pasayishi va juda o'ta mashqlanishlikda -mushaklarda glikogen miqdorining pasayishi ro'y beradi.

Energiyani o'zgartirish aerob mexanizmlari borishining buzilishi shunga olib keladiki, ya'ni o'ta mashqlanish sharoitida ATP resintezi to'la bo'lmagan intensivlikda boradi, azot asoslari va aminokislotalarning dezaminlanish reaksiyalari kuchayadi, buning natijasida mushaklarda ammiakning konsentratsiyasi oshadi, ish vaqtida energiya manbalari tejamsiz sarftanadi, o'ta mashqlanishlik holatida tananing massasi anchagina yo'qoladi. Xullas, o'ta mashqlanganlik patologik hodisa sifatida sportchining umumiy jismoniy ish qobiliyatining pasayishiga olib keladi.

## **XVII-BOB. SPORTCHILAR OVQATLANISHINING BOKIMYOVIY ASOSLARI**

*1.Ovqatlanish va ratsional balanslashtirilgan ovqatlanish haqida tushuncha*

*3.Sportchilarning ovqatlanishining o'ziga xos biokimyoviy xususiyatlari.*

*4.Masqlanish va musobaqa kunlarida sportchilar ovqatlanishinig o'ziga xos biokimyoviy xususiyatlari*

*5.Ovqatlanish omillari yordamida sportchilarning ish qobiliyatini oshirish va tiklanish jarayonlarining biokimyoviy yo'llari*



## Ovqatlanish va ratsional balanslashtirilgan ovqatlanish haqida tushuncha

Insonning ovqatlanishi ikkita muhim vazifani bajaradi:

1) organizmni energiya bilan ta'minlaydi, bu energiya uning doimiy hayot faoliyatida sarflanadi; 2) organizmning plastik almashinuvida (qurilishida) moddalar bilan ta'minlaydi va bu moddalar to'qimalar va hujayra qismlari tuzilishi va almashinishi uchun zarurdir. Ovqatning energetik funksiyasi uglevodlar va yog'lar asosida, plastik funksiyasi esa oqsillar asosida yotadi. Bundan tashqari ovqatlanish organizmning modda almashinuvini bajarishda muhim bo'lgan vitaminlar, shuningdek, qon va to'qimalar normal osmotik bosimi elektrolit nisbatini ta'minlovchi suv va turli mineral moddalar ham juda zarurdir. Ovqatning energetik qiymati asosan issiqlik birligi-kilokalloriya bilan belgilanadi. Shu birlik asosida organizmning energiya sarfi hisoblanadi. U asosan organizmning energiya sarfiga teng bo'ladi. Ovqatning kalloriyligi asosiy oziq moddalar – oqsillar, yog'lar va uglevodlar umumiy kalloriyligi yig'indisiga tengdir. Odam organizmi misolida bu moddalar nisbati 1:1:4, yani 1 g oqsilga 1 g yog' va 4 g uglevod talab qilinadi. Chunki 1 g uglevod 4,1 *kcal*, 1 g yog' esa 9,3 *kcal* energiya beradi. Sutkalik energiya kalloriyligi 14 % oqsil, 31 % yog' va 55 % uglevoddan hosil bo'ladi. Ovqat kalloriyligi umumiy miqdori ortishi bilan bu nisbat o'zgarmaydi. Masalan, oqsil absolyut miqdorining ortishi yog'lar va uglevodlar miqdori proporsional ortishiga teng bo'lishi kerak. Ovqatning umumiy kalloriyligi 3000 *kcal* bo'lganda oqsil miqdori 104 g ni, yog' -100 g va uglevod 400 g ni tashkil qilsa, umumiy kalloriylik 5000 *kcal* bo'lganda bu miqdor 170 g, 166 g va 670 g ga teng bo'ladi.

Organizmning mehnat faoliyati qancha intensiv bo'lsa, energiya ham shuncha ko'p talab qiladi va ovqatning kalloriyligi ham yuqori bo'lishi kerak. Aqliy faoliyat bilan shug'ullanuvchi kishilarda ovqatning kalloriyligi sutkasida 3000-3200 *kcal*, mexanizatsiyalashgan mehnat faoliyatidagi kishilarda 4000 *kcal* va og'ir jismoniy faoliyat bilan shug'ullanuvchi kishilarda esa 5000 *kcal* ga teng bo'lishi kerak.

Sport bilan shug'ullanadigan kishilarning energiya sarfi 4000-6000 *kcal* bo'lishi zarur. Shuning uchun ham sportchining ovqat ratsioni mexanizatsiyalashgan yoki og'ir mehnat bilan shug'ullanadigan kishilar ovqat ratsioni singari bo'lishi kerak. Biroq bunday emas, sportchi organizmida kechadigan modda almashinuvi bilan og'ir mehnat qiladigan kishi organizmida kechadigan modda almashinuvi orasida farq mavjud. Birinchidan, bu farq sport mashqlari vaqtida modda almashinuvining yuqori intensivlikka ega ekanligidadir. Ishchining sutkalik energiya sarfi (5000 *kcal*) 7 soat davomida sekundiga 0,03 – 0,05 *kcal* miqdorni tashkil qilsa, marafon yuguruvchisi sekundiga 0,3 *kcal*, styuerch sekundiga 3 *kcal* energiya sarflaydi.

Ikkinchidan, ko'pchilik sport mashqlari kislorod taqchilligiga, ya'ni sport mashg'ulotlari vaqtida organizmga kislorod to'liq yetishmaydi. Oddiy ish bilan shug'ullanadigan kishilar uchun bu narsa xarakterli emas. Shuning uchun ham oddiy ish sharoitidan farqli ravishda sport mashqlari vaqtida anaerobiaza jarayoni sodir bo'ladi va bu reaksiyalar natijasida ATF resintezi amalga oshadi.

Bunday vaqtda ma'lum bo'lishicha, to'qima oqsillari mashg'ulotlar davrida sarflanadi va dam olish vaqtida keragidan ortiqroq sintezlanadi. Shuning uchun ham bu jarayonni ovqat ratsioni tarkibidagi oqsil moddalar miqdorini oshirish orqali normallashtirish mumkin. Sportchining oqsil moddalarga bo'lgan talabining yuqoriligiga sabab, sport mashg'ulotlari vaqtida kuchli psixologik va emotsional holatning vujudga kelishi natijasida qonda almashinmaydigan aminokislotalarning yo'qolishiga olib keladi.

Intensiv jismoniy mashqlar vaqtida uglevodlar asosiy oksidlovchi bo'lib, anaerob glikoliz jarayonida oksidlanadi. Yog'larning anaerob oksidlanishi nisbatan chegaralangan. Shuning uchun ham sportchi ovqati sport bilan shug'ullanmaydigan kishining ovqati bilan solishtirilganda oqsil va uglevodga boy, biroq, nisbatan kam yog'lik bo'lishi kerak.

Sportchi ovqatida oqsil, yog' va uglevodlar nisbati 1:0,7- 0,8, ya'ni 1 g iste'mol qilinadigan oqsilga 0,7- 0,8 g yog' va 4 g uglevod to'g'ri kelishi kerak. Boshqacha qilib aytganda, umumiy ovqat kalloriyasining 15 % ini oqsillar, 25 % ini yog'lar va 60 % ini uglevodlar tashkil qilishi kerak. Jismoniy mehnat bilan shug'ullanadigan kishilar singari, sportchining ovqat kalloriyasida (5000 *kcal*) oziq moddalar nisbati: 183 g oqsil, 134 g yog' va 732 g uglevoddan iborat bo'ladi.

Sportchi ovqatining ikkilamchi muhim jihati vitaminlar va mineral moddalarga bo'lgan talab normalarining nisbatan yuqoriligidadir. Sport mashg'ulotlari vaqtida moddalar almashinuvining intensiv yuqoriligi vitaminlarga bo'lgan talabning ortishi bilan izohlanadi. Bunda to'qimalarda fermentlar yuqori aktivligi va kofermentlar miqdori yuqoriligi talab qilinadi.

Ma'lum bo'lishicha, ko'pgina vitaminlar organizmda fermentlar va kofermentlar sistemalarini hosil qilish uchun sarflanadi. Masalan, B<sub>1</sub> vitaminidan kokarboksilaza (tiaminpirofosfat), vitamin PP –NAD va NADF, B<sub>2</sub> vitaminidan flavin (FAD), B<sub>6</sub> vitaminidan atom va guruhlarni molekulalararo tashuvchi piridoksal fermenti, pantoten kislotasidan –Koenzim A va hokazolar sintezlanadi.

Organizm uchun mineral moddalar juda muhimdir. Ayniqsa, ular orasida sportchilarning fosforgia bo'lgan talabi yuqoridir. Bu ikki narsa bilan bog'liq.

Birinchi, sport mashg'ulotlari vaqtida ATF ning anaerob parchalanishi jarayonida noorganik fosfatning bir qismi sarflanadi. Natijada uning organizmda yetishmasligi ATF sintezi jarayoni uchun zarur bo'lgan shunday moddalarning taqchilligiga olib keladi. Sportchilarning sport bilan shug'ullanmaydigan kishilarga nisbatan fosfor sarfi ikki marta yuqoridir. Ikkinchi, mashg'ulotlar vaqtida va mashg'ulotlardan keyingi dam olish vaqtida qator fosforli birikmalar (kefalinfosfatlar, lipidlar, turli kofermentlar va h.) sintezi tezlashadi va suyaklarda mineral elementlar miqdori ortadi.

Organizmda fosforning yaxshi o'zlashtirilishi uning kalsiy bilan o'zaro nisbatiga (1,5-1) bog'liq bo'lib, sportchi ovqati faqatgina fosforli tuzlarga boy bo'lib qolmasdan, balki kalsiyli tuzlar ham bo'lishi kerak. Chunki organizmda fosfor miqdorining ortishi o'z navbatida kalsiy miqdorining ortishini talab qiladi.

Organizmida intensiv kechadigan sport mashg'ulotlari uchun va modda almashinuvi uchun zarur elementlardan biri magniydir. U turli moddalar almashinuvi reaksiyalarida (glyukozani fosforlash va fruktozafosfatlar, fosfoglitserin va fosfopirouzum kislotalarni oksidlash) ishtirok qiladi.

Nihoyat, sportchilarda sport bilan shug'ullanmaydigan kishilarga nisbatan osh tuziga bo'lgan talab ham bir necha marta yuqoridir. Bu narsa sportchining umumiy ovqatlanishiga bog'liq.

Biroq sportchi ovqati organizmni faqat energiya bilan ta'minlab qolmasdan, balki plastik almashinuv mahsulotlari, vitaminlar, mineral moddalar va suv ham zarur. Ularga talab sportchi ish faoliyati yuqoriligi bilan bog'liq bo'lib, zo'r jismoniy zo'riqishda yo'qotilgan moddalar o'rnini organizm dam olish davrida qayta tiklashi zarur.

Bu masalani hal qilish uchun sportchi organizmiga oziq moddalarni kiritish, modda almashinish reaksiyalarini aktivlash va boshqarish zarur bo'lib, ma'lum jismoniy mashqlarni bajarishda vujudga keladigan zo'riqishlarning oldini olish uchun muhimdir. Bu moddalarga oddiy uglevodlar (glyukoza, saxaroza), fosfat kislota tuzlari, aminokislotalar kompleksi yoki alohida aminokislotalar (metionin va glyutamin kislotasi), to'yinmagan poliyog' kislotalari, vitaminlar va boshqa moddalar almashinuvining oraliq mahsulotlari (limon va olma kislotalari) kiradi.

Hozirgi zamon sportchilarni yuqori rekord qilishlari uchun ulardan tegishli darajada tayyorgarlikni talab qiladi. Musobaqalar davomida mashqlanish yuklamalarini oshirish, iqlim sharoitlarini tez-tez o'zgartirib turishi, mashqlanishni o'rta tog'liq joylarda o'tkazish, shuningdek, sportchini texnik tomondan tayyorlash – bular hammasi sportda yuqori natijalarga erishish maqsadida bo'lib sportchidan juda katta jismoniy kuch talab qiladi.

Sportchini yuqori darajadagi funksional holatini saqlashning asosiy komponentlaridan biri – bu tarkibi tenglashtirilgan ovqatlanishdir. Tarkibi tenglashtirilgan ovqatlanish o'zining ming yillik tarixiga ega. U ikkita asosiy vazifani o'ziga qaratadi:

1. Organizmni hayotiy faoliyati jarayonida sarflanadigan energiya bilan doimo ta'minlash;

2. Organizmni kerakli va doimo yangilanib turuvchi to'qima va hujayra strukturalarini qurilishini plastik (qurilish) moddalari bilan ta'minlash.

Ozuqa mahsulotlarini (to'liq) qiymatli ratsioni tarkibiga 5 ta sinf mahsulotlari kirib, har biri asosiy rol o'ynaydi.

**Uglevodlar.** Uglevodlar juda keng tarqalgan ovqat mahsulotlari hisoblanadi. Uglevodlarning oksidlanishi natijasida odam organizmida energiyani asosiy qismi hosil bo'ladi. Ular shuningdek, hujayrada va hujayra hosil bo'lishi komponentlarining biosintez manbaidir.

1 g uglevodning to'liq oksidlanishida 4,2 kkal energiya ajraladi.

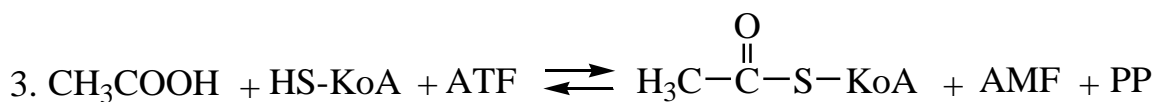
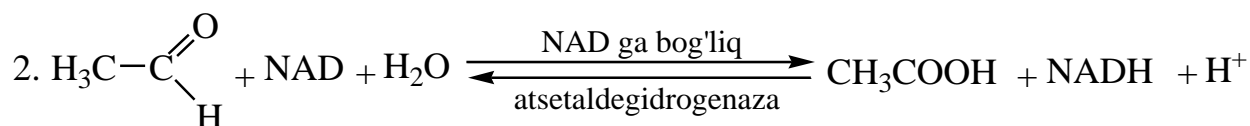
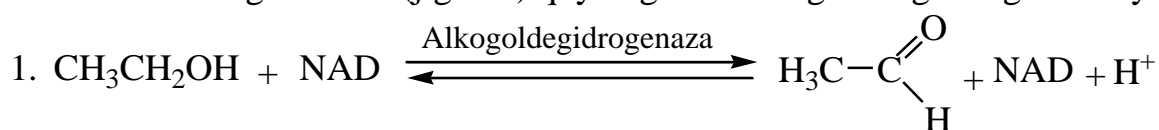
Odam ovqatlari tarkibidagi uglevodlar almashtirib bo'lmaydigan komponentlar hisoblanmaydi, ammo uglevodga boy mahsulotlar organizmida tez hazm bo'lishi bilan boshqa oqsil va yog' mahsulotlari boshqa ko'pgina

mamlakatlarda asosiy ovqat mahsulotlari hisoblanadi. O'zimizda ham asosiy ovqat mahsulotlari oqsil va yog' mahsulotlari hisoblanadi. Bir yilda har bir kishiga 8-10 kg go'sht mahsulotlari to'g'ri keladi.

Ko'pgina chet el mamlakatlarida ovqat mahsulotlarini umumiy kalloriyasi uglevodlar hisobiga 70 % va undan ko'proq 90 % olib boriladi. Taraqqiy etgan mamlakatlarda ko'pincha go'sht va sut mahsulotlari iste'mol qilinib, ugluvodlarga kunduzgi tarkibining 45 % kaloriyasi to'g'ri keladi. Masalan, AQSHda erkaklar talabalik yoshida ovqatida 400 g uglevodlar iste'mol qiladi. Buning 60 % kraxmal va 40 % shakarga to'g'ri keladi.

Etanol ham energiya manbai bo'lib xizmat qiladi. Etanol yuqori energiya zahirasini tutadi, ya'ni 1 g etil spirtining oksidlanishidan 7 kkal energiya ajraladi.

Etanol organizmda (jigarda) quyidagicha biologik o'zgarishga uchraydi:



Sut emizuvchilar organizmda, shuningdek, odamda glyukoneogenez uchun kerakli 2-uglerodli birikmalarni (atsetil-KoA) uch uglerodli (piruvat) birikmalarga aylanishi mexanizmi yo'q. Shuning uchun etanol - atsetil- KoA ga aylanadi, ammo oxirida glyukozaga aylana olmaydi.

Keyingi yillarda tez-tez sun'iy qand mahsulotlari – saxarin va aspartam qand kasali bilan kasallangan kishilar uchun ovqatni kalloriyasini tushirish uchun ishlatilmoqda.

**Yog'lar.** Hayvon va o'simlikdan olingan triglitseridlar (neytral yog'lar) ham uglevodlar singari energiya manbai bo'lib xizmat qilish bilan birga xolesterin va boshqa steroidlarni uglerod atomlarini manbai bo'lib xizmat qiladi.

O'simlik triglitseridlari ham almashtirib bo'lmaydigan yog' kislotalarining manbai bo'lib xizmat qiladi. Ovqatdagi umumiy lipidlarning 98 % triglitseridlarga to'g'ri keladi; qolgan 2 % fosfolipidlarga, xolesterin va uning efirlariga to'g'ri keladi.

Uglevodlarni oksidlanishiga nisbatan (4,2 kkal) triglitseridlarni oksidlanishida 2 marta ko'p energiya (9,5 kkal) hosil bo'ladi.

Hayvon triglitseridlari to'yingan yog' kislotalariga boy bo'lib, qattiq holatda bo'ladi. O'simlik yog'lari tarkibida to'yinmagan yog' kislotalaridan (olein, linolen va araxidonat) bo'lib, ular ko'pincha suyuq bo'ladi.

To'yinmagan yog' kislotalari odam va hayvon organizmda sintezlanmaydi, shuning uchun ularni ovqat orqali olishadi. Linol kislotasi organizmda araxidon

kislotasining sintezi uchun juda kerakli hisoblansa, araxidon kislotasi o'z navbatida prostoglandinlar va tromboksinlarning hosilalari hisoblanadi.

Rivojlangan mamlakatlar xalqlari ovqati tarkibida tozalangan qandlar bilan birga yog'lardan, ayniqsa hayvon yog'lari asosiy joy egallaydi. Shuning uchun ham rivojlangan davlatlarda arteroskleroz, yurakni ishemik kasali, miyada qon aylanishining buzilishi kabi kasalliklar shular bilan bog'liq deyishadi. Arteroskleroz kasalligida arteriya va qon tomirlarida lipidlarning yig'ilishi boshlanadi va qonning oqishini chegaralab qo'yadi (xolesterol va to'yingan yog' kislotalari). Ana shunday sabablarda lipid to'planishining oshishi, yurak va miya tomirlarida ishemik kasallik yoki insultning rivojlanishiga olib keladi. Miokard to'qimasiga yoki miyaga kislorodning kam kelishi natijasida odam o'ladi. Shuning uchun hayvonlar yog'i, go'shti, tuxumi, sut, sariq yog' va pishloq kabi mahsulotlarni (30 % gacha) o'simlik yog'lariga almashtirish kerak, chunki ular organizm uchun kerakli bo'lgan yarim to'yinmagan yog' kislotalariga boy bo'ladi.

Kaloriyasi jihatidan to'yingan va to'yinmagan yog' kislotalari taxminan bir xil bo'ladi. Shuni tushunish kerakki, semirish organizmning ovqatga bo'lgan talabining oshishi natijasida ortiqcha yog'ga, uglevodlarga, oqsillarga talabini orttiradi.

**Oqsillar.** Oqsillar odam ovqati tarkibini almashtirib bo'lmaydigan komponentlaridan hisoblanadi. Me'yorida ovqatlanish uchun ular tarkibida 9 ta almashtirib bo'lmaydigan aminokislotalar bo'lishi kerak. Ularga valin, leysin, izoleysin, treonin, metionin, lizin, triptofan, gistidin bir sutkada talab 3 mg dan 14 mg/kg og'irligiga erkaklar uchun, 4-59 mg/kg bolalar uchun, 3-13 mg/kg ayollar uchun talab etiladi.

Ovqat tarkibidagi oqsilning asosiy funksiyasi – plastik (qurilish) funksiyasidir. U aminokislotalar manbai bo'lib, oqsillar biosintezida o'suvchi organizmlar bilan bilan bir qatorda oqsillarning yangilanishida va aylanib turishini ta'minlaydi.

Ikkinchidan - oqsil aminokislotalari gormonlar manbai bo'lib, adrenalin, noradrenalin, tiroksin, sintezida ishtirok etadi.

Uchinchidan – aminokislotalar tarkibidagi uglerod skeletini oksidlanishi uncha katta bo'lmasa-da (14-15%) har kungi umumiy energiya sarflanishida muhim rol o'ynaydi.

**Vitaminlar.** Vitaminlarni ikki guruhga bo'lib o'rganamiz:

Suvda eruvchi vitaminlar

Yog'da eruvchi vitaminlar

Vitaminlar odam va hayvonlar organizmida sintezlanmaydi. Shuning uchun ular organizmga ovqat bilan kirishi kerak. Vitaminlar almashtirib bo'lmaydigan komponentlar bo'lib, maxsus koferment va fermentlar tarkibiga kirib metabolizm jarayonida maxsus reaksiyalarda ishtirok etadi.

**Organik bo'lmagan (mineral) moddalar.** Organizmni normal ovqatlanishi uchun kerakli bo'lgan mineral moddalarni 2 guruhga bo'lish mumkin:

**Makroelementlar:** kalsiy, magniy, natriy, kaliy, fosfor, xlor va boshqa elementlar organizm uchun har kun grammlar miqdorida kerak bo'ladi.

**Mikroelementlar:** temir, iod, rux, mis, kobalt, molibden, ftor bo'lib, organizm uchun har kuni mikrogrammlar miqdorida kerak bo'ladi.

Mineral moddalar murakkab organik birikmalarning struktur komponentlari bo'lib xizmat qiladi (oltingugurt va fosfor), suyak va tishda (kalsiy va fosfor), qon va to'qimalarda suv-tuz balansini saqlab turishda, elektrolitlar sifatida (kaliy, natriy, xlor), fermentlarni prostetik guruhida (temir, kobalt, mis, rux) qatnashadi.

Har xil sport turlari bilan shug'ullanuvchi sportchilar uchun ovqat tarkibi tuzilganda quyidagilarga e'tibor berilishi kerak:

Birinchidan, sportchini tayyorlanish bosqichlari hisobga olinishi kerak; yilning vaqti (qishda energiyaga bo'lgan talab 10% yuqori bo'ladi), klimatik sharoiti; sportchining yoshi, jinsi, og'irligi va boshqa yakka ko'rsatgichlari hisobga olinishi kerak.

Shularni hisobga olib, sportchi ovqatlanadigan ovqat tarkibi quyidagicha bo'lishi kerak:

1. Energiyani sarf qilishi o'sha vaqtga to'g'ri kelishi kerak;
2. Ovqat tarkibi bir-biriga teng (balanslashtirilgan), ya'ni kerak bo'lgan mahsulotlarni (oqsil, uglevod, yog'lar, vitaminlar, mineral moddalar, biologik faol moddalar) kerakli miqdorda tutishi kerak;
3. Ovqat mahsulotlari tarkibida hayvon va o'simlik mahsulotlarini tutishi kerak.
4. Organizmga tushgan mahsulotlar yengil hazm bo'lishi kerak.

Sportchilar uchun ovqat tayyorlash ham katta ahamiyatga ega. Ovqatni pishirganda ovqat tarkibidagi mahsulotlarni tabiiy holatini saqlab qolish, uni har xil qilib tayyorlash katta ahamiyatga ega. Ovqatni 3 marta qabul qilishning doimiy vaqti bo'lib, yuqori malakali sportchilar uchun 4 va 5 mahal ovqatlantirish ko'zda tutiladi.

Ovqatning kalloriyasi sportchini energiyani sarf qilish bilan to'g'ri kelishi kerak. O'z navbatida bular yoshiga, jinsiga, sportchining malakasiga, shuningdek, sport turiga ham bog'liq.

16-Jadvalda har xil sport turlari bilan shug'ullanuvchi sportchilar uchun sutkalik iste'mol qilinadigan asosiy oziq-ovqat moddalari va energiya ko'rsatgichi keltirilgan (1 kg tana og'irligiga nisbatan).

#### 16- Jadval

#### **Sportchilar ovqat ratsionining tarkibi va kalloriyasi (1 kg vaznga)**

Sport turlari	Oqsil (g)	Yog'lar(g)	Uglevodlar(g)	kalloriyasi
Gimnastika	2,0-2,0	1,6-1,8	9,0-9,5	60-65
Qilichbozlik	2,0-2,3	1,6-1,8	9,0-10,0	60-65
Yengil atletika:				
Qisqa va o'rta masofaga yugurish,	22,4-22,5	1,7-1,8	9,5- 10,0	65-70

sakrash				
Irg'itish	2,4-2,5	1,6-1,8	2,0-2,3	65-70
Uzoq masofaga yugurish:				
Sportcha yugurish	2,0-2,3	2,0-2,1	10,5-11,5	70-77
Juda uzoq masofaga yugurish;	2,4-2,5	2,1-2,3	11,0-13,0	75-85
Suzish	2,0-2,1	2,0-2,1	8,0-8,0	60-65
Og'ir atletika	2,5-2,5	2,1-2,3	10,0-11,0	70-77
Boks va kurash	2,4-2,5	2,0-2,1	9,0-10,0	65-70
Akademik qayiq haydash	2,1-2,3	2,0-2,1	10,0-11,0	68-74
Futbol	2,3-2,4	1,8-1,9	9,0-10,0	63-67
Xokkey	2,3-2,4	2,0-2,1	9,0-10,0	65-70
Basketbol va voleybol	2,1-2,2	1,6-1,7	9,0-10,0	60-66
Chang'i sporti:				
Qisqa masofa	2,0-2,1	1,9-2,0	9,5- 10,5	65-70
Uzoq masofa	2,1-2,3	2,0-2,1	10,5-11,0	70-73
Konkida yugurish sporti	2,0-2,1	2,0-2,1	9,0-9,5	64-67
O'q otish	2,1-2,3	1,5-1,6	9,0-10,0	60-65
Ot sporti	2,3-2,5	1,6-1,7	9,0-10,0	51-67
Velosiped sporti (Ko'p kunlik poyga)	3,0-3,9	2,7-2,9	11,0-12,0	82-90

Maxsus sport turlari bilan shug'ullanuvchi sportchilar uchun, masalan, chidamkorlikka qaratilgan bo'lsa, ovqat tarkibida oqsilning 14-15 foizi energiya sarf bo'lishini ta'minlasa, tez kuchlilikda 17-18%, boshqa turda (kulturizm, shtanga) 20 % ni tashkil qiladi.

Og'ir atletika, uloqtirish, gimnastika kabi sport turlari bilan shug'ullanuvchilar uchun 3 g/kg oqsil qabul qilish tavsiya qilinadi. Oqsilning miqdori bundan ortib ketsa, organizm ularni parchalab ulgura olmaydi. Shuningdek, 2 g/kg gacha kam qabul qilish ham to'g'ri kelmaydi. Bunda almashinuv jarayonlarining me'yoriy holati buzilib, organizmdan juda kerakli vitaminlardan C, tiamin, riboflavin, piridoksin va kaliy tuzlarini ajralishi kuchayadi.

Oqsil organizmda plastik funksiyani bajarishdan tashqari energiya manbai bo'lib xizmat qiladi. Organizmga tushadigan oqsilning 10-14 % oksidlanib, kerakli energiyani berishi mumkin. Bunday paytda oqsil tarkibidagi almashtirib bo'lmaydigan aminokislotalar asosiy rol o'ynab, ulardan bir kecha-kunduzda 3 mg dan 14 mg gacha iste'mol qilish tavsiya qilinadi (1kg tana og'irligiga nisbatan).

Sportchilar iste'mol qiladigan oqsilning asosiy xarakteristikalaridan biri - bu oqsil tarkibidagi aminokislotalik tarkibini bir xil darajada bo'lishidir. Agar tarkibda 55 - 65 % hayvon oqsili bo'lsa, unda u optimal hisoblanadi.

Sportchilar uchun lipid (yog') lar juda zarur bo'lib, bular sut va sut mahsulotlarida hamda o'simlik yog'lari bilan organizmga tushadi.

Jadal mashqlar va musobaqalardan oldin ratsion tarkibida yog' mahsulotlari kamroq bo'lishi kerak, chunki ular yuqori jismoniy va hayajonli yuklamalar paytida juda yomon hazm bo'ladi.

Maksimal va submaksimal yuklamalar davrida organizmni energiya bilan ta'minlash quvvati uglevodlar hisobida oshiriladi. Organizmni uglevodlar bilan to'yintirish uchun fruktoza tavsiya qilinadi.

Fruktozaning glyukozadan ustunligi shundaki, fruktozani qabul qilish qondagi qand miqdorini o'zgartirmaydi, shuningdek, oshqozon osti bezi insulinni ishlab chiqarishni oshirishni talab qilmaydi. Shunday paytda glikogen miqdori skelet mushaklarida glyukozani iste'mol qilganga nisbatan kamayadi.

Jadvalda har xil sport turlari bilan shug'ullanuvchi sportchilarga vitaminlarni talab me'yori keltirilgan. Agar zarur bo'lganda vitaminlarni qo'shimcha ovqatlar bilan iste'mol qilish talab qilinsa, u sportchilarning natijalari yaxshilanishi mumkin. Aksincha, ularning miqdorlarini orttirish organizm uchun og'ir bo'lgan kasalliklarni keltirib chiqarishga sabab bo'ladi.

Sportchilarni yil davomida tayyorlash bajaradigan vazifalariga qarab 4 bosqichga bo'linadi: tayyorlanish (asosiy tayyorlanish), musobaqa oldi, musobaqa davri va tiklanish bosqichlariga bo'linadi.

**Tayyorlanish (asosiy tayyorlanish bosqichi) davri.** Bu davrda, ya'ni jadal jismoniy yuklamalar (mashq qilishni rivojlantirib borish) paytida, birinchi o'rinda oqsilning sintezini kuchaytirish, ovqat tarkibini oqsillar va uglevodlar bilan to'ldirish turadi.

Bu davrda ovqat, asosan, oqsil-uglevodlarga qaratilgan bo'ladi. Ovqatda to'liq miqdorda to'la qiymatga ega bo'lgan oqsillar (go'sht, baliq, tvorog, pishloq, dukkakli mahsulotlar) vitaminlar va mikroelementlar bo'lishi kerak.

Oqsil-uglevodli aralashmalardan "multikraft" (ya'ni tarkibida 70, 80, 85 va 90% oqsillar to'plami) tavsiya qilinadi. Oqsil miqdori qo'shimcha ovqatlar bilan ham 40-50 g dan ortmasligi kerak (faqatgina oqsil hisoblanganda).

Tayyorlanish davrida vitaminlarni qabul qilish davom etadi (tiklanish davrida boshlangan), holbuki, bu vaqtda polivitaminlar majmuasini qabul qilishni 8-10 kunga to'xtatsa ham bo'ladi.

Alohida vitaminlardan kobalamid (B<sub>12</sub>) va B vitaminlar majmuasini berish maqsadga muvofiq bo'lib, bular oqsil sintezini kuchaytirishi bilan birga mushak oqsillarini parchalanishini ham yaxshilaydi.

Jismoniy yuklamalarni orttirib borishda plastik almashinuvni boshqarish uchun hujayrada mushak oqsilining sintezini mushak massasini orttirishini quvvatlovchi dori-darmonlarni qabul qilish katta ahamiyatga ega. Bu guruhga, ya'ni anabolik dori-darmonlargi egdisten, mildronat, karnitin xloridi va boshqalar kiradi.



Bu vaqtda immunomodulatorlar sifatida mo'miyo, asal tavsiya qilinadi. Bularni ertalab och qorinda qabul qilish kerak.

Tayyorlov davrida antioksidant dori-darmonlar tavsiya qilinadi. Bularga ensefabol, ubixinon, tokoferol, atsetat, gammapon, natriy suksinati kabilar kirib, miyada ATF sintezini yaxshilash bilan hujayra nafas olishini quvvatlaydi, gipoksiyaga qarshi ta'sirlarni, hayajonlanish va sportchining ish qobiliyatini oshiradi.

**Musobaqa oldi davri.** Musobaqa oldi davrida ovqat ko'proq uglevodlarga boy bo'lgan mahsulotlarga qaratilgan bo'lib, bunda fruktozani iste'mol qilish maqsadga muvofiq bo'ladi. Amerikalik shifokorlar sportchilar chidamkorligini oshirish uchun ko'proq uglevodlarga to'yingan quyidagilarni tavsiya qiladi: startga 10-12 kun qolganda ovqat uglevodlariga bo'lgan talabni pasaytirib borib, 5 kunda uglevodlarga talabni minimumga olib boradi. Keyin sekin-asta uglevodga bo'lgan talabni oshirib, start kuni maksimumgacha orttiradi.

Bu davrda farmakologik dori-darmonlarga bo'lgan talab kamaytirib boriladi. Polivitaminlarni qabul qilish kamaytirilib, bir kunda 1-2 tabletkaga tushiriladi. Alohida vitaminlardan kobalamid, kokarboksilazalar va C vitaminini tavsiya qilish maqsadga muvofiq bo'ladi. Musobaqa oldi davrining ikkinchi yarmida (startga 8-10 kun qolganda) adaptagen va energiyaga boy dori-darmonlardan ATF, fosfogen, KrF, fosfoden, neoton va boshqalarni qabul qilish ATF sintezini va qisqaruvchi mushaklarning faoliyatini yaxshilaydi.

Qizlarga ferroleksa, konferona va boshqa dori-darmonlar tavsiya qilish mumkin. Ko'pincha shunday bo'ladiki, ya'ni bosh startlar bo'ladigan kunlarda mensturatsiya to'g'ri kelib qoladi. Mensturatsiyani 2-3 kunga kechiktirish uchun askorutin dori – darmoni qabul qilinsa foydali bo'ladi. Askorutin musobaqaga 10-14 kun qolganda bir kunda 1 tabletkadan 3 marta qabul qilinishi kerak.

**Musobaqa davri.** Musobaqa davrida qabul qilinadigan farmakologik dori-darmonlar ko'proq qisqartiriladi. Yuqorida ko'rsatilgan guruh farmakologik dori-darmonlardan musobaqa davrida faqatgina adaptogenlar, energiyaga boy mahsulotlar va intermediatlar, ATF, fosfogen, fosfobion, inozin, neoton, KrF, va minimal miqdordagi vitaminlar (juda ham kam miqdorda) bo'lishi kerak. C, E, B<sub>1</sub> vitaminlarning barchasi start orasidagi tiklanish jarayonlarini tezlashtiradi, mushak tolalarining yuqori qisqaruvchanligini orttirib, hujayraning nafas olish jarayonlarini quvvatlab turadi.

Farmakologik dori-darmonlarga aktoprotektorlar kirib, bular sportchilar arsenaliga yaqinda kirib kelishiga qaramasdan, sportchilar orasida keng maqsadda ishlatilmoqda. Bularga natriy suksinat, limon va qahrabo kislotasi hosilalari kiradi.

Aktoprotektorlar organizmga jismoniy yuklamalar paytida metabolizm buzilishini boshlanishini tutib turadi, to'qimalar nafas olishini quvvatlaydi, makroergik birikmalar ATF, KrF ni ko'paytirib, sintezini qo'llab – quvvatlab turadi.

**Tiklanish davri.** Tiklanish davrida ovqat uglevodlar va yog'larga boy bo'lishi, oqsil esa kamroq bo'lishi tavsiya qilinadi. Ovqat tarkibida albatta yangi

mevalar va sabzavotlar, sharbatlar, biologik qiymati yuqori bo'lgan mahsulotlar bo'lishi kerak. Bu paytda sportchining og'irligiga e'tibor berish zarur. Sportchining vazni (o'zining "g'olibona" og'irligi) 2-3 kg dan ortib ketmasligi kerak.

Yuqoridagi aytilgan fikrlarga asoslanib, tiklanish davrining asosiy vazifalari quyidagilardan iborat bo'ladi:

- organizmdan metaboltik "shlaklar"ni chiqarish;
- organlar va tizimlarni har xil kasalliklardan davolash;
- jismoniy va ruhiy zo'riqishlarni qabul qilishga tayyorlash.

Bu vazifalarni hal qilish uchun quyidagi farmakologik dori-darmonlar ishlatiladi:

A va E vitaminlar alohida va birga qabul qilinadi.

Vitaminlar majmuasi sport uchun bo'lib, tarkibidagi mikroelementlar tarkibi tenglashtirilgan kompenvit, glutamevit (Rossiya), polivitapleks (Vengriya), promonta, biovital (Germaniya), supradin va evelit (Shvetsariya) beriladi.

17- jadval

**Mo'tadil jismoniy yuklama vaqtida katta yoshli odam organiziminig ozuqa moddalariga bo'lgan bir kecha- kunduzli ehtiyoji**

Ozuqa moddalar	Bir kecha – kunduzli ehtiyoj	Ozuqa moddalar	Bir kecha – kunduzli ehtiyoj
1	2	3	4
<b>Oqsillar</b>	80-100g	PP(nikotin kislotasi )	15-25 mg
Shu jumladan			
Hayvonlar	50-60g	H (biotin)	0,1-0,3mg
O'simliklar	40-50g	A (retinol)	1,5-2,5mg
Aminokislotalar:		D (kalseferonlar)	7-12mkg
Almashinmaydigan	20-31g	E (tokoferonlar )	12-15mg
Almashinadigan	47,5-51g	K (naftoximonlar )	1-3mg
<b>Uglevodlar</b>	400-500g	Lipoat kislotasi	0,5mg
Shu jumladan :		Inozit	0,5-1,0 mg
Kraxmal	400-500g	Mineral moddalar :	
Oddiy qandlar	50-100g	Kalsiy (Ca)	0,8-1,0 g
Kletchatka (sellyuloza,pektin)	25g	Fosfor (P)	1,0-1,5g
<b>Yog'lar</b>	80-100g	Natriy (Na )	4-6g
Shu jumladan;		Kaliy (K)	2,5-5g
Hayvonlar	75-80g	Xlor (Cl)	5-7g
O'simliklar	20-25g	Magniy (Mg)	0,4-0,5g
Xolesterin	0,3-0,6g	Temir (Fe)	10-18mg
Polito'ynmagan moy kislotalari	2-6g		
		Rux (Zn)	10-15mg
1	2	3	4
<b>Vitaminlar</b>			
V <sub>1</sub> (tiamin )	1,3-2,6mg	Marganes (Mn)	5-10mg
V <sub>2</sub> (riboflavin)	1,5-3,0mg	Yod (I)	0,1-0,2mg
V <sub>3</sub> (pantoten kislotasi)	5-10mg	Ftor (F)	2-4mg
V <sub>6</sub> (piridoksin)	1,5-3,0mg	Mis (Cu)	2mg
V <sub>12</sub> (kobalamin )	1-3mkg	Kobalt (Co)	0,1-0,2mg
		Molibden (Mo)	0,5mg
V <sub>12</sub> (pangam kislotasi)	2mg	Selen (Se)	0,5mg
C (askorbin kislotasi )	75-100mg	Xrom (Xr)	0,02-0,5mg

18- jadval

**Sportchilar organizmining vitaminlarga bo'lgan sutkalik ehtiyoj**

Sport turlari	Askorbin kislotasi (C) mg	Tiamin (B <sub>1</sub> ) mg	Riboflavin (B <sub>2</sub> )mg	Pantoten k-ta (B <sub>2</sub> ) mg	Piridoksin (B <sub>6</sub> ) mg	Fol k-tasi (B <sub>6</sub> ) mkg	Kobalamin (B <sub>12</sub> ) mkg	Nikotink-tasi (PP)mg	Retinol (A)mg
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gimnastika figurali uchish	120-175	2,5-3,5	3,0-4,0	16	5-7	400-500	3-6	21-35	2,0-3,0
Yengil atletika sprint, sakrashlar	150-200	2,8-3,6	3,6-4,2	18	5-8	400-500	4-8	30-36	2,5-3,5
O'rtaja uzoq masofaga yugurish	180-250	3,0-4,0	3,6-4,8	17	6-9	500-600	5-10	32-42	3,0-3,8
Marafon	200-350	3,2-5,0	3,85-5,0	19	7-10	500-600	6-10	32-45	3,2-3,8
Suzish suv polosi	150-250	2,9-3,9	3,4-4,5	18	6-8	400-500	5-10	32-45	3,2-3,8
Og'ir atletika kulturizm ulotqirish	175-210	2,5-4,0	4,0-5,5	20	7-10	450-600	4-9	25-45	2,8-3,8
Kurash bokis	175-250	2,4-4,0	3,8-5,2	20	6-10	450-600	4-9	25-45	3,0-3,8
Eshkak eshish akademik eshkak eshish	200-300	2,1-4,5	3,6-5,3	19	5-8	500-600	5-10	30-35	3,0-3,8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Baydarka, kanoe	180-220	3,0-3,9	3,9-4,4	18	5-8	400-500	4-8	30-35	3,0-3,6
Sport o'yinlari futbol, xokkey basketbol, voleybol	190-240	3,0-4,20	3,8-4,8	18	6-9	450-550	5-8	30-40	3,2-3,7
Velosport trekda haydash	150-200	3,5-4,0	4,0-4,6	17	6-7	400-500	5-10	28-40	2,8-8,6
Shosseda haydash	200-350	4,0-4,8	4,6-5,2	19	7-10	500-600	5-10	32-45	3,0-3,8
Chang'i sporti qisqa masofalar	150-210	3,4-4,0	3,8-4,6	18	7-9	450-500	5-8	30-40	3,0-3,6
Uzoq masofa	200-350	3,8-4,9	4,3-5,6	19	6,9	500-600	6-10	34-45	3,0-3,8
Konkida yugurish sporti	150-200	3,4-3,9	3,8-4,4	18	7-9	400-550	4-9	30-40	2,5-3,5

**19- jadval**

**Sportning har xil turlari uchun asosiy oзуqа moddalari va energiya bo'lgan sutkalik ehtiyoji (har 1kg tana massasiga )**

<b>Sport turlari</b>	<b>Oqsillar , g</b>	<b>Yog'lar , g</b>	<b>Uglevodlar g</b>	<b>Kaloriyalik , 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 , kulturizim , 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	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	10,2-11,2	67-74
Uzoq masofa	2,4-2,6	2,0-2,4	11,5-12,6	74-82

**Nazorat savollari**

1. "Ovqatlanish" atamasi nimani anglatadi va ratsional balanslashtirilgan ovqatlanish nazariyasining asosida qanday tushuncha yotadi?
2. Odamning sutkalik ratsioni oзуqа moddalarining tarkibida kimyoviy moddalarning qaysi guruhlari kiradi va ular qanday asosiy funksiyalarni bajaradi?
3. Balanslashtirilgan ovqatlanishning umum qabul qilingan formulasiga binoan sport bilan shug'ullanmagan odamlarning sutkalik ratsionida oqsillar, yog'lar va uglevodlarning miqdori qismlarda va oзуqalarning umumiy energiyasining foizlarida qanday nisbatlarda bo'lishi kerak?
4. Sutkalik energiya sarfining miqdori, mashqlanish va musobaqa yuklamalarining intensivligi va boshqa parametrlariga qarab sportchilarning ovqatlarida oqsillar, yog'lar va ulevodlarning optimal nisbatlari qanday bo'lishi kerak?
5. Sportchilarda sport bilan shug'ullanmaydigan odamlarga nisbatan qaysi bir vitaminlarni iste'mol qilish miqdori ko'payadi v anima uchun?
6. Jismoniy mashqlarni bajarish sharoitiga qarab sportchilar organizmining mineral moddalarga bo'lgan ehtiyoji qanday o'zgaradi?
7. Mashqlanish va musobaqalar vaqtida ovqatlarning qaysi bir tez ta'sir qiladigan omillari yordamida sport ish qobiliyatini oshirish mumkin?

8. Qaysi ozuqa moddalar sportchilarning organizmida tiklanish jarayonlarini tezlashtirishga olib keladi?

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. To'uchiboyev M.U. Sport biokimyosi. –Т.:”Cho'lpon” nomidagi NMIU, 2012.- 200 b.
2. Valixonov M.N.Biokimyo. –Т.:”Universitet”, 2010.- 297 b.
3. Михайлов С.С. Спортивная биохимия. Учебник для вузов и колледжей физической культуры. М.Советский спорт. 2013.-348с,
4. Михайлов С.С. Биохимические основы спортивной работоспособности: учебное пособие. – СПб.: НГУ им. П.Ф. Лесгафта], 2010. – 144 с.
5. Осипова Г.Е., Сычева И.М., Осипов А.В. Биохимия спорта.-2- изд. -М. Юрайт, 2021.-135с.
6. Биологическая химия. Под ред. Чл.-корр.РАМН С.Е.Северина. - М.ГЭОТАР-Медиа, 2011.-624с
7. Zikirayev A., P.Mirxamidova. Biologik kimyo va molekulyar biologiya. I-qism. –Т. Tafakkur bo'stoni.2013. -224 b.
8. Berdiyeva V.T. Bioximiya (Sport bioximiyasi). Chirchiq: O'zDJTSU, 2020. -190 b.
9. Қосимов А., Кўчқоров Қ., Тешабоев С. Биохимия.Т.,Ўқитувчи, 1988. - 424 б.
10. Ergashov M.Y., Karomatov S.A. Biokimyo va sport biokimyosi. Metodik qo'llanma. –Buxoro: ”Durdona”, 2022. -52 b
11. Биохимия мышечной деятельности : учебник для студентов вузов физ. воспитания и спорта / Н. И. Волков, Э. Н. Несен, А. А. Осипенко, С. Н. Корсун. – Киев : Олимпийская литература, 2000. – 504 с.
12. Джалилов П. Б., Михайлов С. С. Словарь терминов по биохимии спорта (гlossарий) - М.: Советский спорт, 2013. - 40 с.
13. Лапшин И. А. Биохимия в практике спорта : практическое пособие : – М. : Спорт, 2018. – 185 с.
14. Капилевич Л.В., Дьякова Е.Ю., Кошельская Е.В., Андреев В.И. Биохимия человека. М.:Юрайт, 2017. -151 с.

## GLOSSARIY

**Aerob jarayoni** - bu substratlarni bevosita kislorod ishtirokida oxirgi mahsulotlar - CO<sub>2</sub> va H<sub>2</sub>O gacha fermentativ parchalanish jarayoni.

**Aerob ish qobiliyati** - bir vaqtda kislorodni yetkazib berish va ishlatilishini ta'minlash bilan sodir bo'ladigan hujayra mitoxondriyalaridagi aerob jarayonning kuchayishi hisobiga ish bajarish imkoniyati.

**Adrenalin** - buyrakusti bezining mag'iz qismi ishlab chiqaradigan gormon.

**Atsetixolin** - nerv impulslarini mushak to'qimasiga o'tkazuvchi neyromediator.

**Albuminlar** – suvda yaxshi eriydigan, molekulyar massasi uncha katta bo'lmagan oqsillar bo'lib, ularning ko'pchiligi kristall holida olingan. Albuminlar tuxumning oqida (tuxum albumini), qon zardobida (zardob albumini), sutda (sut albumini) bo'ladi.

**Almashinadigan aminokislotalar** – odam organizmi sintez qilib bilmaydigan  $\alpha$ - aminokislotalar – glitsin, alanin, glutamin kislota, asparagin kislota, serin, sistin, sistein, tirozin, prolin, oksiprolin, arginin.

**Almashinmaydigan aminokislotalar** – odam organizmi sintez qilib bilmaydigan  $\alpha$ -aminokislotalar: valin, treonin, leysin, izoleytsin, metionin, fenilalanin, triptofan, lizin, gistidin.

**Aldozalar** - aldegid guruhi saqlaydigan monosaxaridlar

**Aminokislota** – o'rinbosar sifatida aminoguruh tutgan karbon yoki sulfon kislota.

**C-uchidagi aminokislota** - polipeptid zanjirining uchida erkin karboksil guruhi bor va peptid qoldig'i bilan o'zining aminoguruhi orqali bog'langan aminokislota.

**N-uchidagi aminokislota**- polipeptid zanjirining uchida erkin aminoguruhi bor va peptid qoldig'i bilan o'zining karboksil guruhi orqali bog'langan aminokislota.

**Aqliy toliqish** -bu bosh miyaning faoliyati bilan bog'liq bo'lgan toliqish.

**Aktin** – miofibrillarning muhim qisqartiruvchi oqsili.G-aktinning dimeridan sarkomerning ingichka ipining asosi –fibrillayr F –aktin hosil bo'ladi.

**Aktivatorlar**- biokimyoviy jarayonlarning kechishini faollashtiruvchi moddalar

**ATP (Adenozintrifosfat kislotasi)** - hujayrada energiyaning to'planishi, saqlanishi, ko'chirilish va sarflanishida bevosita energiya manbai bo'lgan makroergik birikma. 1928 yil Loman tomonidan ajatib olingan.



**Aldosteron** - kristall modda bo'lib, 219°Cda suyuqlanadi. Eritmasi optik faollikka ega. Uning qonga sutkalik ajralishi juda kam bo'lib, 0,15-0,4 mg ni tashkil etadi. U asosan mineral moddalar -  $K^+$ ,  $Na^+$  almashinuvida muhim ahamiyatga ega. Shuning uchun ham u mineralokortikosteroid gormon deb ataladi. Uning miqdori me'yoridan kam bo'lganda organizmda  $K^+$  to'planishi,  $Na^+$  ko'p miqdorda chiqarilishi kuchayadi.

**$\alpha$ -Aminokislotalarning izoelektrik nuqtasi** - muvozanatdagi biquatbli ionning konsentratsiyasi ammoniyli tuz kationi va karboksilat anioni konsentratsiyasiga nisbatan eng maksimal bo'lgan pH qiymati va u pHi bilan belgilanadi. Izoelektrik nuqtada aminokislotalar eritmalaridagi anion va kationlarning konsentratsiyalari teng bo'ladi.

**Aminotransferazalar** (transaminazalar) - aminoguruhni bir moddadan ikkinchi moddaga ko'chiruvchi fermentlar guruhi.

**Alkiltransferazalar** - murakkab tuzilishga ega bo'lgan birikalarda uglerod atomlari yoniga ko'chirish reaksiyalarini katalizlovchi fermentlar guruhi.

**Amiloza** - makromolekulalari 1→4 holatda glikozid bog' bilan bog'langan  $\alpha$ -D-glyukopiranoza qoldiq (zveno) laridan tuzilgan polisaxarid.

**Amilopektin** - makromolekulalari 600-6000ta  $\alpha$ -D-glyukopiranoza qoldiqlaridan iborat tarmoqlangan tuzilishli polisaxarid

**Atsiltransferazalar** (transatsilazalar) – atsil (karbon kislota qoldig'i)ni ko'chiruvchi fermentlar.

**Antimetabolitlar** – tuzilishi jihatidan metabolitlarga yaqin bo'lgan va biokimyoviy jarayonlarda ular bilan raqobat qiladigan tabiiy yoki sun'iy biologik faol birikmalar.

**Antivitaminlar** – odam va hayvonlar organizmlarida faoliyat ko'rsatadigan yog'da va suvda eriydigan vitaminlarning ta'siriga qarama-qarshi ta'sir etuvchi biofaol moddalar

**Anabolizm**-sintez, assimilyatsiya jarayoni

**Biokimyo fani** - barcha tirik organizmlarda kechadigan kimyoviy jarayonlarni o'rganuvchi fan

**Biokimyoviy statika**-organizmlarning kimyoviy tarkibi va tuzilishini hamda hujayraning kimyoviy tarkibini va biologik ob'ektda uchraydigan moddalarni sifat va miqdor jihatidan tahlil qiladi

**Biokimyoviy dinamika** – organizmda modda va energiya almashinuvini o'rganadi. Biokimyo biologiya va kimyo fanlari oralig'idagi soha bo'lgani uchun bu ikki fan ma'lumotlari va g'oyalariga asoslanadi.

**Biqutbli ion-** aminokislota molekulasidagi karboksil protonining aminoguruhga o'tishi natijasida hosil bo'ladigan ichki tuz.

**Biopolimerlar** - barcha tirik organizmlar tuzilishining asosi bo'lgan va hayotiy jarayonlarda ma'lum vazifani bajaradigan yuqori molekulyar birikmalardir. Biopolimerlarga peptidlar va oqsillar, polisaxaridlar, nuklein kislotalar kiradi.

**Bioregulyatorlar** - organizmda moddalar almashinuvini kimyoviy boshqaradigan birikmalardir. Ularga darmon –dorilar, gormonlar, ko'pchilik sun'iy biologik faol birikmalar, jumladan dorivor moddalar kiradi.

**Disaxaridlar**-ikkita monosaxarid fragmentidan tuzilgan uglevodlar.

**Dekstrinlar** – molekulyar massasi kraxmalga nisbatan kichik ( $x < n$ ) bo'lgan polisaxaridlardir. Non pishirganda un kraxmali qisman dekstrinlarga aylanadi. Dekstrinlar suvda yaxshi erigani uchun oson hazm bo'ladi.

**Dipeptid** – ikkita aminokislota fragmenti peptid bog' bilan birikkan birikma.

**Endokrinologiya** - gormonlar haqidagi mustaqil fan. Bu fan gormonlarning kimyoviy tabiatini, strukturasi bilan funksiyasi orasidagi bog'liqlikni, ta'sir mexanizmi hamda endokrin bezlarning fiziologiyasi va patologiyasini o'rganadi.

**Estradiol**-ayollarlarning asosiy jinsiy gormoni. U asosan tuxumdonlarda ishlab chiqariladi (1 kecha-kunduzda 1 mg), ikkilamchi jinsiy belgilar paydo bo'lishini ta'minlaydi. Estradiol uglevodlar, oqsillar va nuklein kislotalar almashinuviga ta'sir ko'rsatadi, trikarbon kislotalar sikli fermentlarining aktivligini oshiradi.

**Energetik funksiya** - iste'mol qilingan ovqatning bir qismi biologik oksidlanishidan energiya hosil bo'lishi

**Engelgart qoidasi** -tiklanish jarayonlarining borish tezligi va energetik moddalar zahirasining to'lish muddatlari mashqlarni bajarayotgan vaqtidagi ularning sarflanish intensivligiga bog'liq.

**Emotsional toliqish** –e motsiya -sport faoliyatida, ayniqsa, musobaqalar vaqtida muhim ahamiyatga ega.

**Fibrillyar oqsillar**- cho'ziq, ipsimon shakladgi oqsillar

**Fisher formulasi** - monosaxarid ochiq shaklining formulasi

**Funksional biokimy**o – hujayra, to'qimalar va organlarda kechadigan biokimyoviy jarayonlarni o'rganadi

**Gemoglobin** - organizmda kislorod tashuvchi oqsil sifatida muhim rol o'ynaydi. U globin oqsili va gemdan iborat.

**Globulinlar** – suvda erimaydigan, osh tuzining 10% li issiq eritmasida esa eriydigan, eng keng tarqalgan oqsillardir. Ular sutda, qon zardobida, tuxumda, mushak to'qimalarida, o'simliklar (kanop, no'xat) urug'larida uchraydi.

**Globulyar oqsillar-** shar ko'rinishidagi oqsillar

**Glyutelinlar** – bug'doy, makkajo'xori va guruch donlarida uchraydigan, ishqorning 0,2% li eritmasida eriydigan oqsillardir.

**Glitsin** – (yunoncha *glykos* – shirin, *kolla* – elim yoki glikokol) rangsiz kristall modda bo'lib, oqsillar tarkibida boshqa aminokislotalarga nisbatan eng ko'p uchraydi. Masalan, ipak oqsili (fibroin) gidrolizlanganda juda ko'p miqdorda (dastlabki modda massasining 36 % gacha) glitsin olinadi.

**D(+)-glyukoza** (uzum qandi, dekstroza) – tabiatda juda keng tarqalgan monosaxarid bo'lib, erkin holda uzum va boshqa shirin mevalarning sharbatida, oz miqdorda odam va hayvonlar organizmida uchraydi. U disaxaridlar (saxaroza, laktoza, maltoza, sellobioza) va polisaxaridlar (kraxmal, sellyuloza, glikogen, dekstrinlar) molekulalari tarkibiga kiradi.

**Glutation**( $\gamma$ -glutaminilsisteinilglitsin). Uning tarkibi glutamin, sistein va glitsin qoldig'idan iborat. U hujayrada keng tarqalgan peptidlardan biri bo'lib, ikki xil holatda, ya'ni oksidlangan va qaytarilgan holatda bo'lishi mumkin. Ba'zan qaytarilgan shakli SH-glutation, oksidlangani S-S-glutation deb ataladi. Ular bir-biriga oson aylanishi mumkin. Glutation ba'zi fermentlarning faol guruhi bo'lib, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida ishtirok etadi.

**Glikoproteidlar** – suvda erimaydigan, ishqorlarning suyultirilgan eritmalarida esa eriydigan proteidlar bo'lib, oddiy oqsillar va uglevodlarga gidrolizlanadi.

**Glikogen** yoki hayvon kraxmali ( $C_6H_{10}O_5$ )<sub>n</sub> – asosan amilopektin molekulasidan iborat bo'lgan hayvon organizmining barcha hujayralarida uchraydigan polisaxarid. Jigarda (10–20%), mushak to'qimasida uning miqdori (40% gacha) ko'p. Glikogen hayvon organizmi uchun muhim energiya manbalaridan biridir. Barcha biologik jarayonlar glikoliz (glikogenning parchalanishi va sut kislotaning hosil bo'lishi) bilan boradi. Glikogen – suvda erib kolloid eritmalarini hosil qiladigan, oq amorf kukun. Kislotalar va fermentlar ta'sirida u oson gidrolizlanib, oraliq mahsulotlar sifatida dekstrinlar va maltozani, to'liq gidrolizlaganda esa D-glyukozani hosil qiladi.

**Gormonlar-** endokrin bezlarda ishlab chiqariladigan, to'qima, organlar va butun organizmda boradigan moddalar almashinuvi jarayonlari va funksional holati boshqarilishida muhim rol o'ynaydigan, yuqori biologik aktivlikka ega bo'lgan organik moddalardir. Gormon so'zi yunoncha *hormoa*-qo'zg'ataman, uyg'otaman degan ma'noni anglatadi.

**Guanin** – (2-amino-6-gidroksipurin) 365°C da suyuqlanadigan, rangsiz kristall modda. U qushlar chiqindisida, baliqlar va sudralib yuruvchilar tangachalarida bo'ladi.

**Gidrolazalar**-substratlardagi peptid, amid, glikozid va murakkab efir kabi guruhlarning ichki molekulyar C-O va C-N bog'larini gidrolitik parchalash bilan boradigan reaksiya katalizatorlari.

**Gidrokortizon** yoki kortizol 220°Cda suyuqlanadigan kristall modda, eritmasi optik faollikka ega. Uning buyrak usti bezidan sutkalik ajralishi 4,9-27,9 mg dan iborat. Gormonning miqdori me'yoridan ko'p bo'lsa, uglevodlar almashinuvi kuchli darajada buziladi: aminokislotalarning uglevodlarga aylanishi kuchayib, qonda glyukoza miqdori ortadi (Steroid diabeti). Shuning uchun ham bu gormon tipik diabetogen gormon deb ataladi. U qonda glyukoza miqdori ortib, glikogen va yog'lar sintezi kuchayishiga va mushaklar atrofiyalanishiga sabab bo'ladi.

**Glyukagon**–oshqozon osti bezining Langergans orolchalari  $\alpha$ -hujayralarida ishlab chiqariladigan gormon. U 29 ta aminokislotadan hosil bo'lgan polipeptid bo'lib, uning molekulyar og'irligi 3482 ga teng. Glyukagon insulindan farq qilib, unda sistin uchramaydi, biroq insulinda bo'lmagan metionin va triptofan qoldiqlari mavjud.

Glyukagon qonda glyukoza miqdorini oshiradi, shu bilan birga u yurak qisqarishini tezlashtirib, qon bosimini oshiradi.

**Gistamin** - kapilyarlarni kengaytirib, ularning o'tkazuvchanligini orttiradigan, nerv qo'zg'alishlarini o'tkazishda ishtirok etuvchi gormon.

**Guanin** (2-amino-6-gidroksipurin) - purinli asos.365°C da suyuqlanadigan, rangsiz kristall modda. Qushlar chiqindisida, baliqlar va sudralib yuruvchilar tangachalarida bo'ladi.

**Glikolipidlar.** Molekulada uglevod qoldiqlarining mavjudligi sababli ular glikolipidlar deb yuritiladi. Glikolipidlarning uglevod komponentlari sifatida, ko'pincha, galaktoza va uning hosilalari uchraydi. Glikolipidlar asab hujayralari membranasida (ayniqsa, miyada) ko'p uchraydi.

**Gormon** - bu maxsus to'qimalar ishlab chiqarib, qon orqali boshqa to'qimalarga borib o'zining spetsifik faolligini ko'rsatadigan turli kimyoviy biofaol moddalar.

**Global ish** -tana mushaklarining 3/4 dan ko'proq qismi qatnashadigan mushak ishi

**Glikoliz** - glyukoza ning ikki molekula pirouzum yoki sut kislotasigacha anaerob (kislordsiz) sharoitda parchalanish jarayoni bo'lib, unda har bir molekula glyukoza uchun 2 molekuladan ATP sintezlanadi.

**Geteroxronizm hodisasi**- mushak ishidan so'ng dam olish davrida rivojlanadigan tiklanish jarayonlari turli tezliklar bilan boradi va har xil vaqtda tugallanadi.

**Geteroxronlik** -har xil vaqtlilik.

**Gidrolazalar** - muayyan kimyoviy bog'larni suv ishtirokida parchalaydigan fermentlar

**"Himoyalovchi tormozlanish"** -MNS harakatlantiruvchi markazlarida ATPning parchalanish va resintezlanish tezliklarining to'g'ri kelmay qolishi natijasida rivojlanadigan jarayon.

**Insulin**- birinchi marta sof kristall holda ajratib olinib, strukturasi o'rganilgan va sun'iy sintez qilingan oqsil-gormondir. Insulinning asosiy biologik funksiyasi uglevodlar almashinuvida, xususan, qondagi glyukoza miqdorining bir me'yorda saqlanib turishida ishtirok etishidir.

**Ishning kislorod ehtiyoji** -organizmning energiyaga bo'lgan ehtiyojini aerob jarayonlar hisobiga to'la ta'minlashga kerak bo'lgan kislorodning miqdori

**Ishning kislorod kirimi** -ish vaqtida real iste'mol gilingan kislorodning miqdori

**Ish qobiliyati** - ma'lum vaqt birligida organizmning ma'lum hajmdagi jismoniy yoki aqliy ishni bajarish qobiliyati.

**Izomerazalar**- substratlrdagi har xil izomerlanish reaksiyalarini tezlashtiruvchi birikmalar.Aldozalarni ketozalarga, "sis" konfiguratsiyani "trans" shaklga o'tish va aksincha reaksiyalarda ishtirok etadi.

**Ingibitorlar**- biokimyoviy jarayonlarni kechishini to'xtatib qo'yuvchi moddalar.

**Jismoniy yuklama** - bu bir martali yoki takroriy bajariladigan ma'lum tipdagi jismoniy mashqlarni o'z ichiga olgan mushak faolligining har qanday shakli bo'lib, uni bajarish vaqtida organizmda mashqlanganlikning yuksalishini ta'minlaydigan funksional o'zgarishlar ro'yobga chiqadi.

**Jismoniy toliqish** -mushak faoliyati natijasida ro'yobga chiqadigan toliqish.

**Jinsiy gormonlar.** Eraklar va ayollar jinsiy bezlaridan steroid tabiatli 10 dan ortiq gormonlar ishlanib chiqadi, ular jinsiy gormonlar deb yuritiladi. Bu gormonlar erkaklik jinsiy gormonlari-androgenlar (androsteron, degidroandrosteron, testesteron), ayollik jinsiy gormonlari-estrogenlar (estadiol,

follikulin, estriol) va sariq tana gormonlari (pregnandiol, progesteron) guruhlariga bo'linadi.

**Koenzim A** - hujayra almashinuvida muhim ahamiyatga ega bo'lgan atsil (kislota qoldiqlarini) ko'chirish reaksiyalarining kofermenti.

**Kefalin** - miya to'qimasida, tuxum sarig'ida, baliq tuxumida, jigarda, no'xat va achitqida uchraydigan oqsil.

**Ketozalar**-keton guruhi saqlaydigan monosaxaridlar

**Kollagen** - (yunoncha "kola"-*yelim* va "geneus"—*tug'ma*) skleroproteinlarga mansub fibrillar oqsil bo'lib, hayvonlar biriktiruvchi to'qimasi (teri, pay, tog'ay, suyak va h.k.) asosini tashkil etadi va uning mustahkamligini ta'minlaydi.

**Kortikosteron** sof holda 182°Cda suyuqlanadigan kristall modda, eritmasi optil faollikka ega. Normal holatda odam buyrak usti bezlarida bir sutkada 0,84-4,0 mg hosil bo'ladi. Unin asosiy metabolitik funksiyasi uglevod, oqsil va lipidlar almashinuvida ishtirok etishdir. Uning miqdori normadan kam bo'lganda qonda glyukoza, jigar va mushaklarda glikogen miqdori kamayib, oqsillarning aminokislotalarga parchalanishi kuchayadi. Shuningdek, buyrakda ionlarning qayta qayta so'rilishi buziladi. Bularning hammasi tanada shish paydo bo'lishiga, mushaklarning zaiflashuviga, qon bosimining pasayishiga va teridagi pigmentlar buzilishiga va boshqalarga sabab bo'ladi.

**Kraxmal** – yashil o'simliklarning barglarida fotosintez natijasida hosil bo'ladi. U barglarda oligo- va disaxaridlarga parchalanib, tuganak hamda donlarga o'tadi va qaytadan kraxmalga aylanadi. Guruchda 62-82%, makkajo'xori donida 65-75%, bug'doy donida 57-75%, kartoshka tuganaklarida esa 12-24% kraxmal bor. Kraxmal unga o'xshash oq amorf kukun bo'lib, tarkibida 10-20% suv saqlaydi. U sovuq suvda erimaydi, qaynoq suvda esa kolloid eritma (kleyster) hosil qiladi. Uning eritmasi qutblanish tekisligini o'ngga buradi,  $[\alpha]_D^{+195^0}$ .

Kraxmal bir jinsli modda emas. U molekulasi zanjirining tuzilishi bilan bir-biridan farq qiladigan ikkita polisaxarid (amiloza va amilopektin)ning aralashmasidir.

**KMI** -kislородning maksimal iste'moli.

**Katabolizm** - murakkab organik molekulalarni oddiyroq oxirgi mahsulotlarga parchalashga olib keladigan kimyoviy reaksiyalar majmui.

**Kislород defitsiti** -ishning kislород ehtiyoji bilan real iste'mol qilingan kislородning farqi.

**Kislород qarzi** -ish vaqtida to'planib qolgan anaerob almashinuvining oraliq moddalarini to'la oksidlash yoki ularni boshlang'ich moddalarga resintezlash

hamda sarflangan energetik moddalar zahirasini tiklash uchun kerak bo'lgan kislorodning miqdori

**Kreatinfosfat (KrP)** - mushaklarda zahira holida yig'iladigan makroergik birikma.

**Kreatinkinaza reaksiyasi**- kreatinkinaza fermenti yordamida KrP va ADP perefosforlanib ATP va Kr hosil bo'ladigan reaksiya.

**KrP ning kritik konsentratsiyasi** – mushaklardagi kreatinfosfatning jami zahirasining 1/3 qismi

**Kuch** - odamning muhim jismoniy sifati bo'lib, uning ish qobiliyatini belgilaydi.

**Lesitin** - miya to'timasida, tuxum sarig'ida, baliq tuxumida, jigarda, no'xat va achitqida uchraydigan oqsil.

**Lipoat kislota**- tiaminpirofosfat bilan birga pirouzum kislotaning dekarboksillanishida ishtirok etuvchi koferment. Vitaminsimon moddalar qatoriga kiritiladi.

**Liazarlar**-substrat tarkibidagi har xil guruhlarning nogidrolitik parchalanisi va yangi C=C, C=O, C=S va C=N qo'shbog'lar hosil qilish yoki shu kabi qo'shbog'larning uzilishi hisobidan boradigan har xil guruhlarning o'zaro birikish reaksiyalari katalizatorlari.

**Ligazalar** (sintetazalar) – ATF energiyasi yoki boshqa makroergik moddalar ishtirokida monomerlardan yuqori molekulyar polimerlar (oqsillar, lipidlar, polisaxaridlar, nukleotidlar) sintez qilish reaksiyalarini katalizlaydigan fermentlar

**Lyuliberin**-gipofizdan lyutenlovchi gormonning ajralishini ta'minlovchi factor bo'lib, tuzilishi jihatidan dekaeptid hisoblanadi. Bu peptid ham N- va C-tomonlarining holatiga ko'ra tireliberinni eslatadi, ya'ni N- uchki tomonda piroglutamat kislota, C- uchki tomonda glitsinamid shaklida joylashgan:

**Lokal ish** - tananing barcha mushaklarini 1/4 qismidan karnrog'i qatnashadigan mushak ishi.

**Maxsus mashqlanganlik** - berilgan sport turining maxsus yuklamasini bajarishga sportchining jismoniy tayyorgarlik darajasi.

**Maksimal jismoniy yuklama** – quvvati bo'yicha musobaqanikiga yaqin yoki musobaqaning o'zining jismoniy yuklamalari.

**Mashqlanish samarasi** – qo'llanilayotgan jismoniy yuklamalarga javoban sodir bo'layotgan biokimyoviy o'zgarishlarning yo'nalishi va katta-kichikligi.

**Mushak tolasi** - ko'p yadroli gigant hujayra yoki hujayraviy tuzilma-simplast, uzunligi 0,1sm dan 2-3 sm gacha (ayrim hollarda 12 sm gacha) va

diametric – 0,01-0,2 mm. U skelet mushaklarining struktura-funksional birlii hisoblanadi.

**Mutorotatsiya**-qand eritmasi optik faolligining vaqt o‘tishi bilan o‘zgarishi.

**Miofibrillar** - mushaklarning qisqartiruvchi elementi. Ularning uzunligi mushak tolasi hujayralarining uzunligiga teng, diametric-1-2 *mkm*.

**Miozin** – miofibrillarning asosiy qisqartiruvchi oqsili bo‘lib, uning hissasiga myofibril oqsillarning 55% to‘g‘ri keladi. Undan sarkomerning yo‘g‘on iplari hosil bo‘ladi.

**Miokinaza reaksiyasi** – bu reaksiyada adenilatkinaza (yoki miokinaza) fermenti ishtirokida ikki molekula ADPdan perefosforlanish hisobiga ATR va AMP hosil bo‘ladi.

**Moddalar almashinuvi** – barcha tirik organizmlardagi tashqi muhitdan turli moddalarni o‘zlashtirib, ularni organ va to‘qimalarning tuzilishi uchun zarur material va energiya manbai sifatida sarflab, chiqindi moddalarni tashqariga ajratib turadigan biologik muhim jarayon

**Mutorotatsiya** – qand eritmasi optik faolligining vaqt o‘tishi bilan o‘zgarishi.

**Metabolizm** - tirik hujayralarda boradigan va organizmni modda hamda energiya bilan ta‘minlaydigan kimyoviy reaksiyalarning majmui. Ko‘pincha bu atama modda va energiya almashinuvi ma‘nosida ham qo‘llaniladi.

**Metabolitlar** - metabolizm jarayonida o‘simlik va hayvon hujayralari, to‘qimalari hamda organlarida hosil bo‘ladigan moddlar

**Metalloproteinlar** – tarkibida oddiy oqsillar bilan birga bir yoki bir necha xil metall ionlari tutuvchi oqsillar.

**Metiltransferazalar** - metil guruhini ko‘chirishda ishtirok etadigan fermentlar guruhi

**Mikroorganizmlar** - moddalar almashinuviga ko‘ra bir-biridan keskin farqlanadigan turli xildagi juda kichik organizmlar

**Mumlar** – tarkibida uch atomli spirt –glitserin o‘rniga uzun zanjirli spirtlar tutishi bilan yog‘lardan farqlanuvchi lipidlarning bir guruhi. Mumlar suvda erimaydi. Tabiiy mumlar odatda moddalar almashinuvining oxirgi mahsuloti sifatida hayvonlarda hosil bo‘ladi (qushlarning patlari va hayvonlarning terisi mum bilan qoplanib, ularni namlanishdan saqlaydi). Mumlar turli surtma dorilar, labbo‘yoqlar va sham tayyorlash uchun, shuningdek, mahsulotlarni yaltirativchi moddalar sifatida ishlatiladi.

**Murakkab oqsillar** (proteidlar)- molekulasida oddiy oqsildan tashqari oqsil bo‘lmagan qism-prostetik guruh (uglevod, nuklein kislota, yog‘, bo‘yoq moddalar, fosfat kislota va b.) saqlaydi



**Murakkab lipidlar** - tarkibida yog' kislotalar va glitserin (yoki uzun zanjirli bir atomli spirt) dan tashqari fosfat kislota va azot asosi, boshqa kuchli qutblangan guruh saqlovchi lipidlar guruhi.

**Moy** – glitserin va to'yinmagan karbon kislotalarning murakkab triefiri. Moylar xona haroratidan past haroratda suyuqlanadi. Triatsilglitserinda C=C qo'sh bog'lar qanchalik ko'p bo'lsa, uning suyuqlanish harorati shunchalik past bo'ladi.

**Mushak glikogeni** - mushaklarda to'planadigan glikogen. Uning manbai ovqat bilan qabul qilingan uglevod bo'lmay, qon bilan keladigan glyukozadir. Mushaklar harakati uchun zarur energiya uning parchalanishidan ajraladi.

**Neyropeptidlar** - miyada topilgan, markaziy asab tizim funksiyasiga ta'sir etadigan peptidlar. Bu guruhga biologik faollikka ega bo'lgan gipotalamus va gipofiz peptidlari kiradi. Neyropeptidlarning ko'pchiligi herv hujayralarida sintezlanadi.

**Nukleoproteidlar** – hujayra yadrolari tarkibiga kirib, oddiy oqsillar (odatda protamin yoki giston) va nuklein kislotalarga gidrolizlanadi.

**Nuklein kislotalar** – irsiy belgilarni saqlash, avloddan-avlodga o'tkazish va oqsil sintezini boshqarish orqali hayotning doimiyligini ta'minlaydigan nukleotidlarning qoldiqlari fosfat-efir bog'lari bilan bog'langan polimer birikmalar

**Nukleozid** – monosaxaridli komponenti riboza (yoki dezoksiriboza), aglikoni esa pirimidin yoki purin hosilasi bo'lgan N – glikozid.

**Nukleotid** – azotli asos, riboza yoki dezoksiriboza va fosfat kislota qoldig'idan tashkil topgan makromolekula

**Ovqatlanish**-organizmning har qanday fiziologik fuksiyalarni energiya va struktura moddalari bilan ta'minlash asosida yotgan barcha biologik hodisalar (ozuqa moddalarning organizmga kirish va parchalanishi)ning yig'indisi ma'nosini bildiradi.

**Ovqatlanishning almashinmaydigan omillari** – ozuqa mahsulotlari tarkibiga organik va noorganik moddalar bo'lib, odam va hayvon organizmida sintezlana olmaydi. Bularga 40 dan ortiq moddalar: noorganik ionlar, vitaminlar, almashinmaydigan aminokislotalar, to'yinmagan moy kislotalar va ba'zi bir biologik faol moddalar

**Oligosaxaridlar**- 2-10 ta monosaxarid fragmentidan tuzilgan uglevodlar.

**Oqsil (protein)**-  $\alpha$ - aminokislota fragmentlari amid (peptid) bog'lari bilan bog'langan polimer.

**Oqsillar denaturatsiyasi** - oqsillarning turli fizik - kimyoviy agentlar ta'sirida o'z fazoviy konformatsiyasiga bog'liq bo'lgan tabiiy xususiyatlarini yo'qotishi

**Oqsillar renaturatsiyasi** - oqsillarning qaytadan nativ holatga kelishi

**Oligopeptid-** molekulasida 3-10 ta  $\alpha$ - aminokislota fragmenti peptid bog‘lar bilan birikkan oligomer.

**Oddiy oqsillar (proteinlar)** - molekulasi faqat  $\alpha$ -aminokislotalar qoldiqlaridan tuzilgan

**Oksidoreduktazalar**-oksidlanish-qaytarilish jarayonlarini tezlatadigan fermentlar

**Polisaxaridlar-** o‘ntadan ortiq monosaxarid fragmentidan tuzilgan uglevodlar.

**Peptid bog‘**-ikkita aminokislota fragmentini bog‘laydigan amid bog‘.

**Polipeptid-** 10 tadan ko‘p  $\alpha$ - aminokislota fragmenti peptid bog‘lari bilan birikkan polimer.

**Plastik funksiya**-ovqat tarkibidagi moddalar, ayniqsa, oqsillar hujayraning eskirgan qismlarini yangilash va hujayra ko‘payishida zahira moddalar vazifasini o‘tashi

**Oksidoreduktazalar** - vodorod atomi yoki elektronlarni bir substratan boshqasiga ko‘chishi orqali boradigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining katalizatorlari

**Oligosaxaridlar** (yunoncha “*oligos*” – ko‘p emas) – ikki-o‘nta bir xil yoki turli xil monosaxarid qoldiqlaridan tuzilgan, suvda eriydigan, shirin ta‘mli moddalardir. Molekulalaridagi monosaxaridlar qoldiqlari soniga qarab, oligosaxaridlar disaxarid, trisaxarid, tetrasaxarid va hokazolarga bo‘linadi. Ulardan eng oddiysi va ahamiyatlisi disaxaridlardir.

**Oksidlanishli fosforlanish** - nafas olish zanjirida energiyaning xemiosmarik o‘zgarish yo‘li bilan ATP ning sintezlanish jarayoni.

**Pangamat kislota** –vitamin, 1951 yil juda ko‘p o‘simlik urug‘lari, sholi kepagi, achitqi va jigardan ajratib olingan. Kimyoviy jihatdan pangamat kislota D-glyukuronat kislota va atsetat kislota murakkab efirining oktometillangan azotli hosilasidir.

**Prolaminlar** – suvda kam, etil spirtining suvdagi 60-80% li eritmasida esa yaxshi eriydigan oqsillar. Ular gidrolizlanganda prolin aminokislota hosil bo‘ladi. Prolaminlar g‘alladoshlar donida ko‘p uchraydi.

**Protenoidlar** – ipak, soch, tirnoq, shox tarkibiga kiruvchi, oltingugurt tutgan oqsillar bo‘lib, suvda, tuzlarda, kislota va ishqor eritmalarida erimaydi.

**Protaminlar** – tarkibida oltingugurt tutmagan, kuchli asos xossalariga ega oqsillar bo‘lib, faqat baliqlar sutida topilgan.

**Pepsin** - oshqozon shilliq pardasida ishlab chiqariladigan pepsinogen fermentining aktiv holatga o‘tgan shakli. **Qandli diabet** - organizmda insulin

tanqisligi va moddalar almashinuvi buzilishi natijasida kelib chiqadigan kasallik. Kasallikning asosiy sababi oshqozon osti bezidagi Langergans orolchalari degeneratsiyasitufayli yetarli darajada insulinni ishlab chiqarmasligidir.

**Qonning kislorod hajmi** -100 ml gon biriktirib olgan kislorodning umumiy miqdori

**Qoldirilgan tiklanish** -bu organizmning energetik resurslarini boshlang'ich (ishgacha) darajasiga qaytishining tugallanishi, ish vaqtida parchalangan struktura va ferment oqsillari va boshqa hujayra strukturalarining resintez jarayonlari kuchayishi hamda ish davomida buzilgan ion va endokrin muvozanatini tiklash jarayonlari.

**Replikatsiya-DNK** qo'sh zanjirining bir-biridan ajralishi

**Regional ish** -tana mushaklarining 1/4 -3/4 atrofidagi qismi qatnashadigan ish

**Ribonuklein kislotalar (RNK)** - uglevod sifatida riboza tutgan nuklein kislota.

**Ribosomal RNK (r-RNK)** - hujayra umumiy RNK miqdorining 65-80 % ini tashkil qiluvchi qismi. r-RNKning molekulyar massasi ancha kata bo'lib, 1,5-2 mln.ga teng va 120-6000 qoldig'idan tarkib topgan.Asosan ribosomalarda bo'lib, uning struktura birligi hisoblanadi va turli funksiyalarni bajaradi. r-RNK hujayrada oqsillar bilan birikkan holda uchraydi.

**Sport biokimyosi** – jismoniy mashqlar davomida organizmda kechadigan biokimyoviy jarayonlarni o'rganadi. Sport biokimyosining asosiy maqsadi butun organizmda (tanada) kechadigan biokimyoviy jarayonlarning o'zaro bog'liqligini va yaxlitligini o'rganishdan iborat.

**Saxaroza** – molekulasida  $\alpha$ -D-glyukopiranoza va  $\beta$ -fruktofuranoza qoldiqlari glikozid bog' orqali bog'langan disaxarid

**Sarkomer** – miofibrillardagi ikkita S-membranalariorlig'idagi masofa. Miofibrillarning struktura – funksional birligi. Odamning tinch holatdagi mushagida uning uzunligi 1,8-2,5 mkm atrofida bo'ladi.

**Sensor toliqish** -har xii analizatorlaming (ko'rish, eshitish, hid bilish va h.k.) faoliyati bilan bog'liq toliqish.

**Standart jismoniy yuklamalar** - shunday yuklamalarki, ularda bajarilayotgan ishning miqdori va quvvati chegaralangan bo'ladi.

**Superkompensatsiya (o'ta tiklanish) hodisasi** -bu dam olish davrida energetik moddalaming zahirasini boshlang'ich - ishgacha bo'lgan darajasidan oshishi.

**$\alpha$ -Spiral-peptidning** polipeptid zanjiri spiral hosil qiladigan konformatsiyasi.

**Sovun-** yuqori karbon kislota va ishqoriy metallning tuzi, natriy atsetat- qattiq sovun

**Sovunlanish** - karbon kislota murakkab efirining ishqoriy gidrolizi  
**Shoshilinch tiklanish** -bu ish vaqtida to'planib qolgan anaerob parchalanishning mahsulotlari, eng avvalo sut kislotasi va hosil bo'lgan  $O_2$  qarzini bartaraf qilish jarayoni. U ishdan so'ng dam olishning birinchi 0,5-1,5 soatlarini o'z ichiga oladi.

**Tezlik** - odamning muhim jismoniy sifati bo'lib, uning tezkorlik ish qobiliyatini belgilaydi.

**Testosteron**-erkaklarning asosiy jinsiy gormoni

**Tripsin** - asosan arginin va lizinning karboksil guruhlari ishtirokida tuzilgan peptid bog'larni parchalovchi ferment.

**Tiroksin**-qalqonsimon bez ishlab chiqaradigan gormon.

**Transkripsiya**-DNK negizida m-RNKning hosil bo'lishi

**Translyatsiya** – ribosomalarda t-RNK va m-RNK ishtirokida amalga oshiriladigan oqsil biosintezi

**Transferazalar**-bir substratdan ikkinchisiga har xil guruhlari (amin, atsetil, metil, atsil va b.) ning ko'chish reaksiyasini tezlashtiruvchi katalizatorlar.

**Toliqish** -uzoq davom etgan yoki intensiv ish natijasida ro'y beradigan organizmning holati bo'lib, ish qobiliyatining pasayishi bilan sodir bo'ladi.

**Tollens formulasi- monosaxarid halqali (yarimatsetal) shaklining formulasi**

**Uglevodlar** - tarkibida uglerod, vodorod va kislorod saqlagan kata guruhdagi moddalar bo'lib, ularning ko'pchiligi  $C_nH_{2n}O_n$  formulaga to'g'ri keladi. Ba'zi murakkab uglevodlar tarkibida kam miqdorda azot va oltingugurt saqlaydi. Uglevodlar aralash funksional guruhlari moddalar bo'lib, ularning tarkibida OH-spirit, -COH- aldegid va O=C- keton guruhlari mavjuddir.

**Umumiy mashqlanganlik**-muayyan sport sohasiga qaramasdan sportchining jismoniy tayyorlanganlik darajasi.

**Xromoproteidlar** – oddiy oqsil va rangli moddaga gidrolizlanadigan murakkab oqsillar bo'lib, ularning muhim vakili gemoglobindir. Gemoglobin organizmda kislorod tashuvchi oqsil sifatida muhim rol o'ynaydi. U globin oqsili va bo'yoq modda – gemdan iborat. Gem murakkab tuzilishga ega bo'lib, u to'rtta pirrol halqalari tutgan porfirin skeletining temir(II) ioni bilan hosil qilgan ichki kompleks birikmasidir. Bu modda gemoxromogen deb ataladi. Gemoxromogen oqsil

**Yog'larning yod soni**-100 g yog' biriktirib oladigan yod miqdori

**Yog'larning kislota soni**-1 g yog'dagi erkin yog' kislotalarini neytrallash uchun sarf bo'ladigan kaliy gidroksidning mg miqdori

**Yog'larning sovunlanish soni** - 1 g yog' tarkibidagi erkin va bog'langan (efir shaklidagi) yog' kislotalarini neytrallash uchun sarf bo'ladigan kaliy gidroksidning *mg* miqdori

**Yog'larning efir soni** -1 g yog' (moy) tarkibidagi murakkab efirlarni sovunlash uchun sarflangan kaliy gidroksidning *mg* miqdori. Efir soni (E.s) sovunlanish soni (S.s) bilan kislota soni (K.s)nini ayirmasiga teng

**Chidamkorlik**- odam (sportchi)ning muhim jismoniy sifati bo'lib, uning ish qobiliyatini, asosan, umumiy darajasini belgilaydi.

**Chidamkorlikning alaktat anaerob komponenti** - bu ishni kreatinkinaza reaksiyasi hisobiga bajarish imkoniyati

**Chidamkorlikning glikolitik anaerob komponenti** - ishni anaerob glikolizning kuchayishi hisobiga bajarish imkoniyati

**Chidamkorlikning aerob komponenti** – ishni, asosan, aerob oksidlanish jarayonlari hisobiga bajarish imkoniyati

## MUNDARIJA

<b>So‘zboshi.....</b>	<b>3</b>
<b>1-MODUL</b>	
I-BOB. Kirish. Biokimyo va sport biokimyosi fanining maqsad va vazifalari.....	4
II BOB. Uglevodlar. Tuzilishi, xossalari va biologik funksiyalari...	10
III-BOB. Oqsillar. Tuzilishi, xossalari va biologik funksiyalari....	20
IV BOB. Nuklein kislotalar. Tuzilishi, xossalari va biologik funksiyalari.....	31
V-BOB. Fermentlar.....	43
VI-BOB Vitaminlar.....	52
<b>II- MODUL</b>	
VII-BOB Moddalar almashinuvining umumiy qonuniyatlari.....	61
VIII-BOB Uglevodlar almashinuvi.....	71
IX-BOB Lipidlar va ularning almashinuvi.....	79
X-BOB. Gormonlar.....	93
XI-BOB Oqsillar va nuklein kislotalar almashinuvi.....	101
<b>III-MODUL</b>	
XII-BOB Mushak va mushaklarning qisqarish biokimyosi.....	114
XIII-BOB Mushaklarning ish faoliyatidagi bioenergetik jarayonlar.....	127
XIV-BOB Mushak ish faoliyatida organizmdagi biokimyoviy jarayonlarning dinamikasi.....	138
XV-BOB Toliqish va ishdan so‘ng dam olish davrida organizmda sodir bo‘ladigan biokimyoviy o‘zgarishlar.....	145
XVI-BOB Sportchilarning tezkorlik-kuchlilik sifatlari va chidamkorligining biokimyoviy asoslari.....	153
XVII-BOB Sportchilar ovqatlanishining biokimyoviy asoslari.....	162
Foydalanilgan adabiyotlar.....	176
Glossariy.....	177

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	3
МОДУЛЬ 1	
ГЛАВА I. Введение. Цели и задачи биохимии и спортивной биохимии....	4
ГЛАВА II. Углеводы. Строение, свойства и биологические функции.....	10
ГЛАВА III. Белки. Строение, свойства и биологические функции.....	20
ГЛАВА IV. Нуклеиновые кислоты. Строение, свойства и биологические функции.....	31
ГЛАВА V. Ферменты.....	43
ГЛАВА VI. Витамины.....	52
МОДУЛЬ II	
ГЛАВА VII. Общие законы обмена веществ.....	61
ГЛАВА VIII. Обмен углеводов.....	71
ГЛАВА IX. Липиды и их обмен.....	79
ГЛАВА X. Гормоны.....	93
ГЛАВА XI. Обмен белков и нуклеиновых кислот.....	101
МОДУЛЬ III	
ГЛАВА XII. Биохимия мышц и мышечное сокращение .....	114
ГЛАВА XIII. Биоэнергетические процессы при мышечной деятельности.....	127
ГЛАВА XIV. Динамика биохимических процессов в организме при мышечной деятельности .....	138
ГЛАВА XV. Биохимические изменения в организме при утомлении в период отдыха после работы.....	145
ГЛАВА XVI. Биохимические основы скоростно-силовых качеств и выносливости спортсменов.....	153
ГЛАВА XVII. Биохимические основы питания спортсменов .....	162
Список литературы.....	176
Глоссарий .....	177

## TABLE OF CONTENTS

Foreword .....	3
<b>MODULE I.</b>	
<b>CHAPTER I.</b> Introduction. Goals and objectives of biochemistry and sports biochemistry ... ..	4
<b>CHAPTER II.</b> Carbohydrates. Structure, properties and biological functions .....	10
<b>CHAPTER III.</b> Squirrels. Structure, properties and biological functions.....	20
<b>CHAPTER IV.</b> Nucleic acids. Structure, properties and biological functions.....	31
<b>CHAPTER V.</b> Enzymes.....	43
<b>CHAPTER VI.</b> Vitamins.....	52
<b>MODULE II</b>	
<b>CHAPTER VII.</b> General laws of metabolism.....	61
<b>CHAPTER VIII.</b> Carbohydrate metabolism.....	71
<b>CHAPTER IX</b> Lipids and their metabolism.....	79
<b>CHAPTER X.</b> Hormones.....	93
<b>CHAPTER XI.</b> Metabolism of proteins and nucleic acids .....	101
<b>MODULE III</b>	
<b>CHAPTER XII.</b> Muscle Biochemistry and Muscle Contraction .....	114
<b>CHAPTER XIII.</b> Bioenergy processes during muscular activity .....	127
<b>CHAPTER XIV.</b> Dynamics of biochemical processes in the body during muscular activity .....	138
<b>CHAPTER XV</b> Biochemical changes in the body during fatigue during the period of rest after work .....	145
<b>CHAPTER XVI.</b> Biochemical bases of speed-strength qualities and endurance of athletes.....	153
<b>CHAPTER XVII.</b> Biochemical foundations of nutrition for athletes .....	162
Bibliography.....	176
Glossary .....	177