

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

**TOSHKENT VILOYATI CHIRCHIQ DAVLAT  
PEDAGOGIKA INSTITUTI**

**Parida Mirxamidova**

**Go'furjon Isroilovich Muxamedov**

**Dilnoza Baxodirovna Babaxanova**

**BIOKIMYO**

**“UNIVERSITET” nashriyoti**

**TOSHKENT – 2020**

**Mirxamidova P., Muxamedov G'.I., Babaxanova D.B.**

**Biokimyo. Darslik.**

**- T.: “Universitet”, 2020, 246 bet**

**UO‘K: 577(075)**

**KBK: 28.072ya7**

**M 58**

Ushbu darslik pedagogika universiteti va pedagogika institutlarining kimyo yo‘nalishi talabalariga mo‘ljallanib yozilgan. Darslikda illyustrativ materiallar berilgan bo‘lib, sodda va ravon tilda yozilgan.

Darslik biologik kimyoning asosiy masalalariga bag‘ishlangan bo‘lib, o‘n uch bobdan iborat. Unda oqsillarning strukturasi, xossalari, biologik ahamiyati; nuklein kislotalarning kimyoviy tarkibi, stukturasi, biologik funksiyalari; lipidlar, uglevodlar va ularning almashinuvi; tirik organizmdagi boshqa muhim biologik birikmalar haqida ma‘lumotlar berilgan.

Shuningdek, fermentlarning tuzilishi, xossalari, gormonlar va ularning moddalar almashinuvidagi ahamiyati yoritilgan

**Taqrizchilar:** O‘zMU Biologiya fakulteti “Mikrobiologiya va biotexnologiya” kafedrası professori, biologiya fanlari doktori Q.Davronov

TDPU Tabiiy fanlar fakulteti “Zoologiya va anatomiya” kafedrası professori, biologiya fanlari doktori K.A.Saparov

**ISBN: 978-9943-6555-4-6**

**© “Universitet” nashriyoti, Toshkent, 2020 y.**

## KIRISH

Bugungi kunda mamlakatimizda 2017-2021 yillarda O'zbekiston Respublikasini rivojlantirishning beshta ustivor yo'nalishi bo'yicha Harakatlar strategiyasi asosida barcha soha va tarmoqlarda ulkan o'zgarishlar amalga oshirilmoqda.<sup>1</sup>

Ma'lumki, mamlakatimizda mustaqillik yillarida yaratilgan uzluksiz ta'lim tizimi dunyo hamjamiyati tomonidan yuqori baholangan «O'zbek modeli»ning muhim tarkibiy qismi bo'lib hisoblanadi.

«Kadrlar tayyorlash milliy dasturi» qabul qilinishi bilan respublikamizda jahon standartlariga javob beradigan, intellektual mehnat bozoriga raqobatbardosh kadrlar tayyorlaydigan tizimga aylandi.

Bu borada mamlakatimiz rahbari SH.M.Mirziyoyevning 2017 yil 12 yanvardagi PF-4789 farmoyishiga ko'ra kitob mahsulotlarini chop etish va tarqatish tizimini rivojlantirish, kitob mutolaasi va kitobxonlik madaniyatini oshirish hamda targ'ibot qilish bo'yicha kompleks chora-tadbirlar dasturini ishlab chiqish belgilab qo'yilgan.<sup>2</sup>

Mamlakatimiz rahbari Sh. M.Mirziyoyevning 24 may 2019 yili oily ta'lim va ilmiy – tadqiqot muassasalari rahbarlari, akademiklar, olimlar, yosh tadqiqotchilar bilan uchrashuvda ilmiy-tadqiqot ishlarini yanada rivojlantirishga, Kadrlar tayyorlash va ularni moddiy, ijtimoiy qo'llab-quvvatlash masalalariga alohida to'xtalib o'tdilar.<sup>3</sup>

Biologik kimyo, ya'ni biokimyo biologiya fanining eng muhim sohalaridan biri bo'lib, u tirik organizmlar qanday kimyoviy moddalardan tashkil topganligini va ular hayotiy jarayonlarda qanday o'zgarishini tekshiradi. Biokimyo biologiya bilan kimyoni bir-biriga bog'lovchi oraliq fan hisoblanadi.

---

<sup>1</sup> Sh.M.Mirziyoyev. Harakatlar strategiyasi. 22 yanvar 2018 yil

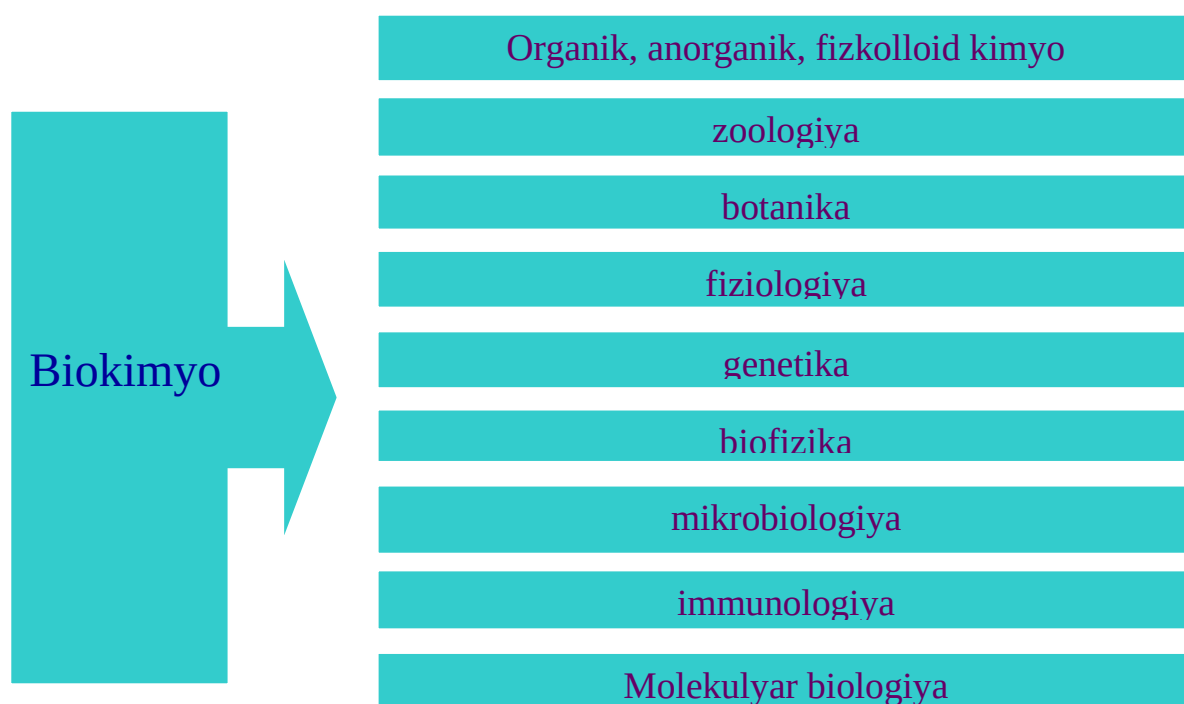
<sup>2</sup> O'zbekiston respublikasi Prezidenti Sh.M.Mirziyoyevning “Kitob mahsulotlarini chop etish va tarqatish tizimini rivojlantirish, kitob mutolaasi va kitobxonlik madaniyatini oshirish hamda targ'ibot qilish bo'yicha komissiya tuzish to'g'risida”gi N Φ-4789 Farmoyihi. 12.01.2017 й.

<sup>3</sup> SH.M.Mirziyoyev. Bizga miqdor emas, sifat kerak. 24 may 2019 yili oily ta'lim va ilmiy – tadqiqot muassasalari rahbarlari, akademiklar, olimlar, yosh tadqiqotchilar bilan uchrashuvdagi nutqi.

Ma'lumki, biologiya hayotni paydo bo'lishi va rivojlanishi qonuniyatlarini, hayotiy hodisalarni o'rganadi. Hayotiy hodisalar esa faqat kimyo va fizika qonunlari asosida tushuntiriladi. Biokimyo fani tirik organizmlarda kechadigan kimyoviy jarayonlarni ana shu qonunlar yordamida o'rganadi. Demak, biokimyo — hayot kimyosi, barcha tirik organizmlar kimyosi demakdir.

Biokimyo moddalar almashinuvi jarayoni qonuniyatlarini o'rganish, tirik organizmlar hayot faoliyatining mohiyatini tushuntirish uchun bir qator fanlarning, ya'ni organik, fizik va kolloid kimyo, fiziologiya, biofizika, radiobiologiya, molekulyar biologiya hamda boshqa fanlarning yutuqlaridan foydalanadi. Bu esa o'z navbatida umumbiologik muammolarni majmua ravishda hal qilishga imkon beradi.

### **Biokimyoning boshqa fanlar bilan aloqasi**



Biokimyo faqat tirik organizmlarga xos bo'lgan umumbiologik qonuniyatlarni, moddalar almashinuvi jarayonlarini o'rganib qolmay, balki amaliy biologiyaning ko'pgina tarmoqlari rivojlanishiga ham katta ta'sir ko'rsatadi.

Hozirgi vaqtda biologiyaning turli sohalari orasida biokimyo alohida o'rin tutadi. Chunki biologiyaning har bir sohasida biokimyoviy metodlardan, u erishgan yutuqlardan foydalaniladi. Shuning uchun ham biologiya, qishloq xo'jaligi va

tibbiyot sohalaridagi muhim nazariy masalalarni hal qilish ko'p jihatdan biokimyo fanining rivojlanish darajasiga bog'liq. Amaliy ahamiyatga ega bo'lgan ko'p masalalarni hal qilish ham puxta biokimyoviy tekshirishlar olib borish bilan bog'liq.

Inson o'zining amaliy faoliyatida xilma-xil oziq-ovqat tayyorlashda, turli xil ichimliklar tayyorlashda, teri oshlash va boshqalarda qadim zamonlardan biokimyoviy jarayonlardan foydalanib kelgan. Biroq faqat XIX asrda biokimyo alohida fan sifatida vujudga keldi. 1814 yilda Peterburg universitetining professori, akademik K. S. Kirxgof unayotgan arpa donidan ajratilgan shira tarkibida kraxmalni shakargacha parchalovchi maxsus modda borligini isbotladi.

Murakkab birikmalarning, ayniqsa, oqsillarning kimyoviy tuzilishini aniqlashda nemis olimi E. Fisherning (1852—1919) ishlari alohida ahamiyatga ega. U uglevodlar, yog'lar, oqsillarning struktura tuzilishini aniqlash ustida ko'pgina ishlar qildi. Aminokislotalar bir-biri bilan peptid bog'lar orqali birikishini juda ko'p tajribalarda aniqladi. Fisher sun'iy yo'l bilan bir qator polipeptidlarni sintezlab oldi.

Nuklein kislotalarning kashf etilishi shveytsar olimi F. Misher (1844—1895) nomi bilan bog'liq.

Vitaminlarning topilishi biokimyoning rivojlanishida ayniqsa katta ahamiyatga ega bo'ldi. Ularning kashf etilishi rus olimi N. I. L u n i n (1854—1937) nomi bilan bog'liq.

Nafas olish va spirtli bijg'ish jarayonlari mexanizmini puxta o'rgangan olimlardan O.Varburg, A.N.Bax, V. I. Palladin, A.Sent Derdi va V.A.Engelgard biokimyoning rivojlanishiga ulkan hissa qo'shdilar. Bax nafas olish kimyosiga oid muhim tadqiqotlar olib borib, o'zining bir qancha asarlarida tirik organizmlar tarkibidagi organik moddalarning oksidlanishida hamda nafas olish jarayonlarida erkin kislorod ishtirok etishini isbotlab berdi. Palladin esa organizmlardagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining mohiyatini aniqladi, nafas olish jarayonida suv ishtirok etishini isbotladi hamda biologik oksidlanish jarayonida asosiy reaksiya hisoblangan vodorodning ko'chishini kashf etdi.

Biokimyoning yirik namoyandalaridan biri A. N. Belozyorskiydir (1905—1972). Biokimyoning eng muxim sohalaridan biri bo'lgan nuklein kislotalar biokimyosining rivojlanishi uning nomi bilan bog'liq. U o'simliklar olamida DNK mavjudligini aniqladi va shu bilan barcha hayvonlar, o'simliklar, mikroorganizmlar yadrosining kimyoviy tuzilishi bir-birinikiga o'xshashligini isbotlab berdi. Bu sohada Chargoff, Uotson, Krik va boshqalarning xizmatlari juda katta.

Bakteriyalar, zamburug'lar, suvo'tlar va yuksak o'simliklar DNKsining nukleotidli tarkibini o'rganish bo'yicha olib borilgan barcha ishlar hozirgi zamon genosistematikasiga asos bo'ldi.

Respublikamizda biokimyo fanini rivojlantirishda Belozyorskiyning xizmatlari kattadir.

Respublikamizda biokimyo fani keng ko'lamda rivojlanib bormoqda. Yo.X.To'raqulov, T.S.Soatov, A.I.Imomaliyev, N. N. Nazirov, A.P.Ibrohimov, J.X.Xamidov, A.Abdukarimov, B.O.Toshmuhamedov, M.N.Valixanov, D.N.Sohibov va boshqa ko'pgina olimlar biokimyoni rivojlantirishga katta hissa qo'shdilar.



Yo.X. To'raqulovning tadqiqotlari "Biokimyo, Biofizika, Radiobiologiya va Endokrinologiya" fanlarining original yo'nalishlariga bag'ishlangan. Qalqonsimon bez kasalliklarida radioaktiv yod yordamida o'tkazilgan klinik-biokimyoviy ishlari uchun nufuzli davlat mukofotiga sazovor bo'lgan (1964). Olim O'zbekistonda Biokimyo fanini rivojlanishiga juda katta xissa qo'shdi. U O'zbekiston Milliy Universitetining "Biokimyo" kafedrasini (1962) asoschisi va uzoq yillar davomida kafedra mudiri vazifasida faoliyat ko'rsatgan. Respublika fanlar akademiyasi qoshidagi "Biokimyo" institutining (1967) tashkilotchisi va birinchi direktori hisoblanadi. Yo.H.To'raqulov birinchi marta o'zbek tilida nashr etilgan "Biokimyo" darsligining (1970) muallifidir. O'zbekistonda xizmat ko'rsatgan fan arbobi, professor **D.N.Sohibov** Respublikamizning birinchi kimyogar olimlaridandir. Olimning ilmiy ishlari asosan ilon zaharidan turli biologik faol moddalar ajratib olish, ularning organizmga ta'sir etish mexanizmini o'rganishga bag'ishlangan. Akademik **A.A.Imomaliyevning** ilmiy ishlari o'simliklar defoliatsiyasi va o'simliklarda meva shakllanishi va to'kilishi fiziologiyasi, g'o'zada hosil to'planishi, oziqlanish jarayonlari, paxta tolasi sifatini oshirish, paxtachilikda defoliantlar, gerbitsidlar, o'sishni boshqaradigan kimyoviy moddalarni qo'llash va nazariy asoslash masalalariga bag'ishlangan. O'zbekistonning paxtachilikda erishgan ilmiy va xo'jalik yutuqlarini ko'pgina xorijiy mamlakatlarda qo'llanilgan. Beruniy nomidagi O'zbekiston Davlat mukofoti laureati (1985). Akademik **J.X.Xamidovning** ilmiy ishlari endokrin sistemasi organlarining nurlanish kasalligiga bag'ishlangan. Uning rahbarligida tireoid gormonlar faolligini genetik boshqarish mexanizmi ishlab chiqilgan, radioaktiv nurlarning kichik dozasi rivojlanayotgan organizmda qalqonsimon bez funksiyasini oshirishi aniqlangan. O'zbekiston Respublikasi Oliy Majlisi deputati (1990—94). Beruniy nomidagi O'zbekiston Davlat mukofoti laureati (1992). Akademik **T.S.Soatov** membrana lipidlari biokimyosi, shuningdek, liposomalarning hujayra bilan o'zaro ta'sir mexanizmini aniqlagan. Qalqonsimon bez tarkibidan yod saqlovchi tireoglobulin va treoalbumin oqsillarini sof holda ajratib oldi, ularning tarkibi, fizik-kimyoviy xossalarini o'rgandi, buqoq paydo

bo'lishining genetik nosozliklari bilan bog'liqligi haqidagi gepotezani ilgari surdi, organizmning insulinga sezgirligini aniqlash usulini ishlab chiqdi. Akademik **A.P.Ibroximovning** ilmiy ishlari "G'o'za turlari va navlarida oqsil va nuklein kislotalar biosintezining molekulyar – genetik xususiyatlari, g'o'zaning vertitsilyoz viltga chidamliligini oshirishning nazariy masalalariga bag'ishlangan".

Respublikamizda biofizika fanidan maktab yaratgan olimlardan akademik **B.O.Toshmuhamedovdir**. Olim biologiya, ekologiya va biofizika yo'nalishlariga bag'ishlangan darslik, monografiya va maqolalar muallifidir. Respublikada birinchi bo'lib O'zbekiston Milliy universiteti qoshida "Biofizika" kafedrasining asoschisi va mudiri B.O.Toshmuhamedovning asosiy ishlari biologik membranalarining hosil bo'lishi va ularning boshqaruvchanlikdagi ahamiyati, toksinlar, gormonlar, pestitsidlar, fermentlar va boshqa biologik faol moddalarning membranaga ta'sir etish mexanizmlarini o'rganishga qaratilgan.

Biokimyo faniga bag'ishlangan darslik, amaliy mashg'ulotlarning muallifi akademik **A.Qosimovdir**. Uning ilmiy izlanishlari radioaktiv nurlanish, past harorat va tuzlarning hujayra hamda organizmdagi fiziologik va biokimyoviy jarayonlarga ta'sirini o'rganishga bag'ishlangan.

Akademik **A.Abdukarimov** boshchiligidagi g'o'za, mosh, bodring kabilarning transgen o'simliklari olindi. Respublikamizda genom stukturasi va funksiyasi ustida ilmiy izlanish olib borayotgan olimlardan akademik A.Abdukarimov bo'lib, u hujayralardan turli xil genlar ajratib olish, vektor molekulyar konstruksiyasini yaratish, ya'ni hujayradan sun'iy sharoitda o'simlik yetishtirishga doir ilmiy ishlar dasturiga rahbarlik qildi.

Respublikamizda biokimyo fanining rivojlanishiga hissa qo'shgan olimlardan yana biri professor **M.N.Valixanovdir**. Olim shu sohadagi bir necha darsliklarning muallifidir. Uning ilmiy izlanishlari g'o'zadagi fosfor almashinuviga bag'ishlangan.

Biokimyoning turli sohalar bo'yicha Toshkentda va boshqa shaxarlarda o'tkazilayotgan jahon, MDX mamlakatlari va regional ahamiyatga ega bo'lgan konferentsiya, simpoziumlar bunga yaqqol dalil bo'ladi.



Keyingi 40—50 yil ichida biokimyo sohasida misli ko'rilmagan yutuqlarga erishildi. DNK molekulasining struktura tuzilishining aniqlanganligi (Uotson-Krik modeli) va shu asosda irsiy belgilar nasldan-naslga o'tishining isbotlanishi, oqsil, biosintezi mexanizmining tushuntirib berilishi, tirik organizmlarda energiya almashinuvi mexanizmining kashf etilishi (xemiosmotik nazariya), ko'pgina oqsillar, fermentlar struktura tuzilishining aniqlanishi va genlarning sun'iy yo'l bilan sintez qilinishi shular jumlasidandir. Bu kashfiyotlar biologiyaning yangi yo'nalishlari — molekulyar biologiya, biotexnologiya va gen injeneriyasi fanlarining vujudga kelishiga asos bo'ldi. Biokimyo sohasidagi har bir kashfiyot hayotiy hodisalarning mohiyatini yanada chuqurroq tushuntirishga imkon beradi. Buni biokimyoning rivojlanish tarixidan aniq ko'rishimiz mumkin.

Biokimyo o'z rivojlanishida hozirgi davrga qadar eksperimental fan sifatida namoyon bo'lib kelmoqda. Binobarin, biokimyo sohasidagi ilmiy tadqiqot ishlarining, tajribalarning muvaffaqiyatli bo'lishi, avvalo, to'g'ri tanlab olingan va mohirona qo'llanilgan usullar bilan aniqlanadi.

Biokimyoning nazariy va amaliy masalalarini hal qilishda xilma-xil usullardan foydalaniladi. Bularga analitik (fizik, kimyoviy va fizik-kimyoviy), fiziologik (ayrim organ yoki ulardan kesib olingan qismlar, gomogenat ekstraktlar bilan o'tkaziladigan tajribalar), va boshqalarni ko'rsatish mumkin. Shu bilan birga biokimyoning faqat o'ziga xos bo'lgan usullari ham mavjud bo'lib, ulardan eng muhimi fermentativ usuldir.

Kimyo va fizikaning zamonaviy tekshirish usullari asrimizning 50-yillarida shakllangan bo'lib, nishonlangan atomlar, xromatografiya, elektroforez, spektrofotometriya, rentgenstruktura analizi, elektron mikroskopiya, moddalarni gravitatsion maydonda ultratsentrifuga yordamida ajratish va boshqalar biologik hodisalarga tatbiq etilishi tufayli biokimyo fanida, ayniqsa, keyingi yillarda juda katta yutuqlarga erishildi.

Moddalarni analiz qilish texnikasini yanada takomillashtirish murakkab aralashmalarni bir-biridan ajratishga va ularning juda ham kam bo'lgan miqdorini ham aniqlashga imkon berdi. Bu esa xilma-xil makromolekulalarni tashkil

qiladigan monomer birikmalarning kovalent strukturasini o'rganishga asos bo'ldi. Rentgenstruktura metodlarining rivojlantirilishi tufayli molekulyar og'irligi uncha katta bo'lmagan oqsil va nuklein kislotalarning uchlamchi strukturalari modelini yaratishga muvaffaq bo'lindi.

Moddalarni avtomatik asbob-uskunalar yordamida aniqlash usullari biokimyo fanining yanada tez sur'atlar bilan rivojlanishiga samarali ta'sir etmoqda. Aminokislotalar, nuklein kislotalar tarkibiga kiradigan nukleotidlarni avtomatik ravishda aniqlaydigan analizatorlar shular jumlasidandir. Keyingi yillarda avtomatik analizatorlar kompyuter dasturlari yordamida tirik organizmlarning genomini o'rganishda katta muvaffaqiyatlarga erishmoqda. Bu biologiyaning yangi yo'nalishi – bioinformatikani vujudga kelishiga sabab bo'ldi.

XX asrning oxirlarida 1995 yili birinchi bakteriyalar genomi, 1997 yili achitqi genomi, 1998 yili nematodalar genomi, 2000 yilda drozofillalar genomi nukleotidlarining ketma-ketligi aniqlandi.

XXI asr boshlarida juda muhim yangilik yaratildi, ya'ni odam genomining xaritasi yaratildi. Odamning genetik 3,1 milliard ma'lum izchillikda joylashgan nukleotiddan iborat bo'lib, ular odam DNK molekulasini hosil qiladi, genetik kod DNKda nukleotid shaklida yozilgan. Bu yangilik insoniyatdagi muhim muammolarni hal etishga yordam berish umidini uyg'otdi (irsiy kasalliklarni korrektsiyalash, umrni uzaytirish).

2003-yil Vashington universitetining olimlari birinchi bo'lib, birinchi marta tirik tabiatda mavjud bo'lmagan ferment *Top 7* oqsilini strukturasini kompyuter metodlari yordamida bashorat qildilar. Bunday su'niy fermentlar yordamida DNKni kerakli uchastkalarini parchalab uzish mumkin ekanligini aniqladilar.

Hozirgi vaqtda bunday fermentlar yordamida odamlarning genomidagi defekt genlarni kesib o'rniga hujayrada normal gen bilan almashtirish mumkin.

2017-yili Amerikalik olimlar Raynart Djoel K., Makdonald Linn Torpes Richard, Morra Mark R., Martin Djoel X. odam antitanasida antigen bog'lovchi antitanalar fragmentini aniqladilar. Bu fragment odam nervi o'sish faktorlarining sfetsifik bog'laydi, shuningdek, neyrotrafin 3 bilan reaksiyaga kirishmaydi. Bu

antitana nevrapatik og'riqlarda, suyaklar singanda padagra, karsinoma, ko'krak bezi raki va jigar serrozi kasaligini davolashda qo'llanilmoqda.

Yana bir usul polimerazaning zanjirli reaksiyasi (PZR) - molekulyar biologiyaning yangi usullaridan bo'lib, u biomaterialda ma'lum DNK fragmentlarining kichik kontsentratsiyalarini bir necha marta ortishini ta'minlaydi.

Xulosa qilib aytganda, kelgusida biokimyo fani insoniyat uchun hojati zarur sohaga aylanishiga shubha yo'q.

## I. BOB. OQSILLAR

*Tayanch so'zlar: oqsil, protein, struktura, denaturatsiya, renaturatsiya, peptid, aminokislotalar, izoelektrik nuqta, AMPoter, optik xossa*

Bizga ma'lumki proteinlar yani oqsillar hayot sistemasida juda muhim va zaruriy element molekula hisoblanadi. Hayot davomiyligi mana shu molekulalar sinifiga bogliq<sup>4</sup>.

Oqsillar - yuqori molekulyar, murakkab birikmalar bo'lib, aminokislotalardan tashkil topgan. Oqsillarning elementar tarkibi uglerod, vodorod, kislorod, azot hamda oltingugurtdan iborat. Ba'zi oqsillar tarkibida fosfor, yod, mis, marganes ham uchraydi. Tabiatda uchraydigan oqsillarning ko'pchiligi kolloid holda bo'ladi. Barcha tirik organizmlarning tarkibiy qismini oqsillar tashkil etadi. Oqsillarni proteinlar deb ham ataladi (protos - grekcha birlamchi, muhim demakdir). Ular hayot faoliyatining barcha jarayonlarida eng muhim biologik funksiyalarni bajaradi(rasm I.1., sxema 1):

1. Katalitik funksiyasi. Oqsillar fermentativ xususiyatga ega. Moddalar almashinuvi jarayonlarida boradigan barcha kimyoviy reaksiyalar faqat fermentlar ta'sirida katalizlanadi;

2. Strukturaviy funksiyasi. Oqsillar boshqa moddalar bilan birgalikda biologik membranalarning tuzilishida ishtirok etadi;

3. Energetik funksiyasi. 1 g oqsilni oxirgi mahsulotlargacha parchalanishidan 4,1 kkal energiya ajralib chiqadi;

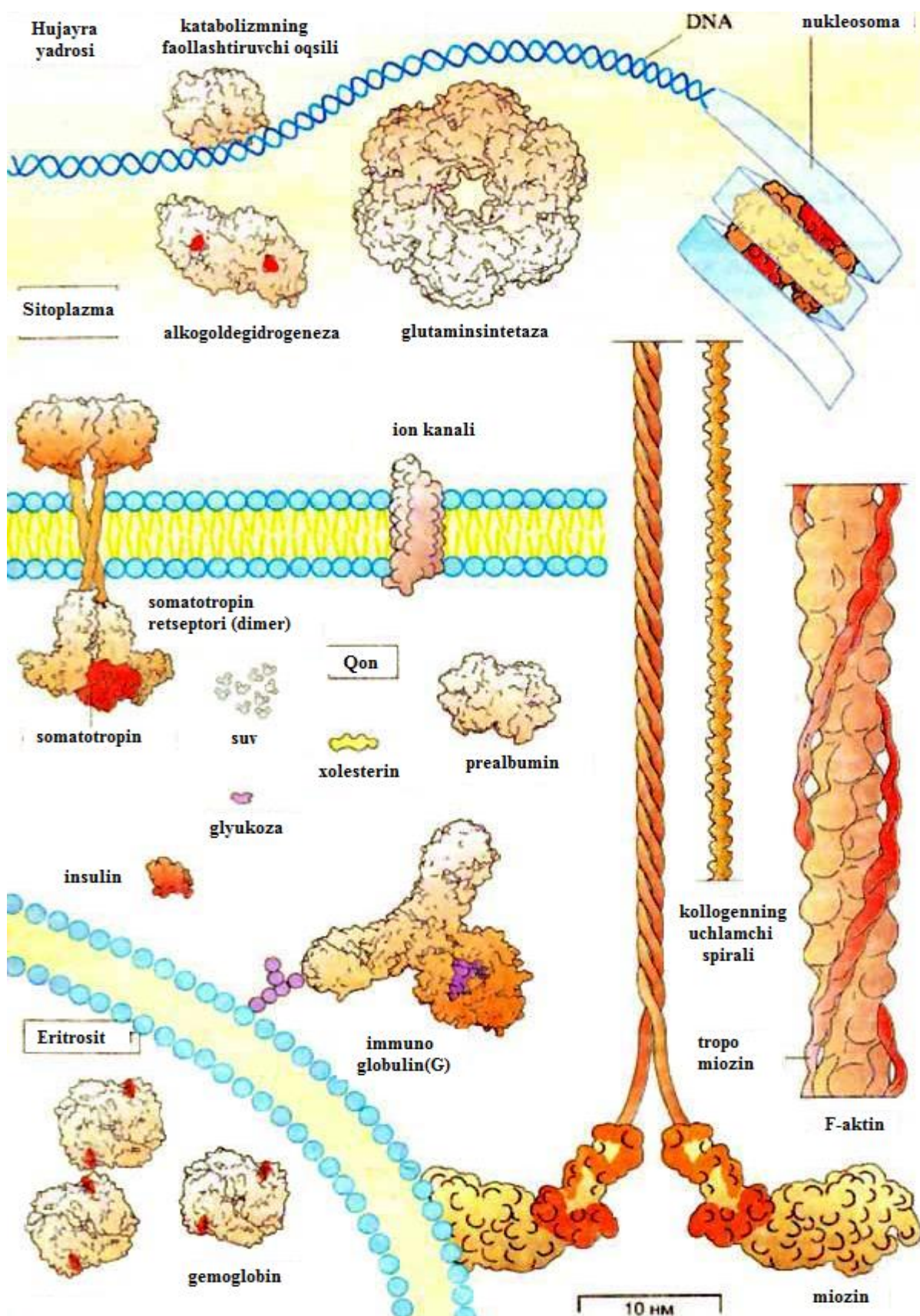
4. Qisqaruvchanlik funksiyasi. Aktin, miozin oqsillari ma'lum birikmalarda to'plangan kimyoviy energiyani mexanik energiyaga aylantiradi;

5. Transport funksiyasi. Organizmning hayot faoliyati uchun zarur bo'lgan barcha moddalar oqsil tabiatli birikmalar bilan tashiladi;

6. Retseptorlik funksiyasi. Tashqi signallarni hujayra ichiga o'tkazishda ishtirok etadi;

---

<sup>4</sup>Richard A Harvey., Denise R Ferrier . Biochemistry. Lippincott Williams and Wilkins. China. 2011. 1 – betdagi mavzu mazmunidan foydalanildi.

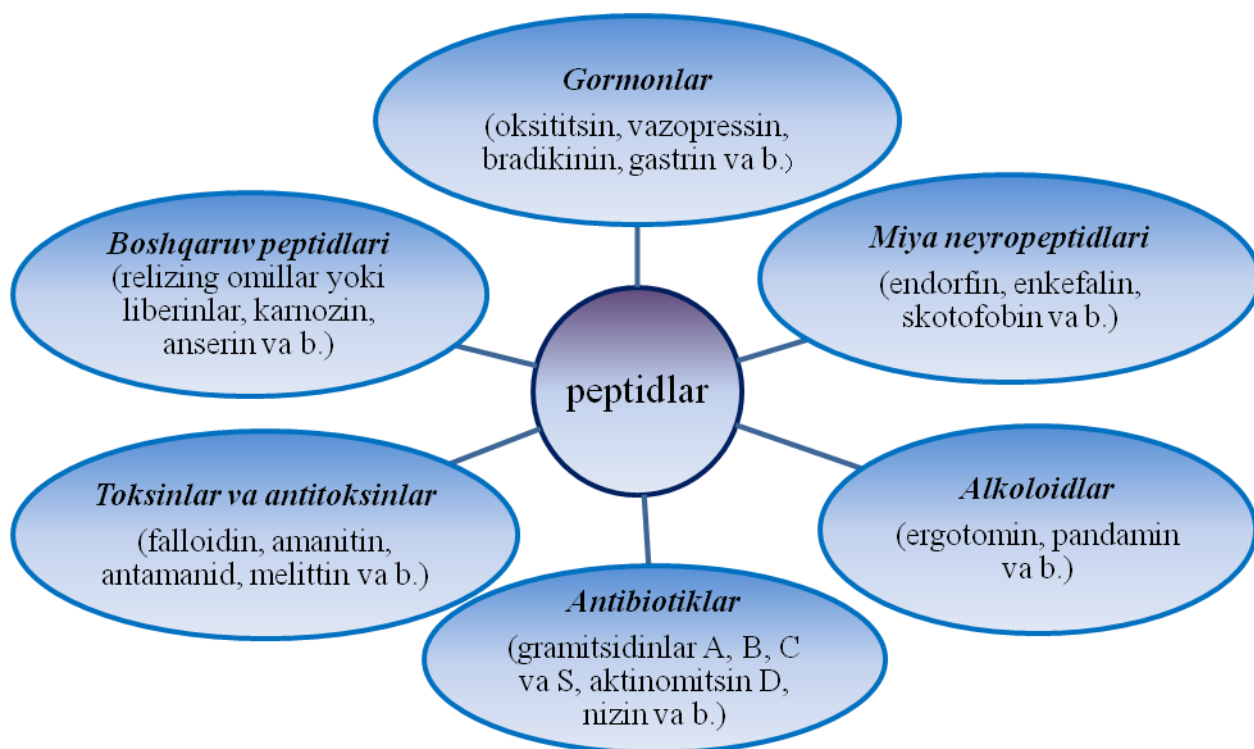


Rasm I.1 Oqsil funksiyalari<sup>5</sup>

<sup>5</sup> J.Koolman., K.H.Roehm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-65

7. Himoya funksiyasi. Tabiiy va sun'iy immunitetlarning antitanachalarining asosini ham oqsillar tashkil etadi;

8. Regulyatorlik funksiyasi. Bu funktsiyani bajarishda oqsil tabiatiga ega gormonlarning ahamiyati katta.



**Sxema-1. Peptidlarning biologik funksiyasi**

### **I.1. Oqsillar klassifikatsiyasi**

Barcha tabiiy oqsillar ikkita katta sinfga bo'linadi:

Oddiy oqsillar;

Murakkab oqsillar.

**Oddiy oqsillar** faqat aminokislotalardan tashkil topgan. Murakkab oqsillar tarkibida aminokislotalardan tashqari, oqsil tabiatiga ega bo'lmagan boshqa moddalarni ham saqlaydi. Bularga oddiy metall, yod, mis, marganets ionlaridan

tortib, to katta molekulyar og'irlikka ega bo'lgan murakkab moddalar kiradi, ularni prostetik guruhlar deb ataladi. Oddiy oqsillarga albuminlar, globulinlar, protaminlar va gistonlar kiradi.

**Albuminlar** - suvda va tuzlarning kuchsiz eritmasida yaxshi eriydi. To'yingan tuzli eritmalarida, masalan, ammoniy sulfat tuzining to'yintirilgan eritmasida cho'kmaga tushadi. Suvli eritmalar qizdirilganda osonlik bilan cho'kma hosil qiladi. Albuminlar- sutda, tuxumda, qon zardobida, bug'doy, arpa, no'xat tarkibida uchraydi.

**Globulinlar** - suvda erimaydi. Tuzlarning kuchsiz eritmasida yaxshi eriydi, yuqori kontsentratsiyalarida esa cho'kmaga tushadi, qizdirilganda cho'kmaga tushadi. Albuminlardan farqi tarkibida glitsin saqlamaydi, yoki juda kam miqdorda bo'ladi. Bu oqsillar qon zardobida, muskullarda, sutda, tuxumda, o'simliklar urug'larida ko'p uchraydi.

**Protaminlar** - faqat hayvonlar organizmida uchraydi. Baliqlarda ko'p uchraydi. Protaminlar tarkibida ko'pincha ishqoriy aminokislotalar, arginin, lizin va gistidinlar bo'ladi.

**Prolaminlar** - bu oqsillar suvda erimaydi, ular 70% li etil spirtida eriydi. Prolaminlar boshqoli o'simliklarda uchraydi. Bu oqsillar tarkibida prolin aminokislotalari ko'p (14% ga yaqin) bo'lganligi uchun prolaminlar deb ataladi. Bug'doy va suli donida gliadin, arpa donida gordein, makkajo'xori donida zein deb ataluvchi prolaminlar uchraydi.

**Glyutelinlar** - Kuchsiz ishqoriy eritmalarida eriydi. Ular o'simlik oqsili hisoblanadi va ko'pincha donli o'simliklar tarkibida uchraydi. Masalan:

Glyutenin - bug'doy donida, orizenin sholi donida uchraydi.

**Gistonlar** - ishqoriy xarakterga ega bo'lgan oqsillar bo'lib, suvda eriydi. Tarkibida ko'proq (20-30%) diaminaminokislotalar (lizin, arginin) saqlaydi. Bu oqsillar asosan, hujayra yadrosida nuklein kislotalar bilan birga uchraydi. Gistonlar organizmning rivojlanishida va irsiy belgilarning nasldan-naslga o'tishida muhim ahamiyatga ega.

**Murakkab oqsillar.** Murakkab oqsillar, ya'ni tarkibida aminokislotalardan tashqari oqsil bo'lmagan prostetik guruhlarni saqlaydi. Murakkab oqsillar tarkibida oqsil bo'lmagan birikmalarning xarakteriga ko'ra nukleoproteinlar, lipoproteinlar, xromoproteinlar, glikoproteinlar, fosfoproteinlar, metalloproteinlarga bo'linadi.

**Nukleoproteinlar** - oqsil va nuklein kislotalarining birikishidan hosil bo'ladi. Tarkibida nuklein kislotalar saqlashiga ko'ra ular ikkita guruhga bo'linadi: tarkibida DNK ni saqlagan murakkab oqsillar - dezoksiribonukleoprotein (DNP) deb atalib, hujayra yadrosida uchraydi. DNP irsiy belgilarni uzatishda katta ahamiyatga ega. Tarkibida RNK ni saqlasa ribonukleoprotein (RNP) bo'lib, u ozroq miqdorda yadroda, asosan sitoplazmada uchraydi. RNP oqsil biosintezida muhim rol o'ynaydi.

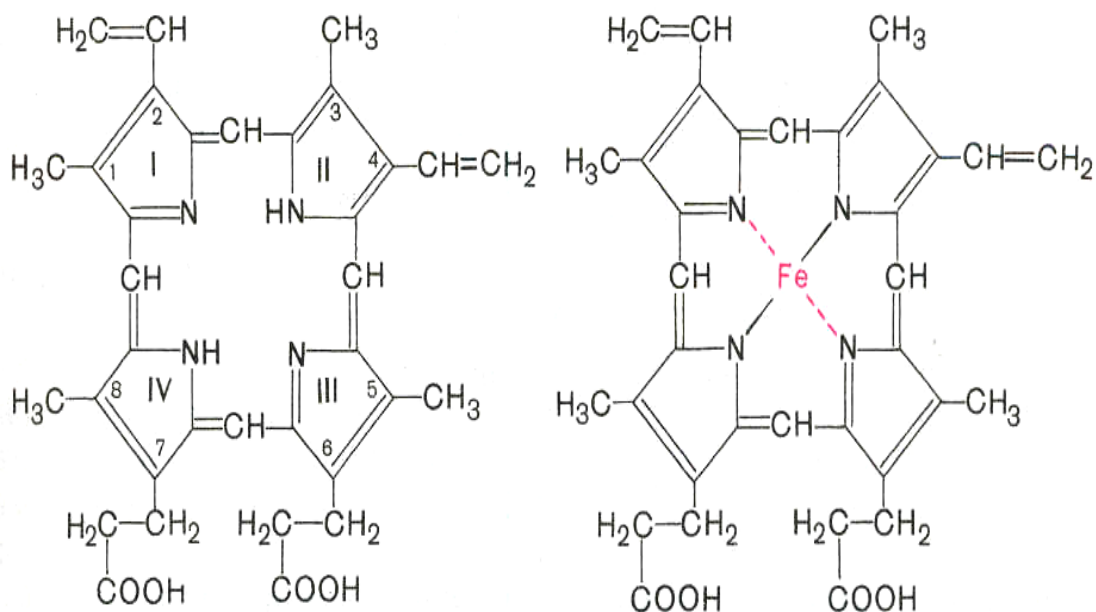
**Glikoproteinlar** - keng tarqalgan murakkab oqsil bo'lib, tarkibida uglevod saqlaydi. Glikoproteinlar tarkibidagi uglevodlar yuqori molekulali birikma holida bo'ladi. Ular gidroliz qilinganda galaktoza, geksozaminlar, glyukouronat kislota va boshqalarga parchalanadi. Glikoproteinlar, asosan, hayvonlar va o'simliklarda uchraydi. Keng tarqalgan vakillari: mutsin - so'lak glyukoproteini; xondromukoid - tog'ay to'qimasi glyukoproteini; osteomukoidlar - ilik to'qimasida uchraydi; interferonlar - ko'p turdagi viruslarning ko'payishining ingibitoridir. Ularning  $\alpha, \beta, \gamma$ - turlari mavjuddir; Immunoglobulinlar - yoki antitella himoya funksiyasini bajaradi.

**Fosfoproteinlar** - fosfor bog'lariga boy bo'lgan murakkab oqsillardir, uning keng tarqalgan vakillari: kazeinogen - sutning asosiy oqsilidir; Ovovitellin - tuxum sarig'i oqsili; fosfoprotein - bosh miya to'qimasida ko'p uchraydi.

**Lipoproteinlar** - bular oqsillar bilan lipidlarning birikishidan hosil bo'lgan murakkab birikmalardir. Lipoproteinlar hujayra membranalari tuzilishida alohida ahamiyatga ega.

**Metalloproteinlar** - tarkibidagi har xil metall ionlari ( $\text{Fe}^{+3}$ ,  $\text{Cu}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ) bevosita oqsillar bilan birikkan bo'ladi. Bularga gemoglobin, mioglobin, katalaza, peroksidaza, tsitoxromlar va boshqalar kiradi.





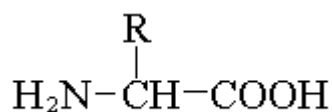
**Protoporphirin**

**Gem**

## I.2. Aminokislotalar

Aminokislotalar yog' kislotalarning hosilasi bo'lib, ular tarkibida karboksil guruh (-COOH) hamda (-NH<sub>2</sub>) amin guruh bor.

Amin guruh hamma vaqt  $\alpha$ - uglerod atomidan (glitsindan tashqari) o'rin oladi,  $\alpha$ -aminokislotalarning umumiy formulasi quyidagicha:



Aminokislotalar tarkibida har xil funktsional guruhlar uchraydi. Aminokislotalar shu funktsional guruhlariga qarab bir-biridan farq qiladi.

Aminokislotalar tuzilishiga ko'ra alifatik (ochiq zanjirli), aromatik (xalqali) va geterosiklik aminokislotalarga bo'linadi. Ular fizik va kimyoviy xususiyatlariga ko'ra neytral, kislotali va ishqoriy guruhlariga bo'linadi. Aminokislotalar tarkibida qo'shimcha funktsional guruhlar tutishiga qarab, dikarbon, diamin aminokislotalar,

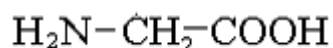
oksiaminokislotalar, oltingugurt tutuvchi aminokislotalar va boshqa guruhlariga bo'linadi.

Hozirgi vaqtgacha hayvon to'qimalarida, o'simliklarda va mikroorganizmlarda 300 dan ortiq erkin aminokislota borligi aniqlangan. Lekin oqsillar tarkibida faqat 20 ta  $\alpha$ -aminokislota va ularning ikkita amidi uchraydi.

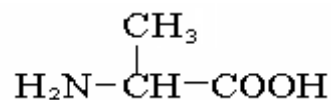
Oqsillar tarkibiga kiradigan amiknokislotalar quyida keltirilgan.

### ***Alifatik yoki xalqasiz aminokislotalar***

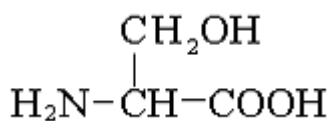
Alifatik aminokislotalar glitsin, alanin, serin, treonin, valin, leysin va izoleysinlar kiradi. Bu aminokislotalar yon zanjirlarida geteroatomlarni, siklik guruhlarni saqlamaydi<sup>6</sup>. Alifatik aminokislotalar funksional guruhlarni saqlashiga ko'ra bir-biridan farq qiladi. Monoaminomonokarbon aminokislotalarga glitsin, alanin, serin, treonin, valin, leysin, izoleysin kiradi.



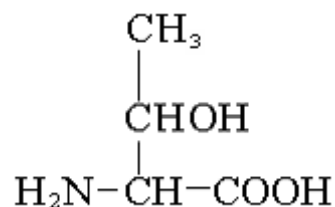
**Glitsin**



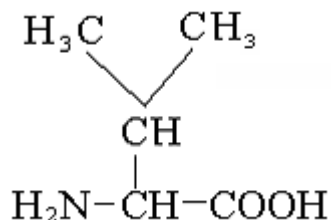
**Alanin**



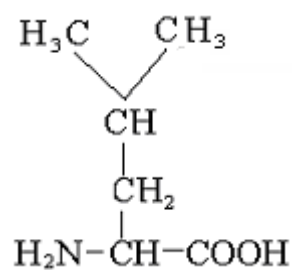
**Serin**



**Treonin**

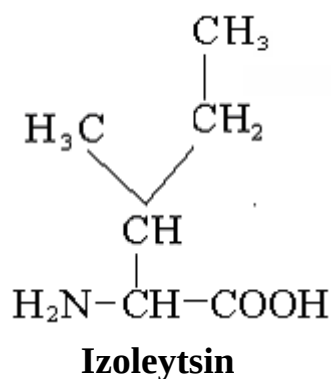


**Valin**

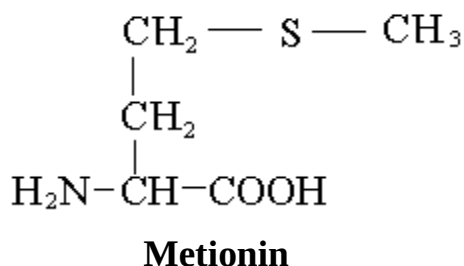
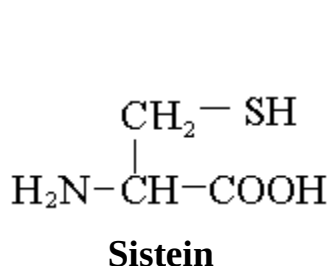


**Leytsin**

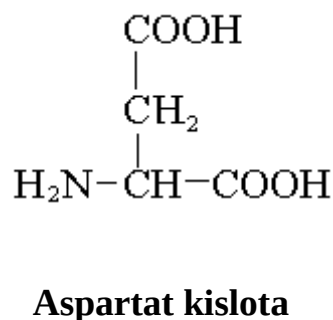
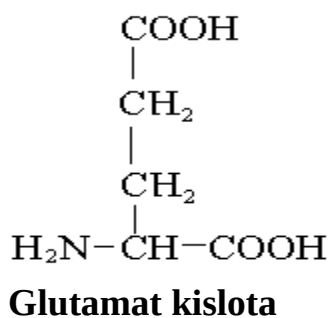
<sup>6</sup> Lehninger "Principles of Biochemistry", 2008 y, p-75



Oltingugurt tutuvchi aminokislotalarga metionin va sistein kiradi. Sistein oqsillarni fazoviy strukturasi turg'un holatda ushlab turuvchi disulfid ko'priklarni hosil qiladi.<sup>7</sup>

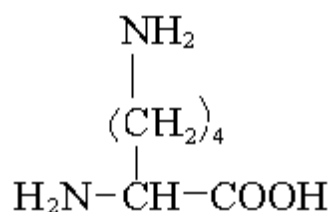


Kislotali yoki dikarbon aminokislotalarga aspartat kislota, glutamat kislotalar kirib, tarkibida qo'shimcha karboksil guruh saqlaydi.

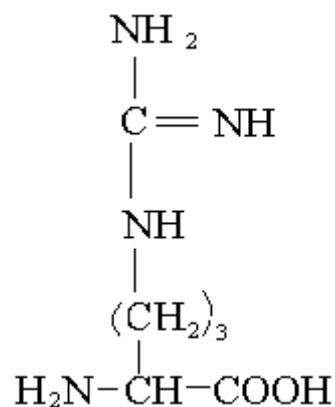


Diaminomonokarbon yoki asosli aminokislotalarga lizin, arginin kirib, tarkibida qo'shimcha aminoguruhni saqlaydi.

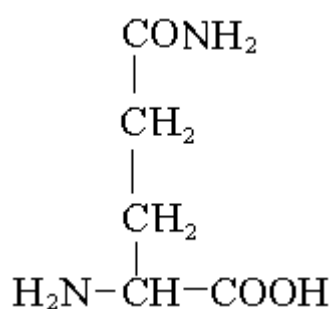
<sup>7</sup> J.Koolman., K.H.Roehm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-60



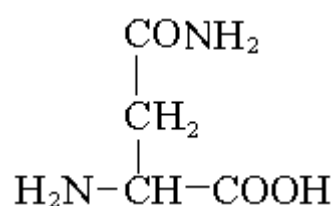
**Lizin**



**Arginin**



**Glutamin**



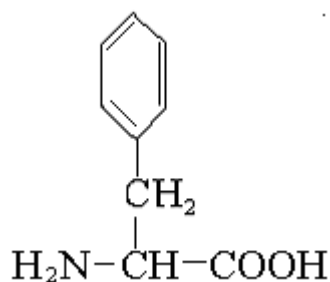
**Asparagin**

### ***Siklik yoki halqali aminokislotalar***

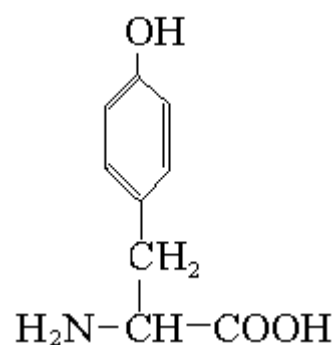
Siklik aminokislotalarga aromatik yoki gomosiklik aminokislotalar, geterosiklik aminokislotalar, iminokislotalar kiradi. Fenilalanin, tirozin, triptofan, gistidin, prolin va oksiprolinlar shular jumlasidandir<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> J.Koolman., K.H.Roehm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-61

## Aromatik aminokislotalar

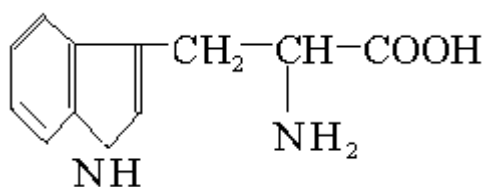


**Fenilalanin**

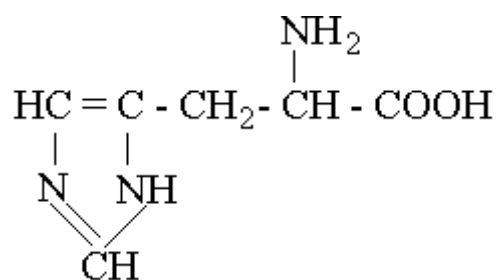


**Tirozin**

## Geterosiklik aminokislotalar



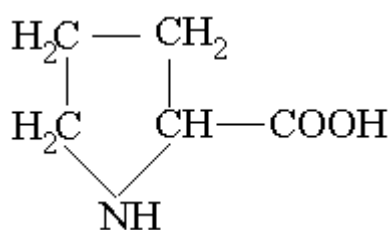
**Triptofan**



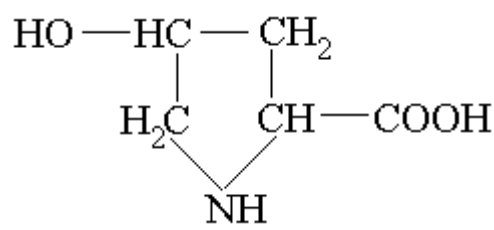
**Gistidin**

## Iminokislotalar

Bularga prolin va oksiprolin kiradi. Ular tarkibida-  $\text{NH}_2$  tutmay balki imino guruh- $\text{NH}$ - tutadi,  $\alpha$ -uglerod atomini saqlaydi va aslini aytganda aminokislotalar bo'lmay, iminokislotalar hisoblanadi. Iminokislotalar bilan aminokislotalar o'rtasidagi almashinuvida mustahkam bog'lanish borligi tufayli iminokislotalarning aminokislotalarga aylana olishi mumkin<sup>9</sup>.



**Prolin**



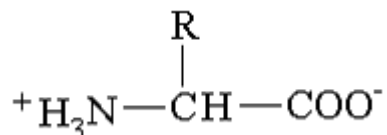
**Oksiprolin**

<sup>9</sup> J.Koolman., K.H.Roehm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-61

Bir qator oqsil tarkibiga kirmagan  $\alpha$ -aminokislotalar moddalar almashinuvida muhim funksiyani bajaradi, jumladan tsitrullin, gomoserin, gomosistein, sistein, dioksifenilalanin va boshqalar.

### I.3. Aminokislotalarning umumiy xossalari

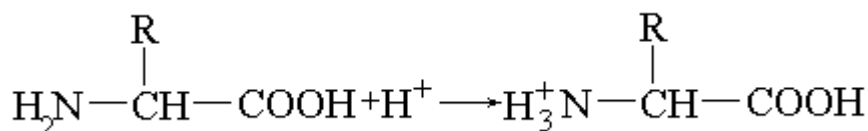
**Aminokislotalarning AMPoterlik xossalari.** Aminokislotalar tarkibida kislota xususiyatiga ega bo'lgan karboksil guruh ( $-\text{COOH}$ ) va ishqor xususiyatiga ega bo'lgan aminoguruh ( $-\text{NH}_2$ ) bor. Suvli eritmalarda aminokislotalarning har ikkala funktsional guruhi dissotsilanadi.



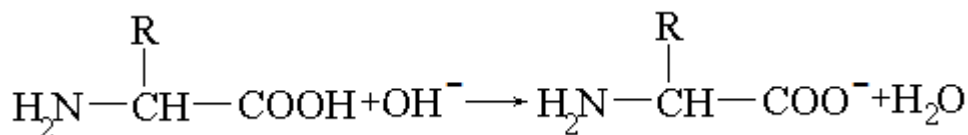
Bunday ko'rinishdagi aminokislotalar biopolyar ionlar deb ataladi.

Kislotali yoki ishqoriy sharoitda aminokislotalar elektr maydonida quyidagicha harakat qiladi.

Kislotali sharoitda kation sifatida:



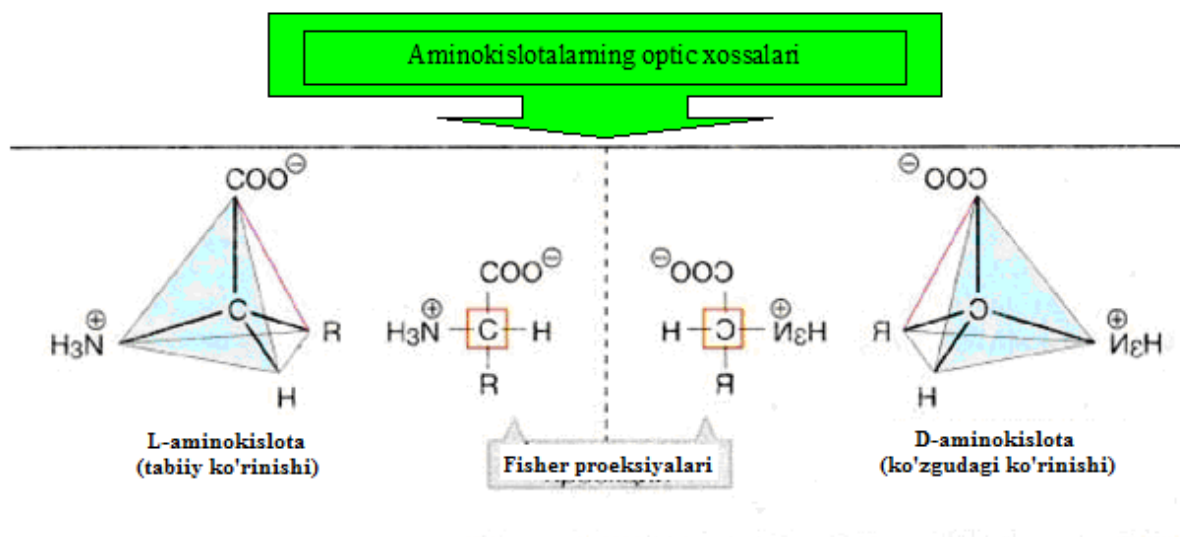
Ishqoriy sharoitda anion:



Shu xususiyatlariga ko'ra, aminokislotalar AMPoter birikmalar hisoblanadi va hujayrada buferlik vazifasini bajaradi.

Aminokislotalar molekulasining shakli neytral bo'lgan vodorod ionlari konsentratsiyasi ularning izoelektrik nuqtasi (IEN) deb ataladi. Turli xil aminokislotalarning izoelektrik nuqtali (IEN) har xil bo'ladi. Masalan: alanin IEN pH - 6; lizin IEN pH - 9,74; sistein IEN pH - 5,07.

**Aminokislotalarning optik xossalari.** Aminokislotalarning eng muhim xossalariidan biri ularning optik faollikka ega bo'lishidir. Glitsin bundan mustasno. Aminokislotalar molekulasida asimetrik uglerod atomlari borligi uchun ularning suvli eritmasi qutblangan nur sathini o'ngga yoki chapga buradi.



Rasm I.3.1. Aminokislotalarning optik tuzilishini ifodalovchi izomerlar ko'rinishi.<sup>10</sup>

Oqsillar tarkibiga kiradigan barcha aminokislotalar L-qatorga mansub bo'lib, tabiiy aminokislotalar deb ataladi, L qutblangan nur sathini o'ngga va chapga burishi mumkin. L-qatordagi aminokislota molekulaning fazoviy joylashishini ham ko'rsatadi.

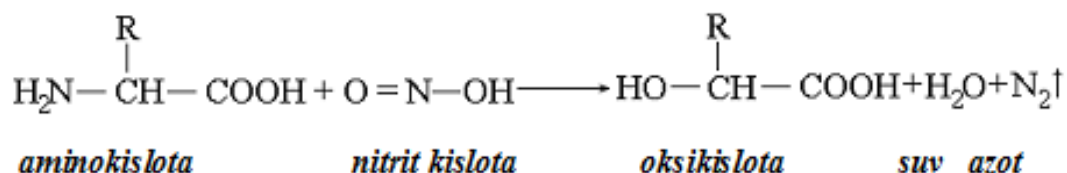
Aminokislotalarning optik izomerlarini aniqlashda L-serin molekulasini tuzilishidan foydalaniladi



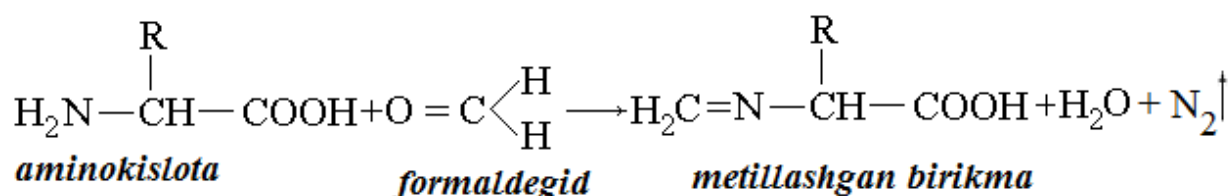
<sup>10</sup> J.Koolman., K.H.Roehm. Color Atlas of Biochemistry. Thieme Stuttgart · NewYork. 2007. Pp 64-65

**Aminokislotalarning kimyoviy xossalari.** Aminokislotalarga xos bir qancha reaksiyalar mavjud bo'lib ular: aminokislotalarning sifat xamda miqdor jihatdan aniqlashda keng ko'llaniladi.

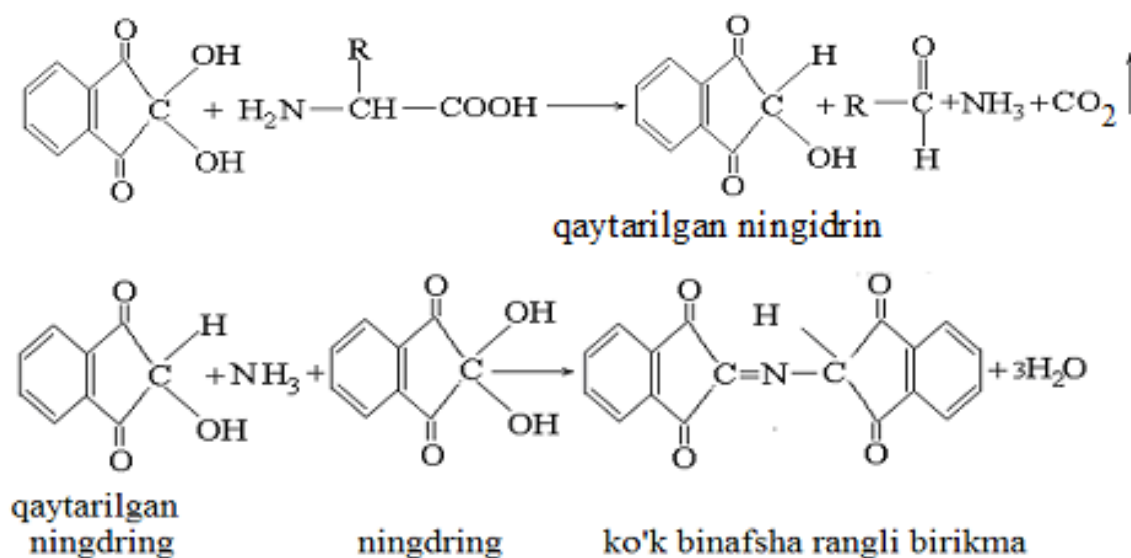
1) Aminokislotalarning nitrit kislota bilan o'zaro ta'sirida tegishli oksikislota hosil qiladi va erkin azot ajralib chiqadi:



2) Aminokislotalar formaldegid bilan reaksiyaga kirishib, metillashgan birikmalar hosil qiladi.



3)  $\alpha$ -aminokislotalar ningidrin bilan o'zaro reaksiyaga kirishib ko'k-binafsha rangli birikma hosil qiladi.



#### I.4. Oqsillarning fizik-kimyoviy xossalari

**Oqsillarning molekulyar massasi.** Oqsillar yuqori molekulyali organik birikmalar bo'lib, oqsillarning molekulyar massasi bir necha mingdan bir necha



milliongacha yetadi. Ularning molekulyar massasi eng muhim belgilaridan biri hisoblanadi. Chunki har qanday oqsilni strukturasi va funksiyasini o'zaro bog'liqligini o'rganishda molekulyar massasini bilish kerak(1.4.1.-jadval).

Jadval-1.4.1

Ba'zi oqsillarning molekulyar massasi va izoelektrik nuqtasi

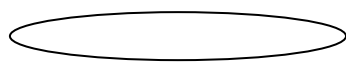
| Oqsil                     | Molekulyar<br>massa | Izoelektrik<br>nuqtasi |
|---------------------------|---------------------|------------------------|
| Sitoxrom                  | 13000               | 10,6                   |
| Sut albumini              | 17400               | 6,9                    |
| Tuxum albumini            | 40000               | 6,9                    |
| Odam gemoglobini          | 68000               | 6,4-7,2                |
| Zardob $\gamma$ -globulin | 160000              | 5,6                    |
| Katalaza                  | 250000              | 5,1                    |
| Ureaza                    | 480000              | 5,1                    |

Oqsillarning molekulyar massasini aniqlashda ultratsentrifugalash, diffuziya, rentgenostruktura analizi, oqsil eritmalarining osmotik bosimi va gelfiltratsiya, gelelektroforez metodlaridan foydalaniladi.

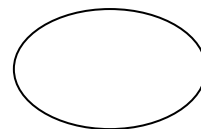
***Oqsil molekulalarining shakli.*** Oqsillarning fizik-kimyoviy va biologik xossalari ularning molekulalari shakliga ham bog'liq. Oqsil molekulalari ikki xil shaklda bo'ladi. Agar molekulalari tolasimon tuzilgan bo'lsa, fibrillyar oqsillar (fibrilla-tola) deyiladi, agar oqsil molekulalari yumaloq yoki ellips shaklda bo'lsa, globulyar oqsillar (globul-yumaloq) deyiladi.

Fibrillyar oqsillarga sochdagi keratin, ipakdagi fibroin, muskuldagi miozin kiradi. Bu xildagi oqsillarning ko'pi suvda erimaydi, balki bo'kadi. Fibrillyar oqsillar molekulasini butun polipeptid zanjir bo'ylab bir-biri bilan ko'ndalang vodorod bog'lar orqali birikadi.

Globulyar oqsillar, odatda, suvda va tuzlarning kuchsiz eritmalarida yaxshi eriydi. Bu guruhga ko'pchilik fermentlar, qon zardobi, sut, tuxum albumini va globulinlari kiradi.



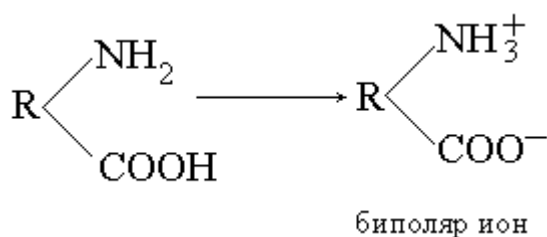
fibrinogen (400000)



$\beta$ -lipoprotein (130000)

Rasm I.4.1. Oqsil molekulasining shakli

**Oqsillarning AMPoterlik xossalari.** Oqsil molekulalari tarkibida erkin karboksil va amin guruhlar bo'lganligi uchun AMPoterlik xossasiga ega bo'lib, ham asos, ham kislota sifatida dissotsilanadi. Suvli eritmalarda oqsil molekulalari bipolyar ionlar (AMPionlar) shaklida bo'ladi.



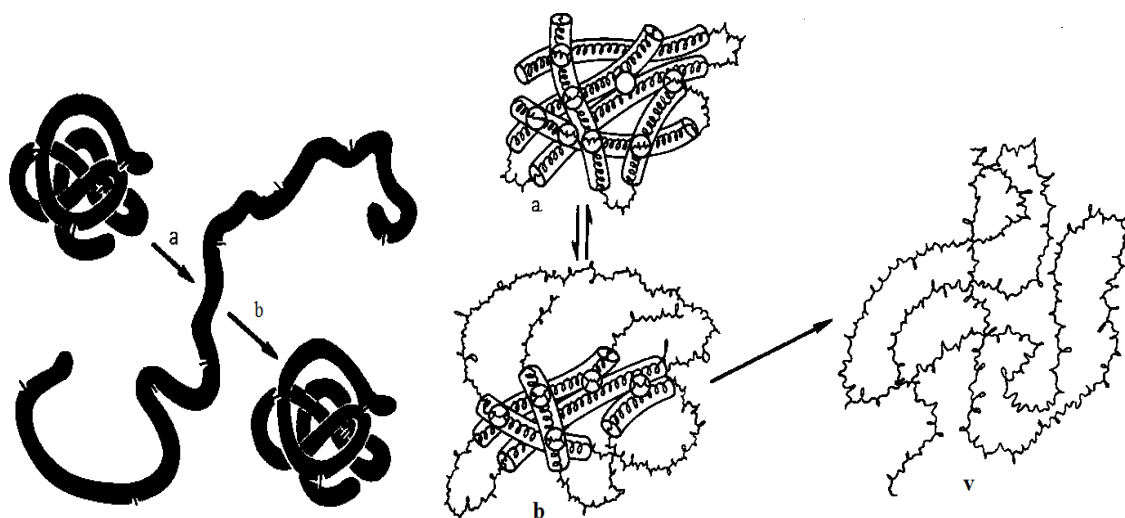
Muhit pH-ini o'zgarishi bilan oqsil molekulasining qutbi ham o'zgaradi. Ma'lum pH da oqsil molekulasida tarkibidagi musbat va manfiy zaryadlar soni bir-biriga teng bo'ladi. Mana shu muhit pH *oqsillarning izoelektrik nuqtasi* deb ataladi. Natijada oqsil molekulasining umumiy zaryadi nolga teng bo'lib, uning molekulalari elektr maydonida anod tomonga ham, katodga ham harakat qilmaydi.

Demak, izoelektrik nuqtada oqsillar o'ta beqaror bo'ladi va ular osonlik bilan cho'kmaga tushadi.

**Oqsillar denaturatsiyasi.** Oqsillar turli fizik va kimyoviy omillar ta'sirlar natijasida o'zining nativ (tabiiy) xususiyatlarini yo'qotadi. Bu hodisa oqsillar denaturatsiyasi deb ataladi. Denaturatsiya oqsillarning o'ziga xos xususiyatlaridan biri.

Oqsillar denaturatsiyasida - oqsil molekulasida konformatsiyasining o'zgarishi bilan uning shakli, eruvchanligi, solishtirma optik faolligi, elektroforetik harakatchanligi, boshqa fizik-kimyoviy va biologik xossalari ham o'zgaradi (rasm I.4.2).

Denaturatsiya natijasida oqsil molekulasining fazoviy strukturasi belgilaydigan turli xil bog'lar, asosan, vodorod va disulfid bog'lar buziladi.



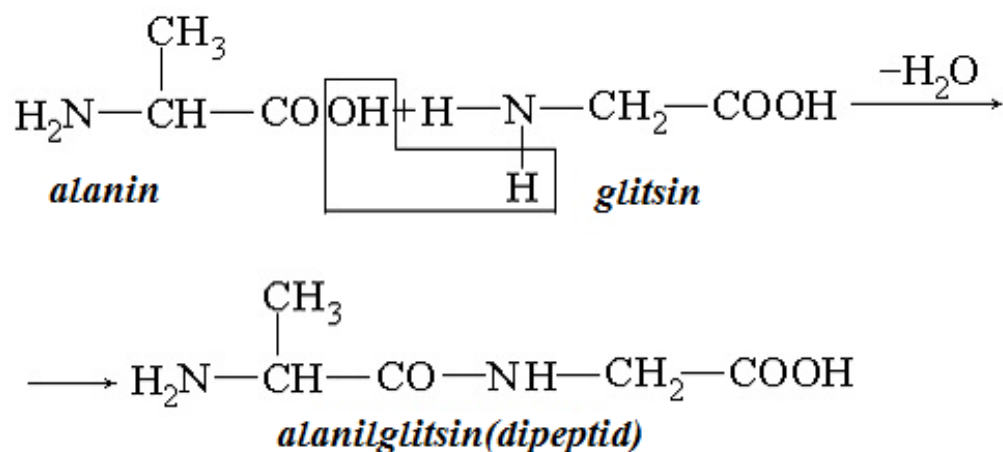
**Rasm I.4.2. Oqsil molekulasi denaturatsiyasi sxemasi: a) dastlabki holat; b) qaytar denaturatsiya; v) qaytmas denaturatsiya**

Denaturatsiya hodisalarini keltirib chiqaradigan omillar: yuqori harorat, og'ir metall tuzlari, kislotalar, ishqorlar, ultrabinafsha va ionlashtiruvchi nurlardir. Bu omillar ta'sirida oqsillar qaytmas denaturatsiyaga uchraydi.

Oqsillarning qaytar denaturatsiyasi hayotiy jarayonlarda muhim ahamiyatga ega bo'lib, bunda ularning molekulalari bir shakldan ikkinchi shaklga o'tib turadi. Masalan: fermentlarning faol va faol bo'lmagan holatlarda bo'lishi qaytar denaturatsiya hodisasi bilan bog'liq.

## **I.5. Oqsil molekulasidagi kimyoviy bog'lar va oqsillarning strukturalari**

**Peptid bog'lar.** Oqsil molekulasida aminokislotalar bir-biri bilan ( $-\text{CO}-\text{NH}-$ ) peptid bog'lari orqali bog'langan. Peptid bog'lar bir aminokislotalarning karboksil guruhi ikkinchi aminokislotalarning amino guruhi bilan o'zaro reaksiyaga kirishi natijasida hosil bo'ladi.

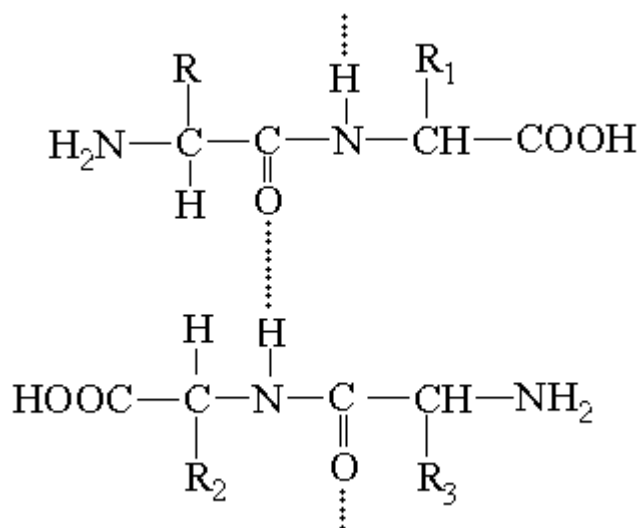


Peptidlar tarkibidagi aminokislota qoldig'ining soniga qarab, dipeptid, tripeptid, tetrapeptid, polipeptid va hokazo deb ataladi.

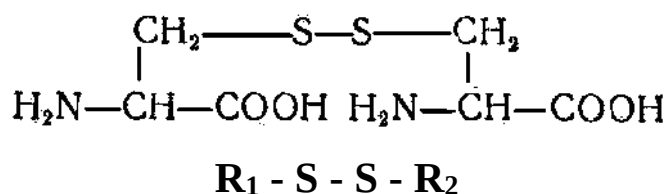
Shunday qilib, har qanday polipeptidning bir tomonida erkin  $-\text{NH}_2$  guruh (N-uchli polipeptid) va ikkinchi tomonida erkin  $-\text{COOH}$  guruh (C-uchli polipeptid) bo'ladi. Peptid bog'larini hosil qilishda karboksil guruhi yo'qotgan aminokislota "il" qo'shimchasini oladi, funksional guruhi o'zgarmagan aminokislotaning nomi o'z holicha qoladi. Masalan: alanilglitsin, alanilglitsilserin va hokazo.

**Vodorod bog'lar.** Oqsil molekulalarining ayrim qismlari va polipeptid zanjirlar bir-biri bilan vodorod bog'lar orqali ham birikadi. Vodorod bog'lar peptid bog'larga nisbatan kuchsizroq bo'lsada, ular oqsil molekulalarining tuzilishida muhim ahamiyatga ega.

Oqsillar molekulasidagi vodorod bog'lar bir polipeptid zanjir ichidagi yoki polipeptid zanjirlar orasidagi  $-\text{NH}-$  va  $-\text{CO}-$  guruhlar o'rtasida hosil bo'ladi. Ikkita polipeptid zanjir o'rtasidagi vodorod bog'lar quyidagicha ifodalanadi:



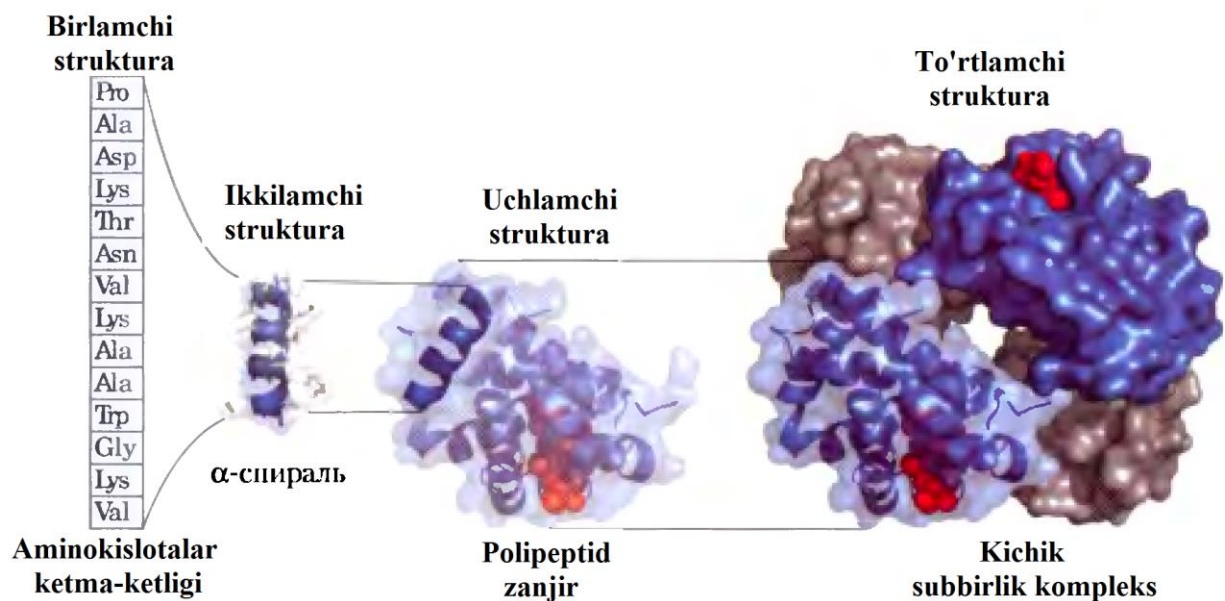
**Disulfid bog'lar.** Oqsil molekulasining reaksiyaga kirishish qobiliyati tarkibidagi erkin faol guruhlarining bo'lishiga bog'liq. Masalan, oqsil molekulasini tashkil qiladigan polipeptid zanjir tarkibidagi sistein aminokislotalari disulfid bog'lar tufayli polipeptid zanjirlarning ma'lum qismida yoki ular orasida disulfid ko'priklari hosil qilish xususiyatiga ega:



Disulfid bog' oqsillarning fazoviy konfiguratsiyasini hosil qilishda muhim rol o'ynaydi.

Oqsillar molekulasida yuqorida keltirilgan asosiy bog'lardan tashqari ion bog'lar, polyar bo'lmagan bog'lar va bir qator qo'shimcha bog'lar ham bo'ladi.

**Oqsil molekulalarining strukturalari.** Oqsil molekulasida 4 xil struktura mavjud, ya'ni birlamchi, ikkilamchi, uchlamchi va to'rtlamchi strukturalari.

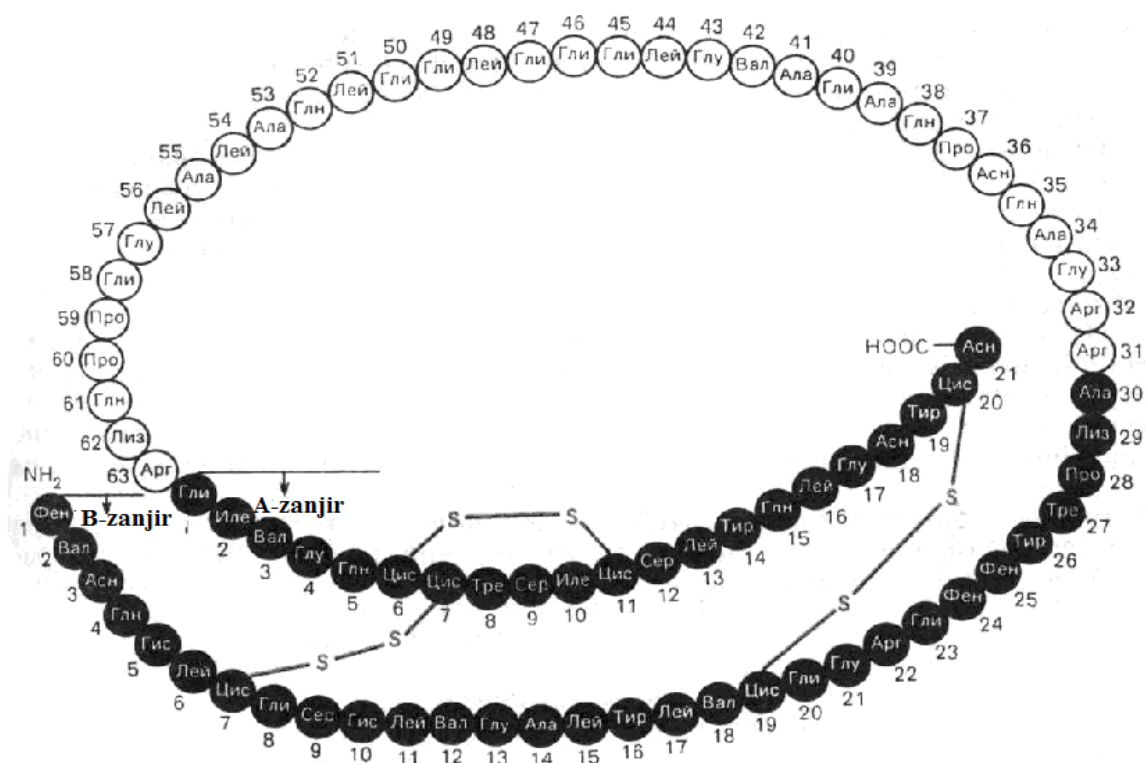


**Rasm I.5.1. Oqsil molekularining strukturalari** <sup>11</sup>

**Oqsillarning birlamchi strukturasini.** Oqsillar molekulasini tashkil qiladigan polipeptid zanjirlarida aminokislotalarning ketma-ket joylashish tartibi va ularni tutgan o'zni oqsillarning birlamchi strukturasini deb ataladi. Bu tartib irsiy belgilangan va o'zgarmasdan nasldan-naslga o'tadi. Birlamchi struktura oqsil molekulasining asosi (ustuni) deyiladi. Hozirgacha 1000 dan ortiq oqsilning birlamchi strukturasini aniqlangan. Shunday qilib, oqsillarning biologik xususiyatlari, eng avvalo ularning birlamchi strukturasiga bog'liq.

Birlamchi strukturasini aniqlangan dastlabki oqsil insulindir. Insulin 2 ta polipeptid zanjiridan tuzilgan. Birinchi ya'ni A zanjir 21 aminokislota qoldig'idan, B zanjir esa 30 aminokislota qoldig'idan tuzilgan. Insulin molekulasida 3 ta disulfid ko'priq bo'lib, ikkitasi A va B zanjirlar orasida, bittasi A zanjirning ichida joylashgan(rasm I.5.2) .

<sup>11</sup> Д.Нельсон, М.Кокс. Основы биохимии Ленинджера в трех томах. Москва.2015. стр 141



**Rasm I.5.2. Insulinning birlamchi stukturasi**

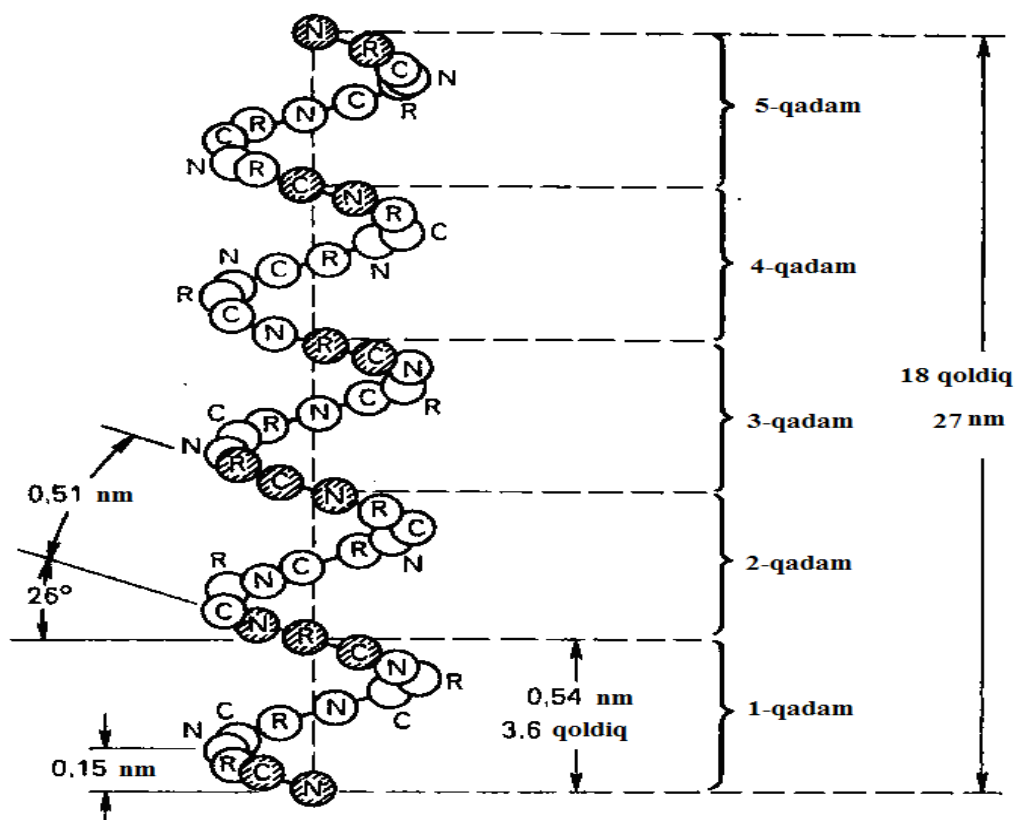
Bir qator anomal oqsillarning birlamchi strukturasi o'rganish ba'zi og'ir irsiy kasalliklar tabiatini aniqlashga imkon beradi. Masalan: normal gemoglobin oqsilining  $\beta$ -zanjirida 6-o'rinda glutamin joylashgan, uning o'rinining valin bilan o'zgarishi og'ir irsiy kasallik o'roqsimon kamqonlikni keltirib chiqaradi.

**Oqsillarning ikkilamchi strukturasi.** Vodorod bog'lari tufayli hosil bo'ladigan polipeptid zanjirning spiral konfiguratsiyasi oqsillarning ikkilamchi strukturasi deyiladi. Ikkilamchi strukturani uchta xili mavjud:  $\alpha$ -spiral,  $\beta$ -qavatli va kollagenli spiral.

Vodorod bog'lar bir polipeptid zanjir ichidagi har xil guruhlar o'rtasida hosil bo'ladi. Bunday bog'lar tufayli polipeptid zanjir spiral shaklda bo'ladi. Polipeptid spiralning muhim xillaridan biri  $\alpha$ -spiraldir (Rasm I.5.3).

$\alpha$ -spiralni aylanma zina bilan taqqoslasa bo'ladi. Bu holda aminokislota qo'llari pog'onalar vazifasini bajaradi<sup>12</sup>.

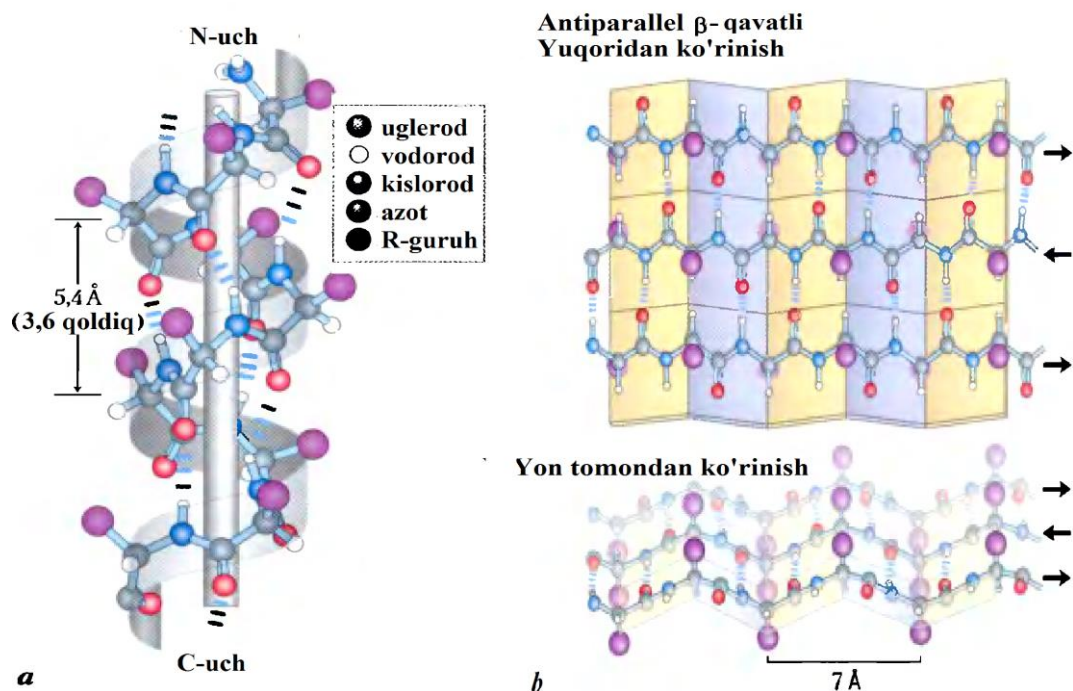
<sup>12</sup> J.Koolman., K.H.Roehm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-74



Rasm I.5.3. Polipeptid zanjiri modeli ( $\alpha$ -spiral. Pauling va Kori)

$\alpha$  -spiral juda ko'p oqsillarda uchraydi. Masalan:  $\alpha$  -keratin to'liq  $\alpha$  -spiral oqsildan iborat; mioglobin, gemoglobin 75%, zardob albumini 50%, ribonukleaza 17%.  $\alpha$  - spiral ma'lum omil ta'sirida (ishqor, harorat) cho'zilib, zanjir ichidagi vodorod bog'lar uzilib ketadi va  $\beta$  -strukturaga o'tadi. Fibrillyar (ipsimon) oqsillarning tabiiy shakli -  $\beta$  strukturadir. Vodorod bog'lar molekulalarning orasida, polipeptid zanjirining har xil uchastkalari orasida bo'ladi(Rasm I.5.4).

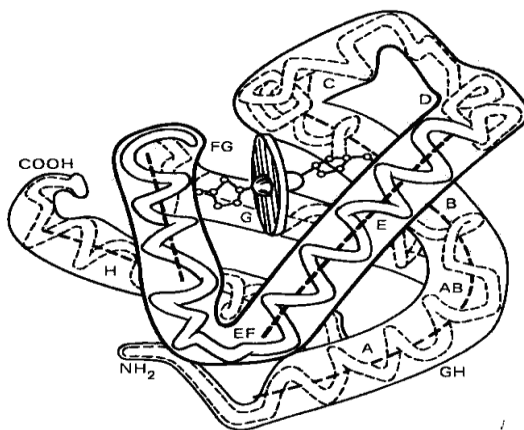




Rasm I.5.4.  $\alpha$ -spiral va  $\beta$ -struktura<sup>13</sup>

**Oqsillarning uchlamchi strukturasi.** Spiral tuzilgan polipeptid zanjirlar har xil kuch ta'sirida fazoda ma'lum shaklni olishga harakat qiladi. Polipeptid spiralining fazodagi orientatsiyasi yoki uning taxlanishi *uchlamchi struktura* deyiladi, ya'ni molekulaning shakli, hajmi haqida ma'lumot beradi.

Oqsillarning biologik faolligi, ularning uchlamchi strukturasi bog'liq. Uchlamchi strukturani rentgenostruktura tahliliy usul yordamida o'rganiladi. Ribonukleaza, lizotsim, mioglobin, xemotripsin va boshqa ko'pgina oqsillarning uchlamchi strukturasi aniqlangan(rasm I.5.5).

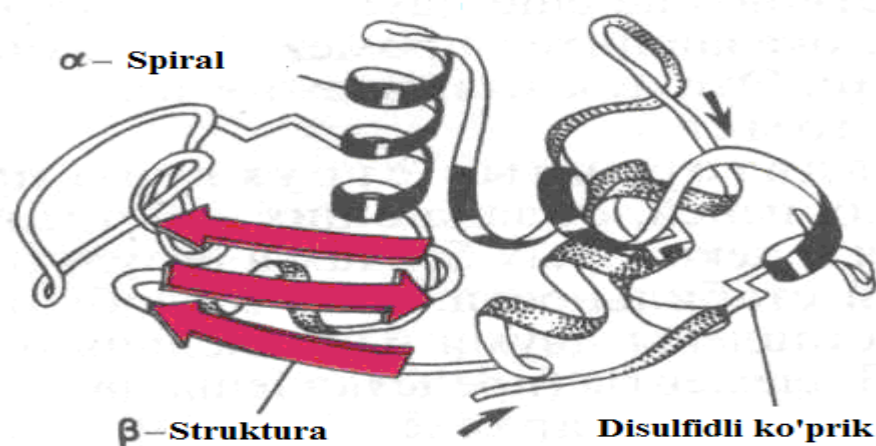


Rasm. I.5.5. Mioglobin oqsil molekulasining uchlamchi strukturasi modeli sxemasi

<sup>13</sup> Д.Нельсон, М.Кокс. Основы биохимии Ленинджера в трех томах. Москва.2015. стр 178-181

(J.Kendar bo'yicha. Lotin harflarda struktura domenlari, qizil rangda gem)

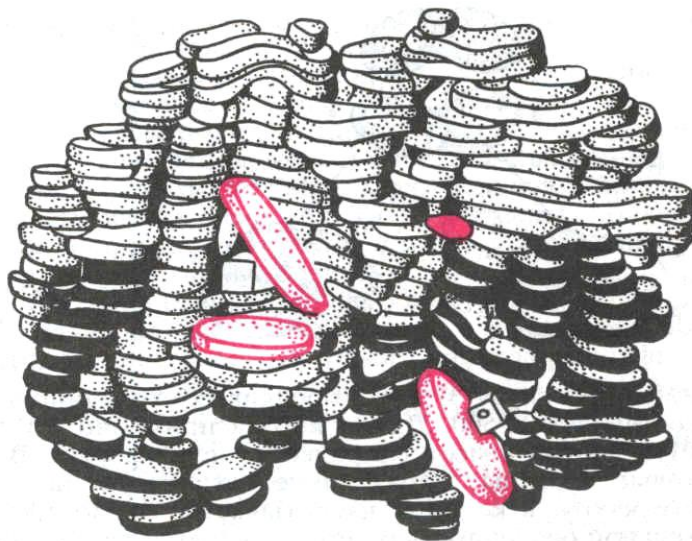
Oqsil molekulasini uchlamchi strukturasining hosil bo'lishida bir qancha kimyoviy bog'lar ishtirok etadi. Bulardan eng muhimi disulfid bog'dir. Ko'p oqsillar polipeptid zanjirining ma'lum qismlaridagi sistein qoldiqlari bir-biri bilan mustahkam bog' hosil qiladi(rasm I.5.6).



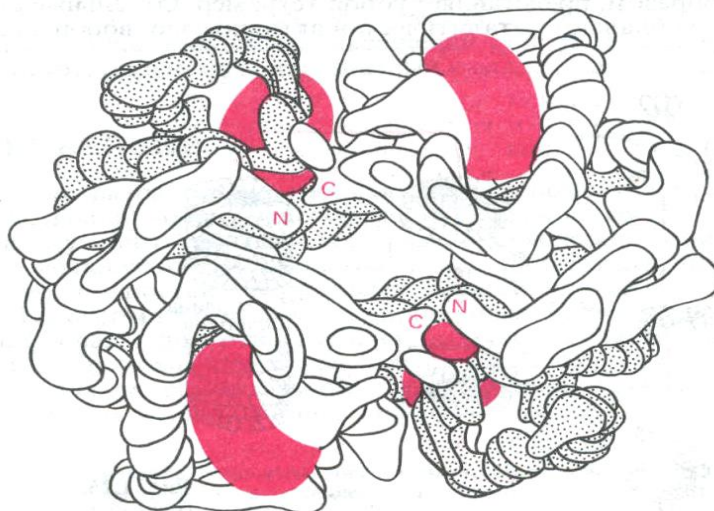
Rasm I.5.6. Tovuq tuxumi lizotsimining modeli

Oqsillarni uchlamchi strukturasini hosil bo'lishda gidrofob va gidrofil guruhlarning o'zaro ta'siri ham ishtirok etadi. Oqsillarning uchlamchi strukturasini yuqori labillikka ega: pH, muhitning ionli tarkibiga, temperatura va boshqa omillarga oqsil molekulasidagi vodorod bog'lari juda ham ta'sirchandır.

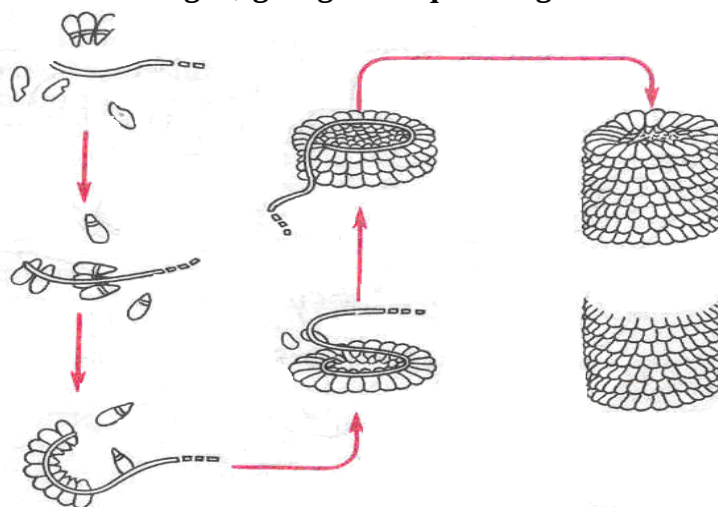
**Oqsillarning to'rtlamchi strukturasini.** Ikki va undan ortiq polipeptid zanjirlardan tashkil topgan oqsillar molekulasini to'rtlamchi strukturasini ega. To'rtlamchi struktura hosil bo'lishida ishtirok etadigan polipeptid zanjirlarning har biri o'ziga xos birlamchi, ikkilamchi va uchlamchi strukturasini ega bo'lib, u kichik birlik deb ataladi. Ko'pgina oqsillarning molekulasini bir necha kichik birliklardan tashkil topgan. Masalan: gemoglobin oqsilli to'rtta kichik birlikdan; 2  $\alpha$  va  $\beta$  polipeptid zanjiridan tashkil topgan. Tamaki mozaikasining virusini tashkil qiladigan murakkab oqsil 2200 ta kichik birlikdan tashkil topgan.



Rasm I.5.7. Gemoglobinning oligomerli molekulasini (qizil disklar-gem guruhlari)

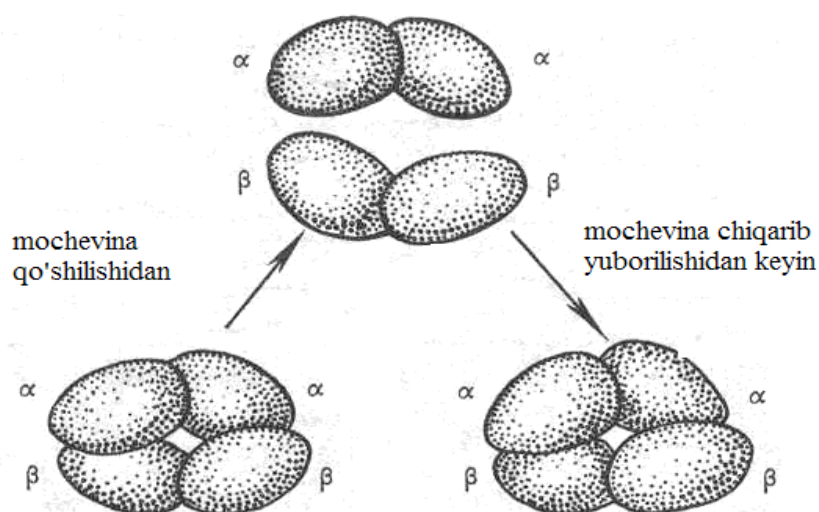


Rasm I.5.8. Gemoglobin modeli (Peruts bo'yicha).  $\alpha$ -zanjir och rangda,  $\beta$ -zanjir to'q rangda; gem guruhi-qizil rangda



Rasm I.5.9. Tamaki mozaikasi virusining to'rtlamchi strukturasi hosil bo'lish sxemasi

Oqsil molekulasini tashkil qiladigan kichik birliklar har xil fizik va kimyoviy ta'sir natijasida dissotsiylanishi mumkin, bu jarayon qaytar bo'lib, dissotsiyalangan kichik bo'lakchalar ma'lum sharoitda qaytadan yana birikadi (rasm I.5.10). Oqsillarning fermentativ xususiyatlari ularning to'rtlamchi strukturasi bog'liqdir. To'rtlamchi struktura hosil bo'lishida oqsillar molekulasida uchraydigan barcha kimyoviy bog'lar ishtirok etadi; vodorod, disulfid, elektrostatik va gidrofob bog'lar. Oqsillarning to'rtlamchi strukturasi muhim funktsional ahamiyatga ega.



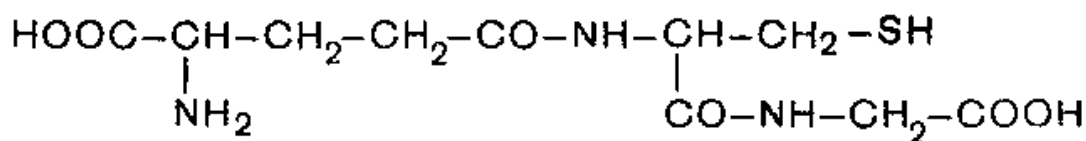
**Rasm I.5.10. gemoglobin molekulasining qayta dissotsiylanishi**

### **Tabiiy peptidlar**

Organizmدا kichik molekulali peptidlar mavjud bo'lib, ular muhim o'ziga xos biologik funksiyalarni bajaradi.

Tabiiy peptidlar biologik faolligi, ta'sir etish xususiyati va kelib chiqishiga ko'ra 4 ta guruhga bo'linadi: 1) gormonal faoligini namoyon etuvchi peptidlar (vazopressin, oksitotsin); 2) ovqat hazm qilishda ishtirok etadigan peptidlar (gastrin va sekretin); 3) Qon zardobida uchraydigan peptidlar (ya'ni angiotenzin, bradikinin va kallidin); 4) neuropeptidlar.

Hamma hayvonlar to'qimalarida va bir qator o'simliklarda kichik molekulali tripeptid glutation keng tarqalgan bo'lib, funksiyasi to'liq o'rganilgan. U quyidagicha tuzilgan ( $\gamma$ -glutamil-sistein-glitsin):



Qaytarilgan glutation

Glutationni biologik faoligi tarkibidagi – SH guruhiga bog'liq bo'lib bir necha reaksiyalarda koferment sifatida ishtirok etadi.

Neyropeptidlar qatoriga gipofiz orqa bo'lagining halqali tuzilishiga ega oksitotsin va vazopressin gormonlari kiradi.

### Sinov savollari

1. Oqsillar qanday biologik funksiyalarni bajaradi?
2. Aminokislotalarning fizik-kimyoviy xususiyatlariga ko'ra sinflarga bo'linishini yozing.
3. Oqsillarning AMPoter xossalarini yozing.
4. Peptid bog'ini hosil bo'lishini yozing.
5. Oqsil molekulasidagi kimyoviy bog'larni yozing.
6. Oqsillarning ikkilamchi strukturasiga ta'rif bering.
7. Ikkilamchi strukturaning ijodkorlari va uni mustahkamlovchi kimyoviy bog'lar.
8. Ikkilamchi strukturaning davriyligi,  $\alpha$ -spiral deyilishiga sabab.
9. Ikkilamchi strukturaning biologik ahamiyati.
10. Oqsil molekulasidagi  $\beta$ -strukturalar yoki qatlamlar.
11. Oqsillardagi  $\alpha$ -spiral va  $\beta$ -strukturalar bo'yicha sinflash.
12. Oqsillar qanday sinflarga bo'linadi?
13. Oddiy oqsillar.
14. Murakkab oqsillar.

## Oqsillar mavzusiga oid test savollar

1. Oqsillar qanday monomerlardan tashkil topgan?  
A) aminlar  
B) karbon  
V)  $\alpha$ -aminokislotalar  
G)  $\beta$ -aminokislotalar
2. Oqsil molekulasida aminokislotalar qanday bog' hosil qilib birikadi?  
A) glikozid bog'lar  
B) peptid bog'lari  
V) disulfid bog'lar  
G) murakkab efir bog'lari
3. Peptid bog'ini hosil qilmaydigan guruhlarni nima deb ataladi?  
A) kovalent bog'lar;  
B) disulfid bog'lar;  
V) radikallar;  
G) alkillar.
4. Oqsillarning birlamchi strukturasi qanday tizimga asoslangan?  
A) radikallar qatoriga;  
B) peptidlar qatoriga;  
V) aminokislotalar qatoriga;  
G) kimyoviy bog'lar qatoriga.
5. Oqsillarning birlamchi strukturasi qanday bog'lar hisobiga hosil bo'ladi?  
A) glikozid bog'lar                      B) peptid bog'lar  
V) disulfid bog'lar                      G) vodorod bog'lar
6. Oqsillarning ikkilamchi strukturasi hosil qilishda qanday bog'lar ishtirok etadi?  
A) ion  
B) vodorod  
B) murakkab efir



- G) disulfid
7. Temir atomlarini to'plovchi qanday to'rtlamchi strukturali oqsillarni bilasiz?
- A) ferritin oqsillari;
  - B) gemoglobin oqsillari;
  - V) sitoxrom oqsillari;
  - G) sitoplazmatik oqsillar.
8. Peptidlar qanday funksiyalarni bajaradi?
- A) antibiotiklar, biologik faol modda kuchli zaharlar va gormonlarning rilizing omilidir;
  - B) ular oqsillar bo'lib, rang-barang funksiyalarga ega;
  - V) hujayrada energetik manbaa sifatida xizmat qiladi;
  - G) organizmda irsiy funksiyani bajaradi.
9. Oqsillarning to'rtlamchi strukturalari qanday makromolekulalardan tashkil topgan?
- A) polipeptid
  - B) kichik molekula
  - V) kichik subbirliklar
  - G) makromolekula
10. Gidrofil aminokislotalar – bu...
- A) tirozin, serin, treonin, glutamin, asparagin, sistein;\*
  - B) prolin, leysin, izoleysin;
  - V) valin, leysin, prolin;
  - G) izoleysin, prolin, valin.

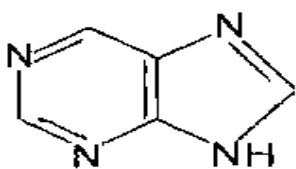
**Tayanch so'zlar:** purin, pirimidin, uglevod, nukleozid, nukleotid, dezoksiribonuklein kislota, ribonuklein kislota, minor asoslar

Nuklein kislota yuqori molekulali birikmalar bo'lib, katta molekulyar massaga ega. Nuklein kislotalar tirik organizmlardagi irsiy belgilarning nasldan-naslga o'tishi, oqsillar biosintezi kabi hayotiy jarayonlarida muhim ahamiyatga ega.

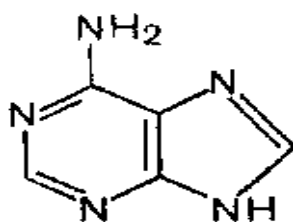
Nuklein kislotalarni birinchi marta hujayra yadrosidan ajratib olinganligi uchun nuklein (nukleus-yadro) deb atalib, shvetsariyalik olim F.Misher tomonidan 1869 yili aniqlangan.

Nuklein kislotalar kimyoviy tarkibiga azot asoslaridan purin va pirimidin asoslari, uglevod komponentlaridan riboza va dezoksiriboza hamda fosfat kislota kiradi.

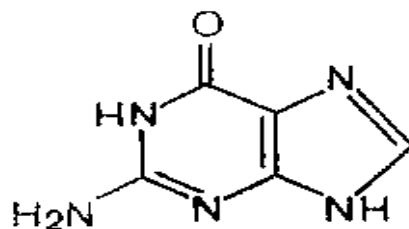
**Purin asoslari.** Nuklein kislotalar tarkibida purin asoslaridan adenin va guanin uchraydi.



Purin

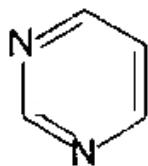


Adenin

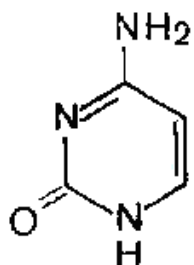


Guanin

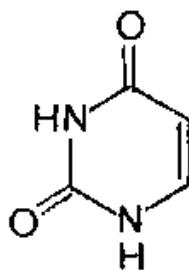
**Pirimidin asoslari.** Nuklein kislotalar tarkibida sitozin, uratsil, timin uchraydi.



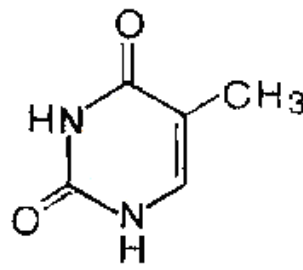
Pirimidin



Sitozin



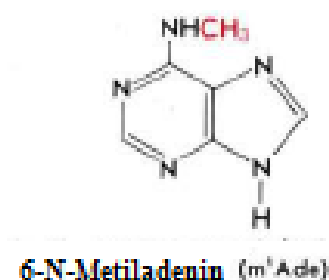
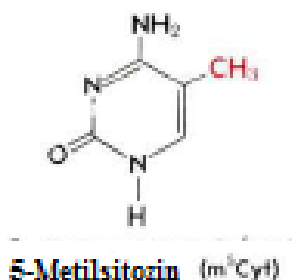
Uratsil



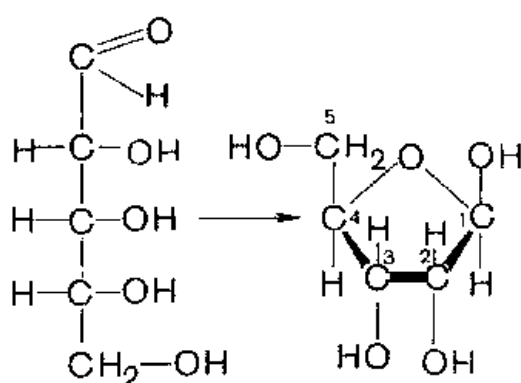
Timin



Bundan tashqari nuklein kislotalar tarkibida minor (kamdan-kam uchraydigan) azot asoslari uchraydi: 5-metil va 5-oksimetilsitozin, digidrouratsil, psevdouratsil, 1-metiluratsil va boshqalar.

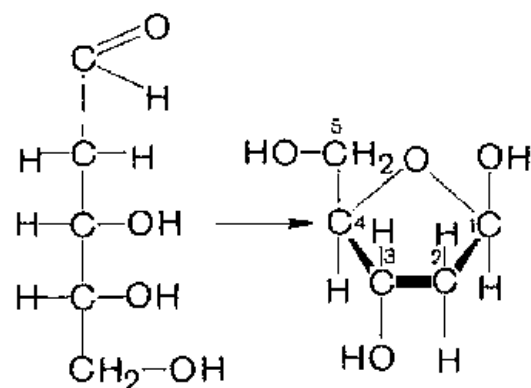


**Uglevod komponentlari.** Nuklein kislotalar tarkibiga kiradigan uglevod komponentlari pentozalar D-riboza va 2-D-dezoksiriboza bo'lib, ular furan shaklida uchraydi.



D- riboza

$\beta$ -D- ribofuranoza



D-2- dezoksiriboza

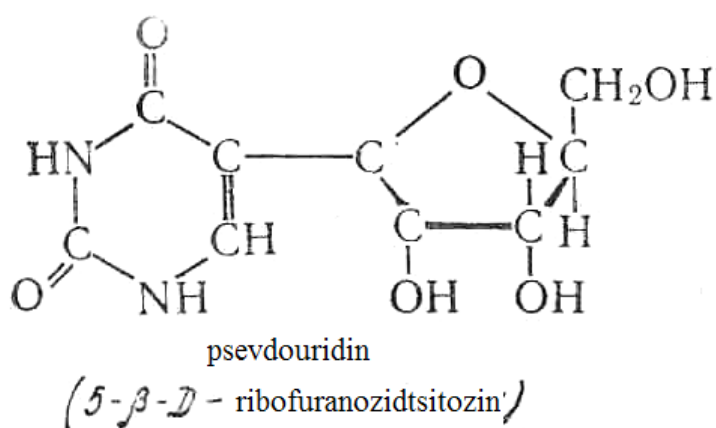
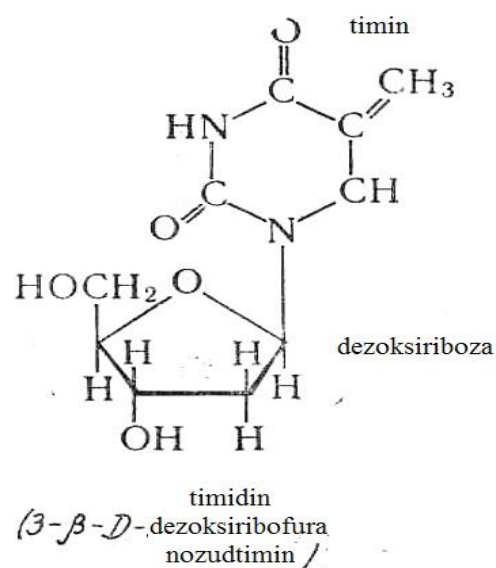
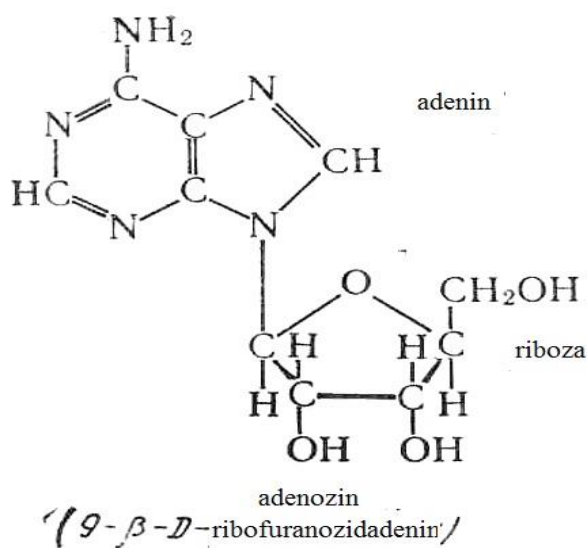
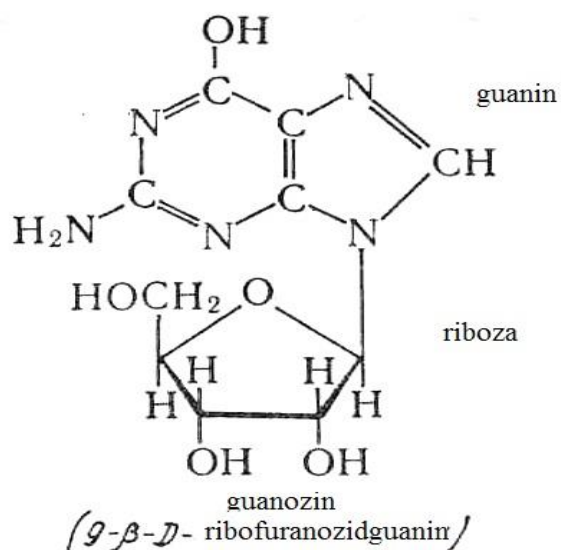
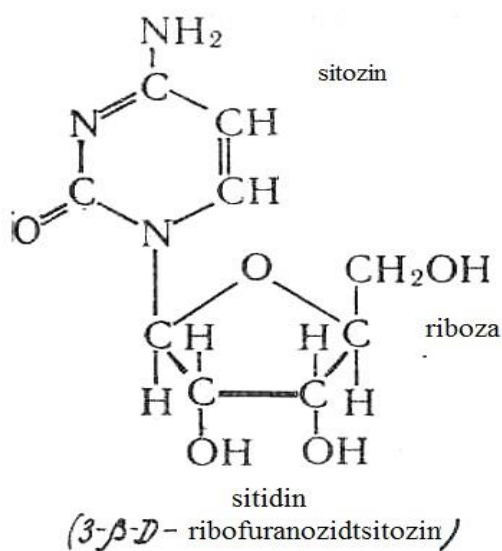
$\beta$ -D- dezoksiribofuranoza

## II.1. Nukleozidlar va nukleotidlar

Azot asoslari bilan uglevod komponentlarining birikishidan hosil bo'lgan birikmalar nukleozidlar deb ataladi.

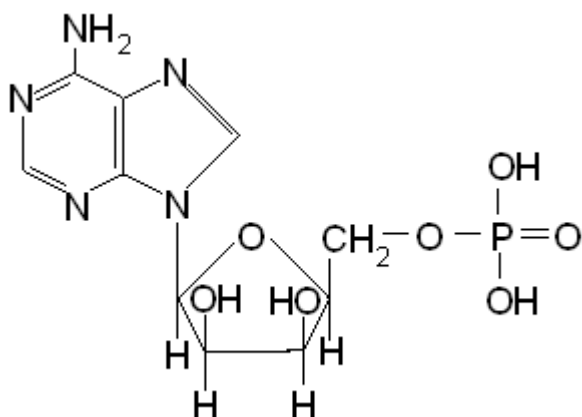
Purin asoslari hosil qilgan nukleozidlar «ozin», pirimidin asoslari esa, «idin» qo'shimchasini oladi: Masalan: adenozin, guanozin, uridin, timidin va hokazo.

Nukleozidlarni hosil qiluvchi azot asoslari va uglevodlar bir-biri bilan glikozid bog'lar orqali birikadi:



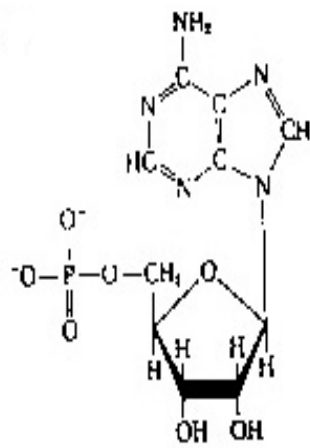
Nukleozidlar fosfat kislota bilan birikib, qo'shilsa - nukleotidlarni hosil qiladi. Nukleotidlarning nomi ular asosining nomiga kislota so'zini qo'shish bilan hosil

bo'ladi. Masalan: adenilat kislota, guanilat kislota va hokazo. Nukleotidlar quyidagicha tuzilgan.

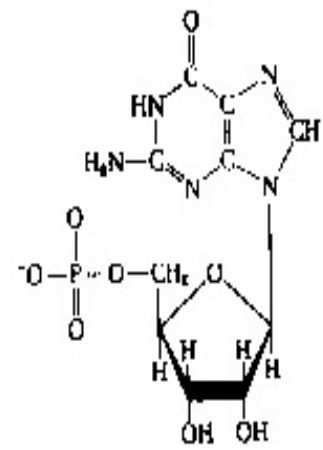


*Аденилат кислота (АМФ)*

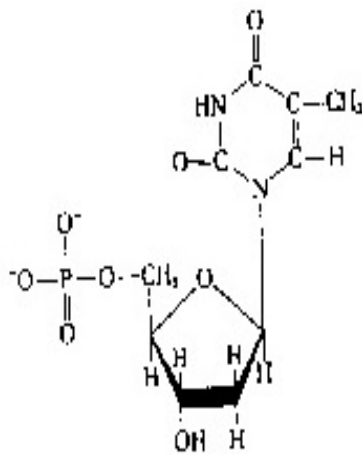
Nukleotidlar ikki yoki uch molekula fosfat kislota biriktirib olishi natijasida di va tri fosfonukleotidlar hosil bo'ladi.



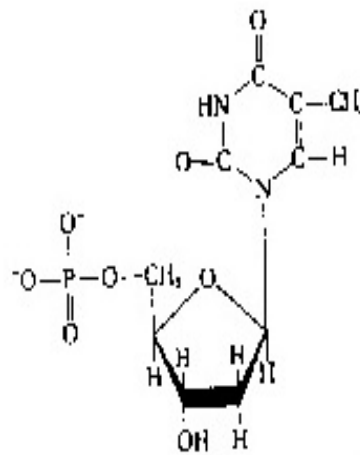
Adenilat, adenozin -5'  
monofosfat(AMF)



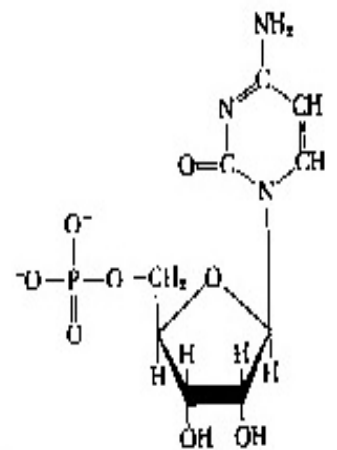
Guanilat, guanozin -5'  
monofosfat(GMF)



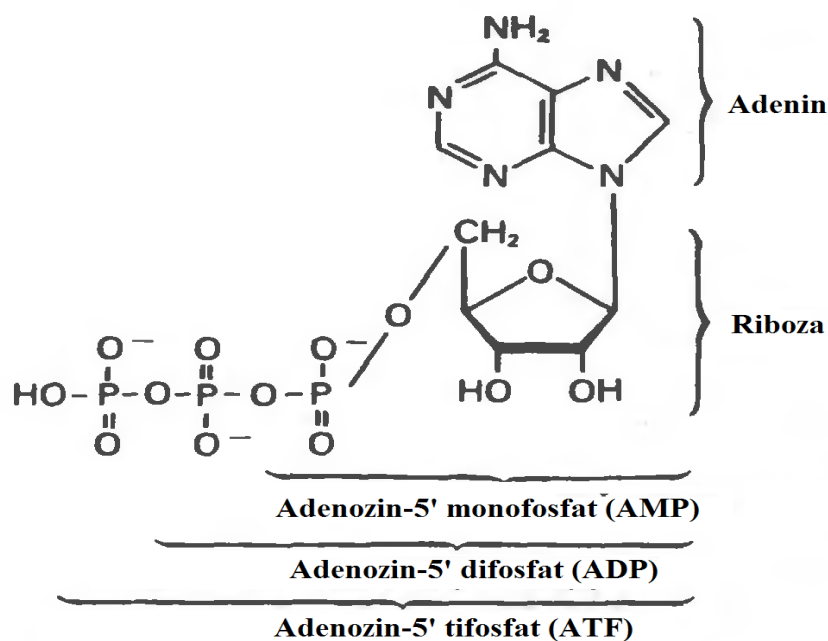
Uridilat, uridin -5'  
monofosfat(UMF)



Timidilat, timidin -5'  
monofosfat(TMf)



Sitidilat, sitidin -5'  
monofosfat(AMF)



Bular energiyaga boy birikmalar deb ataladi. Nukleotidlar quyidagi muhim biologik funksiyalarni bajaradi:

- energiya manbai hisoblanadi;
- qator fermentlarning koferment sifatida namoyon bo'ladi;
- sintetik jarayonlarda ishtirok etadi;
- regulyatorlik funksiyani bajaradi. (sAMP).

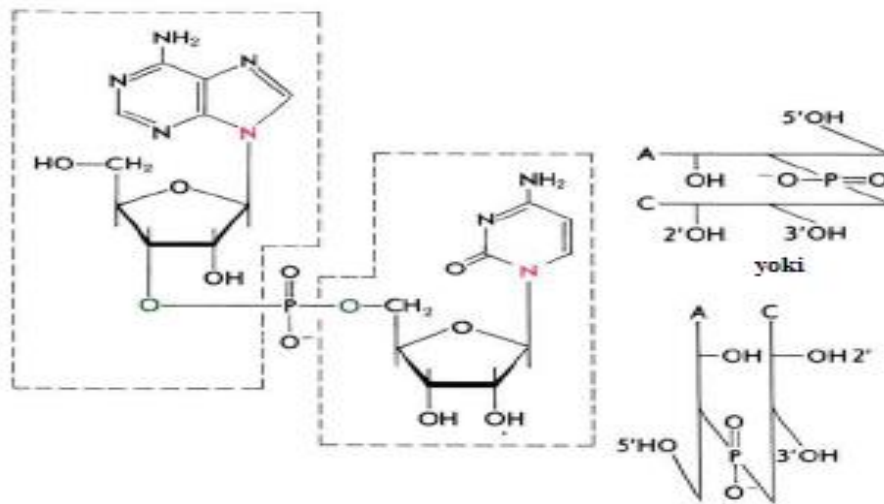
## II.2. Nuklein kislotalarning tuzilishi

Nuklein kislota molekulari nukleotidlarning polimerlanishi natijasida hosil bo'lgan polinukleotid zanjirlardan tashkil topgan.

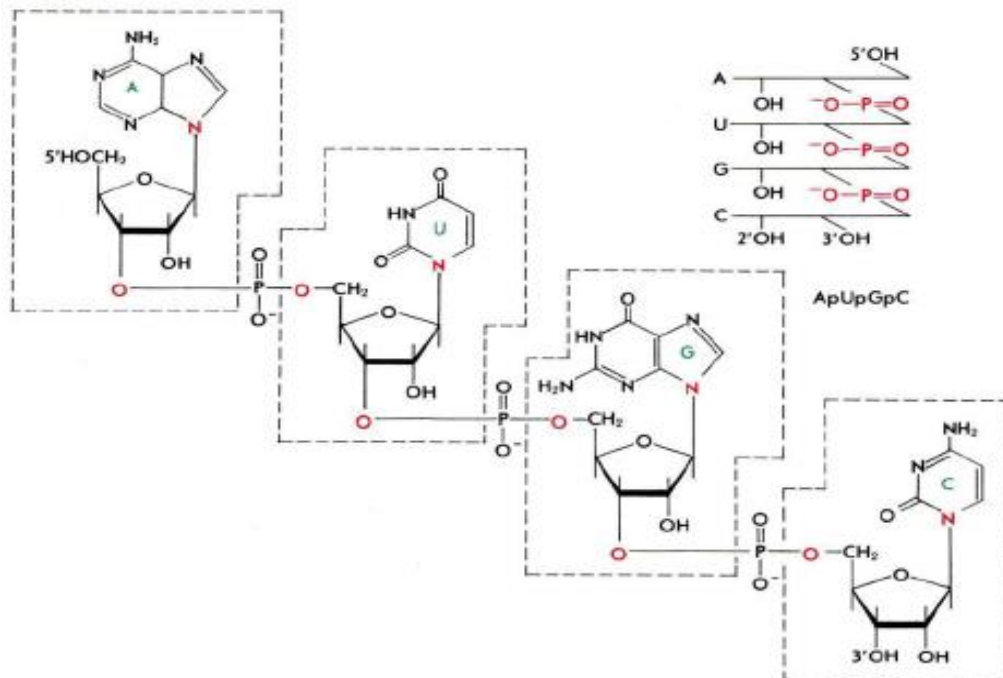
Nuklein kislotalar kimyoviy tuzilishi, bajaradigan funksiyasi va hujayrada joylanishiga ko'ra ikkita guruhga bo'ladi: ribonuklein kislota (RNK) va dezoksiribonuklein kislota (DNK), ular quyidagi jadvalda keltirilgan.

|                        | DNK                                                    | RNK                               |
|------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Purin asoslari         | Adenin, Guanin                                         | Adenin, Guanin                    |
| Pirimidin asoslari     | Sitozin, Timin                                         | Sitozin, Uratsil                  |
| Uglevod komponentlari  | Dezoksiriboza                                          | Riboza                            |
| Anorganik moddalr      | Fosfat kislota                                         | Fosfat kislota                    |
| Hujayrada joylashishi  | yadroda                                                | sitoplazmada                      |
| Bajaradigan funksiyasi | Irsiy belgilarni saqlash va avloddan-avlodga o'tkazish | Oqsil biosintezida ishtirok etish |

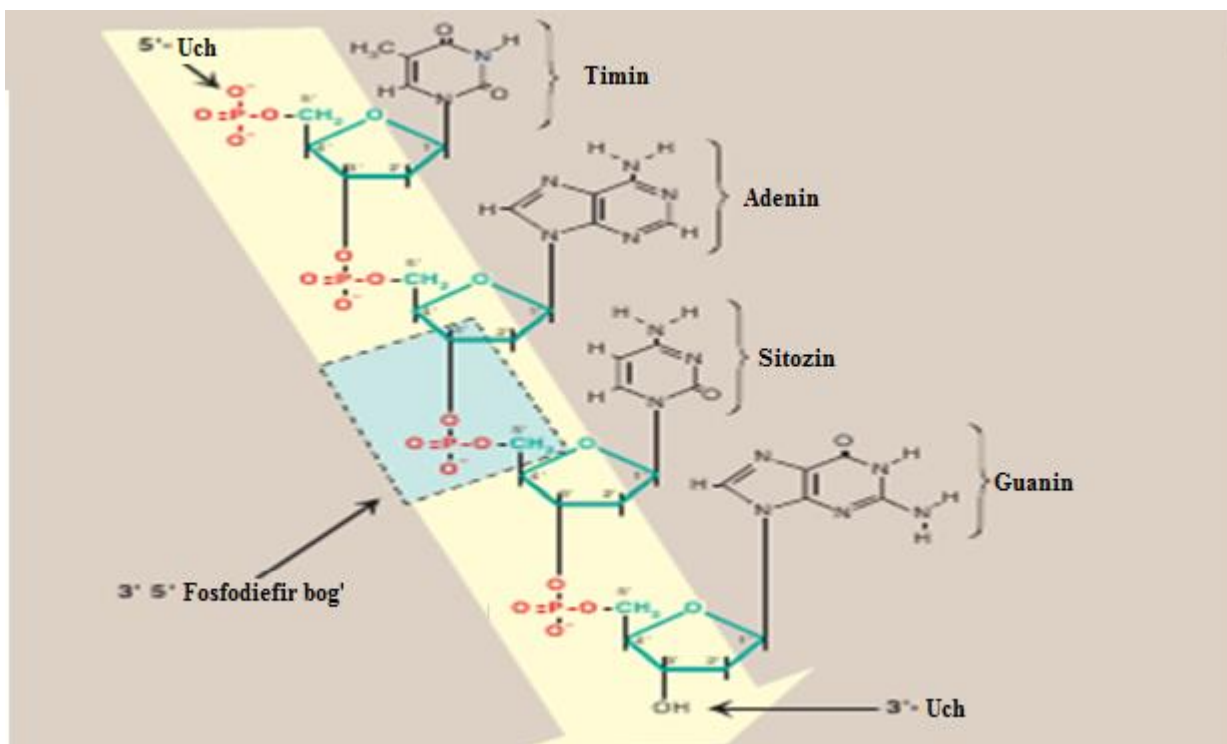
Nuklein kislotalar molekulasidagi nukleotidlar bir-biri bilan fosfat kislota orqali birikadi. Fosfat kislota har doim bir nukleotid tarkibidagi riboza (dezoksiriboza)ning uchinchi uglerod atomi bilan, ikkinchi nukleotid tarkibidagi riboza (dezoksiriboza)ning beshinchi uglerod atomi bilan bog' hosil qiladi va buni quyidagi sxemada ko'rish mumkin:



Adenidil-(3'→5')-sitidin (ApC)



Adenidil-(3'→5')-uridil-(3'→5')-guanidil-(3'→5')-sitidin (ApUpGpC)



**Rasm II.2.1. Polinukleotidlarning fosfo-diefir bog' orqali hosil bo'lishi.<sup>14</sup>**

Nuklein kislotalarning molekulyar massasiga qarab, tarkibidagi nukleotidlar soni har xil bo'ladi.

**DNKning tuzilishi.** Barcha tirik organizmlarda (virus va bakteriyalardan tashqari) DNK hujayra yadrosida joylashgan. Sitoplazmada (mitoxondriya va xloroplastlarda) ozroq miqdorda uchraydi. DNK molekulasida azot asoslaridan adenin, guanin, sitozin, timin, uglevod komponentlaridan dezoksiriboza va fosfat kislota bo'ladi. Hujayra tarkibidagi DNK miqdori xromosomalar soniga bog'liq. DNKning molekulyar massasi juda katta bo'lib, bir necha o'n milliondan yuz milliongacha etadi.

DNK tarkibidagi nukleotidlarning o'zaro munosabati ma'lum qonuniyatlarga bo'ysunadi. Bu qonuniyatlarni Chargaff (AQSh) aniqlagan bo'lib, Chargaff qoidasi deb ataladi.

1. Adeninning molyar miqdori timinning molyar miqdoriga teng yoki ularning nisbati 1 ga teng:

<sup>14</sup> Richard A Harvey., Denise R Ferrier . Biochemistry. Lippincott Williams and Wilkins. China. 2011. 395-396 b.

$$A=T \text{ yoki } \frac{A}{T} = 1$$

2. DNK tarkibidagi guaninning molyar miqdori sitozinning molyar miqdoriga teng yoki ularning nisbati 1 ga teng:

$$G=S \text{ yoki } \frac{G}{S} = 1$$

3. DNK dagi purin asoslari yig'indisi pirimidin asoslari yig'indisiga teng:

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

4. Purin va pirimidin asoslarining oltinchi uglerod atomidagi amin va keto guruhlari bir-biriga teng.

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

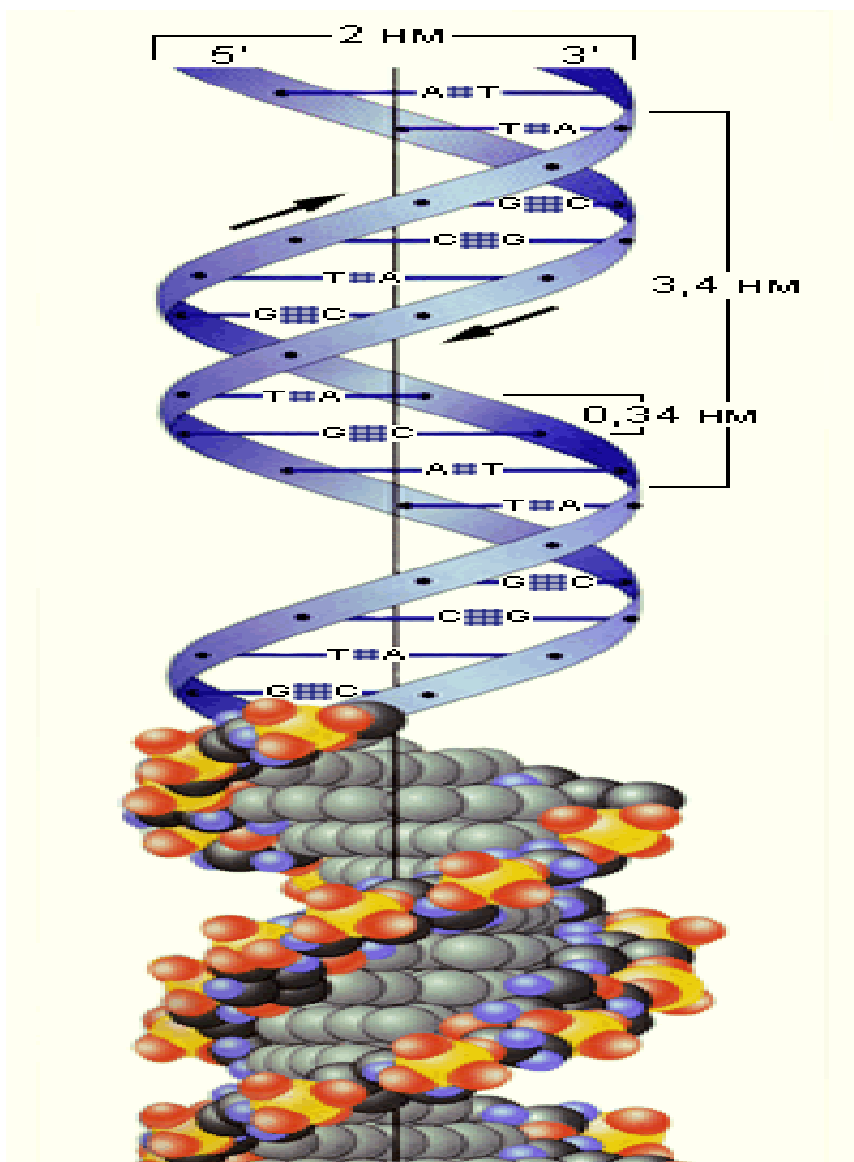
5. DNK tarkibidagi guanin va sitozinning molyar konsentratsiyasi yig'indisining adenin va timinnning molyar konsentratsiyasi yig'indisiga bo'lgan nisbati  $\frac{G+S}{A+T}$  o'zgaruvchan bo'ladi. Hayvonlar, o'simliklar va mikroorganizmlar DNKsidagi bu nisbat har xil bo'lganligi uchun u tur spetsifikligi koeffitsenti deb ataladi.<sup>15</sup>

1953 yili D.Uotson va F.Krik Chargaff qoidasiga hamda Uilkinsning rentgenstruktura analizi ma'lumotlariga asoslanib, DNKning struktura modelini yaratdilar. Bu modelga ko'ra, DNK molekulasi qo'sh spiral hosil qiluvchi ikkita polinukleotid zanjirdan tashkil topgan. Har ikkala zanjir bitta umumiy o'qqa ega bo'lib, diametri 20 Å ga teng. Nukleotidlar qoldig'i bir-biriga nisbatan 36° burchak hosil qilib joylashgan. Spiralning bir o'ramida 10 ta nukleotid qoldig'i joylashgan. Spiralning bir o'rami orasidagi masofa 34 Å ga teng bo'lib, har bir nukleotid 3,4 Å ni egallaydi.

---

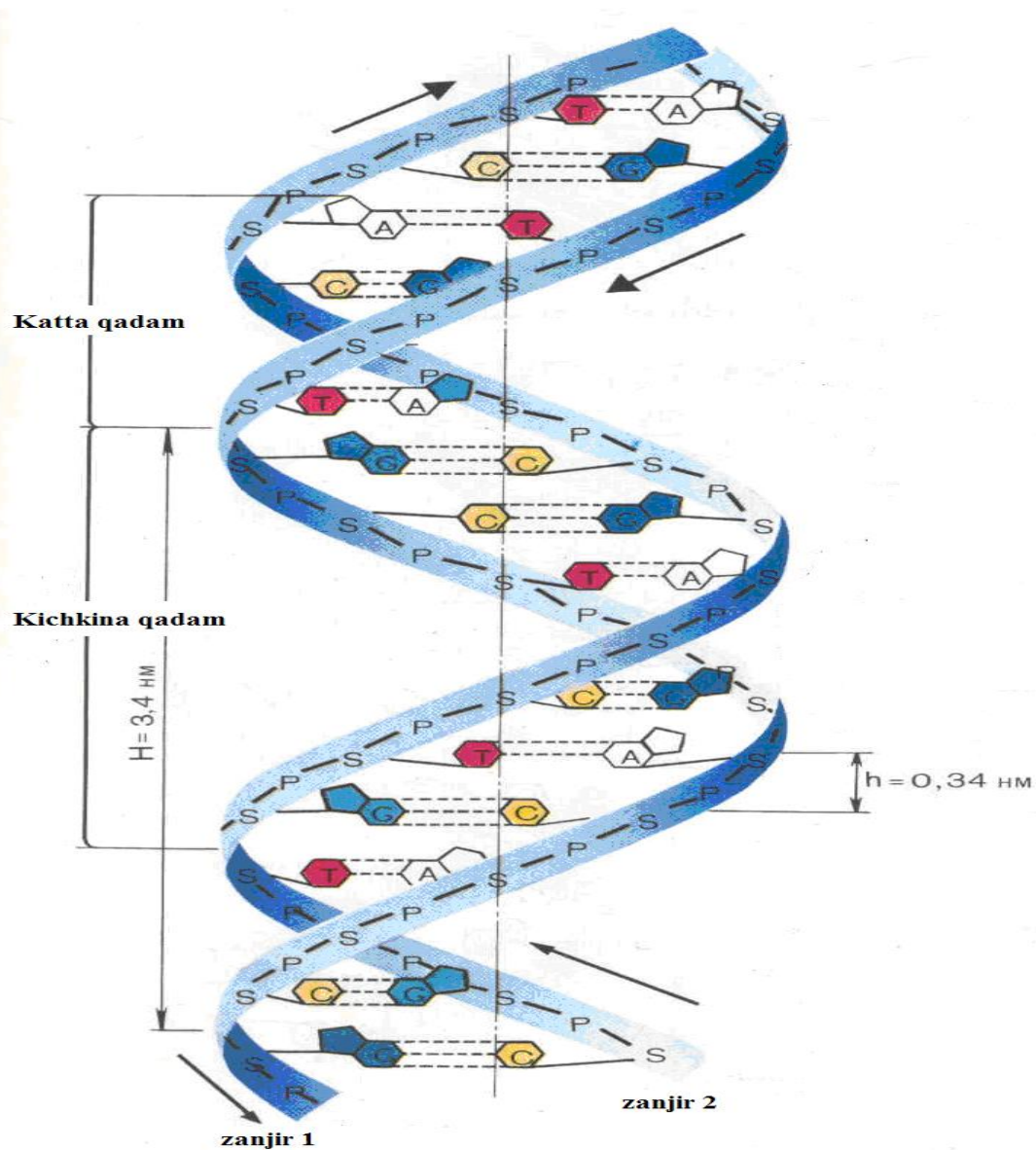
<sup>15</sup> Lehninger "Principles of Biochemistry", 2008 y, 126-128



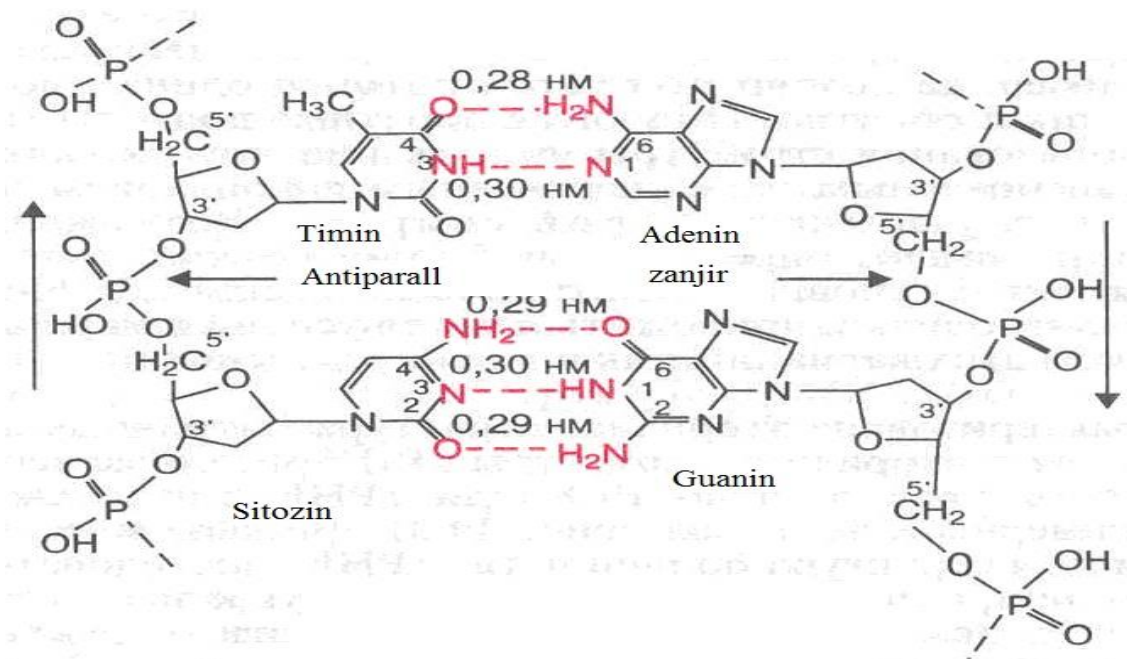


**Rasm II.2.2. DNK ning qo'sh spiral modeli**

Polinukleotid zanjirlarning pentozafosfat guruhlari spiralning tashqi tomonida, azot asoslari esa ichki tomonida joylashgan. Polinukleotid zanjirlardagi pentoza bilan fosfat kislota o'rtasidagi bog' hisobiga, zanjirlar bir-biriga nisbatan teskari yo'nalgan bo'ladi, ya'ni bitta zanjir  $5' \rightarrow 3'$  bo'lsa, ikkinchisi  $3' \rightarrow 5'$ . Azot asoslari qo'sh spiralning ichki tomonida bir-biriga komplementar ravishda joylashgan bo'ladi. Bir zanjirdagi nukleotidlar ATGTTS tartibda bo'lsa, boshqa zanjirdagi nukleotidlar TATSAG bo'ladi, ular bir-biri bilan vodorod bog'lari orqali bog'langan. Bunda adenin bilan timin ikkita vodorod bog' hosil qilib biriksa, guanin bilan sitozin uchta vodorod bog' hosil qilib birikadi.

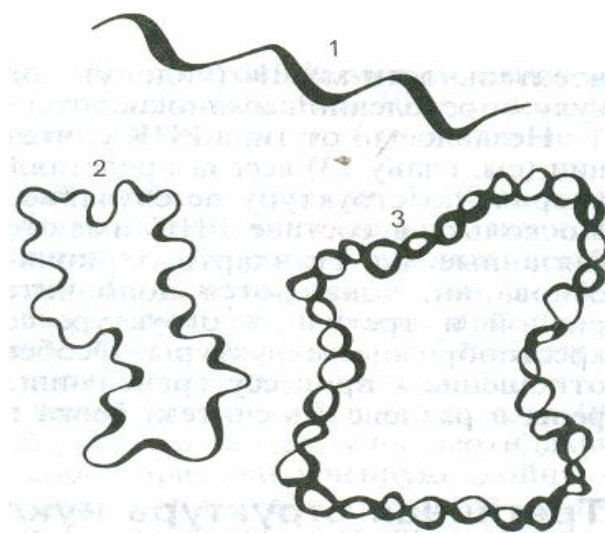


**Rasm II.2.3. DNK ning ikkilamchi strukturasi sxemasi**



**Rasm II 2.4. DNK qo'sh spiral zanjirlaridagi azot asoslarining komplementarligi**

Shunday qilib, DNKning yuqorida keltirilgan tuzilishidagi xususiyati irsiy belgilarning nasldan-naslga o'tishda va oqsilining biosintezida muhim ahamiyatga ega.



**Rasm II.2.5. DNK uchlamchi strukturasi**

- 1- Bakteriofag  $\phi$ X74 va boshqa viruslarning chiziqli bir zanjirli DNKsi;
- 2- viruslar va mitoxondriyalarning halqali ochiq DNKsi;
- 3-DNKning qo'sh spiralli halqali shakli

**RNK ning tuzilishi.** Ribonuklein kislotalar hujayraning hamma qismida uchraydi, ularning asosiy qismi ribosomalarda to'plangan. Hujayra tarkibida uchraydigan RNKlar molekulasiining massasi, tuzilishi va funksiyasiga qarab bir-biridan farq qiladi. Bugungi kunda hujayrada 40dan ortiq RNK turlari aniqlangan bo'lib, turli xil vazifalarni bajaradi ulardan eng muhimlari oqsil biositezida ishtrok etuvchi uch xil RNK hisoblanadi, bular: informatsion -RNK, transport-RNK, ribosomal-RNK.

**Informatsion-RNK- iRNK (matritsa-RNK)-** yadroda sintez qilinadi. U hujayradagi barcha RNKning taxminan 5% tashkil etadi. i-RNKning molekulyar massasi 1 millionga yaqin bo'lib, ularning nukleotidli tarkibi molekulyar massasiga qarab har xil bo'ladi. Uning nukleotidli tarkibi yadrodagi DNK nukleotidli tarkibining aniq nusxasi hisoblanadi. Informatsion-RNK DNK molekulasiidagi informatsiyani oqsil sintez qilinadigan joyga ribosomalarga olib boradi. Shuning uchun ham u informatsion RNK deb ataladi.

**Ribosoma RNK-(rRNK)** ribosomaning tarkibiy qismlaridir. Hujayradagi RNKning 80%ga yaqinni r-RNK tashkil qiladi. r-RNKning molekulyar massasi ancha katta bo'lib, 1,5-2 mln.ga teng va 4000-6000 mononukleotid qoldig'idan iborat va oqsillar bilan birikkan holda uchraydi. Oqsil biosintezida ishtirok etadi.

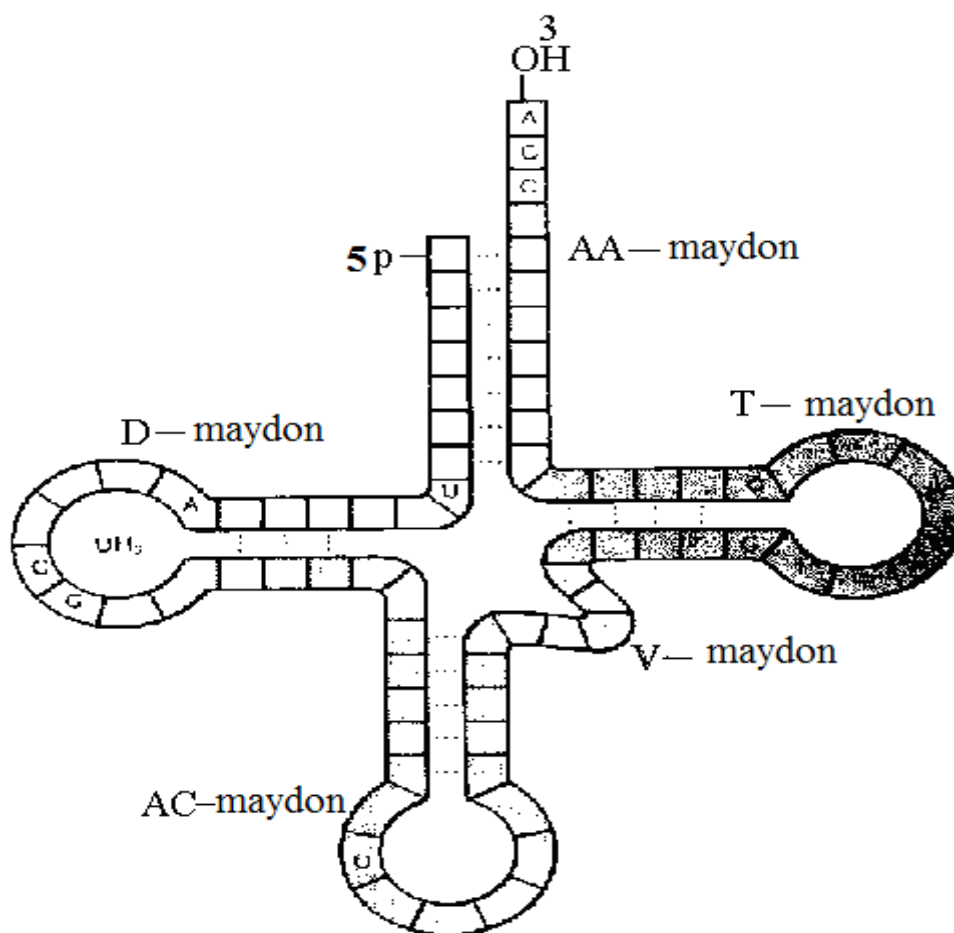
**Transport-RNK (t-RNK)** yoki eruvchan RNK (s-RNK) umumiy RNKning 15%ga yaqinini tashkil qiladi. t-RNK aminokislotalarni oqsil sintez qilinadigan joyga tashish vazifasini bajaradi. Har bir aminokislotaaning o'ziga xos t-RNKsi bor. t-RNKlarning molekulyar massasi ancha kichik (25000-35000 atrofida) bo'lib, ular 60-90 mononukleotid qoldig'idan tashkil topgan.

Ribonuklein kislotaaning kimyoviy tarkibi quyidagicha: azot asoslari - adenin, guanin, sitozin, uratsil; uglevod komponentlaridan riboza va fosfat kislota qoldig'i uchraydi. Undan tashqari, RNK molekulasini tarkibida oz miqdorda psevdouratsil, 5-metilsitozin, 1-metilguanin uchraydi.

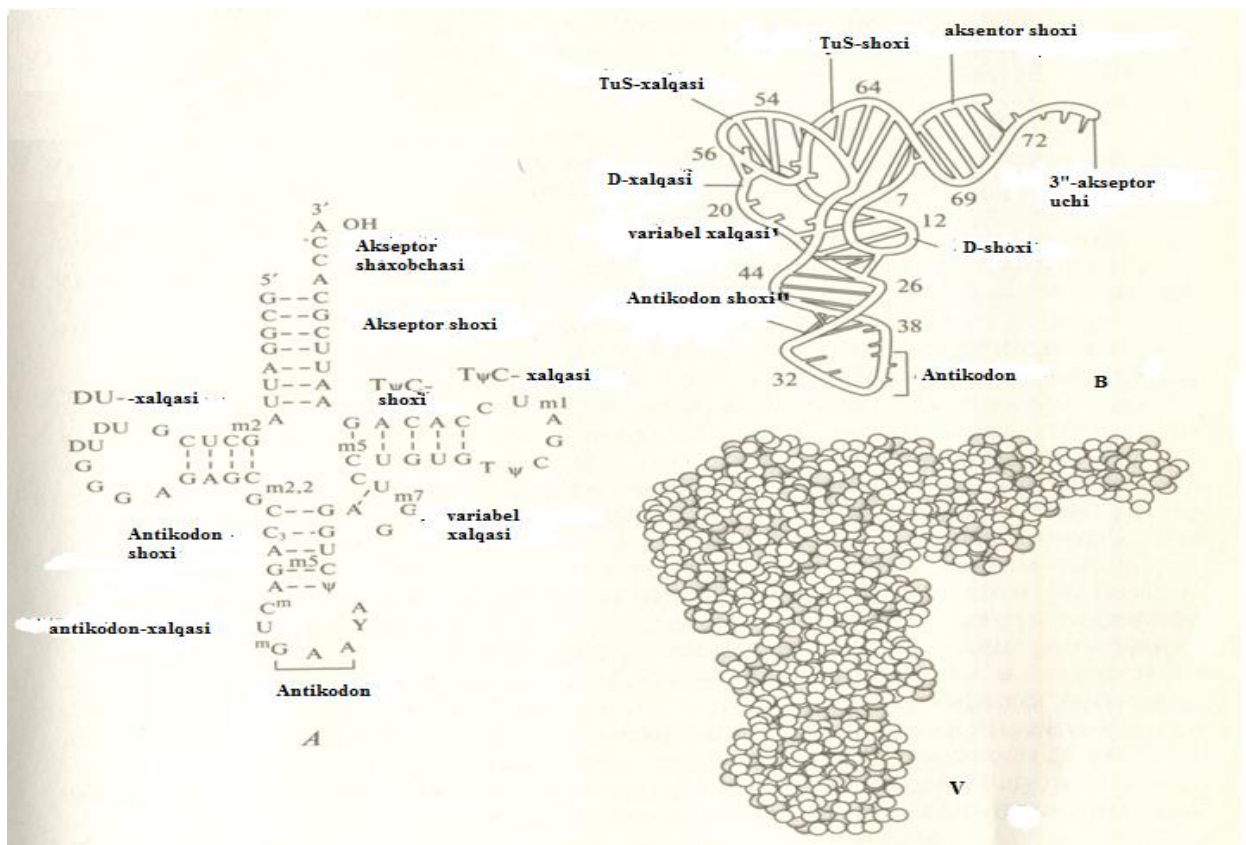
RNK molekulasini bitta polinukleotid zanjirdan tashkil topgan bo'lib, zanjirning ba'zi qismlari bir-biriga yaqin kelib, o'zaro vodorod bog'lar bilan birikadi va spiral strukturalar RNK tiplariga qarab har xil shaklda bo'ladi.

t-RNKlarning ikkilamchi strukturasi muhim ahamiyatga ega.

t-RNKlarning polinukleotid zanjiri bir necha o'nlab nukleotid qoldig'idan tashkil topgan bo'lib, har doim erkin fosfat kislotasi bo'lgan guanozin qoldig'i bilan boshlanadi. Quyida valinli t-RNKning struktura tuzilishi keltirilgan. Azot asoslari orasida vodorod bog'lari hosil bo'lishi tufayli t-RNKning «beda bargini» eslatuvchi murakkab konfiguratsiya vujudga keladi.

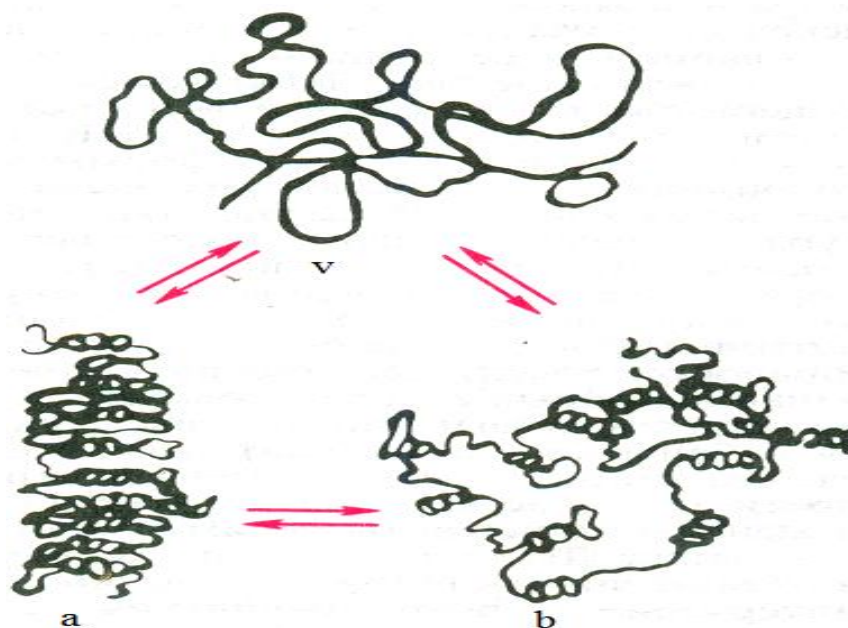


Rasm II.2.6. Valinli tRNK strukturasi



Rasm II.2.7. T- RNK molekulasining tuzilishi

RNKning boshqa turlarining molekulasida spirallashtgan qismlar bilan bir qatorda spiral bo'lmagan qismlar ham uchraydi. Hujayrada RNK oqsil bilan birikkan holda bo'ladi.



Rasm II.2.8. RNK uchlamchi strukturasi ion kuchi, harorat va pH muhitga bog'liqligi  
a – taxlangan tayoqcha, b – taxlangan o'ram, v-yoyilgan zanjir

### **Sinov savollari**

1. Nuklein kislotalarning biologik ahamiyati va kimyoviy tarkibi.
2. Purin va pirimidin azot asoslari va ularning hosilalari.
3. Purin, pirimidin, azot asoslari va ularning xossalari yozing.
4. Nuklein kislotalar tarkibidagi minorl asoslarni yozing.
5. Nukleozidlar qanday birikmalardan tashkil topgan.
6. Nukleozid va nukleotidlarni ta'riflab misollar yozing.
7. Nukleozid trifosfatlardan misollar keltirib, formulalarini yozing.
8. Nukleotid tarkibidagi komponentlarning konformatsiyasi.
9. DNKning birlamchi va ikkilamchi strukturalari.
10. DNK ning uchlamchi strukturasi, superspirallanishning biologik ahamiyati.
11. Chargaff qonunini yozing.
12. RNKning DNKdan farqlari.
13. RNK xillari, ularning kimyoviy tarkibi.
14. t-RNKlarning ikkilamchi strukturasi ahamiyatini ayting.

### **Nuklein kislotalar bo'yicha test savollar**

1. Nuklein kislotalar qanday birikmalarning polimerlanishidan hosil bo'ladi?
  - A) aminokislotalar
  - B) nukleotidlar
  - V) monosaxaridlar
  - G) nukleozidlar
2. Nukleotidning kimyoviy tarkibi:
  - A) aminokislotalar, yog'
  - B) uglevod, yog', aminokislotalar
  - V) azot asoslari, uglevod, fosfat kislota
  - G) fosfotid va aminokislotalar
3. Nuklein kislotalar molekulasidagi nukleotidlar qanday bog' bilan bog'lanadi?
  - A) peptid bog'i
  - B) fosfoangidrid bog'i
  - V) pirofosfat bog'i



- G) vodorod bog'i
4. t-RNK ning ikkilamchi strukturasining shakli:
- A) beda bargi
  - B) chiziqli
  - V) spiral shaklli
  - G) globulyar shaklli
5. Chargaff qoidasi bo'yicha azot asoslar o'rtasidagi bog'lar.
- A) adenin, timin, guanin, sitotsin
  - B) Sitozin, uratsil
  - V) adenin, uratsil, guanin
  - G) uratsil, adenin, guanin
6. DNK ning uchlamchi strukturasini hosil bo'lishida ishtirok etadigan oqsillar:
- A) albuminlar
  - B) lipoproteinlar
  - V) gistonlar
  - G) globulinlar
7. DNK molekulasining bir spiral o'ramiga nechta nukleotid to'g'ri keladi?
- A) 5 ta                      B) 10 ta                      V) 8 ta                      G) 3 ta
8. Qanday fermentlar nukleotidlarni parchalaydi?
- A) nukleotidazalar
  - B) nukleazalar
  - V) fosfotazalar
  - G) fosforilazalar
9. Nuklein kislotalar gidrolizlanishidan hosil bo'ladigan moddalar?
- A) geksoza
  - B) azot asoslari
  - V) pentoza
  - G) fosfat kislota
10. Quyidagi qaysi birikmalar nukleotidtrifosfatdir?
- A) AMP                      B) ATP                      V) TDF                      G) UDF



### III bob. UGLEVODLAR

*Tayanch so'zlar: disaxarid, polisaxarid, gomopolisaxarid, geteropolisaxarid, kraxmal, sellyuloza, amiloza, amilopektin, glikozid bog'*

Barcha tirik organizmlarning muhim tarkibiy qismi uglevodlardir. Odam organ va to'qimalarida uchraydigan jami uglevodlarning yig'indisi quruq tana og'irligining 2%ini tashkil qiladi. Uglevodar o'simliklar olamida ko'p tarqalgan organik birikmalar bo'lib, ular hayotda muhim ahamiyatga ega. Ular o'simliklar tarkibiy qismining 80-90 % ni tashkil qiladi. Uglevodlar fotosintez jarayonining asosiy mahsulidir. Ular o'simliklar nafas olish jarayonida parchalanganda, ko'p energiya ajraladi, hosil bo'lgan energiya tirik orgnizmlarda sodir bo'ladigan turli tuman sintez reaksiyalari uchun sarflanadi.

Uglevodlar hayotiy jarayonlarda muhim rol o'ynaydigan birikmalar - oqsillar, nuklein kislotalar va yog'lar hosil bo'lishida alohida ahamiyatga ega. Uglevodlar odam va hayvon organizmida asosan energetik funksiyani bajaradi. Shu bilan birga ular tuzilmalar hosil qilishda, himoya va retseptorlik vazifalarini o'tashda ham ishtirok etadi.<sup>16</sup>

Uglevodlarning ko'pchiligi o'simliklarda zahira modda sifatida to'planadi. Masalan, paxta tolasini, kanop po'stlog'ini asosan, sellyuloza tashkil qiladi. Ular ildizda, boshqa ildizmevalarda ham zahira oziq modda sifatida ko'p to'planadi.

Uglevodlar asosan C, H, N, O atomlaridan tashkil topgan bo'lib, shuningdek ular tarkibida boshqa elementlar uchraydi, masalan, aminoshakarlar tarkibida azot bo'ladi.

#### III.1. Uglevodlarning klassifikatsiyasi.

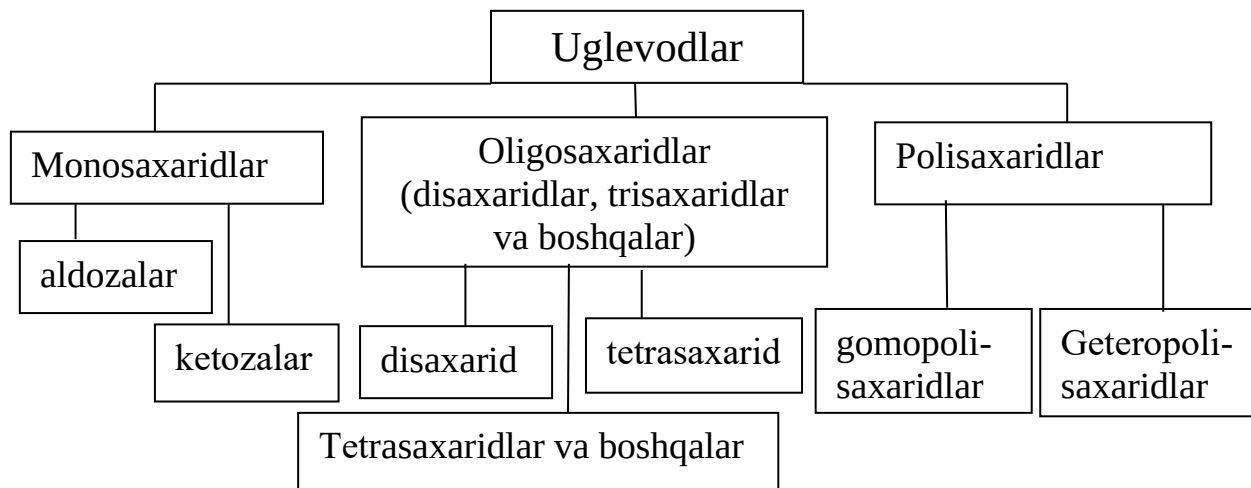
Uglevodlar kimyoviy tuzilishiga ko'ra, ko'p atomli spirtlarning aldegid yoki ketoni hisoblanadi. Ular turli xususiyatlarga ega: suvda eriydigan va suvda erimaydigan moddalar, kichik va katta molekulyar massaga ega bo'lgan

---

<sup>16</sup> J.Koolman., K.H.Roehm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-34

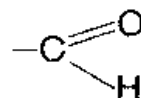
birikmalar, qaytaruvchilik xususiyatiga ega bo'lgan va ega bo'lmagan birikmalar va hokazo.

Uglevodlar uchta asosiy guruhga bo'linadi: monosaxaridlar, oligosaxaridlar va polisaxaridlar.



### v III.2. Monosaxaridlar

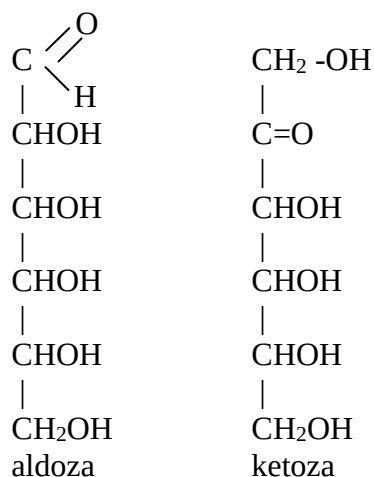
Monosaxaridlar tarkibida keton  $-C=O$  va



aldegid

guruhlari bilan bir qatorda spirtli (-oksi) guruhlar ham mavjud. Tarkibida aldegid guruhlari bo'lgan monosaxaridlar aldozalar, keton guruh bo'lgan monosaxaridlar ketozalar deb ataladi. Monosaxaridlar tarkibidagi uglevod atomlarining soniga qarab farq qiladi: uch uglerodli birikmalar - *triozalar*, to'rt uglerodli birikmalar - *tetrozalar*, besh uglerodli birikmalar - *pentozalar*, olti uglerodli birikmalar - *geksozalar*, etti uglerodi birikmalar - *geptozalar* deb ataladi.

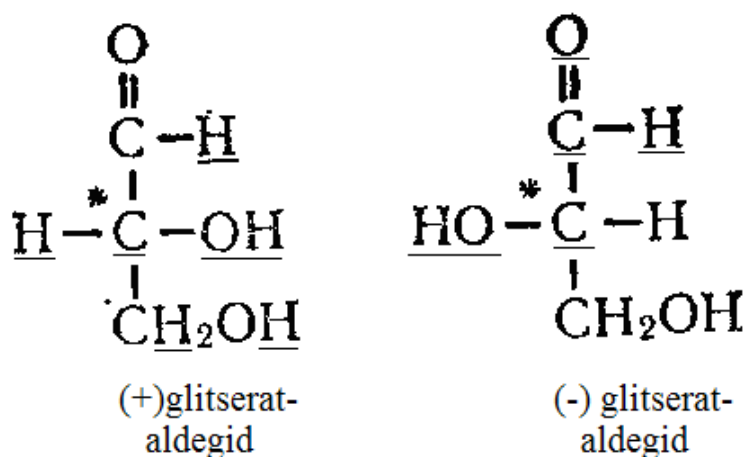
Monosaxaridlar tarkibidagi karbonil guruhning joylashishiga qarab ikki xil isomer: aldoza va ketoza izomerini hosil qiladi.



Monosaxaridlar molekulasida asimmetrik uglerod atomlari bor, u qutblangan nur sathini o'ngga yoki chapga burish xususiyatiga ega bo'lib, izomerlar hosil qiladi. Deyarli barcha tabiiy monosaxaridlar (digidroksiatsetondan tashqari) optik aktivlikni namoyon qiladi.<sup>17</sup>

Masalan, aldotriozada bitta asimmetrik, aldotetrozada- ikkita, aldopentozada- uchta, aldogeksozalarda to'rtta asimmetrik uglerod atomlarini saqlaydi. Ketoza- aldozalarga qaraganda bitta atom asimmetrik uglerod atomini saqlaydi. Ketotriozalardan dioksiatseton asimmetrik uglerod atomini saqlamaydi. Qolgan barcha monosaxaridlar turli hil stereoizomerlarni hosil qiladi.

Eng oddiy monosaxarid glitserat aldegid molekulasida bitta asimmetrik uglerod atomi bo'lib, u ikkita, o'ngga (+) va chapga (-) buruvchi izomer hosil qiladi:

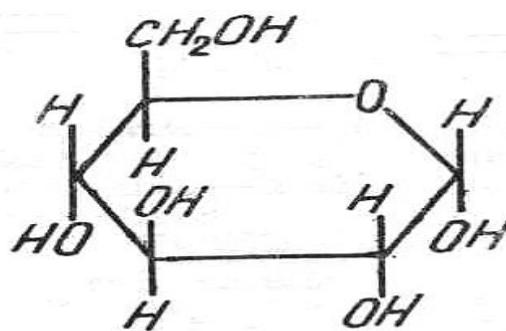


Barcha monosaxaridlarning izomerlari joylashishiga ko'ra, assimmetrik uglerod atomimning D va L qatoriga bo'linadi.

Tabiiy geksozalar: glyukoza, fruktoza, mannoza va galaktozalar stereokimyoviy konfiguratsiyaga ko'ra D-qatorga kiradi.

Monosaxaridlar ikki xil shaklda uchraydi: asiklik va siklik. Monosaxaridlarning halqali shakllari tarkibidagi aldegid guruh bilan biron – OH guruh o'rtasida hosil bo'ladigan yarim atsetal bog'lar tufayli vujudga keladi va ularni piran shaklini hosil qiladi.

<sup>17</sup> Richard A Harvey., Denise R Ferrier . Biochemistry. Lippincott Williams and Wilkins. China. 2011, p-86

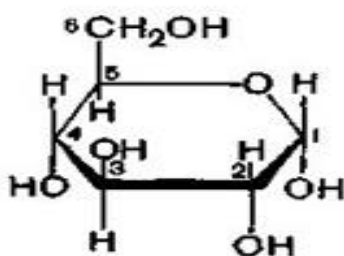


D - glyukopiranoza

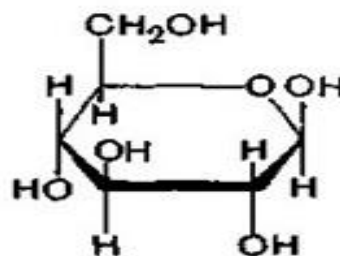
Glyukoza molekulalaridagi yarim atsetal bog'lar aldegid guruh bilan 4- yoki 5-uglerod atomidagi OH- guruh o'rtasida hosil bo'ladi. Shu bilan bir qatorda hosil bo'lgan kislorod ko'prigi 5 va 6 a'zoli halqani tutashtiradi.

Shu yo'l bilan hosil bo'lgan 6 a'zoli halqa tetragidropiran hosilasi bo'lib, glyukoza ning piran shakli deb ataladi.

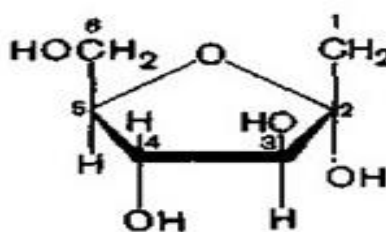
U. Xeuars uglevodlarning struktura formulasini yozishda quyidagi taklifni berdi: olti yoki besh burchakli halqasi perspektiv tasviri gorizontall tekislikda joylashadi, uglerod atomlari yozilmaydi, qalin chiziqlar bilan tasvirlanadi. C-1 gidroksil gruppasi  $\alpha$ - formada halqaning pastki tekisligida  $\beta$ -formada halqaning yuqori tekisligida joylashadi.



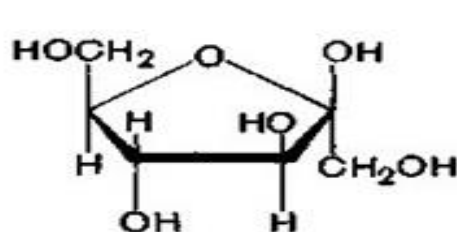
$\alpha$ -D- glyukopiranoza



$\beta$ -D- glyukopiranoza



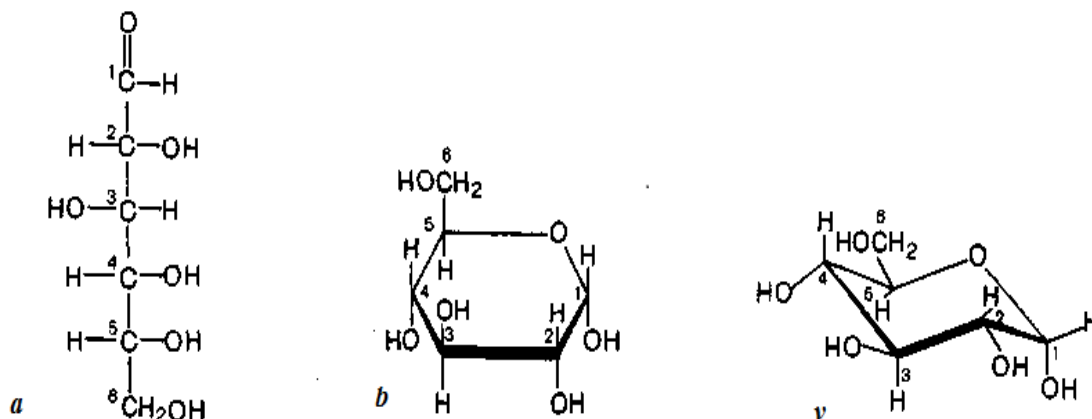
$\alpha$ -D- fruktofurozoza



$\beta$ -D- fruktofurozoza

Tabiatda uchraydigan monosaxaridlarning aksariyati piranoza shaklida bo'lib, D-qatorga mansub bo'ladi.<sup>18</sup>

Siklogeksanlarda, piranozali halqalar ikki hil konfiguratsiya hosil qiladi: kurs, kreslo va qayiqcha shakllar ( konformatsion formulalar). Kreslo shakli ancha chidamli bo'lib, tabiiy qandlarning ko'pchilik qismini shu shakl tashkil etadi.



Rasm III.2.1. a)  $\alpha$ -D-glyukoza,  $\alpha$ -to'g'ri chiziqli (aldogeksoza); b) Xeuors bo'yicha struktura formulasi; v) konformatsion formula(kreslo shakli)

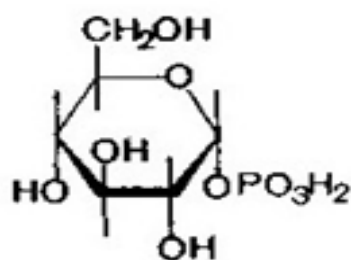
Xeuorsni proeksion formulasi monosaxaridlarni haqiqiy konfarmatsiyasini tasvirlay olmaydi.

Monosaxaridlarning bir qator hosilalari mavjud: bularga shakarlarning fosforli efirlari; aminoshakarlar, dezoksishakarlar, shakar kislotalar va shakarli spirtlar kiradi.<sup>19</sup>

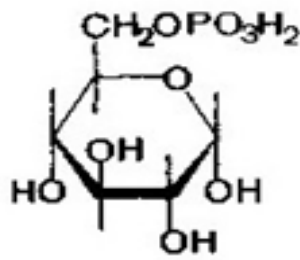
**Monosaxaridlarning xosilalari.** Shakarlarning fosforli efiri. Monosaxaridlar kislotalar bilan reaksiyaga kirishib, murakkab efir hosil qiladi. Bu efirlarning ko'pchiligi moddalar almashinuvi jarayonida muhim ahamiyatga ega. Monosaxaridlaning fosfat kislota bilan hosil qilgan fosforli efirlari ayniqsa katta ahamiyatga ega bo'lib, ularga quyidagi birikmalar kiradi:

<sup>18</sup> Lehninger "Principles of Biochemistry", 2008 y, p-236

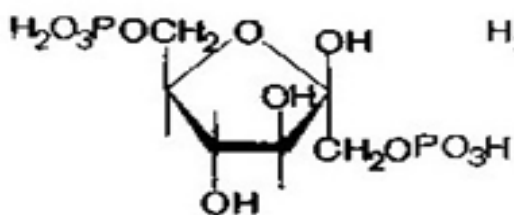
<sup>19</sup> Richard A Harvey., Denise R Ferrier . Biochemistry. Lippincott Williams and Wilkins. China. 2011 y. p-85



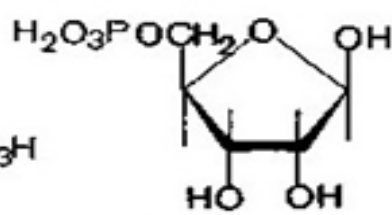
*glyukoza-1-fosfat*



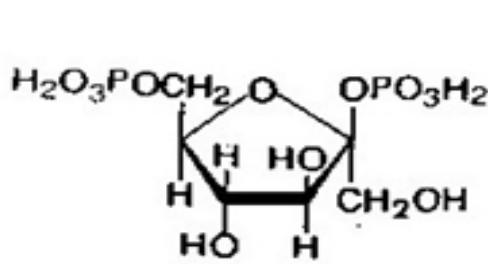
*glyukoza-6-fosfat*



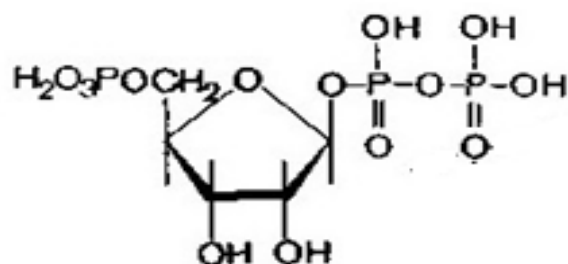
*fruktoza-1,6-bifosfat*



*riboza-5-fasfat*

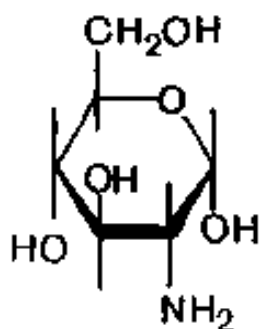


*fruktoza-2,6-bifosfat*

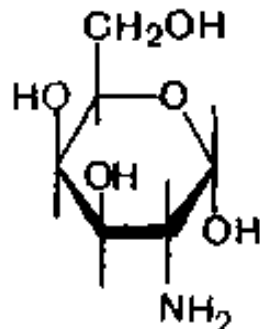


*5-fosforibozil-1-pirofosfat*

*Aminoshakarlar.* Aminoshakarlar monosaxaridlarning xosilasi bo'lib, tarkibida biror gidroksil guruh o'rnida amin guruh tutadi. Aminoshakarlar ko'proq polisaxaridlar tarkibida uchraydi. Aminoshakarning eng muhim vakillaridan biri bo'lgan glyukozamin va galaktozamin hayvonlardan hamda zamburug'lardan ajratib olingan. Bu aminoshakarlar xitin va mukopolisaxaridlar tarkibida bo'ladi.

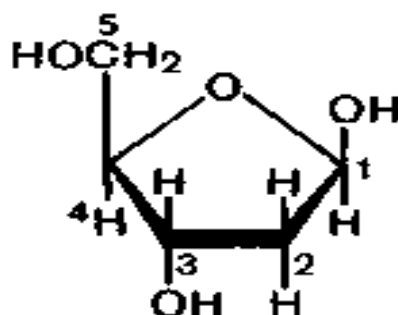


*D-glyukozamin*



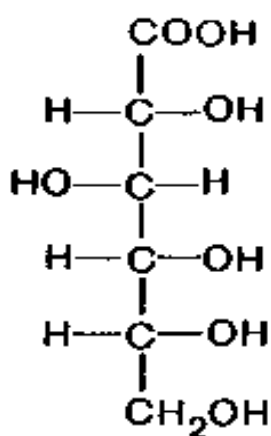
*D-galaktozamin*

**Dezoksishakarlar.** Kislorod atomini yo'qotgan monosaxaridlar dezoksishakarlar deb ataladi. Dezoksishakarlarning muhim vakillardan biri dezoksiribozadir. Bu birikma asosan DNK tarkibida uchraydi:

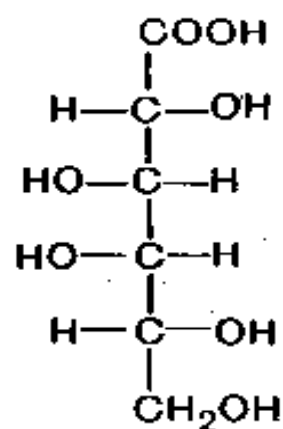


*2-dezoksi-D-ribofuranaza*

**Shakar kislotalar.** Monosaxaridlarning oksidlanishidan shakar kislotalar hosil bo'ladi. Monosaxaridlar oksidlanish sharoitiga qarab turli mahsulotlar hosil qiladi. Masalan, D- glyukon kislota; D- galaktozadan esa D- galakton kislota hosil bo'ladi.

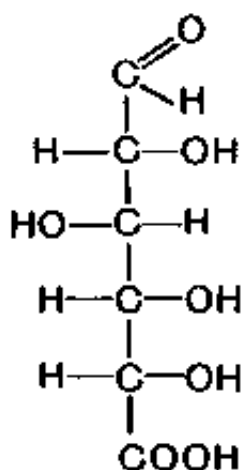


*D-glyukon kislota*

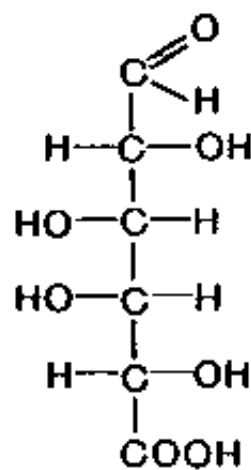


*D-galakton kislota*

Agar monosaxaridlarning oltinchi uglerod atomidagi spirt guruh oksidlansa, uron kislotalar hosil bo'ladi. Uron kislota muhim biologik ahamiyatga ega. Masalan, glyukozadan glyukouronat, galaktozadan galaktouronat kislotalar hosil bo'ladi:



*D-glyukouron kislota*

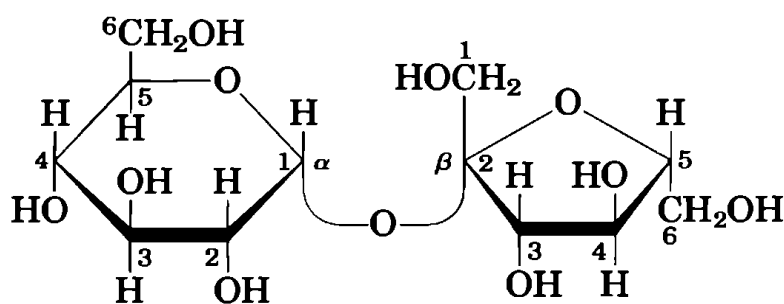


*D-galaktouron kislota*

**Shakarli spirtlar.** Monosaxaridlarning qaytarilashi natijasida shakarli spirtlar hosil bo'ladi. Masalan, D-glyukoza dan spirt sorbit va D-mannoza dan mannit hosil bo'ladi.

**Oligosaxaridlar** - 2 va 10 tagacha bo'lgan monosaxaridlar molekulasi ning qoldiqlari tuzilgan, ular o'zaro glikozid bog' lari orqali birikkan. Ularning molekulasi da monosaxaridlar qoldiqlari saqlashiga ko'ra disaxarid, trisaxarid (va hokazo) lar deb ataladi.

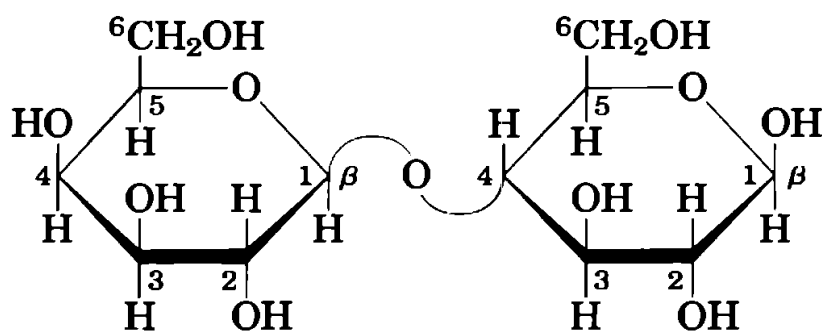
**Saxaroza.** O'simliklar olamida eng ko'p tarqalgan va ko'p uchraydigan disaxaridlardan biri saxaroza bo'lib, qand lavlagi, shakarqamishda uchraydi. Saxaroza bir molekula glyukoza va fruktozaning (1→2) glyukozid bog'i orqali birikishidan hosil bo'ladi:



saxaroza

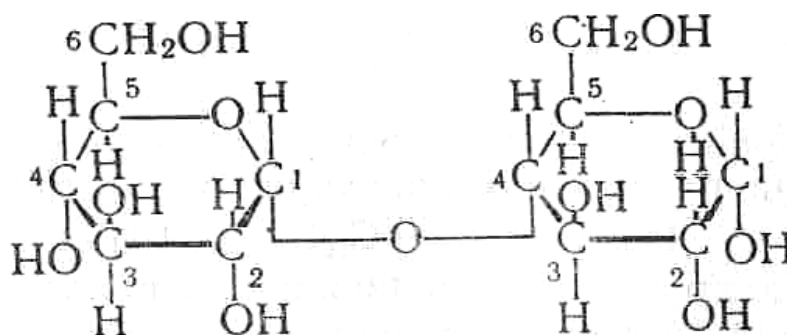
**Laktoza.** Laktoza sut tarkibida ko'p uchraydi. Shuning uchun u sut shakari deb ham ataladi. Laktoza glyukoza va galaktoza dan (1→4) glyukozid bog'i orqali birikishidan tashkil topgan.





laktoza

**Maltoza.** Undirilgan don shakari deb atalib, ikki molekula glyukozadan tuzilgan.



maltoza

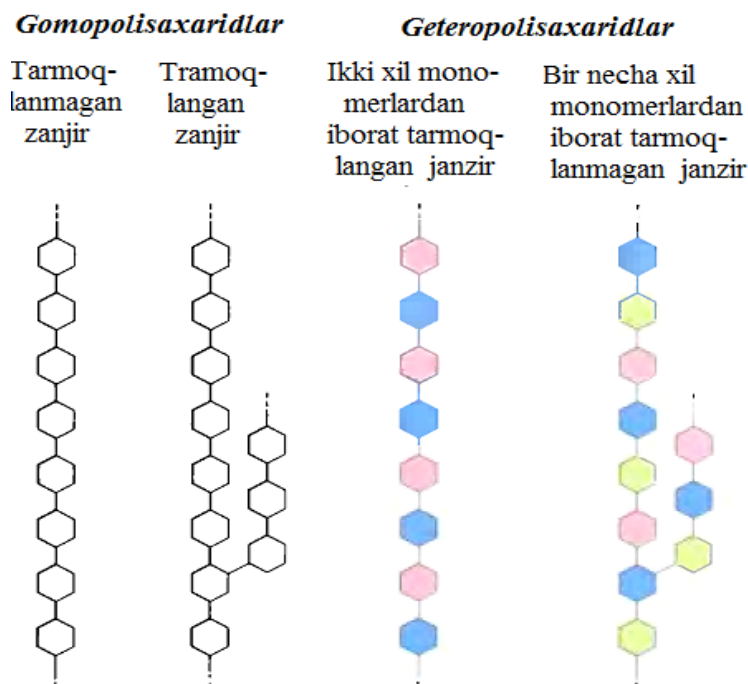
Hamma disaxaridlar suvda yaxshi eriydi, shirin ta'mga ega, organizmda yaxshi hazm bo'ladi.

**Polisaxaridlar.** Polisaxaridlar yuqori molekulali murakkab uglevodlar bo'lib, ularning molekulalari monosaxaridlarning juda ko'p qoldig'idan tuzilgan. Ular suvda erimaydi yoki kolloid eritma hosil qiladi. Polisaxaridlar ta'msiz bo'ladi va haqiqiy kristallar hosil qilmaydi.

Bir xil monosaxaridlardan tashkil topgan polisaxaridlar gomopolisaxaridlar deb ataladi. Agar polisaxaridlar tarkibida turli monosaxaridlar bo'lsa, ular geteropolisaxaridlar deb ataladi. Geteropolisaxaridlar tarkibida ba'zan aminokislotalar, yog'lar, oqsillar uchraydi.

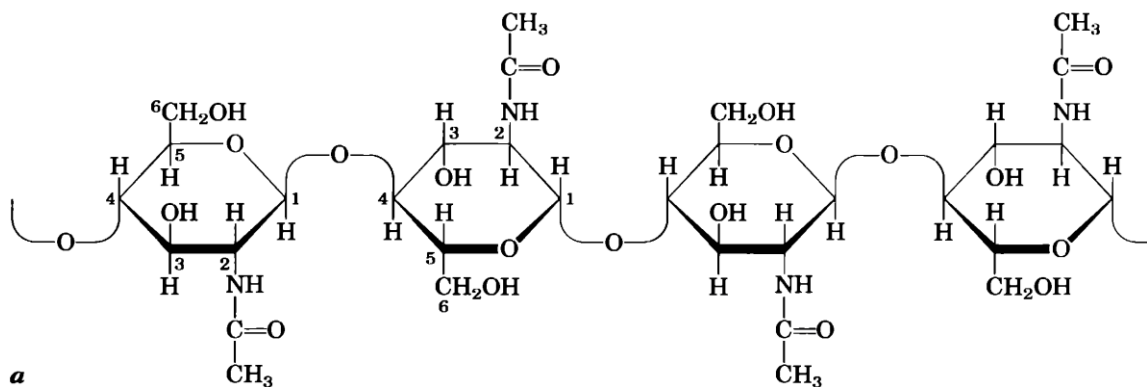
Gomopolisaxaridlar tarkibidagi monosaxaridlarning tabiatiga qarab har xil bo'ladi. Masalan, glyukozadan tashkil topgan (kraxmal, glikogen, sellyuloza va

boshqalar), fruktozalardan tashkil topgan – polifruktoza (inulin va boshqalar) bo'ladi. Galaktouronat kislotalar qoldig'idan pektin moddalar hosil bo'ladi.



Rasm III.2.1. Gomo va geteropolisaxaridlar

**Xitin** – umurtqasiz hayvonlarning polisaxaridi bo'lib, uning strukturasi N-atsetil-D-glyukozaminlar  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4)-glikozid bog'lar orqali birikkan.



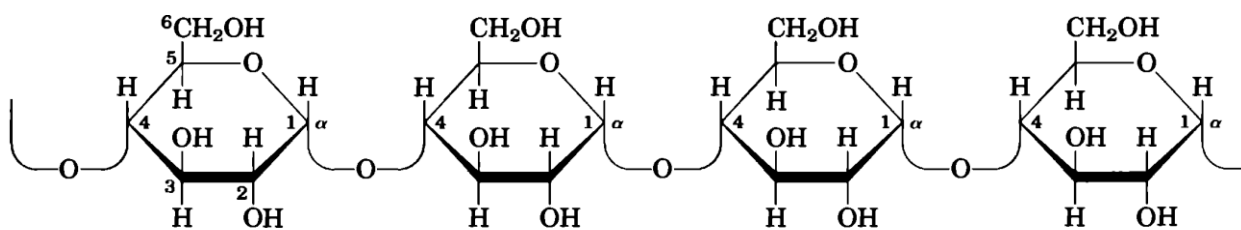
Rasm III.2.2. Xitin molekulasining kimyoviy tuzilishi

Geteropolisaxaridlarga sellulozalar, yelim va shilimshiq moddalar, mukopolisaxaridlar kiradi. Polisaxaridlarning biologik ahamiyati katta. Ularning ko'pchiligi(masalan, kraxmal, glikogen va boshqalar) hayvonlar organizmidagi zahira oziq bo'lib hisoblanadi. Ba'zi polisaxaridlar (sellyuloza) tayanch va himoya

vazifasini bajaradi, ya'ni struktura elementlari tarkibiga kirib, ularning mustahkamligini ta'minlaydi.<sup>20</sup>

**Kraxmal.** Kraxmal o'simliklarda eng ko'p to'planadigan va eng muhim polisaxaridlardan hisoblanadi. Sholi va makkajo'xorida 80% gacha, bug'doyda 60-70%, kartoshkada 20% gacha kraxmal bo'ladi. Kraxmal fotosintez jarayonida hosil bo'ladi. Kraxmal ikki xil birikmadan, ya'ni amiloza va amilopektindan tashkil topgan. Ular fizik-kimyoviy xossalari bilan farq qiladi.

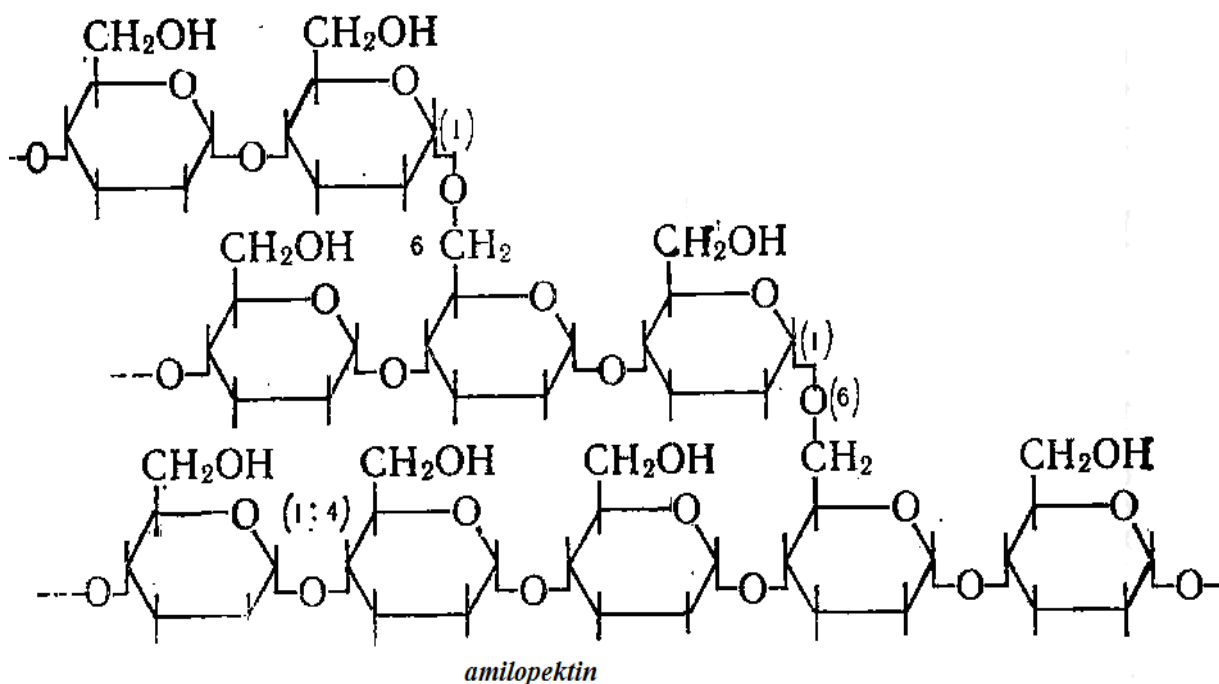
*Amiloza* issiq suvda yaxshi eriydi, uning molekulyar massasi 10000 dan 100000 gacha etadi, tarkibida 0,03% gacha fosfor bo'ladi. Uning molekulasida glyukopiranoza qoldig'laridan tashkil topgan bo'lib, tarmoqlanmagan ipsimon zanjir hosil qilib 1,4 bog' orqali bog'langan.



**amiloza**

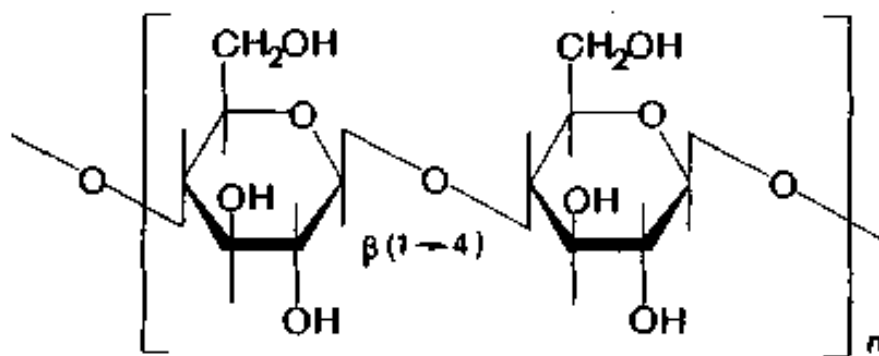
*Amilopektin.* Uning molekulyar massasi 50 mingdan 1 milliongacha etadi. U glyukopiranozalarning tarqoq zanjirlaridan tashkil topgan. Amilopektin molekulasida glyukoza qoldiqlari 1 va 4 uglerod atomlari orqali birikkan bo'ladi. Shu bilan bir qatorda 1 va 6 uglerod atomlari orqali bog'lanish ham mavjud bo'lib, tarmoqlangan qismda bo'ladi.

<sup>20</sup> Lehninger "Principles of Biochemistry", 2008 y, p-250



Kraxmal qisman gidrolizlanganda kichik molekulali dekstrinlar hosil qiladi. Yirik molekulali dekstrinlar yod ishtirokida qizg'ish ranga kiradi. Kichik molekulali dekstrinlar rang bermaydi.

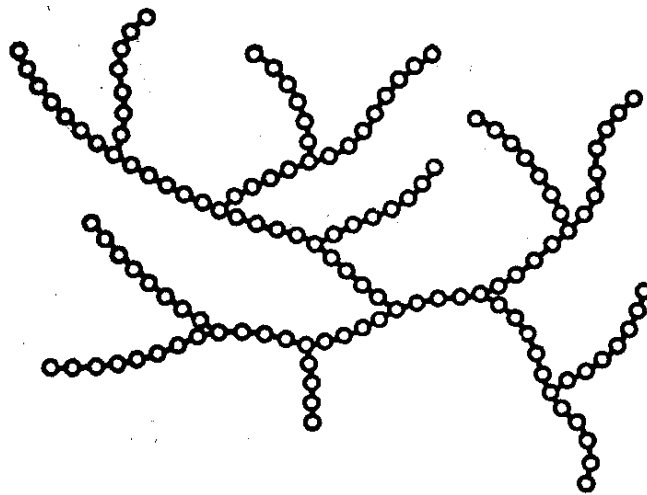
**Sellyuloza.** Sellyuloza o'simliklar tarkibida ko'p bo'lib, ular hujayra devorining asosini tashkil qiladi. Sellyuloza tuzilishiga ko'ra amilozaga o'xshash, lekin molekulasi tarkibidagi 1,4 bog'  $\beta$ -shaklda. Uning molekulyar massasi 300000 dan 1 000000 gacha bo'ladi.



*Sellyuloza molekulasining uchastkasi*

Sellyuloza suvda erimaydi. Ayrim kislotalar ta'sirida qisman gidrolizlanadi.

**Glikogen** - hayvon, odam to'qimalarida keng tarqalgan polisaxariddir. Glikogen tuzilishi va xususiyatlariga ko'ra amilopektinga o'xshaydi.



**Rasm III.2.3. Glikogen molekulasi tuzilishi**

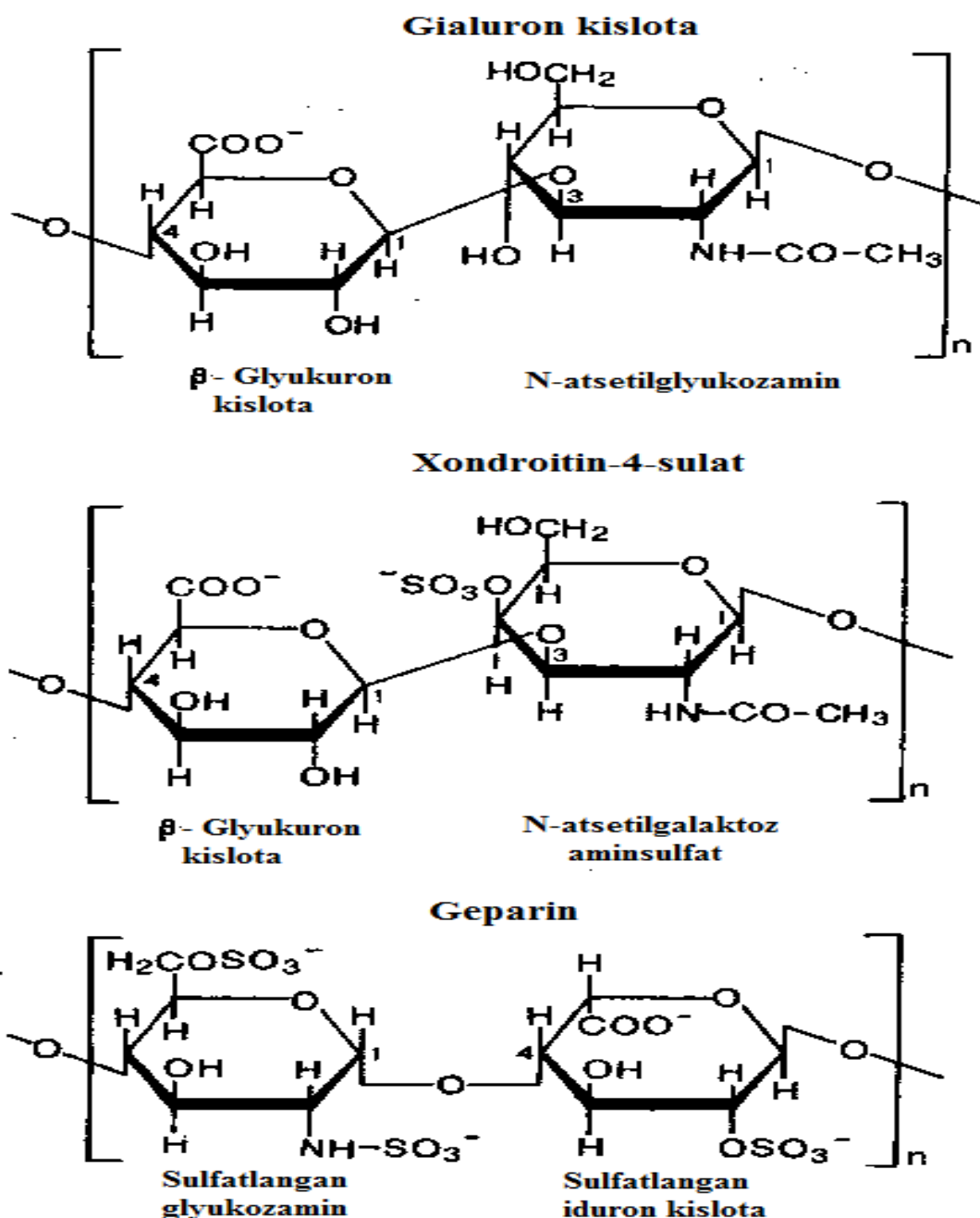
Musku glikogenining molekulyar massasi 1 million, jigar glikogeni 5 millondir. Glikogen yod bilan qizg'ish - qo'ng'ir rang hosil qiladi. Glikogen gidrolizlanganda, avval dekstrinlar, keyin maltoza va glikoza hosil qiladi.

**Inulin** - o'simliklar tarkibida zahira modda sifatida uchraydi. Gidrolizlanganda fruktoza hosil bo'ladi. Tuzilishiga ko'ra kraxmal bilan glikogenga o'xshaydi. Odam va hayvonlar organizmi inulinni yaxshi o'zlashtiradi.

**Pektin moddalar** - mevalarda, ildiz mevalarda va o'simliklar poyasida uchraydi. O'simliklarda pektin moddalar protopektin shaklida bo'ladi. Pektin moddalar poligalakturonat kislotalardan tashkil topgan. Pektin moddalar oziq-ovqat sanoatida ishlatiladi.

**Geteropolisaxaridlar.** Polisaxaridlar tarkibi turli monosaxaridlardan tashkil topgan bo'lsa, ularni geteropolisaxaridlar deb ataladi. Biologik jihatdan juda muhim mukopolisaxaridlar shular jumlasiga kiradi.

**Mukopolisaxaridlar.** Mukopolisaxaridlar yuqori molekulyar murakkab polisaxaridlar bo'lib, odatda geksozaminlar bilan geksuron kislotalardan tuzilgan. Mukopolisaxaridlar xilma-xil tirik organizmlarda bo'ladi. Hayvonlarda bu birikmalar asosan biriktiruvchi to'qimalar tarkibiga va xususan to'qimalararo va hujayralararo moddalar tarkibiga kiradi. (**rasm III.2.4.**)



Rasm III.2.4. Ba'zi bir murakkab polisaxaridlar tuzilishi

Mukopolisaxaridlar to'qimalarda qisman erkin holda, qisman mukoproteidlar shaklida oqsillar bilan birikkan holda bo'ladi.

Prostetik guruhli mukopolisaxaridlardan iborat murakkab oqsillar glyukoproteidlar yoki mukoproteidlar deb ataladi. Normada qon zardobida biroz miqdorda mukopolisaxaridlar bo'ladi, ularning bir qismi oqsillar bilan bo'shgina bog'langandir. Biriktiruvchi to'qimada almashinish jarayonlarining o'zgarishi bilan birga davon etadigan ba'zi kasalliklarda bu moddalar zo'r berib parchalanadi,

natijada parchalanish mahsulotlari aminoqandlar- qonda ham, siydikda ham ko'p miqdorda paydo bo'ladi.

Bundan tashqari mukopolisaxaridlar to'qimalar regeneratsiyasi va o'sish jarayonlarida, urug'lantirishda, organizmning bir qancha infeksiya agentlar bilan o'zaro ta'sir qilishida juda muhim rol o'ynaydi.

**Giauronat kislota-** mukopolisaxarid bo'lib, uning biologik ahamiyati shundan iboratki, bu kislota organizmning biriktiruvchi to'qimali sistemalarida yelimlaydigan modda o'rnini bosadi. U organizmga zararli ta'sir ko'rsata oladigan talaygina moddalarning to'qimaga o'tishiga to'sqinlik qiladi.

**Xondrotinsulfat kislota** – har xil turdagi biriktiruvchi to'qimalarda ko'p miqdorda uchraydi, ayniqsa tog'aylarda ko'p. Tog'aylarda bu kislota oqsil moddalar bilan bog'langan – xondromukoidlardir shaklida bo'ladi.

Xondrotin sulfat kislota tarkibiga atsetilxondrozalin, glyukonuronat va sulfat kislota tutgan yuqori polimer birikmadir, uning molekulyar og'irligi 200 000 atrofida.

**Geparin.** Hayvon to'qimalarida keng tarqalgan geparin mukopolisaxarid bo'lib, uning tarkibiga glyukozamin, glyukuron kislota va efir bog'i bilan bog'langan sulfat kiradi. Geparinning molekulyar og'irligi 17000-20000. Geparinning biologik ahamiyati qon ivishini to'xtatib qo'ya olishiga bog'liq. Geparin bir qancha oqsillar, fermentlar bilan komplekslar hosil qilishi mumkin. Geparinni qon quyishda tabiiy qon stabilizatori tariqasida, shuningdek trombozlarning oldini oladigan modda o'rnida qo'llash mumkin.

### **Sinov savollari**

1. Uglevodlarning umumiy xossalari.
2. Uglevodlarning biologik ahamiyati.
3. Uglevodlarning klassifikatsiyasi.
4. Monosaxaridlar. Ularning fizik-kimyoviy xossalari.
5. Monosaxaridlarning siklik xolatini yozing.
6. Oligosaxaridlarning vakillarini yozing.

7. Disaxaridlarning vakillarini yozing.
8. Disaxaridlarning tuzilishi, xossalari.
9. Polisaxaridlar. Gomo va geteropolisaxarid vakillarini ayting.
10. Kraxmal. Uning tuzilishi va ba'zi bir xossalari.
11. Sellyuloza, tarkibi va biologik ahamiyati.
12. Glikogen, uning biologik ahamiyati.

### **Uglevodlarga oid test savollar**

1. Quyidagi qaysi monosaxaridlar pentozalar deb ataladi.
  - A) riboza.
  - B) glyukoza.
  - V) fruktoza
  - G) galaktoza.
2. Uglevodlar qanday klassifikatsiyalarga bo'linishini belgilang.
  - A) gomosaxaridlar va geteropolisaxaridlar.
  - B) pentozalar, geksozalar, triozalar.
  - V) monosaxaridlar, oligo va polisaxaridlar.
  - G) oligosaxaridlar, polisaxaridlar
3. Oligosaxaridlar tarkibi necha monosaxarid qoldig'ini saqlaydi?
  - A) 15-20 ta
  - B) 1 ta
  - V) 2-10 ta
  - G) 10-20 ta
4. Oligosaxaridlarga quyidagi qaysi uglevodlar kiradi?
  - A) laktoza, kraxmal, glyukoza.
  - B) saxaroza, laktoza, maltoza.
  - V) fruktoza, glyukoza, riboza.
  - G) kraxmal, saxaroza, glikogen.
5. Uglevodlar inson organizmida qanday funksiyalarni bajaradi?



- A) energetik
  - B) struktura
  - V) himoya
6. Saxaroza qanday monosaxaridlarni birikishidan hosil bo'ladi?
- A) glyukoza, fruktoza
  - B) glyukoza, galaktoza
  - V) fruktoza, galaktoza
  - G) riboza, fruktoza
7. Disaxarid laktoza parchalanishidan nima hosil bo'ladi?
- A) glyukoza, galaktoza
  - B) glyukoza, fruktoza
  - V) fruktoza, galaktoza
  - G) glyukoza, dezoksiriboza
8. Quyidagi qaysi polisaxarid hayvon, odam to'qimalarida keng tarqalgan?
- A) kraxmal
  - B) sellyuloza
  - V) glikogen
  - G) inulin
9. Maltoza parchalanishidan nima hosil bo'ladi?
- A) ikki molekula fruktoza
  - B) ikki molekula glyukoza
  - V) ikki molekula glaktoza
  - G) ikki molekula mannoza
10. Fruktoza qaysi disaxarid tarkibiga kiradi?
- A) saxaroza
  - B) maltoza
  - V) laktoza

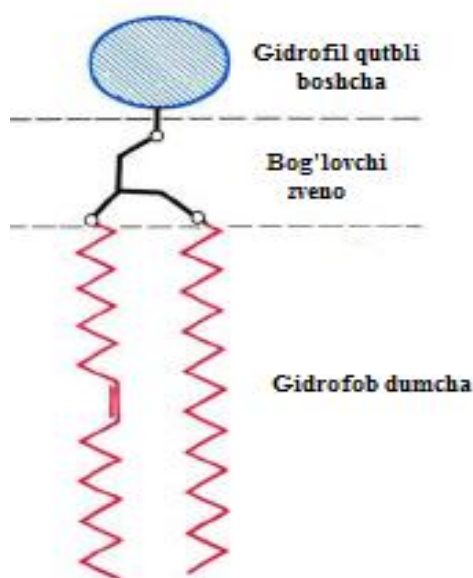
## IV bob. LIPIDLAR

**Tayanch so'zlar:** lipid, glitseridlar, mumlar, fosfolitseridlar, glikolipidlar, steroidlar, triglitseridlar

Lipidlar - murakkab organik birikmalar bo'lib, o'simlik va hayvonot olamida keng tarqalgan asosiy oziq moddalardandir. Ular suvda erimaydi, ammo organik erituvchilarda - efir, atseton, benzol, xloroform va boshqalarda yaxshi eriydi.

Lipidlar hayotiy jarayonlarda muhim rol o'ynaydi, ya'ni energiyaga boy bo'lgan oziq modda, hujayra strukturasi hosil qilishda ishtirok etadi va hokazo.

Lipidlar molekulasi tuzilishi quyidagicha:



Lipidlar organizmda quyidagi eng muhim funksiyalarni bajaradi:

1. **Struktura funksiyasi.** Lipidlar fosfolipidlar, glikolipidlar va xolesterin barcha organ va to'qimalar hujayralari membranalarning tuzilishida ishtirok etadi.
2. **Energetik funksiyasi.** Lipidlar organizm butun energiyasining 25-30 % ta'minlaydi. 1 g yog'ning to'la parchalanishidan 9,3 kkal energiya ajralib chiqadi, bu esa uglevodlar va oqsillarga nisbatan taxminan 2 marta ko'p.
3. Lipidlar **zahira oziq moddalar** funksiyasini bajaradi.
4. **Termoregulyatsiya funksiyasi.** Terini qurib qolishdan saqlaydi, organlarni chayqalishlardan himoya qiladi, ichaklarda yog'da eriydigan vitaminlarning

so'rilishini ta'minlaydi. Shuningdek, endogen suvning potensial rezervi (100 g yog' oksidlanganda 107 ml hosil bo'ladi) hisoblanadi.

Lipidlar kimyoviy tarkibi, tuzilishi va organizmdagi funksiyasiga qarab, quyidagi guruhlarga bo'linadi:

A. Oddiy lipidlar: yog' kislotalarining turli xil spirtlar bilan hosil qilgan murakkab efiri.

1. Glitseridlar yoki yoglar- uch atomli spirt glitserin bilan yuqori molekulyar yog' kislotalarining murakkab efiri.

2. Mumlar: yuqori molekulyar bir atomli spirtlar va yuqori molekulyar yog' kislotalarining efiri.

B. Murakkab lipidlar: yog' kislotalarining spirtlar bilan hosil qilgan murakkab efiri bo'lib, tarkibida qo'shimcha boshqa guruhlarni saqlaydi.

1. Fosfolipidlar: tarkibida yog' kislotalari va spirtlardan tashqari fosfat kislota qoldig'ini, azot asoslarini va boshqa komponentlarini saqlaydi

2. Glikolipidlar

3. Steroidlar

4. Boshqa murakkab lipidlar: sulfolipidlar, aminolipidlar.

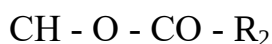
V. Lipidlarning hosilalari: yog' kislotalari, glitserol, steril va boshqa spirtlar, yog' kislotalarining aldegidlari, yog'da eruvchi vitaminlar va gormonlar.

#### IV.1. Oddiy lipidlar

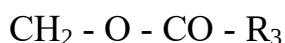
Yog'lar yuqori molekulali yog' kislotalarning uch atomli spirtlar (glitserin) bilan hosil qilgan murakkab efirlaridir. Bunday tuzilgan yog'lar triglitseridlar deb ataladi. Umumiy tuzilishi quyidagicha:



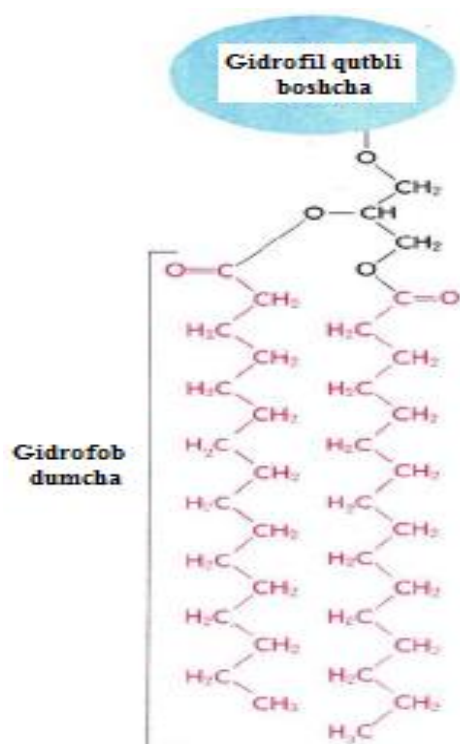
|



|



$\text{R}_1, \text{R}_2, \text{R}_3$  - yog' kislotalarning radikallari.



**Rasm IV.1 1. Glitserin asosida qutbli lipidlarning umumiy strukturasi**

Yog'larning fizik-kimyoviy xususiyatlari glitserin bilan efir bog'larini hosil qiluvchi yog' kislotalarining tabiatiga bog'liq. Yog'lar tarkibidagi yog' kislotalari xilma-xildir. Ular tarkibidagi yog' kislotalari to'yingan va to'yingan bo'ladi. Quyida eng muhim ahamiyatga ega bo'lgan yog' kislotalarini keltiramiz.

***To'yingan yog' kislotalari***

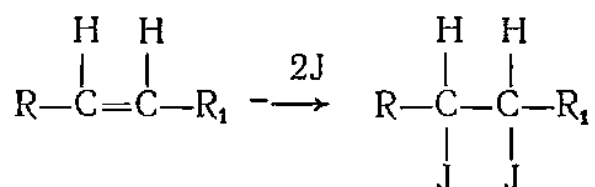
| Nomi        | Formulasi                                        |
|-------------|--------------------------------------------------|
| Moy kislota | $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_2 - \text{COOH}$    |
| Kapronat    | $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_4 - \text{COOH}$    |
| Palmitat    | $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{14} - \text{COOH}$ |
| Stearinat   | $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{16} - \text{COOH}$ |
| Araxinat    | $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{18} - \text{COOH}$ |
| Beginat     | $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{20} - \text{COOH}$ |
| Lignoserat  | $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{22} - \text{COOH}$ |

***To'yingan yog' kislotalar***

| Nomi            | Формуласи                                                                                                 |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Palmitiloleinat | $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_5 - \text{CH} = \text{CH} - (\text{CH}_2)_7 - \text{COOH}$                   |
| Oleinat         | $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_8 - \text{CH} = \text{CH} - (\text{CH}_2)_8 - \text{COOH}$                   |
| Linolenat       | $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_3 - (\text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH})_2 - (\text{CH}_2)_7 - \text{COOH}$ |
| Araxidonat      | $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_3 - (\text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH})_4 - (\text{CH}_2)_3 - \text{COOH}$ |

Yog'larga xos bo'lgan bir qator ko'rsatkichlar bo'lib, ularning amaliy ahamiyatga ega bo'lgan ba'zi fizik-kimyoviy xossalarini ifodalaydi. Bularga kislota, yod, sovunlanish sonlari va yog'larning erish temperaturasi kiradi.

**Yog'larning yod soni.** 100g yog'ni biriktirib olgan yodning gramm miqdori bilan ifodalanadigan son yog'larning yod soni deb ataladi, uning tarkibidagi yog' kislotalarning to'yinmaslik darajasini ifodalaydi.



Yod soni qancha katta bo'lsa, yog' shuncha suyuq bo'ladi. Suyuq yog'larni oziq sifatida iste'mol qilib bo'lmaydi.

1 g yog' tarkibidagi erkin va bog'langan yog' kislotalarni neytrallash uchun sarflangan kaliy ishqorining miqdori yog'larning sovunlanish soni deb ataladi.

**Yog'larning kislotali soni.** Yog'larning kislotali soni erkin kislotalar soniga bog'liq. 1g yog' tarkibidagi erkin yog' kislotalarni neytrallash uchun sarflangan kaliy ishqorining milligramm miqdori bilan ifodalanadigan son yog'larning kislotali soni deb ataladi.

Neytral yog'lar inson va hayvon organizmlarida zahiradagi oziqa modda sifatida teri ostida to'planadi. Sut tarkibida ham ko'p miqdorda neytral yog'lar mavjud. Juda ko'p o'simliklarning urug'larida (kungaboqar, kanop, g'o'za va boshqalar) ham neytral yog'lar ko'p uchraydi.

**Mumlar.** Mumlar oddiy lipidlar guruhiga mansub bo'lib, yuqori molekulyar bir atomli spirtlar va yuqori molekulyar yog' kislotalarning efiri hisoblanadi. Bundan tashqari mumning tarkibida oz miqdorda spirt, erkin yog' kislotalar hamda qisman rangli va xushbo'y moddalar uchraydi.

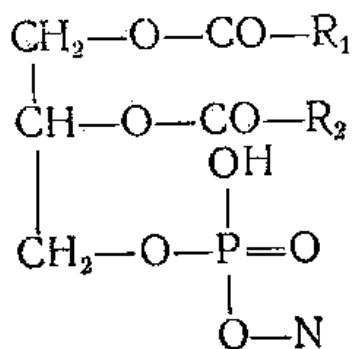
Mumlar - o'simlik, hayvon va qazilma mumlarga bo'linadi. Masalan: asal ari mumlari; qon plazmasida va to'qimalarda uchraydigan ko'p halqali spirt-xolesterinning yog' kislotalar bilan bergan efiri ham kiradi. O'simlik mumlarining

biologik funksiyasi turli organlarni suvsizlanishidan yoki ortiqcha namlanishidan va mikroorganizmlar ta'siridan saqlashdan iborat. Mumlar tarkibida eng ko'p uchraydigan spirtlar: tsetil spirt, tseril spirt va miritsil spirtidir.

## IV.2. Murakkab lipidlar

### IV.2.1. Fosfolipidlar

Fosfolipidlar ham, xuddi moylar kabi, yuqori molekulyar yog' kislotaning ko'p atomli spirtlar bilan hosil qilgan murakkab efirlari bo'lib, ular tarkibida qo'shimcha ravishda fosfat kislota qoldig'i va azot asoslar uchraydi. Fosfolipidlar tabiatda juda keng tarqalgan, ular deyarli barcha to'qima va hujayralarda uchraydi. Ular nerv to'qimalari, bosh miya, tuxumning sarig'ida, eritrotsitlarda ko'p uchraydi. O'simliklar tarkibida bir necha xil fosfolipidlar uchraydi. Fosfolipidlar oqsillar bilan birikib lipoproteinlarni hosil qiladi va membranalarining tuzilishida ishtirok etadi. Fosfolipidlar organik erituvchilarda yaxshi eriydi. Suv bilan emulsiya hosil qiladi. fosfolipidlarning umumiy formulasi quyidagicha:



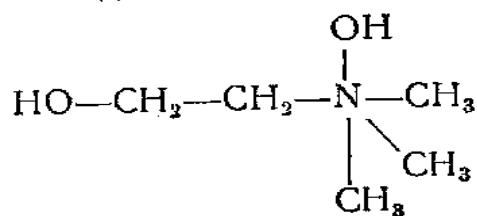
R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>-yog' kislotalar qoldig'i,

N - azot asoslari

Fosfolipidlar tarkibidagi azot asoslarning turiga qarab bir necha guruhlariga bo'linadi.

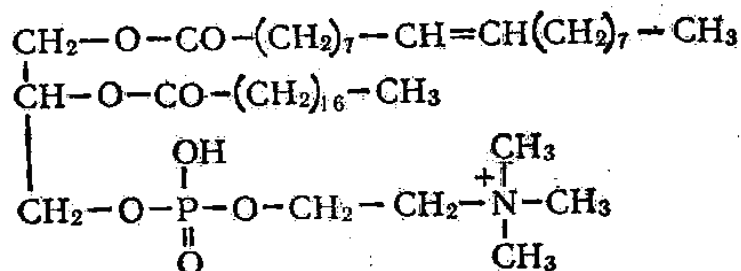
**Letsitinlar yoki xolinfosfatidlar.** Bular o'simliklar bilan hayvonlar organizmida eng ko'p tarqalgan fosfolipidlardir.<sup>21</sup> Ular tarkibidagi azot asosini xolin moddasi tashkil etadi va u quyidagicha ifodalanadi:

<sup>21</sup> Lehninger "Principles of Biochemistry", 2008 y, p-362



*xolin*

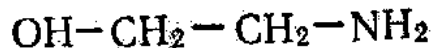
Letsitinlarning umumiy tuzilishi:



*letsitin*

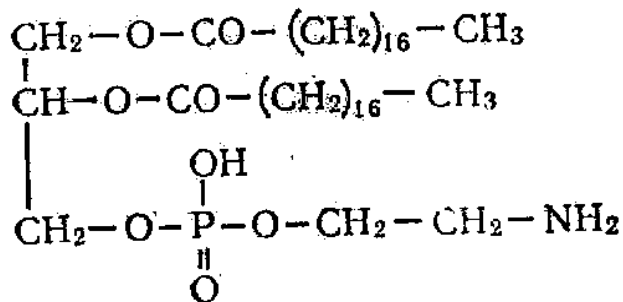
Ular miya to'qimasida, tuxum sarig'ida, baliq tuxumida, no'xatda ko'p uchraydi.

**Kefalinlar** - ya'ni fosfatidilamindir, letsitinlarga o'xshash tuzilgan, tabiatda keng tarqalgan. Tarkibida azot asosi sifatida kolamin uchraydi:



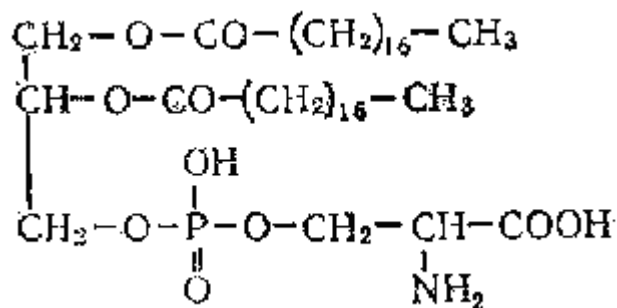
*kolamin*

Kefalinlar quyidagicha tuzilgan:



*kafelin*

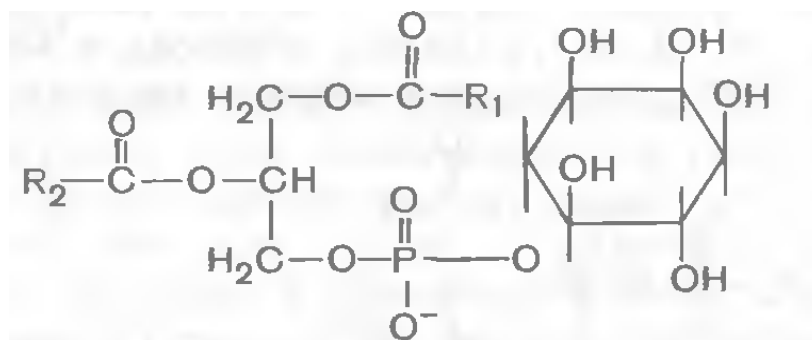
**Serinfofatidlar** (fosfatidilserinlar) tarkibida serin aminokislota saqlaydi. Umumiy tuzilishi quyidagicha:



### Serinfosfatid

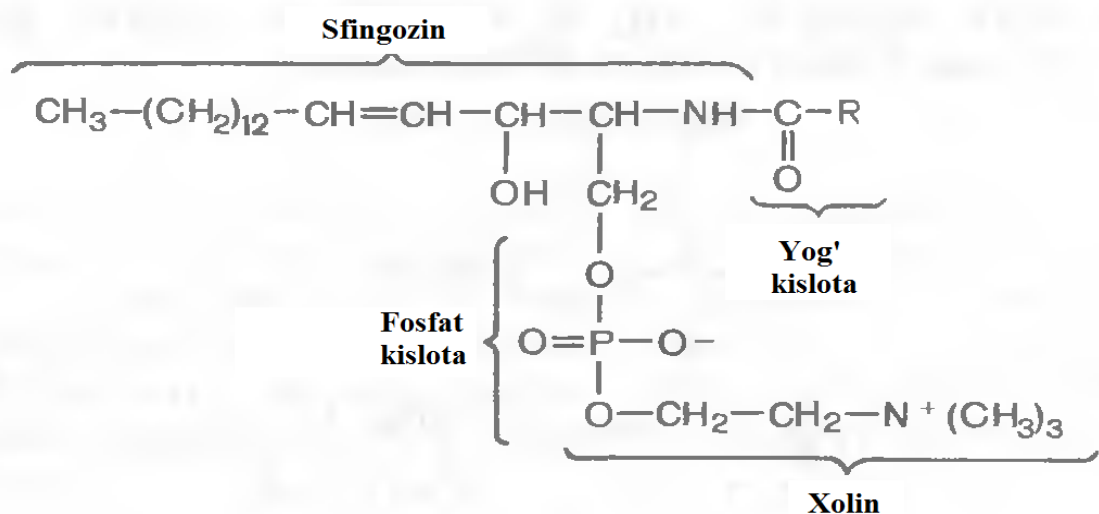
Serinfosfatidlar letsitin, kefalinalarga qaraganda kamroq tarqalgan bo'lib, lekin ular fosfotidil etanolaminlarning sintezida ishtirok etadi.

**Inozitfosfatidlar** - tarkibida olti atomli halqali spirt - inozit bo'ladi. Inozitfosfatidlar tarkibidagi fosfat kislota soniga qarab, monofosfoinnozit, difosfoinnozit va hokazolarga bo'linadi.



### Monofosfatidilinozitlar

**Sfingofosfatidlar.** Sfingomielinlar tarkibida aminospirtlar: sfingozin va xolin, fosfat kislota va bir molekula yog' kislotasini saqlaydi:

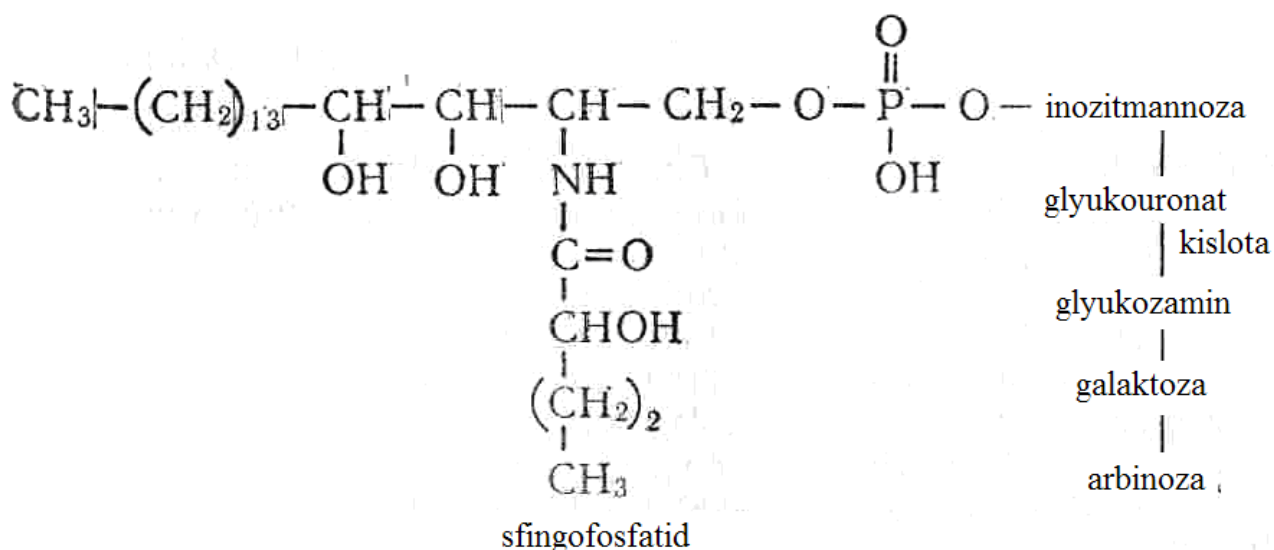




### Sfingomeilinlarning umumiy formulasi

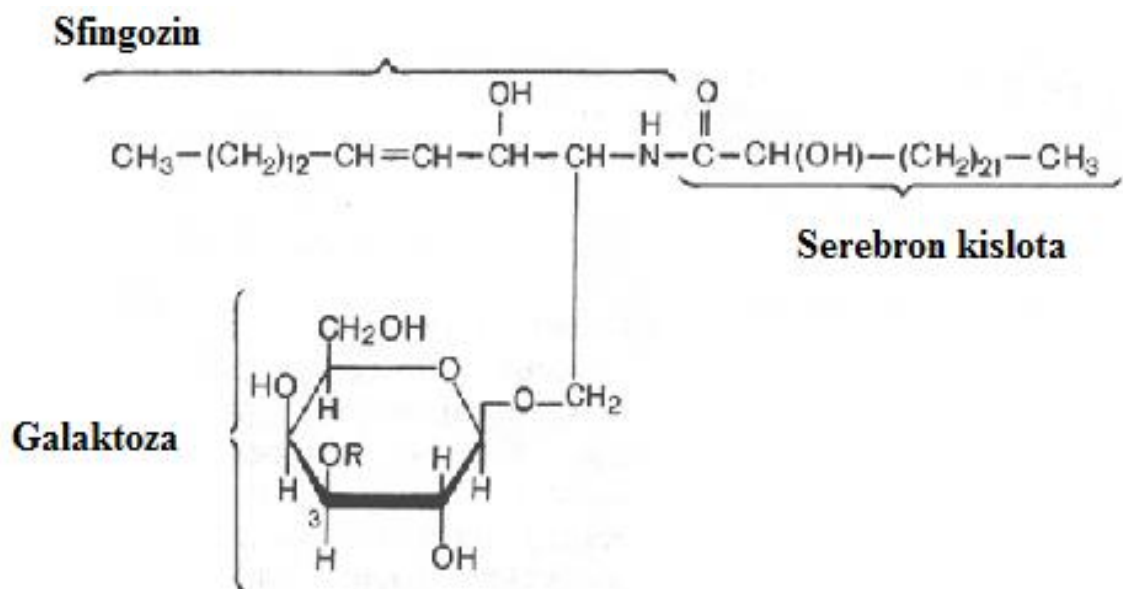
Ba'zi bir o'simliklarning urug'ida sfingolipidlar borligi aniqlangan. Ko'pincha ular fitosfingolipidlar deb ataladi.

Sfingolipidlar keng tarqalgan. Ular asosan hayvon va o'simlik hujayralarining membranalarida joylashgan. Ayniqsa nerv to'qimalarida ko'p uchraydi.<sup>22</sup>



**Serebrozidlar** – miya tarkibiga kiradi. U sfinogozin, yog' kislotalari va galaktozadan (juda kam hollarda glyukozadan) tashkil topgan. Serebrozidlar molekulasida geksoza qoldig'i  $\beta$ -glikozid bog' bilan bog'langan bo'lib, fizik-kimyoviy xossalari jihatidan tipik lipoiddir.

<sup>22</sup> Lehninger “Principles of Biochemistry”, 2008 y, p-365



### Galaktozilseramid

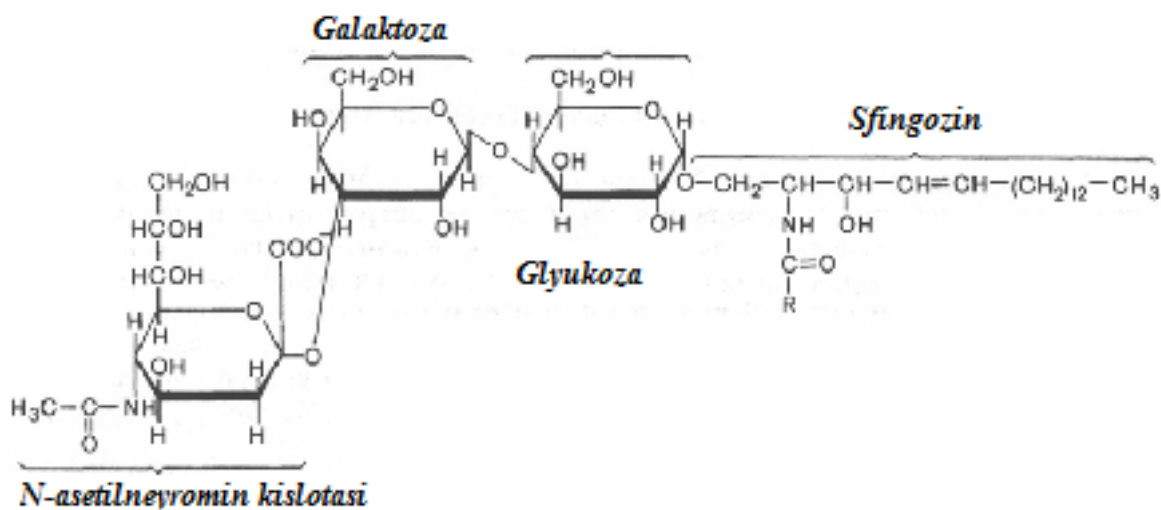
Bu yerda R-sfingozinga peptid bog'I - CO-NH orqali bog'langan yuqori yog' kislotalari: stearin , lignoserin, nervonat, serebronat va boshqa (ko'pincha 24 ta uglerod atomini tutadigan) kislotalar radikalidir. Serebrozidlar tarkibiga kiradigan yuqori yog' kislotalarining kimyoviy tabiatiga qarab, bu birikmalar ma'lum bir maxsus nom bilan yuritiladi. Serebrozidlarning hammadan ko'proq ma'lum bo'lgan vakillari: serebron kislota tutadigan serebrozin (yoki frenozin), tarkibiga lignotserin kislota kiradigan kerazin va nervonat kislota tutadigan nervondir.

Insonning talog'ida serebrozidlar boshqa organlaridagidan farq qilib galaktoza o'rniga glyukoza tutadi, ya'ni bu holda glyukoserebrozidlarga kiradi.

**Ganglioizidlar** – eng murakkab glikolipidlar bo'lib, glikozilseramidlardan hosil bo'lgan. Ganglioizidlar uchun xos bo'lgan xususiyat shundan uning tarkibi D-glyukoza, D-galaktoza, N-atsetilglyukozamin va N-atsetilneyramin kislotalaridan iborat bo'lib, murakkab uzilishga ega. Sial kislotasi qoldig'ining karboksil guruhi hisobiga barcha ganglioizidlar kislotali birikmalar hisoblanadi. Bunda glyukoza qoldig'ining o'rniga ular murakkab oligosaxaridlarni saqlaydi.

Ganglioizidlar juda ko'p miqdorda nerv to'qimalarida uchraydi. Serebrozidlardan farqi shundan iboratki u miyaning kulrang moddasida uchraydi, hujayra membranasining tashqi qismida joylashgan, shuning uchun uni membrana

lipidlari deb ataladi va retseptorlik funksiyasini bajaradi. Eng oddiy gangliozydlar gematozydlar bo'lib, eritrositlardan ajratib olingan.



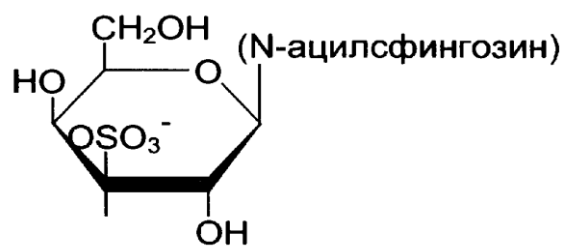
### Gangliozydning umumiy formulasi

Glikolipidlar, ayniqsa gangliozydlar, hujayra kelayotgan signallarni qabul qilish jarayonida ishtirok etadi. Ular hujayralararo kontaktlarni boshqarishda va ularni nazorat qilishda faol ishtirok etadilar. Gangliozydning strukturasi va ularning tarkibi glikoziltransferaza orqali genetik boshqarilib turadi.

### IV.2.2. Glikolipidlar

Murakkab birikmalar bo'lib, glitserinning biror shakar bilan glikozid bog' orqali birikishi tufayli hosil bo'ladi. Glikolipidlar fosfatidlar va sfingolipidlardan farq qilib, tarkibida fosfat kislota va azot asoslarini saqlamaydi. Glikolipidlar to'qimalarda, ayniqsa nerv to'qimalarida, miya to'qimalarida ko'proq uchraydi. Ular plazmatik membranalarning tuzilishida ishtirok etadi. Vakillari: serebrozidlar, sulfotidlar. Serebrozidlar tarkibi galaktoza, to'yinmagan aminospirt - sfingozin va yuqori yog' kislotalaridan iborat.

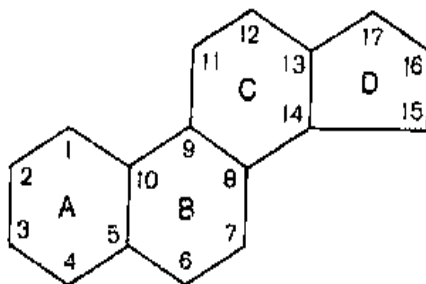
Sulfatidlar - serebrozid va sulfat kislota bilan birikishidan hosil bo'ladi.



**Sulfolipid**

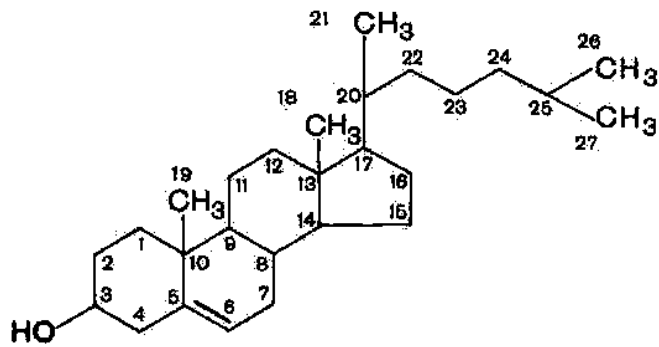
#### IV.2.3. Стероидлар

Steroidlarga sterollar deb ataladigan yuqori molekulyar spirtlar va ularning murakkab efirlari hisoblangan steridlar ham kiradi. Steroidlar, asosan, hayvonlar organizmida uchraydi. Steroidlar murakkab tuzilgan bo'lib, molekulasi to'rtta halqaning bir-biriga qo'shilishidan hosil bo'lgan. Barcha steroidlar – siklopentanopergidrofenantrenning hosilalaridir.



**Siklopentanopergidrofenantren**

Steroidlarga buyrak usti bezining po'stloq qavati gormonlari, o't kislotalari, D guruhiga oid vitaminlar, yurak glikozidlari kiradi. Inson organizmida eng muhim ahamiyatga ega steroidlardan sterinlardir. Sterinlarning asosiy vakillaridan biri xolesterindir. Xolesterin to'yinmagan spirtidir.



### **Xolesterin**

Xolesterin juda ko'p biologik faol moddalarning sintezida manbai hisoblanadi. Steroidlar oqsillar bilan murakkab birikmalar hosil qilib, moddalar almashinuvini boshqarishda muhim ahamiyatga ega bo'lgan hujayra membranalarining tuzilishida ishtirok etadi. O'simliklar, zamburug'larda tuzilishi jihatidan xolesteringa o'xshash ergosterin uchraydi. Ergosterin vitamin D hosilasidir.

### **Sinov savollari**

1. Lipidlarning biologik ahamiyati.
2. Lipidlarning tarqalishi.
3. Lipidlarning kimyoviy tarkibi.
4. Lipidlarning sinflarga bo'linishi.
5. Yog'larning ba'zi fizik-kimyoviy xossalarini ifodalaydigan kislotali, yodli, sovunlanish sonlarining ahamiyati haqida yozing.
6. Fosfolipidlarning tuzilishi va vakillari.
7. Glikolipidlar tuzilishi va ahamiyati.
8. Steroidlar tuzilishi va ahamiyati.
9. Mumlarining tuzilishi va ahamiyati.
10. Fosfotidlarning kimyoviy tarkibi va ahamiyati.

### **Yog'larga oid test savollar**

1. Yog'lar qanday birikmalarning murakkab efiri hisoblanadi?

- A) glitsirin, yog' kislotalari
  - B) glitsirin, glyukoza
  - V) bir atomli spirt, xolin
2. Xolinfosfotid tarkibida qanday azot asosi bor?
- A) serin
  - B) xolin
  - V) kolamin
  - G) treonin
3. Lipidlarning tarkibida qanday yog' kislotalari uchraydi?
- A) to'yingan yog' kislotalari
  - B) to'yinmagan yog' kislotalari
  - V) alifatik yog' kislotalari
  - G) siklik spirtlar
4. Lipidlar oqsillar bilan birgalikda qanday strukturalarni tashkil etishda ishtirok etadi?
- A) ferment
  - B) biologik membrana
  - V) nuklein kislotalar
  - G) mukopolisaxarid
5. Yod soni yog'lardagi qanday xususiyatni ko'rsatadi?
- A) to'yinmagan yog' kislotalarni
  - B) yog'larni sifatini
  - V) to'yingan yog' kislotalarni
  - G) erkin yog' kislotalarni
6. Yog'larni kislotali soni nimaga bog'liq?
- A) erkin yog' kislotalarga
  - B) bog'langan yog' kislotalarga
  - V) to'yingan yog' kislotalarga
  - G) to'yinmagan yog' kislotalarga
7. Glikolipidlar tarkibida qanday moddalarni saqlaydi?

- A) sfingozin, yog' kislotalarini qoldig'i, uglevod
- B) azot asosi, fosfat kislota
- V) yog' kislotalar, azot asosi, fosfat kislota
- G) uglevod, fosfat kislota

8. Oddiy yog'lar tuzilishi jihatidan murakkab yog'lardan qanday farq qiladi?

- A) oddiy yog'lar faqat glitserindan tashkil topgan
- B) oddiy yog'lar-glitserin, yog' kislotalari va fosfat kislotadan tashkil topgan
- V) oddiy yog'lar-glitserin, yog' kislotalari va fosfat kislotadan tashkil

topgan

9. Serin fosfatidlar tarkibida qanday moddalar bo'lmaydi?

- A) serin
- B) azot asoslari
- V) yog' kislotalari
- G) glitserin

## V BOB. VITAMINLAR

*Tayanch so'zlar: avitaminoz, gipovitaminoz, gipervitaminoz, suvda eriydigan vitaminlar, yogda eriydigan vitaminlar*

Tirik organizmlarning hayot faoliyati uchun zarur bo'lgan va o'simliklarda hosil bo'ladigan turli xil kimyoviy tuzilgan kichik molekulali bir necha guruh organik birikmalar vitaminlar deb ataladi. Vitaminlar oziq-ovqat mahsulotlarining tarkibiy qismi hisoblanadi, lekin asosiy oziq moddalarga - oqsillar, uglevodlar, yog'larga nisbatan haddan tashqari kam miqdorda talab qilinadi. Oziq moddalar tarkibida vitaminlar bo'lmasligi moddalar almashinuvi jarayonining buzilishiga sabab bo'ladi, natijada organizmni og'ir kasalliklarga duchor qiladi va hatto o'limga olib keladi.

Vitaminlarni birinchi bo'lib, 1880 yilda N.I.Lunin kashf etgan. U normal hayotni ta'minlovchi oqsillar, uglevodlar, yog'lar va mineral moddalardan tashqari, yana hayot uchun zarur bo'lgan organik moddalar mavjud degan xulosaga keldi.

Vitaminlar hayot uchun zarur moddalar deb ataladi (vita-hayot, vitamin- hayot aminlari demakdir).

Vitaminlar kichik molekulali organik birikmalar bo'lib, organizmlarning hayot - faoliyatida, o'sishida, ko'payishida nihoyatda katta ahamiyatga ega.

Vitaminlar quyidagi xususiyatlarga egadir:

- odam organizmida sintezlanmaydi;
- strukturalar hosil qilishda ishtirok etmaydi;
- ular organizmda etishmaganda moddalar almashinuvi buziladi va o'ziga xos kasalliklarni keltirib chiqaradi;
- ovqat bilan birga is'temol qilingan vitaminlar organizmdagi biokimyoviy jarayonlarga kofermentlar sifatida ta'sir qiladi.

Organizmda vitaminlarning miqdorini o'zgarishi quyidagi holatlarni paydo bo'lishiga olib keladi:

1. Avitaminoz - qandaydir vitaminning organizmda yo'qligidan kelib chiqadigan kasalliklar.



2. Gipovitaminoz - vitaminning etishmasligidan vujudga keladigan kasalliklar.
3. Gipervitaminoz - vitaminlarning ortiqchaligi tufayli paydo bo'ladigan kasalliklar.

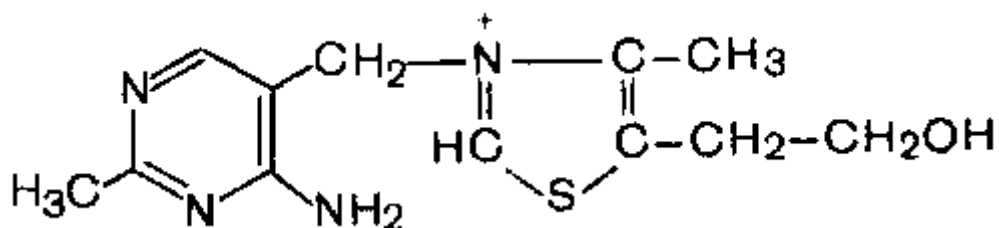
Hozirgacha o'ttizdan ortiq vitamin aniqlangan bo'lib, ular uchta guruhga: suvda eriydigan, yog'larda eriydigan vitaminlarga va vitaminsimon moddalarga bo'linadi.

**Suvda eriydigan vitaminlarga** B<sub>1</sub> vitamini, B<sub>2</sub> vitamini, B<sub>6</sub> vitamini, B<sub>12</sub> vitamini, PP vitamini, Biotin, H vitamini, P vitamini kiradi.

Yog'da eriydigan vitaminlarga quyidagilar kiradi: A vitamini, D vitamini, E vitamini, K vitamini kiradi.

### V.1. Suvda eriydigan vitaminlar

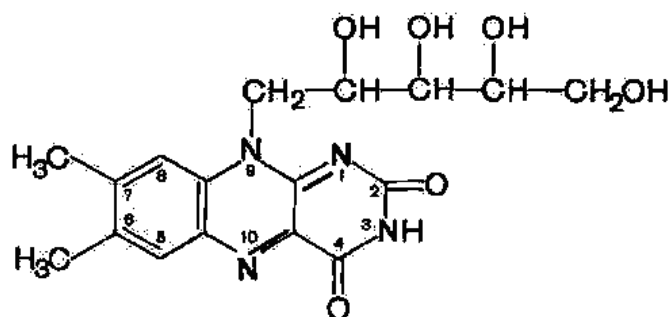
**B<sub>1</sub> vitamini - tiamin.** toza holda ajratib olingan dastlabki vitamindir. Tiamin molekulasini bir-biri bilan -CH<sub>2</sub>-guruh orqali bog'langan pirimidin va tiazol halqalaridan tuzilgan.



Vitamin B<sub>1</sub>

B<sub>1</sub> vitamini - avitaminozi beri-beri yoki polinevrit kasalligini paydo qiladi. B<sub>1</sub> vitaminni etishmasligi uglevodlarning almashinuvini buzilishiga olib keladi. B<sub>1</sub> piruvat dekarboksilazaning kofermenti hisoblanadi. Bu vitamin ko'p miqdorda tuxum, go'sht, no'xatlarda uchraydi. Organizmning sutkalik ehtiyoji 1-3 mg.

**B<sub>2</sub> vitamini - (riboflavin).** Riboflavin - sariq ranga ega. Uning tuzilishi quyidagicha:



riboflavin

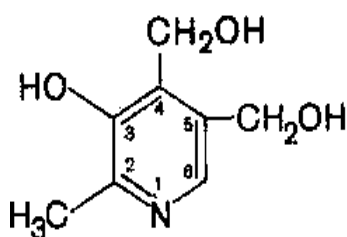
Bu vitaminning avitaminoz holati og'iz bo'shlig'ining shilliq qavatining shamollashi, ko'rish qobiliyatining buzilishi, kam qonlik kasalliklariga olib keladi.

Riboflavin flavinli fermentlarining kofermentidir.

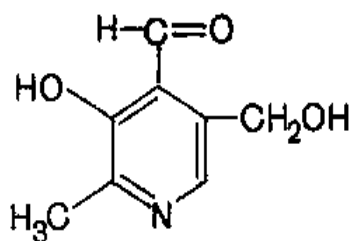
Odam bu vitaminning 65-70% sutli, go'shtli va non mahsulotlari, 30-35% sabzavot va mevali mahsulotlar orqali oladi. Sutkali ehtiyoj - 2 mg.

**B<sub>6</sub> vitamini (piridoksin).** B<sub>6</sub> vitamin aminokislotalar almashinuvining buzilishiga sabab bo'ladi va dermatit deb ataladigan teri kasalligiga olib keladi. Shuningdek anemiya va o'sishni sekinlashtirishga sabab bo'ladi. Bu vitamin aminokislotalarning qayta aminlanish reaksiyasini katalizlovchi fermentlarning kofermentidir.

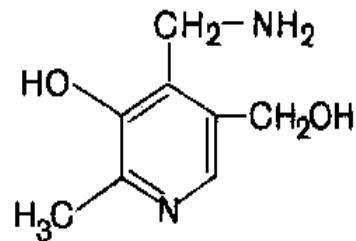
Vitaminlik xususiyatiga ega bo'lgan birikmalari: piridoksin, piridoksal va piridoksamin.



Piridoksin



Piridoksal

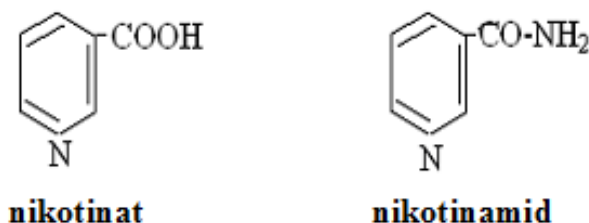


Pirididoksiamin

B<sub>6</sub> vitamini asosan go'sht, baliq, don mahsulotlarida uchraydi. Katta yoshdagi odamlarda bu vitaminga ehtiyoj 2 mg. dir.<sup>23</sup>

<sup>23</sup> Richard A Harvey., Denise R Ferrier . Biochemistry. Lippincott Williams and Wilkins. China. 2011. p-380-381

**PP vitamini (nikotinat kislota).** Nikotinat kislota tirik organizmda moddalar almashinuvi jarayonlarida muhim ahamiyatga ega. U NAD va NADP tarkibiga kirib, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarni katalizlovchi dehidrogenaza fermentlarining kofermenti hisoblanadi. U piridinning hosilalaridir:

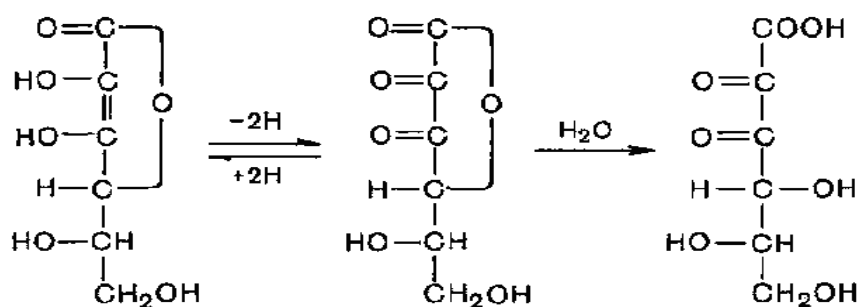


Vitamin PP etishmaganda pellagra kasalligi kelib chiqadi. Nerv sistemasi va ovqat hazm qilish sistemalari buziladi. Vitamin PP donli o'simliklarda va sabzavotlarda uchraydi. Katta odam uchun sutkali ehtiyoji 7 mg ni tashkil qiladi.

**C Vitamini (Askorbat kislota).** Odam, maymunlar va dengiz cho'chqalari organizmida askorbat kislota sintez qilinmaydi, shu sababli ular C vitaminni tayyor holda oziq ovqatlar bilan iste'mol qilinadi. Oziq-ovqat tarkibida C vitamanga boy bo'lgan mahsulotlar yetishmasa odam va ba'zi hayvonlarda singa (lavsha) kasalligi paydo bo'ladi. Milklar qon oqishiga, teri osti qon to'planish hollariga olib keladi. Vitamin C organizmga qabul qilinmasa, o'lim holatiga olib keladi. Vitamin C organizmni antioksidantlik qobiliyatini oshiradi.

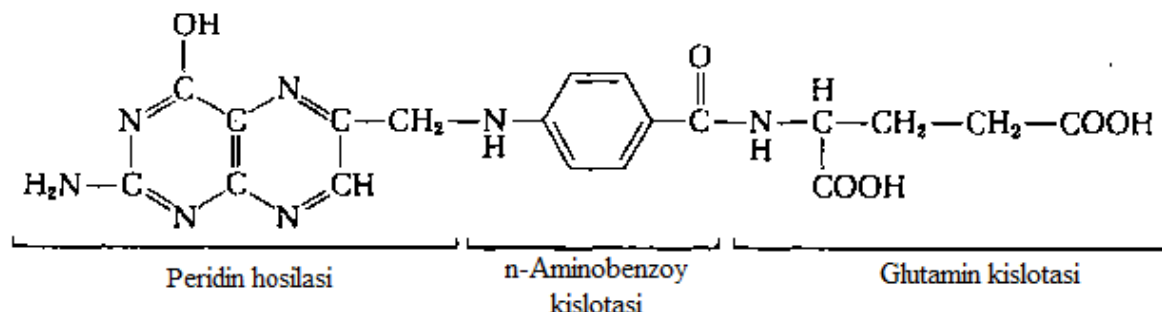
Askorbat kislota tirik organizmlarda boradigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida vodorodni ko'chiruvchi oraliq modda bo'lib xizmat qiladi.

Vitamin C na'matak, olxo'ri, apelsin, limon, ukrop va boshqa o'simliklarda ko'p uchraydi. Katta odamning sutkalik ehtiyoji 0,2-1 g. dir.

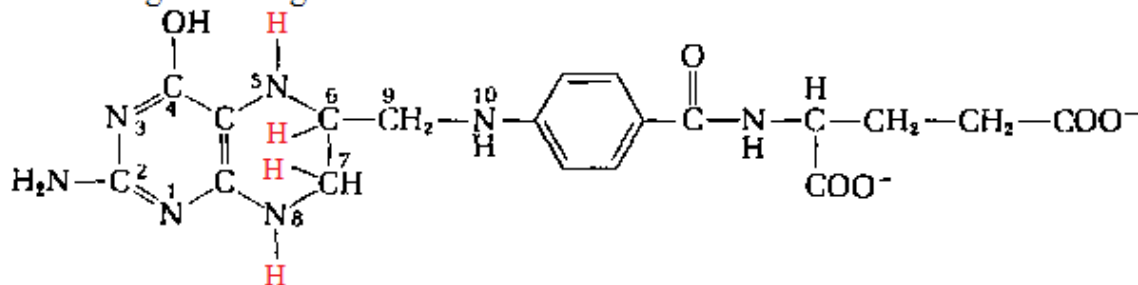


**L- askorbat kislota**

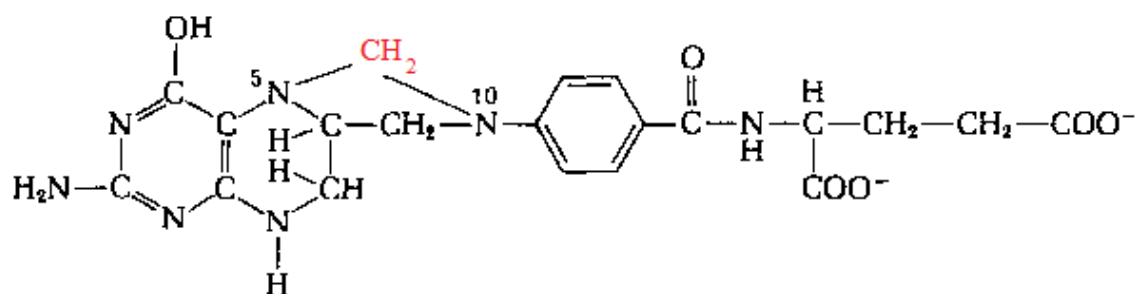
**Folat kislota va uning hosilalari.** Folat kislota birinchi marta shpinat yaproqlaridan ajratib olingan (lyutin “folium”). Folat kislota biologik sistemalarda keng tarqalgan. Folat kislotasining molekulasida uchta asosiy komponentdan tashkil topgan: glutamin kislota, n-aminobenzoy kislotasi va pteridin.



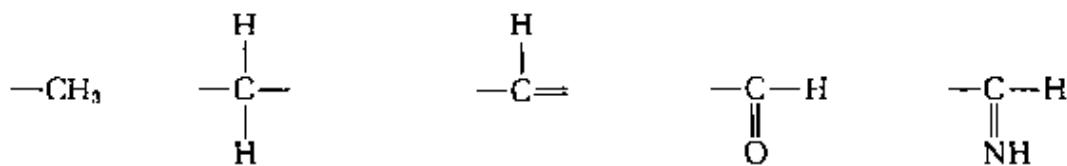
Tetragidrofolat. Folat kislotasining koferment shakli.  
Vodorodning tortta qo'shimcha atomi qizil rangda keltirilgan



$N^5, N^{10}$  metilentetragidrofolat. Metilen gururh qizil rang bilan keltirilgan.



Faoliyati uchun tetrafolat zarur hisoblangan fermentlar orqali ko'chiriladigan bir uglerodli guruhlar



Metil guruhi    Metilen guruhi    Metinil guruhi    Formil guruhi    Forminin guruhi

Rasm V.1.1. Folat kislotasining takibiy qismi

Folat kislota xosilalaridan - tetragidrofolat kislota va boshqalar biologik aktivlikka ega bo'lib, fermentativ reaksiyalarda kofermentlik funksiyasini bajaradi. Bir molekuladan ikkinchi molekulaga metil, metilen, metil formil guruhlarini ko'chirilishini katalizlaydi. Folat kislota organizmda yetishmaganda, kamqonlik kasalligi kelib chiqadi. Dermatitlar vujudga keladi.

Folat kislotaning organizmga ta'siri nihoyatda xilma-xil. U bir uglerodli komponentlarni tashishni ta'minlash bilan nuklein kislotalar, oqsillar (serin, metianin va boshqa aminokislotalarning hosil bo'lishi hisobiga), fosfolipidlar sintezini kuchaytiradi, organizmda glutamat kislota eytirozinning ishlatilishini va vitamin B<sub>12</sub>ning so'rilishini oshiradi.

Folat kislotasining ichak bakteriyalarida endogen yo'l bilan sintezlanishi aniqlangan. Sutkalik ehtiyoj 0,1-0,2 mg ni tashkil etadi.

**Vitamin B<sub>12</sub> – Antianemik vitamin. Kobamin.** 1948 y ilda E. Lester Smit (Angliya) va Edvard Rikss, Karl Falkers (AQSh) vitamin B<sub>12</sub>ni kristal holda ajratib oldilar.

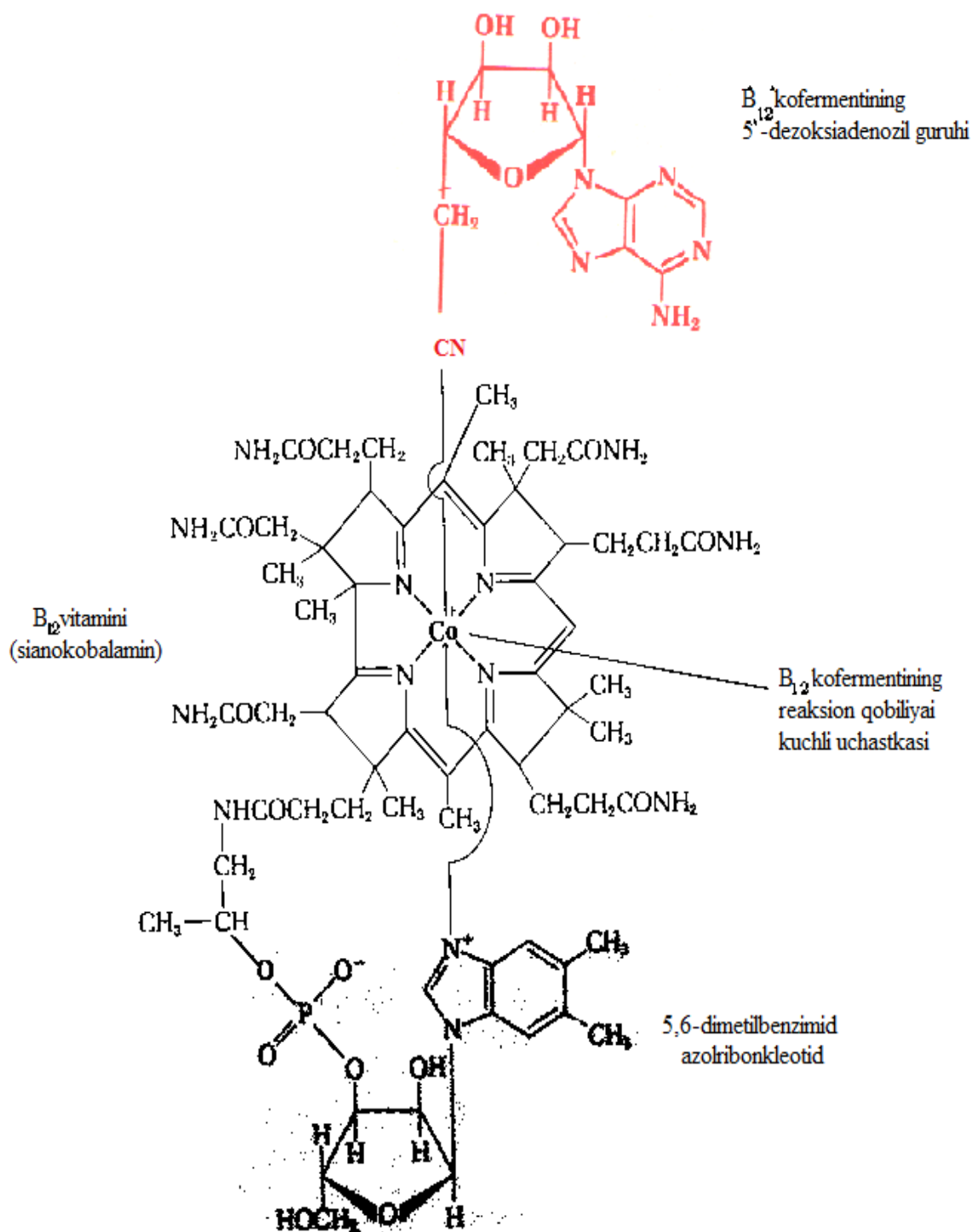
Vitamin B<sub>12</sub> tuzilishi murakkab bo'lib, tarkibida organizm uchun zarur bo'lgan mikroelement kobaltni saqlaydi. Uning miqdori 4,5% yaqindir.<sup>24</sup>

Bu birikma tarkibida azot bilan koordinatsion bog'langan metall bo'lgan yagona vitamindir. Kobalt atomi qisman gidrogenlangan tetrapirrolning azot atomlariga, CN gruppaga va nukleotid: 5,5-dimetil - 1(-D-ribofuranozil) - benzimidazol – 3'-fosfatga koordinatsion bog'lar bilan bog'langan. Uning strukturasini D. Xodjkin (1955 yil) aniqladi va bu kashfiyoti uchun Nobel mukofotiga (1964 yil) sazovor bo'ldi. Organizimning sutkalik yehtiyoji 3 mkg dir.<sup>25</sup>

---

<sup>24</sup> Lehninger "Principles of Biochemistry", 2008 y, p-688

<sup>25</sup> Lehninger "Principles of Biochemistry", 2008 y, p-688



**Rasm V.1.2. Vitamin B<sub>12</sub> va uning adenzilkobalamin deb nomlanuvchi koferment shakli(yoki koferment B<sub>12</sub>).**

Koferment B<sub>12</sub>dagi sianokobalamin guruhi(qizil rang bilan ko'rsatilgan) 5'-dezoksiadenozil guruh(rasmning yuqori qismida tasvirlangan)ga almashgan

## V.2. Yog'da eriydigan vitaminlar

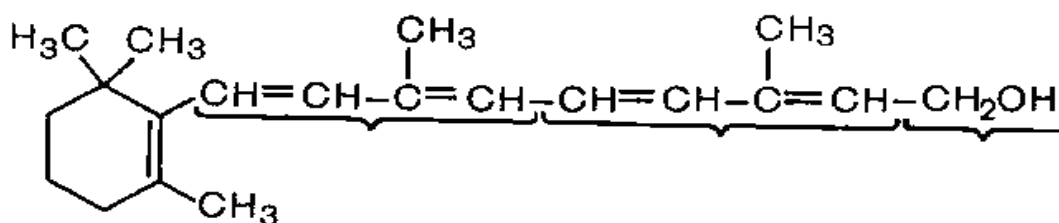
Yog'da eriydigan vitaminlarga A, D, E, K vitaminlar kiradi.

**A vitamini (retinol).** Bu vitamin baliq yog'idan ajratib olingan. Bu vitaminning asosiy manbaalari tuxum, qaymoq, sariq yog', buyrak, jigardir. O'simliklar tarkibida A vitaminni hosil qiluvchi provitamin hisoblangan karotin ko'p bo'ladi.

A vitaminning avitaminozida qorog'ilikda ko'rish qobiliyati yo'qotiladi. Bronxit, ichakda kolit kasalliklariga olib keladi.

A vitamin ko'zning to'r pardasini pigmenti (rodopsin)ni sintezida ishtirok etadi.

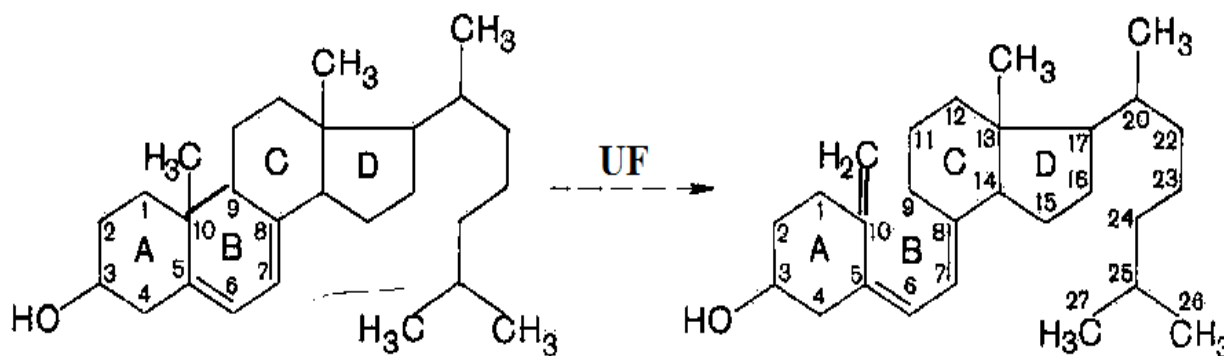
Odamning sutkali ehtiyoji o'rtacha 2,7 mg. dir.



## A<sub>1</sub> (retinol) Vitamin

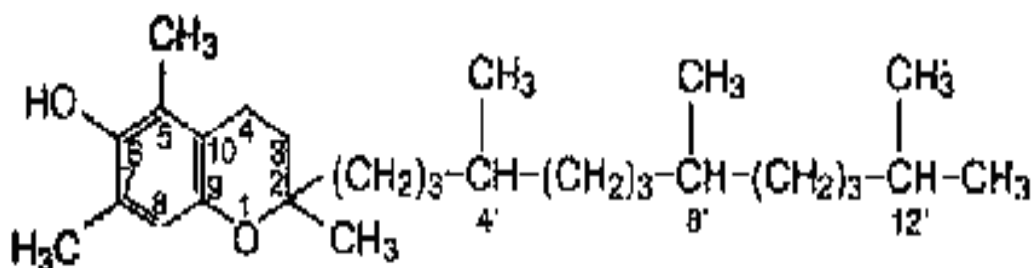
**D vitamini - (kalsiferol).** Bu vitamin raxit kasalligini oldini olish va davolash xususiyatlariga ega. Tabiatda ko'p tarqalgan va biologik faolligi eng yuqori bo'lgan vitaminlar D<sub>2</sub> va D<sub>3</sub> dir. Bu orasida vitamin D<sub>3</sub> katta ahamiyatga ega. Organizmga vitamin D<sub>3</sub> oziq mahsulotlari bilan birga (baliq yog'i, jigar, ikra, tuxum sarig'i) qabul qilinadi.

Vitamin D suyaklardagi kalsiy va fosforni almashinuvida katta rol o'ynaydi.



### D<sub>3</sub> (xolekalsiferol) vitamini

**E vitamini - tokoferollar.** Hozirgi vaqtda vitamin E ning uchta biologik faollikka ega bo'lgan tabiiy birikmalari aniqlangan.



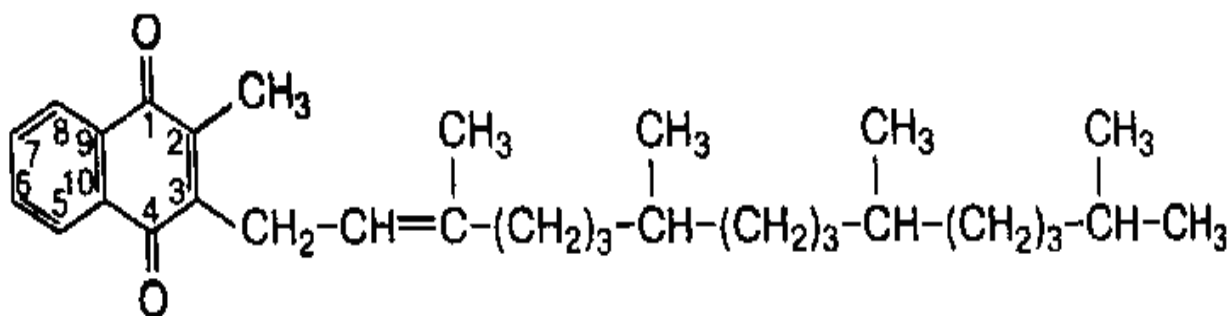
## $\alpha$ - токоферол

Tokoferollar hayvon va o'simlik mahsulotlarida juda keng tarqalgan. Ular yashil sabzavotlar, kartoshka, ko'kat, qora undan yopilgan non, zig'ir va paxta moyida, go'sht, tuxum, sut, sariyog' tarkibida mavjuddir.

Organizmning bu vitamanga bir sutkali ehtiyoji 0,0015 mg. dir. Bu vitaminni biokimyoviy ahamiyati xilma-xildir.

1. Organizmning ko'payish jarayonni boshqarishda bu vitamin alohida ahamiyatga ega.
2. Bu vitamin antioksidantlik xususiyatiga ega.
3. Muskul to'qimalarining moddalar almashinuviga ta'sir etadi.
4. Miozinning funksiyasini saqlab qoladi.
5. Organizmning qarish jarayonini oldini oladi (ya'ni erkin radikallar hosil bo'lishini sekinlashtiradi).

**K vitamini** - filloksinonlar. K vitamini qonni ivishini boshqarib turadi. K guruhga mansub barcha birikmalar filloksinonlar deb ataladi. K<sub>1</sub> vitamini 1939 yilda beda ekstraktidan ajratib olingan va uning tuzilishi quyidagicha:





## **K<sub>1</sub> (filloxinon) Vitamin**

K vitaminining manbai ko'kat o'simliklaridir (qovoq, karam). Bu vitamin ichak mikroflorasida sintezlanadi.

### **Sinov savollari**

1. Vitaminlarning biologik ahamiyati.
2. Suvda eriydigan vitaminlarning vakillarini yozing.
3. C vitaminining biologik ahamiyati.
4. Vitamin B<sub>1</sub> ning kimyoviy tarkibi, uning yetishmasligi qanday qanday oqibatlarga olib keladi?
5. Yog'da eriydigan vitaminlarga misollar keltiring.
6. A vitaminning avitaminozida qanday kasalliklar kelib chiqadi?
7. Pellagra kasalligi qanday vitamin etishmasligi natijasida kelib chiqadi?
8. D vitaminning biologik ahamiyati.
9. E vitaminning biokimyoviy ahamiyati.
10. Askorbin kislota qanday jarayonlarda ishtirok etadi?

### **Vitaminlarga oid test savollar**

1. Vitaminlar quyidagi qanday xususiyatlarga ega?
  - A) odam organizmida sintezlanadi
  - B) strukturalar hosil qilishda ishtirok etadi
  - V) ular organizmda yetishmaganda modda almashinuvi buziladi va o'ziga xos kasalliklarni keltirib chiqaradi
  - G) ovqat bilan birga iste'mol qilingan vitaminlar organizmdagi biokimyoviy jarayonlarga kofermentlar sifatida ta'sir qiladi
2. B<sub>1</sub> vitamini yetishmasligi qaysi moddalar almashinuvining buzilishiga olib keladi?
  - A) uglevodlar
  - B) lipidlar
  - V) oqsillar

3. Vitamin ko'payib ketsa, qanday kasallik kelib chiqadi?
- A) avitaminoz
  - B) gipervitaminoz
  - V) gipovitaminoz
4. Quyidagi qaysi vitaminlar suvda eriydigan vitaminlar qatoriga kiradi?
- A) B<sub>1</sub>-vitamin, C-vitamin
  - B) A-vitamin, B<sub>2</sub>-vitamin
  - V) D-vitamin, B-vitamin
5. Quyidagi qaysi vitaminlarning avitaminozida qorong'ilikda ko'rish qobiliyati yo'qoladi?
- A) A-vitamin
  - B) D-vitamin
  - V) C-vitamin
  - G) B<sub>1</sub>-vitamin
6. Quyidagi qaysi vitamin piruvatkarboksilaza fermentining faol qismi hisoblanadi?
- A) B<sub>1</sub>-vitamin
  - B) B<sub>2</sub>-vitamin
  - V) A-vitamin
  - G) D-vitamin
7. D-vitami qaysi oziq moddalar bilan birga qabul qilinadi?
- A) baliq yog'i
  - B) jigar
  - V) tuxum ikrasi
  - G) tuxum sarig'i
8. B<sub>12</sub>-vitamini tarkibida qanday metall ionni saqlaydi?
- A) kobalt
  - B) rux
  - V) temir
  - G) magniy

9. Quyidagi qaysi vitamin qonning ivishida ishtirok etadi?

- A) K-vitamin
- B) A-vitamin
- V) B<sub>6</sub>-vitamin
- G) B<sub>12</sub>-vitamin

10. Organizmda qanday vitamin yetishmasa oqsil va aminokislotalar almashinuvi buziladi?

- A) B<sub>6</sub>-vitamin
- B) B<sub>5</sub>-vitamin
- V) B<sub>3</sub>-vitamin
- G) B<sub>1</sub>-vitamin

## VI BOB. FERMENTLAR

*Tayanch so'zlar:* enzim, katalizatorlar, aktiv markazlar, kofermentlar, aktivatorlar, ingibitorlar

Tabiatdagi barcha tirik organizmlar, shu jumladan, o'simliklar hujayrasida, to'qimalarida kechadigan turli-tuman kimyoviy reaksiyalar nisbatan past temperaturada va nihoyatda katta tezlikda boradi. Masalan, oqsil, uglevod yog'larni laboratoriya sharoitida parchalash uchun ularga kuchli kislotalar yoki kuchli ishqor qo'shib, yuqori temperaturada uzoq vaqt qaynatish kerak. Vaholanki, tirik organizmlarda bu moddalar qisqa muddatda hamda past temperaturada osonlik bilan parchalanadi. Organizmlarda faqat moddalarning parchalanish reaksiyasi emas, balki murakkab moddalar hosil bo'lishi ham osonlik bilan amalga oshadi. Chunki tirik organizmlar tarkibida kimyoviy reaksiyalarni tezlatadigan maxsus katalizatorlar bo'ladi. Oqsil tabiatiga ega bo'lgan bu katalizatorlar fermentlar yoki enzimlar deb ataladi. Keyingi yillarda RNKlarning ayrim turlari fermentlik xususiyatiga ega ekanligi aniqlangan, ular ribozimlar deb ataladi.

Fermentlar oqsil tabiatiga ega bo'lganligi ba'zi xususiyatlariga ko'ra boshqa katalizatorlardan keskin farq qiladi.

1. Fermentlar nihoyatda samarali ta'sir etish xususiyatiga ega. Optimal sharoitda (ya'ni past temperaturada, normal bosim va ma'lum qiymatga ega bo'lgan muhitda) anorganik katalizatorlarga nisbatan juda katta tezlik bilan ta'sir etadi. Masalan: vodorod peroksidni suv va atom holidagi kislorodgacha parchalovchi katalaza fermentining ta'siri shu reaksiyani katalizlovchi kimyoviy katalizator temir ionlariga nisbatan  $10^8$ - $10^{11}$  marta yuqori.

2. Fermentlar spetsifik ta'sir qilish xususiyatiga ega. Har bir ferment, odatda, faqat bitta kimyoviy reaksiyani yoki bir xil tipdagi bir guruh reaksiyalarni katalizlaydi. Masalan: saxaraza fermenti faqat saxarozani parchalaydi. Shunga o'xshash disaxaridlarga esa ta'sir qilmaydi. Anorganik katalizatorlar bunday xususiyatga ega emas.

3. Hujayradagi biokimyoviy jarayonlar fermentlar yordamida qat'iy ravishda boshqarib turiladi. Bu fermentlarning eng muhim xususiyati hisoblanadi.

4. Fermentlar ishtirokida katalizlanadigan reaksiyalar doirasi birmuncha keng bo'lib, ular tirik organizmlarda kechadigan oksidlanish-qaytarilish, gidroliz, izomerlanishi, turli guruhlarning ko'chishi va shunga o'xshash bir qator reaksiyalarni katalizlaydi. Tirik organizmlarda kechadigan barcha kimyoviy reaksiyalar amalda fermentlar ishtirokida boradi.

Inson amaliy faoliyatida, xom-ashyoni qayta ishlash va oziq-ovqat tayyorlashda har xil fermentativ jarayonlardan foydalanib kelgan. Non yopishda, achitqi zamburug'lardan, O'rta Osiyoda sumalak pishirishda unayotgan bug'doy donidan olingan shiralardan foydalanish kishilarga qadim zamondan ma'lum bo'lgan. Ammo fermentativ jarayonlar faqat XVIII asrning ikkinchi yarmidan ilmiy asosda o'rganila boshladi. 1836 yilda Shvann tomonidan oshqozon shirasi tarkibida go'sht oqsillarini parchalovchi ferment pepsin borligini aniqladi. 1814 yili Peterburg akademiyasining haqiqiy a'zosi K.S.Kirxgof unayotgan arpa urug'idan ajratib olingan shira kraxmalni shakargacha parchalash xususiyatiga ega ekanligini birinchi bo'lib aniqladi. Kirxgof o'zining bu kashfiyoti bilan fermentlar haqidagi fanga asos soldi.

Fransuz olimlari A.Payen va X.Perso 1883 yilda Kirxgof aniqlagan kraxmalni shakarga aylantiruvchi moddani spirt yordamida cho'kmaga tushirib, kukun holda ajratib olishga muvaffaq bo'ldilar. Ular bu moddani diastaza deb atadilar. Shunday qilib, A.Payen va X.Persolar fermentlarni quruq eruvchan preparat shaklida olish mumkinligini birinchi bo'lib aniqladilar. O'sha vaqtda unayotgan arpa shirasidan fermentativ aktivlikka ega bo'lgan quruq preparatlar olinishi g'oyat muhim ahamiyatga ega edi. Chunki bu, birinchidan, fermentlar material asosga ega ekanligini ko'rsatsa, ikkinchidan, ularning ta'sirini "hayotiy kuch" bilan bog'lovchi vitalistik tushunchalarga zarba bergan edi.

Fermentlarni o'rganish sohasida erishilgan yutuqlar achitqi zamburug'lar ta'sirida borayotgan achish yoki bijg'ish protsesslari bilan bog'liq. Ferment so'zining lug'aviy ma'nosi ham bu jarayonni ifodalaydi.

M.Mixaelis va M.I.Mentenlar 1913 yili fermentativ reaksiyalar kinetikasini ishlab chiqdilar.

1926 yili B.S.Samner birinchi bo'lib o'simliklardan kristallik ferment-ureaza olishga muvaffaq bo'ldi. Keyinchalik D.X.Nortrop hayvonlar organizmidan bir qator kristallik fermentlar oldi. Yuqoridagi olimlarning ishlari tufayli fermentlar oqsil tabiatiga ega ekanligi uzil-kesil hal qilindi. Hozirgi davrda fermentlar haqidagi ta'limot biokimyo fanining muhim va eng tez rivojlanayotgan bo'limlaridan biri hisoblanadi.

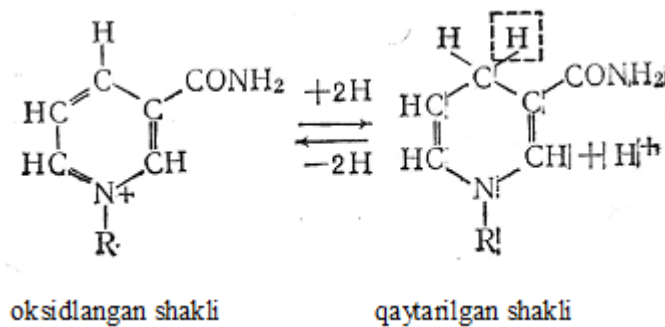
### **VI.1. Fermentlarning tuzilishi**

Fermentlar tuzilishiga ko'ra ikki guruhga bo'linadi. Oddiy oqsillardan, ya'ni faqat aminokislotalardan tashkil topgan fermentlar bir komponentli fermentlar deb ataladi. Agar fermentlar murakkab oqsillardan tashkil topgan bo'lsa, ya'ni ularning tarkibida aminokislotalardan tashqari, boshqa birikmalar ham uchrasa, ular ikki komponentli fermentlar deb ataladi. Ikki komponentli fermentlarning oqsil qismi apoferment, oqsil bo'lmagan qismi koferment deb ataladi. Odatda, koferment oqsil qismidan oson ajraladi. Oqsil qismdan ajratib bo'lmaydigan koferment – prostetik grupp deb ataladi. Kofermentlarga turli metall ionlari, nukleotidlar, vitaminlar, gemin grupp va boshqa birikmalar kiradi.

**Kofermentlar** - fermentativ reaksiyalarda bevosita ishtirok etadi. Kofermentlar-vitaminli va vitamin bo'lmagan kofermentlarga bo'linadi.

Vitaminli kofermentlarga quyidagilar kiradi: tiamin (TMF, TDF, TTF); flavin (FMN, FAD); pantoten ( $K_0A$ , difosfo- $K_0A$ );  $NAD^+$ ,  $NADP^+$ ; biotin; karnitin.

Vitamin bo'lmagan kofermentlarga quyidagilar kiradi: nukleotidlar; monosaxaridlarning fosfatli birikmalari; metalloporfirinlar va hokozolar. Masalan: nikotinamidli kofermentlarning ( $NAD^+$ ,  $NADH$ ) katalitik faol guruh sifatida tarkibidagi nikotinamid guruhi ishtirok etadi. Reaksiya mexanizmini quyidagicha ifodalash mumkin:



Ikki komponentli fermentlarga xos bo'lgan eng muhim xususiyatlardan biri shundan iboratki, ularning oqsil qismi ham, oqsil bo'lmagan qismi ham ayrim holda olinganda fermentativ aktivlikka ega bo'lmaydi. Ular faqat birgalikda kompleks holda aktivlikka ega bo'ladi.

Har bir ferment ma'lum aminokislotali tarkibi, aminokislotalarning ketma-ket joylashishi va ma'lum fazoviy strukturasi bilan boshqa fermentlardan ajralib turadi. Hozirgi vaqtda ko'pchilik kristallik fermentlarning aminokislotali tarkibi aniqlangan bo'lib, ularga papain, lizotsim, ribonukleaza, tsitoxrom s va boshqalarni misol qilib ko'rsatish mumkin.

Fermentlarning molekulyar og'irligi turlicha bo'lib, bir necha o'ng mingdan milliongacha etadi. Tabiatda molekulyar og'irligi uncha katta bo'lmagan (ellik mingdan kam bo'lgan) o'nlab fermentlar borligi aniqlangan. Biroq aksariyat fermentlarning molekulyar og'irligi nihoyatda katta bo'lib, odatda ular kichik birliklarning bir biriga qo'shilishidan tashkil topgan. Kichik birliklar ko'pincha protomerlar deb ham ataladi. Masalan, ureaza fermentining molekulyar og'irligi 480 mingga teng bo'lib, har biri 60 ming molekulyar og'irlikka teng bo'lgan 8 ta protomerdan iborat. Molekulyar og'irligi 252 mingga teng bo'lgan katalaza fermenti 6 ta protomerdan tashkil topgan. Glutamin kislotaning oksidlanish reaksiyasini tezlashtiruvchi ferment glutamatdehidrogenazaning molekulyar og'irligi bir millionga yaqin bo'lib, har qaysisi 250 ming molekulyar og'irlikka teng bo'lgan 4 ta bo'lakchadan iborat. O'z navbatida, bu bo'lakchalarning har biri 6 ta birlikdan tashkil topgan.

Yuqorida aytilgan protomerlar bir-biriga qo'shib multimerlar hosil qilishi turlicha bo'lib, ulardan biri piruvatdekarboksilaza fermentidir. Bu ferment

hozirgacha ma'lum bo'lgan ferment molekulalari ichida eng murakkabi hisoblanadi. Uning molekulyar og'irligi 4,5 millionga teng bo'lib, 96 ta protomerining qo'shilishidan hosil bo'lgan.

Kichik bo'lakchalardan tashkil topgan fermentlarning maksimal aktivligini faqat multimer holatida ko'rish mumkin. Ularning protomerlarga dissotsilanishi esa ferment aktivligining keskin pasayib ketishiga, ba'zi hollarda o'ziga xos xususiyatining ham o'zgarishiga sabab bo'ladi.

Multimer fermentlarning molekulalari shartli ravishda A va B belgi bilan ifodalanadigan ikki xil tipdagi kichik birlikdan tashkil topgan deb faraz qilaylik. A va B tipdagi protomerlarning o'zaro munosabatiga qarab, ular bir necha xil izomerlar sifatida uchraydi. Bu izomerlar ko'pincha izozimlar deb ham ataladi. Izozimlar yoki izofermentlarning shakllari har xil bo'lib, kimyoviy reaksiyani kataliz qilish xususiyatiga ega bo'ladi. Masalan, 4 xil kichik birlikdan tashkil topgan ferment quyidagicha 5 ta izomer hosil qiladi: 1) AAAA; 2) AAAB; 3) AABB; 4) ABBB; 5) BBBB.

Bunday xodisani ayniqsa laktatdegidrogenaza fermentida yaqqol ko'rish mumkin. Bu fermentning molekulyar og'irligi 140 mingga teng bo'lib, har biri 35 ming og'irlikka ega bo'lgan 4 ta protomerdan iborat. 1-B tipdagi laktatdegidrogenaza fermentlari muskul va yurakdan ajratib olinganligi uchun shartli ravishda H va M harfi bilan ifodalanadi. Ikki xil ko'rinishda bo'lgan bo'lakchalar 4 tadan qilib kombinatsiyalansa, quyidagicha besh xil ferment hosil bo'ladi: HHHH; HHHM; HHMM; HMMM; MMMM.

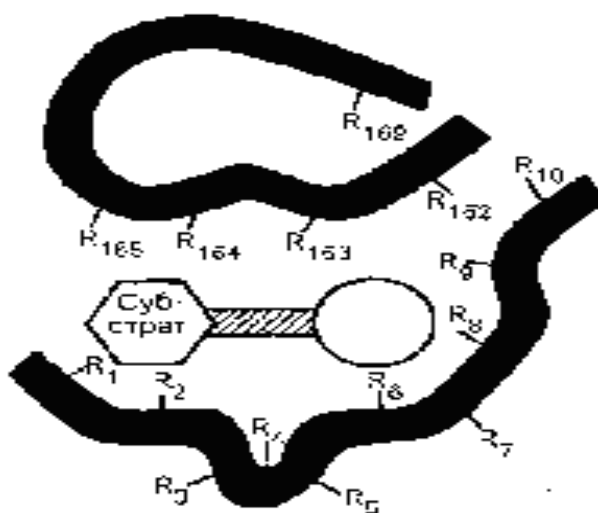
Demak, izofermentlarning molekulalari bir nechtdan polipeptid zanjirining qo'shilishidan hosil bo'lgan yirik molekulalardan iborat ekan.

**Fermentlarning faol markazi.** Fermentativ reaksiyalarda ishtirok etadigan substrat molekulalari ularni katalizlovchi ferment molekulalariga nisbatan birmuncha kichik bo'lganligi sababli ferment bilan substratning o'zaro ta'sirida ferment molekulalarining hamma qismi emas, balki faol markaz deb ataladigan ma'lum qismigina ishtirok etadi. Demak, faol markaz bu ferment molekulalarining substratni biriktiruvchi qismidir. Fermentlarning katalitik faolligi va spetsifikligi



ham shu faol markazga bog'liq bo'ladi. Bir komponentli fermentlarning faol markazi sifatida ularning molekulasini tashkil qiluvchi polipeptid zanjirlarining yon radikallaridagi aminokislotalarning funktsional guruhlari va polipeptid zanjirlardagi ba'zi bir aminokislotalar tarkibidagi funktsional guruhlar ya'ni sisteinning-SH guruhi, serinning -OH guruhi, dikarbon aminokislotalarning karboksil guruhlari, lizinning amino guruhi, triptofanning indol guruhlari faoliyat ko'rsatadi. Fermentning faol markazi polipeptid zanjirning uchlamchi struktura hosil bo'lishi tufayli vujudga keladi. Bunda polipeptid zanjirning turli tomonlarida joylashgan aminokislotalar qoldig'i bir-biriga yaqin kelib, faol markazni tashkil qilishda ishtirok etadi. Ferment faol markazining sxema shakldagi ko'rinishi quyidagi rasmda berilgan.

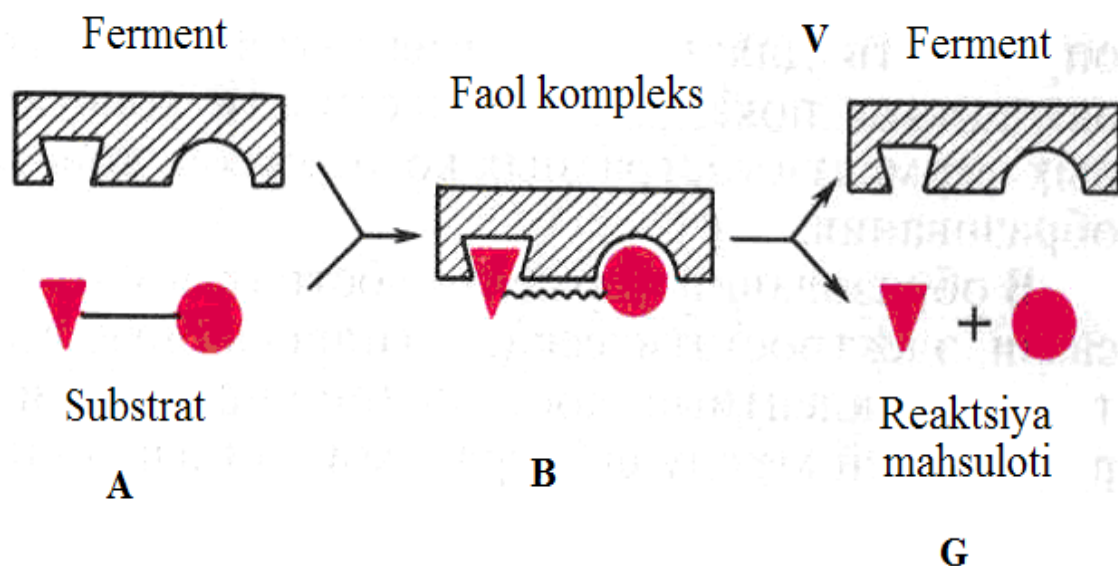
Fermentlarning faol markazi ular molekulasining juda kam qismini tashkil qiladi.



**Rasm. VI.1.1. Fermentlar faol markazining tuzilish sxemasi (Maler va Kordes bo'yicha)**

To'q chiziqlar ferment polipeptid zanjirining uchastkasi; R – aminokislotalarning qoldiqlari va ularning tartib raqamali (N-oxiri)

**Fermentlarning ta'sir etish mexanizmi.** Fermentlarning ta'sir etish mexanizmini tushuntirishda bir qancha nazariyalar bo'lib, ularning hammasi fermentlar faol markazining substrat bilan o'zaro birikishi natijasida ferment - substrat majmuasi hosil bo'lishiga asoslangan.

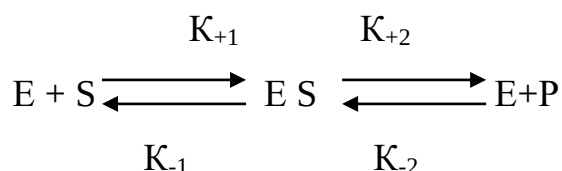


**Rasm VI.1.2. Fermentlarning ta'sir etish mexanizmi**

Ferment-substrat kompleksining hosil bo'lishi E.Fisher teoriyasi bo'yicha "qulf-kalit"ning mos kelishi; B-ferment-substrat kompleksining hosil bo'lishi; V-reaksiya mahsulotlarining hosil bo'lishi; G-hosil bo'lgan mahsulotning ajralib chiqishi va fermentning o'z holatiga qaytishi (Spirin bo'yicha)

Ferment-substrat majmuasining hosil bo'lishi reaksiyada ishtirok etayotgan kimyoviy bog'larning polyarizatsiyasi va deformatsiyaga uchrashi yoki elektronlarning o'rin almashinishi tufayli ichki molekulyar kuchlarni bo'shashtirishga olib keladi. Bu esa o'z navbatida substrat molekulari faoligining ortishiga sabab bo'ladi.

Ferment - substrat kompleksining hosil bo'lishi va o'zgarishi uch bosqichdan iborat. Fermentativ reaksiyaning birinchi bosqichida substrat molekulari ferment bilan kovalent yoki boshqa kimyoviy bog'lar orqali o'zaro birikadi va birlamchi oraliq modda vujudga keladi; ikkinchi bosqichga birlamchi oraliq birikma o'zgarib, bitta yoki ketma-ket keluvchi faollashgan bir necha kompleks hosil qiladi; uchinchi bosqichda esa reaksiya natijasida hosil bo'ladigan yangi mahsulot ferment molekulasidan ajraladi. Bu bosqichlarni quyidagicha ifodalanadi:

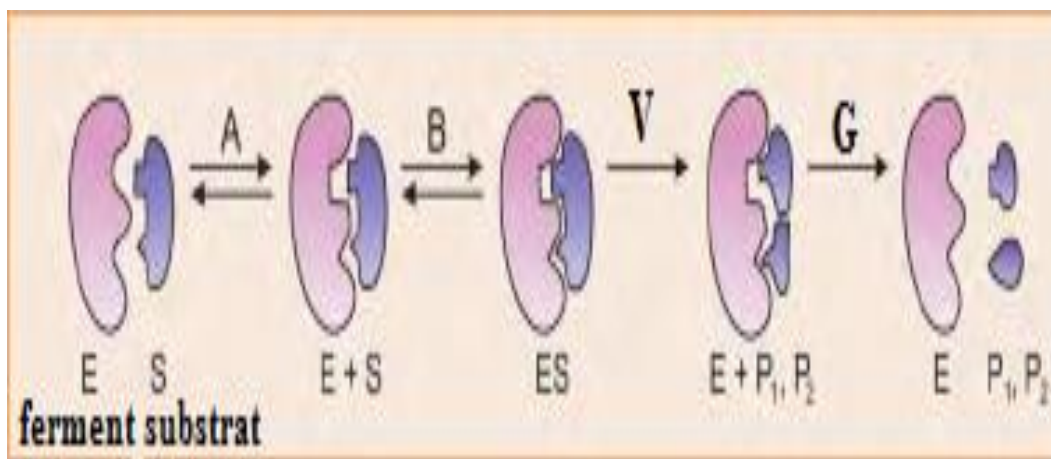


bu yerda E-ferment; S-substrat; ES-ferment-substrat kompleksi; P-hosil bo'lgan mahsulot; K-reaksiya tezligining konstantasi - (+) to'g'ri reaksiya, (-) teskari reaksiya.

Reaksiyaning birinchi bosqichi tez boradi. Ferment-substrat (ES) kuchsiz kimyoviy bog'lar hisobiga va aktivatsion energiya birmuncha past bo'lgan sharoitda hosil bo'ladi.

Substrat molekulari o'zgarishining ikkinchi bosqichi kovalent bog'larning uzilishi va bog'lanishi bilan boradi. Ferment katalizlayotgan reaksiyaning tezligi bir necha barobar ortib ketadi.

Ferment-substrat kompleksi (ES) hosil bo'lishi juda tez borishi tufayli u har doim E va S bilan muvozanatda bo'ladi. ES ning EP gacha parchalanishi esa nisbatan sekin boradi.



**Rasm VI.1.3. Fermentlar ta'sir etish mexanizmi. A-fermentning aktiv markazi bilan substartning mos kelishi aniqlanadi**

B- ferment-substrat kompleksi hosil bo'ladi; V – reaksiya mahsulotlari hosil bo'ladi; G – reaksiya mahsulotlari ajralib chiqadi va ferment erkin holga o'tadi

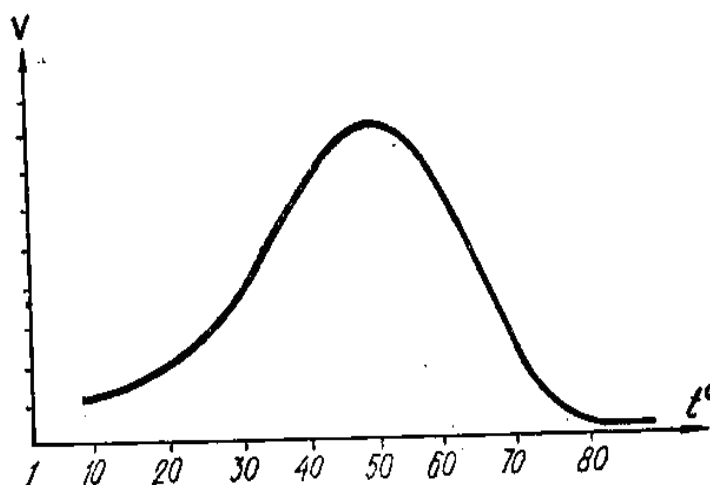
Shunday qilib, fermentativ reaksiyaning tezligi tashqi sharoitlarga (harorat, pH muhit va hakovozlarga) bog'liq.

## VI.2. Fermentlarning asosiy xossalari

Yuqorida ko'rsatib o'tilganidek, fermentlar oqsil tabiatiga ega va shu sababli oqsillarga xos bo'lgan barcha xususiyatlarga ega, shu bilan birga fermentlar o'ziga xos bo'lgan bir qator xususiyatlarga ega. Bularga fermentlarning termolabiligi, spetsifikligi, muhit pHining o'zgarishiga nisbatan sezuvchanligi, aktivator va ingibitorlarning ta'siriga sezuvchanligi, aktivator va ingibitorlarning ta'siriga moyilligi kiradi.

### 1. Fermentlarning termolabiligi

Fermentlarning eng muhim xususiyatlaridan biri haroratga sezgirligidir. Fermentativ jarayonlar  $70^{\circ}\text{C}$  dan yuqori haroratda davom eta olmaydi,  $80-100^{\circ}\text{C}$  da fermentlar o'zining katalitik xossalarini butunlay yo'qotib qo'yadi, oqsil qismi denaturatsiyaga uchraydi, hamma fermentlar uchun muayyan bir harorat bo'lib, bunda ferment yuqori faollikka ega bo'ladi, bu uning harorat optimumi deyiladi. Issiq qonli hayvonlarning tarkibidagi ko'pchilik fermentlar uchun eng qulay harorat  $25-37^{\circ}\text{C}$  dir.



**Rasm VI.2.1. Fermentativ reaksiya tezligining haroratga bog'liqligini ifodalash grafigi**

O'simlik tarkibidagi fermentlarning harorat optimumi  $40-60^{\circ}\text{C}$  S ga teng bo'ladi. Past ( $0^{\circ}\text{C}$  dan past) haroratlarda fermentlarning faolligi pasayadi,  $-60^{\circ}\text{C}$  dan keyin butunlay to'xtaydi.

## 2. Fermentlar faolligiga muhit pHning ta'siri

Fermentlar muhit pH ning o'zgarishiga juda ham sezgirdir, ya'ni har bir ferment muhit pH ning ma'lum qiymatida maksimal faollikka ega bo'ladi. Bu qiymat pH optimumi deb ataladi. Ko'p fermentlar neytral sharoitda yuqori darajada faol bo'ladi. Fermentlarning faolligi pH qiymatiga qarab keskin o'zgarib turadi. pH ning optimal qiymati turli fermentlar uchun bir xil emas.

Jadval VI.2.1.

Fermentlar faolligiga muhit pHning ta'siri

| Ferment                          | pH        | Ferment          | pH         |
|----------------------------------|-----------|------------------|------------|
| Pepsin                           | 1,5 – 2,5 | Katalaza         | 6,8 – 7,0  |
| Katepsin B                       | 4,5 – 5,0 | Ureaza           | 7,0 – 7,2  |
| So'lak amilazasi                 | 6,8 – 7,0 | Pankretik lipaza | 7,0 – 8,5  |
|                                  |           | Tripsin          |            |
| Ichak saxarazasi                 | 5,8 – 6,2 | Arginaza         | 7,5 – 8,5  |
| Amilaza (undirilgan don shirasi) | 4,9 – 5,2 |                  | 9,5 – 10,0 |

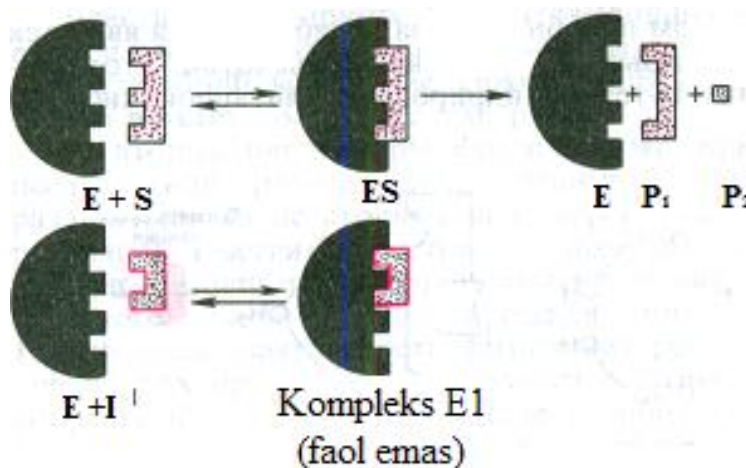
Masalan: pH ning optimal qiymati pepsin uchun 1,5-2,0; so'lak amilazasi 6,8-7,0; tripsin 7,8 ga teng. pH muhitning o'zgarishi ferment faoliyatini pasayishiga yoki butunlay to'xtashiga olib keladi. Natijada fermentning faol markaz strukturasi buziladi.

## 3. Fermentlarning aktivatorlari va ingibitorlari

Fermentlarning faolligiga harorat va pH dan tashqari, reaksiyon muhitda ishtirok etayotgan bir qator kimyoviy moddalar ham ta'sir ko'rsatadi. Reaksiyon muhitda ba'zi bir ionlarning ishtirok etishi ferment - substrat kompleksi hosil bo'lishini tezlashtiradi. Buning natijasida fermentativ reaksiyaning faolligi ortadi. Bunday moddalar **aktivatorlar** deb ataladi. Fermentativ reaksiyalarni katalizlovchi modda reaksiyada bevosita ishtirok etmaydi. Odatda, aktivator bilan ferment o'rtasida qandaydir bo'sh kimyoviy bog'lar hosil bo'lishi mumkin. Aktivatorlik vazifasini ko'pincha kationlar bajaradi. Spetsifik aktivatorlarga,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,

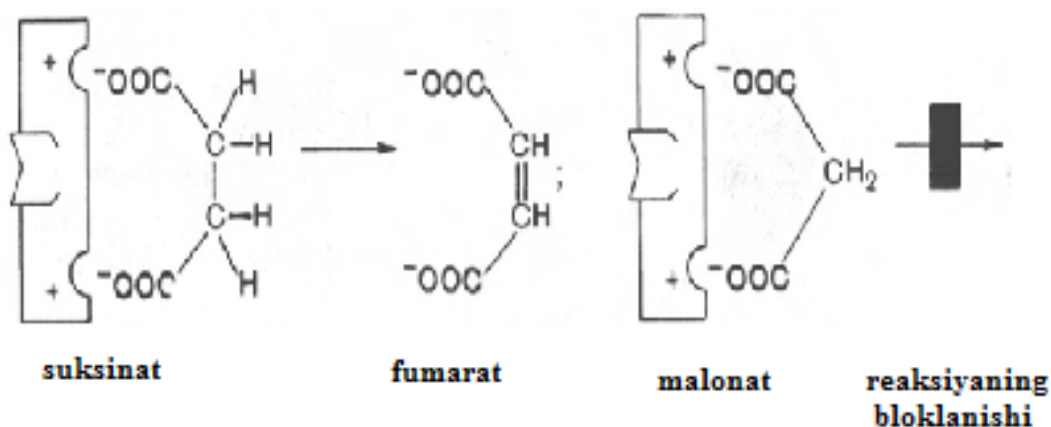
$\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Zn}^{++}$  kabi metall kationlari kiradi. Masalan, lipaza fermentining faolligi  $\text{Ca}^{++}$  yordamida oshirilsa, adenozintrifosfataza fermentining faolligi to'liq namoyon bo'lishi uchun bir vaqtning o'zida  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Ca}^{++}$  kationlari bo'lishi mumkin.

Fermentativ reaksiyalarning faolligini pasaytiruvchi moddalar ingibitorlar deyiladi. Fermentativ reaksiyalarning faolligini pasaytirish ikki xil: konkurent (raqobatli) va nokonkurent (raqobatsiz) yo'l bilan amalga oshiriladi. Ferment faolligini raqobatli pasaytirishda reaksiya sur'atini pasaytiruvchi modda (ingibitor) substrat raqibi hisoblanadi va u ferment substratni biriktirib oladigan joyga, ya'ni fermentning faol markaziga birikib oladi. Ingibitor tuzilishiga qarab raqobatli pasaytirish amalga oshiriladi.



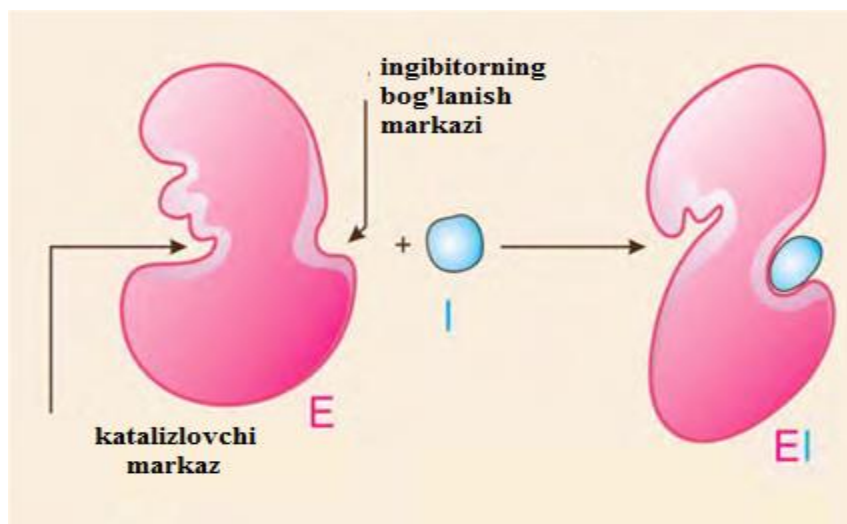
**Rasm.VI.2.2. Raqobatli ingibitorlarning ta'siri(V.L.Kretovich sxemasi do'yicha)**

Demak, ingibitor faqat fermentning faol markazi uchun substrat bilan raqobatlashadi. Ferment faolligini raqobatli pasaytirish qaytar xarakaterda bo'lib, substratning miqdori ko'p bo'lganda ferment - ingibitor kompleksidan ingibitorni siqib chiqarishi mumkin. Fermentativ reaksiyalar faolligini raqobatli pasaytirishga malonat kislotani misol qilib ko'rsatish mumkin. Bunda reaksiya quyidagicha boradi:



Malonat kislota suksinat kislotaning gomologi bo'lib, undan faqat bitta metil guruhi bilan farq qiladi, bu guruh oksidlanish xususiyatiga ega emas. Agar reaksiya muhitga ko'p miqdorda malonat kislota qo'shilsa, reaksiya butunlay to'xtaydi. Agar shu reaksiyaga ko'p miqdor miqdorda substrat (suksinat kislota) qo'shilsa, reaksiya yana davom etadi.

Raqobatsiz ingibitorlar fermentlarning faol markaziga (ya'ni substrat birikadigan joyga) birikmaydi. Shuning uchun fermentning faolliгинi pasaytirish darajasi substrat konsentratsiyasiga bog'liq bo'lmaydi.

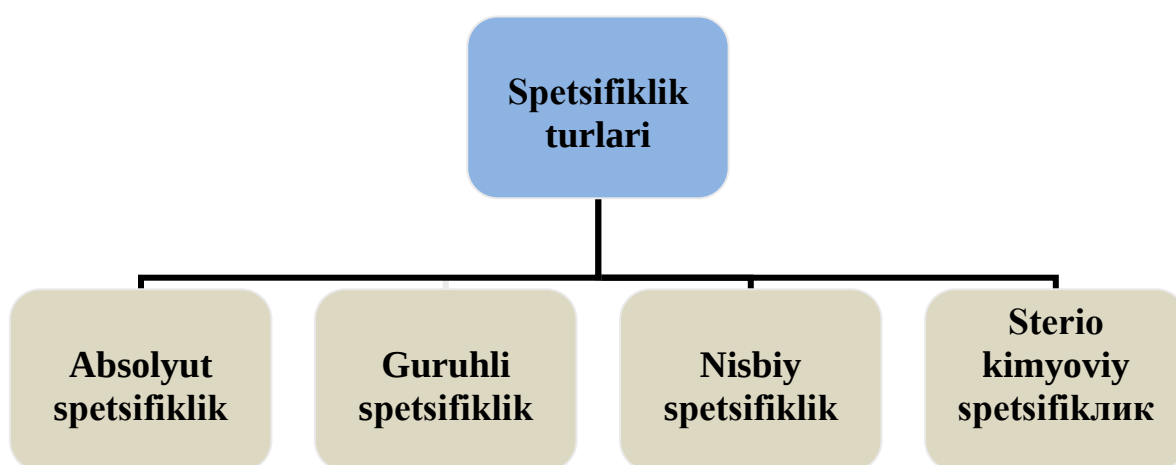


Rasm.VI.2.3. Raqobatsiz qaytar ingibirlanish

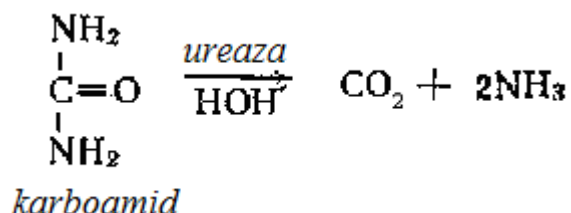
Raqobatsiz ingibitorlar fermentativ reaksiyalar uchun zarur bo'lgan faol guruhlarining substratga nisbatan tutgan o'rnini buzadi va oqsil

molekulasini deformatsiyaga uchratish yo'li bilan fermentativ faollikni pasaytiradi.<sup>26</sup>

**Fermentlarning spetsifikligi.** Fermentlar tirik organizmlarda boradigan biokimyoviy reaksiyalarni katalizlaydi, ya'ni ularning biokimyoviy faoliyatini boshqarib turadi. Fermentlar anorganik katalizatorlardan farq qilib, spetsifik ta'sir qilish xususiyatiga ega. Bu spetsifiklik xususiyati tirik organizmlarga xos bo'lgan muhim xususiyatlardan biri hisoblanadi, ya'ni ferment substratga kalit qulfga tushganday mos kelishi zarur. Hozirgi vaqtda fermentlar spetsifikligining quyidagi asosiy turlari bor.



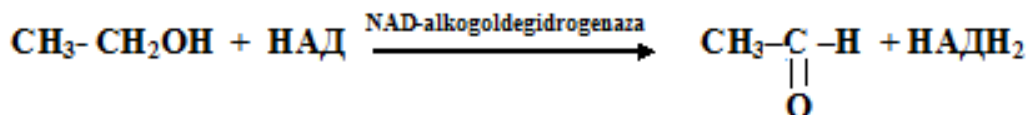
**Absolyut spetsifiklik.** Agar ferment faqat bitta substratning parchalanish yoki hosil bo'lish reaksiyasini katalizlasa, bunda u absolyut spetsifiklikka ega bo'ladi. Masalan: ureaza fermenti bitta moddaning -karbamidning karbonat angidrid va ammiakkacha parchalanish reaksiyasini katalizlaydi. Ureaza hatto mochevina hosilalariga ham ta'sir ko'rsatmaydi.



<sup>26</sup> Lehninger "Principles of Biochemistry", 2008 y, p-210



**Absolyut guruhli spetsifiklik.** Bu xildagi fermentlarning mohiyati shundan iboratki, ular bir-biriga o'xshash tuzilgan birikmalarga ta'sir etadi. Masalan: alkoholdehidrogenaza, asosan etil spirtiga ta'sir etadi, lekin tarmoqlanmagan zanjirli yuqori molekulyar boshqa spirtlarga ham ta'sir ko'rsatishi mumkin.



**Nisbiy guruhli spetsifiklik.** Bunday spetsifiklikka ega bo'lgan fermentlar substrat strukturasiiga befarq bo'lib, faqat ular tarkibidagi kimyoviy bog'lar xiliga qarab o'z ta'sirini ko'rsatadi. Masalan, pepsin, tripsin oqsil molekulasiidagi peptid bog'larni gidrolizlaydi:

**Stereokimyoviy spetsifiklik.** Bu xildagi spetsifiklikni faqat optik jihatdan faol bo'lgan moddalarda kuzatiladi. Moddalar almashinuvi jarayonlarida ishtirok etadigan ko'p tabiiy organik birikmalar optik jihatdan faol bo'ladi va organizmda biror-bir stereoizomer sifatida uchraydi. Agar reaksiyon muhit ikki xil izomerdan tashkil topgan aralashmadan iborat bo'lsa, stereokimyoviy spetsifiklikka ega bo'lgan ferment ta'sirida faqat substratning yarmi parchalanadi. Masalan: proteolitik fermentlar, odatda faqat L-shakldagi aminokislotalardan tashkil topgan peptidlarni parchalaydi. D-shakldagi aminokislotalarga esa ta'sir etmaydi. Shunga o'xshash, laktatdehidrogenaza fermenti ham L-laktat kislotaning oksidlanish reaksiyasini katalizlaydi, D-shakldagi kislotaga ta'sir etmaydi.

Shunday qilib, fermentlarning spetsifikligi ularning eng asosiy xususiyatlaridan biridir.

### VI.3. Fermentlar klassifikatsiyasi

Fermentlar tirik organizmlarning hamma hujayralari va to'qimalarning tarkibiga kirib, ularda boradigan har qanday kimyoviy reaksiyalar fermentlar yordamida katalizlanadi. Tirik organizmlarning faoliyati fermentlarga bog'liqdir.

Hozirgi vaqtdan 3000 dan ortiq xilma-xil individual fermentlar bo'lib, ularning soni tobora ortib bormoqda.

1961 yili Xalqaro biokimyo ittifoqi tomonidan tuzilgan komissiya fermentlar klassifikatsiyasi va nomenklaturasini ishlab chiqqan. Fermentlarning bir-biridan farq qiladigan o'ziga xos xususiyatlaridan biri ular kataliz qiladigan kimyoviy reaksiyalardir. Shu sababli, komissiya taklif qilgan klassifikatsiyaga fermentning xuddi ana shu xususiyati asos qilib olingan.

Klassifikatsiyada fermentlar kataliz qiluvchi reaksiyalar turiga qarab sinflarga bo'linadi. Har bir ferment o'z nomiga ega bo'lib, bu nom substratning nomini hamda reaksiyaning turini aniqlovchi va «aza» qo'shimchasiga ega bo'lgan so'zdan iborat. Yangi klassifikatsiyada sistematik nomlar bilan bir qatorda ishchi (trivial) nomlar ham saqlanib qolgan. Masalan, karboamid, amidogidrolaza fermentining ishchi nomi ureazadir.

Komissiya fermentlar klassifikatsiyasi bilan uzviy bog'liq bo'lgan nomeratsiya sistemasini ishlab chiqdi. Bu nomeratsiyaga ko'ra, har bir ferment to'rtta sondan iborat bo'lgan shifrga ega.

Shifrdagi birinchi son fermentlar asosiy sinflardan qaysi biriga taalluqli ekanligini bildiradi. Klassifikatsiyaga muvofiq, fermentlarning quyidagi 6 ta asosiy sinfga bo'linadi:

1. Oksidoreduktazalar
2. Transferazalar
3. Gidroalazalar
4. Liazalar
5. Izomerazalar
6. Ligazalar (sintetazalar)

Har bir asosiy sinf o'z navbatida bir necha kichik sinfga bo'linadi. Shifrdagi ikkinchi son ana shu kichik sinflarni ifodalaydi. Bu kichik sinf oksidoreduktazalarda donorlardagi oksidlanuvchi guruhni (2-aldegid yoki keton guruh va hokazo); transferazalarda esa ko'chiriluvchi guruhni; gidrolazalarda

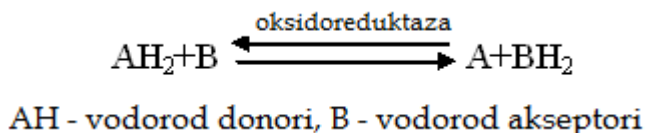
gidrolizga uchragan bog'lar turini ifodalaydi. Har bir kichik sinf o'z navbatida yanada kichikroq sinflarga bo'linadi.

Shifrdagi uchinchi son ana shu kichik sinflarning sinfchalarini bildiradi. Bu sinfchalar oksidoreduktazalarda reaksiyada ishtirok etuvchi aktseptorning turini ifodalaydi. Shifrdagi 3 ta son fermentning qaysi turga mansubligini ko'rsatadi. Masalan, 1,2-3-donori aldegid yoki keton bo'lgan va aktseptori molekulyar kislorod bo'lgan oksidoreduktaza ekanligini bildiradi.

Shifrdagi to'rtinchi son sinfchalardagi fermentlarning tartib raqamini ifodalaydi. Masalan, ureaza fermentining shifri 3.5.1.5. Shunday qilib, shifr fermentning ro'yxatdagi o'rnini ko'rsatib beradi.

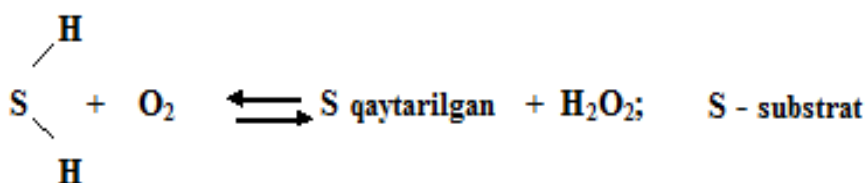
**Oksidoreduktazalar.** Bu sinfga hujayralardagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini katalizlaydigan fermentlar kiradi.

Oksidlanish reaksiyalari substratdan (donordan) vodorod atomlari yoki elektronlarni ajratish bilan, qaytarilish reaksiyalari vodorod atomlarini (elektronlarni) aktseptorga biriktirish bilan boradi. Donorni A harfi bilan, aktseptorni B harfi bilan ifodalansa, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari umumiy ko'rinishi quyidagicha bo'ladi:



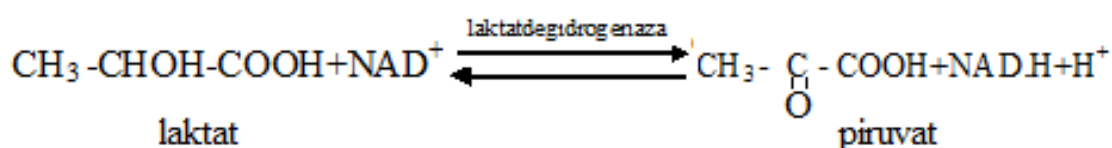
Oksidoreduktazalarga dehidrogenazalar, oksidazalar, tsitoxrom - reduktazalar va peroksidazalar kiradi. Ular tarkibidagi spetsifik kofermentlar va prostetik guruhlar bilan bir-biridan farq qiladi. Oksidoreduktazalar ikki guruhga bo'linadi.

a) Aerobli dehidrogenazalar: ular vodorod atomlari yoki elektronlarni bevosita kislorod atomiga uzatadi.



Bularga oksidazalar kiradi.

b) anaerobli degidrogenazalar: ular vodorod atomlarini yoki elektronlarni molekulyar kislorodga uzatmay, balki boshqa oraliq aktseptorlarga beradi. Tarkibidagi kofermentlar saqlashiga ko'ra, nikotinamidli va flavinli degidrogenazalar bo'lish mumkin.



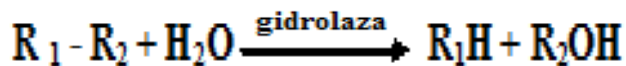
**Transferazalar.** Transferazalar ma'lum atomlar guruhining bir birikmadan ikkinchi birikmaga ko'chishini katalizlovchi.

Ular bir necha guruhga bo'linadi. Masalan, aminotransferezalar - amin guruhlarni bir birikmadan ikkinchi birikmaga ko'chirishni katalizlaydi.

Ularning kofermenti vitamin B<sub>6</sub> ning hosilasidir.

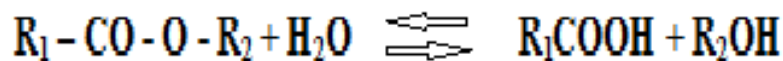
Shuningdek, metiltransferazalar metil guruhlarini (-CH<sub>3</sub>) ko'chiradi; kreatinkinaza kreatinfosfat hosil bo'lishini katalizlaydi, geksokinaza geksoza molekulasiga fosfat guruhini ko'chirishni katalizlaydi.

**Gidrolazalar.** Bu sinf fermentlari murakkab organik birikmalarning molekulalari ichidagi bog'larni suv ishtirokida uzib gidrolizlaydi. Ular quyidagi umumiy ko'rinishga ega bo'lgan reaksiyalarni katalizlaydi:



Gidrolaza bir necha guruhlarga bo'linadi: esterazalar, glikozidazalar, peptidazalar, polifosfatazalar.

Esterazalar - efir bog'larini gidrolizlaydi:

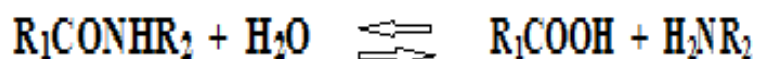


Glikozidazalar - glikozid bog'larni gidrolizlaydi.



Bunda  $R_1$  – mono, di yoki polisaxaridlar;  $R_2$  – ham mono, di yoki polisaxarid yoki spirt yoki fenol guruhni tutuvchi uglevod tabiatiga ega bo'lmagan modda(masalan, glikozidlardagi *aglikonlar*)

Peptidazalar - peptid bog'larni gidrolizlaydi.

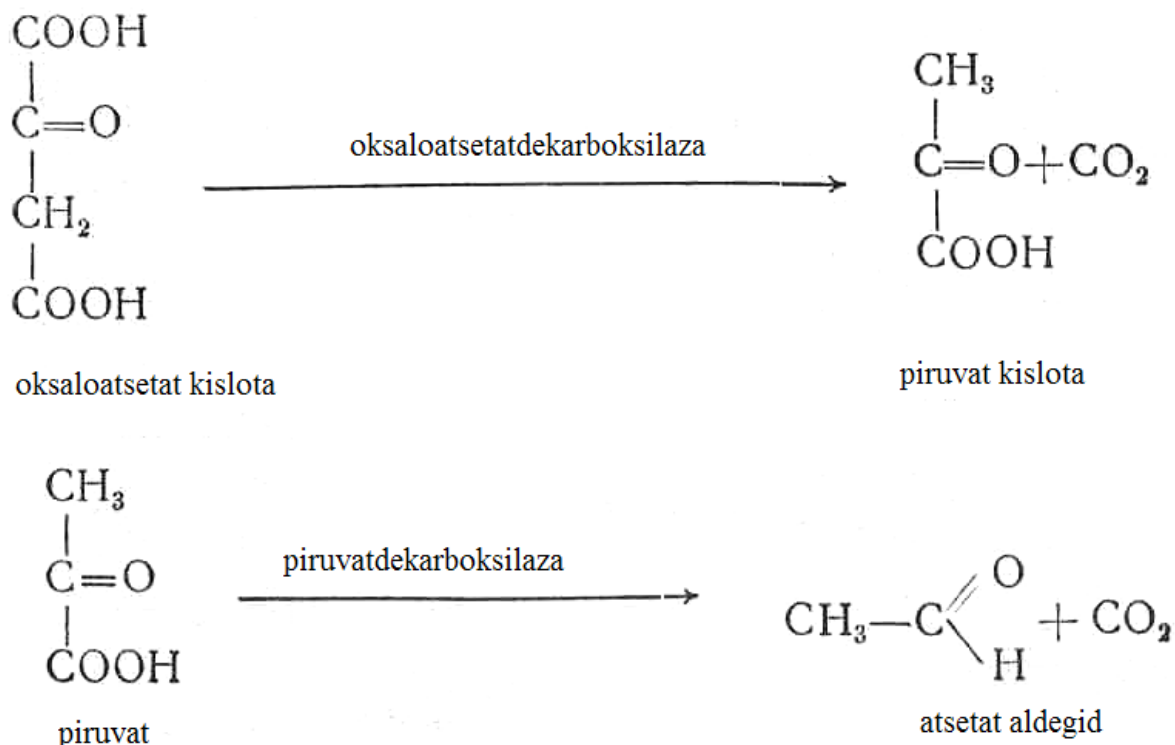


Bu yerda  $R_1$  va  $R_2$  – di yoki polipeptid zanjirlaridagi aminokislotalar.

Polifosfatazalar - fosfoangidrid bog'larni gidrolizlaydi.

**Liiazalar**-Substratdan suv ishtirokisiz ma'lum guruhlarning ajralishini katalizlaydi. Bu fermentlarning faoliyati tufayli yo qo'sh bog'lar hosil bo'ladi yoki ma'lum guruhlardagi qo'sh bog'lar uziladi. Bu fermentlarga aldolazalar, dekarboksilazalar kiradi.

Dekarboksilazalar dekarboksillanish reaksiyalarini katalizlaydi. Aminokislotalarning dekarboksillanishi natijasida karbonat angidrid va tegishli aminlar hosil bo'ladi, buni quyidagicha ifodalash mumkin:

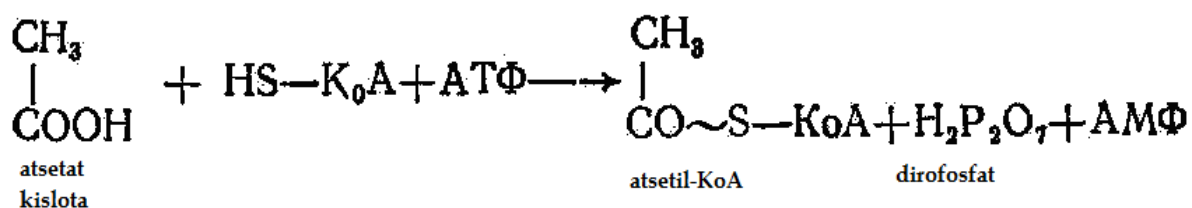


Ketokislotalarning dekarboksillanish reaksiyasi natijasida tegishli aldegid yoki ketonlar hosil bo'ladi.

**Izomerazalar.** Bu sinfga kiradigan fermentlar har xil organik birikmalarning izomerlanish reaksiyalarini katalizlaydi. Reaksiya natijasida vodorod, fosfat, atsil va boshqa atom guruhlari molekulalararo o'rin almashadi. Reaksiyaning tipiga qarab quyidagi sinfchalarga bo'linadi.

**Ligazalar (sintetazalar).** Adenozintrifosfat yoki shunga o'xshash nukleozidtrifosfatlarning energiyasi hisobiga oddiy molekulalardan murakkab birikmalar hosil bo'lishi reaksiyalarini katalizlovchi fermentlar ligazalar (sintetazalar) deb ataladi. Bu sinfga misol qilib atsil -  $K_0A$  - sintetaza, piruvatkarboksilaza va boshqalarni olish mumkin.

Atsil -  $K_0A$  - sintetaza atsetat kislotaning faol holdagi atsetil -  $K_0A$  ga aylanishini katalizlaydi:



**Fermentlarning hujayrada joylashishi.** Fermentlar barcha hujayralarda, biologik suyuqliklar (o'simliklar shiralari, oshqozon-ichak shiralari, qon, limfa, orqa miya suyuqligi, siydik va boshqalar)da doimo mavjud. Tirik organizmda va hujayrada baravar miqdorda tarqalmagan. Masalan, pepsin oshqozonda, tripsin va lipaza o'n ikki barmoq ichak shirasida ko'p miqdorda uchraydi. Amilaza oshqozon osti bezi shirasidan tashqari so'lakda, kam miqdorda qonda, jigarda, muskullarda, unib chiqayotgan donlarda ko'p miqdorda bo'ladi. Hujayradagi fermentlar ma'lum struktura asosida, ya'ni membranalarda bog'langan holda uchraydi.

Barcha hujayralar uchun umumiy bo'lgan jarayonlarda ishtirok etadigan fermentlarni har xil hujayralarda uchratish mumkin. Ammo ixtisoslashgan hujayralarda faqat shu hujayralarning funksiyasi bilan bog'liq bo'lgan fermentlar uchraydi. Huddi shunga o'xshash hujayralarning har bir struktura komponenti ham ma'lum bir biokimyoviy tarkibida faqat shu funktsiya bilan bog'liq bo'lgan ayrim

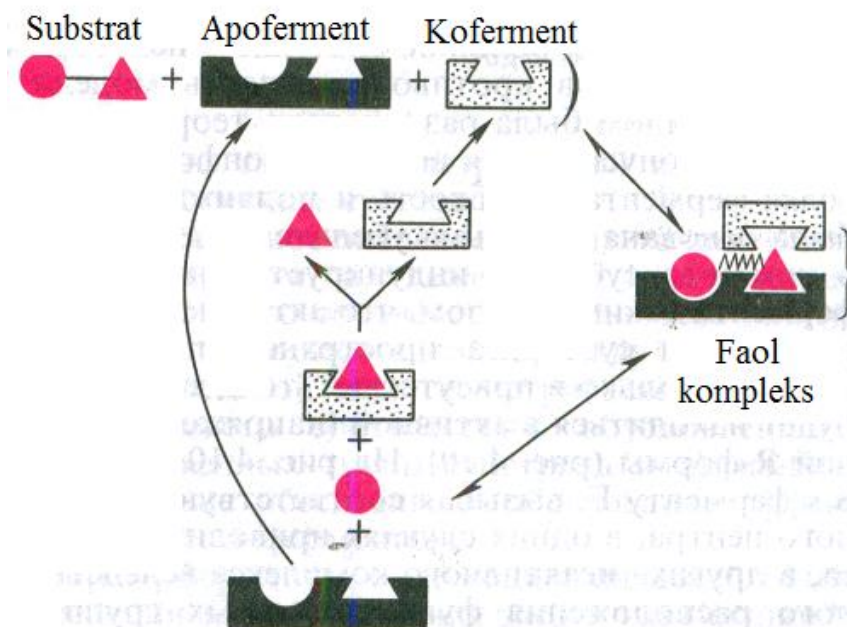
fermentlar yoki fermentlar sistemasi mujassamlashgan bo'ladi. Masalan, mitoxondriylarda, asosan, energiyaga boy bo'lgan birikmalarni hosil qilish reaksiyalarini katalizlovchi fermentlar, ya'ni Krebs sikli, elektronlarning ko'chishi va ATP hosil bo'lishi bilan bog'liq bo'lgan fermentlar joylashgan.

#### VI.4. Kofermentlarning tuzilishi va klasifikatsiyasi

Kofermentlar ikki komponentli fermentlarning faol markazlari hisoblanadi.

Hozirgi vaqtda aniqlangan 3000 ga yaqin fermentlardan 1000 tasi o'zlarining katalitik funksiyalarini oqsil tabiatga ega bo'lmagan kofermentlar orqali amalga oshiradilar. Bunday fermentlar qatoriga ko'pchilik oksidoreduktazalar va tranferazalar, barcha ligazalar, shuningdek bir qator izomerazalar kiradi.

Kofermentlarning kimyoviy tabiati turlichadir. Kofermentlar kichik molekulyar massaga ega bo'lgan organik moddalardir. Kofermentlar turli xil funksiyalarni bajaradi.



Rasm VI.4.1. Koferment funksiyasining sxemasi (A.Kontarov va B.Shepartar bo'yicha)

Masalan , oksidlanish- qaytarilish reaksiyalarida koferment sifatida lipoat kislota, glutation va temirporfirinlar, fosfolipidlarning biosintezida sitidindifosfat-

xolin va hokazo. Bundan tashqari ko'pgina vitaminlar kofermentlar funksiyasini bajaradi.

Kofermentlarning fermentativ reaksiyasidagi funksiyalari asosida quyidagi guruhlar bo'lish mumkin:

1. Vodorod va elektron tashuvchi kofermentlar – bu guruhga oksidoreduktaza sinfiga taaluqli fermentlar bilan bog'liq nikotinamidli kofermentlar, flavinli kofermentlar, lipoat kislotasi va glutaion kiradi;

**Jadval VI.4.1.**

**Ayrim kofermentlar va ularning funksiyalari**

| Nomi                                        | Kataliz qilinadigan reaksiya turi                 | Ko'chiriladigan guruh |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------|
| Nikotinamidadenin dinukleotid (NAD)         | Oksidlanish -qaytarilish                          | H(elektronlar)        |
| Nikotinamidadenin dinukleotid fosfat (NADP) | Oksidlanish- qaytarilish                          | H(elektronlar)        |
| Flavin-adenin dinukleotid (FAD)             | Oksidlanish- qaytarilish                          | H(elektronlar)        |
| Flavinmononukleotid (FMN)                   | Oksidlanish- qaytarilish                          | H(elektronlar)        |
| Gem                                         | Oksidlanish- qaytarilish                          | Elektronlar           |
| Koferment A                                 | Guruhlarni faollash va ko'chirish                 | Elektronlar           |
| Lipoat kislota                              | Atsil guruhlarini ko'chirish                      | Elektronlar           |
| Tiaminpirofosfat                            | Atsil guruhlarini ko'chirish                      | Elektronlar           |
| Biotin                                      | CO <sub>2</sub> ni bog'lash                       | CO <sub>2</sub>       |
| Piridoksalfosfat                            | Aminokislotalarni pereaminlash va boshqa reaksiya |                       |
| Tetrogidrofolat kislota                     | Bir uglerodli fragmentlar metabolizmi             |                       |
| Kobamid kofermentlar                        | Maxsus reaksiyalar                                |                       |



2. Guruhlarni ko'chiruvchi kofermentlar – transferazalar sinfi bilan bog'liq bo'lgan adenozintrifosfat, uglevodlarning fosfatli efirlari, atsetillash (atsillash) kofermenti, tetrogidrofolat kislota hamda peridoksal kiradi;

3. Sintezlash, izomerlanish va  $\alpha$  – uglerod bog'larini uzuvchi kofermentlar – bu guruhga liazalar sinfiga oid fermentlar bilan bog'liq bo'lgan biotin va kobamidli kofermentlar va metalloporfinlar kiradi. Quyidagi jadvalda ayrim kofermentlar va ularning asosiy funksiyalari keltirilgan.

### **Sinov savollari**

1. Fermentlar haqida umumiy tushuncha.
2. Anorganik katalizatorlardan biologik katalizatorlarning farqi.
3. Fermentlarning tuzilishi.
4. Bir va ikki komponentli fermentlar.
5. Fermentlarning aktiv markazlari.
6. Kofermentlar va ularning funksiyalari.
7. Fermentlarning aktivligiga haroratning ta'siri.
8. Fermentlarning aktivligiga pH muhitining ta'siri.
9. Qanday birikmalar aktivatorlar deb ataladi?
10. Qanday birikmalar fermentlarning ingibitorlari deb ataladi?
11. Fermentlarning absolyut va nisbiy spetsiflikgiga misollar yozing.
12. Fermentlarning ta'sir etish mexanizimini tushuntiring.
13. Fermentlarning sinflari haqida tushuncha bering.

### **Fermentlar mavzusiga oid test savollar**

1. Kofermentlar deb nimaga aytiladi?
  - A) ikki komponentli fermentlarning faol markaziga
  - B) ikki komponentli fermentlarning oqsil qismiga
  - V) ferment-substrat kompleksiga
  - G) ba'zi bir aminokislotalar tarkibidagi funksional guruhlariga
2. Biologik katalizatorlar, ya'ni fermentlar anorganik katalizatorlardan qanday farq qiladi?

- A) oqsil tabiatiga ega, ma'lum pH, optimal harorat, normal bosim, spetsifiklik
  - B) multimer bo'lganligi
  - V) biologik makromolekula
  - G) vitamin bo'lganligi
3. Fermentlarning aktivligi qanday faktorlarga bog'liq?
- A) pH muhit, harorat, aktivatorlar, ingibitorlar
  - B) tashqi muhit
  - V) birlamchi strukturasiga
  - G) to'rtlamchi strukturasiga
4. Fermentlarning sinflarga bo'linishida ularning qaysi xususiyati asos qilib olinadi?
- A) ular kataliz qililadigan kimyoviy reaksiyalar turiga
  - B) fermentlarning tuzilishiga
  - V) molekula massasiga
  - G) reaksiyaning pH muhitiga
5. Degidrogenazalar fermentlarning qaysi sinfiga mansub?
- A) oksidoreduktazalar
  - B) transferazalar
  - V) izomerazalar
  - G) ligazalar
6. Transaminlanish reaksiyalari qanday ferment ishtirokida boradi?
- A) aminotransferazalar
  - B) gidrolazalar
  - V) izomerazalar
7. Peptid bog'ini quyidagi qaysi ferment uzadi?
- A) Pepsin
  - B) Dekarboksilaza
  - V) Aminotransferaza
  - G) Amilaza

8. Oksidlanish-qaytarilish jarayonini qaysi sinflari katalizlaydi?

A) oksidoreduktazalar

B) gidrolazalar

V) izomerazalar

9. Kraxmalni quyidagi qaysi ferment parchalaydi?

A) amilaza

B) katalaza

V) saxaroza

G) maltaza

10. ATP energiyasi hisobiga oddiy molekulalardan murakkab birikmalarni hosil bo'lishini katalizlaydigan fermentlar qaysi sinfga mansub?

A) ligazalar

B) transferazalar

V) liazalar

G) izomerazalar

## VII bob. GORMONLAR

*Tayanch so'zlar:* endokrin bezlar, qalqonsimon bez, buyrak usti bezlari, jinsiy bezlar, gipofunksiya, giperfunksiya

Gormonlar vitaminlar bilan bir qatorda biologik faol organik moddalar jumlasiga kiradi. Gormonlar endokrin bezlar yoki ichki sekretiya bezlarida ishlanib chiqadi. Ichki sekretiya bezlari moslashib ishlaydigan bir butun tizim–endokrin sistemani tashkil qiladi. Uni boshqarib turadigan markaz miyaning ixtisoslashgan chegarali doirasi- gipotalamus bo'lib, u markaziy asab tizimidan keladigan signallarni qabul qiladi va integratsiyalashtirdi. Qabul qilingan signallarga javoban gipotalamus rilizing omillar deb ataladigan bir qator gipotalamik boshqaruvchi gormonlarni ishlab chiqaradi va bevosita uning tagida joylashgan gipofizga uzatadi. Peptid tabiatiga ega bo'lgan bu gormonlarning har biri gipofizning old bo'lagining gormon ishlab chiqaradigan hujayralariga etib borib, ularni gormonal sekretiyyasini ayrim-ayrim holda tezlashtiradi yoki sekinlashtiradi. Gormon sekretiyyasi tezlashganda gipofiz gormonlari ko'p ajraladi va qon orqali periferik endokrin bezlar (qalqonsimon bez, buyrak usti bezlarining po'st qismi jinsiy bezlar)ga borib ularda gormonlarning ishlab chiqarilishi va ajratilishini kuchaytiradi. Buning natijasida bu bezlarning gormonlari – tiroksin, kortikosteroidlar, jinsiy steroidlar va boshqalar ko'p ajratilib qon orqali organizmning hamma qismlariga etib boradi va mana shu gormon uchun nishon hisoblangan to'qimaning hujayralari tomonidan qabul qilinib, ularga o'z ta'sirini ko'rsatadi. Gormon ta'siriga moyil hujayralarning membranasida har bir gormonni alohida taniydigan va u bilan o'ziga xos munosabatda bo'ladigan retseptorlar mavjud.

Endokrin ichki sekretiya bezlarining funksiyasi buzilganda turli kasalliklarning paydo bo'lishi kuzatiladi.

Bular ayrim bezlar funksiyasining zo'rayib ketishi natijasida gormonni ortiqcha ishlab chiqarishi (giperfunksiya) yoki faoliyatning susayishi natijasida kam ajratilishi (gipofunksiya)ga bog'liq.

## VII.1. Gormonlar klassifikatsiyasi

Gormonlarni kimyoviy tabiatiga ko'ra quyidagi sinflarga bo'linadi.

1. Oqsil –peptid tabiatiga ega gormonlarga: folikulastimullovchi gormon (FSG), lyutennirlovchi gormon (LG), tireotrop gormon (TTG) insulin, paratireoid gormon (PTG), kortikotropin (AKTG) glyukagon, kaltsitonin, somatostatin, vazopressin, oksitotsin va boshqalar.
2. Aminokislotalar hosilalari: katexolaminlar, tireoid gormonlar va boshqalar.
3. Steroid birikmalar-buyrak usti bezi steroidlari (kortikosteriodlar), jinsiy gormonlar (androgenlar, estrogenlar, gistonlar va boshqalar).
4. Prostaglandinlar.

Gormonlar to'qimalariga va hujayralar strukturalariga tanlab ta'sir etadilar. Qator gormonlar plazmatik membranada joylashgan spetsifik retseptor bilan bog'lanadi. Gormon retseptor aloqalari gormon ta'sir mexanizmida boshlang'ich reaksiya, bir qator gormonlar uchun plazmatik membrana yuzasida, boshqalari uchun hujayra ichida joylashgan retseptorlarda amalga oshadi.

### VII.1. 1. Endokrin bez gormonlari

***Gipotalamus gormonlari.*** Gipotalamus (lotincha “gipo”-tagi, “talamus”-do'mboq). Vegetativ nerv sistemasining po'stloq ostidagi oliy asab markazini tashkil qiladi. Markaziy nerv sistemasining oliy bo'limlari bilan endokrin sistema orasidagi aloqador bevosita bosh miyaning mana shu strukturasida yuzaga chiqadi. Markaziy nerv sistemasi bilan endokrin sistema orasidagi munosabatlar gipotalamusning nerv hujayralarida ishlab chiqariladigan gumoral (Humor-lotincha suyuqlik) faktorlar orqali amalga oshadi. Juda kuchli biologik faoliyatga ega bo'lgan bu kimyoviy birikmalar gipotalamus gormonlari bo'lib, ularni neyrogormonlar va asosiy effekti gipofizda ishlab chiqariladigan periferik bezlar faoliyatini idora qiladigan trop gormonlarni ajratishni boshqarish bo'lganidan bir guruhi rilizing (ingilizcha - ajratish) faktorlar yoki liberinlar deb ataladi. Ularning

ba'zilar gipofiz gormonlari sekretsiasini sekinlashtirish qobiliyatiga ega bo'lganligi uchun statinlar (yunoncha statiros- to'xtatish) deb ataladi. Bu gormonlar 3-15 tagacha aminokislota qoldig'laridan tashkil topgan kalta peptidlardir. Bu gormonlar gipotalamusning nerv uchlarida sintezlanadi. Uning gormonlari umumiy qon oqimiga chiqarilmaydi, bevosita gipofizga portal kapilyarlari orqali etkaziladi.

**Gipofiz gormonlari.** Gipofiz o'zining gormonlari orqali boshqa ko'p ichki sekretsia bezlarining faoliyatini idora qilib turadi. Gipofizning uchta bo'lagi ham oqsil-peptid gormonlari ishlab chiqaradi.

VII.1.1-jadval.

### Gipofiz gormonlari

| Gormon                                                             | Molekulyar massasi | Kasallik yoki uning belgilari                                                |                                                            |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
|                                                                    |                    | Ortib ketganda                                                               | Ortib ketganda                                             |
| Gipofiz old bo’lagi gormonlari                                     |                    |                                                                              |                                                            |
| Somatotrop gormon, STG<br>somatotropin, o’sish gormoni             | 21500              | Gigantizm (ortiqcha o’sib ketish),<br>akromegaliya(nomutanosib o’sib ketish) | Pakanalik, past bo’ylik                                    |
| Adenokortikotrop gormon, AKTG<br>Kortikotropin                     | 4500               | Itsengo-Kushing sindromi                                                     | Buyrak usti bezi po’st qavatining ikkilamchi yetishmasligi |
| Tireotropik gormon, Tireoidstimullovchi gormon, TSG<br>Tireotropin | 28000              | Giperterioz                                                                  | Ikkilamchi gipoterioz                                      |
| Prolaktin, laktogen gormon, LG                                     | 23500              | Amenoriya; bepushtlik, galaktoreya                                           | Sut bo’lmasligi                                            |
| Follikulstimullovchi gormon, FSG                                   | 34000              | Barvaqt balog’atga yetish                                                    | Jinsiy bezlarning ikkilamchi gipofunksiyasi                |
| Lyuteinirlovchi                                                    | 28500              | Barvaqt balog’atga yetish                                                    | Jinsiy                                                     |

|                                        |       |                |                                            |
|----------------------------------------|-------|----------------|--------------------------------------------|
| gormon, lyutropin                      |       |                | bezlarning<br>ikkilamchi<br>gipofunksiyasi |
| Lipotropin                             | 11800 | Oriqlab ketish | Semirish                                   |
| <b>Gipofiz orqa bo'lagi gormonlari</b> |       |                |                                            |
| Vazopressin                            | 1070  | -              | Qandsiz diabet                             |
| Oksitotsin                             | 1070  | -              |                                            |

***Gipofiz oldingi bo'lagining gormonlari:***

1. o'sish gormon (somatotropin – STG – oddiy oqsil, 190 ta aminokislota qoldig'idan tashkil topgan)- tananing o'sishini tezlashtiradi;

2. adrenokortikotrop gormon (AKTG, kortikotropin)- buyrak usti bezlarini stimullaydi; Bu gormon 39 ta aminokislotalardan tashkil topgan. Buyrak usti bezining funksiyasini stimullaydi. AKTG gormoni organizmda yo'q bo'lganda buyrak usti bezi po'st qavati atrofiyaga uchraydi. Kortikotropin (AKTG) ta'sirida gidrokortizon va kortikosteronlarning sekretsiyasi ortib boradi.

3. laktogen gormon (LTG, lyuteotrop gormon, prolaktin) – sariq tana funksiyasini, sut ajralishini stimullaydi, tireotrop gormon (TSG, tireoid bezni stimullaydigan gormon) – bu gormon oqsil bo'lib, 199 ta aminokislota qoldig'idan tashkil topgan, qalqonsimon bezni stimullaydi, follikulalarni stimullaydigan gormon (FSG)- follikulalar etilishi va spermatogenezni stimullaydi.

4. tireotrop gormon (TTG, TSG - tireoid stimullovi gormon) - qalqonsimon bez gormonlari funksiyasining barcha bosqichlariga va bezning moddalar almashinuviga kuchli ta'sir ko'rsatadi. TSG qalqonsimon bezning qondan yodni yutushini, uning organik shakilda bog'lanib, tiroksin va triyodtironin molekullariga aylanishini, tireoglobulin gidrolizlanib, erkin gormonlarning hosil bo'lishini va uni qonga ajratib chiqarilishini tezlashtiradi.

**5) Gonodotrop gormonlar.** Follikulalarni stimulochi gormon(FSG) va lyuteinlovchi gormon. Follikulalarni stimulochi gormon ta'sirida tuxumdan follikulalarning o'sishi va gormon ishlab chiqarishi tezlashadi, natijada tuxumdonning og'irligi ham bir necha marta ortadi. Gormon menstruatsiya sikliga

katta ta'sir ko'rsatadi va u lyuteinlovchi gormon ta'siri uchun ham zarur. Bu gormon urug'donda spermatogenezni kuchaytiradi. FSG kimyoviy tabiatiga ko'ra glikoproteiddir. Lyutropin hujayralarni stimullovi gormon. Gormon jinsiy bezlarning o'sishini va ular gormonlarining biosinteziga, ovulyatsiyasiga ta'sir ko'rsatadi. Bu gormon kimyoviy tabiatiga ko'ra glikoproteindir.

### ***Gipofiz orqa bo'lagining gormonlari***

Gipofiz orqa bo'lagining gormonlari oksitotsin va vazopressin gipotalamusning neyrosekretsiyasi mahsulidir.

Oksitotsin silliq muskullarni, ayniqsa bachadon muskullarini qisqartiradi. U sutemizuvchi hayvonlarda sutning ajrashini stimullash xususiyatiga ega.

Vazopressin ta'sirida qon bosimini oshirib, siydik ajralib chiqishini kamaytiradi. Oksitotsin va vazopressin struktura jihatidan o'xshash bo'lib, to'qqizta halqali aminokislota tutadigan peptidlardan iborat.

***Gipofiz o'rta bo'lagining gormoni:*** Melanotropin stimullovi gormon (MSG) deb ataladi. U geptapeptiddan iborat. Melanotropin terida pigment hosil bo'lishini tezlashtiradi, uning ikkita formasi mavjuddir:  $\alpha$  – melanotropin (13 ta aminokislota qoldig'idan tashkil topgan) va  $\beta$  - melanotropin (18 ta aminokislota qoldig'idan tashkil topgan).

## **VII.1.2. Aminokislota hosilasi gormonlari**

***Qalqonsimon bez gormoni.*** Qalqonsimon bez eng muhim endokrin bezlarining biridir. Uning asosiy funksiyalari o'sish – rivojlanish va moddalar almashinuvini boshqarishga kuchli ta'sir ko'rsatadi.

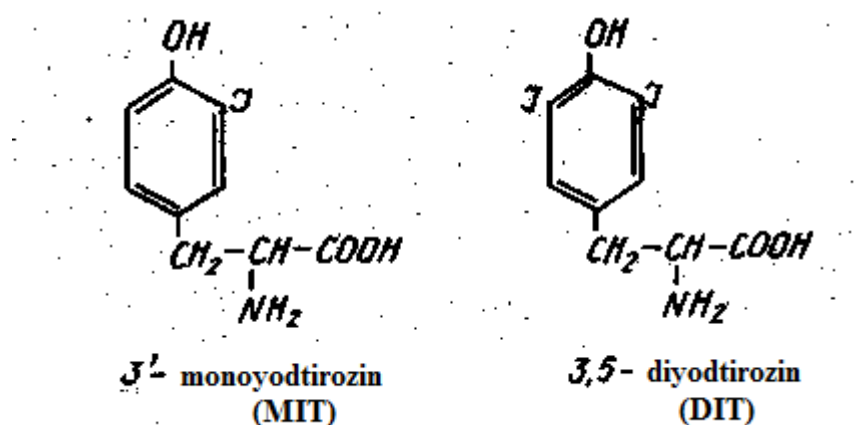
Bu bezning ichki sekretor funksiyasi buzilganda gipofunksiya va giperfunksiya holatlari kelib chiqadi. Buning funksiyasi susayganda gormon kam miqdorda chiqariladi, organizmda gipotireoz holati paydo bo'ladi. Bu kasallik bezning atrofiyasi natijasida miksedema va kretinizimga olib keladi. Kretinizm hollarda odam bo'yi o'smay pakana, tana tuzilishi majrux va aqliy rivojlanmay



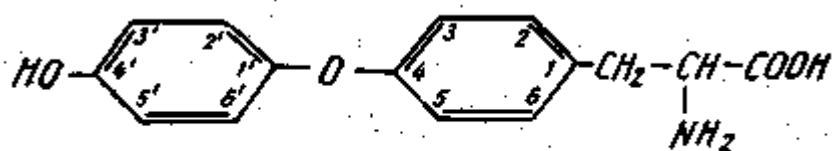
qoladi. Miksedema holatlarida badanga shish kelib, to'qimalarda suv to'xtab qolishi, moddalar almashinuvining pasayishiga olib keladi.

Bez giperfunksiyasida bez ortiqcha miqdorda gormon ishlab chiqarib Basedov kasalligi shaklida nomoyon bo'ladi. Bezlarda moddalar almashignuvi keskin zo'rayib ketadi. Qalqonsimon bez gormonlari moddalar almashuvining hamma turlariga ta'sir ko'rsatadi. Bulardan eng muhimlari quydagilar: qalqonsimon bez gormoni kislorodning yutilishi va karbonat anhidridning ajratilishi kuchaytiradi, asosiy almashinuv tezligini orttiradi, oqsillar almashinuvini tezlashtiradi, qonda xolesterin va umumiy lipidlar miqdorini kamaytiradi, siydikda kreatin ajralishini orttiradi, qonda kaltsiy va fosfor miqdorini ko'paytiradi. Qalqonsimon bez follikulalarida to'planadigan bezning asosiy oqsili tireoglobulin - tarkibida 0,1 - 2,2% yod tutadi.

Qalqonsimon bezning gormoni - tiroksindir. Tireoglobulin gidroliz qilinganda undan tarkibida yod tutuvchi bir necha komponentlar olingan: yodlangan tirozinlar - gormonal ta'sirga ega emas; yodlangan tironinlar bezning haqiqiy gormonal faolligini tashkil etadi. Aminokislota tirozin hosilalari yodlangan tirozinlar - monoyodtirozin va diyodtirozin tireoglobulin tarkibida va oz miqdorda erkin holda ham uchraydi. Ular gormonlar sintezi uchun materialdir.

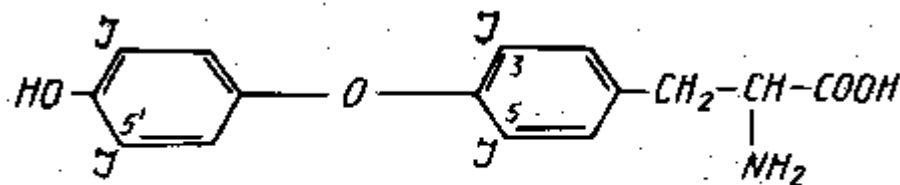


Qalqonsimon bez gormonlari tironin strukturasi ega va tarkibida 3 yoki 4 atom yod tutadigan aminokislotalardir:



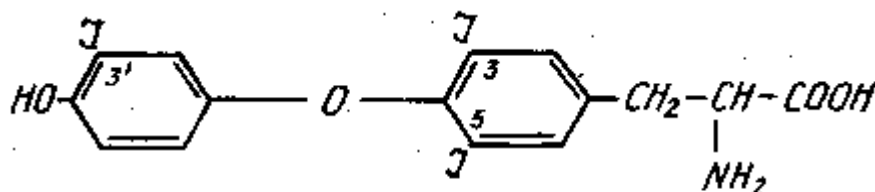
**Tironin**

Tiroksin tarkibida 4 atom yod tutadi, u 3,5,3',5' - tetrayodtironindir:



**3,5,3',5'- tetrayodtironin, tiroksin ( $T_4$ )**

3,5,3' - triyodtironin ( $T_3$ ), qonda uning miqdori tiroksinga nisbatan ancha kam, tiroksinga o'xshash ta'sir etadi, lekin ta'siri kuchli, hujayraga tezroklik bilan kirib, tezrok ta'sir etadi.



**3,5,3'- triyodtironin ( $T_3$ )**

**Kalsitonin yoki terio-kalsitoni.** Qalqonsimon bezning maxsus parafollikulyar yoki S hujayranarida qonda kalsiy miqdorini kamaytiradigan - kalsitonin nomli gormon ishlab chiqaradi. U peptid tabiatiga ega bo'lib, 92 ta aminokislotalar qoldigidan tashkil topgan. Kalsitonin organizmda paratgormon effektiga qarshi ta'sir ko'rsatadi. U qonda kaltsiyning konsentratsiyasini pasaytirishi bilan bir vaqtda fosfat miqdorini ham kamaytiradi. Bu effekt suyakdan kaltsiy ionlarining va unga bog'liq holda fosfatni qonga so'rilishini kamaytirishga bog'liq. Qonda kalsiy konsentratsiyasining bir me'yorda turishi asosan ikkita qarama-qarshi effektga ega gormonlar – parat gormonlar va kalsitoninning ta'siridandir. Bu jarayonda D vitamin ham ishtirok etadi.

**Paratireoid (qalqonsimon bez oldi) bezlarining gormoni.** Bu bez paratgormon ishlab chiqaradi, oqsil tabiatiga ega, 84 ta aminokislota qoldig'idan tashkil topgan.

Paratgormon qondagi kalsiy, fosfor va limon kislotalarini miqdorini boshqarib turadi. Paratireoid bezlar funksiyasining yo'qolishi qondagi kalsiy miqdorining keskin kamayib ketishiga va qondagi fosfatlar miqdorining ortishiga olib keladi. Bu o'z navbatida asab-muskullar qo'zgaluvchanligining kuchayishiga olib keladi. Paratgarmonning buyrak va suyak to'qimalariga ta'sirini adenilatsiklaza sAMP amalga oshiradi.

### ***Oshqozon osti bezi gormonlari.***

Insulin – oshqozon osti bezi gormoni, organizmda insulin gormoni etishmasligi uglevodlar almashinuvini buzilishiga olib keladi: qonda shakarning miqdorining ko'payishiga (giperglikemiya) va siydikda shakarning miqdori ortadi (glyukozuriya), natijada qandli diabet kasalligi kelib chiqadi. Ikkita polipeptid zanjiridan tashkil topgan. A polipeptid zanjiri 21 ta aminokislota qoldig'idan va B zanjir 30 ta aminokislota qoldig'idan tashkil topgan.

Insulinning biologik roli glikogenning biosintezi uchun sharoit yaratishdan iboratdir. Birinchidan insulin glyukokinaza fermentining faolligini oshiradi, ya'ni ATP ishtirokida glyukoza -6- fosfat hosil bo'lishini katalizlaydi. Ikkinchidan glikogenni biosintezini tezlashtiradi. Uchinchidan glikogensintetazaning faolligini oshiradi.

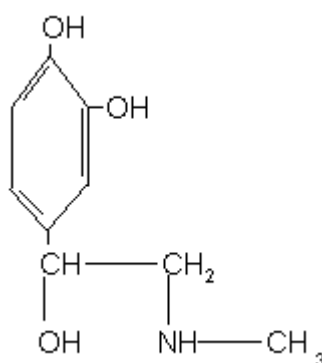
**Glyukagon.** Glyukagon pankreatik bezning Langergans orolchalarining  $\alpha$ -hujayralarida ishlanib chiqadi. U kristall holda ajratib olingan, 29 ta aminokislota qoldig'idan tashkil topgan.

Glyukagon glikogenning parchalanishini tezlashtiradi va qonda shakar konsentratsiyasining oshishiga sabab bo'ladi.

**Buyrak usti bezi gormonlari.** Buyrak usti bezi ikki qismdan – po'st qavati va miya qavatidan iborat. Miya qavatidan adrenalin va noradrenalin gormonlari ishlab chiqariladi. Adrenalin jigar, skelet mushaklariga va yurakka ta'sir etadi. Adrenalin (boshqacha nomi - epinefrin) va noradrenalin (norepinefrin) strukturaviy

tuzalishi jihatdan bir-biriga o'xshash gormonlardir. Ular buyrak usta bezining miya qavati gormonlaridir. Buyrak usti bezining miya qavatiga nerv sistemasining bir qismi deb qarash mumkin. Adrenalin va noradrenalin - suvda eriydigan aminlar bo'lib oraliq maqsulotlardan 3,4-digidroksifenilalanin (DOFA) orqali dofamindan tirozin hosil bo'ladi. Adrenalin, noradrenalin va dofaminlar katexolaminlar deb ataladi, ular katexolning hosilalaridir. Katexolaminlar miyada va nerv sistemalarida hosil bo'lib, ular neyromediatorlik funksiyasini bajaradi.

Adrenalinning ishlab chiqishini markaziy asab sistemasi idora etib turadi. Asab qo'zg'alganida adrenalin zo'r berib qonga o'tadi.



**Adrenalin**

Buyrak usti bezlarining miya qavati adrenalindan tashqari noradrenalinni ham ishlab chiqaradi. Noradrenalin tomirlar sistemasiga fiziologik jihatidan kuchli ta'sir ko'rsatadi, uglevodlar almashinuviga sust ta'sir ko'rsatadi.<sup>27</sup>

Bu ikkala gormonning eng muhim biologik effekti tomirlarni qisqartirib, qon bosimini oshirishdan iborat.

### VII.1.3. Steroid gormonlar

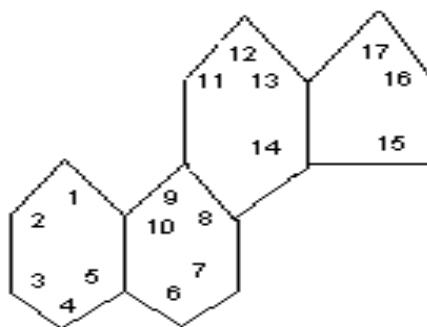
**Buyrak usti bezining po'st qavati gormonlari.** Buyrak usti bezining pust qavati bir qancha steroidlar aralashmasini ishlab chiqaradi. Bulardan ba'zilarigina gormon sifatida ta'sir qiladi. Po'st qavatining gistolik ko'rinishi uch qismdan:

<sup>27</sup> J.Koolman., K.H.Roehm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-376

koptokcha (tashqi), tuguncha va turli (ichki) zonlardan tuzilgan. Shu uchta zonaning har birida asosan o'ziga xos biologik ta'siri bo'yicha uch gruppaga bo'linadigan gormonlar ishlab chiqaradi. Koptokcha zonasida elektrolit va suv balansiga javob beradigan gormonlar - mineralkortikoidlar, tuguncha zonasida uglevod va oqsil almashinuvi regulyatsiyasiga javobgar glyukokortikoidlar ishlab chiqariladi. Turli zonada jinsiy gormonlar qatoriga kiradigan androgenlar sintezlanadi.

Buyrak usti bezining po'st qavati yog'larda eriydigan bir qancha muhim gormonlarni ishlab chiqaradi. Mineralkortikoidlar, glyukokortikoidlar, jinsiy gormonlar qatoriga kiradigan androgenlar buyrak usti gormonlari hisoblanadi.

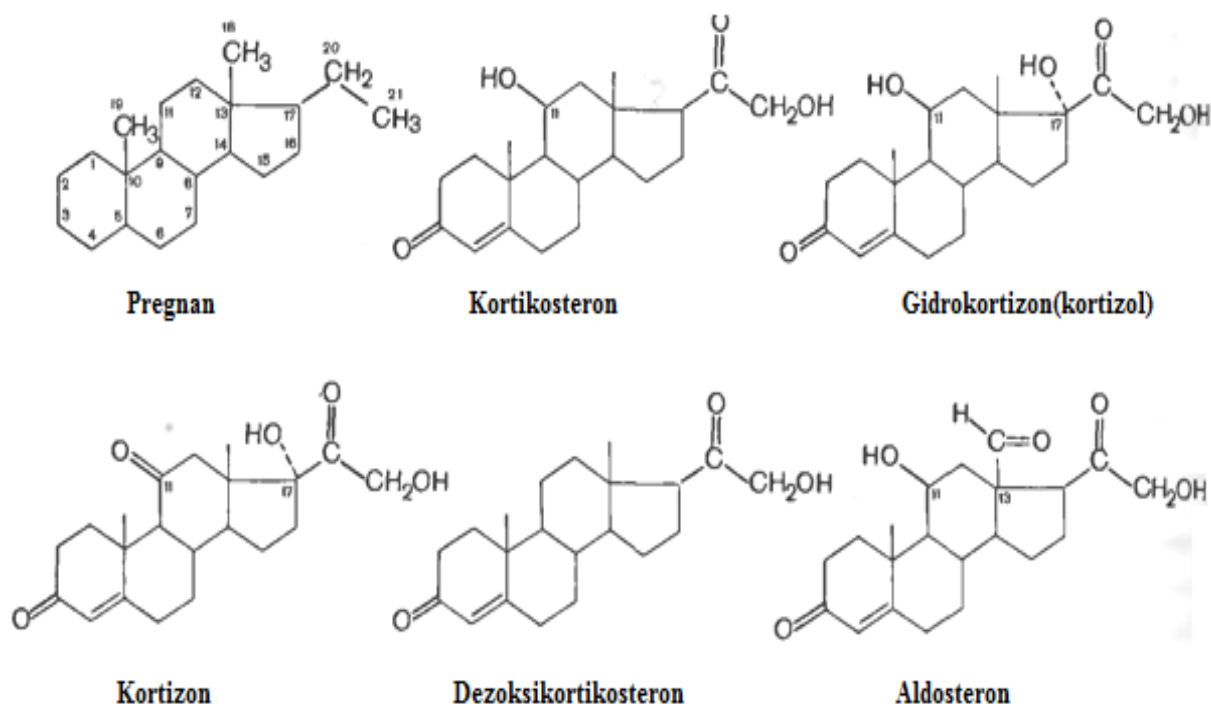
Barcha biologik faol kortikosteroidlar to'rt halqali siklopentanopergidrofenantren strukturasiga ega.



Birinchi bo'lib, buyrak usti miya qavatidan kortikosteronlar so'ngra boshqa gormonlarni ajratib olingan.

Kortikosteron va kortizonlar uglevodlar va oqsillar almashinuviga ta'sir ko'rsatadi.

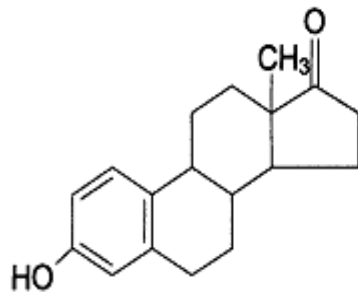
Buyrak usti bezining funksiyasi pasayganda natriy, bikarbonatlar, xlor siydik bilan chiqib ketadi. Mineral kortikoidlar organizmda mineral – suv almashinuvini boshqarib turadi. Ularning vakillari – aldosteron, 11-dezoksikortikosteron, 18-oksi-dezoksikortikosteron. Ulardan eng faoli - aldosteron.



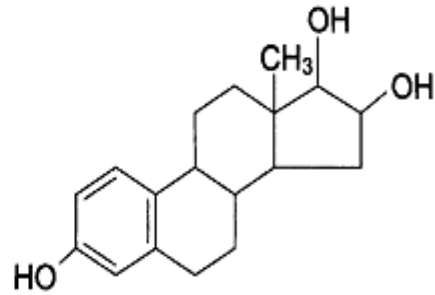
Buyrak usti po'st qavatining funksiyasi gipofizning old bo'lagidan ajraladigan adrenokortikotropik gormon (AKTG) yoki kortikotropin tomonidan idora qilinadi. Qandli kortikosteroidlarning miqdori o'z navbatida, gipofizda hosil bo'ladigan AKTG miqdorini tartibga solib turadi. Kortikoid gormonlar miqdorining pasayishi AKTG chiqarilishini tezlashtiradi.

**Jinsiy gormonlar.** Jinsiy gormonlarni jinsiy bezlar: urug'donlar (Gonadalar) bilan tuxumdonlar ishlab chiqaradi. Ayollar jinsiy gormonlari - estrogenlar, asosan tuxumdon va sariq tanada ishlab chiqariladi. Bu ikki manbadan ishlab chiqariladigan gormonlarning organizmdagi funksiyasida ham farq bor. Tuxumdon gormonlari asosan estradiollardir. Sariq tanada progesteron gormoni ishlab chiqariladi. Gipofizning old bo'lagi gormonlari - gonadotropinlar (follitropin va lyutropin) stimulyatsiyasi ostida tuxumdonda hosil bo'ladigan bu ikkala gormon bachodondagi siklik o'zgarishlarini idora qilib turadi.

Tuxumdon gormonlari - estrogenlar qatoriga estron, stiol va estradiol kiradi. Estrogenlar uglevodorod estronning hosilasidir.



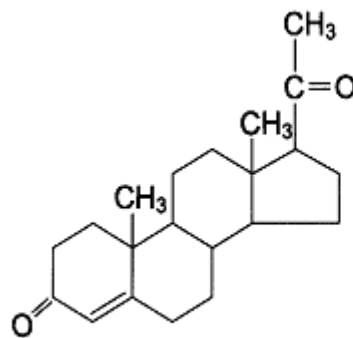
**Esteron**



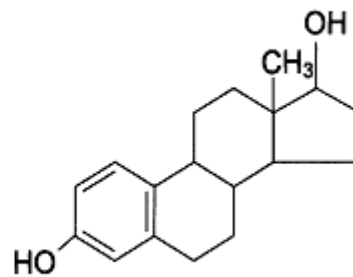
**Esterol**

Tuxumdon sariq tanasi progesteron deb ataladigan gormon ishlab chiqaradi.

Bu gormonlar homiladorlik davrida ko'p miqdorda hosil bo'ladi. U urchigan tuxumning bachadonga yopishishi va dastlabki davrda rivojlanishi uchun ham zarur.



**Progesteron**



**17β- Estradiol**

Sariq tana gormonlari - progesteronlar qatoriga progesterondan tashqari pregnandiol ham kiradi. Bu gormon ayollarda menstrual siklining ikkinchi yarmida, ayniqsa, homiladorlik davrida ko'p miqdorda hosil bo'ladi. U follikula yetishayotgan davrda hosil bo'lib, urchigan tuxumning bachadonga yopishishni ba dastlabki davrda rivojlanishi uchun ham zarur.<sup>28</sup>

Erkak jinsiy gormonlari – androsteronning hosilalalaridir.

Androgen-testoteron asosan urug'donlarda sintezlanadi. Androgenlar erkaklarning ikkilamchi jinsiy belgilarning rivojlanishini ta'minlaydi.<sup>29</sup> Odamlarda

<sup>28</sup> J.Koolman., K.H.Roehm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-374

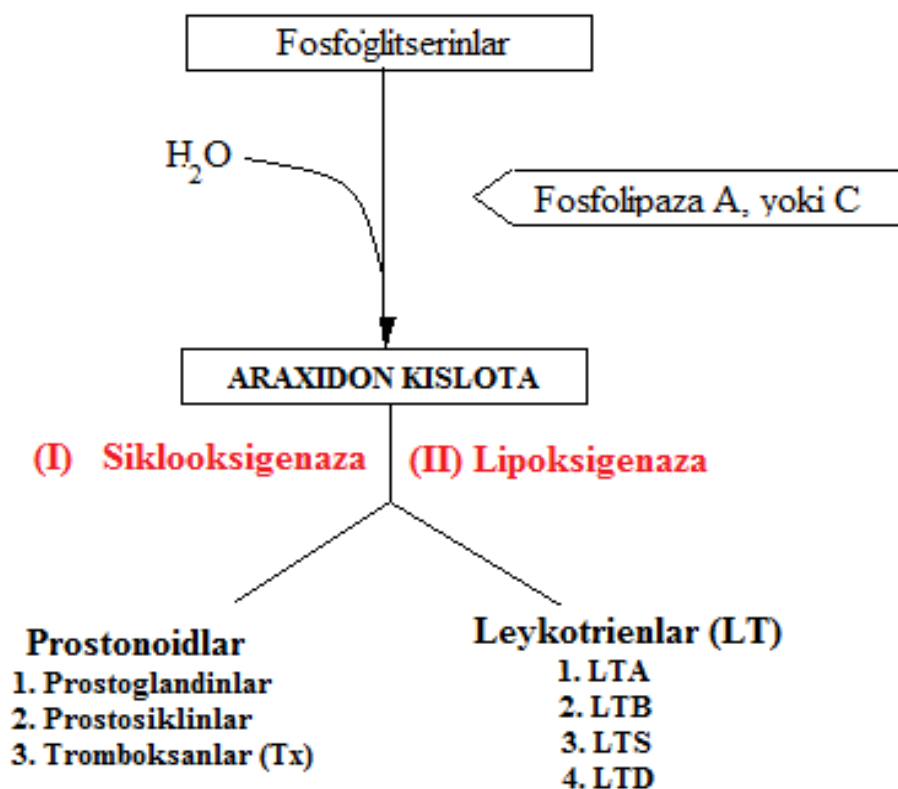
<sup>29</sup> J.Koolman., K.H.Roehm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-380

jinsiy bezlarning atrofiyalanib ketishi organizmda oksidlanish jarayonlarining susayishiga va yog' zahiralarida yog' to'planishiga olib keladi.

## VII.2. Prostaglandinlar

Prostaglandinlar – besh uglerodli halqa tutuvchi uzun zanjirli yog'da eriydigan organik kislotalardir. Ular almasha olmaydigan yog' kislotalari araxidon kislotasidan hosil bo'ladi. Prostaglandinlar va ularga yaqin birikmalar (leykotrienlar, prostosiklinlar va tromboksanlar) turli to'qimalarda keng tarqalgan. Ular silliq muskullar funksiyasiga, buyraklar gemodinamikasiga, oshqozonning sekret ishlab chiqishi, yog', suv va tuz almashinuviga kuchli farmakologik ta'sir etadi. Bir qator prostoglandinlar adenilatsiklaza ta'sirini kuchaytirish orqali o'z samarasini namoyon etadi.

Barcha prostoglandinlarning hosilalari yuksak to'yinmagan yog' kislotalar linolat va linolenat kislotalar, xususan ulardan hosil bo'ladigan araxidonat kislota membrana fosfolitserid(fosfolipid)laridan spetsifik fosforilazalar ta'sirida prostoglandinlar yoki leykotrienlar hosil qilish yo'li bo'yicha o'zgaradi.



RasmVII.2.1. Prostaglandinlar va leykotreinlarning hosil bo'lish sxemasi



Shunday qilib, to'qimalarda keng tarqalgan, yuqori va turli xil biologik aktivlikka ega bo'lgan prostoglandinlar va leykotrien tibbiyot amaliyotida dori preparatlari sifatida qo'llanilmoqda.

Prostaglandinlar turli hil fiziologik ta'sir ko'rsatadi va ulardan ba'zi birlari terapevtik vosita sifatida qo'llaniladi. Qator prostaglandinlar adenilatsiklaza ta'sirni kuchaytiradi va stimullaydi. Prostaglandinlardan hosil bo'lgan mahsulotlardan tromboksanlar trombositlarning aktivligini boshqarib tura di. Shuni ham ta'kidlab o'tish kerakki, aspirin artrit kasalligida yaxshi og'riq qoldiruvchi vosita bo'lsada, biroq prostoglandin sintazalar fermentlarining kuchli ingibitoridir. Bu fermentlar araxidon kislotalaridan prostaglandinlarning sintezida ishtirok etadi. Prostaglandinlarni modulyator sifatida qo'llash mumkin, masalan kalmodulin. Kalmodulin uglevodlar almashinuvi, muskullar qisqarishida ishtiroq etuvchi fosfodiesteraza va turli proteinlainazalarni stimullaydi.

### **Sinov savollari**

1. Gormonlar haqida umumiy tushuncha.
2. Gormonlarning klassifikatsiyasini ayting.
3. Qalqonsimon bez gormonlari.
4. Oshqozon osti bezi gormonlarini ayting.
5. Buyrak usti bezi gormonlari.
6. Buyrak usti bezlarining po'st qavati gormonlari.
7. Jinsiy gormonlar.
8. Gipofiz oldi bo'lagi gormonlari.
9. Gipofiz o'rta bo'lagi gormonlari.
10. Gipofiz orqa bo'lagi gormonlari.
11. Steroid gormonlar.

### **Gormon mavzusiga oid test savollar**

1. Gormonlar qanday funksiyani bajaradi?

- A) regulyatorlar
  - B) katalitik
  - V) transport
  - G) sintetik
2. Quyidagi qaysi gormonlar oqsil tabiatiga ega?
- A) folikulyatimullovchi gormon
  - B) esterol
  - V) kortizon
  - G) andosteron
3. Quyidagi qaysi gormonlar aminokislotalar hosilalariga kiradi?
- A) tireoid
  - B) insulin
  - V) gormonlar
  - G) prostaglandinlar
4. Quyidagi qaysi gormon qalqonsimon bez gormonidir?
- A) tiroksin
  - B) insulin
  - V) paratreoid
  - G) glyukagon
5. Oshqozon osti bezida sintezlanadigan gormonlar:
- A) insulin
  - B) adrenalin
  - V) kortizon
  - G) glyukoza
6. Steroidli gormonlar sintezlanadi:
- A) buyrak usti bezlarida
  - B) qalqonsimon bezida
  - V) jinsiy bezlarda
  - G) oshqozon osti bezida
7. O'sish gormoni (somatotropin) gipofizning qaysi bo'lagida ishlab chiqiladi?

- A) gipofizning oldingi bo'lagida
  - B) gipofizning o'rta bo'lagida
  - V) gipofizning orqa bo'lagida
8. Insulin gormoni kimyoviy tarkibi jihatidan quyidagi qaysi sinfga kiradi?
- A) oqsil-peptid tabiatli
  - B) aminokislotalarning hosilalari
  - V) steroidli birikmalar
9. Gipofizning orqa bo'lagi gormonlari:
- A) oksitotsin va vazopressin
  - B) oksitotsin, somatotropin
  - V) prolaktin, adrenokortikotrop
10. Glyukagon gormonini ishlab chiqaradigan bez:
- A) oshqozon osti bezi
  - B) buyrak usti bezi
  - V) qalqonsimon bez

## VIII BOB. MODDALAR ALMASHINUVI

*Tayanch so'zlar:* avtotrof, geterotrof, anabolizm, fotosintez, anaerob, aerob, glikoliz, Krebs sikli, pentoza-fosfat sikli

### VIII.1. Moddalar almashinuvi xaqida umumiy tushuncha

Barcha tirik organizmlarning hayot faoliyatining asosini moddalar va energiya almashinuvi tashkil etadi. Tirik organizmlar tashqi muhitdan turli moddalarni olib o'zlashtiradi, ulardan organ va to'qimalarining tuzilishi uchun zarur material va energiya manbai sifatida foydalanib, keraksiz moddalarni tashqariga chiqarib turadi.

Ovqatlanish tipiga qarab, barcha organizmlar ikkita guruhga bo'linadi: birinchi guruh, ya'ni avtotroflarga kiradigan organizmlar tashqi muhitdagi anorganik moddalarga muxtoj bo'lib, tashqi muhitdan olinadigan energiya yordamida ulardan hayot uchun zarur barcha moddalarni sintezlaydi. Masalan, yashil o'simliklar o'zlaridagi xlorofill pigmenti ishtirokida quyosh energiyasi hisobiga CO<sub>2</sub> ni o'zlashtirib suv, tuzlar va azot manbalaridan foydalanib murakkab, energiyaga boy organik birikmalar hosil qiladi. O'simliklardan tashqari bu guruhga fotosintetik bakteriyalar va xemosintetik mikroorganizmlar ham kiradi.

Ikkinchi guruhga kiradigan organizmlar karbonat angidridni o'zlashtirish qobiliyatiga ega emas, ular uglerod manbai sifatida tayyor organik moddalardan (masalan, glyukoza, aminokislotalar va yog' kislotalardan) foydalanadi. Ular geterotrof organizmlar deyiladi.

Metabolizm oliy darajada tashkil qilingan va ma'lum maqsadga qaratilgan hujayra faoliyati bo'lib, bir vaqtda kechadigan minglab reaksiyalarning regulatsiyasi eng muhim ahamiyatga ega bo'lib, ular quyidagilar:

1. Asosiy oziqa moddalari - oqsillar yog'lar, uglevodlar almashinuvida bir xil, umumiy markaziy mahsulotlarning paydo bo'lishi va mana shunday oraliq birikma fermentlar bilan ularning almashinuvini idora qilinishi.
2. Metabolizmning ayrim yo'llari biologik membranalar yordamida boradi. Masalan: asosiy oksidlanish reaksiyalari mitoxondriyalarda, nuklein

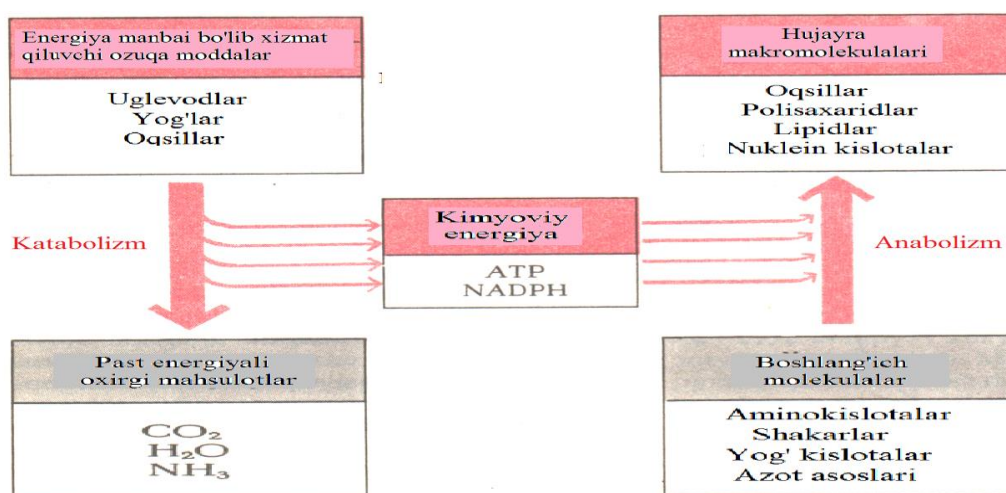
kislotalarning sintezi yadroda, ko'p gidrolitik parchalanishlar lizosomalarda o'tadi.

Bu jarayonlarning borishi uchun lozim bo'lgan substratlar, enzimlar, kofermentlar ham shu organoidlarda yetarli miqdorda bo'ladilar.

3. Metabolik jarayonlarning birin-ketin keladigan bosqichlari o'z ta'siri bo'yicha bir-biriga ulangan fermentlar sistemasi orqali bajariladi.

Shunday qilib, moddalar almashinuvi organizmda uning to'qima va hujayralarida ketma-ket boradigan, bir-biri bilan o'zaro bog'langan, ko'p bosqichli murakkab fermentativ reaksiyalardan iborat. Organizmda boradigan barcha jarayonlar bir-biri bilan uzviy bog'liqdir.

Moddalar almashinuvi, yani metabolizm ikki muhim jarayondan- katabolizm va anabolizmdan iborat. Yuqori molekulyar organik birikmalar: uglevodlar, oqsillar va yog'larning fermentativ o'zgarishi natijasida kichik molekulalarga parchalanishi katabolizm deb ataladi. Katabolizm jarayoni davomida murakkab organik molekulalardan erkin energiya ajralishi kuzatiladi va bu ATP molekulasida fosfat bog'lar energiyasi shaklida to'planadi. Anabolizm jarayoni tufayli tirik organizmlar atrof-muhitdan kerakli moddalarni o'zlashtirib, o'zining strukturasini tuzadilar. Anabolizm o'sish, rivojlanish energetik materiallarning jamg'arilishi kabi muhim hayotiy jarayonlarni ta'minlaydi (rasm VIII. 1.)<sup>30</sup>



**Rasm VIII.1.1. Katabolizm va anabolizm jarayonlarini o'zaro bog'liqligini ifodalovchi sxema**

<sup>30</sup> Lehninger "Principles of Biochemistry", 2008 y, p-575

Katabolizm jarayonida oqsil, nuklein kislotalar, uglevodlar, lipidlar kabi yuqori molekulyar organik birikmalarning parchalanishi moddalar almashinuvining oxirgi mahsulotlari hisoblangan suv, karbonat angidrid, mochevina, ammiakni hosil bo'lishiga olib keladi.

Anabolizm jarayonida kichik molekulali moddalardan fermentativ reaksiyalar yordamida organizm ehtiyoji uchun zarur bo'lgan yuqori molekulali organik birikmalar: polisaxaridlar, oqsillar, nuklein kislotalar, yog'lar sintez qilinadi. Anabolizm va katabolizm jarayonlari hujayrada bir vaqtda boradi va bir-biri bilan uzviy ravishda bog'liqdir.

Bu jarayonlarda hosil bo'ladigan oraliq moddalar metabolitlar deb ataladi, organizmdan tashqariga chiqarib yuboriladigan moddalar chiqindi yoki moddalar almashinuvining oxirgi mahsulotlari deyiladi.

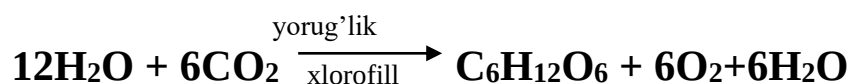
## VIII.2. Uglevodlar almashinuvi

Barcha tirik organizmlarning muhim tarkibiy qismi uglevodlar bo'lib, hayvon va o'simliklarning hayot faoliyatida muhim ahamiyatga ega. Uglevodlar oziq modda sifatida eng muhim ahamiyati osonlik bilan parchalanib, hayotiy jarayonlarning borishi uchun zarur energiya manbai hisoblanadi.

O'simliklarda uglevodlar suv va karbonat xolida quyosh nuri ishtirokida fotosintez jarayonida sintezlanadi.

### Fotosintez

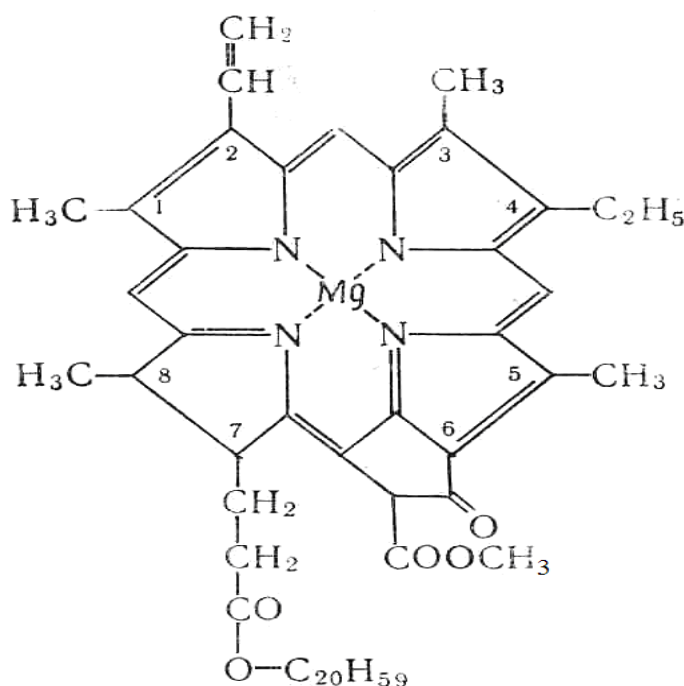
Quyosh nuri ta'sirida o'simliklarning yashil barglarida karbonat angidrid bilan suvdan murakkab organik birikmalar hosil bo'lishi fotosintez deb ataladi. Fotosintez quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:



Fotosintez muhim biologik jarayon bo'lib, yer yuzasidagi hayotning asosini tashkil etadi.

Fotosintez jarayonining umumiy reaksiyasini shartli ravishda ikkiga: yorug'da boradigan reaksiyalarga, ya'ni fotokimyoviy reaksiyalar va yorug'lik talab qilmaydigan reaksiyalar bo'lish mumkin. Bu har ikkala reaksiya ham xloroplastlar strukturasi bog'liq. Karbonat anhidridni o'zlashtirish bilan bog'liq bo'lgan va yorug'lik talab qilmaydigan reaksiyalar xloroplastlarning stroma qismida boradi. Fotokimyoviy reaksiyalar va ular bilan bog'liq bo'lgan elektronlarning ko'chirilish reaksiyalari xloroplastlarning lamellalarida boradi.

Xloroplastlar tarkibida uchraydigan pigmentlardan asosan xlorofill uchraydi. Xlorofillar porfirin birikmalar bo'lib, ular tarkibida magniy bor.



***xlorofill a***

Porfin xalqasidagi qo'sh bog'lar hisobiga xlorofill molekulasida yorug'lik energiyasi kvantlarini yutib, faol holatga o'tadi. Bu fotosintez boshlang'ich reaksiyasini shartli ravishda quyidagicha yozish mumkin:



Xl- xlorofill,  $h\nu$  - yorug'lik energiyasi,  $Xl^*$  - xlorofillning qo'zg'algan R molekulasida.

Xlorofillning asosiy vazifasi qo'zg'algan holatdagi yorug'lik energiyasini kimyoviy energiyaga aylantirishdan iborat.

**Fotosintezning yorug'lik reaksiyalari.** Yorug'likda boradigan fotosintez reaksiyalarida hosil bo'ladigan birlamchi turg'un moddalar qaytarilgan nikotinamidadenindinukleotidfosfat ( $\text{NADP} \cdot \text{H}_2$ ) va adenozintrifosfat (ATP)dir. Bu moddalar qorong'ida karbonat angidridni o'zlashtirish bilan bog'liq bo'lgan reaksiyalarda muhim ahamiyatga ega.

Yorug'da boradigan fotosintez reaksiyalarida  $\text{NADP} \cdot \text{H}_2$  va ATP hosil bo'lishi bilan bir vaqtda molekulyar kislorod ham ajralib chiqadi.

**Fotosintetik fosforlanish.** Fotosintez qobiliyatiga ega bo'lgan organizmlarning o'ziga xos xususiyatlaridan biri quyoshning yorug'lik energiyasini bevosita kimyoviy energiyaga aylantirishidir. Kimyoviy energiya fotosintetik organizmlarda fosfat bog'lar sifatida ATPda to'planadi.

O'simliklar xloroplastida yorug'da ADP va anorganik fosfatdan ATP sintezlanishi fotosintetik fosforlanish deb ataladi. Fotosintetik fosforlanish jarayonlari, oksidativ fosforlanishdan farq qilib, kislorod ishtirok etishini talab qilmaydi.

Fotosintetik fosforlanish jarayonini 1954 yilda Arnon kashf etgan va u quyidagicha:



Bu jarayonda ATPni hosil bo'lishi turli xildagi reaksiyalarga bog'liq bo'lib, ular bir-biridan reaksiyada ishtirok etadigan kofaktorlari va reaksiya natijasida hosil bo'ladigan mahsulotlar bilan farq qiladi.

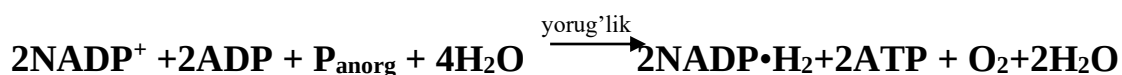
Fotosintetik fosforlanish reaksiyalari ikki asosiy guruhga: siklik (halqali) fotosintetik fosforlanish va siklik bo'lmagan (halqasiz) fotosintetik fosforlanishga bo'linadi.

**Siklik fotofosforlanish.** Bu jarayonda yorug'lik energiyasi faqat ATP sintezlanishi uchun sarflanadi. Siklik fotofosforlanish reaksiyasi anaerob sharoitda borgan uchun kislorod ishtirok etishini talab qilmaydi. Reaksiya davomida kislorod yutilmaydi va, ajralib chiqmaydi.



Siklik fotofosforlanish reaksiyalarida quyoshning yorug'lik energiyasini yutgan xlorofill qo'zg'algan holatga o'tadi. Bunday holatdagi xlorofill molekulasida elektronlar donori sifatida yuqori potentsialga ega bo'lgan tashqi qavatdagi elektronlarni chiqarib yuboradi. Natijada xlorofill molekulasida musbat zaryadga ega bo'lib qoladi. Elektron ma'lum elektron o'tkazuvchi tizim orqali ko'chirilib, musbat zaryadga ega bo'lgan va shu tufayli elektronning aktseptori sifatida namoyon bo'lgan avvalgi xlorofill molekulasiga qaytadi. Shundan qilib, elektron bosib o'tgan yo'l xalqani (siklni) tashkil qiladi. Bu yo'lning ma'lum qismlarida elektronning energiyasi fermentativ tizimlar ishtirokida ATP sintezlanishi uchun sarflanadi.

**Siklik bo'lmagan fotofosforlanish.** Siklik bo'lmagan fotofosforlanish reaksiyasida ATP hosil bo'lishi bilan bir qatorda, NADP qaytariladi va molekulyar kislorod ajralib chiqadi:



Reaksiya natijasida hosil bo'ladigan ATP, NADP·H<sub>2</sub> va O<sub>2</sub> ning stexiometrik miqdori 1:1:1 nisbatda bo'ladi.

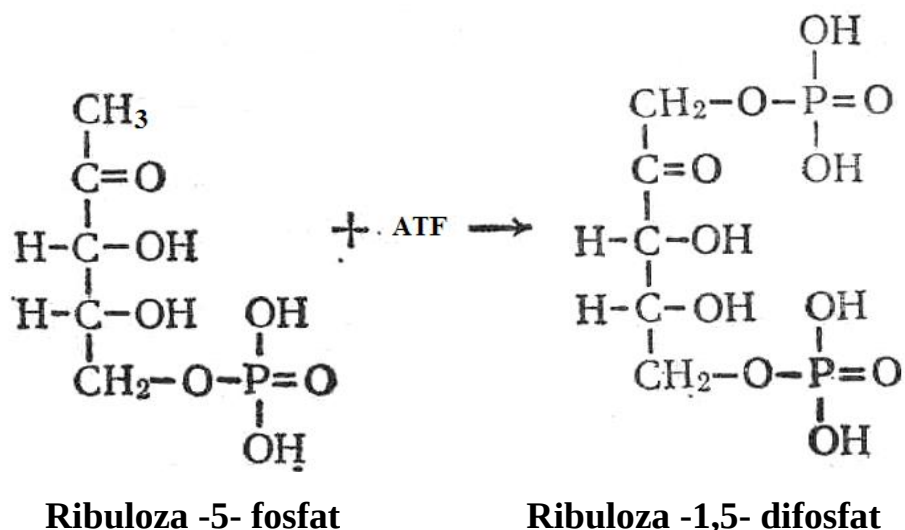
Siklik bo'lmagan fotofosforlanish reaksiyalarida ikkita pigment tizim 680-690 nm uzunlikdagi nurlarni yutuvchi xlorofill a dan iborat bo'lib, yorug'lik spektrining uzun to'lqinli qizil nurlarini yutish xususiyatiga ega. II pigment tizim esa 670 nm uzunlikdagi nurlarni yutuvchi xlorofill a, xlorofill b va boshqa pigmentlardan iborat bo'lib, yorug'lik spektrining qisqa to'lqinli nurlarini yutish xususiyatiga ega.

Ikki fotokimyoviy tizimning o'zaro ta'siri natijasida ATP, NADP·H<sub>2</sub> hosil bo'ladi. Suvning parchalanishi natijasida molekulyar kislorod ajralib chiqadi.

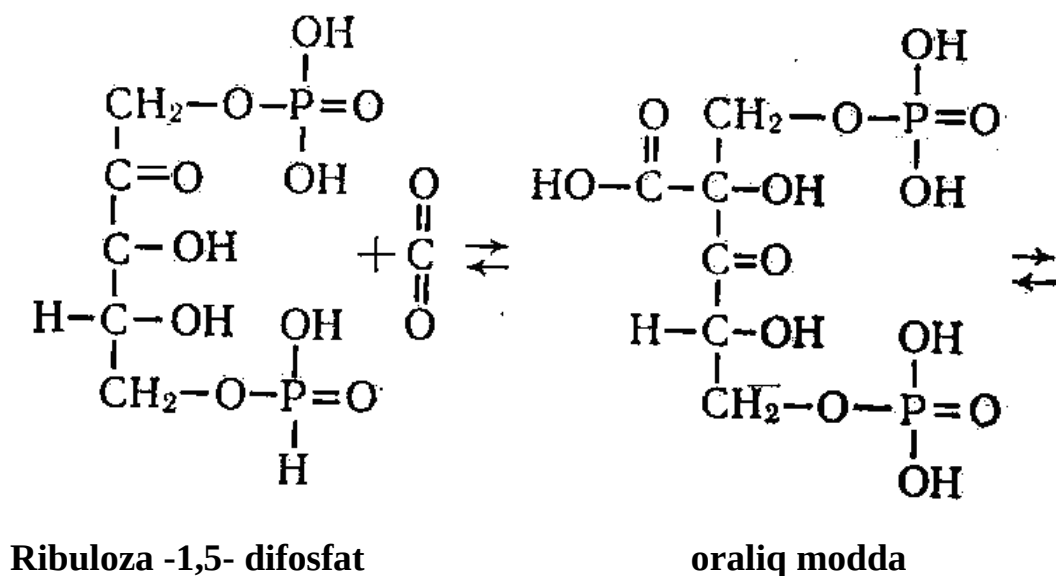
Fotosintezning yorug'lik reaksiyalarida hosil bo'lgan NADP·H<sub>2</sub> va ATP, karbonat angidridni o'zlashtirish uchun sarflanadi. Bu jarayon quyidagi yo'llar bilan amalga oshiriladi.

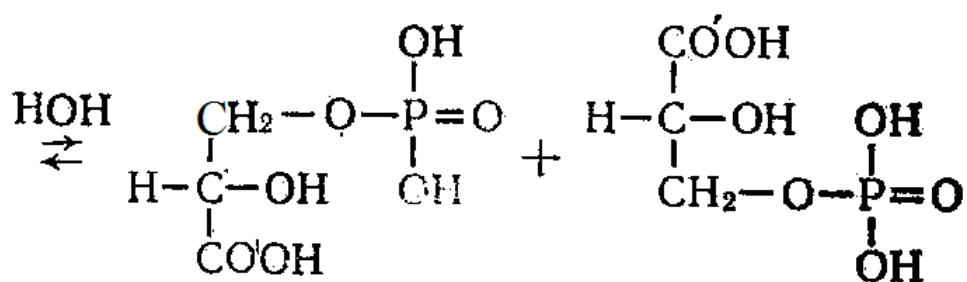
### **Fotosintezning qorong'ulik reaksiyalari**

Fotosintezning qorong'ulik reaksiyalari qorong'ida boradigan reaksiyalarda karbonat angidrid uglevodlargacha qaytariladi, buning uchun ma'lum miqdor energiya sarflanishi kerak. Energiyani yorug'lik reaksiyalarida hosil bo'lgan ATP dan oladi. Kalvin nazariyasiga muvofiq, karbonat angidridning aksetori ribuloza 1,5-difosfatdir.



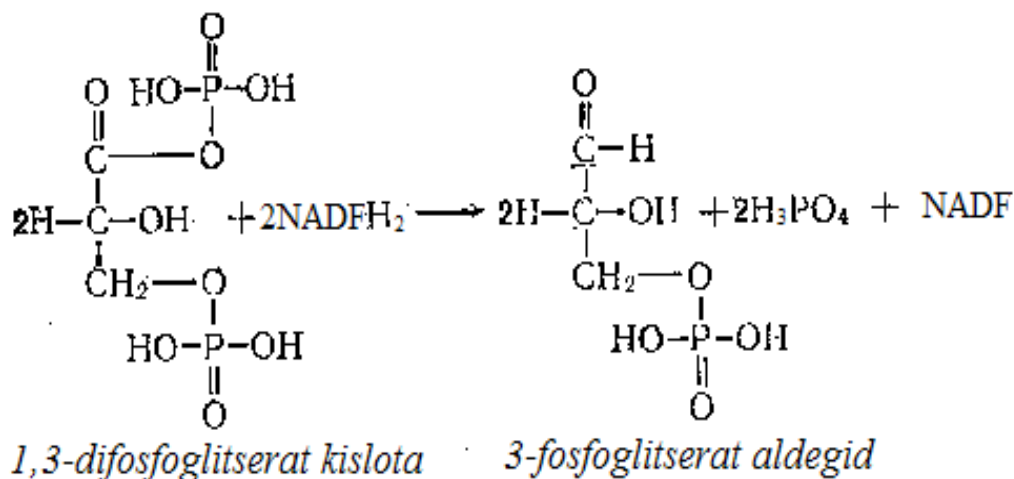
Hosil bo'lgan ribuloza - 1,5-difosfat  $\text{CO}_2$  ni biriktirish hisobiga osonlik bilan karboksillanadi va natijada 3-fosfoglitserat kislota hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan 3-fosfoglitserat kislota 1,5-difosfoglitserat kislota aylanadi va bu jarayonda ATP sarflanadi.





### 3-fosfoglitserat kislota

Triozafosfatdehidrogenaza fermenti ishtirokida 1,3-difosfoglitserat kislotadan 3-fosfoglitserin aldegid hosil bo'ladi, bu reaksiyada NADP.H<sub>2</sub> ham ishtirok etadi.



Shunday qilib, bu reaksiya karbonat angidridning uglevodlargacha qaytarilish siklining birdan-bir qaytaruvchi bosqichidir. Yuqoridagi keltirilgan reaksiyalar fotosintez jarayonining yorug'da va qorong'uda boradigan reaksiyalarini bir-biriga bog'liqligini ko'rsatadi.

Fotosintez jarayonida karbonat angidridni o'zlashtirish bilan bog'lik bo'lgan 10 – 12 ta reaksiya siklidan iborat.

Yuqoridagi reaksiyalar natijasida hosil bo'lgan fosfoglitserat aldegid izomerlanib, fosfodioksiatsetonni hosil qiladi. Navbatdagi reaksiyalarda har ikkala trioza kondensirlanadi va natijada bir molekula fruktoza-1,6 – difosfatni hosil qiladi. Bu modda saxaroza va polisaxaridlarning sintezlanishi uchun zarur bo'lgan dastlabki material hisoblanadi. Shu bilan birga fruktoza -1,6 – fosfat va fosfoglitserin aldegidi o'zaro reaksiyaga kirishib, 4 va 5 uglerodli shakarlarni:

eritroza, ribuloza, ribozalarni hosil kilishda ishtirok etadi. O'z navbatida ribuloza – 5 fosfat yana yangi CO<sub>2</sub> molekulasini o'zlashtirishda ishtirok etadi. Demak, yukorida bayon etilgan jarayon sikldan iborat ekan.

### **VIII.3. Uglevodlar metabolizmi**

Inson organizmida uglevodlar metabolizmi (almashinuvi) quydagi asosiy jarayonlardan iborat:

1. Oziq-ovqat bilan birga qabul qilingan polisaxaridlar oshqozon-ichak yo'lida disaxaridlar va monosaxaridlarga parchalanadi.
2. Asosan jigarda va shuningdek to'qimalarda glikogenning sintezi va parchalanishi kechadi.
3. Glikoliz. "Glikoliz" tushunchasi glyukozaning parchalanishini bildiradi. Dastlab anaerob bijg'ish- bu termin orqali ifodalangan bo'lib, bu jarayon sut kislotasi yoki etanol va CO<sub>2</sub> hosil bo'lishi bilan yakunlangan. Hozirgi vaqtda "glikoliz" tushunchasi glyukozaning parchalanishida keng qo'llanilmoqda, ya'ni "aerobli glikoliz" va "anaerobli glikoliz" jarayonlari bir biridan oxirgi mahsulot sut kislotasining (laktat) hosil bo'lishi bilan farqlanadi.
4. Glyukozaning to'g'ridan – to'g'ri oksidlanishi aerobli yo'l yoki pentozo-fosfat yo'li (pentoz sikli) deb ataladi.
5. Geksozalarni o'zaro bir-biriga aylanishi.
6. Piruvatning aerobli metabolizmi. Glikoliz oksidlanish jarayonining ohirgi mahsuloti - piruvatning hosil bo'lishi.
7. Oxirgisi eng muhim glyukoneogenez jarayoni bo'lib, ushbu jarayonda uglevodlardan uglevod bo'lmagan mahsulotlarning hosil bo'lishi kuzatiladi. Bunday mahsulotlarga birinchi navbatda pirouzum va sut kislotalari, glitserin, aminokislotalar va boshqa birikmalar kiradi.

### **VIII.4. Uglevodlarning parchalanishi**

Tirik organizmlarda boradigan moddalar almashinuvi jarayonlarida uglevodlar muhim ahamiyatga ega. Avvalo bu birikmalar hujayra va to'qimalarda sodir bo'ladigan barcha sintetik reaksiyalarni energiya bilan ta'minlovchi asosiy manbalardan biri hisoblanadi. Shubxasiz, uglevodlarning karbonat angidrid va suvgacha parchalanishi natijasida ularda to'plangan kimyoviy energiya ajralib chiqadi va energiyaga boy bo'lgan maxsus birikmalarning — ATP ning makroergik bog'larida to'planadi. Biroq uglevodlarning tirik organizmlarda bajaradigan vazifasi faqat ularga energiya etkazib berish bilan chegaralanib qolmaydi. Ularning parchalanishida bir qator oraliq birikmalar hosil bo'lib, bu birikmalar tirik organizmlarda uchraydigan boshqa organik moddalarning asosini tashkil etadigan yog' kislotalar, aminokislotalar va boshqa birlamchi mahsulotlar manbai hamdir.

Tirik organizmlar tarkibida uchraydigan barcha polisaxaridlar va oligosaxaridlar bir qator fermentlar ishtirokida avval monosaxaridlargacha parchalanadi. Hosil bo'lgan monosaxaridlarning reaksiya qobiliyati ancha past bo'lib, keyingi almashinuv reaksiyalarida ishtirok etishi uchun ularni ma'lum miqdordagi energiya bilan ta'minlash kerak. Bunga erkin monosaxaridlarni energiyaga boy bo'lgan birikmalar bilan reaksiyaga kirishib, fosforli efirlar hosil qilish tufayli erishiladi. Erkin monosaxaridlarning fosforlanish reaksiyalari ularning parchalanishidagi muhim bosqichlardan biri hisoblanadi. Bunda reaksiya qobiliyati jihatdan monosaxaridlarga nisbatan birmuncha faol bo'lgan fosforli efirlar hosil bo'ladi va shu sababli bu reaksiyalar ko'pincha **faollashtirish reaksiyalari** deb ham ataladi.

Monosaxaridlarning fosforli efirlari, xususan, glyukoza-6-fosfat hujayra va to'qimalarda ikki xil yo'l bilan parchalanadi. Birinchi xil parchalanish ikki bosqichdan iborat bo'lib, avval, glyukoza-6-fosfat ikkita uch uglerodli birikma — piruvat kislotalargacha parchalanadi. Bu jarayon kislorodsiz sharoitda boradi va anaerob parchalanish yoki **glikoliz** deb ataladi. Glikolizda juda kam energiya ajralib chiqadi. Ikkinchi bosqichda esa piruvat kislota karbonat angidrid bilan suvgacha to'liq parchalanadi. Monosaxaridlar parchalanishining bu bosqichi faqat

kislorodli sharoitda borganligi uchun aerob parchalanish yoki di-trikarbon kislotalar deb ataladi. Ko'pincha bu **jarayon sitrat yoki Krebs sikli** deb yuritiladi. Piruvat kislotaning karbonat angidrid va suvgacha parchalanishida bir qator oraliq moddalar, di- va trikarbon kislotalar ishtirok etib, ularning bir-biriga aylanishi halqadan iborat. Glyukoza-6-fosfatniig birinchi yo'lda parchalanishi ikkita uch uglerodli birikma hosil bo'lishi bilan borganligi uchun bu yo'l ko'pincha **dixotomik parchalanish** deb ham ataladi.

Glyukoza-6-fosfatning ikkinchi xil parchalanishi uning oksidlanishi bilan bevosita bog'liq. Bunda glyukoza-6-fosfatdan bir molekula karbonat angidrid ajralib chiqishi tufayli besh uglerodli birikmalar — pentozalar hosil bo'ladi. Shuning uchun bu xildagi parchalanish ko'pincha **pentozafosfat sikli yoki uglevodlarning anotomik parchalanishi** deb ataladi.

#### VIII.5. Uglevodlarning hazm bo'lishi va so'rilishi

Suvda yaxshi eriydigan oddiy shakarlar - monosaxaridlarga parchalanmasdan oldin, ichak devori orqali qonga so'riladi. Qolgan uglevodlar oshqozon-ichak yo'lida glikozid bog'lar gidrolizini katalizlovchi fermentlar-glikozidazalar ta'siri bilan monosaxaridlarga parchalanadi.

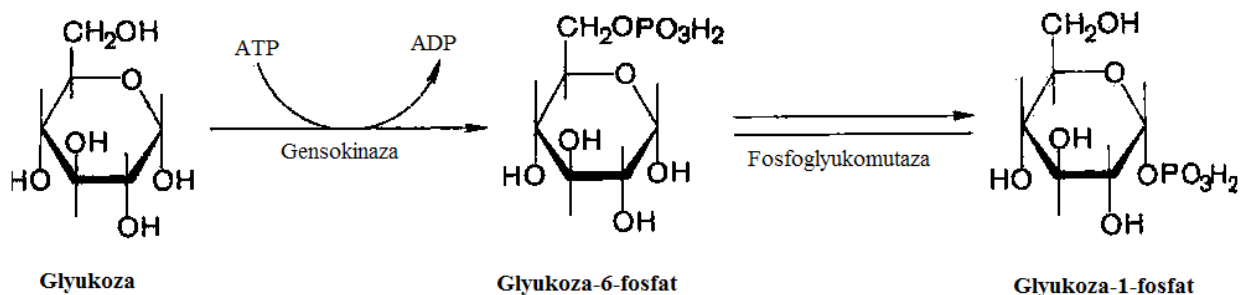
Kraxmalni parchalanishi og'iz bo'shlig'idan boshlanadi: kraxmal so'lakda 1,4-glikozid bog'larni parchalaydigan amilaza fermenti ta'sirida qisman parchalanadi. U asosan ingichka ichakda parchalanadi. Maltoza, izomaltoza, laktoza va saxaroza alohida glikozidazalar-maltaza, izomaltaza, laktaza va saxaraza ta'sirida gidrolizlanadi. Chunki oshqozon osti bezi shirasi tarkibidagi amilaza fermenti ingichka ichakka quyiladi, bu fermentlar ichak hujayralarida sintezlanadi, lekin ichak yo'lga ajralib chiqmaydi: disaxaridlar ichak hujayralarining ichida gidrolizlanadi.

Uglevodlarning butunlay hazm bo'lishidan hosil bo'lgan mahsulotlar - glyukoza, galaktoza va fruktoza ichak hujayralari orqali qonga o'tadi. Ichak yo'lidan o'tadigan glyukoza vena qoni bilan jigarga borib, bu yerda bir qismi

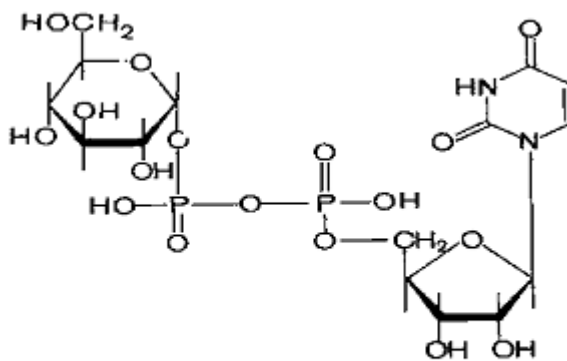
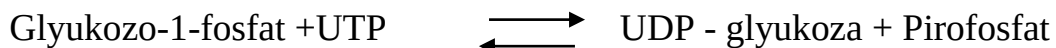
ushlanib qoladi, jigarda glyukoza glikogenga aylanadi. Bir qismi qon oqimi bilan boshqa organ va to'qimalarning hujayralariga etib boradi.

**Glikogenning parchalanishi. Glikogenoliz.** Glikogen yuqori molekularli polisaxarid bo'lib, jigarda ko'p miqdorda to'planadi.

Jigarda glikogenning sintezi uchun ATP faol ishtirok etadi. Glikogenning sintezi glyukozani geksokinaza fermentlari va ATP ishtirokida fosforlanishi natijasida hosil bo'ladi:



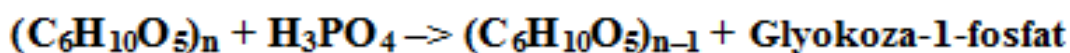
Hosil bo'lgan glyukoza-1-fosfat glikogenning sintezida ishtirok etadi. Birinchi bosqichda glyukoza-1-fosfat bilan UTP o'zaro ta'sir etib, urindindifosfat-glyukoza va pirofosfat hosil bo'ladi.



Uridinfosfatglyukoza  
(UDP - glyukoza)

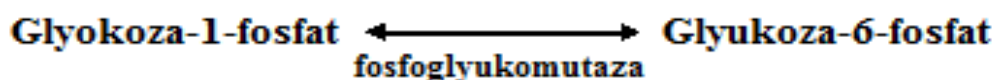
Glikogenning  $\alpha$ - (1 $\rightarrow$ 6) bog' orqali hosil bo'lishini amilo-(1 $\rightarrow$ 4) $\rightarrow$ (1 $\rightarrow$ 6)-transglyukozidaza fermenti reaksiyani katalizlaydi.

**Glikogenning parchalanishi (glikogenoliz).** Glikogenning parchalanishi gidrolitik va fosforolitik yo'llar bilan boradi. Uning gidrolizi amilaza fermenti ta'sirida boradi. Fosforolitik parchalanishda fosforilaza fermenti glikogenning zahira formasidan metabolitik aktiv formaga aylantiradi. Fosforilaza ta'sirida glikogen glyukozaning fosforli efiridan iborat bo'lgan polisaxarid molekulasini katta bo'laklarga parchalaydi. Reaksiyaning umumiy shaklini quyidagicha ifodalash mumkin:

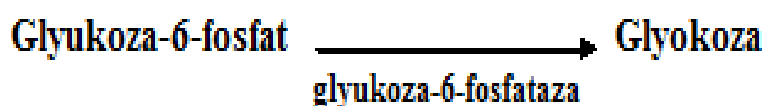


bu erda  $(C_6H_{10}O_5)_n$  glikogenning polisaxarid zanjirini,  $(C_6H_{10}O_5)_{n-1}$  esa aynan o'sha zanjirning bitta glyukozaga qisqargan holatini ifodalaydi

Reaksiya natijasida hosil bo'lgan glyukoza-1-fosfat fosfoglyukomutaza fermenti ta'sirida glyukoza-6-fosfatni hosil qiladi.



Jigarda glyukoza-6-fosfatdan erkin glyukoza glyukoza-6-fosfotaza fermenti ta'sirida hosil bo'ladi. Bu ferment fosfatni ajralib chiqishini gidrolitik yo'l bilan parchalaydi:



Glyukoza hosil bo'ladi.

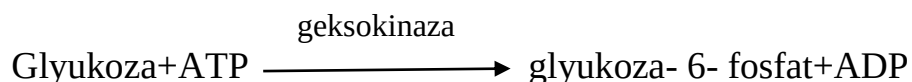
Glyukoza metabolizmining umumiy sxemasi.

Glyukoza uglevodlarning energetik va plastik funksiyalari o'rtasida bog'lovchi xalqa rolini o'ynaydi, chunki boshqa hamma monosaxaridlar glyukozadan hosil bo'lishi va aksincha turli-tuman monosaxaridlar glyukozaga aylanishi mumkin.



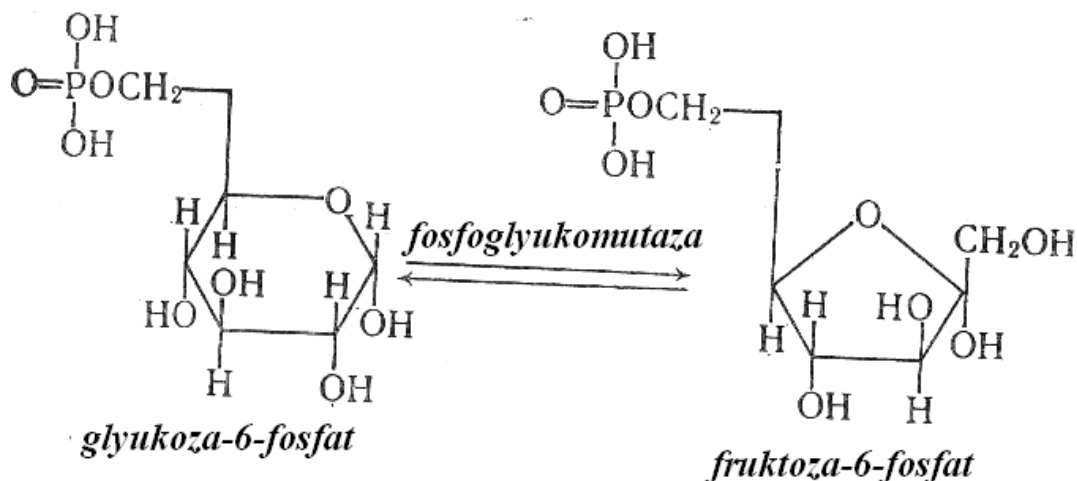


1. Glikolizning birinchi reaksiyasida glyukoza fosforlanadi va glyukoza-6-fosfatga aylanadi. Bu reaksiyani geksokinaza fermenti katalizlaydi va ATP ishtirok etadi.

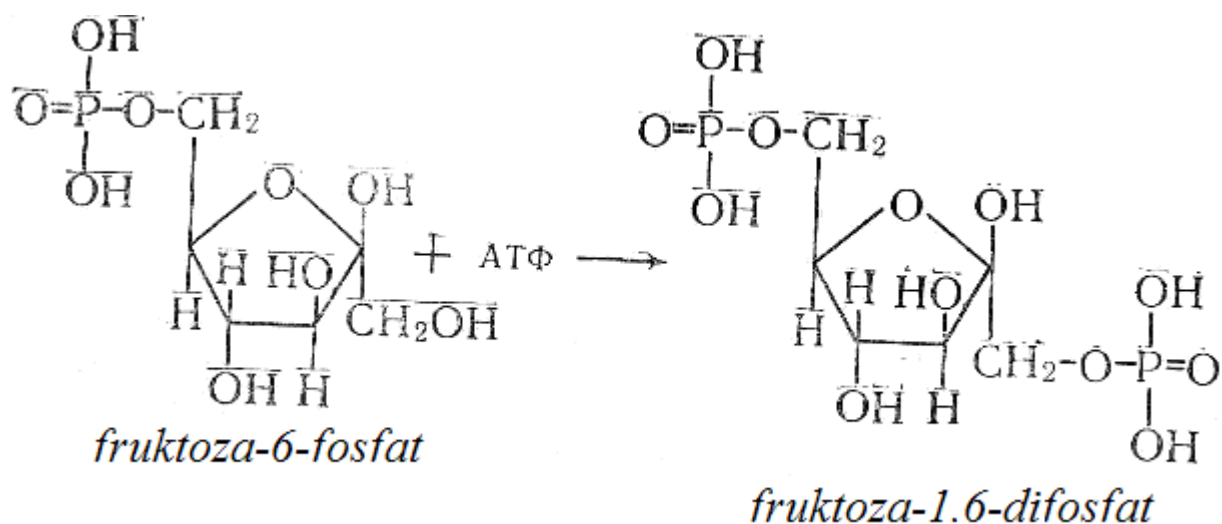


Glyukoza-6-fosfat o'simliklar to'qimasida boshqa yo'l bilan ham hosil bo'lishi mumkin. Kraxmal va shunga o'xshash tarkibida glyukoza tutuvchi polisaxaridlar fosfat kislota bilan reaksiyaga kirishishi tufayli ham glyukoza-6-fosfat hosil bo'ladi. Bu jarayon o'simliklarda ko'p uchraydigan fosforilaza fermenti ishtirokida boradi.

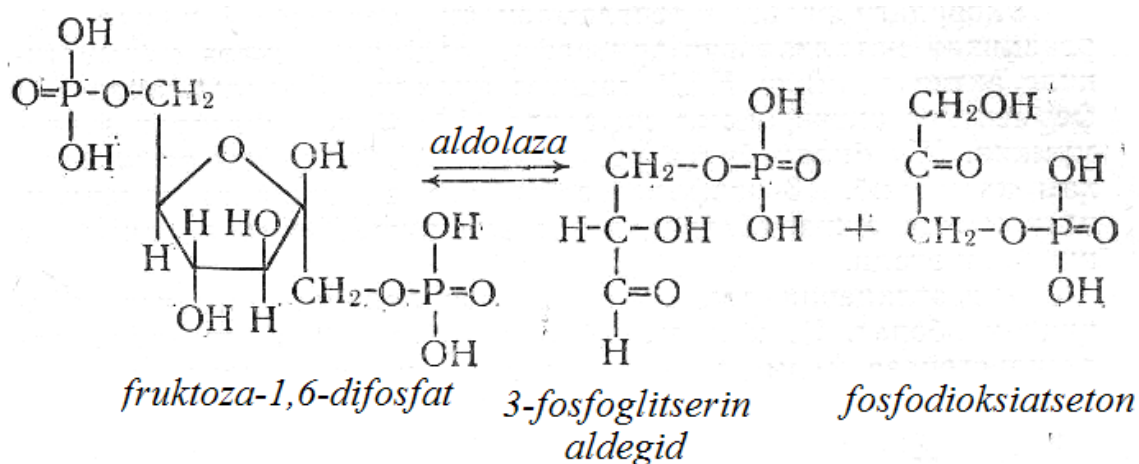
2. Glikolizning ikkinchi reaksiyasida hosil bo'lgan glyukoza-6-fosfat ferment glyukoza-6-fosfat-izomeraza ta'sirida izomerlanib, fruktoza-6-fosfatni hosil qiladi:



3. Reaksiyaning uchinchi bosqichida hosil bo'lgan fruktozo-6-fosfat fosfofruktokinaza ta'sirida va ikkinchi molekula ATP hisobiga yana fosforlanadi, fruktoza-1,6-difosfatga aylanadi:



4. Hosil bo'lgan fruktoza-1,6-difosfat aldolaza fermenti ishtirokida ikkita triozafosfatgacha parchalanadi. 3-fosfoglitserin esa aldegid bilan fosfodioksiatsetonga parchalanadi:



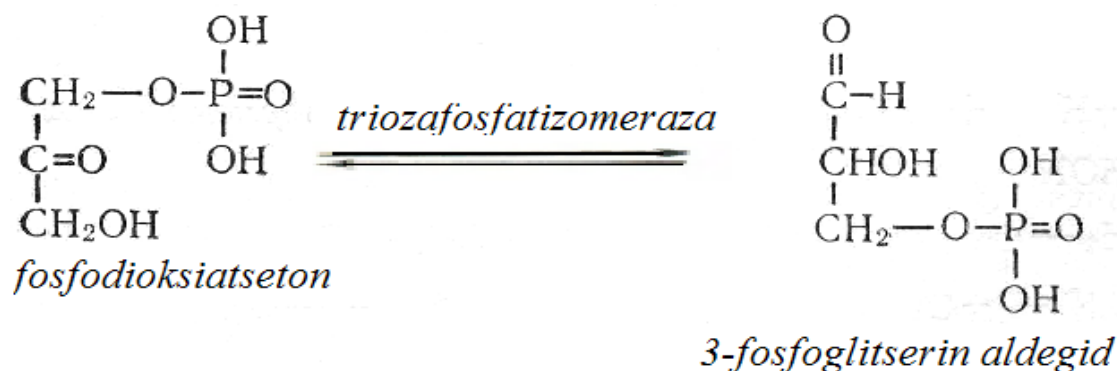
**3-fosfoglitserin aldegidining hosil bo'lishi** bilan glikolizning birinchi bosqichi yakunlanadi va bosqichda ikki molekula ATP sarflanadi.

Glikolizning ikkinchi bosqichi nihoyatda murakkab va muhimdir. Bu bosqichda oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari borib, bu jarayonlarda ATP hosil bo'ladi.

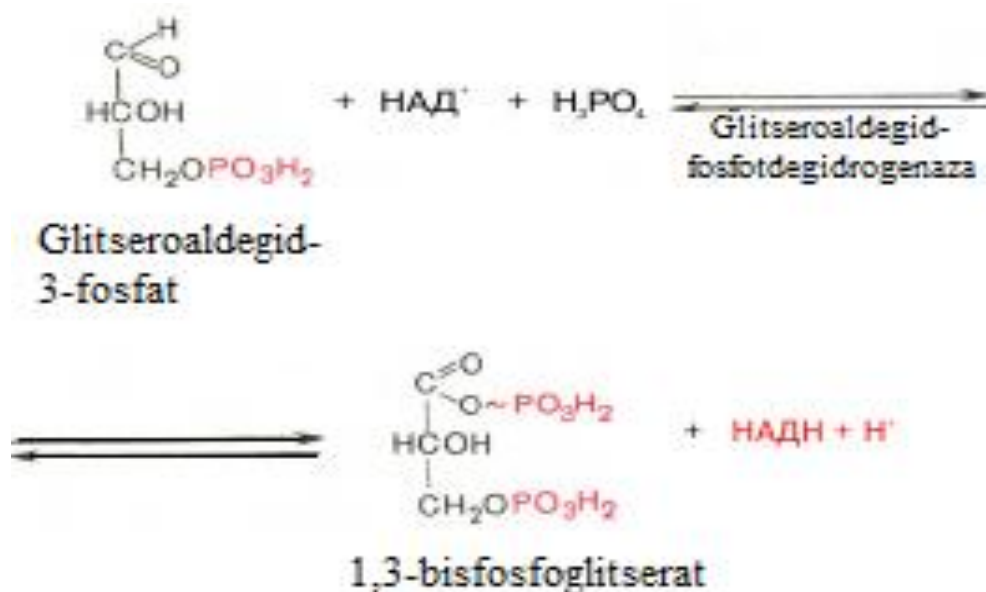
Ikkinchi bosqich beshta fermentativ reaksiyadan iborat. Bu bosqichda ikki molekula glitseroaldegid-3 fosfat ikki molekula piruvvatga aylanadi. Bu davrda energiya hisobiga 4 molekula ADF fosforlanib, 4 molekula ATP hosil qiladi. Shunday qilib, glikoliz jarayonida bir molekula glyukoza hisobiga tog'ri keladigan

ATP molekularining soni to'rtga emas, ikkitadir, chunki ikkita ATP glikolizning birinchi davrida sarflangan edi.

5. Yuqoridagi reaksiyada hosil bo'lgan fosfodioksiatseton hujayralarda to'planmasdan, triozafosfat-izomeraza fermenti ishtirokida har doim 3-fosfoglitserin aldegidga aylanib turadi:



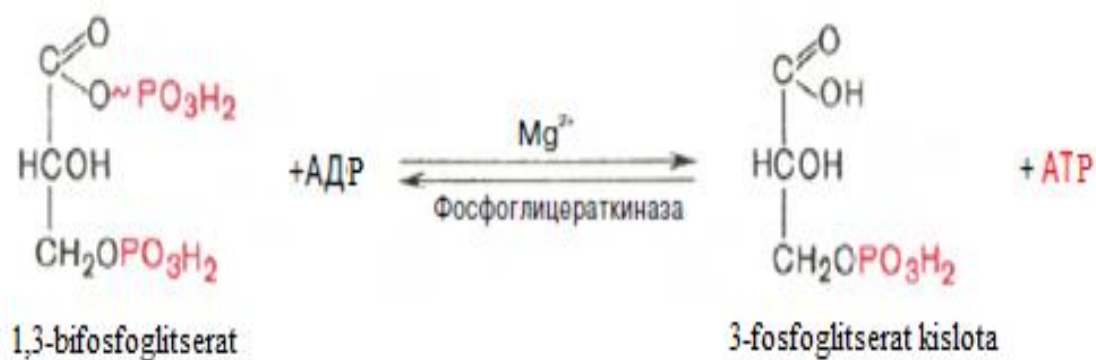
6. Navbatdagi oltinchi reaksiyada 3-fosfoglitserin aldegid ferment gliseraldegidfosfatdehidrogenaza,  $\text{NAD}^+$  kofermenti va fosfat kislotasi ishtirokida 1,3-difosfoglitserin kislotasi va  $\text{NAD}^+(\text{NADH})$  qaytarilgan formasi hosil bo'ladi.



Hosil bo'lgan 1,3-difosfoglitserat energiyaga boy bo'lgan birikmadir.

7. Reaksiyaning keying bosqichida 1,3-difosfoglitserat kilota ADP bilan qayta fosforlanish reaksiyasiga kirishib, ATP va 3-fosfogliterat kislotasi hosil qiladi.

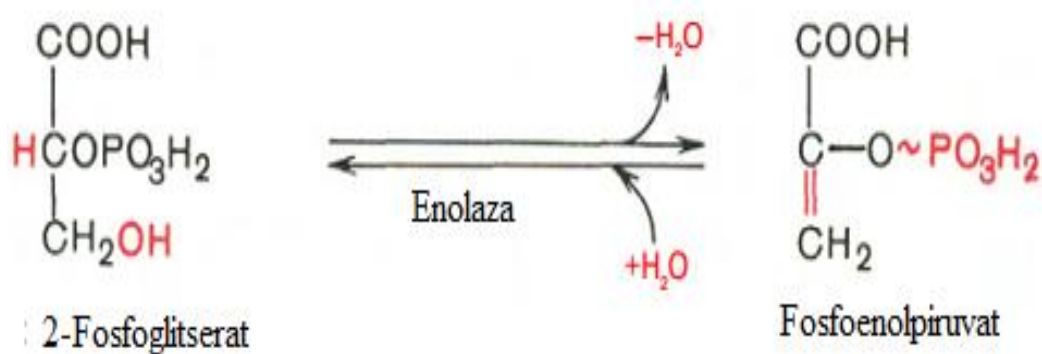
Bu reaksiya fosfoglitseratkinaza fermenti ishtirokida katalizlanadi.



8. 3-fosfоглитсерин kislota 3-fosfоглитсерат fosfоглитсеромутаза fermenti ta'sirida 2-fosfоглитсерин kislota (2-fosfоглитсерат)ga aylanadi. Reaksiya qaytar bo'lib,  $\text{Mg}^{2+}$  ishtirok etadi.

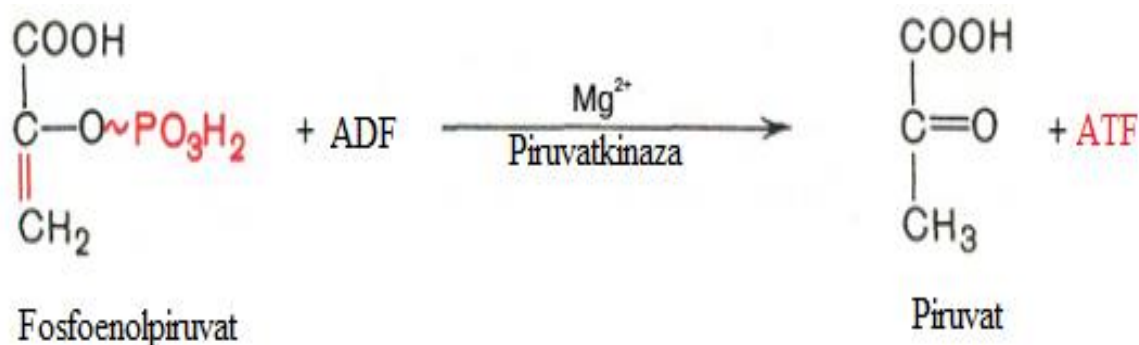


9. To'qqizinchi reaksiyada enolaza fermenti ta'sirida 2-fosfоглитсерин kislotasidan bir molekula suv ajralib chiqishi natijasida energiyaga boy bo'lgan fosfoenolpiruvat (fosfoenolpirouzum) kislota hosil bo'ladi.



Enolaza fermenti  $\text{Mg}^{2+}$  yoki  $\text{Mn}^{2+}$  kationlari ta'sirida faollashadi, ftorid ta'sirida ingibirlanadi.

10. O'ninchi reaksiyada hosil bo'lgan fosfoenolpiruvatdagi energiyaga boy bo'lgan bog' uziladi, fosfat kislota qoldig'i ADP ga ko'chiriladi, natijada ATP hosil bo'ladi. Reaksiyani piruvatkinaza fermenti katalizlanadi:

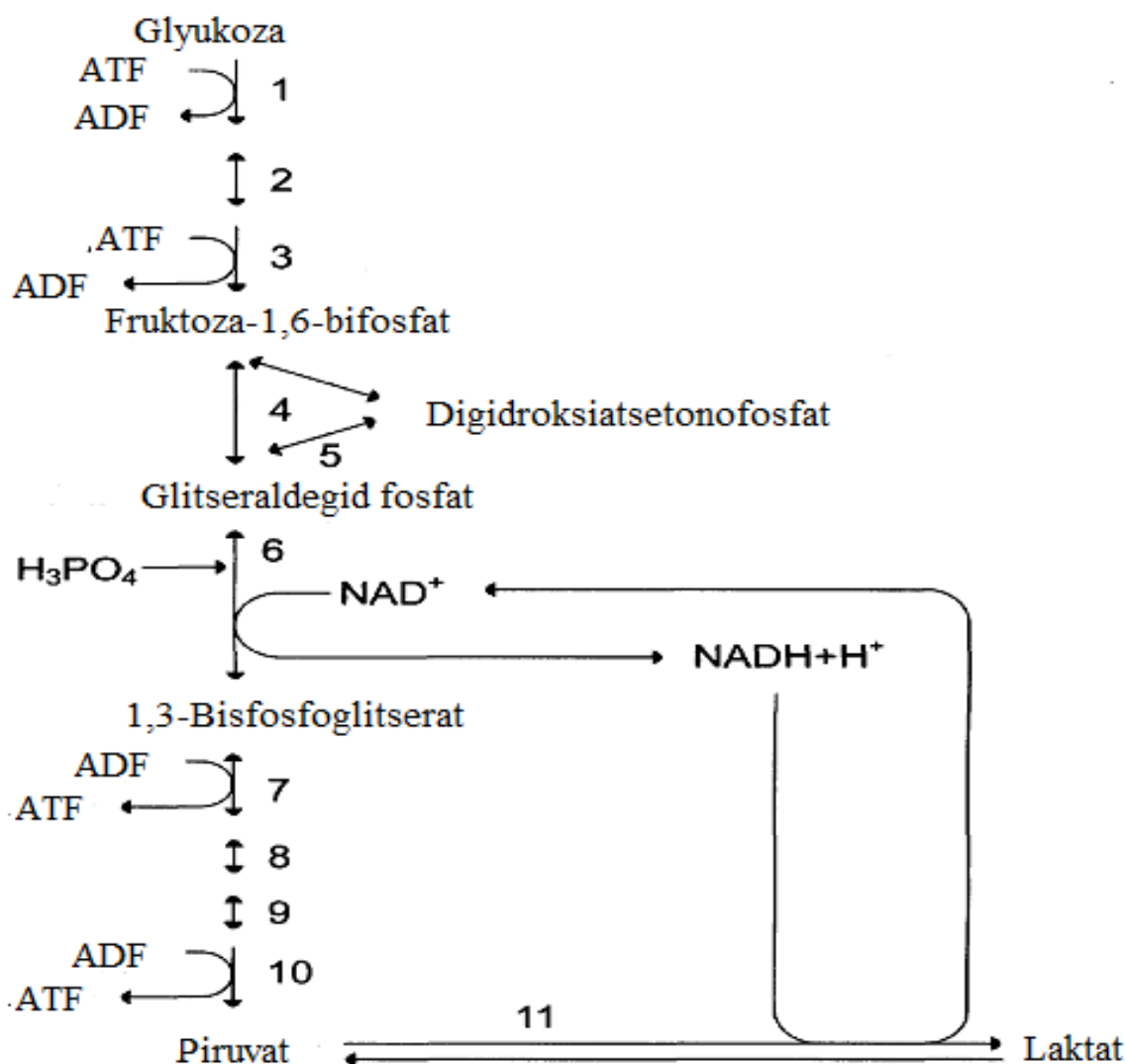


Piruvatkinazaning aktivatori  $\text{Mg}^{2+}$  ionidir. Bu reaksiya qaytmas jarayondir. Reaksiya natijasida piruvat va ATP hosil bo'ladi.

11. Laktat kislolaning hosil bo'lishi. Anaerob sharoitda pirouzum kislota 6-bosqichda hosil bo'lgan nikotinamidadenindinukleotidning qaytarilgan shakli ( $\text{NADH}_2$ ) bilan reaksiyaga kirishib, darhol laktat kislotaga aylanadi. Natijada glikolizning oxirgi mahsuloti bo'lgan sut kislota to'planadi va koferment  $\text{NAD}^+$  qaytadan tiklanadi. Reaksiya laktatdegidrogenaza fermenti ishtirokida boradi.



Glikoliz reaksiyasining sxemasi VIII.6.1 rasmda berilgan



Rasm VIII.6.1 Glikoliz reaksiyasining umumiy sxemasi

Shunday qilib, glikoliz jarayonining biologik ahamiyati shundan iboratki, bunda energiyaga boy bo'lgan fosforli birikmalar hosil bo'ladi. Glikolizning birinchi bosqichida 2 molekula ATP sarflanadi(geksokinaza va fosfofruktokinaza reaksiyalari). Keyinchalik 4 molekula ATP hosil bo'ladi(fosfoglitserratkinaza va piruvatkinaza reaksiyalari). Shunday qilib, 1 molekula glyukozaning anaerob sharoitdagi glikolizning energetik effektivligi 2 molekula ATP ni tashkil etadi.<sup>31</sup>

## VIII.7. Glyukoneogenez

<sup>31</sup> Richard A Harvey., Denise R Ferrier . Biochemistry. Lippincott Williams and Wilkins. China. 2011, p-99

Glyukoneogenez deb glyukozani uglevod bo'lmagan mahsulotlardan sintezlanish jarayoniga aytiladi. Bunday mahsulotlarga yoki metabolitlarga birinchi bo'lib, sut va pirouzum kislotalari, aksari aminokislotalar, glitserol va limon kislota halqasining oraliq mahsulotlari kiradi.

Umurtqali hayvonlarda glyukonogenez asosan jigarda va ancha kam sur'at bilan buyrak usti bezining po'st qavatida o'tadi.

Glyukoneogenez jarayonining markaziy yo'li piruvatning glyukozaga aylanishi katabolizmining ancha bosqichlarini o'z ichiga oladi. Lekin glikoneogenez glikoliz reaksiyalarining teskari yo'nalishi emas. Glikolizning o'n bir bosqichidan yettitasi glyukogenez jarayoniga kiradi, ammo qolgan uchta reaksiyalar deyarli qaytalama bo'lmaganidan sintetik jarayoniga kira olmaydi. Ular glyukoza sintezi tamonga yo'nalgan aylanma reaksiyalardir.

Ularning birinchisi, piruvatni fosfoenolpiruvatga o'tishi.

Ikkinchisi fruktozo-6-fosfatni erkin glyukoza hosil qilib, defosforlanishi.

Ularning aylanma yo'l bilan qaytarilinshi VIII.7.1-rasmda ko'rsatilgan.

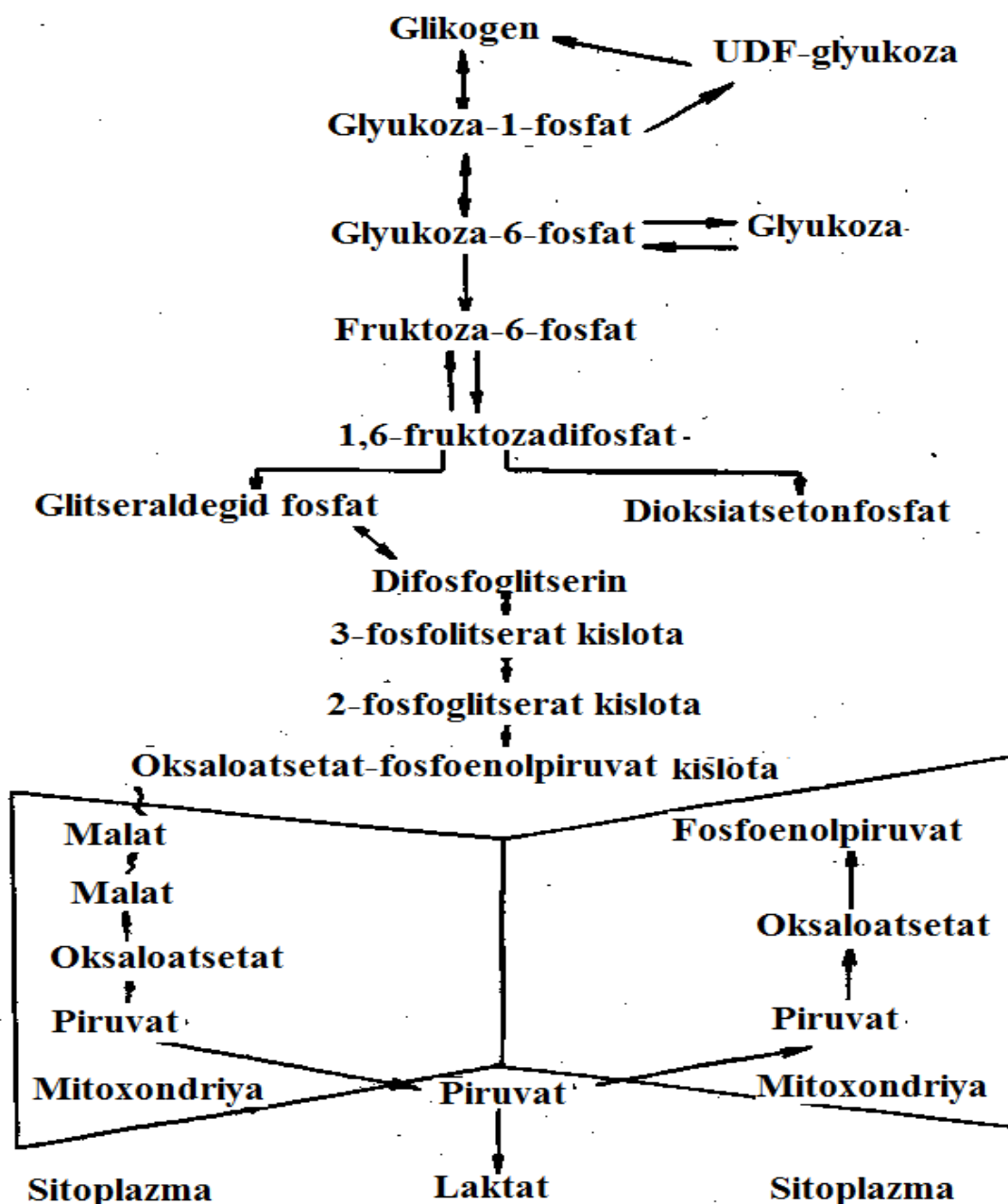
Bu reaksiyalardan tashqari laktatni glikogenga o'tishida yana bitta shunday reaksiya bor bo'lib, bu glyukozo-6-prosfat glikogendir.

Piruvatni fosfoenolpiruvatga o'tishi hujayraning tipiga qarob quyida keltirilgan uch yo'ldan biri orqali bajarilishi mumkin. Ba'zi bakteriyalarda birdan-bir ATPga bog'liq fosfoenolpiruvat sintetazaga fermenti bu reaksiyani bevosita katalizlaydi. Oliy o'simlik va hayvon hujayralarida piruvatni fosfoenolpiruvatga o'tishi murakkab yo'l bilan oksaloatsetat ishtirokida bajariladi. Bu jarayonda ikkita ferment - piruvat karboksilaza va fosfoenal-piruvatkarboksikinaza qatnashadi.

Har ikkila fermentlar ham mitoxondriyalarda joylashgan, piruvat mitoxondriyal membranadan bemalol o'ta oladi. Uchinchi yo'l ham oksaloatsetatdan foydalanishi bilan bog'liq, lekin oksaloatsetat mitoxondriyal membrana orqali o'ta olmaganidan u avvalo malatdegidrogenaza ta'sirida malatga qaytarilib, mitoxondriyadan sitoplazmaga chiqadi, bu yerda u sitoplazmatik malatdegidrogenaza ta'sirida oksaloatsetatga oksidlanib, karboksikinaza



reaksiyasiga kirishadi. Glikogen sintezi bilan bog'liq bu reaksiyalar zanjiri quyidagi VIII.7.1. rasmda keltirilgan.



Rasm VIII.7.1. Glikogen metabolizmining umumiy sxemasi

### VIII.8. Glikogen almashinuvining regulyatsiyasi

Uglevodlar almashinuvi nerv sistemasi va gormonlar tomonidan boshqarilib turadi. Uning boshqaruv holati, avvalo qondagi qand miqdorining o'zgarishida aks ettiriladi.

Uglevod almashinuvining regulyatsiyasida nerv sistemasining idora qiluvchi roli turli asabiylanishi, birdan xursand bo'lish va hafachilik bilan bog'liq omillar ta'sirida qon glyukozasi miqdorining o'zgarishiga olib keladi. Qand miqdorini regulyatsiyalashda ham, moddalar almashinuvining boshqa tomonlarining regulyatsiyasidagi kabi oliy nerv sistemasining ta'siri, asosan gormonlar (gumaryl mexanizm) orqali amalga oshiriladi.

Uglevodlar almashinuvi regulyatsiyasida bir qator gormonlar qatnashadi. Qon qandini me'yorda saqlash uchun ular o'zaro ma'lum munosabatida bo'ladi va faqat glikogenning qon glyukozasiga aylanishigagina ta'sir etib qolmay, bevosita yoki bilvosita ravishda umumiy moddalar almashinuviga, shuningdek, to'qimalarda uglevodlarning oksidlanishiga, yog'lar va aminokislotalar almashinuviga ham ta'sir ko'rsatadi. Buyrak usti bezi miya qavatining gormoni adrenalin qand miqdorining ortishiga ta'sir ko'rsatadi. Oshqozon osti bezi gormoni - insulin qand miqdorini kamaytiradi. Uglevod almashinuvi regulyatsiyasida yana bir qator boshqa gormonlar - oshqozon osti bezining ikkinchi gormoni - glyukagon, buyrak usti bezlarining po'st qavati gormonlari - kortikosteroidlar, gipofizning old bo'lagidan chiqadigan somatotron gormon, qalqonsimon bez gormoni - tiroksin ham ishtirok etadi.

Uglevodlar almashinuvida bu gormonlar orasidagi munosabat ancha murakkab bo'lib, bir tomondan, antogonistik (qarama-qarshi) bo'lsa, boshqa bir tomonidan sinergetik (bir-birini kuchaytiruvchi), har xil organlarga va moddalar almashinuvining to'rtli yo'llariga nisbatan turlicha ta'sir etadi.

Uglevodlar almashinuvini regulyatsiyasining barcha mexanizmlari o'zaro bog'liq bir-biriga ta'sir etadigan ko'p qavatli, o'zaro idora qilinadigan sistemadir. Bu sistemaning qaysi bir zvenosi buzilmasin, u uglevod almashinuvining patologiyasiga (qandli diabetga) sabab bo'ladi. Ko'pincha, bu buzilish qonda qand miqdorining ortib ketishi giperglikemiya va siydikda qand paydo bo'lishi glyukozuriyaga olib keladi.

### **VIII.9. Uch karbon kislotalar sikli. Krebs sikli**

Uch karbon kislotalar siklini birinchi bo'lib angliyalik bioximik olim G.Krebs kashf etgan.

Piruvat kislota aerob sharoitda to'liq oksidlanishi uchun avval faollashgan birikma atsetil-KoA ga aylanadi. Hosil bo'lgan bu birikmaning keyingi taqdiri moddalar almashinuvi jarayonlarida muhim ahamiyatga ega bo'lgan organik kislotalar almashinuviga bog'liq bo'ladi.

Tirik organizmlarda, xususan, o'simliklar tarkibida organik kislotalar ko'p bo'lganligi uchun ular almashinuvini o'rganishga alohida ahamiyat berish kerak. Tunberg o'simliklar tarkibida organik kislotalarning aerob oksidlanishida ishtirok etadigan bir qator degidrogenaza fermentlari mavjudligini aniqlagan va shunga asoslanib, organik kislotalarning almashinuvi sikldan iborat degan gipotezani yaratgan. 1930 yillarda Sent-Derdi muskul to'qimalaridan tayyorlangan qiymaning nafas olishini o'rganish ustida olib borgan tajribalarida dikarbon kislotalardan suksinat, fumarat, oksaloatsetat va malat kislotalar juda kam miqdorda bo'lsada, nafas olish jarayonini bir necha baravar tezlatishini, ya'ni katalitik ta'sir qilish xususiyatiga ega ekanligini aniqlagan. Sent-Derdi kashfiyotining muhimligi tirik organizmlarda bu reaksiyalarni katalizlovchi degidrogenaza fermentlari mavjudligini aniqlaganligidadir. Keyinchalik Krebs sitrat kislota bilan ketoglutarat kislota xam nafas olish jarayoniga katalitik ta'sir etishini aniqlagan. U oksaloatsetat bilan piruvat kislotadan sitrat kislota hosil bo'lishini aniqlagandan so'ng, Sent-Derdining dikarbon kislotalar sikli to'ldirilib, bir muncha o'zgartirilgan holatda di- va trikarbon kislotalar (sitrat kislota) sikli yoki Krebs sikli deb ataladigan bo'ldi. O'simliklardan Krebs siklida ishtirok etuvchi barcha oraliq birikmalar va bu reaksiyalarni katalizlovchi ferment sistemalari topilgan.

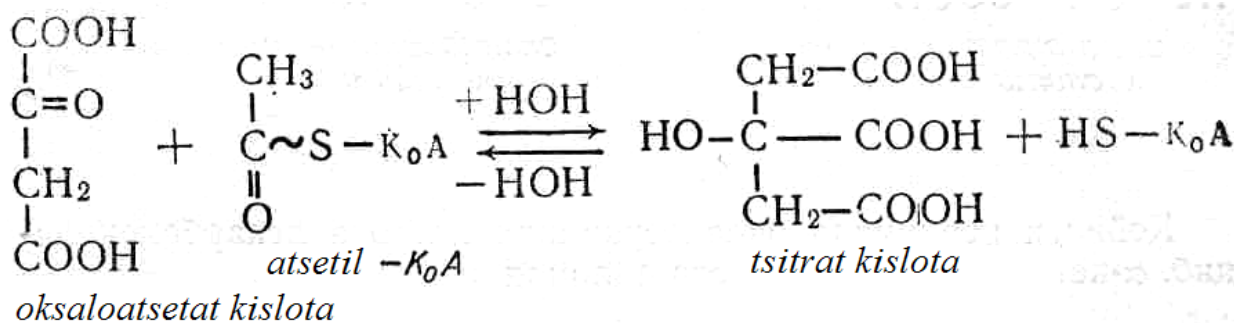
#### ***Krebs siklining ayrim reaksiyalari***

Glyukozaning parchalanishidan hosil bo'lgan pirouzum kislota aerob sharoitda  $\text{CO}_2$  va  $\text{H}_2\text{O}$  gacha oksidlanishi hujayra nafas olishi deb ataladi.

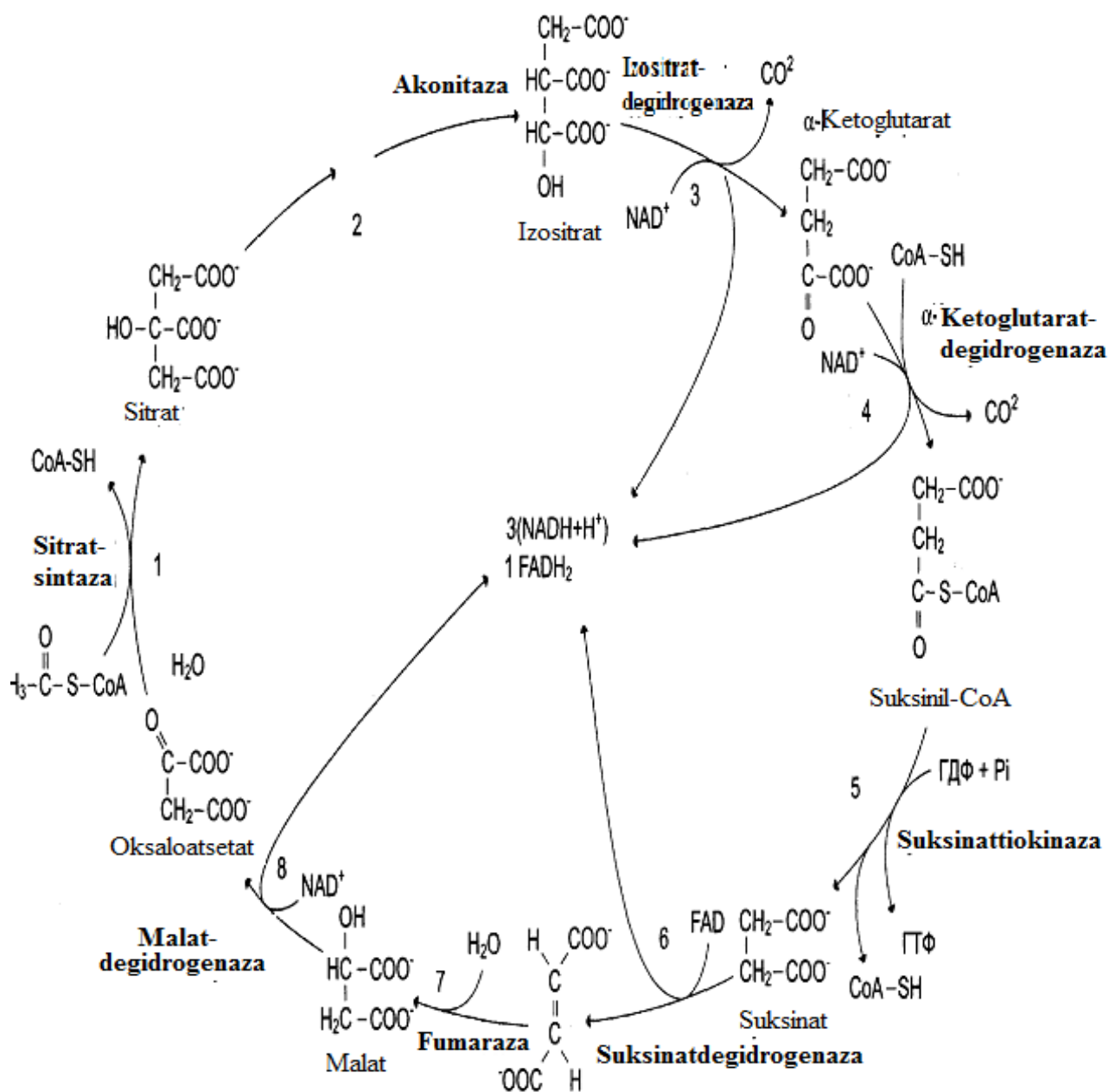
Hujayraning nafas olishida piruvatdan tashqari yog' kislotalar va bir qator aminokislotalar ham to'la oksidlanadilar. Sitrat siklining barcha reaksiyalari, yani piruvatning oksidlanib dekarboksilanishi mitoxondriyalarda boradi.

Sitrat siklining reaksiyalarining sxemasi quyidagi rasmda keltirilgan (rasm VII.9.1).

Krebs siklining birinchi bosqichida atsetil-KoA oksalo-atsetat kislota bilan o'zaro reaksiyaga kirishib, sitrat kislota hosil qiladi. Bu reaksiyani katalizlovchi ferment kristall holda ajratib olingan bo'lib, sitratsintetaza fermenti deb ataladi. Reaksiya energiyani yutish bilan boradi va atsetil-KoA tarkibidagi makroergik bog'da to'plangan energiya hisobiga amalga oshadi:

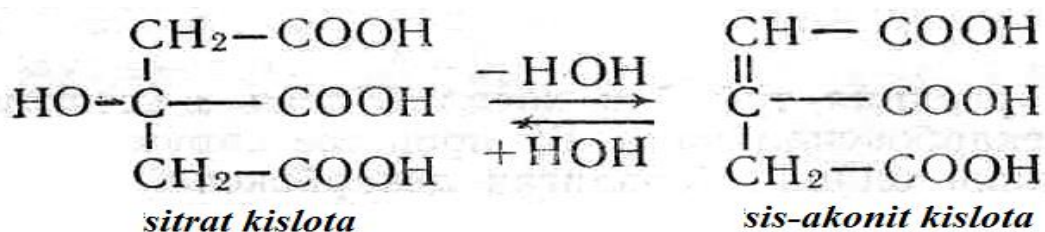


Bu reaksiya qaytar xarakterga ega bo'lib, uning muvozanati o'ngga, ya'ni sitrat kislota hosil qilish tomonga siljigan bo'ladi. Sitrat kislota halqaning muhim mahsulotlaridan biri hisoblanadi. Shuning uchun bu jarayon **sitrat sikli** deb ham ataladi.

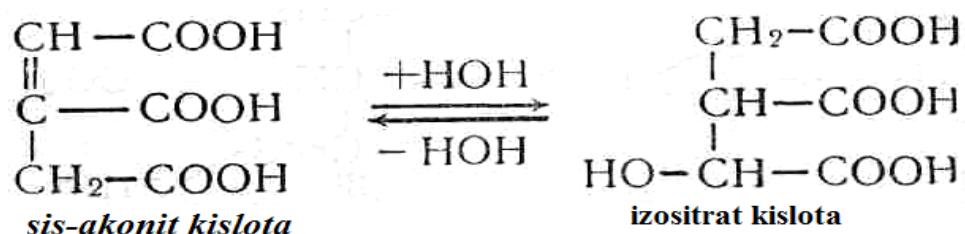


Rasm VIII.9.1. Krebs sikli reaksiylarining sxemasi

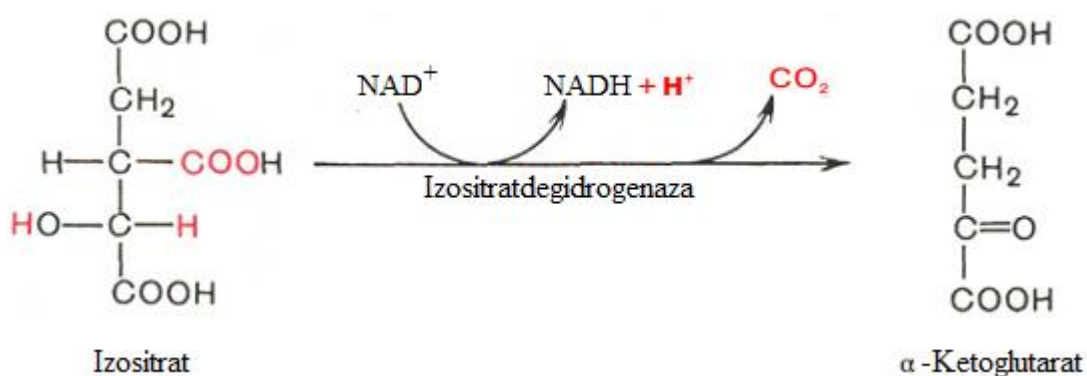
Ikkinchi reaksiyada hosil bo'lgan sitrat kislota dehidratatsiyalanadi va sis-akonit kislota hosil qiladi. Bu reaksiya akonitaza fermenti ishtirokida katalizlanadi:



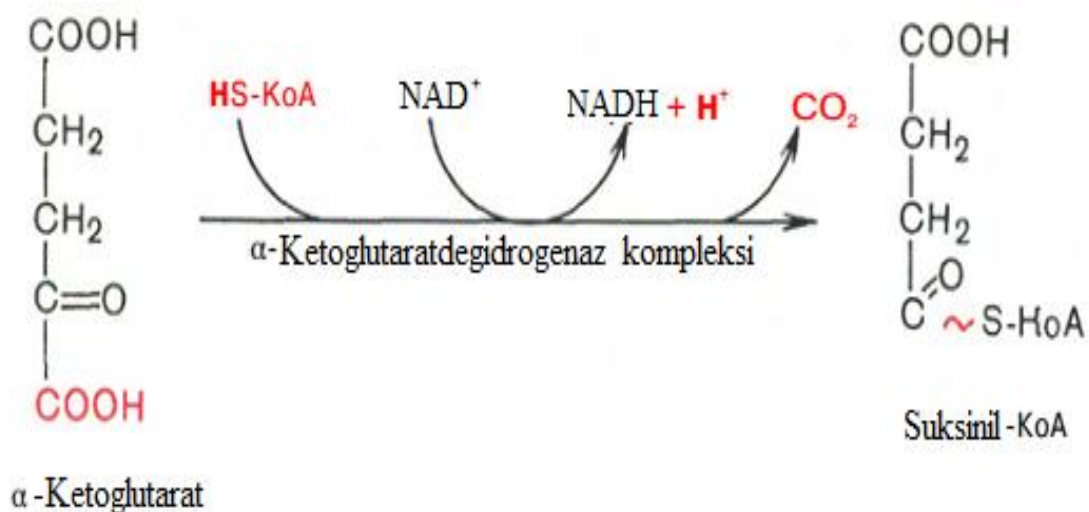
Keyingi reaksiyada *sis*-akonit kislota yana bir molekula suv biriktirib, izolimona kislota aylanadi. Bu reaksiya ham akonitaza fermenti ishtirokida tezlashadi:



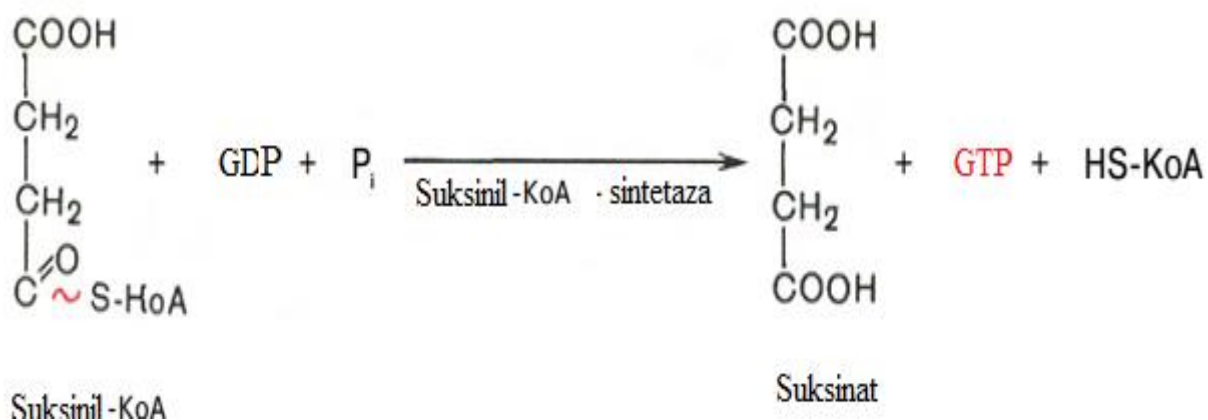
Uchinchi reaksiyada izositrat kislota degidratatsiyaga uchrab, oksalosuksinat kislota aylanadi. Bu reaksiya izositratdegidrogenaza fermenti ishtirokida katalizlanadi. Fermentning faol qismini NADP tashkil qiladi:



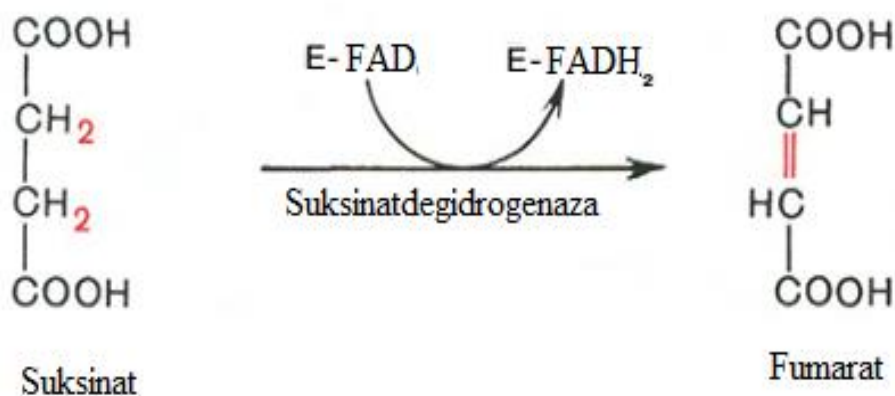
To'rtinchi reaksiyada oksidlanish bilan boradigan dekarboksillanish reaksiyasi natijasida 2-ketoglutaratdan energiyaga boy bo'lgan birikma suksinil KoA hosil bo'ladi. Bu reaksiyada beshta koferment ishtirok etadi: TPP, lipo kislotasining amidi, HS-KoA, FAD va  $\text{NAD}^+$ .



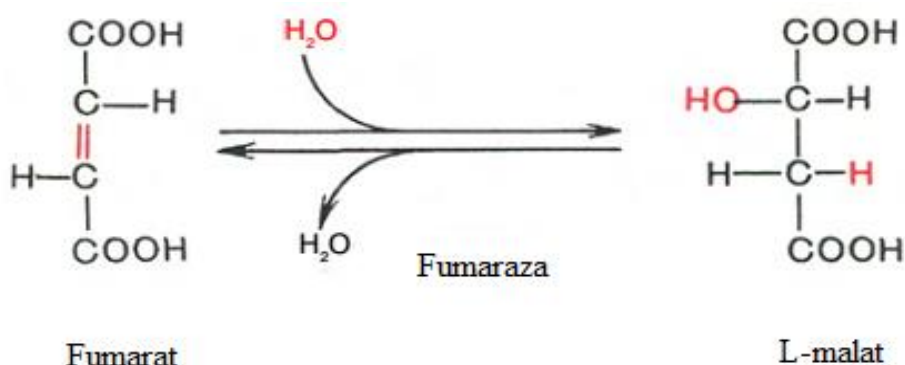
Beshinchi reaksiyani suksinil KoA – sintetaza fermenti katalizlaydi. Reaksiyada suksinil KoA GDP va anorganik fosfat ishtirokida yantar kislotaga (suksinat) aylanadi hamda reaksiya natijasida GTP hosil bo'ladi.



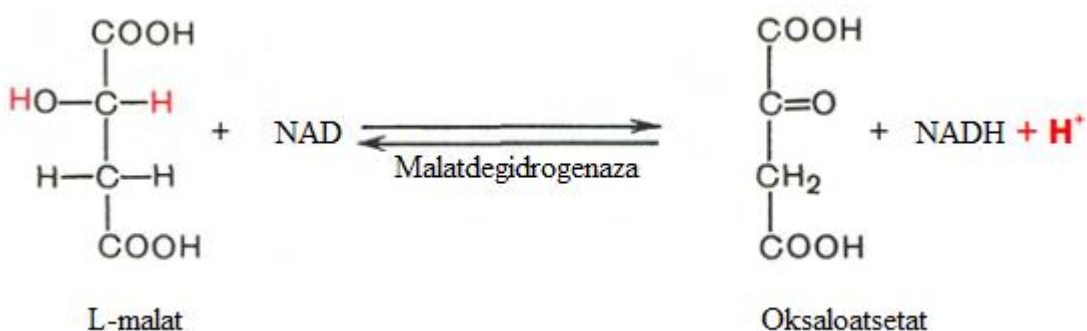
Oltinchi reaksiyada suksinat fumarat kislotaga aylanadi. Suksinatning oksidlanish reaksiyasini suksinatdehidrogenaza fermenti katalizlaydi. Suksinatdehidrogenaza fermenti mitoxondriyaning ichki membranasi bilan bog'langan:



U yettinchi reaksiya fumaratgidrataza (fumaraza) fermenti orqali amalga oshiriladi. Hosil bo'lgan bo'lgan fumarat kislota gidrotatsiya reaksiyasi natijasida L-olma kislotasi (malat) hosil bo'ladi:



Uch karbon kislotalarning oxirgi sakkizinchi reaksiyasida mitoxondriyaning NAD-ga bog'liq bo'lgan malatdehidrogenaza tasirida L-malat oksidlanib, oksalo- atsetatni hosil qiladi:



Oksaloatsetatning hosil bo'lishi bilan sitrat siklining bitta aylanishi tugaydi.

Sitrat hosil bo'lishining har bir siklining aylanishida bitta molekula oksaloatsetat sarflanadi; sikl oksaloatsetatning regeneratsiyasi bilan tugaydi. Shunday qilib, bir molekula oksaloatsetatni juda ko'p marta atsetil qoldiqlarini oksidlashga qo'llash mumkin.

Sitrat siklini bitta aylanishning ikkita reaksiyalarida dekarboksilanish (izositratni 2-ketoglutaratga va 2-ketoglutaratni suksinil KoA ga aylanishi) borishi natijasida ikki molekula NADH+H<sup>+</sup> hosil bo'ladi.

Sitrat siklining ikkita reaksiyalarida degidriklanish reaksiyalari borib, qaytarilgan kofermentlar hosil bo'ladi: suksinatdehidrogenazalar tarkibida 3



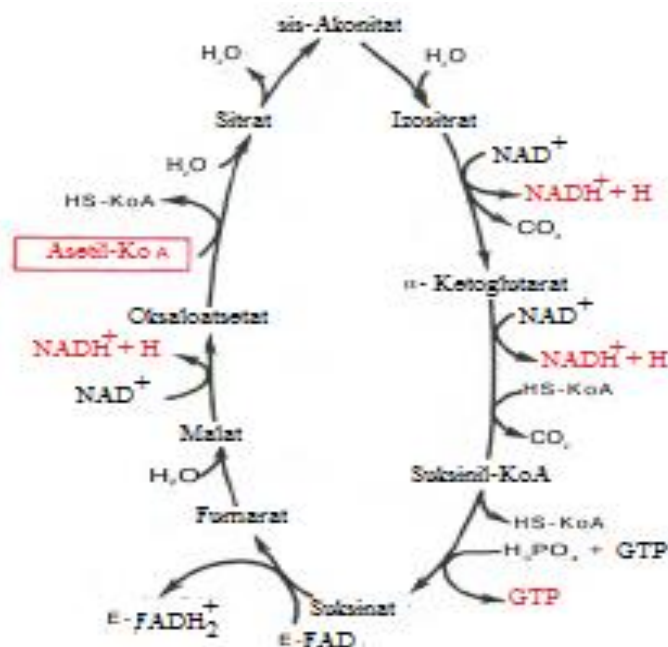
molekula  $\text{NADH}+\text{H}^+$  va 1 molekula  $\text{FADH}_2$  qaytarilgan kofermentlar hosil bo'ladi.

Sitrat siklining bitta aylanishida 2 molekula suv sarflanadi: bittasi – sitratni hosil bo'lish bosqichida, ikkinchisi fumaratni gidratatsiya bosqichida.

Sitrat siklida hosil bo'lgan qaytarilgan kofermentlar ( $\text{NADH}+\text{H}^+$  va 1 molekula  $\text{FADH}_2$ ) elektronlarini elektron uzatish zanjiriga beradi. Qaytarilgan kislorod protonlar bilan o'zaro tasir etib suv hosil qiladi.

To'qimalarning nafas olish jarayonida har bir molekula  $\text{NADH}$  ni suv hosil qilinishida 3 molekula  $\text{ATP}$ , har bir molekula  $\text{FADH}_2$  dan 2 molekula  $\text{ATP}$  sintezlanadi.<sup>32</sup>

Shunday qilib, har bir sitrat siklining aylanishidan 12 molekula  $\text{ATP}$  sintezlanadi (rasm VIII.9.2). Ulardan to'qqiztasi uchta molekula  $\text{NADH}+\text{H}^+$  ning nafas olish zanjirida elektronlarining transporti energiyasi hisobida hosil bo'ladi. Ikki molekula  $\text{ATP}$  1 molekula  $\text{FADH}_2$  to'liq oksidlanishidan sintezlanadi. Bundan tashqari, sitrat siklining bitta reaksiyasida substratning fosforlanish reaksiyasi borib, 1 molekula  $\text{GTF}$  hosil qiladi ( $\text{ATP}$ ).



**Rasm VIII.9.2. Uch karbon kislotalar sikli(Krebs sikli)**

<sup>32</sup> J.Koolman., K.H.Roehm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-338-142

## VIII.10. Glyukoza-6-fosfatning apotomik parchalanishi.

### Pentozafofat sikli

Bir molekula glyukozaning to'liq oksidlanishidan 38 molekula Atp hosil bo'ladi( jadval - VIII.10.1).

Jadval VIII.10.1.

### Glyukoza katabolizmi jarayonida yuqori energiyaga boy fofsat bog'larining hosil bo'lishi

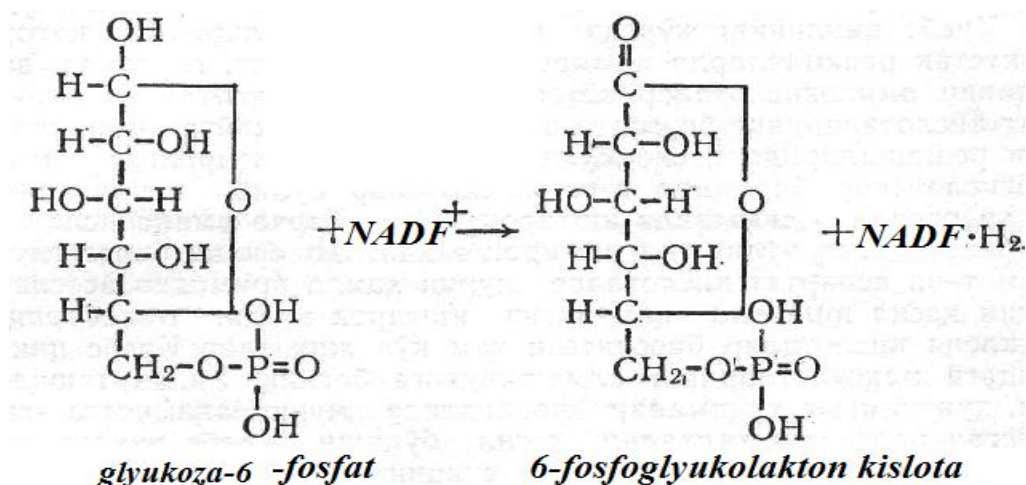
| Metabolitik yo'l                                                                                              | ferment                                               | ATP hosil bo'lish yeri va bog'liq jarayon                | 1 mol glyukozadan hosil bo'lgan ATP soni |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Glikoliz                                                                                                      | Glitseralaldegid-3-fosfatdegidrogenaza                | Nafas olish janzirida 2NADH ning oksidlanishi            | 6*                                       |
|                                                                                                               | Fosfoglitseratkinaza                                  | Substrat miqyosida fosforlanish(substratli fosforlanish) | 2                                        |
|                                                                                                               | Piruvvatkinaza                                        | Substrat miqyosida fosforlanish(substratli fosforlanish) |                                          |
|                                                                                                               |                                                       | <b>Jami....</b>                                          | <b>10</b>                                |
| <b>Geksokinaza va fosfofruktokinazalar ishtirokida katalizlanuvchi reaksiyalarda sarf bo'lgan ATP miqdori</b> |                                                       |                                                          | <b>-2</b>                                |
|                                                                                                               |                                                       | Jami....                                                 | 8                                        |
| Pirouzum kislotasining oksidlanishli dekarboksillanishi                                                       | Piruvatdegidrogenaza (piruvatdegidrogenaza kompleksi) | Nafas olish janzirida 2NADH ning oksidlanishi            | 6                                        |
|                                                                                                               |                                                       | <b>Jami....</b>                                          | <b>6</b>                                 |
| Sitrat sikli(Krebs sikli)                                                                                     | Izositratdegidrogenaza                                | Nafas olish janzirida 2NADH ning oksidlanishi            | 6                                        |
|                                                                                                               | $\alpha$ – Ketoglutaratdegidrogenaza                  | Nafas olish janzirida 2NADH ning                         | 6                                        |

|                                                             |                                               |                                                                |               |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------|
|                                                             |                                               | oksidlanishi                                                   |               |
|                                                             | Suksinil-KoA-sintetaza<br>(suksinattiokinaza) | Substrat miqyosida<br>fosforlanish(substratli<br>fosforlanish) | 2             |
|                                                             | Suksinatdegidrogenaza                         | Nafas olish janzirida<br>2NADH ning<br>oksidlanishi            | 4             |
|                                                             | Malatdegidrogenaza                            | Nafas olish janzirida<br>2NADH ning<br>oksidlanishi            | 6             |
|                                                             |                                               | <b>Jami.....</b>                                               | <b>24</b>     |
| <b>Aerob sharoitda 1 mol glyukozaga to'g'ri keladi.....</b> |                                               |                                                                | <b>38 ATP</b> |

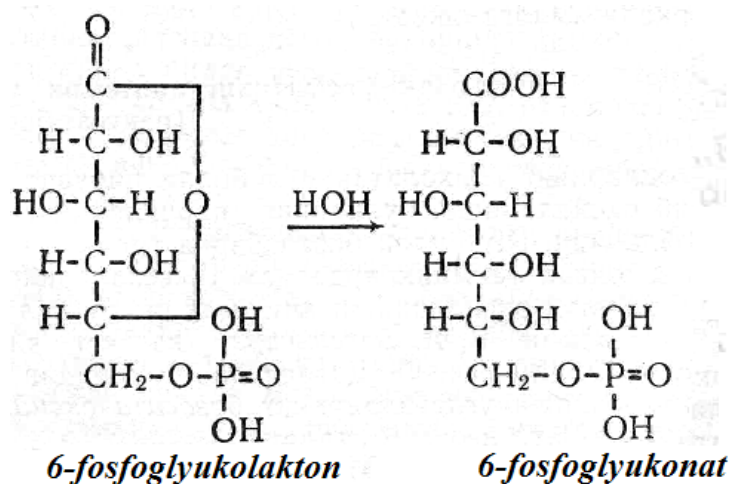
Uglevodlarning glikolitik yo'l bilan piruvat kislota hosil qilib oksidlanishi, ularning parchalanishidagi asosiy yo'l hisoblanadi. Shu bilan birga barcha tirik organizmlarda, jumladan, yuksak o'simliklarda ham geksozalarning yana bir muhim yo'l bilan oksidlanishi aniqlangan. Bu yo'l 1930 — 1940-yillarda olimlardan V. A. Ekgelgard, O. Varburg, F. Lipman, F. Dikkenslar tomonidan kashf etilgan bo'lib, ko'pincha uglevodlarning bevosita oksidlanshi yoki fosfoglyukonat yo'l deb ham ataladi.

Pentozafosfat siklida ham, xuddi glikolizga o'xshab, oksidlanuvchi birlamchi mahsulot glyukoza-6-fosfat hisoblanadi. Biroq bu siklda u fruktoza-6-fosfatga aylanmaydi va ATP yordamida ikkinchi marta fosforlanmaydi. Shu sababli glyukoza-6-fosfat bevosita oksidlanish yo'li bilan parchalanadi. Pentozafosfat sikli ham ancha murakkab jarayon bo'lib, izchillik bilan boradigan bir qator reaksiyalardan iborat. Pentozafosfat sikli hujayrada sitoplazmada boradi.

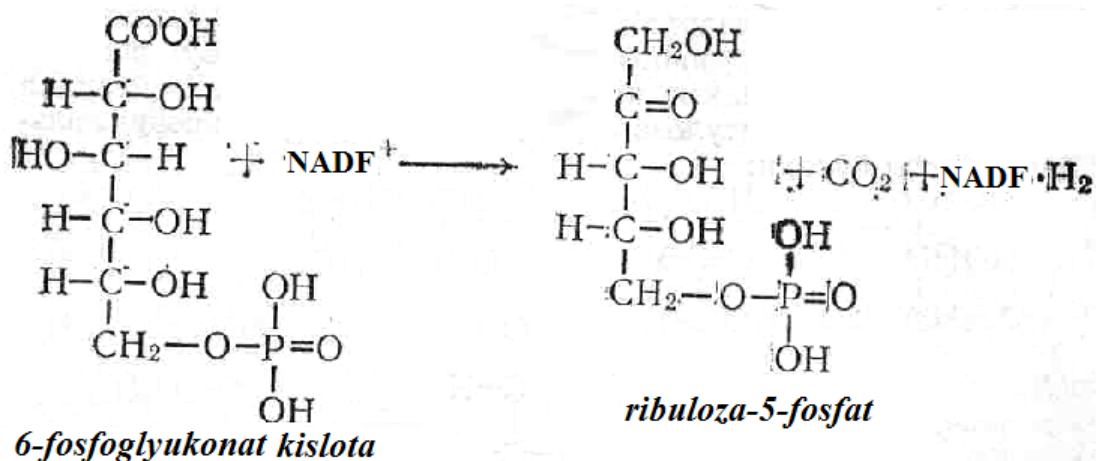
Siklning birinchi bosqichida glyukoza-6-fosfat oksidlanib, 6-fosfatglyukolakton kislota hosil qiladi. Bu reaksiyani katalizlovchi glyukoza-6-fosfatdegidrogenaza fermenti o'simliklar to'qimasida juda keng tarqalgan bo'lib, moddalar almashinuvi jarayonida katta ahamiyatga ega. Fermentning faol qismini NADP tashkil qiladi:



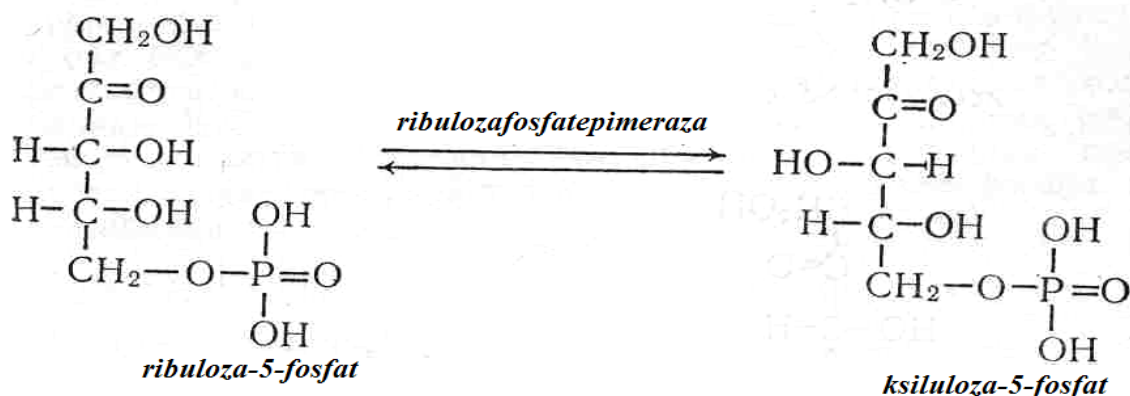
6- fosfoglyukolakton kislota glyukolaktonaza fermenti ishtirokida gidrolizlanib, 6- fosfoglyukonat kislotaga aylanadi.



Keyingi reaksiyada oksidlanish yo'li bilan boradigan dekarboksillanish tufayli fosfoglyukonat kislotadan pentozafosfat hosil bo'ladi. Reaksiya natijasida bir molekula karbonat angidrid ajralib chiqadi va bir molekula NADP qaytariladi. Bu reaksiya fosfoglyukonatdehidrogenaza fermenti ishtirokida katalizlanadi:

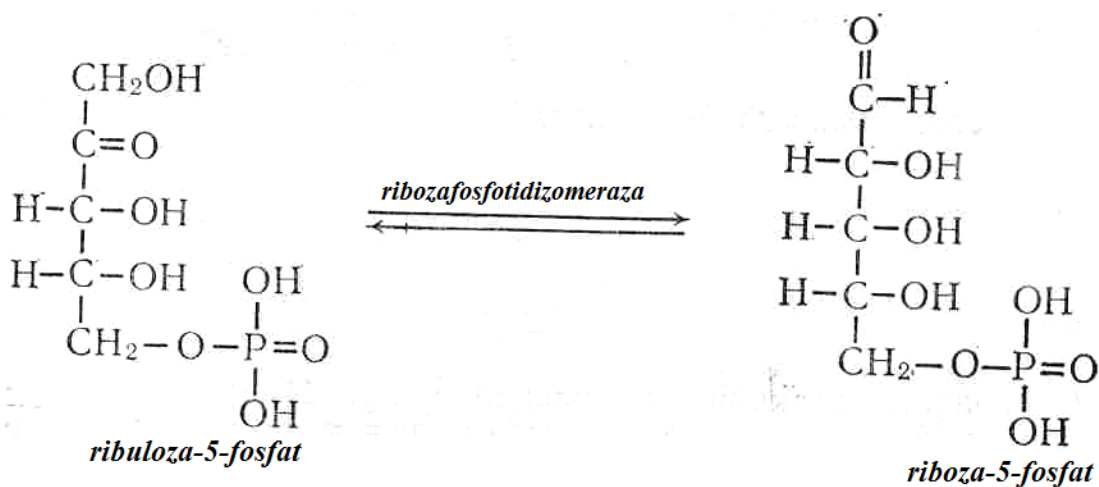


Navbatdagi reaksiyada ribuloza-5-fosfat izomerlanib, qisman riboza-5-fosfatga va qisman ksiluloza-5-fosfatga aylanadi. Bu reaksiyalarning har biri ayrim-ayrim ferment ishtirokida katalizlanadi:

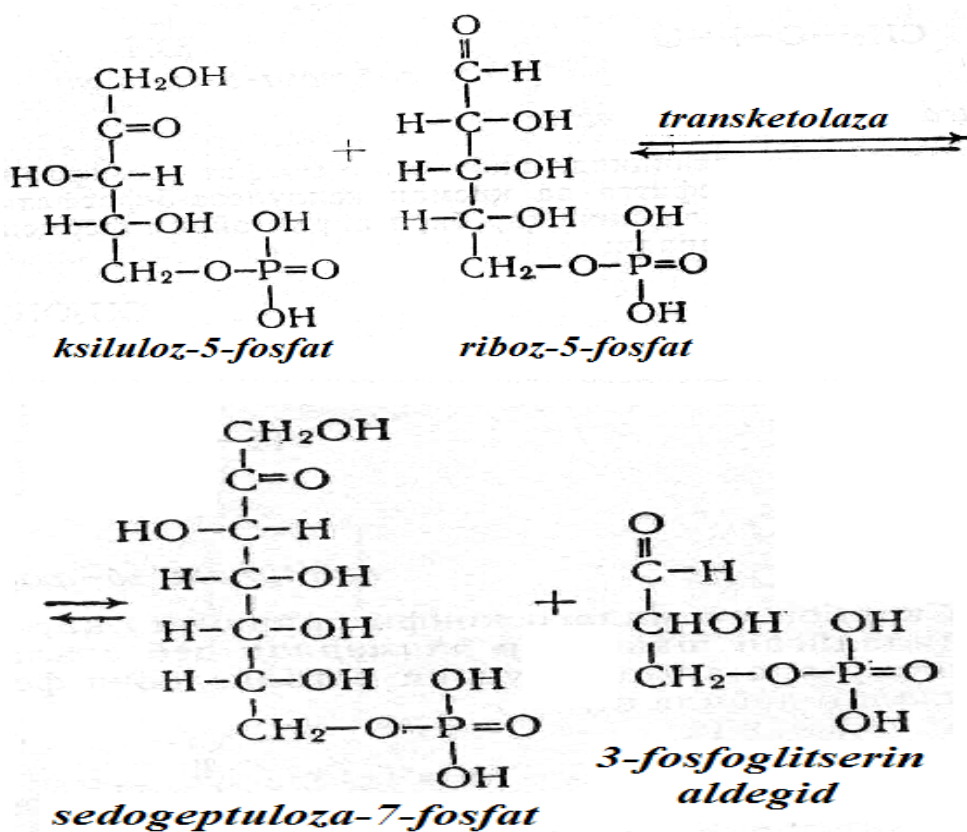


Faqat bitta karbon atomidagi konfiguratsiyaga qarab bir-biridan farq qiladigan shakarlar **efimerlar** deb ataladi.

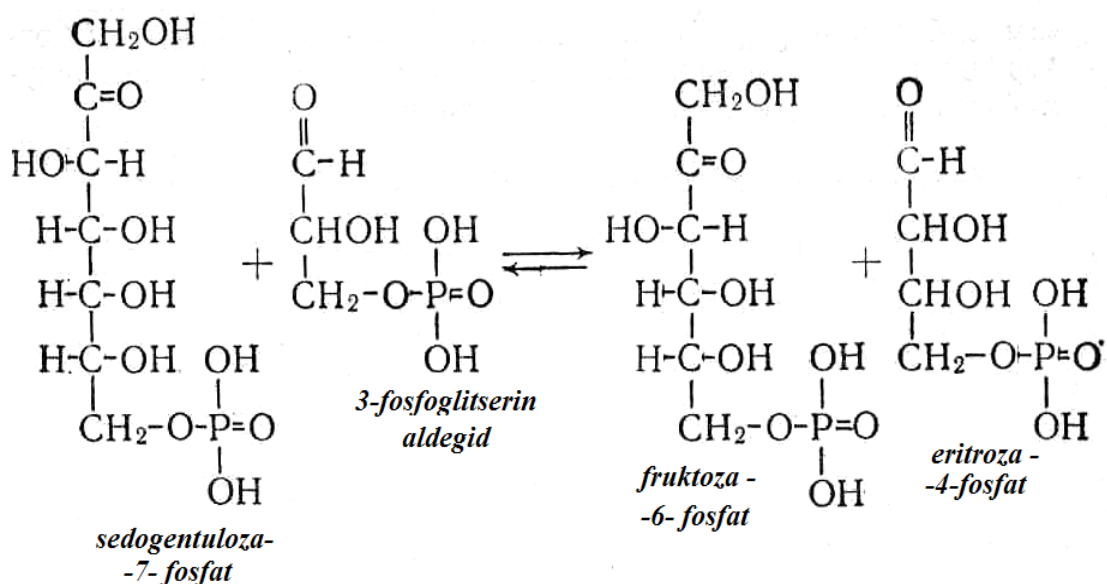
Efimerlarning o'zaro almashinuvini katalizlovchi fermentlar esa epimerazalar deyiladi:



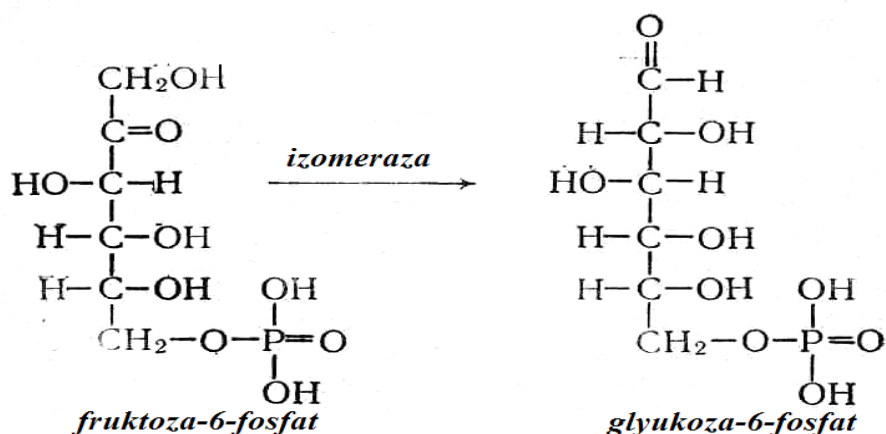
Keyingi reaksiyalarda ksiluloza-5-fosfatning oxirgi ikkita karbon atomi riboza-5-fosfatga ko'chadi. Bu reaksiya transketolaza fermenti ishtirokida katalizlanadi. Reaksiya natijasida sedogeptuloza-7-fosfat va 3-fosfoglitserin aldegid hosil bo'ladi:



Yuqoridagi reaksiya natijasida hosil bo'ladigan birikmalar o'zaro reaksiyaga kirishadi va yangi mahsulotlar; fruktoza-6-fosfat va eritroza-4-fosfat hosil bo'ladi;

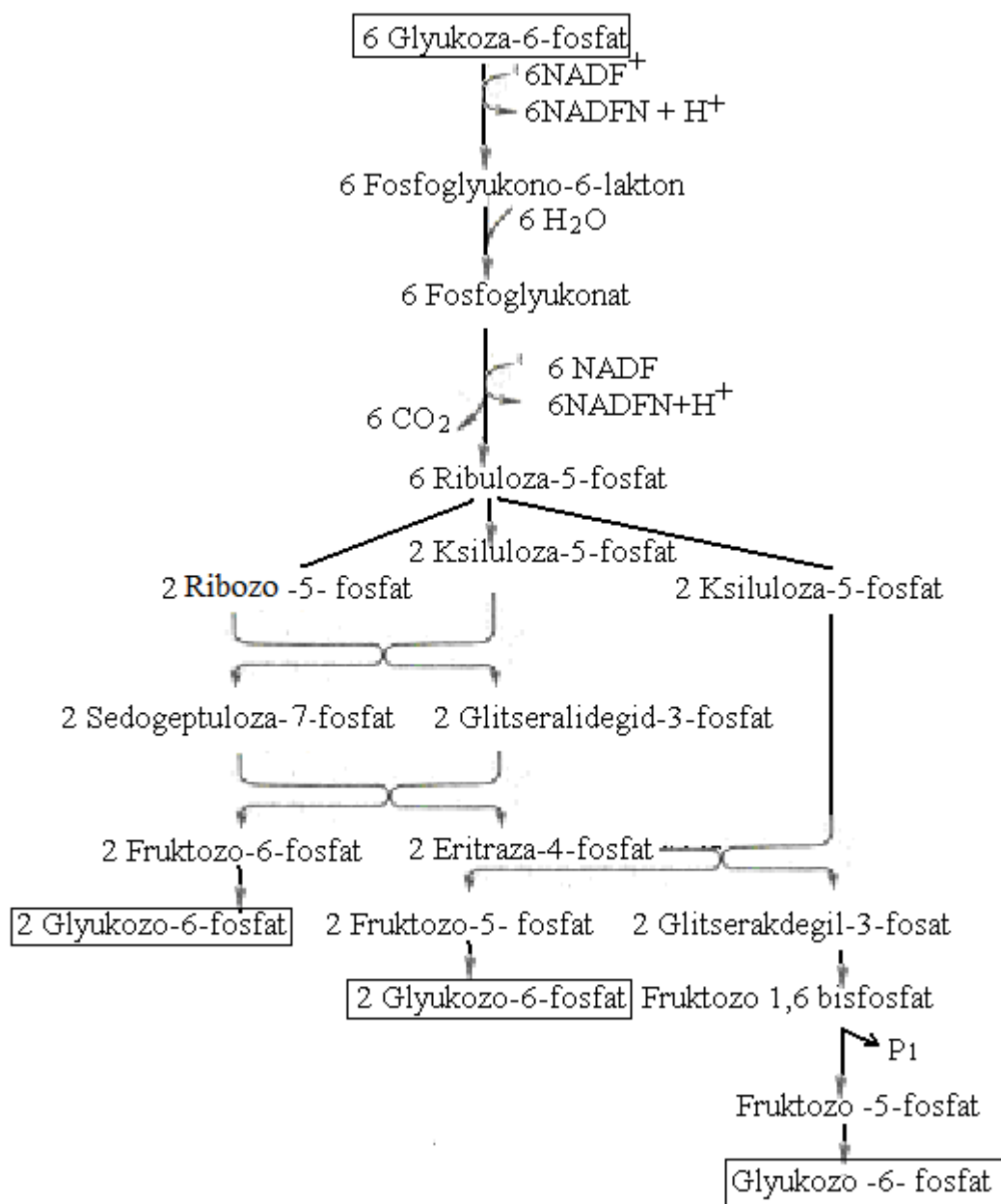


Hosil bo'lgan ksiluloza-5-fosfat eritroza-4-fosfat bilan o'zaro reaksiyaga kirishib, yana fruktoza-6-fosfat va 3 fosfoglitserin aldegid hosil qiladi. Xuddi shunga o'xshash boshqa yana bir qator reaksiyalarda ham fruktoza-6-fosfat hosil bo'ladi. Masalan, ikki molekula triozafosfat o'zaro reaksiyaga kirishishi tufayli fruktoza-1, 6-difosfat hosil bo'ladi. Bu birikma fosfataza fermenti ishtirokida fruktoza-6-fosfatga aylanadi. Yuqoridagi reaksiyalarda hosil bo'lgan fruktoza-6-fosfat izomerlanib, glyukoza-6-fosfat hosil qiladi:



Agar pentozafosfat sikliga olti molekula glyukoza-6-fosfat kirs, shundan faqat bir molekulasi karbonat angidridgacha to'liq parchalanadi. Qolgan to'rttasi shaklan o'zgargan holda, ya'ni fruktoza-6-fosfat sifatida sikldan chiqadi. Undan tashqari ikki molekula triozafosfat hosil bo'lib, ular ham keyinchalik fruktoza-6-fosfatga aylanadi. Pentozafosfat siklining sxemasi VIII.10.1-rasmda yaqqol ifodalangan.<sup>33</sup>

<sup>33</sup> Lehninger "Principles of Biochemistry", 2008 y, p-638-648



**Rasm VIII.10.1. Pentozafosfat siklining sxemasi**

Binobarin, olti molekula glyukoza-6-fosfatdan bir molekulasi 6 CO<sub>2</sub> gacha to'liq oksidlanar ekan, bunda 12 NADP•H<sub>2</sub> qaytariladi. Keyinchalik, qaytarilgan kofaktorlar nafas olish jarayonida oksidlanib, o'zidagi energiyani ATP hosil qilishga sarflaydi. Bir molekula NADP•H<sub>2</sub> elektron o'tkazuvchi sistema orqali oksidlanganda, uch molekula ATP sintezlanadi. Demak, glyukoza-6-fosfat pentozafosfat sikli orqali oksidlanganda ajralib chiqadigan energiya 36 molekula



ATP ni tashkil qiladi. Shunday qilib, uglevodlarning har ikkala yo'lda oksidlanishida ham taxminan bir xil energiya ajralib chiqar ekan.

Pentozafosfat siklida hosil bo'ladigan oraliq mahsulotlar moddalar almashinuvining boshqa tomonlari bilan chambarchas bog'liqdir. Chunki bu jarayonda hosil bo'ladigan pentozalar tirik organizmlarda favqulodda muhim ahamiyatga ega bo'lgan birikmalar — nuklein kislotalar hosil bo'lishida faol ishtirok etadi. Undan tashqari, siklda hosil bo'ladigan ribuloza-5-fosfat qorong'ida boradigan fotosintez reaksiyalarida ham ishtirok etadi. Bu birikmalar karbonat angidridning akseptori hisoblanadi.

### **Sinov savollari**

1. Moddalar almashinuvini tushuntiring.
2. Anabolizm jarayoni qanday kechadi?
3. Katabolizm jarayoni qanday kechadi?
4. Assimilyatsiya, dissimilyatsiya jarayoni nima?
5. Uglevodlarning parchalanishini tushuntiring.
6. Krebs siklini tushuntiring.
7. Pentozofosfat siklini tushuntirib bering.
8. Uglevodlarning hazm bo'lishi va so'rilishi.
9. Uglevodlarning anaerob parchalanishi.
10. Glyukozaning to'liq oksidlanishi reaksiyasini tushuntiring.
11. Uglevodlar almashinuvining umumiy energetik balansi.
12. Glyukoza qanday sharoitda parchalanganda 38 mol ATP hosil bo'ladi?

### **Moddalar va uglevodlar almashinuvi mavzusiga oid test savollari**

1. Avtotrof organizmga kiruvchilar:
  - A) o'simliklar
  - B) hayvonlar
  - V) viruslar
  - G) bir hujayralilar
2. Geterotrof organizmlarga kiruvchilarni belgilang.

- A) o'simliklar
- B) hayvonlar
- V) viruslar
- G) bir hujayralilar

3. Tirik organizmlar uchun eng muhim ahamiyatga ega bo'lgan polisaxaridlar:

- A) kraxmal
- B) sellyuloza
- V) xitin
- G) inulin

4. Kraxmal tarkibidagi 1,4-glikozid bog'larini qanday ferment uzadi?

- A) amilaza
- B) saxaraza
- V) laktaza
- G) maltaza

5. Glikolizning birinchi bosqichida glyukozaning fosforlanish reaksiya natijasida glyukoza -6- fosfatni hosil bo'lishini qanday ferment katalizlaydi?

- A) geksokinaza
- B) fosfoglyukomutaza
- V) izomeraza
- G) aldolaza

6. Piruvat kislotaning laktat kislotagacha qaytarilishi  $\text{NAD}\cdot\text{H}_2$  ishtirokida amalga oshadi, bu jarayonni qanday ferment katalizlaydi?

- A) laktatdegidrogenaza
- B) piruvatkinaza
- V) enolaza
- G) izomeraza

7. Glikoliz jarayonining qaysi reaksiyalarida ATP sarflanadi?

- A) fruktoza-6-fosfat sintezida
- B) fruktoza-1-6-difosfat sintezida
- V) glyukoza-6-fosfat hosil bo'lishida

G) 3-fosfoglitserat hosil bo'lishida

8. Glikoliz jarayonida fosfoenolpiruvat kislotadan piruvat kislota hosil bo'ladi va shu reaksiyada yana qanday birikma hosil bo'ladi?

A) ATP                      B) GDF                      V) NADN.  $H^+$

9. Glyukoza -6- fosfat pentozafosfat sikli orqali oksidlanganda necha molekula ATP hosil bo'ladi?

A) 36 molekula

B) 12 molekula

V) 10 molekula

G) 5 molekula

10. Koferment koenzim A qanday funksiyani bajaradi?

A) atsil guruhini ko'chiradi

B) aminoguruhni tashiydi

V) fosfat kislota qoldig'ini ko'chiradi

G) gidroksil guruhini ko'chiradi

11. Uglevod almashinuvi buzilishidan qanday kasalliklar kelib chiqadi?

A) qandli diabet

B) buqoq kasalligi

V) kamqonlik kasalligi

12. Uglevod almashinuvini quyidagi qaysi gormon orqali boshqariladi?

A) insulin

B) tiroksin

V) adrenalin

G) kortikosteroidlar

13. Glyukoza metabolizmining umumiy sxemasi qanday?

A) uglevodlarning glikogen ko'rinishidagi zahirasi

B) glikogenning sarf etilishi

V) glyukoza katabolizmi

## IX bob. Lipidlar almashinuvi

*Tayanch so'zlar:* lipid, triglitseridlar, o't kislotalar, lipaza,  $\alpha,\beta$ -oksidlanish, fosfolipidlar, sterin

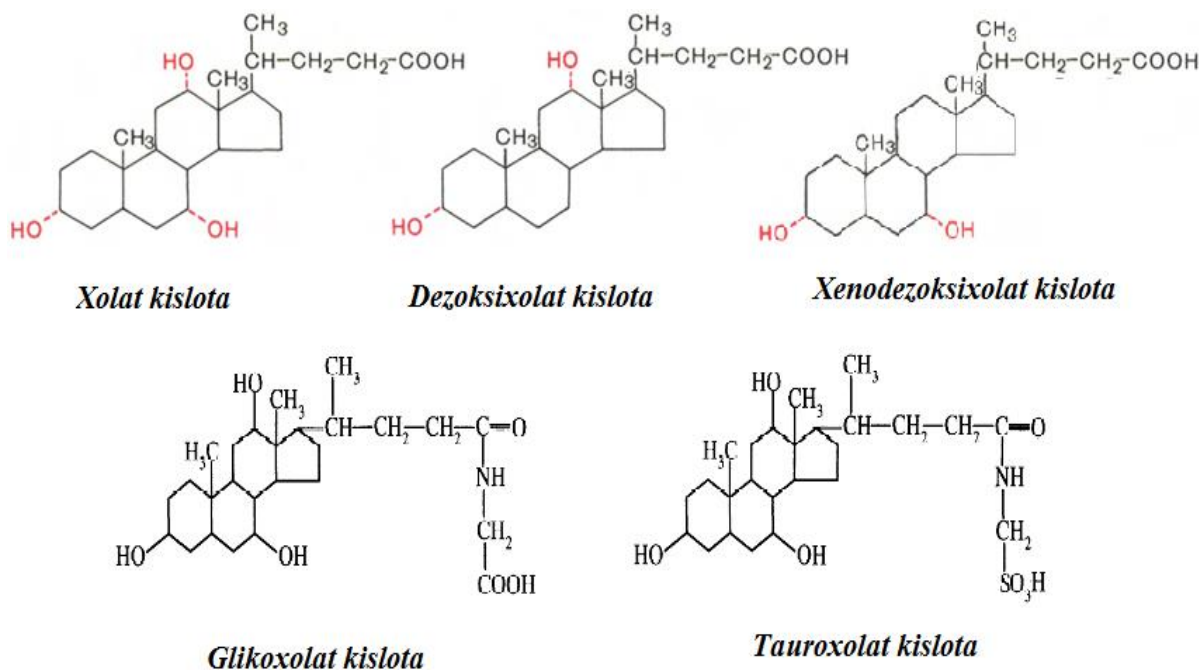
### IX.1. Lipidlarning hazm bo'lishi

Odam va hayvon organizmiga lipidlar oziq moddalar bilan qabul qilinadi. Odam organizmiga qabul qilinadigan lipidlarning 1 sutkalik miqdori, taxminan 50-70 g bo'lib, shundan 15 g to'yinmagan yog' kislotalari, 10 g fosfolipidlardir. Lipidlar energiya manbai hisoblanadi. Organizmning energiyaga bo'lgan ehtiyojining 1/3 qismi yog'lar va yog'simon moddalar hisobiga qoplanadi. Yog'lar tarkibida vodorod atomlari ko'p bo'lganidan ular oksidlanganda suv deyarli ikki marta ortiq hosil bo'ladi.

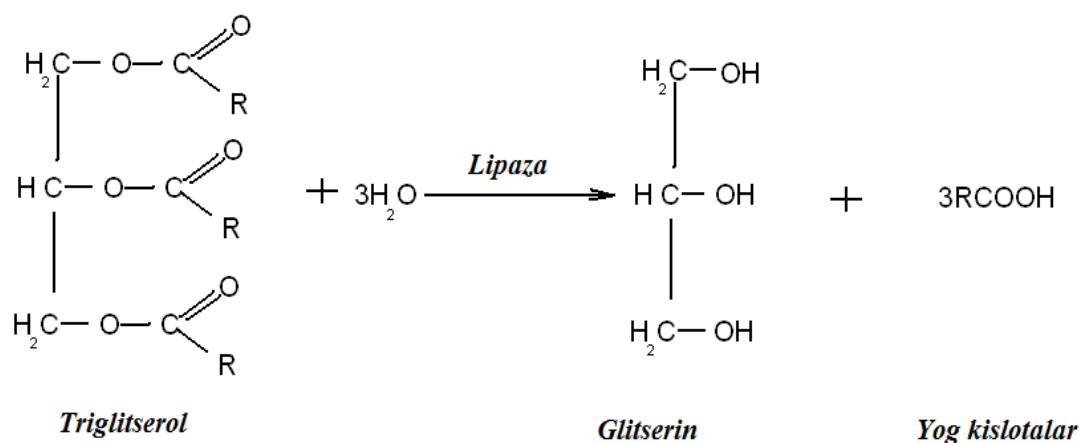
1 g yog' oksidlanganda 1,07 g, 1 g uglevod oksidlanganda 0,55 g, 1 g oqsil oksidlanganda esa faqat 0,41 g suv hosil bo'ladi. Ovqat tarkibidagi lipidlarning oshqozon–ichak yo'lida hazm bo'lishi murakkab jarayondir. Ovqat bilan qabul qilingan triglitseridlarning ko'p qismi ingichka ichakda oshqozon osti bezining sekretsiasidagi lipaza fermenti ta'sirida gidrolitik parchalanadi. Kuchsiz lipaza faolligi oshqozon shirasida ham topilgan, lekin oshqozonda lipaza faolligi uchun me'yoriy sharoit yo'q.

O'n ikki barmoq ichakka o't hamda oshqozon osti yo'li ochiladi. O't tarkibidagi ishqoriy reaksiya beradigan o't kislotalarning tuzlari yog'larni emulgirlab eruvchanligini oshiradi. O't kislotalarning tuzlari yuza tarangligini kuchli darajada pasaytirib, yog' tomchilarini mayda zarrachalarga bo'lib yuboradi va lipaza fermentining ta'sirini yengillashtiradi.

Odam organizmidagi o't pufagida, asosan quyidagi o't kislotalar: xolat kislota, dezoksixolat kislota; litoxolat; xenodezoksixolanat kislota uchraydi. Bu o't kislotalar erkin holda bo'lmay, glitsin yoki taurin bilan birikib, qo'sh kislotalar shaklida o't shirasi tarkibiga kiradi. Ularning eng muhimlari glikoxolat, glikodezoksixolat, tauroxolat va taurodezoksixolat kislotalardir:



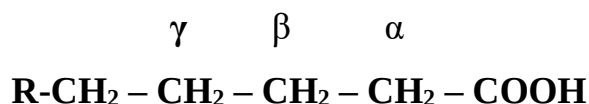
Ichakda o't kislotalar yog' va moylarga ta'sir etishi tufayli juda mayda parchalardan iborat nozik emulsiya hosil bo'ladi. Bu zarralarning diametri 0,5 mk bo'lib, ular xilomikronlar deb ataladi. Yog'larning emulsiyalanishi ularning lipazalar ta'sirida glitserin va yog' kislotalarga parchalanishni ta'minlaydi. Lipaza ta'sirida yoglar avval di, so'ngra monoglitseridga aylanadi, oxirida gletsirin va yog' kislotagacha parchalanadi.



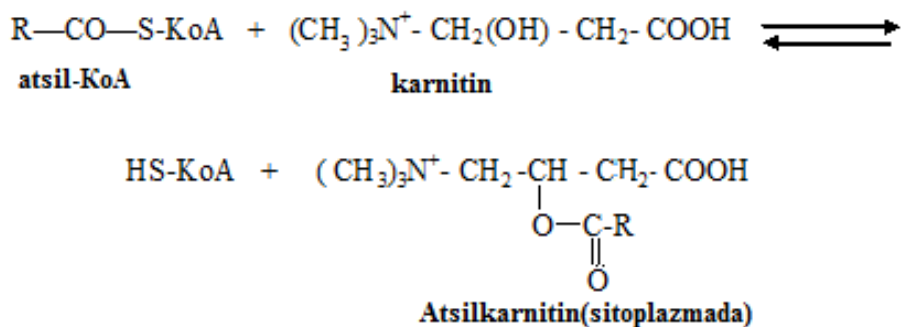
O't pufagi shirasidagi kislotalar yog' kislotalari bilan suvda eruvchi xolin kislotalar kompleksini hosil qilib, ichak devorida so'riladi.

## IX.2. Yog' kislotalarining parchalanishi

**Yog'larning  $\beta$  - oksidlanishi.** Yog' kislotalarini oksidlovchi fermentlar mitoxondriyalarda joylashgan. Yog' kislotalari to'qimalarda  $\text{CO}_2$  va  $\text{H}_2\text{O}$  gacha parchalanadi. 1904-yilda F.Knoop yog' kislotalarining  $\beta$  (beta)- oksidlanishini taklif etdi. Bu jarayonda har doim karboksil gruppaga nisbatan  $\beta$  -holatda joylashgan uglerod atomi oksidlanadi:



Shuning uchun bu jarayon yog' kislotalarining  $\beta$  -oksidlanishi deb ataladi. Oksidlanish mitoxondriyalarning matriksida boradi. Erkin yog' kislotalari metabolitik inerti va u oksidlana olmaydi. Yog' kislotalari oksidlanishi uchun aktivlanishi kerak. Yog' kislotalarining aktivlanishi mitoxondriyaning tashqi membrasida borib, bu jarayon ATP, koenzim A (HS-KoA) va  $\text{Mg}^{2+}$  ishtirokida sitoplazmada boradi. Mitoxondriyaning ichki membranasini atsil-KoA ham, yog' kislotalarni ham o'tkazmaydi. Shuning uchun yog' kislotalarining atsil-KoA bilan qoldiqig'i karnitinga o'tkaziladi. Reaksiya natijasida atsil – karnitin hosil bo'ladi va u mitoxondriyaning ichki membranasidan o'ta oladi:

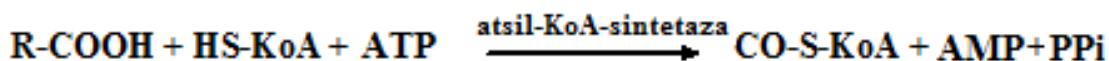


Atsilkarnitin mitoxondriya membranasidan o'tgandan keyin qaytar reaksiya ro'y beradi, ya'ni mitoxondriyal karnitin – atsiltransferaza fermenti ishtirokida atsil-KoA va karnitinga parchalanadi.

Mitoxondriyadan karnitin qaytib sitoplazmaga o'tadi va yangi yog' kislota bilan bog'lanadi. Atsil-KoA degradatsiyaga uchraydi.

Bu reaksiyalarda bir qator fermentlar ishtirok etadi. Yog' kislotalarining oksidlanishi bir necha bosqichdan iborat. Gidrolizlanish natijasida hosil bo'lgan

yog' kislotalari atsil-KoA bilan bog'lanib, aktivlashadi. Bu jarayonni atsil-KoA-sintetaza fermenti katalizlaydi:

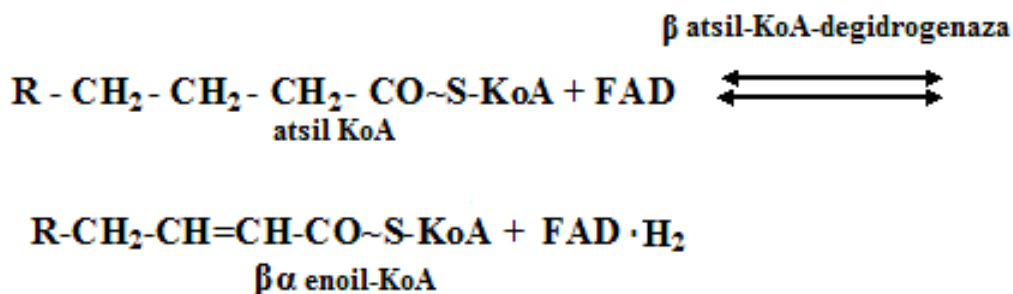


Reaksiya natijasida yog' kislotalarining aktiv formasida atsil-KoA hosil bo'ladi.

Yog' kislotalarining aktivlanishi ikki bosqichda boradi. Dastlablab yog' kislota ATP bilan atsil-atsenilatni hosil qiladi, ya'ni AMP va yog' kislotalarini murakkab efiri hosil bo'lishiga imkoniyat yaratiladi. So'ngra KoA ning sulfigidril guruhi ferment bilan mustahkam ta'sir etib, atsil-KoA va AMP hosil bo'lishiga olib keladi.<sup>34</sup>

Mitoxondriya ichidagi yog' kislotalarining oksidlanishi bir necha reaksiyalar ketma-ketligidan iborat.

Reaksiyaning birinchi bosqichida aktivlashgan yog' kislota degidrogenlanadi. Reaksiyani FAD-bog'liq atsil-KoA degidrogenaza fermenti katalizlaydi, to'yinmagan atsil-KoA hosil bo'ladi.

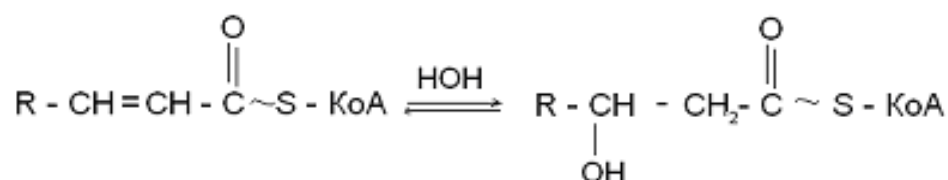


Bu jarayon jigar mitoxondriyalarida boradi. Bu jarayonda mitoxondriya fermenti karbamoil – fosfosintetaza ishtirok etadi.

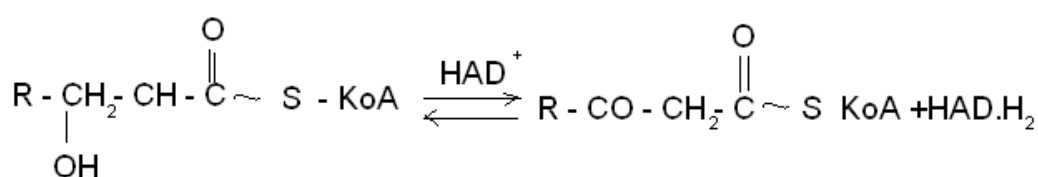
Bu reaksiyani katalizlovchi ferment yog' kislota tarkibidagi uglerod atomining soniga qarab har xil bo'ladi.

Navbatdagi reaksiyada to'yinmagan yog' kislotaning hosilasi bir molekula suv birikishi natijasida tegishli  $\beta$ -oksikislota hosil qiladi:

<sup>34</sup> J.Koolman., K.H.Roehm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-164-168



Bu reaksiyalar tegishli gidrolazalar ishtirokida katalizlanadi. Hosil bo'lgan oksikislota yana degidratatsiyaga uchraydi va ketokislotaqa aylanadi. Reaksiyani katalizlovchi fermentlar  $\beta$ -oksi-atsil-KoA-degidrogenazalar deb ataladi. Ularning aktiv qismini  $\text{NAD}^+$  kofermenti tashkil etadi. Vodorod karboksil gruppaga nisbatan joylashgan uglerod atomidan ajraladi:



$\beta$ -oksidlanish jarayonining so'nggi bosqichida  $\beta$ -ketoatsil-KoA yog' kislotaning oksidlanishi natijasida ajralib chiqadigan energiya hisobiga yana bir molekula KoA ni biriktirib oladi. Natijada boshlang'ich yog' kislotadan ikki uglerodli birikma atsetil-KoA sifatida ajralib chiqadi va qolgan yog' kislota esa KoA bilan birikkan hosila paydo qiladi:



Bu reaksiya keto-atsil-KoA- tiolaza fermenti ishtirokida katalizlnadi.  $\beta$ -oksidlanish reaksiyasi natijasida yog' kislota ikkita uglerod atomiga kamayadi va yana qaytadan boshlang'ich reaksiyaga kirishib, parchalanishda davom etadi. Demak, yog' kislotalarning  $\beta$ -oksidlanishi natijasida ular faqat aktivlangan atsetil - KoA hosil qiladi.

Yog'larning  $\beta$ -oksidlanishi tufayli hosil bo'lgan atsetil-KoA Krebs siklida karbonat angidrid va suvgacha parchalanadi yoki glikooksilat siklida ishtirok etib, uglevodlar hosil qiladi. Bu reaksiyalarda KoA ajralib chiqadi va yana yangi yog' kislota bilan reaksiyaga kirishadi. Undan tashqari, atsetil KoA moddalar almashinuvining turli reaksiyalarida ishtirok etishi mumkin.



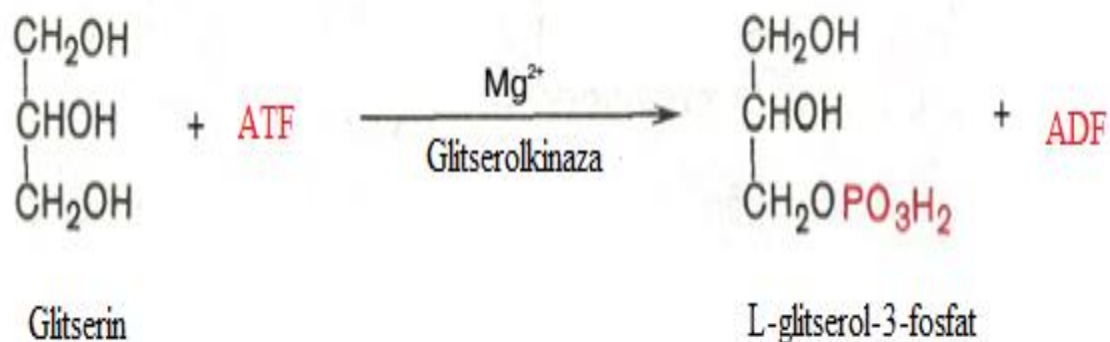
***β-oksidlanish reaksiyasining energetikasi.*** Yog' kislotalarining β-oksidlanishida ajralib chiqadigan atsetil KoA bilan bir vaqtda bir molekula qaytarilgan NAD<sup>+</sup> va bir molekula qaytarilgan FAD<sup>+</sup> ham hosil bo'ladi. Qaytarilgan bir molekula NAD<sup>+</sup> ning nafas olish zanjiri orqali oksidlanishida 3 molekula ATP va qaytarilgan bir molekula FAD ning oksidlanishida 2 molekula ATP sintezlanadi. β-oksidlanish jarayonida bir molekula atsetil-KoA hosil bo'lishi bilan bir vaqtda 5 molekula ATP sintezlanadi. Atsetil- KoA ning Krebs siklida CO<sub>2</sub> va H<sub>2</sub>O ga to'la parchalanishida 12 molekula ATP hosil bo'ladi.

### IX.3. Neytral yog'lar (triglitsерidlar) biosintezi

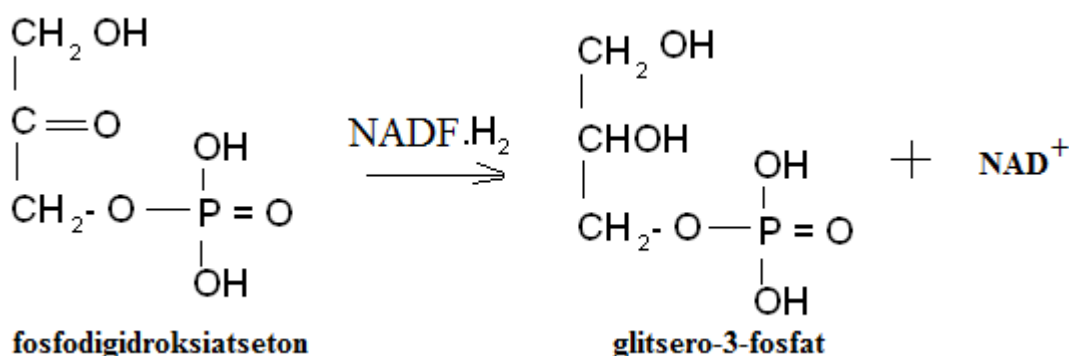
Triglitsridlar hosil qiladigan birlamchi mahsulotlar yog' kislotalar va glitserinlardir. Yog' kislotalar bevosita faol shaklda uchrashi mumkin. Faol bo'lmagan yog' kislotalar ATP va KoA ishtirokida faol holga aylanadi:

<sup>35</sup> Richard A Harvey., Denise R Ferrier . Biochemistry. Lippincott Williams and Wilkins. China. 2011. p-200-205

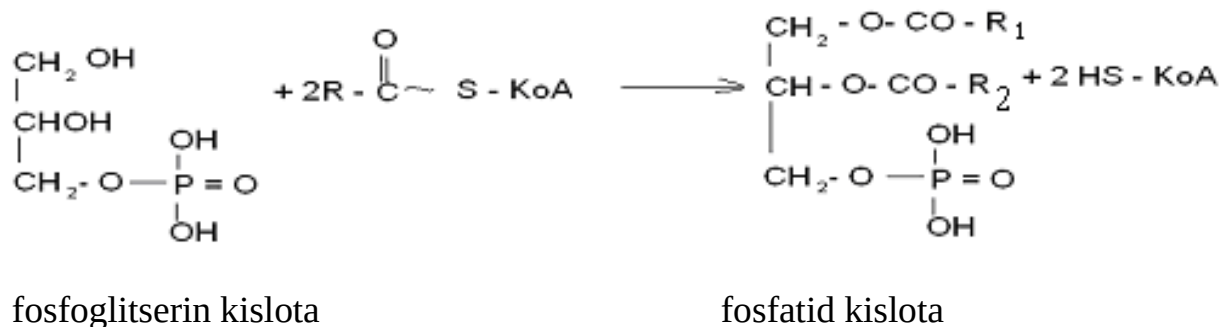
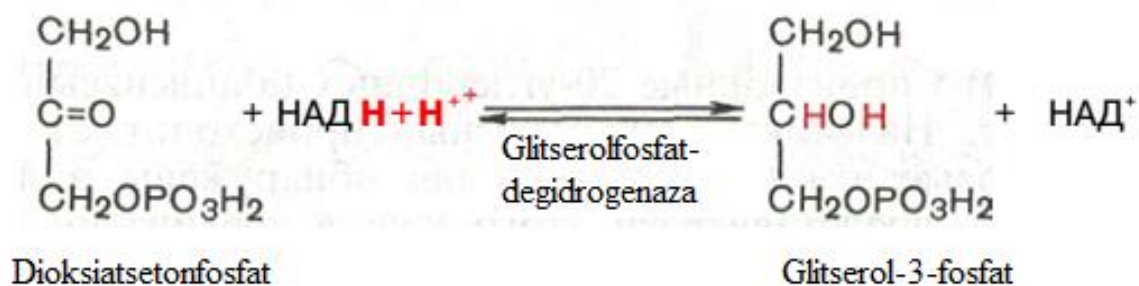
Glitserinning fosforlanishi ferment glitserolkinaza ishtirokida boradi.



Ikkinchi yo'lda fosfodioksiatsetondan ham faollashgan glitserin hosil bo'ladi. Bu reaksiyada qaytarilgan NADP.H<sub>2</sub> ishtirok etadi

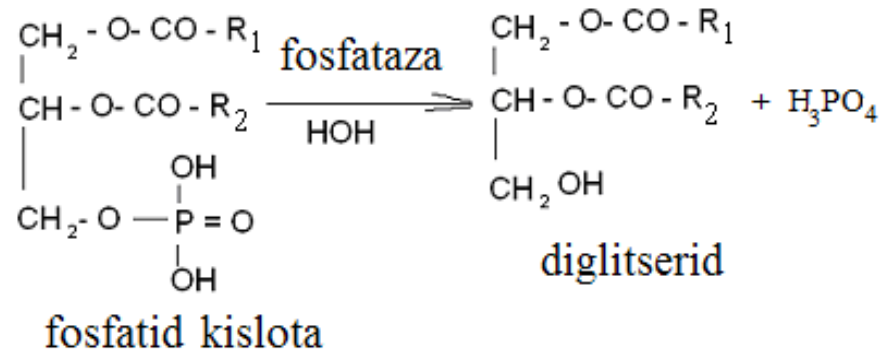


Hosil bo'lgan faol glitserin va yog' kislotalarning kofermentli hosilalari bilan reaksiyaga kirishib, fosfatid kislota deb ataladigan diglitserid fosfat hosil qiladi:

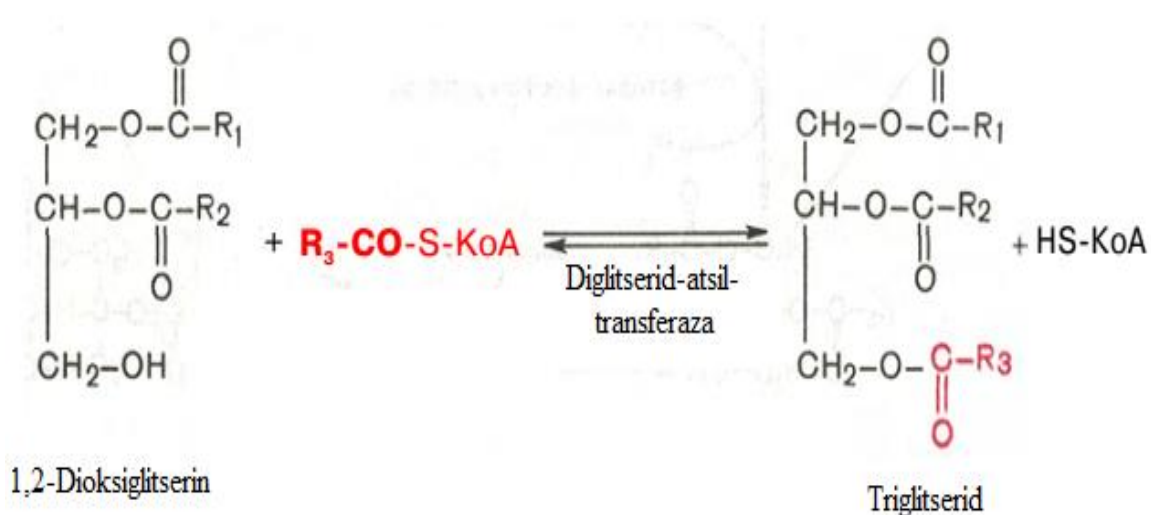


Fosfatid kislota har xil murakkab lipidlar hosil bo'lishida ishtirok etadigan muhim birikma hisoblanadi.

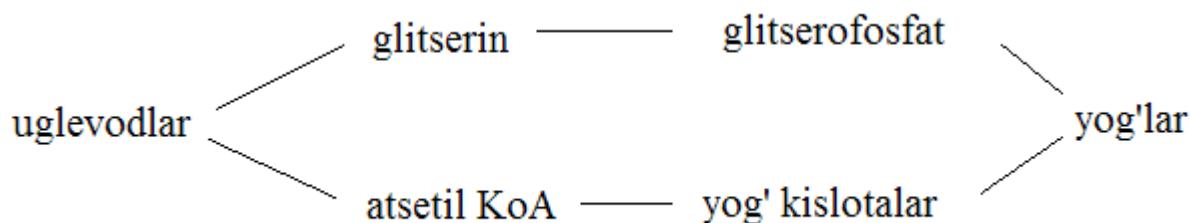
Triglitsyeridlar hosil bo'lishidagi keyingi reaksiyada fosfatid kislota fosfataza fermenti ishtirokida diglitsyerid bilan fosfat kislotaga parchalanadi:



Diglitsyerid yana bir molekula yog' kislotaning kofermentli hosilasi bilan reaksiyaga kirishib yog'lar hosil qiladi:



Yog' hosil bo'lishini quyidagi umumiy sxema bilan ifodalash mumkin:



Rasm. IX.3.1. Lipidlarning hosil bo'lish sxemasi

#### **IX.4. Murakkab lipidlarning almashinuvi**

**Fosfolipidlar almashinuvi.** Fosfolipidlar almashinuvi (letsitinlar va kefalinlar) neytral yog'lar almashinuviga o'xshash bo'lib, ular ichak traktida glitserin va yog' kislotalariga parchalanadi, ichak devorlarida ularning qaytar resintezi sodir bo'ladi.

Ovqat bilan fosfolipidlar yetarli qabul qilinmasa, ular to'qimalarda neytral yog'lar va aminokislotalar (serin va metionin) hisobiga sintezlanadi.

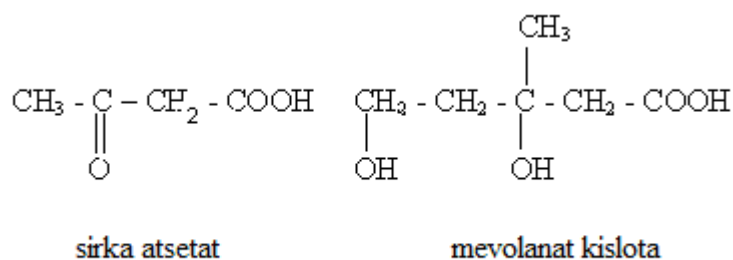
Xolin va metioninning miqdori oziq moddalar tarkibida yetishmagan holatlarda bu jarayon to'xtaydi va jigarda yog' kislotalarni to'playdi.

Odatda jigarda 4-5%ga yaqin yog'lar bo'ladi. Oziqa tarkibida oqsillar oz bo'lsa, bunday holatlarda jigarda yog'lar miqdori 30% gacha yetadi, ya'ni jigarda yog' infiltratsiya holati vujudga keladi. Jigarda yog' to'planish holatlarini xolin va metionin ishtirokida oldini olish mumkin.

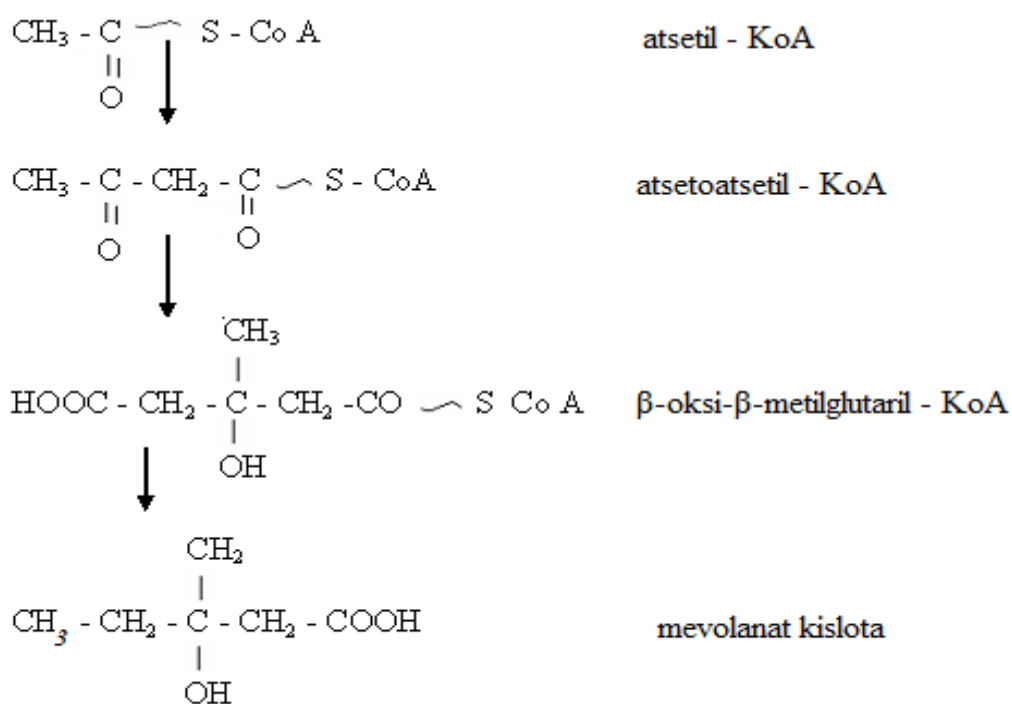
Fosfolipidlar qonda lipoproteinlar orqali transport qilinadi. Fosfolipidlar hamma to'qima va hujayralarda uchraydi, ular hujayra struktura komponentlari (yadro, mitoxondriya, mikrosoma) tarkibiga kiradi. Hujayra struktura komponentlarida fosfotidlar doimo yangilanib turadi, buning uchun fosfolipidlar doimo ozuqa bilan kirishi yoki organizmda sintezlanib turishi kerak. Eng muhim fosfolipidlar hujayra endoplazmatik to'rida sintezlanadi. Fosfolipidlarning biosintezida 1,2 -diglitseridlar (fosfotidilxolinlar va fosfotidiletanolaminlar sintezida), fosfotid kislota (fosfotidilinozitlar sintezida) va sfingozin (sfingomiyelinlar sintezida) muhim rol o'ynaydi. Sitidintrifosfat (CTF) deyarli barcha fosfolipidlarning sintezida ishtirok etadi.

**Sterinlar almashinuvi.** Hayvon organizmidagi asosiy sterinlardan-xolesterin uglevodlar va yog'lar almashinuvining kichik molekulali mahsulotlaridan sintezlanadi. Xolesterinning sintezi hujayraning sitoplazmasida boradi. Uning sintezi odam organizmida eng uzun metabolitik yo'llardan iborat.

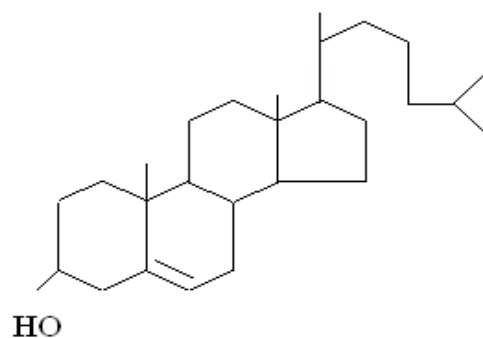
Nishonlangan atomlar yordamida jigarda xolesterin sirka atsetati va mevalonat kislotadan sintezlanishi aniqlangan.



Atsetil-koenzim A shaklidagi ikki molekula atsetat kondensatsiyalanib, atsetoatsetilkoenzim A hosil qiladi. Mana shu moddaga uchinchi atsetilkoenzim A (atsetatning faol shakli) molekulasi birikishi natijasida  $\beta$  - oksi -  $\beta$  - metil - glyutarilkoenzim A hosil bo'ladi. Shu oxirgi birikmadan osongina mevalonat kislota hosil bo'ladi:

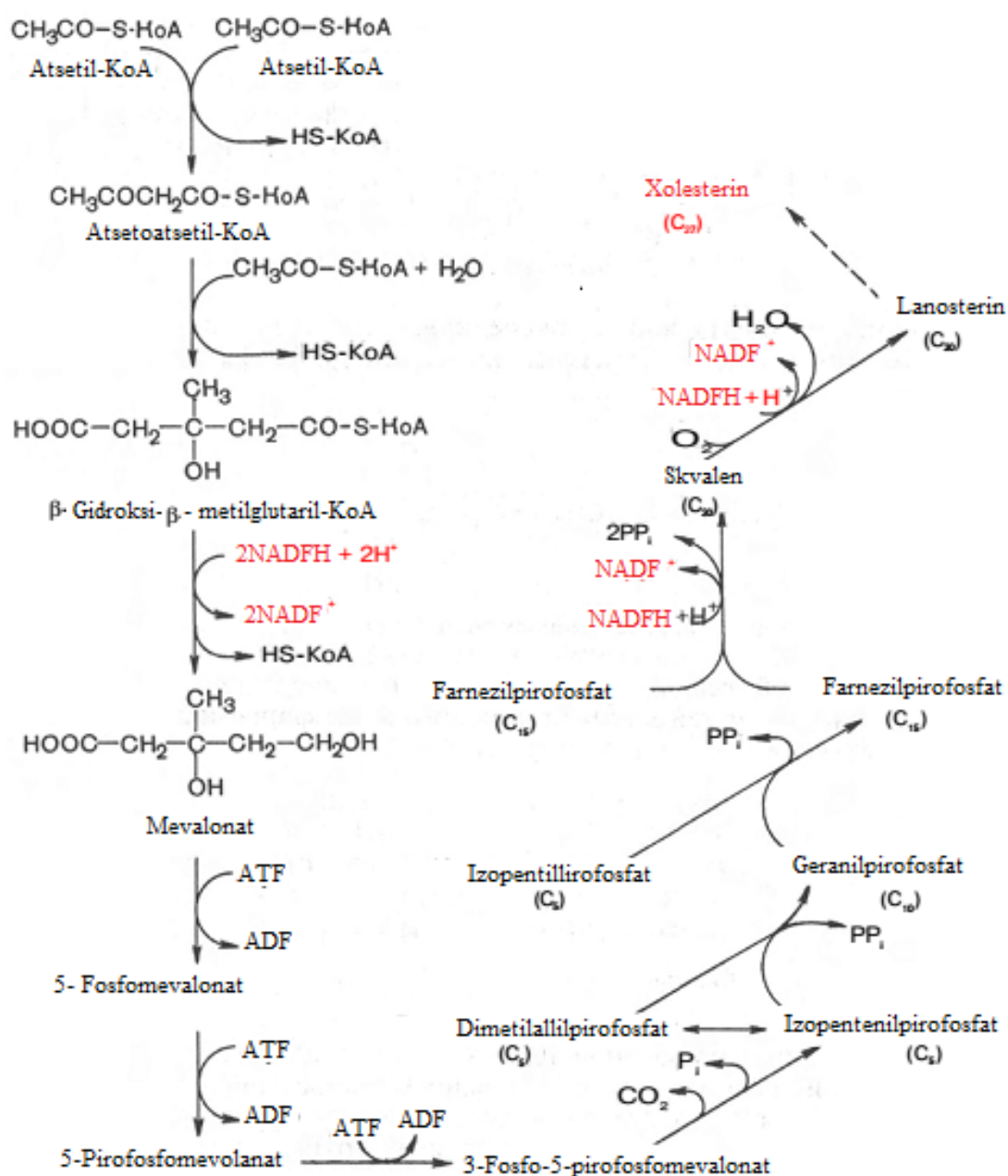


Mevalonat kislota - xolesterin sintezida muhim oraliq modda bo'lib, bir qancha oraliq birikmalar orqali birma-bir skvalen, lanosterin va nihoyat, xolesteringa aylanadi:



### Xolesterin (C<sub>27</sub>)

Quyidagi sxemada xolesterinning sintezi keltirilgan



Rasm IX.4.1. Xolesterin sintezi

Organizmدا xolesterin biologik jihatdan muhim sterinlar bo'lib, buyrak usti bezlari gormonlari, o't kislotalar, vitamin D va boshqalarni hosil qilish uchun qisman material bo'lib xizmat qiladi.<sup>36</sup>

### **Sinov savollari**

1. Lipidlar almashinuvi haqida umumiy tushuncha.
2. Lipidlarning parchalanishi.
3. Lipidlarning oshqozon-ichak yo'lida hazm bo'lishi.
4. Lipidlarning parchalanishida qanday fermentlar ishtirok etadi?
5. Fosfolipidlarning parchalanishida qanday fermentlar ishtirok etadi?
6. Lipidlar asosan oshqozon-ichak yo'lining qayerida parchalanadi?
7. Lipidlarning hazm bo'lishida o't kislotalarining ahamiyati qanday?
8. Lipidlar biosintezi.
9. Lipidlar biosintezida ishtirok etadigan fermentlar.
10. Yog' kislotalar oksidlanishidan hosil bo'lgan energiya miqdori.

### **Lipidlar almashinuviga oid test savollari**

1. 1 g yog' oksidlanganda necha gramm suv hosil bo'ladi?  
A) 1,07 g                      B) 0,55 g                      V) 0,41 g
2. Triglitseridlar qanday fermentlar ta'sirida gidrolizlanadi?  
A) pankreatik lipazalar  
B) fosforlipazalar  
V) esterazalar
3. Yog'larning  $\beta$ -oksidlanishi tufayli hosil bo'lgan atsetil-KoA Krebs qismida qanday mahsulotlar parchalanadi?  
A) karbonat angdrid va suv  
B) suksinil-KoA  
V) metilmalonil-KoA

---

<sup>36</sup> J.Koolman., K.H.Roehm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-170

4. O't kislotalari ishtirokida lipidlar qanday o'zgarishlarga uchraydi?
- A) lipidlar emulgiralanadi
  - B) yog' kislotalari va glitseringa parchalanadi
  - V) lipidlar oksidlanadi
5. Fosfolipidlarni qanday fermentlar gidrolizlaydi?
- A) fosfolipazalar
  - B) lipazalar
  - V) atsiltransferazalar
  - G) reduktazalar
6. Fosfolipidlar qonda qanday murakkab oqsillar orqali transport qilinadi?
- A) lipoproteinlar
  - B) glikoproteinlar
  - V) nukleoproteinlar
7. Organizmda fosfolipidlar sintezida qanday trifosfatlar ishtirok etadi?
- A) sitidiltrifosfat
  - B) adenozintrifosfat
  - V) guanozintrifosfat
8. Organizmda xolesterol qanday yog' kislotalar bilan birga efir shaklida uchraydi?
- A) yuqori yog' kislotalar
  - B) to'yinmagan yog' kislotalar
  - V) azot asoslar
9. Triglitseridlipaza qanday gormon orqali faollashadi?
- A) glyukagon, insulin
  - B) adrenalin
  - V) kortikosteroidlar
10. Yog' kislotalar hujayraning qaysi qismida oksidlanadi:
- A) mitoxondriya matriksida
  - B) sitoplazmada
  - V) endoplazmatik to'r
  - G) plazmatik membrana



## **X bob. Oqsillar almashinuvi**

**Tayanch so'zlar:** *pepsin, ferment, tripsin, aminopeptidaza, karboksipeptidaza, dezaminlanish, translyatsiya, inisiatsiya, elongatsiya, terminatsiya, genetik kod, triplet*

### **X.1. Oqsillarning oshqozon-ichakda hazm bo'lishi**

Oddiy oqsillar-aminokislotalarning yuqori molekulali polimerlari bo'lib, organizmga ovqat tarkibi bilan kiradi. Oshqozon ichak yo'lida ularning hazm bo'lish jarayonida avvalo kichik molekulali birikmalarga, oxirgi erkin aminokislotalargacha parchalanadi.

Oqsillarning hazm bo'lishini oshqozonda uning shirasi ta'siridan boshlanadi.

Oshqozon shirasi, oshqozonning shiliq pardasining hujayralarida ishlab chiqaradi, u rangsiz suyuqlik bo'lib, tarkibida 90% gacha suv, 0,4-0,5% erkin xlorid kislota va proteolitik fermentlardan pepsin bor. Proteolitik fermentlar (proteinazalar) juda keng miqiyosda o'ziga xos ta'sir etadi. Bu fermentlar oziq oqsillarni va peptidlarni gidrolitik yo'l bilan parchalaydi. Proteinaza fermentlari gidrolizalar sinfiga kiradi. Ularni shuningdek *peptidazalar* deb ham ataladi. Peptidazalarning ikki xil guruhi mavjud: ekzopeptidazalar - polipeptid zanjiridagi oxirgi peptid bog'ini katalizlaydi; endopeptidazalar polipeptid zanjiridagi ichki peptid bog'larini gidrolizlab uzadi. Endopeptidazalar turli substratlarga nisbatan o'ziga xos ta'sir etadi.

Oshqozon shirasi tarkibidagi erkin xlorid kislota ovqat hazm qilishda muhim ahamiyatga ega. Erkin xlorid kislota ta'sirida oqsillar bo'kadi va vodorod bog'larini uzilishi hisobiga ularning uchlamchi strukturasi buziladi. Ko'pchilik oshqozon shirasi fermentlari uchun optimal pH muhit 1,5-2,5 ga teng.

Oqsillarning oshqozonda hazm bo'lishida pepsin fermenti muhim rol o'ynaydi. Oshqozon shiliq pardasining hujayralari pepsinogen ishlab chiqaradi, pepsinogen me'da shirasidagi xlorid kislota ta'siri ostida faol proteolitik ferment *pepsin*ga aylanadi. Pepsin uchun optimal pH - 1,5-2,5 ga teng. Oshqozon

shirasidagi xlorid kislotasi vodorod ionlari konsentratsiyasining xuddi shu miqdorga yaqin bo'lishini ta'minlab beradi.

Pepsin ta'sirida oshqozonda yuqori molekula oqsillarning dezagregatsiyasi boshlanadi va peptonlar hosil bo'ladi. Pepsin ma'lum polipeptid bog'larni gidrolitik parchalashni tezlashtiradi. Bunda birinchi navbatda aromatik va dikarbon aminokislotalar orasidagi bog'larni uziladi. Hamma oqsillar ham pepsin ta'sirida osonlik bilan parchalana olmaydi. Pepsin ta'sirida muskul oqsillari-miozin, aktin va shuningdek tuxum oqsili va kazein tezda gidrolizlanadi. Biriktiruvchi to'qima oqsillari-kollagen, elastin qiyinchilik bilan parchalanadi. Jun va soch oqsillari parchalanmaydi.

Oshqozon shirasida proteolitik fermentga mansub ximozin mavjud bo'lib, u sutning asosiy oqsili-kazeinogenga ta'sir etadi.

Pepsin ta'siri ostida hosil bo'lgan peptonlar ham anchagina murakkab yuqori molekulali birikmalar bo'lib, oshqozonda so'rilmaydi va shu sababli ular o'n ikki barmoq ichakka o'tadi, peptonlar u yerda oqsillarni ham, peptonlarni ham gidrolizlash xossasiga ega bo'lgan proteolitik fermentlar guruhi ta'siriga uchraydi. Ichakning oqsillarga ta'sir qiladigan hazm shirasi pankreatik bez va ichak shilliq pardasi sekretining aralashmasidir. Ovqat oqsillari ichakda tripsin, ximotripsin va peptidazalar (polipeptidazalar va dipeptidazalar) ta'siriga uchraydi, bu fermentlar qisman oshqozon osti shirasida, qisman ichak shirasida bo'ladi.

**Tripsin.** Tripsin me'da osti bezi shirasida faolsiz shaklda ya'ni tripsinogen ko'rinishida bo'ladi. Tripsinogen ichak shirasidagi enterokinaza ta'sirida tripsinga aylanadi.

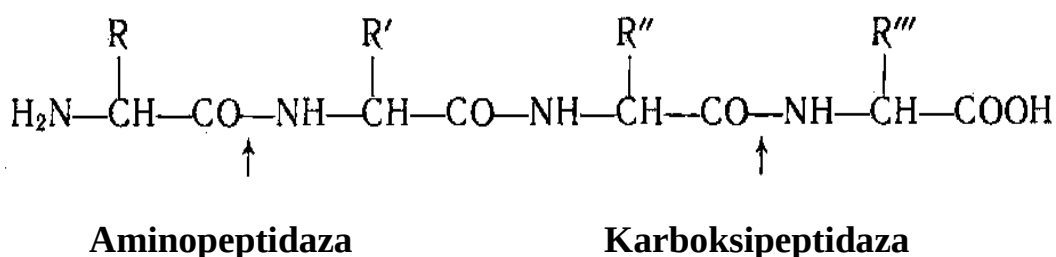
Tripsin-pepsin ta'sirida oshqozonda o'zgarmay qolgan oqsillar, oqsillarning parchalanishidan hosil bo'lgan yuqori molekulali oqsillar, peptonlar tipidagi polipeptidlar gidrolitik yo'l bilan parchalanadi, ya'ni peptid bog'lari uzilib, erkin aminokislotalar hosil bo'ladi. Tripsin uchun pH optimumi 7,8 ga teng.

**Ximotripsin** ozuqa hazm bo'lishida ichakda ta'sir ko'rsatadigan ikkinchi proteolitik fermentdir. U oshqozon osti bezida va shu bez shirasida

ximotripsinogen ko'rinishida faolsiz holatda bo'ladi. Ximotripsinogen tripsin ta'siri ostida ximotripsinga aylanadi.

Kuchsiz ishqoriy muhitda (pH 7-8) ichak shirasidagi tripsin va ximotripsin peptonlarni parchalashini davom ettiradi, ichki peptid bog'larni katalitik gidrolizini tezlashtiradi, reaksiya natijasida peptonlar kichik molekulali polipeptidlarga parchalanadi. Polipeptidlar, o'z navbatida karboksipeptidazalar, aminopeptidazalar va dipeptidazalar ta'sirida parchalanadi. Karboksipeptidaza polipeptid zanjirini erkin karboksil guruhli uchidan parchalasa, aminopeptidaza qarama-qarshi tomondagi, erkin amino guruh bor uchidan parchalaydi.

Dipeptidaza (bir necha dipeptidazalar mavjud) dipeptidlarni erkin aminokislotalarga parchalaydi. Polipeptidlarning peptidazalar (aminopeptidaza, karboksipeptidaza va dipeptidazalar) ta'sirida fermentativ yo'l bilan gidrolizlanishi natijasida ichakda erkin aminokislotalar hosil bo'ladi.



Hosil bo'lgan erkin aminokislotalar ichak devorlaridagi so'rg'ichlar orqali so'riladi.

Shunday qilib, ovqat bilan qabul qilingan oqsillar to'liq aminokislotalarga parchalanadi. Aminokislotalar ichak devorlari orqali so'riladi va qonga o'tadi. Biroq aminokislotalarning bir qismi so'rilmasdan oldin mikroflora tomonidan oziq manbai sifatida foydalaniladi.

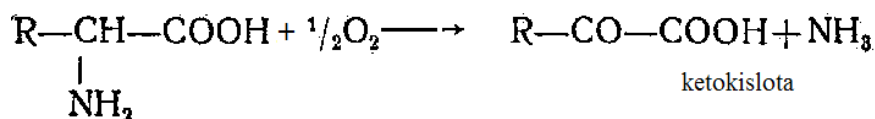
Aminokislotalarning mikroblar ta'siri ostida parchalanishi ularning aminlar, yog' kislotalari, spirtlar, fenollar, indol, skatol, vodorod sulfid va bir qancha boshqa birikmalarga aylanishiga olib keladi. Bu jarayon **oqsillarning ichakda chirishi** deb ataladi. Dekarboksillanish, dezaminlanish va aminokislotalarning oksidlanish reaksiyalari natijasida amalga oshiriladi.

## X.2. Aminokislotalarning dezaminlanishi

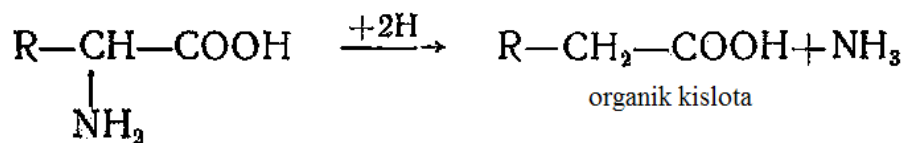
Oqsil resintezi uchun to'g'ridan-to'g'ri sarflanmay qolgan aminokislotalar yana o'zgarishlarga uchraydi, ya'ni azotsiz mahsulotlarga aylanib  $-NH_2$  - guruhidan ammiak hosil bo'ladi.

Dezaminlanish reaksiyasida aminokislotalar tarkibidagi amin guruhning parchalanishi hisobiga ammiak va tegishli ketokislota hosil bo'ladi. Dezaminlanish reaksiyasi to'rt xil yo'l bilan borishi mumkin.

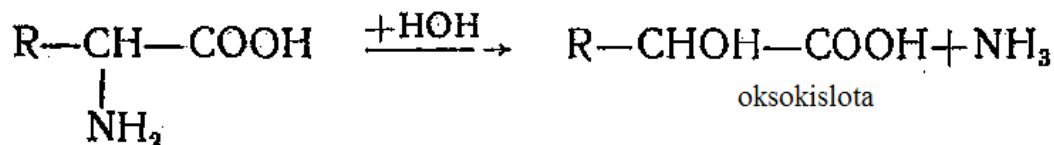
1. Oksidlanish bilan boradigan dezaminlanish reaksiyasi (oksidativ dezaminlanish).



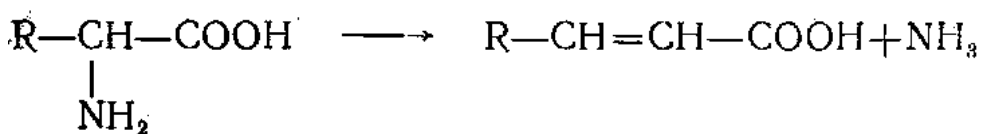
2. Qaytarilish bilan boradigan dezaminlanish reaksiyasi.



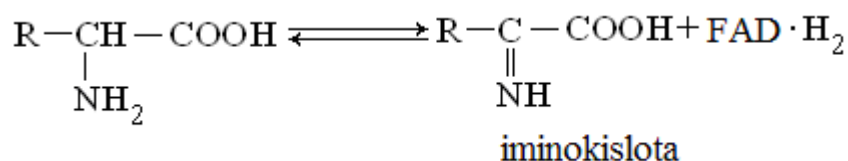
3. Gidrolitik dezaminlanish reaksiyasi.



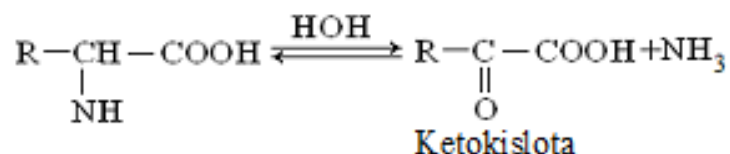
4. Molekulalar ichidagi o'zgarish hisobiga boradigan dezaminlanish:



Aminokislotalar ko'pincha oksidlanish yo'li bilan dezaminlanadi. Bu jarayon ikki bosqichda boradi. Reaksiya maxsus fermentlar ishtirokida boradi, ularning aktiv qismini flavinli kofermentlar tashkil etadi:

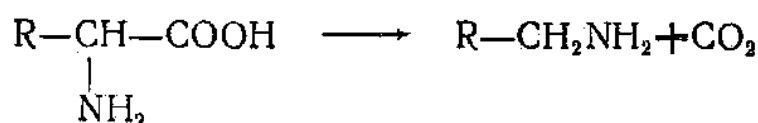


Reaksiyaning ikkinchi bosqichida aminokislota gidrolizlanib ketokislota va ammiak hosil qiladi:



### X.3. Aminokislotalarning dekarboksillanishi

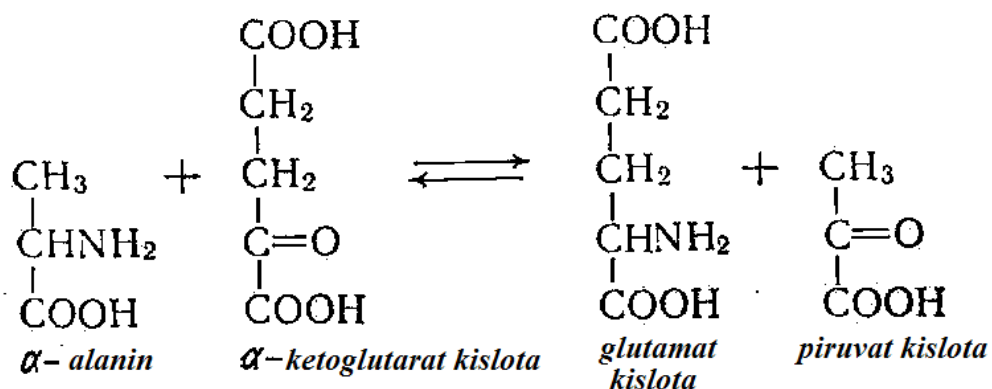
Dekarboksillanish reaksiyasi natijasida aminokislotalarning karboksil guruhi karbonat angidrid sifatida ajralib chiqadi va aminlar hosil bo'ladi:



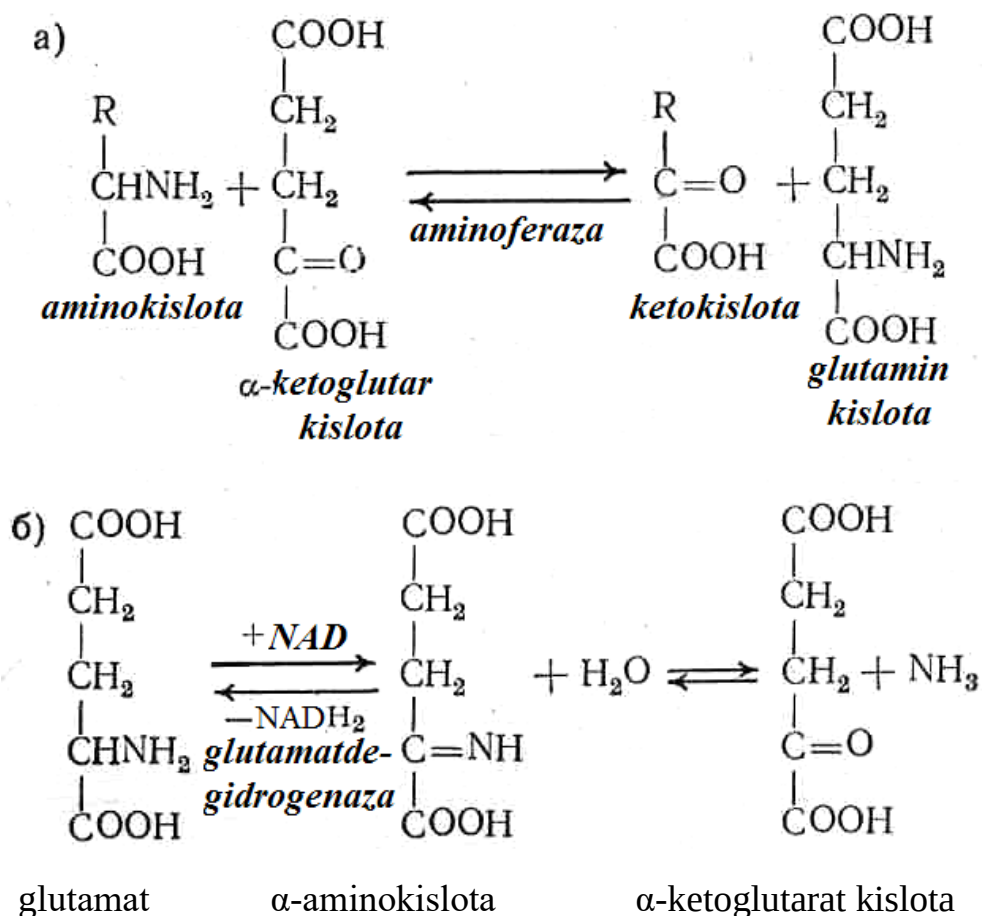
Dekarboksillanish reaksiyasi hamma aminokislotalar uchun xos bo'lgan maxsus dekarboksilaza fermentlari ishtirokida boradi. Dekarboksillanish reaksiyasi natijasida organizmda fiziologik faol moddalar-biogen aminlar hosil bo'ladi.

### X.4 Transaminlanish (qayta aminlanish) reaksiyasi

Aminokislotalarning ko'pchiligi transaminlanish reaksiyasi tufayli hosil bo'ladi. Transaminlanish reaksiyasida aminokislota amin guruhi biror ketokislota ko'chadi. Bunga alanin aminokislota bilan ketoglutarat kislota o'rtasida boradigan reaksiyani misol qilib ko'rsatish mumkin.



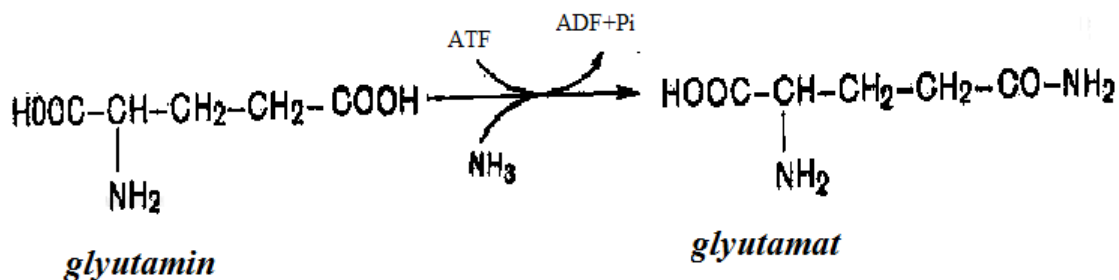
Bu reaksiya qaytar xususiyatga ega. Biologik transaminlanishni alohida fermentlar-transaminazalar katalizlaydi



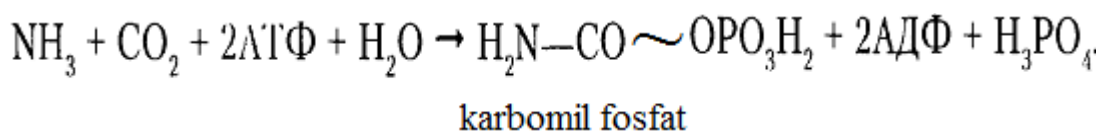
### X.5. Karbamid sintezi, ornitin xalqasi

Aminokislotalarning oksidlanish yo'li bilan dezaminlanishdan ammiak hosil bo'ladi. Ammiak kuchli zaharli birikmadir va organizmda u tez bir qancha maxsus reaksiyalar tufayli neytral birikmalarga aylanadi.

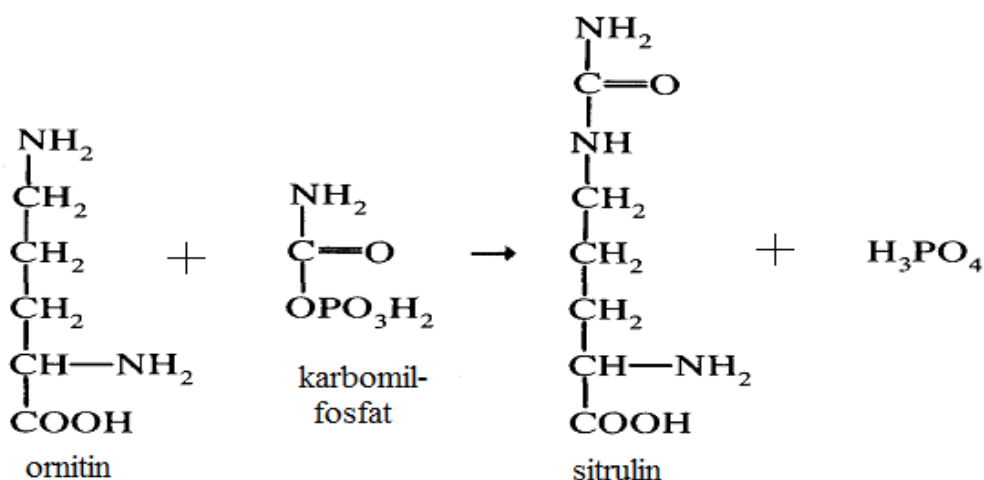
Moddalar almashinuvi jarayonlari mobaynida hosil bo'ladigan ammiakning zararsizlanishidagi eng muhim yo'llaridan biri maxsus fermentlar yordamida (glutaminga bog'liq bo'lgan asparginsintetaza) glutamat kislotaga ammiakni bog'lab glutaminga aylantirishdan iboratdir.



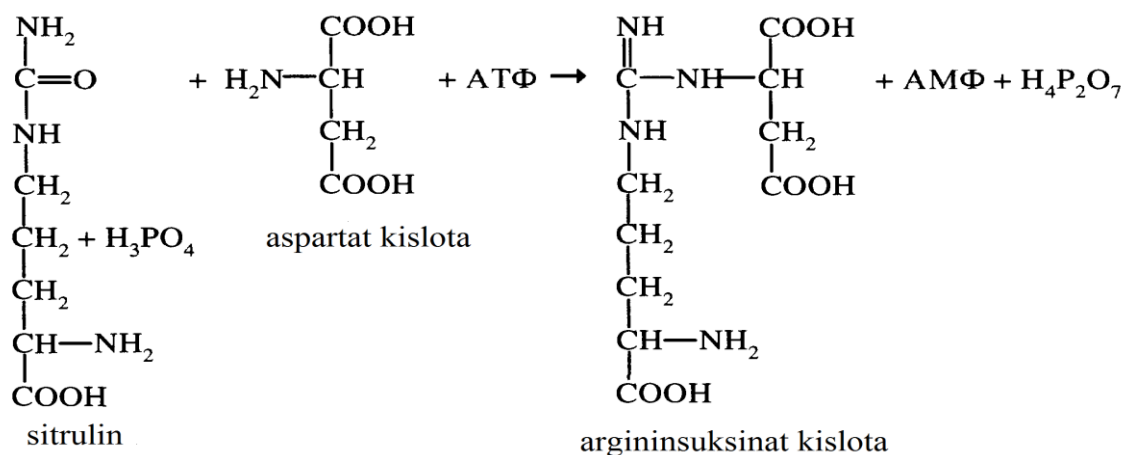
Ko'pchilik organlarda (miya, to'r parda, buyrak, jigar, muskullarda) ammiak shu yo'l bilan zararsizlantiriladi. Jigarda ATP, ammiak va karbonat angidrididan faol modda karbomilfosfatid hosil bo'ladi:



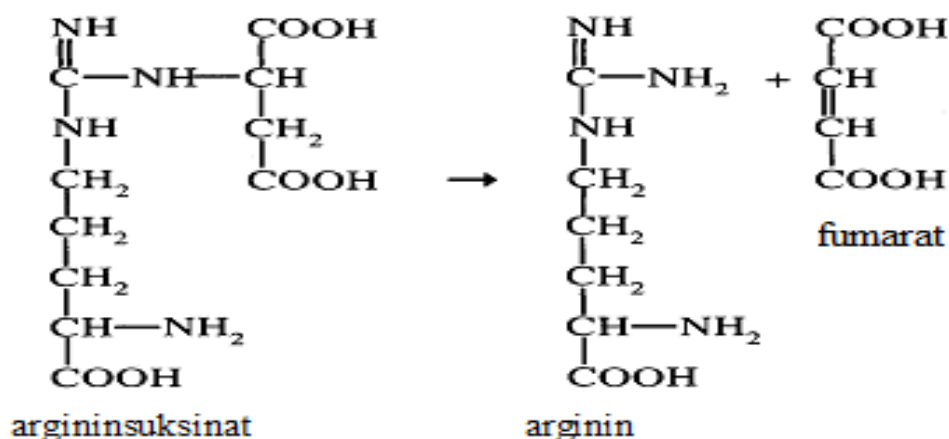
Karbomil fosfat ornitin aminokislotalari bilan reaksiyaga kirishishi natijasida sitrulin aminokislotalari hosil bo'ladi:



Sitrulin asparagin kislotalari bilan reaksiyaga kirishib arginin suksinatni hosil qiladi:

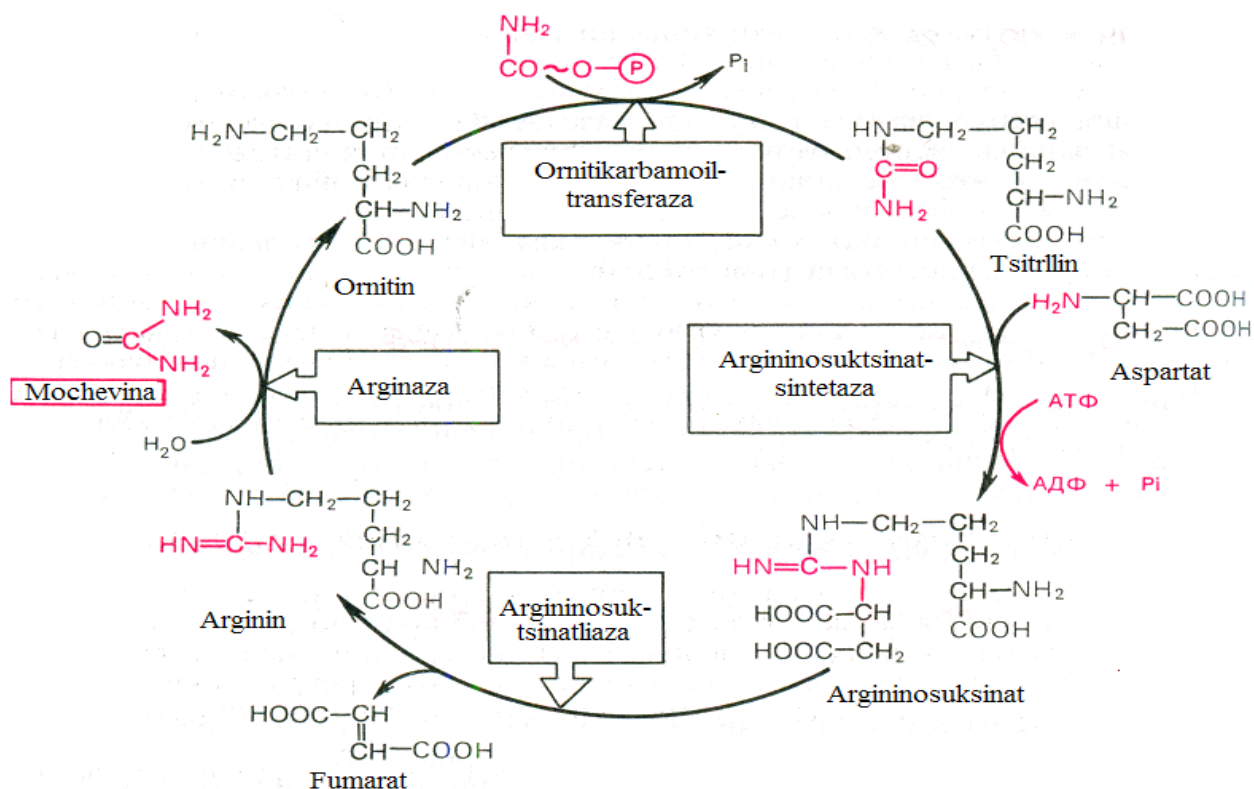
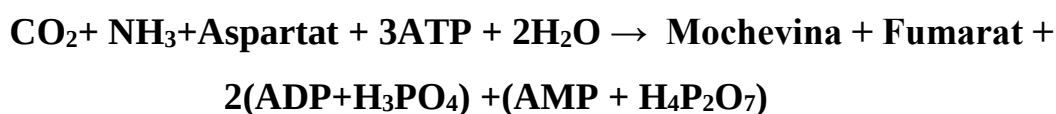


Arginin-suksinat kislotasi argininsuksinatliaza fermenti ishtirokida arginin va fumarat kislotaga parchalanadi:



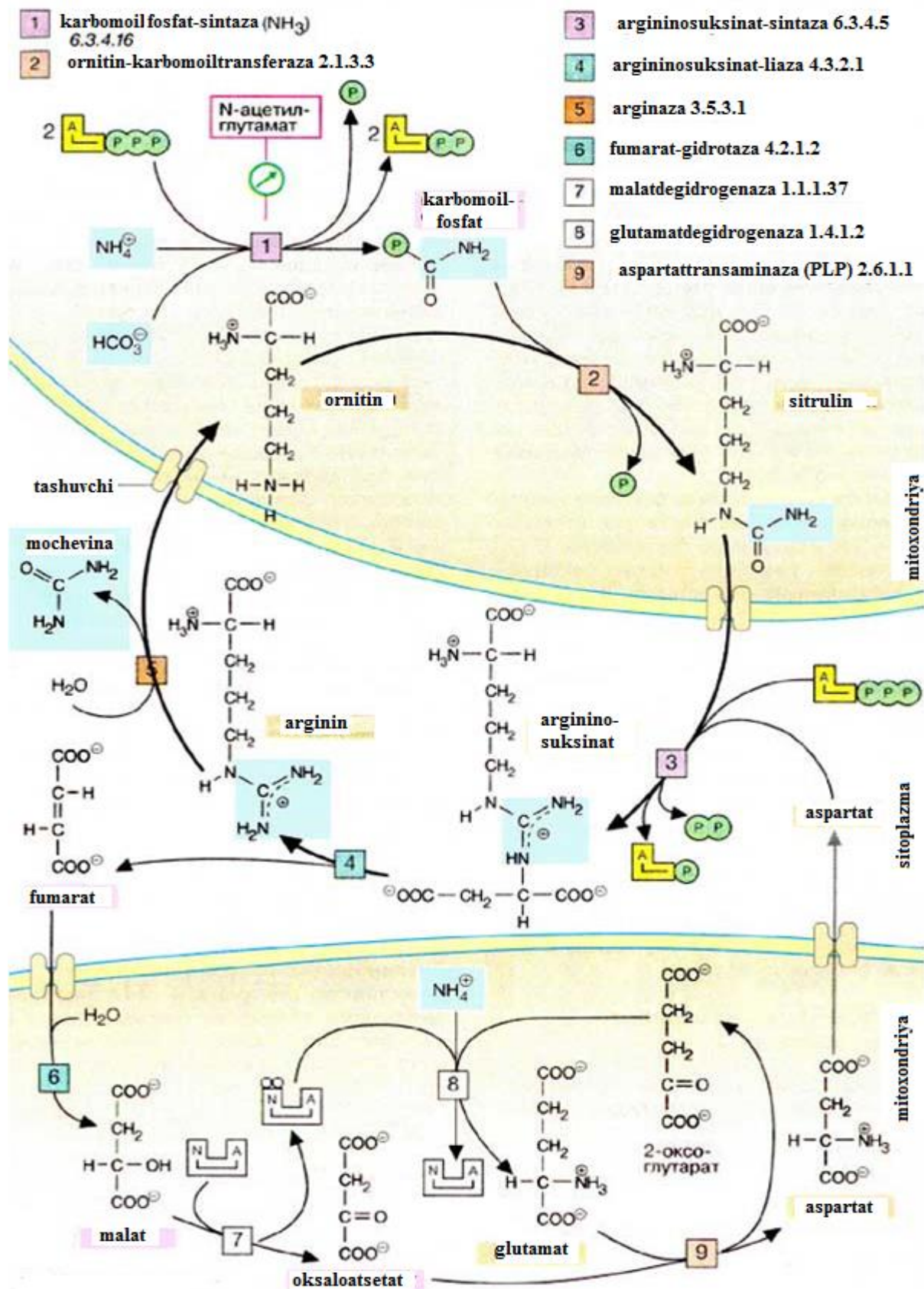
Hosil bo'lgan fumarat uch karbon kislotasi siklida ishtirok etadi. Arginin arginaza ta'sirida ornitin va mochevina parchalanadi. Ornitin yana siklida ishtirok etadi (rasm XI.5.1). hosil bo'lgan mochevina buyrak orqali chiqib ketadi.

Ornitin halqasidagi mochevina sintezining umumiy reaksiyasini quyidagicha ifodalash mumkin:



Rasm XI.5.1. Jigarda mochevinaning ornitin halqasidagi sintezi





Rasm X.5.2. Ornitin sikli.<sup>37</sup>

<sup>37</sup> J.Koolman., K.H.Roehm. Color Atlas of Biochemistry. Thieme Stuttgart · New York. 2007. 184-185 – betdagi mavzu mazmunidan foydalanildi.

Yuqoridagi reaksiyalardan ko'rinib turibdiki, karbamid hosil bo'lishida ornitin aminokislota yana o'zining avvalgi holatiga qaytadi. Buni yuqoridagi sxemadan ko'rish mumkin.

Shunday qilib, karbamid sintezi ham ammiakni zararsizlantirishning eng muhim mexanizmlaridan biridir. Mana shu sintez natijasida zaharli xossalarga ega bo'lgan ammiakdan organizm uchun bezarar modda karbamid hosil bo'ladi.

## **X.6. Oqsillar biosintezi**

Oqsil biosintezi o'ta murakkab va ko'p bosqichli jarayon bo'lib, bunda xilma-xil fermentlar, sistemalar va har xil RNKlar ishtirok etadi. Oqsil biosintezi ribosomalarda boradi. Bunda i-RNK dagi nukleotidlar yordamida ifodalangan informatsiya polipeptid zanjiridagi aminokislotalarning ketma-ketligi sifatida namoyon bo'ladi, ya'ni oqsil sintezi to'g'risida informatsiya nukleotidlar «tilidan» aminokislotalar «tiliga» tarjima (translyatsiya) qilinadi. Oqsil biosintezining umumiy mexanizmi barcha tirik organizmlar uchun bir xil bo'lib, quyidagi asosiy bosqichlardan iborat: 1) aminokislotalarning faollanishi; 2) inisiatsiya- polipeptid zanjiri sintezining boshlanishi; 3) elongatsiya – hosil bo'layotgan polipeptid zanjirining uzayishi; 4) terminatsiya – polipeptid zanjiri hosil bo'lishining tugashi.

**1. Aminokislotalarning faollanishi.** Aminokislotalar molekulalari kimyoviy jihatdan faol bo'lmaganligi uchun ular oqsillar biosintezida bevosita ishtirok eta olmaydi. Oqsil biosintezida ishtirok etadigan aminokislotalar avval faol holatga o'tishi kerak.

Aminokislotalarning faollashishi uchun quyidagi komponentlar kerak bo'ladi: 20 ta aminokislota, 20 ta aminoatsil-tRNK sintetaza fermenti, 20 ta tRNK sintetaza, ATP,  $Mg^{2+}$ .

Aminokislotalar ATP yordamida faollanishi murakkab jarayon bo'lib, bunda har bir aminokislota tegishli transport RNK ga ko'chirilishi maxsus fermentlar –

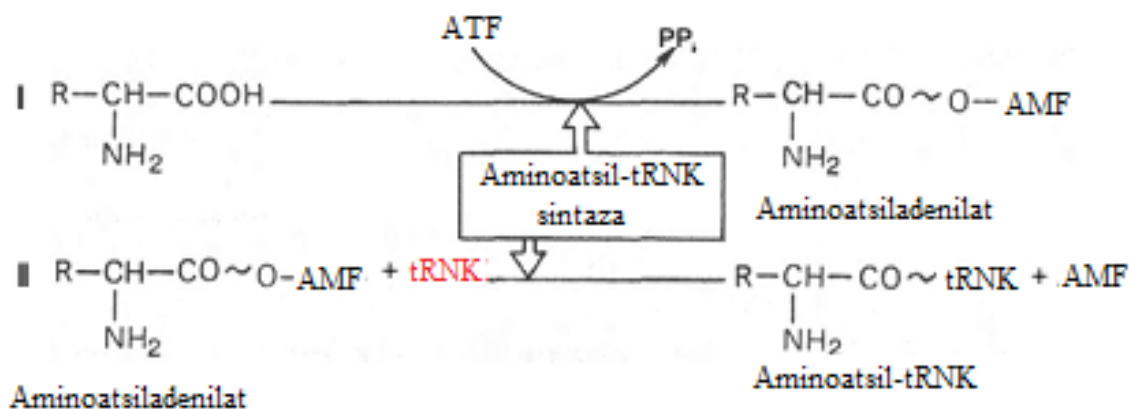
aminoatsil – t- RNK sintetazalar ta'sirida boradi. Bu bosqichda aminoatsil – t – RNK lar hosil bo'ladi.<sup>38</sup>

Aminokislotalarning aktivlanishi ikki bosqichda boradi.

Birinchi bosqichda ATP bilan aminokislota o'zaro ta'sir etib, reaksiya natijasida ferment bilan bog'langan oraliq mahsulot – aminoatsiladenilat (aa – Adenilat ) hosil bo'ladi. Aminokislotaaning karboksil gruui AMP ning 5' - fosfat guruhi bilan anidrid bog' hosil qiladi va pirofosfat ajralib chiqadi.

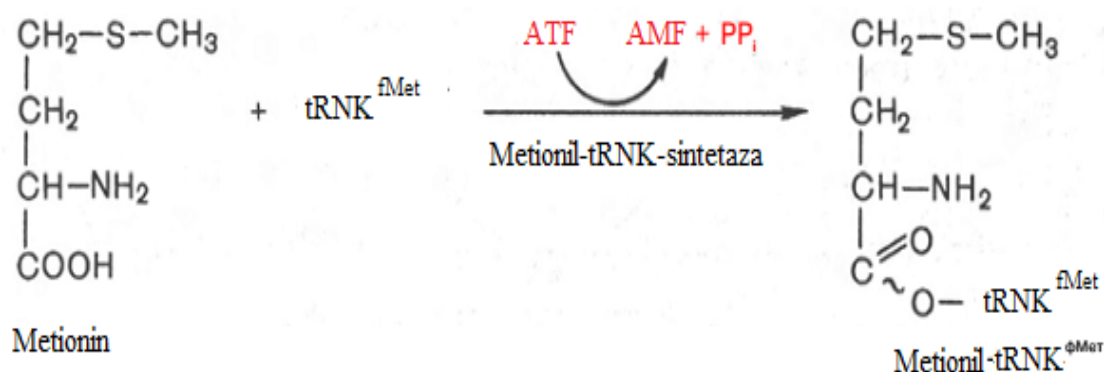
Ikkinchi bosqichda aminoatsiladenilatning fermentli kompleksi shu aminokislotaaning t- RNK si bilan o'zaro ta'sir etib, aminoatsil – t- RNK ni hosil qiladi. Reaksiya natijasida AMP va ferment aminoatsil – t- RNK – sintetaza ajralib chiqadi.

Reaksiyaning ikki bosqichini quyidagicha ifodalash mumkin:



Ikkinchi bosqichda hosil bo'lgan aminoatsil – t- RNK tarkibida energiyaga boy bo'lgan makroergik mavjud bo'lib, bu energiya peptid bog'ini hosil bo'lishida ishtirok etadi.

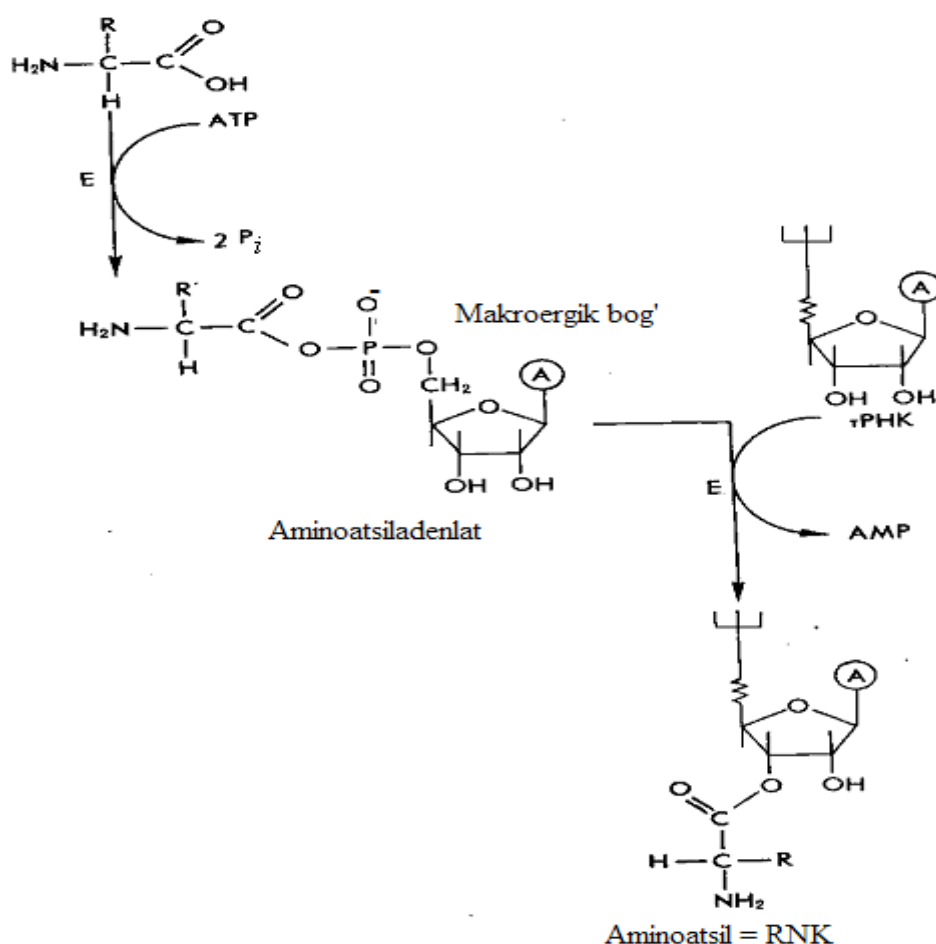
<sup>38</sup> J.Koolman., K.H.Roehm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-183



Aminoatsil – t- RNK – sintetaza fermenti aminoatsil – t- RNK ni hosil qilayotgan aminokislotasining o'ziga xos bo'lgan t – RNK sini taniydi.

Bu jarayon juda yuqori aniqlik bilan boradi. Aktivlashgan aminokislotalar ribosomada oqsil biosintezida ishtirok etadi.

Aminokislotalarning aktivlanishi quyidagi sxemada berilgan (rasm X.6.1.).



Rasm X.6.1. Aminokislotalarning aktivlanishi

**2. Inisiatsiya.** Polipeptid zanjirining inisiatsiyasi juda murakkab va juda muhim bosqich bo'lib, bu bosqichda inisiatsiya kompleksi hosil bo'ladi. Inisiatsiya kompleksining hosil bo'lishi uchun quyidagi komponentlar kerak bo'ladi: i – RNK; m – RNK ning initsirlovchi AUG kodon; prokariotlarda formilmetonin – t – RNK; eukariotlarda metionin – t – RNK; GTF;  $Mg^{2+}$ ; ribosomaning 30 S va 50 S – subbo'laklari (eukariotlarda 40 S va 60S – subbo'laklar) va inisiatsiya faktori – IF – 1, IF – 2, IF -3 (eukariotlarda e IF – 2, eIF – 3, eIF – 5 ).

Oqsil biosintezi i – RNK ning AUG nukleotiddan boshlanadi. Bu nukleotid metioninning kodonidir. Oqsil biosintezida ishtirok etayotgan i – RNK ning polinukleotid zanjirining 5' - tomonida initsirlovchi kodon AUG joylashgan bo'lib, zanjirining boshlanishi, 3' - tomoni esa zanjirni tugallanishini ifodalaydi.

Inisiatsiya faktor IF – 3 ribosomaning 30 S subbo'laklari bilan birikadi. IF – 2 oqsil faktori GTF va formilmetoninil – t – RNK ferment bilan birikadi. Natijada hosil bo'lgan kompleks 30 S – IF – 3 ni taniydi.

Natijada initsirlovchi kompleks: 30 S IF – 3 – GTF – IF – 2 –formilmetoninil t – RNK va ferment hosil bo'ladi. Bu kompleksga initsirlovchi faktor IF -1 ishtirokida i – RNK o'zining 5' - tomoni bilan birikadi.<sup>39</sup>

Shundan keyin 50 S subbo'lagi birikadi va funksional aktiv 70 S ribosoma hosil bo'ladi. Buning uchta faktori, shuning GDF va anorganik fosfat ajralib chiqadi.

Shuni takidlab o'tish kerakki, oqsil biosintezida ribosomaning ikkita funksional markazlari muhim rol o'ynaydi.

Ulardan biri A – uchastka deb ataladi ( aminoatsil – t – RNK bog'lovchi ), ikkinchi aktiv markaz P – uchastka (peptidil – t RNK –bog'lovchi) bo'lib, unga formilmetoninil – t RNK ferment joylashadi.

Inisiatsiya jarayonlarida formilmetoninil – t RNK ferment P uchastkaga joylanishi uchun m RNK – 5' dagi metionining AUG – 3' kodoni uning antikodoni UAS – 5' bilan bog'lanadi ( ya'ni kodon antikodonga mos kelsa, vodorod bog'lar

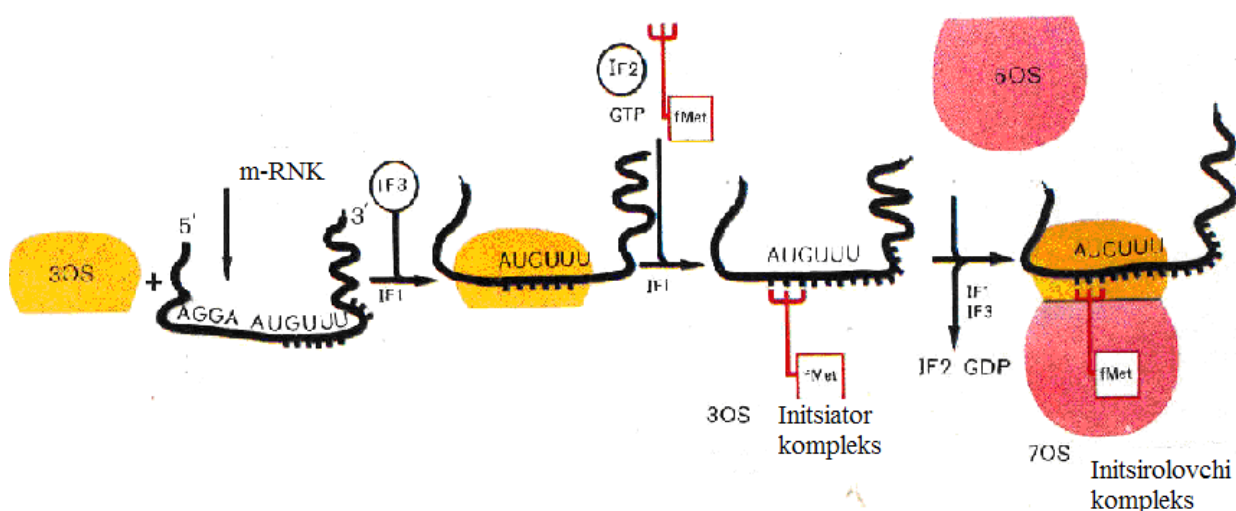
---

<sup>39</sup> J.Koolman., K.H.Roehm “Color Atlas of Biochemistry”, 2007 y, p-185

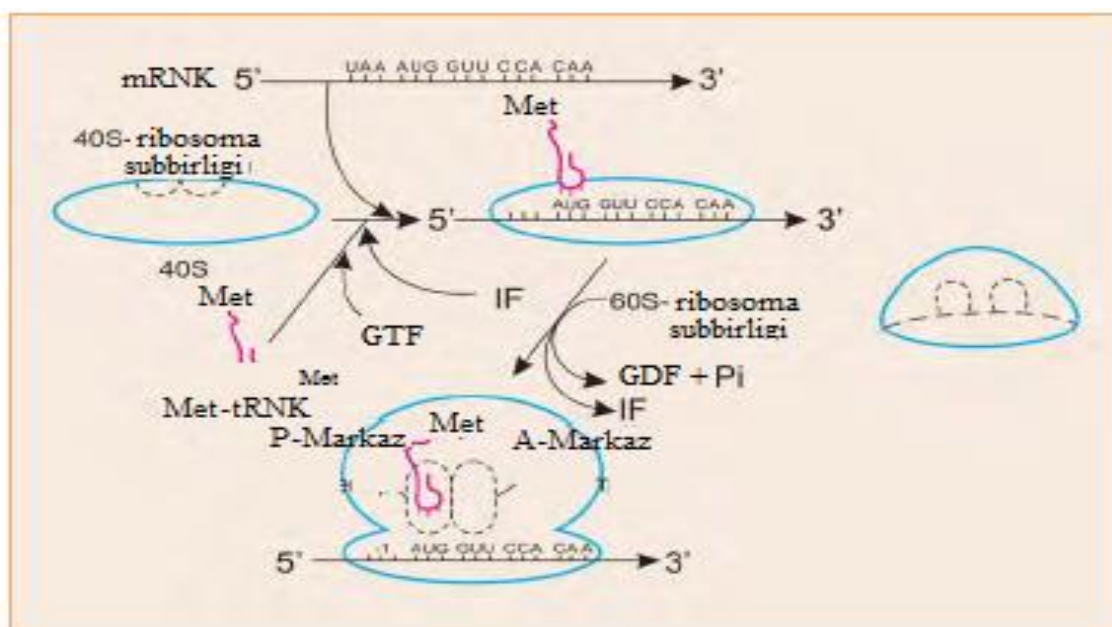
hosil qilib bog'lanadi). A – uchastka erkin bo'lib, unda m RNK dagi navbatdagi aminokislotasini kodoni joylashadi (rasm XI.6.2., rasm X.6.3.).

Shunday qilib, inisiatsiya bosqichida initsirolovchi kompleks hosil bo'ladi, apparat polipeptid zanjirining sintezi uchun tayyordir.

Polipeptid zanjirining sintezi tugagandan keyin formil guruhi deformilaza fermenti tomonidan polipeptid zanjiradan ajratiladi. Inisiatsiya faktorlari esa qaytadan inisiatsiya kompleksini hosil bo'lishida ishtirok etadi.



Rasm X.6.2. Oqsil biosintezining inisiatsiyasi



Rasm X.6.3. Oqsil sintezi inisiatsiyasi<sup>40</sup>

<sup>40</sup> Севи́рин Е.С., Але́йников Е.Л., Оси́пов Е.В., Силаева С.А. «Биологическая химия». Москва. 2008 стр -73

**3.Elongatsiya.** Polipeptid zanjirining o'sishida ribosomaning 50-S subbirligi alohida ahamiyatga ega.

Bu subbirliklarning ikkita faol markazi mavjud va peptid bog'larni hosil qilishda ishtirok etadigan peptidilsintetaza fermentlari bor. Bulardan biri aminoatsil (A) markaz bo'lib, unda aminokislota tashuvchi va kodon-antikodon mos keladigan t-RNK joylashadi.

Ikkinchisi esa peptidil markaz bo'lib, bu markazga doimo metionin – t-RNK kelib joylashadi, t-RNK lar faqat aminotsil markaz orqali o'tishi mumkin.

Elongatsiya jarayonida polipeptid zanjiri har bitta aminokislota qoldig'ining birikish hisobiga uzayadi. Bu jarayon 3 ta bosqichdan iborat bo'lib, bu bosqichlar ketma – ketligi polipeptid zanjiri sintezi tugaguncha qayta takrorlanadi. Elongatsiya jarayoni borishi uchun quyidagilar kerak bo'ladi:

- 1) initsirlovchi kompleks ( ya'ni 70 S – funksional ribosoma );
- 2) m -RNK ning kodoniga mos keluvchi keyingi aminoatsil – t – RNK
- 3) elongatsiya faktorlari ( EF – Tu, EF –Ts va EF –U);
- 4) GTF;
- 5)  $Mg^{2+}$  ioni;
- 6) Peptidiltransferaza fermenti.

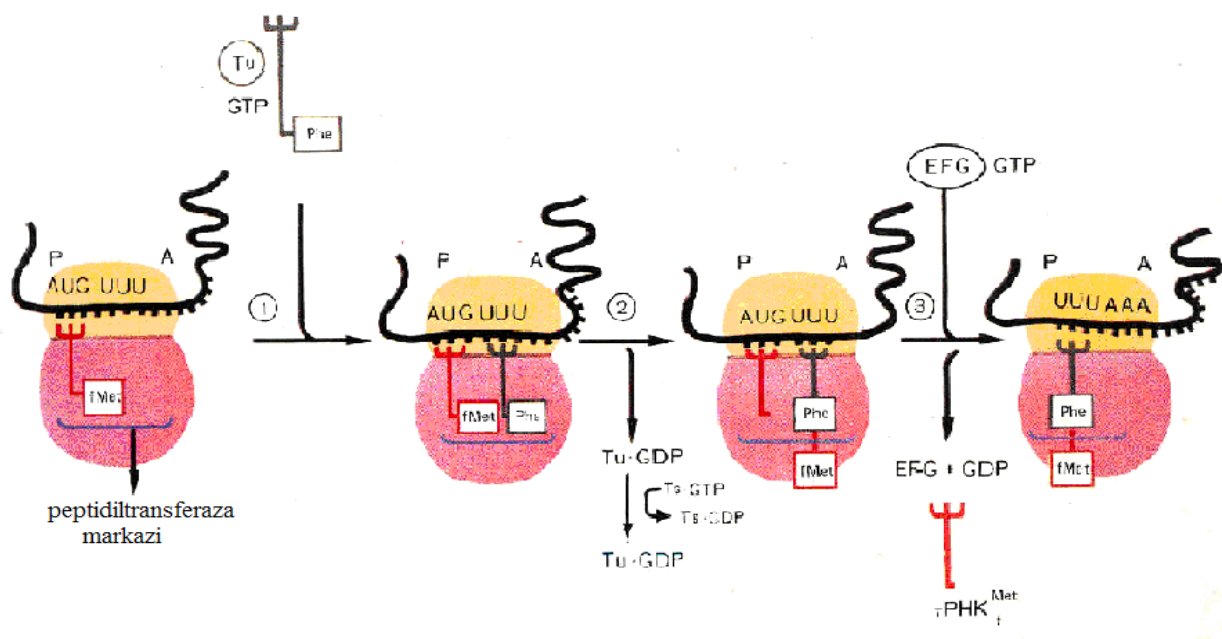
Elongatsiyaning birinchi bosqichida dastlab navbatdagi aminoatsil – t- RNK elongatsiya faktori Tu va GTF ishtirokida bog'lanadi. Hosil bo'lgan bu kompleks – aminoatsil – t – RNK – Tu – GTF 70 S – initsirlovchi kompleks (70 S- funksional ribosoma) bilan birikadi. Shuningdek bir vaqtda GTF ning gidrolizi boradi va hosil bo'lgan Tu – GTF 70 S ribosomadan chiqib ketadi (rasm X.6.4).

So'ngra ribosomaning A uchastkasi yangi aminoatsil – t- RNK bilan birikadi. Bu jarayonda m – RNK ning kodoni yangi aminoatsil – t-RNK antikodoniga mos kelishi kerak. Kodon antikodanga antiparallel va ular o'zaro ta'sir etib, vodorod bog' orqali bog'lanadi. Haqiqatdan aminoatsil – t RNK to'g'ri bog'langanlik A – uchastka ichidagi t-RNK va r-RNK yordamida tekshiriladi. Elongatsiyaning



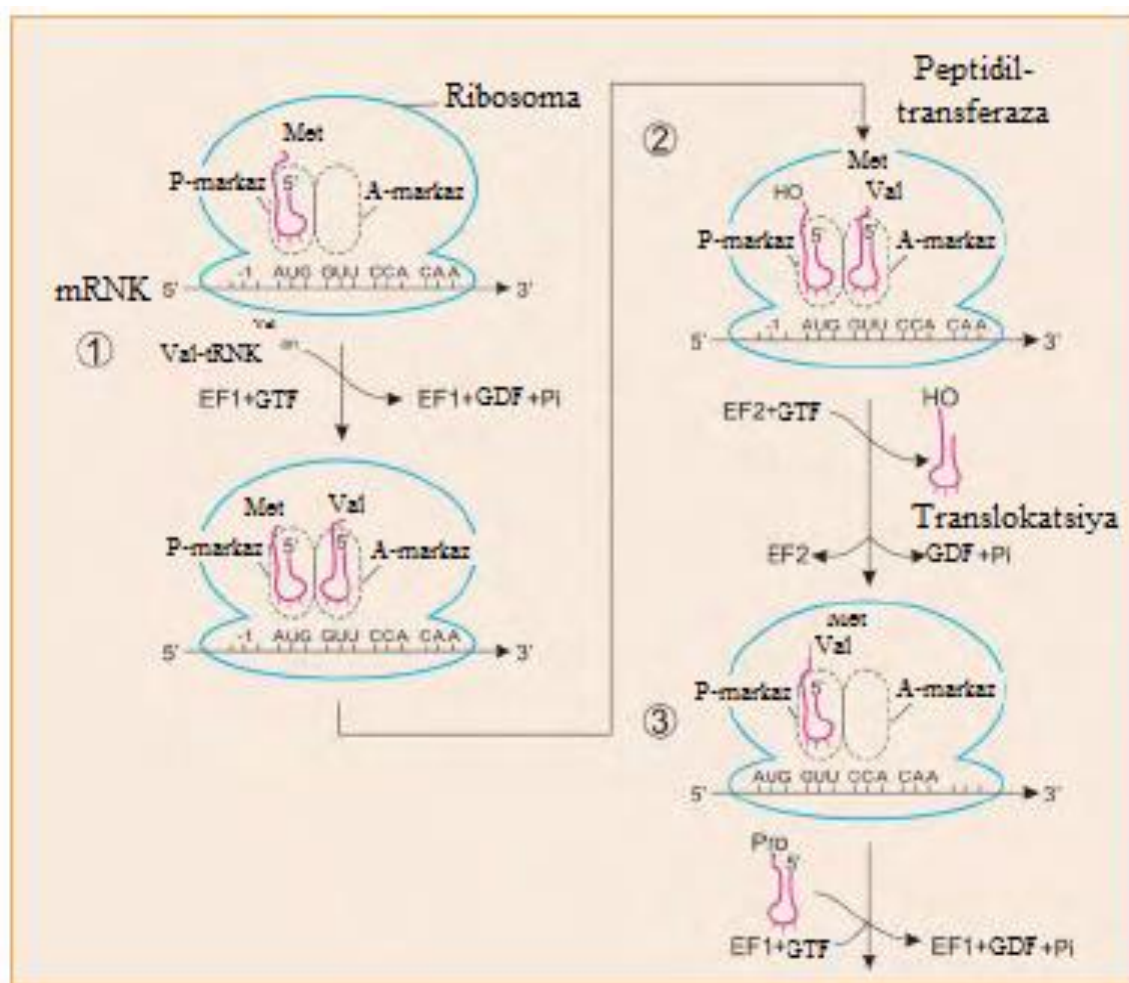
ikkinchi bosqichida ribosomaning P va A uchastkalarida joylashgan t-RNK larning aminokislotalari o'rtasida peptid bog'lari hosil bo'ladi. Bu jarayon initsirlovchi N – formilmetionin qoldig'i tutuvchi t-RNK A uchastkaga kelib, yangi aminokislotaaning amino guruhi bilan peptid bog'ini hosil qiladi. Bu reaksiyani ribosomaning 50 S – subbo'laklarida joylashgan peptidiltransferaza fermenti katalizlaydi (rasm X.6.5). Shunday qilib, A uchastka dipeptidil - t RNK hosil bo'ladi, P- uchastkada esa bo'sh initsirlovchi t RNK, ferment qoladi.

Elongatsiyaning uchinchi bosqichida ribosoma m-RNK ning 3' - oxiri tomon ( ya'ni uchinchi nukleotid ) harakatlanib siljiydi. Bu bosqichda GTF va elongatsiya faktori EF – U ( translokaza ) ishtirok etadi. Ribosomaning harakatlanishi A uchastkadagi dipeptidil – t RNK ni P - uchastka aralashib, P – uchastkadagi bo'sh tRNK qaytib sitoplazmaga chiqib ketadi. A – uchastkaga m – RNK ning navbatdagi kodoni kelib joylashadi. Shu tariqa polipeptid zanjiri uzatib beradi. Ribosomaning m – RNK bo'ylab harakatlanishi translakatsiya deb ataladi. Translokatsiya jarayoni GTF ning gidrolizlanishidagi energiya hisobiga boradi. Oqsil polipeptid zanjirining uzayishi elongatsiya bosqichlarini juda ko'p marta takrorlanishi hisobiga boradi (X.6.4).



Rasm X.6.4. Oqsil biosintezining elongatsiyasi





**Rasm X.6.5. Oqsil sintezi elongatsiyasi<sup>41</sup>**

- 1 – aa-tRNKning A-markazga bog'anishi GTF energiyasi hisobiga elongatsiya faktori – EF1 yordamida amalga oshadi;
- 2 – peptid bog' hosil bo'lishini peptidil-transferaza katalizlaydi;
- 3 – translokatsiya – ribosomaning mRNK bo'ylab 5'- uchdan 3'-uch tomon harakatlanishi GTF sarfi bilan amalga oshadi

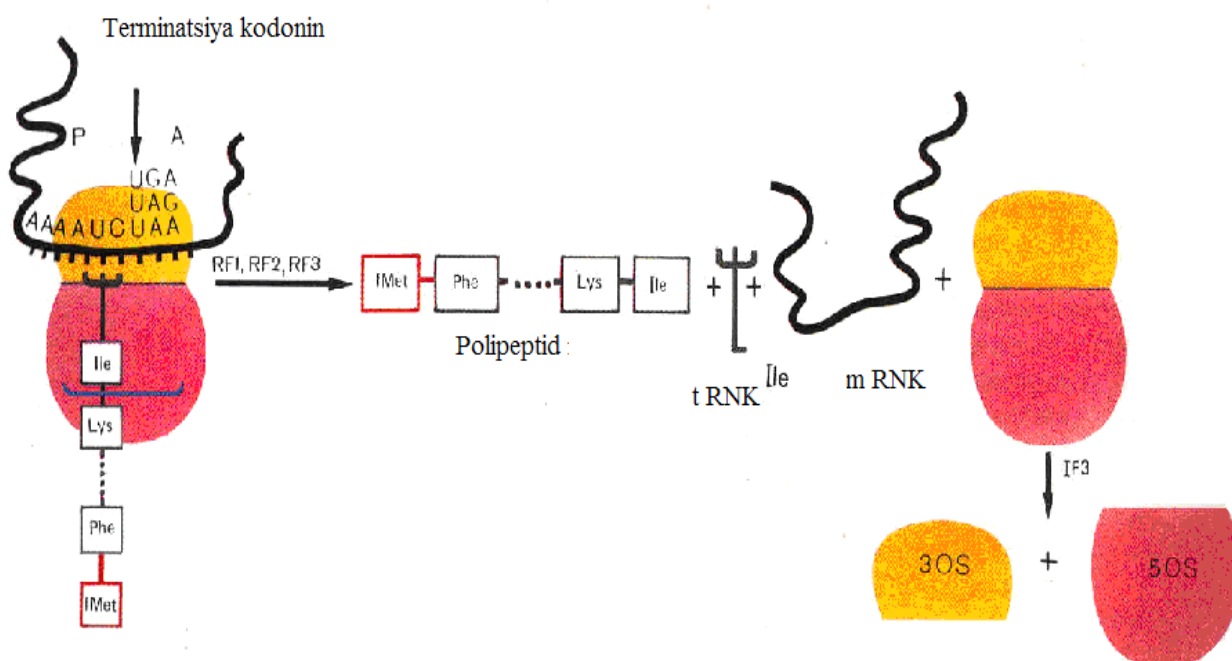
**4. Terminatsiya:** Oqsil molekulari hosil bo'lishining oxirgi bosqichida, ya'ni terminatsiya jarayonida (A) aminoatsil markazda polipeptid zanjirining tugallanishini ifodolovchi UAG va UAA, UGA kodonlari paydo bo'lishi bilan polipeptid zanjirining uzayishi to'xtaydi. Bu kodonlar «ma'nosiz» bo'lib, biror aminokislotani ifodalamaydi. Terminatsiya faktorlari RF – 1, RF – 2 va RF -3 orqali terminatsiya kodonlari taniladi. RF – 1 terminatsiya faktori UAA va UAG kodonlarini tanisa, RF – 2 esa UAA UGA taniydi. Eukaroit hujayralarida bitta

<sup>41</sup>Севи́рин Е.С., Але́йников Е.Л., Оси́пов Е.В., Си́лаева С.А. «Биологическая химия».Москва. 2008 стр -75

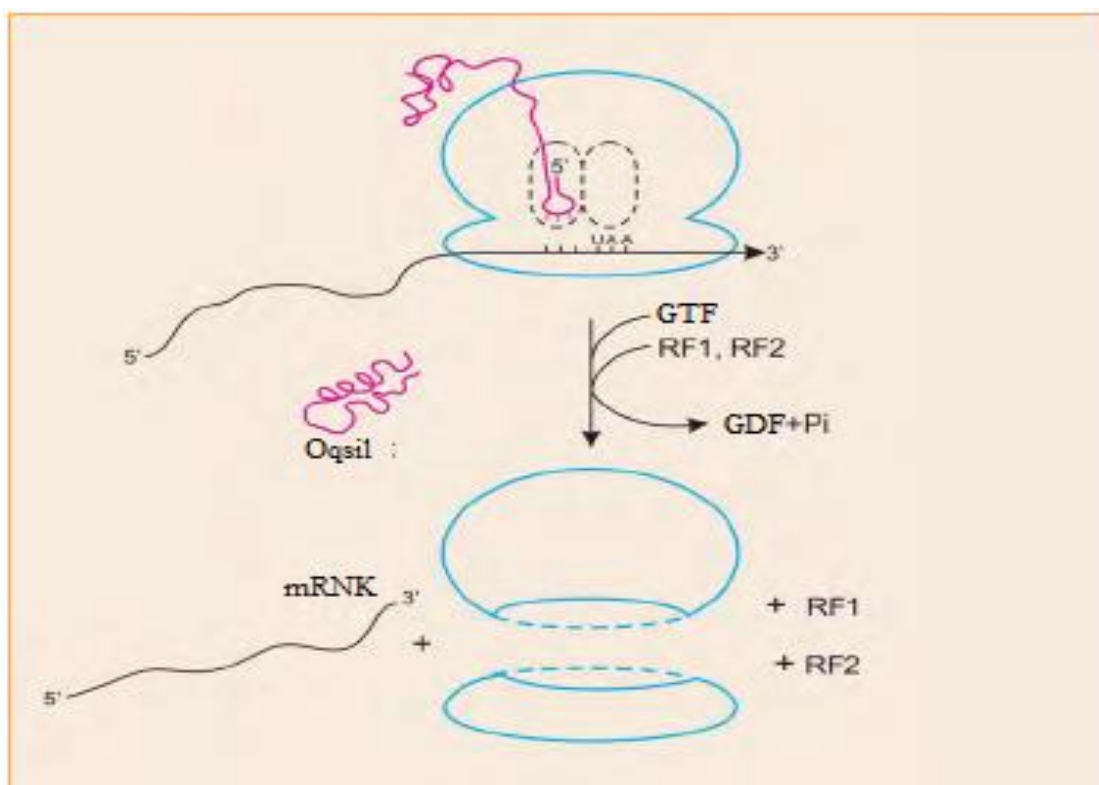
terminatsiya faktori RF bo'lib, uchta terminatsiya kodonlarini tanish xususiyatiga ega.

Terminatsiya faktorlari oqsil tabiatiga ega bo'lib, t-RNK va ribosomaning P – uchastkasida polipeptid molekulasining peptidil – t-RNK o'rtasidagi murakkab efir bog'ini gidrolizlaydi. Natijada polipeptid zanjiri ribosomadan ajralib chiqadi(rasm XI.6.6., X.6.7.). Polipeptid zanjirining sintezi tugab, ribosomadan ajralib chiqqandan so'ng, terminatsiya faktorlari chiqib ketadi.

Erkin ribosoma ikki subbo'laklarga dissotsiyanadi. Oxirga bosqichda i RNK ribosomaning 30 S – subbo'lagidan chiqib ketadi.



Rasm X.6.6. Oqsil biosintezining terminatsiyasi



**Rasm X6.7. Oqsil sintezi terminatsiyasi<sup>42</sup>**

Shuning uchun polipeptid zanjiridagi oxirgi t-RNK ning efir bog'lari peptidiltransferaza fermentlar ishtirokida uziladi va natijada ribosomadan tayyor holdagi oqsil molekulasini ajralib chiqadi. Ribosoma juda oson dissotsiatsiyalanib ketadi.

### **10.7. Oqsillarning prosessingi va transporti**

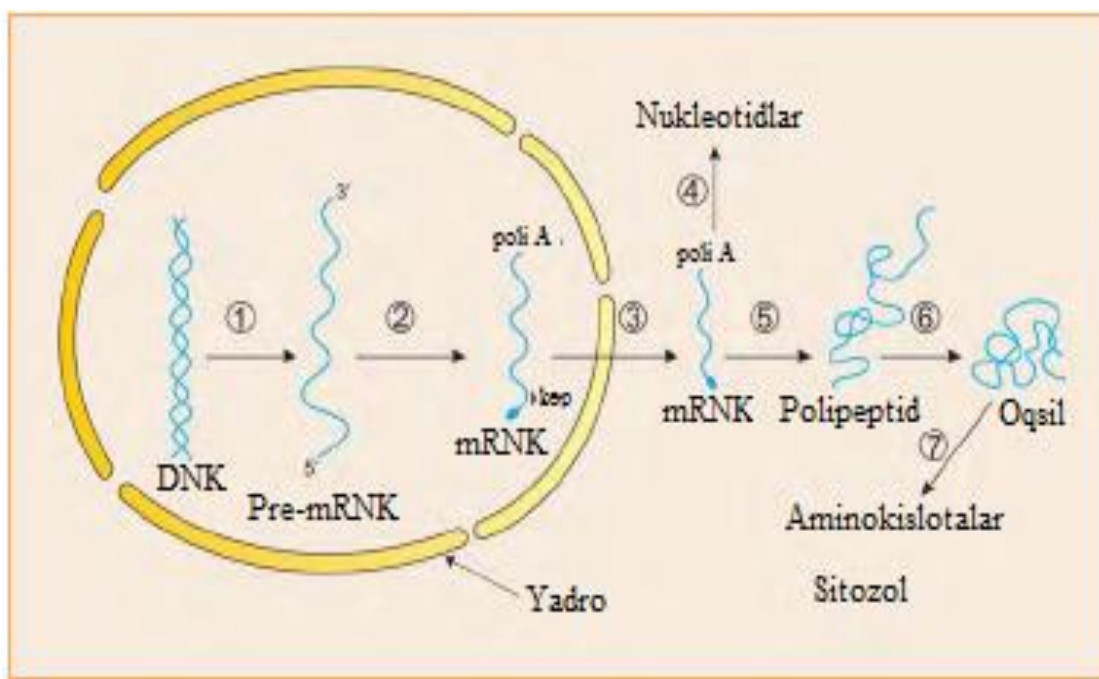
Ribosomada qimmatli oqsillar hamma vaqt ham to'liq sintezlanmay, nativ strukturaga ega bo'lmaydi. Ribosomadan ajralgan oqsillar shakllanib, to'liq qimmatli bo'lish jarayonini ularning yetilishi yoki prosessingi deb ataladi.

Oqsillar ribosomani o'zida qisman ikkilamchi strukturaga aylana boshlaydi. Oqsillar tarkibida aminokislotalar soni 25-30 ga yetganda polipeptid ribosomaning N-tarafidan ajralib, uning zanjir shakliga

<sup>42</sup>Севи́рин Е.С., Але́йников Е.Л., Оси́пов Е.В., Си́лаева С.А. «Биологическая химия».Москва. 2008 стр -78

o‘ralishi sitoplazmada davom etadi. Polipeptid zanjirining o‘ralishi, turli xil strukturaga aylanishida hujayra suyuqligidagi maxsus oqsillar-shapironlar ishtirok etadi. Membrana va sekretor oqsillari sintezlanganda polipeptidning N-tomonida 10-30 aminokislotali qoldiq signalli qator bo‘lib, ular gidrofob aminokislotalardan tashkil topgan.

Hujayrada erkin va membrana bilan bog‘langan ribosomalar bo‘lib, ularning endoplazmatik retikulum (ER) bilan bog‘lanishi polipeptidning signal qatori orqali amalga oshadi. ER membranasida ikkita glikoprotein kompleksi bo‘lib, ularni riboforinlar deyiladi. Ular polipeptidning signalli qatori bilan bog‘langan holda bo‘ladilar. Sitoplazmada signalni aniqlovchi strukturalar mavjud bo‘lib, u 11S ribonukleoproteindan tashkil topgan. Ular polipeptidning signal qatori bilan bog‘langanida elongatsiya vaqtincha to‘xtaydi. Sintezlanayotgan polipeptid signal aniqlovchi struktura bilan ER membranasidagi riboforinlar bilan bog‘langanida mazkur kompleks asosida membranada kanal hosil bo‘lib, uni translokon deb ataladi. Shu vaqtdan boshlab elongatsiya yana qaytadan takrorlanib, sintezlanayotgan polipeptid ER membranasidan ajraladi. Ferment proteaza (signalaza) ta’sirida polipeptid zanjiri sintezlangandan so‘ng, signalli qator undan uziladi, yangi sintezlangan oqsil esa postranslyatsiyali modifikatsiyaga yoki processing jarayoniga uchraydi. Yangi sintezlangan sekretor va membranali oqsillar processingga hujayraning muayyan kompartmentlariga transport qilinadi (rasv.X.7.1.).



**RasmX.7.1. Genetik axborotni fenotipik shaklga uzatilishini boshqarish mexanizmi<sup>43</sup>**

Axborot uzatilishi jarayoni quyidagi bosqichlarda boshqarilishi mumkin:

1 – transkripsiya; 2 – postranskripsion modifikatsiyalarda; 3 – mRNKning yadrodan sitoplazmaga transporti vaqtida; 4 – m-RNK yashovchanli orqali; 5 – translayatsiya bosqichida; 6 – polipeptid zanjirining posttranslyatsion o'zgarishlarida; 6 – oqsil yashovchanligi orqali

Polipeptid zanjirining hosil bo'lishida yoki sintez tugashida qandaydir vaziyatda oqsil uning aminokislotalar tarkibini belgilaydigan nativ konformatsiyaga ega bo'ladi, ya'ni matritsa RNKdagi bir o'lchamli genetik axborot yangi sintezlangan polipeptidning o'ziga xos uch o'lchamli strukturaga aylantiradi. Turli xil oqsillarda bu jarayon bir xil ketmasa ham, ulardagi umumiylikni quyidagicha ta'riflash mumkin:

- polipeptid zanjirining turli xil yerlardagi sistein qoldiqlari orasidagi disulfid bog'larining hosil bo'lishi;
- sintezlangan polipeptid zanjiridagi maxsus peptid bog'larining uzilishi natijasida ulardan bir qismi parchalanib, qolgan bo'lagi esa haqiqiy oqsilga aylanadi;

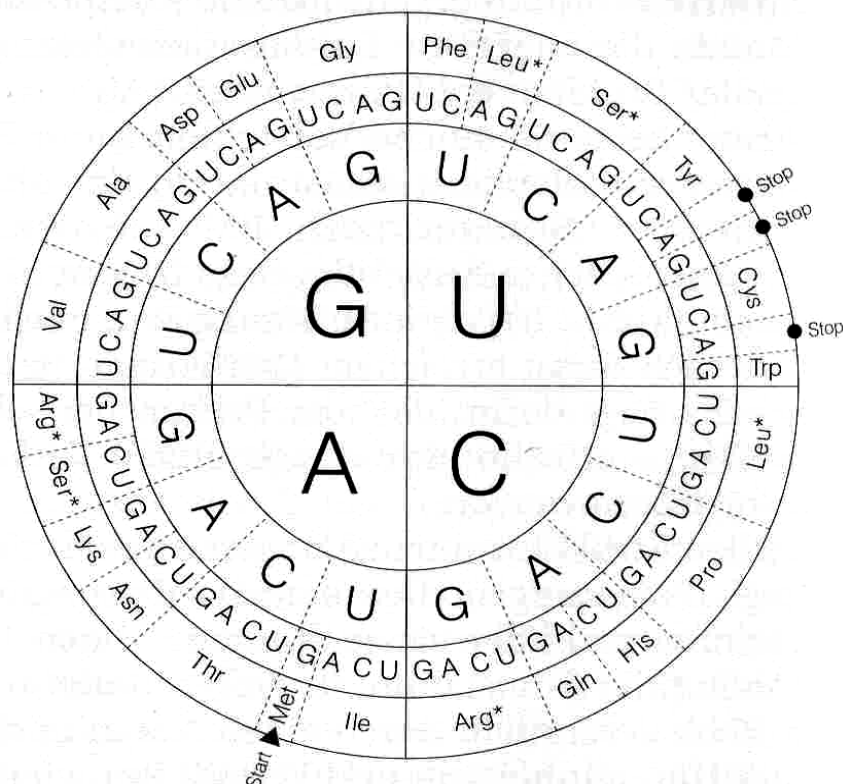
<sup>43</sup> Севи́рин Е.С., Але́йников Е.Л., Оси́пов Е.В., Си́лаева С.А. «Биологическая химия».Москва. 2008 стр -80

- sintezlangan oqsilga prostetik guruhlarining (uglevodlar, lipidlar, kofermentlar va boshqalar) bog‘lanishi natijasida murakkab oqsillar va fermentlar hosil bo‘ladi;
- oqsillarning ayrim qismlaridagi aminokislotalarning radikallari kimyoviy modifikatsiyaga uchraydi (fosforlanish, metillanish, gidroksillanish, karboksillanish, yodlanish va boshqalar);
- oqsillarning to‘rtlamchi strukturasi hosil qilish uchun polipeptid subbirliklari o‘zaro assotsiatsiyalanishi lozim;
- Golji apparati to‘liq qimmatli va deffektli oqsillarni bir-birlaridan saralovchi depo hisoblanadi. Deffektli oqsillar lizosomalarga ko‘chirilib, u yerda aminokislotalargacha gidrolizlanadi. Normal oqsillar sekretor granulalarga tushib, Golji apparatidan ajralib, sitoplazmatik membranaga diffundirlanadi. Ekzositos usuli orqali oqsillar hujayraaro bo‘shliqlarga ham yetkaziladi;
- yangi sintezlangan oqsillar aksariyat, muayyan manzilli bo‘ladi. Ayrimlari sitoplazmada, yana bir xillari membranalarga, hujayraaro suyuqliklarga va bo‘lak kompartmentlarga ko‘chiriladi.

## **X.8. Genetik kod**

Biror bir ma’lumotni shartli belgilar yordamida ifodalash, odatda, kodlash yoki kod deb ataladi. Biologiyada genetik informatsiyani, ya’ni oqsil molekulalarini tashkil etuvchi 20 xil aminokislotalarni DNK molekulasiidagi 4 xil nukleotid yordamida ifodalash genetik kod deb ataladi. DNK zanjirida joylashgan irsiy informatsiya 3 nukleotiddan tashkil topgan tripletlar yordamida kodlangandir. Tripletlar 64 ta har xil kodonlar hosil qiladi. Bu esa 20 ta aminokislotalarni ifodalashga yetarlidir.

1961 yilda ingliz olimi Krik genetik kod muammosini matematik analiz qilib, kod haqiqatdan ham, tripletli xususiyatga ega degan xulosaga keldi va genetik kod lug'atini tuzdi. Oqsil molekulasidagi har bir aminokislotani ifodalovchi kod tripletli bo'lib, u Krik ifodasiga ko'ra kodon deb nomlanadi. Quyidagi jadvalda genetik kod lug'ati keltirilgan(rasm X.8.1).



**Rasm X.8.1. Genetik kod sxemasi**

Jadvaldagi 64 ta tripletdan 61 tasi «ma'noli», ya'ni ma'lum aminokislotani ifodalovchi tripletdir. Qolgan uchta (UGA, UAA, UAG) aminokislotalarni ifodalay olmaydi. Shuning uchun ular tripletlar deyiladi. Bu tripletlar oqsillar biosintezida alohida ahamiyatga ega bo'lib, ular polipeptid zanjirlarining tugallanishi va zanjirning ribosomadan ajralishini ifodlaydi. Triptofan va metioninning bittadan kodonlari mavjud. Qolgan aminokislotalar 2 tadan 6 tagacha triplet yordamida ifodalanadi(rasm X.8.1). metioninning kodoni AUG kodoni **initsirlovchi kodon** deb ataladi. Translyatsiya prokariotlarda formilmetionindan, eukariotlarda esa metionin kodonidan boshlanadi.

Genetik kod universal xarakterga ega, ya'ni u barcha tirik mavjudotlar uchun bir xil. Barcha kodon uchta nukleotdan (tripletdan) iborat. Informatsiya ma'lum

nuqtadan boshlanadi. Bir xil aminokislotalarni ifodalovchi tripletlar bir –biriga o'xshaydi. Barcha tirik organizmlarning kodlari ko'pincha umumiy yoki bir xil bo'ladi.

### **Sinov savollari**

1. Oqsillarning oshqozon-ichak yo'lida hazm bo'lishi.
2. Oshqozonda oqsillarning parchalovchi qanday fermentlarni bilasiz?
3. Ingichka ichakda qanday fermentlar oqsil peptidlarini parchalaydi?
4. Aminokislotalarning parchalanishini tushuntiring.
5. Aminokislotalarning dezaminlanish reaksiyalarini yozing.
6. Aminokislotalarning dekarboksillanishi.
7. Transaminlanish reaksiyasini yozing.
8. Aminokislotalarning oksidlanish yo'li bilan dezaminlanishi.
9. Pepsin fermentining vazifasini tushuntiring.
10. Karboksipeptidaza fermentining funksiyasini tushuntiring.

### **Oqsillar almashinuvi mavzusiga oid test savollari**

1. Oqsillarning oshqozonda parchalanishi qanday fermentlar ishtirokida boradi?  
A) pepsin  
B) ximotripsin  
V) tripsin  
G) dipeptidazalar
2. Ovqat oqsillari ichakda qanday fermentlar ta'siriga uchraydi?  
A) tripsin  
B) ximotripsin  
V) peptidazalar  
G) dipeptidazalar
3. Kichik molekulali polipeptidlar qanday fermentlar ta'sirida parchalanadi?  
A) karboksipeptidazalar  
B) aminopeptidazalar  
V) dipeptidazalar



4. Karboksipeptidaza polipeptid zanjiridagi qanday guruhni parchalaydi?
- A) erkin karboksil
  - B) amino guruhni
5. Aminopeptidaza polipeptid zanjiridagi qanday guruhni parchalaydi?
- A) erkin amino guruhni
  - B) erkin karboksil guruhni
6. Ichakda erkin aminokislotalar qanday fermentlarning ta'sirida hosil bo'ladi?
- A) aminopeptidaza
  - B) karboksipeptidaza
  - V) dipeptidaza
7. Oksidativ dezaminlanishda qanday birikmalar hosil bo'ladi?
- A) ketokislotalar, ammiak
  - B) oksikislota
  - V) organik kislota
8. Aminokislota qanday yo'l bilan sintezlanadi?
- A) ketokislotalarning qaytarilish yo'li bilan aminlanishi
  - B) to'yinmagan kislotalarning bevosita aminlanishi
  - V) ketokislotalarning qayta aminlanishi
9. Aminokislotalar qanday birikmalar uchun dastlabki xom ashyo hisoblanadi?
- A) oqsillar
  - B) gem
  - V) kreatinfosfat
  - G) kofermentlar
10. Aminokislotalarning katabolizimi natijasida oxirgi qanday mahsulotlar hosil bo'ladi?
- A)  $\alpha$ -ketokislotalar
  - B) aminlar
  - V) karbonat angidrid
  - G) ammiak

## XI bob. Nuklein kislotalar almashinuvi

*Tayanch so'zlar: ferment, DNKaza, RNKaza, nukleaza, endonukleaza*

### XI.1. Nuklein kislotalarning parchalanaishi

Tirik organizmlarda sodir bo'ladigan moddalar almashinuvi nuklein kislotalar almashinuvi bilan bevosita bog'liqdir, ya'ni oqsillar biosintezi, biokimyoviy jihatdan spetsifik bo'lgan belgilarning nasldan-naslga o'tishi, hujayra differentsiyasi va hokozolar.

**Nuklein kislotalarning parchalanishi.** Tirik organizmlarda nuklein kislotalar 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 guruhlariga bo'linadi. Nuklein kislotalarning ichki nukleotidlararo bog'larini parchalovchi fermentlar **nukleazalar** deb ataladi. Bu fermentlar ishtirokida nuklein kislotalar asosan kislotalarda erimaydigan kichik molekulali polipeptid fragmentlardan toritib, to 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. Bu guruhga kiradigan fermentlar **fosfodiesterazalar** deb ham ataladi. Fosfodiesteraza erkin nukleotidlargacha parchalanadi.

Nukleazalar o'ziga xos ta'sir etish xususiyatiga ko'ra ikki guruhga RNK ning parchalanishini katalizlovchi ribonukleaza va DNKning gidrolizlanishini katalizlovchi dezoksiribonukleaza fermentlariga bo'linadi.

**Ribonukleaza (RNK aza).** Har xil manbalardan turli-tuman shakldagi ribonukleazalar ajratib olingan bo'lib, ulardan eng yaxshi o'rganilgani hayvonlardan ajratib olingan pankreatik ribonukleazalardir. Pankreatik RNK aza RNK tarkibidagi nukleotidlararo bog'larning hammasiga ham ta'sir qilmaydi. U faqat ayrim nukleotidlararo bog'larni, ya'ni polinukleotid tarkibidagi ribozaning 3-uglerod atomidagi fosfat kislotasi qoldig'ini, keyingi nukleotiddagi ribozaning 5-uglerod atomi bilan biriktiruvchi bog'ning parchalanish reaksiyasini katalizlaydi. Reaksiya natijasida nukleotid qoldiqlari o'rtasidagi fosfodiester bog' uziladi.

RNK ning ribonukleaza fermentlari ta'sirida parchalanishi ko'p jihatdan uning tarkibiy qismiga bog'liq bo'ladi. Agar RNK tarkibida minor asoslarining soni ko'p bo'lsa, ular RNK aza fermenti ishtirokida birmuncha qiyin parchalanadi.

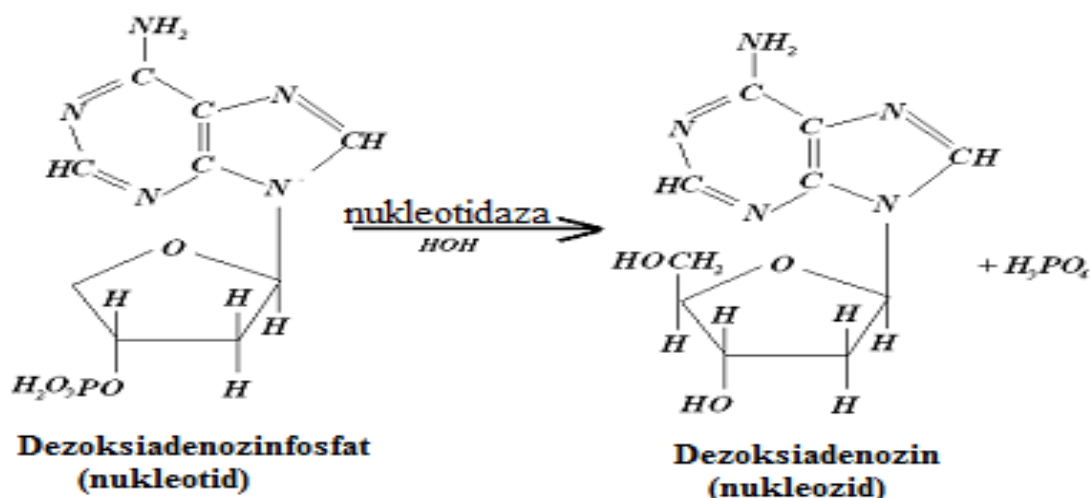
**Dezoksiribonukleaza (DNK aza).** DNK ning parchalanish reaksiyalarini katalizlovchi DNK aza fermentlari keng tarqalgan bo'lib, ularning ikki turi yaxshi o'rganilgan. Ikkala ferment ham endonukleazalarga mansub. Birinchisi DNK molekulasi 5-fosfomonoefirlargacha parchalaydi. Ikkinchi DNK aza ta'sirida esa 3 – fosfomonoefirlar hosil bo'ladi. Har ikki turdagi fermentlar ishtirokida avval oligo-dezoksiribonukleotidlar hosil bo'ladi. Keyinchalik ularning parchalanishi natijasida erkin dezoksiribonukleotidlar hosil bo'ladi.

Barcha nukleazalar yoki fosfodiesterazalar ishtirokida poliribonukleotid va polidezoksiribonukleotidlar mononukleotidlargacha parchalanadi. Bu fermentlar RNK va DNK ni polinukleotid zanjirining yoki bo'lmasa endonukleaza fermentlari ishtirokida ulardan hosil bo'lgan oligonukleotidlarning uchki tomonida joylashgan nukleotidlarni gidrolitik yo'l bilan birin-ketin ajratish reaksiyalarini katalizlaydi.

Shunday qilib, har xil nukleaza fermentlari ishtirokida nuklein kislotalar mononukleotidlargacha parchalanadi.

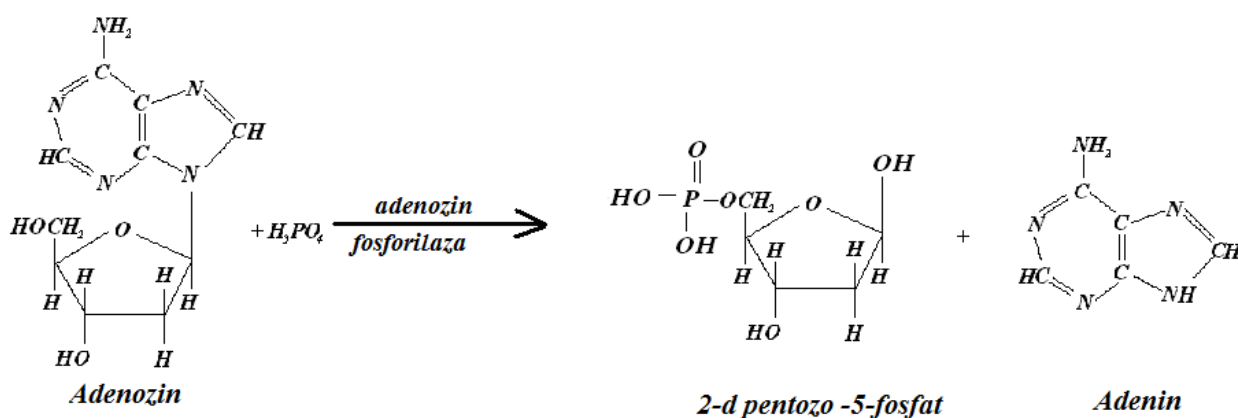
Nukleaza fermentlari ishtirokida hosil bo'lgan mononukleotidlar yana parchalanadi. Ribonukleotidfosfat va dezoksiribonukleozid fosfat tarkibidagi fosfat guruhlar bir qator fosfataza fermentlari ishtirokida ajraladi. Bular ichida o'ziga xos ta'sir ko'rsatuvchi, ya'ni faqat RNK va DNK ning parchalanishi

natijasida hosil bo'lgan nukleotidlardan fosfat kislotani parchalovchi fermentlar ham mavjud. Bunday fermentlar nukleotidazalar deb ataladi.



Reaksiya natijasida tegishli nukleozid va fosfat kislota hosil bo'ladi. Reaksiyaning keyingi bosqichida nukleozid tarkibidagi riboza yoki dezoksiriboza qoldig'iga fosfat kislota ko'chiriladi.<sup>44</sup>

Bu reaksiyani nukleozid turi xos bo'lgan mahsus ferment riboziltransferaza fermenti katalizlaydi:

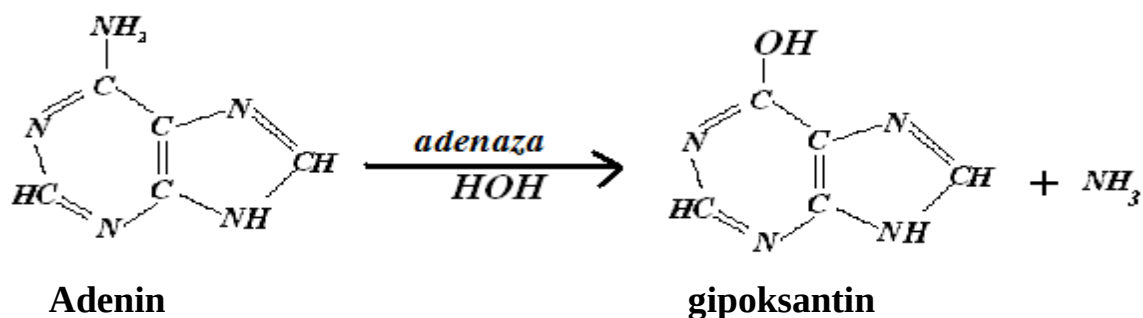


Hosil bo'lgan pentoza fosfat keyinchalik moddalar almashinuvidagi har xil reaksiyalarda ishtirok etishi mumkin.

Purin va pirimidin asoslarining parchalanishi. Purin asoslari gidrolitik dezaminaza fermentlari ishtirokida parchalanib, ammiak va tegishli birikmalar hosil qiladi.

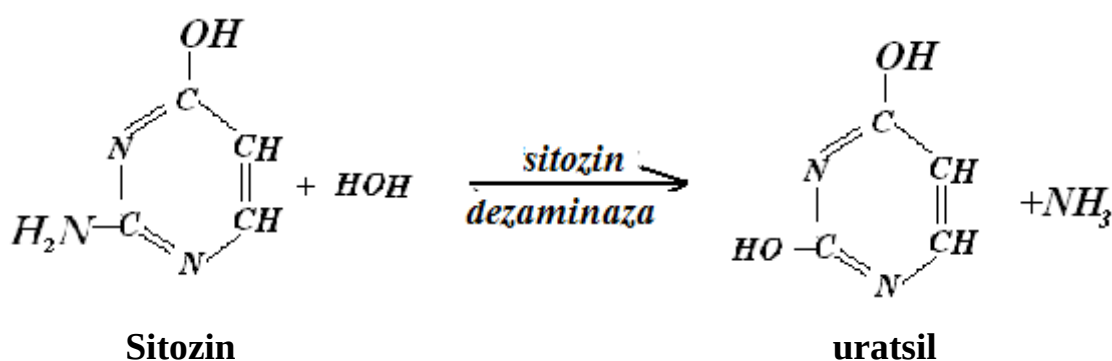
Masalan, adenin adenaza fermenti ishtirokida gipoksantin hosil qiladi:

<sup>44</sup> J.Koolman., K.H.Roehm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-186



Gipoksantin ksantinoksidaza fermenti ishtirookida ksantinga, ksantin esa o'z navbatida urat kislotaga aylanadi.

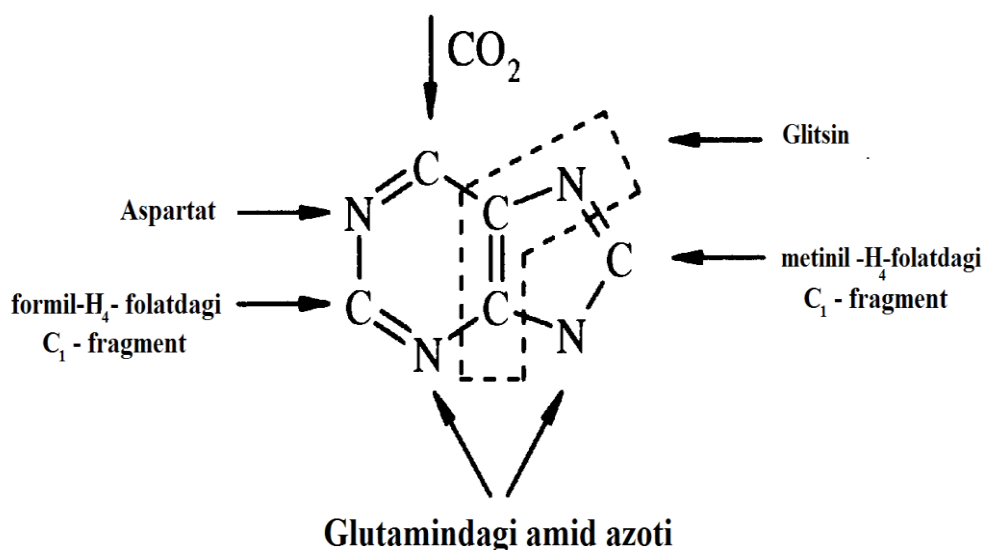
Pirimidin asoslaridan sitozin bilan 5-metilsitozinning gidrolitik dezaminlanishi natijasida ham uratsil va timin hosil bo'ladi.



Shunday qilib, murakkab tuzilgan nuklein kislotalar tirik organizmlarda bir qator fermentlar ishtirokida oddiy birikmalarga parchalanadi.

## XI.2. Nuklein kislotalar biosintezi

**Purinli nukleotidlar hosil bo'lishi.** Barcha tirik organizmlar purinli birikmalardagi xalqali sistemani yangidan sintezlash xususiyatiga ega. Purin xalqasini hosil qilishda glutamin, aspartat va glitsin aminokislotalar, formiat kislotasi hamda karbonat angidrid ishtirok etishi aniqlangan. Purin halqasidagi atomlar manbai quyidagi sxemada keltirilgan:



**Rasm XI.2.1. Nukleotidlardagi purin halqasining hosil bo'lishi**

Purinli nukleotidlar hosil bo'lishida purin halqasi tutuvchi birlamchi oraliq modda inozin kislota hisoblanadi. Qolgan barcha purinli nukleotidlar inozin kislotadan hosil bo'ladi.

Purinli nukleotidlar hosil bo'lishida riboza-5-fosfat ATP bilan reaksiyaga kirishib, 5-fosforibozil-1-pirofosfat tashkil topishidan boshlanadi va bir necha bosqichdan iborat.

1. riboza-5-fosfat+ATP  $\longrightarrow$  5-fosforibozil-1-pirofosfat+AMP.
2. 5-fosforibozil-1-pirofosfat + glutamin  $\longrightarrow$   
5- fosforibozilamin + glutamat +  $H_4P_2O_7$
3. 5-fosforibozil -1-amin + glitsin + ATP  $\longrightarrow$   
5-fosforibozilglitsinamid + ADP +  $H_3PO_4$

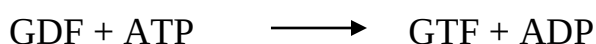
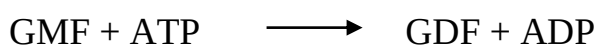
Hosil bo'lgan 5-fosforibozilglitsinamid bir molekula chumoli kislota bilan reaksiyaga kirishib, formilglitsinamidribonukleotid hosil qiladi. Bu reaksiyani katalizlovchi fermentning faol qismini tetragidrofolat kislota tashkil etadi. Hosil bo'lgan modda glutamin amidi yordamida yana bir marta aminlanadi. Reaksiya ATP ishtirokida boradi. Natijada hosil bo'lgan N–formilglitsin amidinribonukleotid purinlarning imidazol halqasidagi barcha struktura komponentlarini tutadi. Bu birikma ATP ishtirokida degidratatsiyaga uchraydi va imidazol halqa hosil bo'ladi. Keyingi reaksiyalarda imidazol halqada aspartat

kislota, formiat va karbonat anhidriddan pirimidin halqa tashkil topadi. Bu reaksiyalar bir qator fermentlar ishtirokida boradi. Shunday qilib ketma-ket boradigan bir qator reaksiyalar natijasida oxiri inozin kislota hosil bo'ladi.<sup>45</sup>

Inozinat kislotadan keyinchalik adenilat va guanilat kislotalar hosil bo'ladi.

Adenilat, guanilat kislotalarining hosil bo'lishi ikki bosqichdan iborat. Adenilat kislota hosil bo'lishining birinchi bosqichida inozin kislota aspartat kislota bilan reaksiyaga kirishib, adenilatsuksinat kislota hosil qiladi. Reaksiya trifosfatlar ishtirokida boradi. Reaksiyaning ikkinchi bosqichida adenilsuksinat kislota adenilat va fumarat kislotaga parchalanadi.

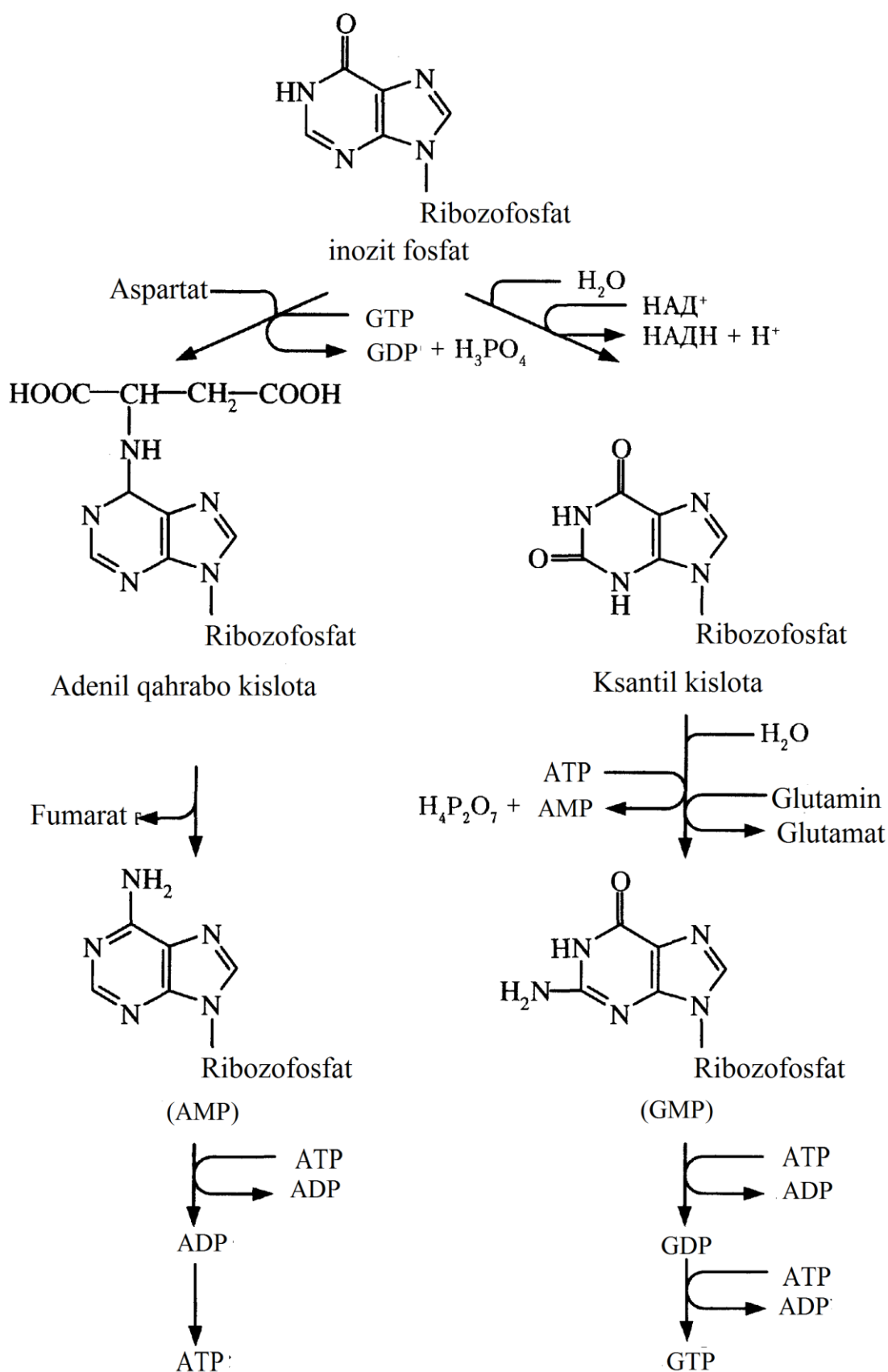
Nuklein kislotalar hosil bo'lishida bevosita ishtirok etadigan nukleozidtrifosfatlar monofosfatlarning ketma-ket ikki marta fosforlanishi natijasida hosil bo'ladi:



Purin (adeninli va guaninli) nukletidlarning sintez sxemasi XI.2.2 rasmda keltirilgan da keltirilgan.

---

<sup>45</sup> Richard A Harvey., Denise R Ferrier . Biochemistry. Lippincott Williams and Wilkins. China. 2011, p-298

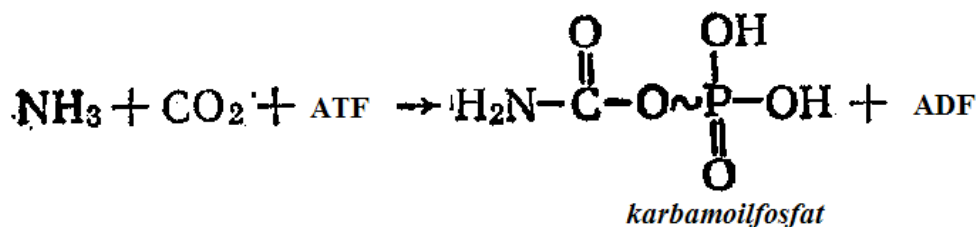


**Rasm XI.2.2. Purin (adeninli va guaninli) nukletidlarning sintezi**

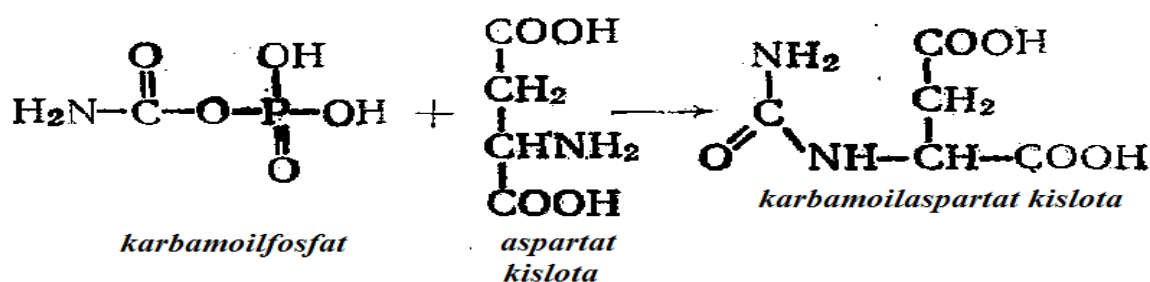


Shunday qilib, yuqorida bayon etilgan reaksiyalar purinli nukleotidlar hosil bo'lishidagi asosiy yo'l hisoblanadi.

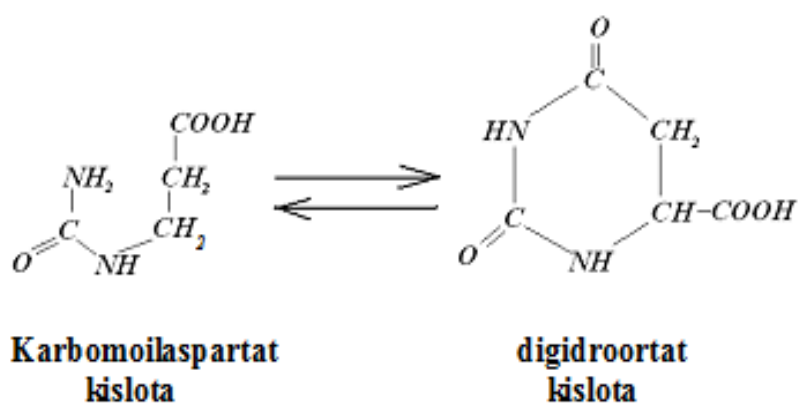
**Pirimidinli nukleotidlar hosil bo'lishi.** Pirimidin asoslari hosil bo'lishida aspartat kislota va karbomoilfosfat ishtirok etadi. Karbomoilfosfat ammiak, karbonat angidrid va ATP dan hosil bo'ladi.



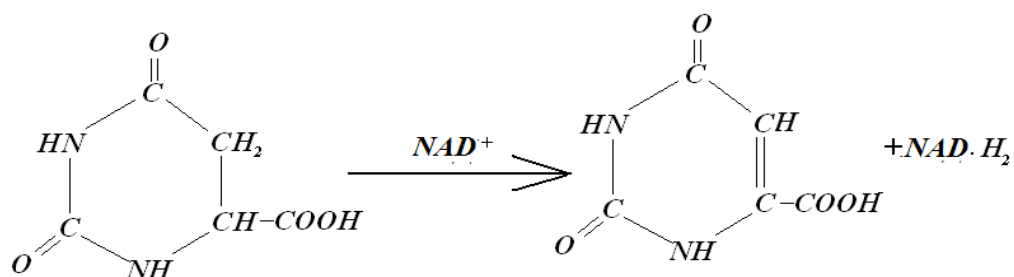
Pirimidin asos hosil bo'lishining ikkinchi bosqichida karbomoilfosfat aspartat kislota bilan reaksiyaga kirishib, karbomoilaspartat kislota hosil qiladi. Bu reaksiya aspartatkarbomoiltransferaza fermenti ishtirokida katalizlanadi:



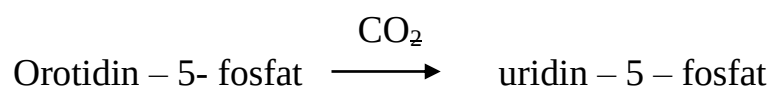
Karbomoilaspartat kislota siklodehidratatsiya reaksiyasi tufayli siklik birikma digidroortat fermenti ishtirokida tezlashadi:



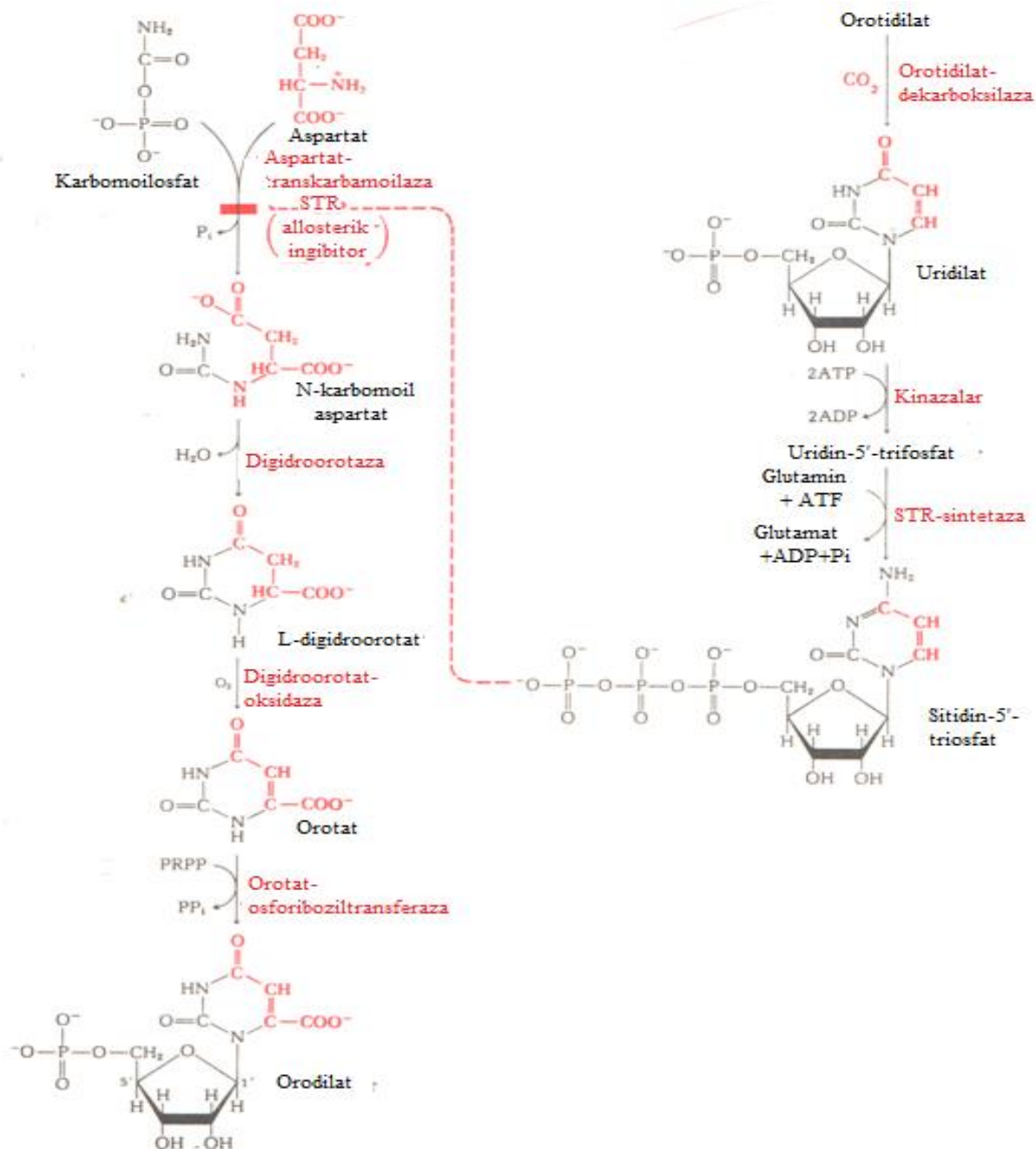
Keyingi reaksiyada digidroortat kislota oksidlanib, orotat kislotaga aylanadi. Reaksiyada fermentning aktiv qismini NADP<sup>+</sup> tashkil etadi:



Navbatdagi bosqichda orotat kislota fosforibozilpirofosfat bilan reaksiyaga kirishib, orotidin – 5 – fosfatning dekarboksillanishi natijasida uridin – 5- fosfat hosil bo’ladi:



Pirimidinli nukleozidmonofosfatlarning fosforlanishi natijasida nukleozidlarning di va trifosforli efirlari ATP ishtirokida hosil bo’ladi.



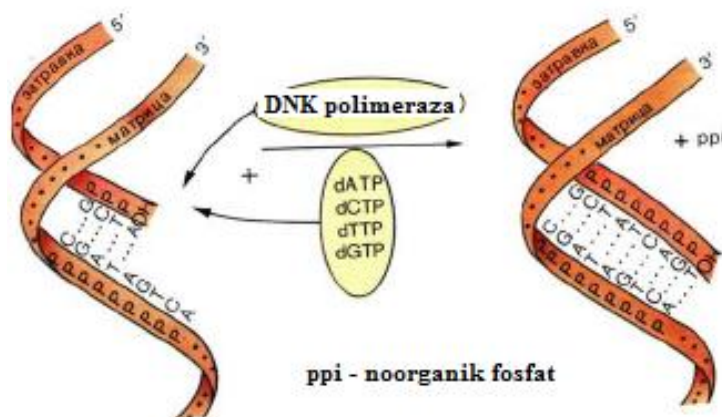
Rasm XI.2.3. UTP va CTF biosintezining asosiy yo'llari (orotidil kislota orqali hosil bo'lishi)

### XI.3. DNK biosintezi

DNK molekulasi xos bo'lgan asosiy xususiyatlardan biri genetik informatsiyaning (irsiy belgilarining) nasldan-naslga o'tishini ta'minlaydi, ikkinchisi ularning o'z-o'zidan ko'payishidir.

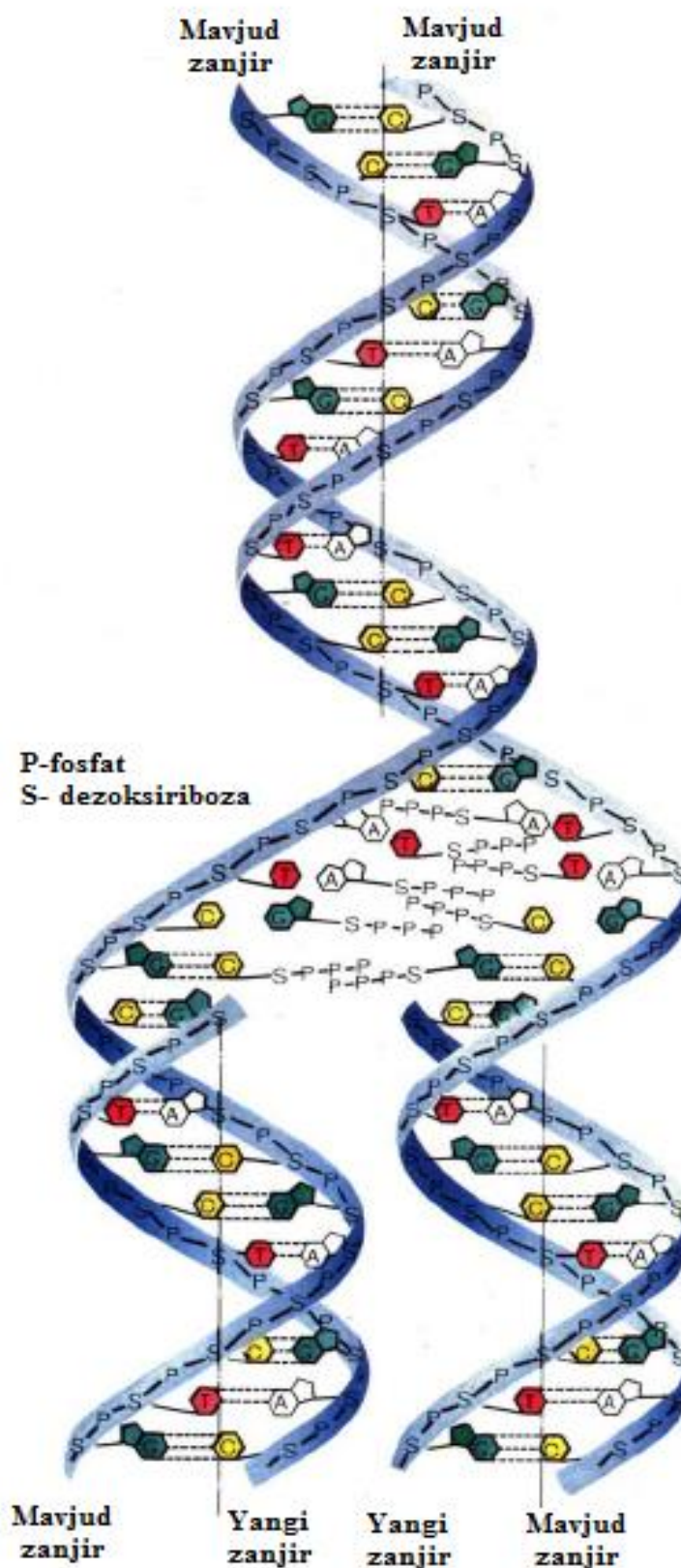
DNK molekulasi asosan hujayra yadrosida mujassamlashgan bo'lib, hujayra bo'linishi davrida uning miqdori o'z-o'zidan ikki baravar ko'payadi. Bu jarayon *replikatsiya* deb ataladi. Bu jarayon juda murakkab bo'lib, bunda DNK-polimeraza

fermenti ishtirok etadi. DNK-polimeraza ishtirokida katalizlanadigan reaksiya bir qancha o'ziga xos xususiyatlarga ega. 1) Reaksiya 4 xil nukleozidtrifosfatlar (ATP d, GTF d, TSDF d, TTF d) ishtirokida boradi. Birorta nukleozidtrifosfat etishmasa reaksiya bormaydi. Difosfatlar yoki monofosfatlar ishtirokida DNK sintezi reaksiyasi amalga oshmaydi.



Reaksiyaga xos bo'lgan ikkinchi xususiyat shundan iboratki, albatta oz miqdorda tayyor holdagi DNK ishtirok etishini talab qiladi.

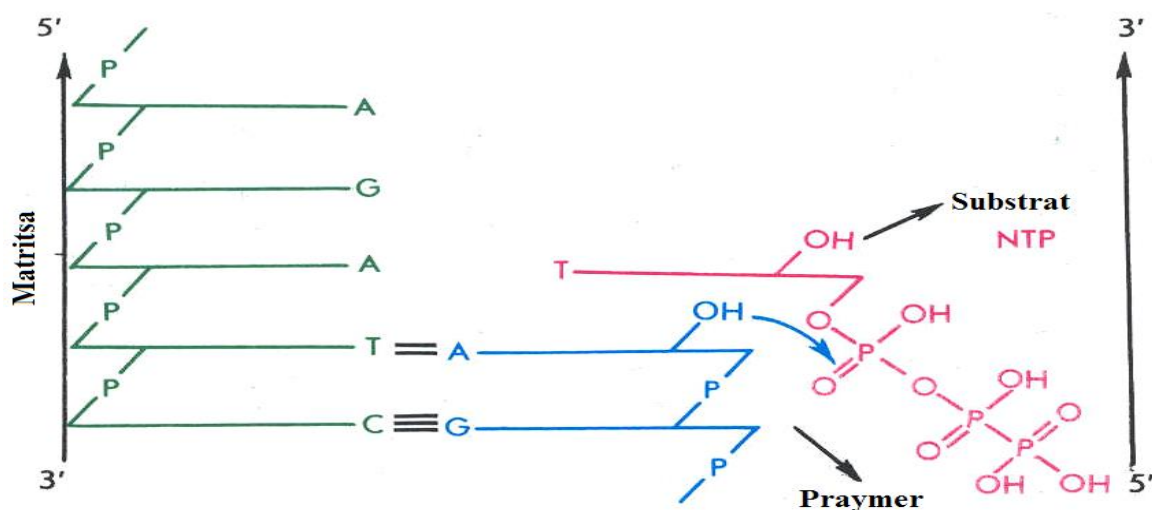
DNK replikatsiya jarayoni yarim konservativ xarakterga ega, ya'ni yangidan hosil bo'lgan DNK molekulasidagi polipeptid zanjirining faqat bittasi sintezlanadi, ikkinchisi esa tayyor holda dastlabki DNK dan o'tadi. Yangi sintezlanayotgan DNK tarkibidagi nukleotidlarning ketma-ket joylashishi – dastlabki (matritsa) DNK tomonidan beligilanadi(rasm XI.3.1).



**RasmXI.3.1. DNK replikasiyasi**

DNKning matritalsali sintezida navbatdagi, nukleotid DNK-polimeraza uchun substratdir, reaksiyaga yuqori energetik aktivlangan formada kirishadi. Polimerazatsiya namunaning 3<sup>1</sup>- tomonidan o'sib boradi, ya'ni sintez 5<sup>1</sup>→3<sup>1</sup>

yo'nalishda boradi. Dezoksitrifosfatlarning tarkibidagi makrorgik bog'lar zanjiridagi nukleotidlararo bog'larni hosil qilish uchun sarflanadi(rasm XI.3.2.).



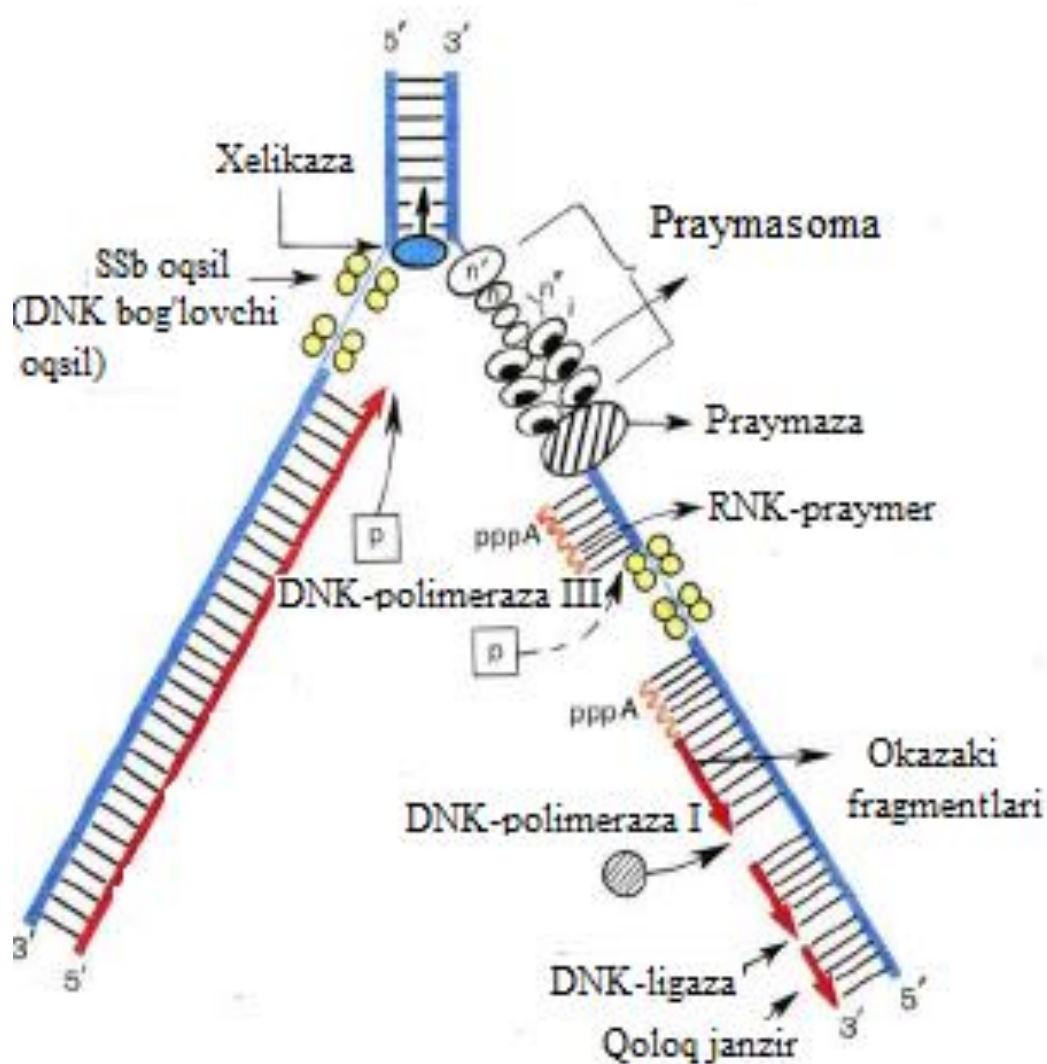
**Rasm XI.3.2. DNK-polimeraza ishtirokida katalizlangan DNK komplementar janzirining sintezi**

DNK replikasiyasi uchun faqat DNK – polimeraza fermentining o'zi yetarli emas, bu jarayonda ma'lum funktsiyani bajaradigan yigirmadan ortiq ferment va oqsillar ishtirok etadi. Replikatsiya jarayoni bir necha bosqichdan iborat. Bu bosqichlarning hammasi juda katta tezlikda, oliy darajada aniq o'tadi.

Tabiiy DNK ning qo'sh spirali, ya'ni ona DNKsining zanjirlari (replikatsiyalanish oldidan) kalta bir qismida yechilgan bo'lishi kerak. DNKning qo'sh zanjiri yechilayotganda lotincha  $\gamma$  xarfiga o'xshagan ayrisimon strukturani hosil qiladi. Mana shu strukturani replikasiya ayrisi deb ataladi.<sup>46</sup> Replikatsiya ayrisi hosil bo'lish reaksiyasi ikki tipdagi oqsillar ishtirokida boradi: 1) xelikazalar (helix – burama so'zidan olingan)- bu fermentlar DNK ning kalta uchastkalarini yozadi. 2) DNK – bog'lovchi oqsillar. DNK ning ajralgan zanjirlar qaytadan qo'shilib ketmasligi uchun ishtirok etadi (rasm XI.3.3.).

<sup>46</sup> Richard A Harvey., Denise R Ferrier . Biochemistry. Lippincott Williams and Wilkins. China. 2011, p-296

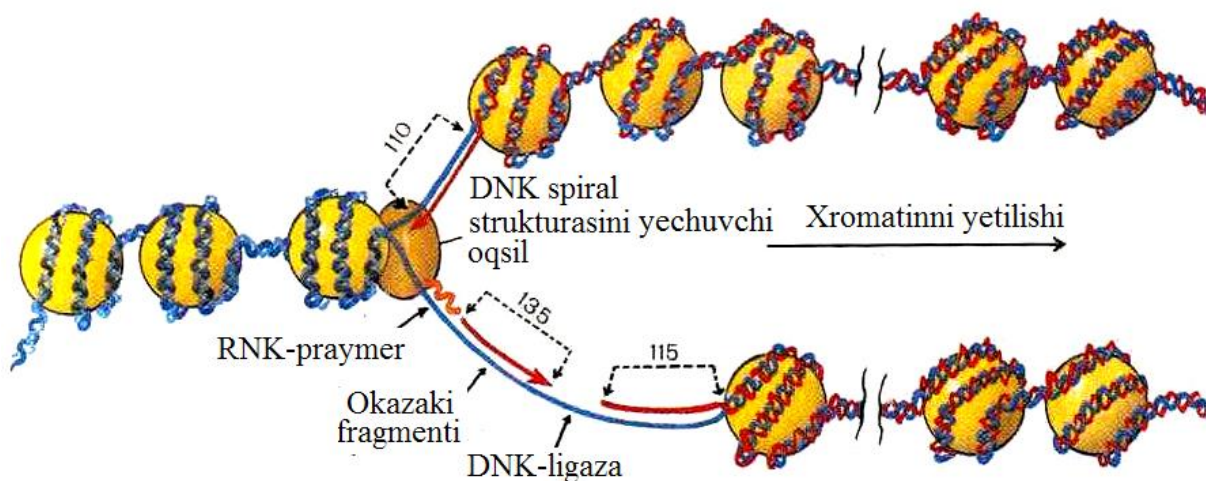




**Rasm XI.3.3. E.coli.dagi DNK replikatsiyasi**

Xelikazalar – DNK ga bog'liq ATP azalar deb ataladi, ya'ni DNK ning qo'sh zanjirining yozilishi ATP ning gidrolizlanish energiyasi hisobiga boradi. Shu fermentning DNK ning qo'sh spiral uchastkalarida harakatlanishi natijasida ikkita bir zanjirli shoxchalar paydo bo'ladi. Mana shu bir zanjirli DNK ning uchastkalari DNK – bog'lovchi oqsillar bilan bog'lanadi. Bu oqsillarni replikatsiyadagi yana muhim ahamiyati shundan iboratki, bir zanjirli shoxchalarni to'g'rileydi, ularning ikkilamchi strukturasi ba'zi bir elementlarni olib tashlaydi, DNK ning komplementar uchastkalari hosil bo'lishini ta'minlaydi va DNK – polimerazaning aktivligini oshiradi.

DNK molekulasining har ikkala zanjirining bir vaqtda replikatsiya qilinishi juda ham murakkab jarayondir. Bunda, yigirmadan ortiq replikativ fermentlar va faktorlardan iborat to'la kompleks DNK - replikaza sistemasi ishtirok etadi. Yapon olimi Okazaki, har ikkala zanjir bir vaqtda replikatsiya qilinganda, bir zanjir uzluksiz, ikkinchi yangi zanjir esa kalta fragmentlar shaklida sintezlanishini kashf etdi, buni Okazaki fragmentlari deb ataladi.<sup>47</sup> Okazaki fragmentlarining sintezini DNK – polimeraza initsirlay olmaydi. Uning sintezida namuna sifatida kalta bir zanjirli RNK va praymaza fermenti ishtirok etadi. RNK 3<sup>1</sup> – uchiga izchillik bilan dezoksiribonukleotid qoldiqlari birikadi. Hosil bo'lgan nukleotidlardan tuzilgan Okazaki fragmentlar, DNK-ligaza fermenti yordamida bir-biriga ulanadi. Bu jarayonda NAD<sup>+</sup>ATP ishtirok etadi. Bir minutda bitta replikatsiya ayrida 4500-5000 nuleotidlar bog'lanadi. DNK replikatsiyasi sxemasi XI.3.4 da berilgan.



**Rasm XI.3.4. DNK replikatsiyasi sxemasi**

#### **XI.4. RNK biosintezi**

Hujayradagi RNK miqdori doimiy emas. U hujayra va to'qimalar turiga, ularning yoshi va fiziologik holatiga qarab o'zgarib turadi. Organizmlarning o'sishi va rivojlanishi davrida yosh hujayralarda RNK miqdori yuqori bo'ladi. RNK yadroda sintezlanadi.

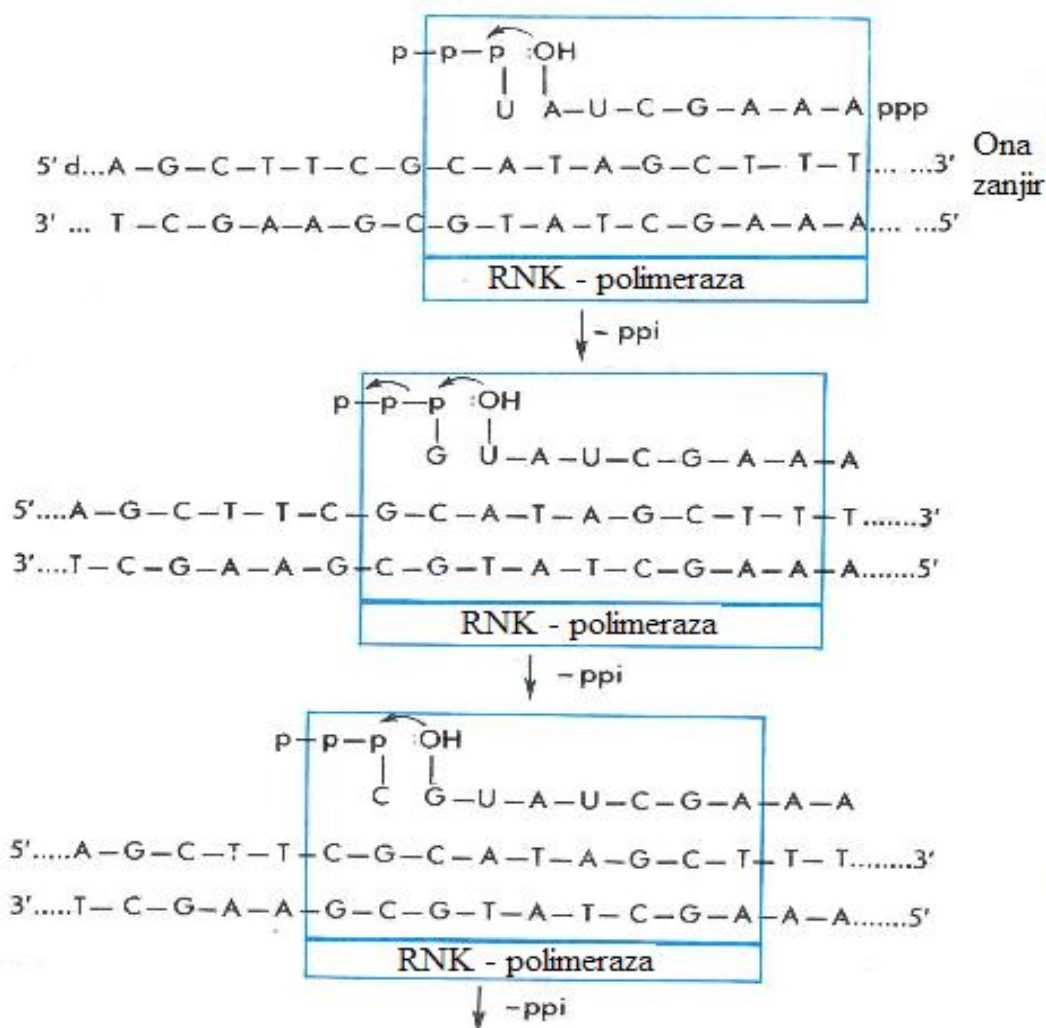
<sup>47</sup>J.Koolman., K.H.Roehm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-240



RNK ning barcha turlari t-RNK, r-RNK va i-RNK sintezlanishida, DNK asoslarining tartibi RNK asoslari tartibini belgilaydi.

i-RNK tez sintezlanib, tez parchalanadi, u hujayrada ko'p to'planmaydi, juda kam miqdorda bo'ladi.

Hujayradagi i-RNK biosintezining jarayoni **transkripsiya** deb ataladi (ya'ni ko'chirib yozish ma'noni bildiradi).



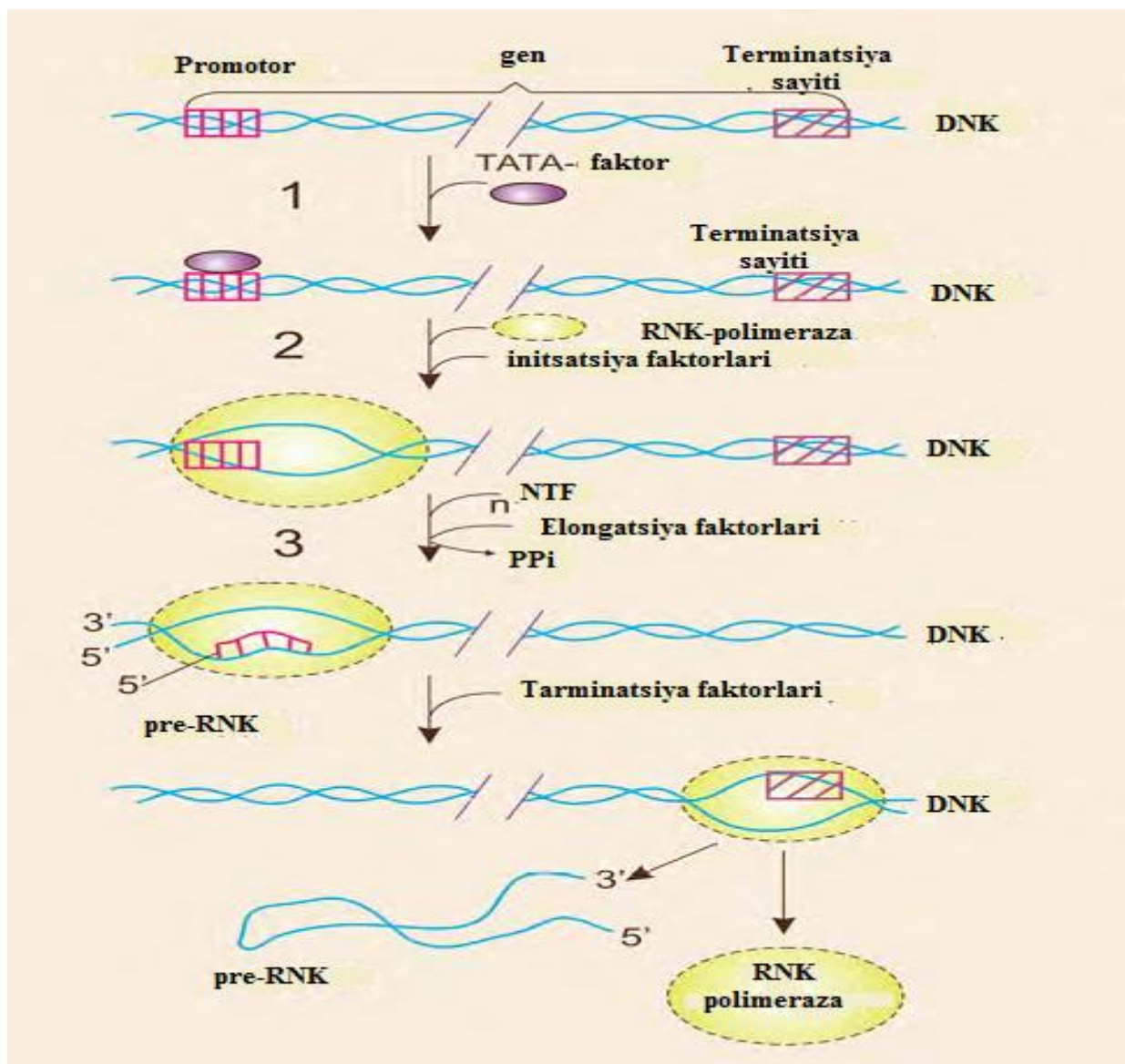
**Rasm XI.4.1. Transkripsiya jarayonida ona DNK zanjiridan nusxa ko'chirish**

Oqsil to'g'risidagi informatsiya ya'ni axborot hujayra yadrosidagi DNK da mujassamlashgan bo'ladi. Oqsil biosintezining muhim tomonlaridan biri DNK matrisa zanjiridagi ana shu informatsiyaning oqsil sintezlanadigan joyga – ribosomalarga ko'chirishdir. DNK oqsil biosintezida bevosita ishtirok etmaydi va undagi axborotni informatsion yoki matritsali RNK vositasida uzatadi.

RNK polinukleotid zanjiri faqat ribozanukleotidtrifosfatlardan sintezlanadi va PPi (pirofosfatlar) ajralib chiqadi. Bu jarayonda RNK polimeraza ferment ishtirok etadi. Shunday qilib, RNK DNK asosida hosil bo'ladi(rasm XI.4.1).

RNK sintezi bir necha bosqichda bajariladi; a) initsiatsiya (boshlanishi), v) polimerizatsiya va d) terminatsiya.

Transkripsiya davomida m-DNK bilan RNK transkript orasidagi bog'lanish vaqtincha, transkripsiya tugashi bilan DNK ning zanjirlari spiral strukturani hosil qiladi va yana qaytadan bir-biri bilan o'ralib qoladi(rasm XI.4.2).



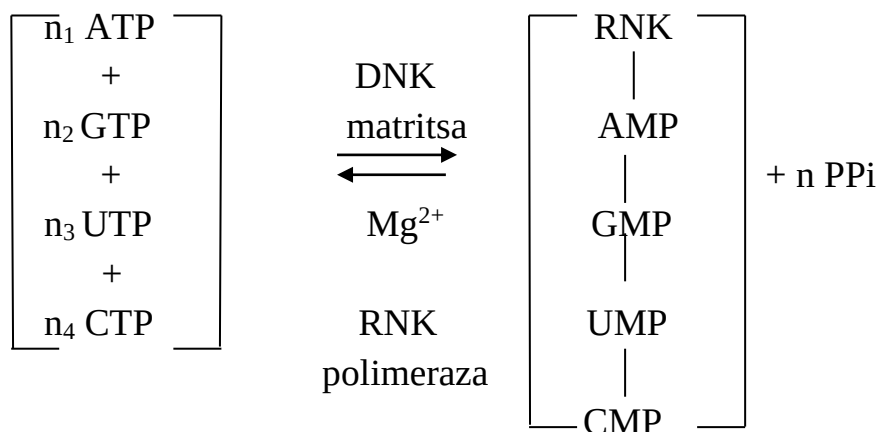
Rasm XI.4.2. Transkripsiya proessining sxemasi<sup>48</sup>

<sup>48</sup> Севи́рин Е.С., Але́йников Е.Л., Оси́пов Е.В., Силаева С.А. «Биологическая химия». Москва. 2008 стр -78

Hosil bo'lgan RNK ning polinukleotid zanjirining nukleotidli tartibi DNK molekulasining nukleotidli tarkibiga komplementar bo'ladi. Shunday qilib, transkripsiya to'la konservativ bo'lishi bilan replikatsiya jarayonidan farq qiladi.

RNK polimeraza ishlaganda matritsa to'la boshlang'ich holda saqlanadi. Eukariot hujayralarda RNK –polimerazaning to'rt xil tipi aniqlangan, ularning 3 tasi RNK polimerazalar I, II, III – yadroda va bittasi mitoxondriyada joylashgan, RNK-polimeraza I – yadrochada uchraydi va ribosomal RNK (18 S, 28S va 5,8 S RNK) ning sintezida ishtirok etadi. Ribosomal 5 S RNK va transport RNK lar RNK-polimeraza III ishtirokida sintezlanadi. RNK- polimeraza II ishtirokida mRNK sintezlanadi.<sup>49</sup>

Reaksiyaning boshlanishi DNK ning promotor uchastkalarida, reaksiyani tugashi terminatorlarda boradi. Transkripsiya DNK qo'sh spiralining matritsa zanjirida amalga oshadi. RNK-polimieraza juda yuksak konstanta bilan DNK matritsali zanjirning maxsus uchastkalari – promotor qismlari bilan bog'lanadi. Promotor bir necha nukleotiddan tashkil topgan. Promotor sintezining yo'nalishini va DNK dan RNK ga ko'chirilib yozilishi lozim bo'lgan birinchi asosni belgilaydi. Reaksiyaning borishi uchun ribonukleotidtrifosfatlarning hamma xillari, RNK namuna, DNK matritsa zanjiri, RNK-polimeraza, oqsil faktorlar,  $Mg^{2+}$  zarur: (Rasm XI. 4.3)



**Rasm XI. 4.3. Transkripsiya sxemasi**

<sup>49</sup> Lehninger "Principles of Biochemistry", 2008 y, p-893

**RNK protsessingi.** Eukariotlar yadrosida sintez qilingan m-RNK hali yetishmagan, o'z funksiyasini bajarishga tayyor shaklda emas, shuning uchun ular posttranskripsion modifikatsiyaga uchrashi kerak.

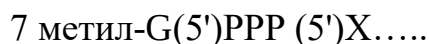
Ularning ko'pchiligida protsessing uch bosqichda o'tadi:

1. 5' – uchini kepirlash va metillash (5'-oxirini);
2. 3' – uchini poliadenillash (3'-oxirini);
3. genni kodirlamaydigan qismlar (intronlar)ni kesib tashlab, ekzonlarni ulash(splaysing).

Protsessing fermentativ jarayonlarda boradi. Mana shu jarayondan so'ng, RNK funksional aktiv molekulaga aylanadi.

Bu jarayonlar yadroda boradi.

mRNK molekulyasining yetilishi RNK sintezining elongatsiya stadiyasida boshlanadi. RNK zanjiri 3-40 nukleotidga etganda, uning o'sayotgan zanjiridan 5'-oxiriga GTF o'zining 5'- oxiri bilan bog'lanadi, fosfodiefir bog' hosil bo'ladi. Shunday so'ng GTF tarkibidagi guanin metillanadi, 7- metilguanozintrifosfatni hosil qilib, kepirlanadi. Bu 7-metil- GTF m RNK tarkibida bo'lishi "KEP" deb ataladi ( qalpoq yoki shapka).

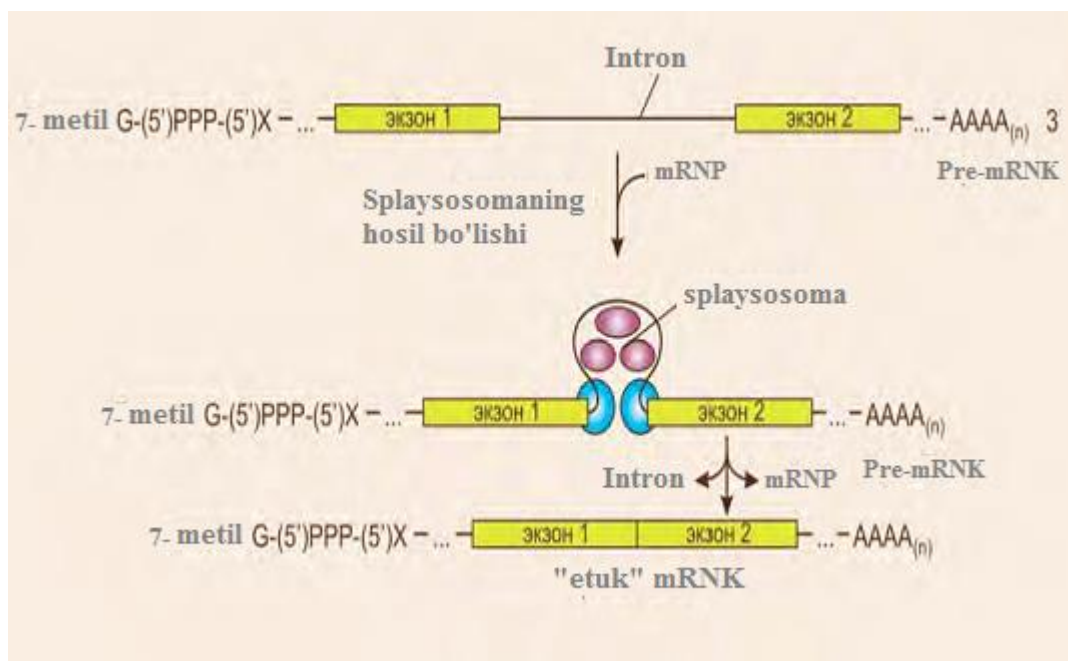


Kep m RNK ning 5'-oxirini nukleazalar ta'siridan saqlaydi. Keyinchalik "Kep" mRNK ning translyatsiyasining initsiyatsiliyasida ishtirok etadi.

Pre-m RNK RNK-polimerazadan ajralib chiqqandan keyin, poli(A)-polimeraza molekulaning 3'-oxirgi uchida poli(A)- fragmentni "dum" sintezlaydi. Bu taxminan 200 ta AMP qoldiqlaridan tashkil topgan bo'lib, u m RNK ni RNKaza ta'siridan parchalanishini himoya qiladi. Reaksiyada substrat sifatida ATP ishtirok etadi.

Splaysing jarayoni juda murakkabdir. Eukariotlar DNK sining ma'lum uchastkasidagi genlar o'zida aminokislotalarning ketma-ketligi haqida informatsiyani saqlamaydi, ularni interonlar deb ataladi. Ular oqsillarni kodlaydigan genlarning turli uchastkalarida joylashgan. DNK uchastkadagi genlarning oqsillar molekulasidagi aminokislotalarning ketma- ket kelishi haqidagi

informatsiyani saqlagan qismlari ekzonlar deb ataladi. Transkripsiya jarayonida hosil bo'lgan RNK tarkibida ekzonlar va intronlarni saqlaydi. m RNK ni etilishida intronlar fermentativ yo'llar bilan (endonukleazalar) kesib tashlanadi. Ekzonlar esa bir-biri bilan juda yuqori aniqlikda kichik yadro ribonukleoproteinlar yordamida – spleysosomani hosil qiladi. Bu jarayon spleysing deb ataladi(rasm XI.4.4.). m RNK- nukleoprotein kompleksi holida yadro qobig'ining yadro teshiklari orqali sitoplazmaga o'tadi. Ularni informasomalar deb ataladi. Translyatsiya jarayoniga, ya'ni ribosomalarga oqsil biosintezi haqida informatsiya olib boradi.



**Rasm XI.4.4. mRNK prosessingi <sup>50</sup>**

### **Sinov savollari**

1. Nuklein kislota almashinuvining biologik ahamiyati.
2. Nuklein kislotalarni parchalovchi fermentlar.
3. Nukleofosfodiesterazalar qanday funksiyani bajaradi?
4. Restriktaza fermentlarining biologik ahamiyati.
5. DNK ning matritsali sintezini tushuntiring.
6. DNK-polimeraza fermentlarining xillari va ularning ahamiyati.

<sup>50</sup> Севи́рин Е.С., Але́йников Е.Л., Оси́пов Е.В., Сила́ева С.А. «Биологическая химия».Москва. 2008  
стр -78

7. DNKning promotori.
8. Transkripsiya jarayonining elongatsiyasi, terminatsiyasi.
9. RNK sintezida ishtirok etuvchi fermentlar.
10. DNK mutatsiyasi.

### **Nuklein kislotalar almashinuvi mavzusiga oid test savollar**

1. DNK molekulasi qanday vazifani bajaradi?
  - A) genetik axborotni saqlaydi
  - B) irsiy axborotni yadrodan ribosomaga uzatadi
  - V) ribosomada oqsil biosintezida qatnashadi
2. Nuklein kislotalar qanday fermentlar ta'sirida parchalanadi?
  - A) nukleazalar
  - B) lipazalar
  - V) peptidazalar
  - G) gidrolazalar
3. Polinukleotid zanjirlarini erkin nukleotidlargacha parchalovchi ferment:
  - A) fosfodiesteraza
  - B) empirazalar
  - V) fosfotazalar
4. Nukleotidlarni parchalovchi fermentlar:
  - A) nukleotidazalar
  - B) nukleozidazalar
  - V) nukleoazalar
  - G) fosfatazalar
5. Nukleozidlar qanday fermentlar ta'sirida parchalanadi?
  - A) nukleozidforilazalar
  - B) nukleotidazalar
  - V) nukleazalar
  - G) fosfatazalar

6. Purin azot asoslari qanday fermentlar ishtirokida parchalanib, ammiak va tegishli birikmalar hosil qiladi?
- A) dezaminaza
  - B) transaminaza
  - V) nukleaza
7. Genetik axborot qanday jarayonlar orqali uzatiladi?
- A) transkripsiya
  - B) replikatsiya
  - V) translyatsiya
8. Replikatsiya jarayoni qanday xususiyatga ega?
- A) yarim konservativ
  - B) konservativ
  - V) reparativ
9. DNK qo'sh spiral strukturasi ajratuvchi fermentlar:
- A) DNK-xelikaza
  - B) DNK-polimeraza
  - V) RNK-polimeraza
10. DNK molekulasi sintezini boshlab beruvchi ferment:
- A) DNK-polimeraza 1
  - B) DNK-ligaza
  - V) DNK-polimeraza
  - G) Ribonukleaza
11. Transkripsiya jarayonida ishtirok etuvchi DNK molekulasi:
- A) DNK ning bitta zanjiri
  - B) DNK ning ikkita zanjiri
12. Transkripsiya jarayonida ishtirok etadigan fermentlar:
- A) RNK-polimeraza
  - B) Ribonukleaza
  - V) DNK-polimeraza

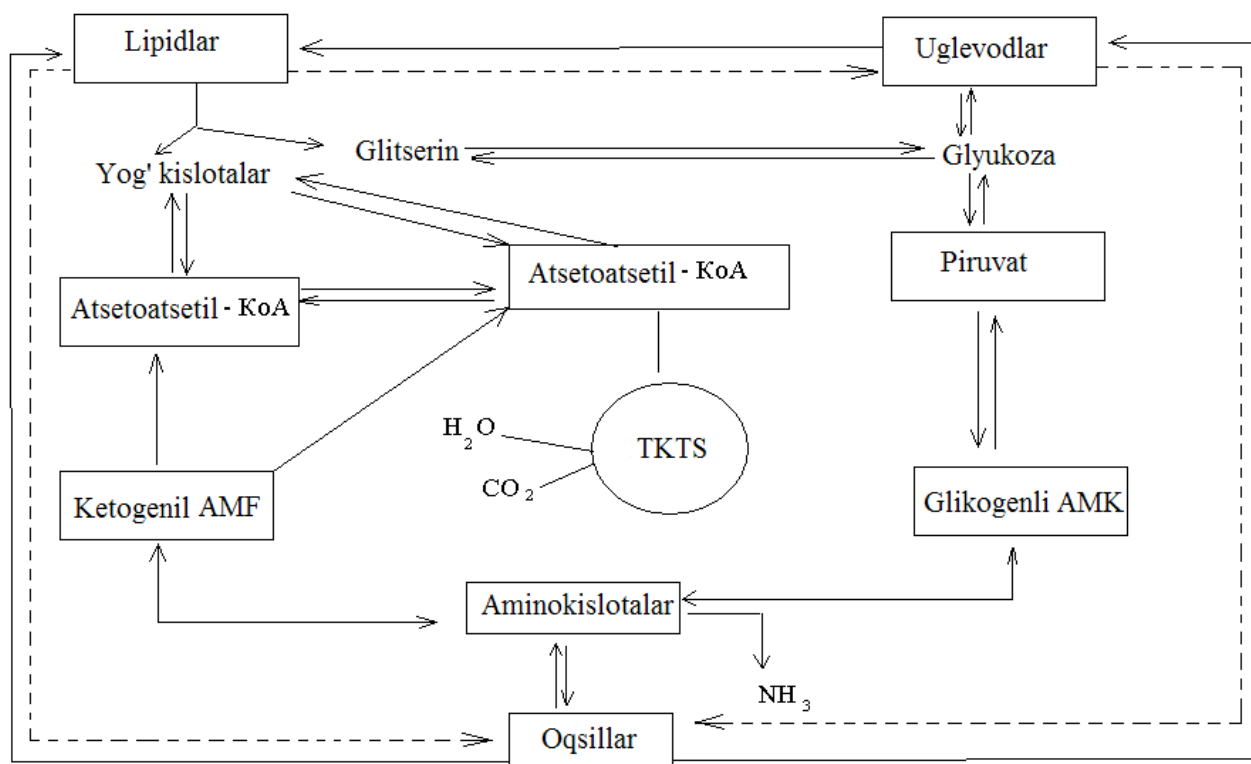
## **XII Bob. Oqsillar, yog'lar va uglevodlar almashinuvining o'zaro bog'liqligi**

*Tayanch so'zlar: oqsil, uglevod, lipid, aminokislota, ferment, purin, pirimidin*

Tirik organizmlarda oqsillar, uglevodlar va lipidlar almashinuvi uzviy bog'liqdir. Ular almashinuvi organizmda bir butun yagona hodisa tarzida yuzaga chiqib, uni tashkil etadigan ayrim jarayonlar o'zaro maxkam bog'langan va bir – biriga bog'langan holda o'tadi. Oqsillar yoki yog'lar almashinuvining jadalligi uglevodlar almashinuvining jadalligiga bog'liq va aksincha. Oshqozon – ichak yo'lida birikmalarning turli sinflariga tegishli bo'lgan oziq moddalar birga hazmlanib, bir vaqtda qonga so'rilib, hujayralarga etkaziladi. Hujayrada almashinuv jarayonida ular bir “metabolik qozonda” qaynab juda ko'p umumiy oraliq mahsulotlar hosil qiladi va shu tufayli, aksari reaksiyalar qaytar bo'lganidan ular bir biriga o'ta oladi. Yog'lar, oqsillar, uglevodlar, nuklein kislotalar almashinuvi alohida chiziqlar shaklida bo'lmay, balki ularning yo'llari bir-biri bilan kesishib, metabolik to'r hosil qiladi.

Uglevodlardan yog'lar, aminokislotalar, nuklein kislotalarning uglevod komponentlari doimo sintezlanib turadi(rasm XII.1). Shuningdek, aminokislotalar dezaminlanishidan kelib chiqadigan uglerod skeleti yo glikogenga (uglevodlarga), yoki keton tanalarga (yog' moddalarga) o'ta oladi. Purin va pirimidin yangidan sintezlanganda ham bir qator aminokislotalar qatnashadi. Yog'larning komponentlari, glitserinning osonlik bilan uglevodlarga o'tishi, yog' kislotalar ham atsetil KoA orqali uch karbon kislotalar siklining a'zolariga, uglevodlarga aylanishi mumkin. Uglevodlar almashinuvi glikoliz yo'li bilan pirouzum kislota, geksozomonofosfat yo'li bilan fosforlangan qandlar, yog' kislotalar  $\beta$ -oksidlanish orqali atsetil KoA, aminokislotalar peraminlanish va dezaminlanish orqali  $\alpha$ -ketokislotalar hosil qiladi. Bu mahsulotlarning bir-biriga munosabati, asosan uch karbon kislotalar sikli, dikarbon kislotalarning peraminlanishi, atsetil KoA dan turli sintezlar uchun foydalanish va karbomil fosfat sintezi jarayonida amalga oshiriladi.





**Rasm XII.1. Oqsillar, yog'lar va uglevodlar almashinuvining o'zaro bog'liqligi.**

### **XIII BOB. MINERAL MODDALAR ALMASHINUVI**

Tirik organizmlar tarkibiga murakkab organik birikmalardan tashqari, turli mineral moddalar kiradi. Mineral moddalar moddalar almashinuvida juda faol ishtirok etadi. Ular tanadagi hamma hujayralar va to'qimalar tarkibiga kiradi va ularning zarur tarkibiy qismi hisoblanadi. Mineral moddalarning ko'pchiligi tanada suvdagi eritmalarda bo'ladi.

#### **XIII.1.Suv almashinuvi**

Suv tanadagi hamma hujayralar va to'qimalarning eng muhim tarkibiy qismi hisoblanadi, u organizmning hayot – faoliyati bilan aloqador barcha kimyoviy reaksiyalarni yuzaga chiqaradigan muhit tariqasida ham hayotiy jarayonlarda g'oyatda muhim rol o'ynaydi.

Hayvon organizmida suv tana og'irligining, taxminan, 2/3 qismini tashkil qiladi. O'simliklar va mikroorganizmlarda suv miqdori yana ham ko'proq. Suv to'qima va organizmlarda bir xil tarqalgan emas. U faol ishlaydigan organlarda, masalan, miya, jigar, muskul, yurak, buyrak, qon plazmasida ayniqsa ko'p (70-90%), passiv to'qimalar (suyak, yog' to'qima) tarkibida oz (20-40%).

Organizmida suv erkin va birikkan holda uchraydi. Erkin suvning miqdori kam bo'lib, u 1-2% - tashkil etadi. Organizmida suvning ko'p qismi bog'langan holda bo'ladi. Anorganik ionlar ham suv bilan birikkan holatda bo'ladi. To'qimalardagi suvning asosiy qismi tolali strukturalar molekulalari orasida, membranalar orasida joylashgan immobil (o'zlashtirilgan) suvdir. Erkin suv, asosan, biologik suyuqliklar – qon plazmasi, limfa, orqa miya suyuqligi, ovqat hazm qilish shiralari, siydik tarkibida bo'ladi. Turli suv fazalari orasidagi chegara harakatchan, u fiziologik sharoitda ham doimo o'zgarib turadi.

Organizmning suvga ehtiyoji, taxminan, uning turli yo'llar bilan tashqariga chiqargan miqdoriga baravar. Suv tanadan, asosan, buyraklar orqali siydik bilan, kam miqdorda so'lak, ter bezlari va nafas orqali chiqariladi. Suvga bo'lgan ehtiyoj

ikki yo'l bilan: bevosita suv ichish va tanada oziq moddalarning oksidlanishi orqali qoplanadi.

Odam va hayvonlar organizmida suv almashinuvi nerv sistemasi orqali va gumoral yo'l bilan boshqariladi. Suv almashinuvini boshqarishda gipofizning orqa bo'lagidan ajraladigan antidiuretik gormon-vazopressin boshqaradi.

### **XIII.2. Mineral moddalarning almashinuvi**

Tirik organizmlarda juda ko'p elementlar topilgan, bu elementlardan, miqdor jihatidan C, H, N, O tananing asosiy qismini (96%) tashkil etsa, kalsiy va fosfor 3% ga to'g'ri keladi, 1% ni barcha elementlar tashkil etib, ular ichida kalsiy, magniy, natriy, kaliy, fosfor, oltingugurt, xlor kabi makroelementlar va mikroelementlar uchraydi.

Turli xil mineral elementlar organizmning normal hayoti uchun muhim ahamiyatga ega. Ular hujayra, to'qimalar va biologik suyuqliklar tarkibida erigan anion va kation holatida va turli molekulyar birikmalar - koferment va ferment komplekslari bilan bog'langan holatda ham uchraydi.

Ba'zi bir mineral elementlar kalsiy, fosfat, kalsiy karbonat shaklida hayvon va odamlarda suyak va tishlar, mollyuskalarda chig'anoqlar tashkil topishida ishtirok etadi.

Biologik suyuqliklar tarkibidagi mineral elementlar turli miqdor va nisbatlarda uchraydi, bu nisbat buzilsa, organizmning fiziologik funksiyalari izdan chiqishi mumkin. Masalan, hujayra sitoplazmasida  $K^+$  ning konsentratsiyasi yuqori,  $Na^+$  niki past, qon zardobda esa aksincha bo'ladi. Qon zardobdagi kalsiy bilan fosforning o'zaro konsentratsiya nisbati buzilsa, muskul faoliyati izdan chiqadi.

Shunday qilib, mineral element tirik organizmlarda turli funksiyalarni bajaradi: ya'ni biologik suyuqliklarning osmotik bosimini bir xilda saqlab turishda, bufer sistemalarning tashkil etishda kofermentlarning tarkibiy qismi sifatida, oqsillarning uchlamchi va to'rtlamchi strukturasi tashkil qilishda hujayra va

to'qimalardagi moddalar almashinuvining fermentativ reaksiyalarida kofaktor sifatida ishtirok etadi.

Odamning asosiy mineral moddalarga bo'lgan bir sutkadagi ehtiyoji quyidagicha: kalsiy 0,7-0,8 g, fosfor 1,5-2,0 g, kaliy 2-3 g, natriy 4-6 g, xlor 6-9 g, temir 0,015-0,020 g. Ovqat va suyuqliklar bilan qabul qilingan mineral moddalar ingichka ichakda to'la so'rilib, qonga o'tadi. Kiritilgan tuzlar ko'p miqdorda bo'lsa ham qonning osmotik bosimi, hujayra va suyuqliklarda tuzlar kontsentratsiyasi sezilarli darajada o'zgarmaydi. Buyraklar bunday holatda ortiqcha tuz va suvni chiqarishi bilan fiziologik munosabatlarni saqlab turadi.

**Kalsiy.** Kalsiy boshqa mikroelementlarga qaraganda odam va hayvon oraganizmida ko'p bo'ladi. Organizmdagi kalsiyni qariyb 99% suyaklarda gidrosiapatit shaklida bo'ladi. Tishlarda, terida va qonda kalsiyni miqdori kamdir. Qonda ion holatidagi kalsiy miqdorining kamayishi qalqon oldi bezining gormoni yetishmaganda kuzatiladi. Bunday hodisa markaziy nerv sistemasiga ta'sir etadi va periferik nerv sistemasining tebranuvchanligini orttirib yuboradi. Kalsiy almashinuviga D vitamin ham ta'sir ko'rsatadi.

**Fosfor.** fosfor organizmning hamma hujayralarida mavjud. U ko'p miqdorda suyak, tish, qisman qon tarkibida, asosan, kalsiy bilan bog'langan shaklda uchraydi. Organik birikmalar ichida fosfor, fosfolipidlar, nuklein kislotalar va boshqa tarkibida uchraydi.

Fosfor organizmda juda ko'p va xilma-xil funksiyalarga ega. U skelet va tish o'sishda, kislota-ishqor balansini saqlashda, qon kimyosida faol qatnashishidan tashqari, barcha moddalar va energiya almashinuvi reaksiyalarida, DNK sintezida ishtirok etadi.

**Magniy.** Magniy xlorofillning asosiy komponentidir. Hayvon organizmidagi magniy spetsifik funksiyaga ega. Uning ko'p qismi suyak to'qimasida erimaydigan holatda, eritrotsitlarda, qon plazmasida, yumshoq to'qimalarda magniy ionlangan shaklda mavjud. Qondagi magniyni ma'lum miqdori oqsillar bilan bog'langan, diffuziyalanmaydigan shaklda bo'ladi. Qonda magniy miqdorining kamayishi yurak faoliyatini buzilishiga olib keladi.

**Natriy.** Bu element natriy xlorid shaklida ovqat bilan iste'mol qilinadigan mineral moddalarning asosiy qismini tashkil etadi.

Kundalik ovqat tarkibida 10-20 g natriy xlorid bo'ladi. Osmotik bosimning 90% ga yaqin qismi natriy xlorid hisobiga hosil bo'ladi, suv almashinuvida katta ahamiyatga ega.

**Ftor** – kam miqdorda barcha to'qimalarda uchraydi, suyak va tishlarda ayniqsa ko'p uchraydi. Organizmga ftor, asosan, ichiladigan suv bilan kiradi.

**Yod** - bu elementning biologik ahamiyati qalqonsimon bez funksiyasi bilan bog'liq. Oranizmdagi yodning asosiy miqdori qalqonsimon bez tarkibidadir. Bu bez organizmda yod almashinuvining markazidir. U qondan yodni yutib, o'zining gormoni – tiroksin sintezi uchun ishlatadi. Tiroksin tarkibida 64%dan ortiq yod bor. Bundan tashqari yod tuban hayvonlarning tayanch to'qimalarida skleroproteinlar tarkibida bo'ladi. Organizmga kiritiladigan yod ovqat mahsulotlari, suv va osh tuzi tarkibida qabul qilinadi. Ovqatda, suvda yod yetishmasligi endemik buqoq kasaligiga olib keldi. Dengizda yashovchi organizmlar yodni to'plash qobiliyatiga ega suv o'simliklari, baliqlar yodga boydir.

### **Sinov savollari**

1. Suvning tanadagi ahamiyati.
2. Organizmda suvning erkin va birikkan holati.
3. Organizmda suv almashinuvini boshqarilishi.
4. Mineral elementlarning organizmdagi ahamiyati.
5. Biologik suyuqlik tarkibidagi mineral elementlar miqdori.
6. Odamning moddalarga bo'lgan ehtiyoji.

### **Mineral moddalar almashinuviga oid test savollar**

1. Organizmda erkin suvning miqdori qanday?  
A) 1-2 %    B) 10 %    V) 15 %
2. Faol ishlaydigan organlarda suvning miqdori:

A) 70-90 %      B) 20-40 %      V) 50-60 %

3. Mineral elementlarning tirik organizmlarda bajaradigan funksiyalari:

A) Biologik suyuqliklarning osmotik bosimini bir xilda saqlab turadi

B) Bufer sistemalarining tashkil etishda kofermentlarning tarkibiy qismi sifatida

V) Fermentlarning kofaktori sifatida

4. Tiroksin tarkibida necha foiz yod bor?

A) 64 %      B) 50 %      V) 10 %

5. Ovqatda, suvda yod yetishmasligi qanday kasallik olib keladi?

A) Endemik buqoq

B) Qandli diabet

V) Kamqonlik

## GLOSSARIY

### A

**Adenylate cyclase - Adenilatsiklaza** – liazalar sinfiga mansub ferment ATP dan siklik AMP hosil bo'lishida ishtirok etadi. Plazmatik membranalarda bo'ladi.

**Adenozine diphosphate acid - Adenozindifosfat kislota (ADP)** – murakkab organik birikma; adenin, fosfat kislotaning ikki qoldig'i va ribozadan iborat nukleotid. Hujayra energetikasida muhim ahamiyatga ega. Adenozinmonofosfat kislota (AMP) – tarkibi adenin, ribozavafosfat kislotaning bitta qoldig'idan iborat murakkab organik birikma. Nuklein kislotalar, kofermentlar tarkibida va erkin holda uchraydi.

**Adenozine triphosphate acid - Adenozintrifosfat kislota (ATP)** – adenin, riboza va fosfat kislotaning uch qoldig'idan tashkil topgan birikma. Tirik organizmlarda universal energiya tarqatuvchi va asosiy kimyoviy energiya manbaidir.

**Adenozine triphosphatase - Adenozintrifosfataza (ATPaza)** – gidrolazalar sinfiga mansub ATP ning parchalanishini tezlashtiruvchi ferment. Bunda tirik organizmlar uchun kerak bo'lgan energiya ajralib chiqadi. kaliy, natriy, kalsiy, magniy ionlari yordamida faollashadi.

**Active center - Aktivmarkaz – Faolmarkaz**- fermentning substratni biriktirib olib, uni o'zgartiruvchi qismi.

**Enzyme activator – Ferment aktivatorlari** – fermentlarning faolligini oshiruvchi moddalar. Bular ko'pincha turli metal ionlaridir.

**Actomyosin - Aktomiozin** – muskul tolalarining oqsili; aktin va miozinning o'zaro birikishidan hosil bo'ladi. Qisqarish xususiyatini ta'minlaydi.

**AIDS- SPID** — OITS (orttirilgan immun taqchilligi sindromi) — odam organizmi himoya tizimining sustlashishi bilan bog'liq virusli kasallik. Kasallik jinsiy aloqa, donor qoni yoki yaxshi tozalanmagan shpris ignalari orqali yuqishi mumkin. Kasalning oldi olinmasa, hozircha davolash qiyin.

**Active transport - faol transport**, faol ko'chirilish — ATP yoki membrana potentsiali energiyasi yordamida biologik membranalar orqali konentratsiya gradiyentiga qarshi ion (molekula) larning ko'chirilishi.

**Albumins - Albuminlar** – suvda yaxshi eriydigan oddiy oqsillar. Ko'pchilik o'simlik urug'laridagi jamg'arma oqsillar tarkibida va boshqalar dauchraydi.

**Amylase - Amilaza** – kraxmal va glikogenni maltoza disaxaridigacha parchalanish reaksiyasini katalizlovchi ferment. O'simlik, hayvon va mikroorganizmlarda ko'p.

**Amylopectin** - **Amilopektin**-kraxmalning tarkibiy qismi. Kartoshka va bug'doy kraxmalining 75-80 % ni tashkil qiladi. Yod ta'sirida gunafsha rangga kiradi.

**Amylose** - **Amiloza** –kraxmalning tarkibiy qismi. Kartoshka va bug'doy tarkibidagi kraxmalning 20-25 % ni tashkil qiladi. Yod ta'sirida ko'k rangga kiradi.

**Amino acids** - **Aminokislotalar** – tarkibidabiryokiikkitaaminvakarboksil guruhibor organik birikmalar; tabiatdakengtarqalgan.

**Aminotransferases** -  
**Aminotransferazalar** – aminoguruhni bir moddadan ikkinchisiga ko'chirish reaksiyalarini katalizlovchi fermentlar.

**Anabolism** - **Anabolizm**- sintezlanish – metabolizmning tarkibiy qismi bo'lib, oddiy molekulalardan murakkab organik birikmalar vujudga keladi (**Assimilyatsiya**).

**Antibiotics** - **Antibiotiklar**– mikroorganizmlar o'sishini to'xtatish yoki ularni nobud qilish xususiyatiga ega biologic faol moddalar. Zamburug'lar, bakteriyalar, aktinomitsetlar va ayrim yuksak o'simliklarda (fitonsidlar) hosil bo'ladi. Antibiotiklardan odam, hayvon va o'simlikda kasallik tug'diruvchi mikroorganizmlarga qarshi foydalaniladi.

**Antidotes** - **Antidotlar** – **Ziddizaharlar** – organizmdagi zaharli moddalarni adsorbsiyalab,

zararsizlantiruvchi kimyoviy birikmalar.

**Antikodone** - **Antikodon** – transport – RNK molekulasining uchta nukleotiddan tashkil topgan bir qismi; information – RNK dagi o'ziga mos komplementlar (to'ldiruvchi) qismni (kodonni) aniqlash xususiyatiga ega.

**Antimetabolites** - **Antimetabolitlar**-organizmda ishlab chiqariladigan yoki sintezlangan tuzulishiga ko'ra metabolitlarga o'xshash kimyoviy birikmalar. Metabolitlarning organizmdagi ta'siriga to'sqinlik qiladi.Dori- darmon, pestitsid sifatida ishlatiladi.

**Acyclical amino acid** - **Atsiklik aminokislotalar** – alifatik yoki halqasiz aminokislotalar. Glisin, metionin, leysin va boshqalar kiradi.

**Ascorbate acid** - **Askorbat kislota**, **C** vitamin – suvda eriydigan vitamin. Asosan o'simliklarda, ayniqsa, na'matak, bulg'or qalampiri, sitrus mevalari va boshqalarda ko'p. Organizmning noqulay sharoitlarga chidamliligini oshiradi. Askorbat kislotaning yetishmasligi lavsha (singa) kasalligiga sabab bo'ladi.

## B

**Bazal membrane** - **Bazal (tayanch) membrana** —qoplovchi va biriktiruvchi to'qimalarni chegaralab turadigan hujayralararo tayanch qavat yoki qatlam. Moddalarning shimilishi va diffuziyasi uchun to'siq hamda elastik tayanch vazifasini bajaradi. Ayrim a'zoldagi kabi tanlab o'tkazish xususiyatiga ega.



**Biogen elements - Biogenelementlar**

– organizm tarkibida doimo uchraydigan va ma'lum biologik ahamiyatga ega kimyoviy elementlar (uglerod, vodorod, kislorod, azot, fosfor va boshqalar).

**Biogen stimulant - Biogen**

**stimulyatorlar**– hayvon va o'simlik to'qimalarida noqulay sharoitga moslashish davomida hosil bo'ladigan biologik faol moddalar; organizm me'yorli funksiyasini tiklashga yordam qiladi.

**Biological membranes - Biologik**

**membranalar** – hujayra va uning ichki tuzilmalari (mitoxondriya, xloroplastlar, lizosoma, yadro va boshqalar) ni o'rab turadigan lipid – oqsil tarkibli juda mayda strukturalar. Tanlab ta'sir qilish xususiyatiga ega bo'lib, hujayra va uning tarkibiy qismlaridagi moddalar almashinuvi mahsulotlari miqdorini va ular o'tkazilishini hamda almashinishini boshqaradi. Hozirgi zamon tushunchalariga ko'ra, biologik membranalar energiya bir turdan ikkinchi turga aylanishi ta'minlashda, fermentlarning faolligini boshqarishda, asab impluslari va hujayralararo informatsiyaning uzatilishida, gormonlarning funksional xususiyatlari va hujayradagi boshqa jarayonlarni amalga oshirishda faol ishtirok etadi.

**Biological oxidation - Biologik**

**oksidlanish** – barcha tirik hujayralarda kechadigan oksidlanish – qaytarilish reaksiyalar yig'indisi. Bunda energiya hujayralarning

sarflashi uchun qulay bo'lgan shakl – ATP ko'rinishida yoki energiyaga boy boshqa birikmalar holida to'planadi. Jarayon asosan mitoxondriyalarda yuz beradi.

**Biopolimers - Biopolimerlar**

– yuqori molekulali tabiiy birikmalar (oqsillar, nuklein kislotalar, polisaxaridlar) bo'lib, molekulasi ko'p marotaba takrorlanadigan kichik molekulali monomer yoki ularning qismlaridani borat.

**Biochemistry - Bioximiya**

– tirik organizmlar kimyoviy tarkibini, ularda uchraydigan kimyoviy birikmalar tuzulishi, vazifasi, kimyoviy xossalari, hosil bo'lish va parchalanish yo'llarini o'rganadigan fan.

**C****Catabolism - Katabolizm,**

**parchalanish reaksiyalari** — tirik organizmlarda mu-rakkab organik moddalar — oqsillar, nuklein kislotalar, uglevodlar, yog'larning yoki organizmlarning o'zida to'plangan ozuqa moddalarning fermentativ yo'l bilan parchalanishi. Bunda ularda to'plangan energiya ajralib chiqadi va ATP yoki membrane potentsiali shaklida to'planadi (q. Dissimilatsiya).

**Catalysis - Katalaza, oksidlovchi**

**ferment** — oksidoreduktaza sinfiga mansub vodorod peroksidning suv va kislorodgacha parchalanish reaksiyasini katalizlovchi ferment. Barcha tirik organizmlar tarkibida uchrab, ularni vodorod peroksidining

zaharli ta'siridan saqlanishiga imkon beradi.

**Cario - Kario...** — hujayra yadrosiga taalluqni anglatuvchi murakkab so'zning tarkibiy qismi.

**Carotene - Karotinlar** — sarg'ish-pushti tusli, asosan yashil o'simliklarda hosil bo'ladigan karotinoidlarga mansub pigment. Sabzi va na'matak mevasida ko'p. Karotin — A vitamin provitaminidir.

**Chymotrypsin - Ximotripsin** — ozuqa tarkibidagi oqsillarning parchalanish reaksiyalarini katalizlovchi gidrolitik ferment. Oshqozon osti bezlari ishlab chiqaradi.

**Chloroplast - Xloroplast** — o'simlik hujayrasining organellasi. Xloroplastlarda quyoshning yorug'lik energiyasi kimyoviy energiyaga aylantirilib, uglevodlar sintezlanadi.

**Cholesterol - Xolesterin** — sterinlar guruhiga mansub yarim halqali spirt. Barcha tirik organizmlarda uchraydi. Ayniqsa, asab hujayralari, sperma va eritrositlarda ko'p.

**Choline - Xolin** — barcha tirik organizm hujayralarida uchraydigan vitaminga o'xshash modda. Fosfolopidlar, atsetilxolin tarkibiga kiradi.

**Cholinesterases - Xolinesterazalar** — xolin efirlarining gidrolitik yo'l bilan parchalanish reaksiyalarini katalizlovchi fermentlar. Odam va hayvon to'qimalarida ko'p.

**Chromatin - Xromatin** — DNK va yadro oqsillari hisoblangan gistonlardan tashkil topgan nukleoprotein tolalar.

**Chromosomes - Xromosomalar** — hujayra mag'izi (yadrosi)dagi o'zidan ko'payadigan xromatin iplaridan hosil bo'lgan yaxshi bo'yaluvchi donachalar. Ular DNK va oqsil molekulalaridan tashkil topgan. Xromosomalar yig'indisi organizmning asosiy irsiy xususiyatlarini belgilaydi.

**Cell membrane - Hujayra membranasi,** sitoplazmatik membrana, plazmolemma — asosan oqsillar va lipidlardan tashkil topgan hujayra sitoplazmasini tashqi muhitdan yoki hujayra qobig'idan (o'simlik hujayralarida) ajratib turadigan membrana. U hujayraning yaxlitligini ta'minlaydi, hujayra bilan tashqi muhit o'rtasidagi aloqalarni boshqarib turadi.

**Cell - Hujayra** — barcha tirik organizmlarning o'zidan ko'payish va o'zini boshqarish xususiyatlariga ega struktura-funksional birligi; elementar tirik tizimi. Har bir hujayra uch asosiy qism: plazmalemmayadro va sitoplazma hamda undagi organoidlardan tashkil topadi.

**Cell layer - Hujayra qobig'i** — faqat o'simlik hujayralariga xos va plazmatik membrana tashqarisida joylashgan qobiq. Hujayraga qattqlik beruvchi selluloza tolalaridan iborat bo'lib, shaklni saqlab turadi.

**Code table - Kod jadvali** — kodonlarning qaysi aminokislotalari ifodalashini ko'rsatib beruvchi jadval.

**Codon, triplet - Kodon, triplet** — irsiy informatsiya (axborot) birligi. Uchta ketma-ket turuvchi nukleotiddan iborat informatsion RNK ning bir qismi.

**Coferments - Kofermentlar, koenzimlar** — ba'zi fermentlar faol markazining tarkibiga kiruvchi oqsil bo'lmagan organik birikmalar. Ko'pchilik kofermentlar vitaminlar hosilasidir.

**Cocarbocylasis - Kokarboksilaza, tiamindifosfat** — vitamin B ning

**Complementary - Komplementarlik, to'ldiruvchanlik** — biopolimerlarning kimyoviy tuzilishidagi o'zaro muvofiqlik. Masalan, DNK molekulasidagi bir polinukleotid zanjir nukleotidlarning ketma-ketligi ikkinchi zanjirdagi nukleotidlar ketma-ketligini aniqlab beradi va to'ldiradi.

**Complementation - Komplementatsiya, to'ldirish** — bir genning ikki mutant allelini bir zigotada birlashuvi. Bunda yovvoyi yoki unga yaqin fenotip o'zining boshlang'ich holatiga qaytadi.

**Cyclic DNA- Siklik DNK** — halqasimon DNK molekulasi.

**Cyclic nucleotid- Siklik nukleotidlar**, halqali nukleotidlar — gormonlar va boshqa hujayra tashqarisidagi regulatorlarning

pirofosforli efiri. Odam va hayvon organizmida glukozaning parchalanishida muhim ahamiyatga ega, piruvatdekarboksilaza fermentining kofermenti.

**Clone - Klon** — jinssiz ko'payish yo'li bilan bir ajdoddan vujudga kelgan individ, avlod yoki hujayralar majmui.

**Comments spiral- Qo'sh spiral** — ikki polinukleotid zanjirdan tashkil topgan DNK molekulasi. Zanjirlar bitta umumiy o'qqa ega va qarama-qarshi tomonga yo'nalgan. Qo'sh spiralni D.Uotson va F.Krik kashf etgan (1953).

hujayra ichidagi kimyoviy vositachilari. Bularga siklik adenozinmonofosfat (sAMP) va siklik guanozinmonofosfat (sAMP) kiradi.

**Cytochrome system- Sitoxrom tizimi** — sitoxromlardan va sitoxrom-oksidadza fermentidan tashkil topgan tizim. Hujayraning nafas olish jarayonida muhim ahamiyatga ega.

**Cytochrome -Sitoxromlar** — tarkibida temir-porfirinlar tutuvchi oqsillar guruhi. Oksidlanish-qaytarilish jarayonining barcha jabhalarida ishtirok etadi.

## D

**Dehydrogenases - Degidrogenazalar** — oksidoreduktaza sinfiga mansub fermentlar. Kimyoviy birikmalarning biridan vodorodni olib boshqasiga berish reaksiyalarini kataliz qiladi.

**Decarboxylase - Dekarboksilazalar** – liaza sinfiga mansub fermentlar. Aminokislota yoki ketokislotalar karboksilguruhini ajratish reaksiyalarini katalizlaydi.

**Deoxyribonucleases** -  
**Dezoksiribonukleazalar** –  
gidrolazalar sinfiga mansub fermentlar.

Dezoksiribonukleinkislotalarning parchalanish reaksiyalarini kataliz qilinadi.

**Deoxyribonucleine acid** -  
**Dezoksiribonuklein kislota (DNK)** -  
nuklein kislotalarining bir turi. Tirik organizmlarda irsiy beqilarni saqlash vazifasini bajaradi. Asosan, hujayra yadrosida, qisman mitoxondriya va xloroplastlarda bo'ladi.

**Deoxyribose - Dezoksiriboza** –  
oddiy uglevod;dezoksiribonuklein kislotalarining shakl komponenti.

**Dialysis - Dializ ,ajratish** – yuqori molekulali birikmalardan membrana orqali diffuziya yo'li bilan quyi molekulali moddalarni ajratish jarayoni.

**DNA of Mitochondria** -  
**Mitoxondriya DNKsi** —  
mitoxondriyaning uncha katta bo'lmagan halqasimon DNK molekulasi. Sitoplazmatik irsiyat molekular antropologiya va

**Enzyme inhibitors - Ferment inhibitorlari** —  
bio-kimyoviy reaksiyalarda ishtirok etuvchi fermentlarning katalitik faolligini

**Does not require the light reaction of photosynthesis - Fotosintezning yorug'lik talab qilmaydigan reaksiyasi** — karbonat anhidrid va suvdan fotosintez dastlabki mahsulotlarining hosil bo'lishini ta'minlovchi reaksiyalar yig'indisi. paleogenomikada muhim ahamiyatga ega.

## E

**Expression - Ekspressiya**-genlar namoyonligi, genlar ekspressiyasi-aniq gen tomonidan aniqlanuvchi belgining fenotipda organizmning yashash sharoitiga qarab namoyon bo'lish darajasi.

**Exons - Ekzonlar** – gen (DNK) ning genetik axborotga ega bo'lgan, ya'ni aminokislotalar ketma – ketligini ifodalovchi ( kodlovchi ) bo'lagi. Ekzonlar intronlar bilan g'allaib turadi. (q. Intron ).

**Elongation - Elongatsiya**, cho'zilish, uzunlanish – oqsil biosintezida ko'p marta qaytariladigan va polipeptid zanjirning uzunlashishiga olib keladigan jarayon.

**Enzymology - Enzimologiya** – biokimyoning fermentlar tuzilishi, vazifasi va fermentativ reaksiyalar kinetikasi, fermentlarning ta'sir qilish mexanizmlari, ularning tasnifi, nomenklaturasi va boshqalarni o'rganuvchi sohasi . (q. **Fermentlar**). sekinlashtiruvchi birikmalar. Masalan, og'ir metall tuzlari, har xil zaharli moddalar.

**Enzymes, biological catalysts - Fermentlar, biologik katalizatorlar** — barcha tirik organizmlarda hosil boʻladigan va katalizatorlik vazifasini bajardigan oqsil tabiatli moddalar. Biokimyoviy reaksiyalar tezligini oshiradi. Dastlab achitqi

**Fibrin - Fibrin** — qon plazmasi tarkibidagi suvda erimaydigan oqsil. Fibrinogen-dan qon ivishi paytida hosil boʻladi.

**Fibrinogen, blood protein - Fibrinogen, qon oqsili** — qonning ivishida asosiy rol oʻynovchi eriydigan murakkab oqsil. Fibrinogen preparatlari tibbiyotda qoʻllanadi.

**Gamma-aminofattyacid (GAFA) - Gamma-aminomoykislota (GAMK)** — aminokislota; asab tizimining qoʻzgʻatgichlaridan biri.

**Gangliosides - Ganglioizidlar** — sialat kislota qoldiqlarini tutuvchi tabiiy organik birikmalar hisoblangan glikolipidlar vakili. Neyronlarning plazmatik membranalarida koʻp miqdorda uchraydi. Bakterial toksinlarning retseptori hisoblanadi. Odam organizmida ganglioizidlar miqdori va tuzilishining oʻzgarishi asab kasalliklariga sabab boʻladi.

**Gene - Gen** — irsiy omil. DNK (viruslarda RNK) molekulasining bir qismi. Irsiy informatsiyaning tuzilishli va funksional birligi.

**Gene engineering - Gen muhandisligi** — rekombinat DNKlar texnologiyasi. Genetik va biokimyoviy usullar yordamida organizm yoki hujayra biologik

zamburugʻlarida aniqlangan. Ayrim ribonuklein kislotalar (ribozimlar) ham fermentativ faollikka ega (q. Enzimologiya).

## F

**Follicles, bubbles - Follikulalar, pufakchalar** — har xil vazifa va joylanishga ega boʻlgan yumaloq ichi boʻsh hosilalar. Masalan, sut emizuvchilarning tuxumdonidagi follikulalarida tuxumhujayralar rivojlanadi.

## G

informatsiyasini oʻzgartirish bilan tabiatda uchramaydigan, yangi xususiyatga ega boʻlgan genlar toʻplamini va shu asosda yangi nav hamda zotlarni yaratish.

**Genetic maps - Genetik (irsiy) kartalar** — xromosomalarda genlarning chiziqli tartibda joylashish chizmasi. Seleksion ishlarda va nazariy tadqiqotlarda muhim ahamiyatga ega.

**Genetic code - Genetik (irsiy) kod** — irsiy informatsiyani maʼlum belgilar yordamida ifodalash tizimi; DNK molekulasidagi nukleotidlar tartibini, oqsil molekulasidagi aminokislotalar tartibiga aylantirish (tarjima qilish) qoidalari yigʻindisi. Genetik kod birligi kodon yoki triplet deb ataladi. Hammasi boʻlib 6ʻ kodon mavjud, shulardan 61tasi aminokislotalarni ifodalaydi; qolgan 3 tasi polipeptid zanjir sintezining tamom boʻlganligini bildiradi.

**Genetic information - Genetik informatsiya, irsiy axborot** — avlodlarga ajdodlardan genlar to‘plami sifatida beriladigan irsiy tuzilmalar (genlar, xromosomalar, sitoplazma, hujayra organoidlari)da joylashgan organizmning tuzilishi va vazifasi to‘g‘risidagi axborot.

**Genes connection - Genlar ulanishi (tutashishi, birikishi)** — genlarning ma’lum tartibda bir xromosomada joylanishi va nasldan naslga ma’lum bir kombinatsiyada, birgalikda tutashgan holda o‘tishi. Bu hoi belgilarning mustaqil taqsimlanishidan farq qiladi. Tutashgan genlar krossingover paytida buziladi.

**Cloning genes - Genlarni klonlash** — o‘ta toza holdagi ma’lum genni yoki shu gen yordamida hosil bo‘ladigan oqsilni ko‘p miqdorda ajratib olish usuli.

**Glycogen - Glikogen** — hayvon kraxmali. Molekulasi glukozadan iborat; odam, umurtqali hayvonlarning asosan jigari va muskullarida hamda achitqi zamburug‘larda, ko‘k-yashil suvo‘tlarida to‘planadigan polisaxarid. Glikogen makkajo‘xori donida ham topilgan.

**Glycolipids - Glikolipidlar** — uglevodlar va lipidlardan tashkil topgan murakkab birikma. Biologik membranalarning tashqi qismida uchraydi.

**Glycolysis - Glikoliz** — tirik organizmlarda glukozaning sut kislotasigacha fermentativ yo‘l bilan parchalanishini ta’minlovchi anaerob jarayon.

**Glycoproteins – Glikoproteinlar** — uglevodlar va aminokislotalardan tashkil topgan murakkab oqsillar. Qon zardobidagi oqsillar; ko‘pchilik fermentlar, membrana oqsillari misol bo‘ladi.

**Glycoside - Glikozidlar** — shakar qoldiqlari va boshqa organik birikmalardan tashkil topgan moddalar guruhi. Ko‘pchiligi achchiq ta’mgaga ega. Ba’zilari tibbiyotda ishlatiladi.

**Glycerides - Glitseridlar** — glitserin va yuqori molekulyar yog‘ kislotalar efiri; o‘simlik va hayvon hujayralarida to‘planadigan yog‘larning asosiy qismi.

**Globine - Globin** — gemoglobin oqsili. Har xil hayvonlar gemoglobinidagi farq asosan globin bilan belgilanadi.

**Globulins - Globulinlar** — suyultirilgan tuzli eritmalarda eruvchi oddiy oqsillar. Dukkakli va moyli ekinlar urug‘ining asosiy oqsili hisoblanadi. Qon zardobidagi zidditanachalar, ya’ni gamma-globulinlar ham shu oqsillar vakilidir.

**Glucagon - Glukagon** — oshqozon osti bezi gormoni. Insulin gormoni antagonisti. Glukagon ta’sirida glikogenning parchalanishi tezlashadi

va qonda glyukozaning miqdori ortadi.

**Gluconeogenesis - Glukoneogenez**

— glukozaning uglevod bo'lmagan moddalardan biokimyoviy jarayonda hosil bo'lishi.

**Glucose - Glukoza, uzum shakari**

— geksozalar guruhiga mansub monosaxarid. Keng tarqalgan. Hayvonlar va mikroorganizmlarning muhim energiya manbai hisoblanadi.

**Glutamine - Glutamin**

— o'simliklarda azot almashinuvida muhim rol o'ynaydigan aminokislota.

**Glutathione - Glutation**

— barcha tirik organizmlarda uchraydigan tripeptid. Oksidlanish qaytarilish reaksiyalarida ishtirok etadi.

**Glutelins - Glutelinlar**

— g'alla o'simliklari donida uchraydigan, kuchsiz ishqoriy eritmalarda eriydigan oddiy oqsil.

**Hemoglobin - Gemoglobin**

— qon oqsili. Odam, umurtqali va ba'zi umurtqasiz hayvonlar qoni tarkibidagi temir atomini tutuvchi qizil rangli nafas pigmenti. U nafas olish a'zolaridan to'qimalarga kislorodni va to'qimalardan nafas olish a'zolariga karbonat angidridni olib o'tadi.

**I**

**Immune system - Immun tizim**

— Himoya qiluvchi tizim, organizmdagi kimyoviy moddalarni aniqlash, bilish xususiyatiga ega bo'lgan tizim. Bu tizimning vazifasi hayvon va odam organizmiga kirgan har qanday

Glutamin kislotasi va lizinga boy. G'o'za chigitida ham oz miqdorda uchraydi.

**Guanine - Guanin**

— purin asosi; nuklein kislotalar, nukleotidlar va boshqalar tarkibida uchraydi.

**H**

**Hypophysis - Gipofiz**

— umurtqali hayvonlar boshmiyasi asosida joylashgan ichki sekretiya bezi. Gipofiz ishlab chiqaradigan gormon organizmdagi moddalar almashinuvi jarayonini uyg'unlashtirishda katta ahamiyatga ega.

**Histidine - Gistidin**

— ko'pchilik oqsillar tarkibida uchraydigan zaruriy aminokislota.

**Histones - Gistonlar**

— o'simlik va hayvon hujayralari yadrosida uchraydigan arginin va lizin qoldiqlartga boy ishqoriy xususiyatli oqsillar.

**Heredity - Irsiylanish, nasldan**

**naslga o'tish** — organizmlarning irsiy informatsiyasini avloddan avlodga o'tkazish jarayoni.

begona modda (mikroorganizm)ni aniqlash va uni bartaraf etishdan iborat.

**Immunoglobuline**

— **Immunoglobulin, himoya oqsili** — begona (yot) moddalar — antigenlar

bilan o'ziga xos birikish xususiyatiga ega murakkab oqsil. Odam va umurtqali hayvonlar qonida bo'ladi.

**Induction, stimulation - Induksiya, qo'zg'atish** — ikki asosiy fiziologik jarayon — qo'zg'alish va to'xtash jarayonlariga asab markazlarining o'zaro ta'siri. Bunda bir jarayonning hosil bo'lishi qaramaqarshi hisoblangan ikkinchisining ham rivojlanishiga sabab bo'ladi.

**Inductor – Induktor, qo'zg'atuvchi** — indutsirlangan fermentlarning hosil bo'lishini tezlatuvchi modda.

**Information RNA - Informatsion RNK, vositachi RNK, qolip RNK** — hujayra oqsillarining sintezi uchun qolip, vositachi bo'lib, genetik informatsiyani DNK dan poliribosomalarga ko'chiradi.

**Informasomes - Informosomalar** — eukariotlar hujayrasidagi ribonuklein kislota va oqsildan iborat zarrachalar.

**Inhibitors - Ingibitorlar** — o'simliklarning o'sish ingibitorlari, o'simliklar o'sishini sekinlashtiruvchi tabiiy yoki sintetik moddalar. Bularga etilen, abssizat kislota, xlorxolinxlorid (tur) kabilar kiradi.

**Insulin - Insulin** — oshqozon osti bezi ishlab chiqaradigan oqsil tabiatli gormon. Qondagi shakar miqdorini boshqaradi.

**Introduction - Introduksiya, joriy etish, kiritish** — hayvon yoki o'simlik turlarini ilgari yashamagan yoki o'smagan, tabiiy sharoiti boshqacha

joylarga ko'chirish, iqlimlashtirish, tarqatish. Yovvoyi o'simliklarni madaniylashtirish.

**Intron - Intron, oraliq qism** — gen (DNK) ning irsiy axborotga ega bo'lmagan va ekzonlarni ajratib turuvchi bir qismi. Faqat eukariotlarga va ularning viruslariga xos.

**Izoelectric point - Izoelektrik nuqta** — AMPoter moddalarning anodga ham, katodga ham harakat qilmaydigan muhit -- rN ning qiymati. Oqsil moddalarining muhim ko'rsatkichlaridan biri hisoblanadi. Izoelektrik nuqtada oqsil beqaror bo'ladi va osonlik bilan cho'kmaga tushadi.

**Izoferments - Izofermentlar** — bir biologik turda bir-biriga o'xshash katalitik reaksiyalarni bajaruvchi, biroq tuzilishi va fizik-kimyoviy hamda immunologik xususiyatlari bilan farq qiluvchi fermentlar guruhi.

**Izoleysin - Izoleysin** — zaruriy aminokislota. Ko'pchilik oqsillar tarkibida uchraydi.

**Isomerazis - Izomerazalar** — organik birikmalarning o'zaro almashinuv reaksiyalarini kataliz qiluvchi fermentlar sinfi.



## L

**Lactation - Laktatsiya** — sut emizuvchi hayvonlarning sut bezlarida sutning hosil bo'lishi, to'planishi va uning vaqti-vaqti bilan ajralib turishi.

**Lactase - Laktaza** — sut shakari fermenti; laktoza disaxaridini ikki molekula glukozagacha parchalaydi.

**Lactose - Laktoza** — Sut shakari — ikki molekula glukozadan tashkil topgan disaxaridlar. Ko'p miqdorda sutda va ba'zi o'simliklar tarkibida qisman uchraydi.

**Leysine - Leysin** — zaruriy aminokislota. Ko'pgina hayvon va o'simlik oqsillarining tarkibida bor.

**Liases - Liazalar** — ma'lum birikmalarning substratdan suv ishtirokisiz ajralishini katalizlovchi fermentlar. Ularning faoliyati tufayli qo'shbog'lar hosil bo'ladi yoki yo'qoladi.

**Ligases - Ligazalar, sintetazalar** — ATP yoki shunga o'xshash birikmalar energiyasi hisobiga oddiy molekulalardan murakkab birikmalar hosil bo'lish reaksiyalarini katalizlovchi fermentlar sinfi.

**Lpase - Lipaza** — yog'larni glitserin va yog' kislotalariga parchalanish reaksiyasini katalizlovchi gidrolazalar sinfiga mansub ferment.

**Light reaction of photosynthesis - Fotosintezning yorug'lik reaksiyalari** — quyosh nuri

energiyasi hisobiga ATP va NADPN<sub>2</sub> kabi kimyoviy energiyaga boy bo'lgan birikmalarning hosil bo'lish reaksiyalari.

**Lipids - Lipidlar** — organik erituvchilar (benzin, benzol, xloroform, geksan) da yaxshi eriydigan va suvda erimaydigan yuqori yog' hamda yog'simon moddalar. Glitserin yoki boshqa spirtlar va molekulali yog' kislotalarining murakkab efiri hisoblanadi. Hayotiy jarayonlarda favqulodda muhim ro'l o'ynaydi. Lipidlar biologik membranalar tarkibiga kiradi. Hujayraning o'tkazuvchanligiga ta'sir qiladi, muhim energetik manba bo'lib, himoya vazifasini bajaradi.

**Lipoproteins - Lipoproteinlar** - yog'lardan tashkil topgan murakkab oqsillar. Biologik membranalarining tuzilish elementlari hisoblanadi. Lipotsit — yog'li hujayra.

**Lysine - Lizin** — zaruriy aminokislota. Barcha to'la qiymatli oqsillar tarkibida uchraydi. Ozuqa va yem-xashaklar sifatini oshirish uchun sintetik lizindan foydalaniladi.

## M

**Macroenergetic compounds - Makroenergetik birikmalar, energiyaga boy birikmalar** — ATP va fermentativ reaksiyalarda ATP hosil qilish xususiyatiga ega bo'lgan birikmalar. Bu birikmalarni gidroliz qilinganda ko'p miqdorda energiya ajralib chiqadi.

**Macromolecule - Makromolekula** — kichik molekulalarning takrorlanishi natijasida hosil bo'lgan polimerlar. Murakkab va o'ziga xos tuzilishga ega bo'lib, hujayrada ma'lum vazifalarni bajaradi.

**Macronucleus - Makronukleus, yirik yadro** — infuzoriyalardagi katta somatik yadro. Modda almashinuvi jarayonlarini boshqarishda ishtirok etadi.

**Maltoze - Maltoza, don shirasi, don shakari** — ikkita glukoza molekulasidan iborat disaxarid. Unayotgan don shiralarida ko'p miqdorda uchraydi.

**Membrane - Membrana, parda** — oqsil va lipiddan tashkil topgan yarim o'tkazgich molekular to'siq. Hujayra va hujayra orgonoidlari — yadro, mitoxondriya, xloroplast va boshqalarni o'rab turadigan parda.

**Membrane proteins - Membrana oqsillari** — biologik membranalarning maxsus vazifalarini amalga oshiruvchi oqsillar.

**Metabolism - Metabolizm, moddalar almashinuvi** — hujayrada fermentlar ishtirokida boradigan moddalarning hosil bo'lishi, parchalanishi va o'zaro almashinuvidan iborat bo'lgan barcha reaksiyalarning yig'indisi. Bunda organizm hayot faoliyati, o'sishi, ko'payishi uchun zarur moddalar va energiya bilan ta'minlanadi (q. Anabolizm, Katabolizm).

**Metalloproteins - Metalloproteinlar** — tarkibida metall atomi bo'lgan va organizmda xilma-xil vazifalarni bajaradigan oqsillar. Bularning ko'pchiligi fermentlardir. Ularning faolligi magniy, kaliy, natriy, kalsiy va boshqalarga bog'liq. Temir, mis, marganets, molibden kabi elementlar muhim oqsillarning tarkibiy qismi hisoblanadi. Bunday oqsillarga gemoproteinlarni misol qilib ko'rsatish mumkin.

**Metionine - Metionin** — tarkibida oltingugurt bo'lgan zaruriy aminokislota. Barcha to'la qimmatli oqsillar tarkibiga kiradi. Sintetik metionin yem, ozuqalar qiymatini oshirishda va tibbiyotda dori-darmon sifatida ishlatiladi.

**Microsomal oxidation - Mikrosomal oksidlanish** — mikrosomalarda kechadigan oksidlanish jarayonlari. Mikrosomalarda kislorodni to'g'ridan-to'g'ri har xil substratlarga biriktiruvchi faol oksigenazalar ko'p bo'ladi.

**Mitochondria - Mitoxondriya** — hujayraning quvvat markazlari; eukariot organizmlarni energiya bilan ta'minlaydigan donador hujayra organoidi.

**Molecular biology - Molekular biologiya** — tiriklik belgilari va asosiy xususiyatlarini molekular darajada o'rganuvchi fan. Asosiy vazifasi muhim biologik birikmalar hisoblangan oqsil va nuklein kislotalarning o'zaro ta'siri, xususiyatlari va strukturasi bilan

bog'liq bolgan irsiyat, oqsil biosintezi, informatsiyani saqlash hamda uni uzatish kabi hayotga xos xususiyatlarni tadqiq etishdan iborat.

**Monoclonal antibody** - **Monoklonal antitanalar** — Yakka payvand zidditanalar, — gibridom klonlar tomonidan sintez qilinadigan moddalar. Ular xususiyatlari bo'yicha bir xil, antigenga (yot tanachaga) nisbatan bir xil o'xshashlikka ega va faqat bitta antigen bilan bog'lanadi.

**Monoculture** - **Monokultura** — Ekin yakka hokimligi — bir xil ekinning ko'p yil davomida uzluksiz, almashlab ekishga rioya qilmay, bir maydonga ekilishi.

**Monosaxarides** - **Monosaxaridlar** — Oddiy uglevodlar, oddiy shakarlar — aldegidospirtlar yoki ketospirtlardan iborat. Tarkibidagi karbon atomining soniga qarab geksoza, pentoza, tetроза va triozalarga bo'linadi. Ularga glukoza, fruktoza, galaktoza, riboza va boshqalar kiradi.

## N

**Nuclease** - **Nukleaza** — nuklein kislotalarni nukleotidlarga parchalovchi fermentlar.

**Nucleic acid** - **Nuklein kislotalar** — nukleotidlardan tashkil topgan yuqori molekulali organik birikmalar. Tirik organizmlarda irsiy belgilarni saqlaydi va oqsil biosintezida ishtirok etadi. Ayrim nuklein kislotalar fermentativ faollikka ega. Tirik organizmning barcha hujayralarida

uchraydi. Ularning makromolekulalari bir yoki qo'sh polimer zanjirdan iborat bo'lib, monomer nukleotidlardan tashkil topgan.

**Nucleoplazme** - **Nukleoplazma** — 1) yadroning xromosomalar va yadrochadan tashqari tarkibiy qismlari; 2) bakteriya, ko'k- yashil suvo'tlari hujayrasining yadro vazifasini bajaruvchi qismi.

**Nucleoproteins** - **Nukleoproteinlar** — nuklein kislota va aminokislotalardan tashkil topgan murakkab oqsillar.

**Nucleosome** - **Nukleosoma, yadro tanachasi** — xromosomaning asosiy tuzilma elementi.

**Nucleotides** - **Nukleotidlar** — azot asoslari: uglevod komponentlari va fosfor kislotalardan tashkil topgan organik birikmalar. Irsiy informatsiyaning elementar tuzilma birligi hisoblanadi. Fermentlarning kofermentlari sifatida muhim ahamiyatga ega.

**Nucleosydes** - **Nukleozidlar** — azot asoslari va uglevod komponentlaridan tashkil topgan organik birikmalar. Masalan, adenzin, uridin.

## O

**Ocsidoreductases** - **Oksidoreduktazalar** — oksidlanish va qaytarilish reaksiyalarini katalizlovchi fermentlar sinfi. Hamma tirik hujayralarda uchraydi.

**Oligosaxarides - Oligosaxaridlar** — molekulasida ikkitadan oʻntagacha monosaxarid qoldiqlarini tutgan uglevodlar. Bular oʻz navbatida disaxaridlar, trisaxaridlar, tetrasaxaridlar va boshqalarga boʻlinadi.

**Operator gene - Operator gen** — struktura genlarning faol holga kelishini taʼminlovchi genlar.

**Operone - Operon** — nazorat qiluvchi bir nechta struktura genlarining toʻplami.

**Oils - Yogʻlar** — glitserin va yogʻ kislotalarning murakkab efiri. Biologik membranalar tarkibiga kiradi, asosan energiya manbai; hujayradagi jarayonlarni boshqarishda ishtirok etadi.

## P

**Pancreas - Oshqozon osti bezi** — umurtqali hayvonlarning ovqat hazm qilish tizimidagi muhim bezlardan biri. Ovqat hazm qilish uchun toʻplanadi. Oziq-ovqat sanoatida ishlatiladi.

**Pantotenatic acid - Pantotenat kislota, B<sub>5</sub> vitamini** — yashil oʻsimliklar va mikroorganizmlarda sintezlanadi. Koferment A ning tarkibiy qismi.

**Papaine - Papain** — proteinaza fermenti. Oqsillarning gidroliz reaksiyalarini katalizlaydi. Qovun daraxtining pishmagan mevalaridan olinadi.

**Pectin substances - Pektin moddalar** — oʻsimlik polisaxaridlari. Ular ayniqsa mevalarda koʻp

**Pellagra - Pellagra** — Dagʻal teri — odamda vitamin RR va triptofan aminokislotalarining yetishmasligidan

kelib chiqadigan kasallik. Bunda teri poʻst tashlab dagʻallashadi.

**Pentozes - Pentozalar** — 5-uglerodli monosaxaridlar. Masalan, riboza, dezoksiriboza.

**Pentose phosphate road - Pentozofosfat yoʻli** — geksozalarning pentozofosfat orqali hosil boʻlishi va parchalanishi.

**Pepsine - Pepsin** — oqsillarning gidrolizlanish reaksiyasini katalizlovchi ferment. Meʼda shirasi tarkibida uchraydi.

**Peptide bun - Peptid bogʻ** — bir aminokislotalarning karboksil guruhi bilan ikkinchi aminokislotalarning amin guruhi oʻrtasidagi bogʻ hisoblanadi. Peptid bogʻlariniboshqa birikmalar ham hosil qilishi mumkin. Masalan, karbamid.

**Peptidase - Peptidazalar** — peptidlar va peptonlarning gidrolitik parchalanish reaksiyalarini katalizlovchi fermentlar. Reaksiya natijasida erkin aminokislotalar hosil boʻladi.

**Peptides - Peptidlar** — ikki va undan ortiq aminokislotalar qoldiqlarining peptid bogʻ orqali

birikishi natijasida hosil bo'ladigan organik birikmalar.

**Peroxidases - Peroksidazalar** — oksidareduktaza sinfiga mansub turli polifenollarning vodorod peroksidi yordamida oksidlanishini katalizlovchi fermentlar.

**Phitohormone, plant hormones - Fitogormonlar, o'simlik gormonlari** — o'simliklarning maxsus (asosan uchidagi) to'qimalarida hosil bo'ladigan fiziologik faol moddalar. Ta'siri juda past konsentratsiyada namoyon bo'ladi va o'simlikning o'sish, rivojlanishi kabi bir qator jarayonlarini boshqarishda ishtirok etadi.

**Phospholipids, ink oils, phosphatides - Fosfolipidlar, murakkab yog'lar, fosfotidlar** — molekulalarida fosfat kislota tutuvchi murakkab lipidlar. Tarkibiga glitserin, yog' kislota, azot tutuvchi birikma va fosfor kislota kiradi. Biomembranalarning tuzilishida muhim ahamiyatga ega.

**Phosphoproteins - Fosfoproteinlar** — aminokislotalar va fosfat kislotadan tashkil topgan murakkab oqsillar. Bularga sutdagi kazein, baliqdagi ixtulinlar misol.

**Phosphorylation of proteins, special enzymes - Fosforlangan oqsillar, maxsus fermentlar** — proteinkinazalar yordamida fosforlanuvchi membrana, ribosomal va boshqa oqsillar. Bunday fosforlanish vaqtinchalik ahamiyatga

ega bo'lib, boshqaruvchilik vazifasini bajaradi.

**Phosphorylation - Fosforlanish** — organik moddalar molekulasiga fosfat kislota qoldig'ining kirishi. Bunda tashqi energetik resurslar energiyasi yuqori energetik birikmalar (ATP) energiyasiga aylanadi. Uch: substrat, oksidativ va fotosintetik fosforlanish xillari mavjud.

**Photosynthesis - Fotosintez** — quyoshning yorug'lik energiyasi ta'sirida yashil bargli o'simliklar xloroplastlarida va ayrim mikroorganizmlarda anorganik moddalar (suv, karbonat anhidrid)dan organik moddalarning hosil bo'lish jarayoni. Bunda atmosferaga erkin kislorod ajratiladi.

**Plasmids - Plazmidalar** — hujayraning xromosomalari bilan bog'liq bo'lmagan irsiy omillari. Ko'pchilik plazmidalar halqali qo'shzanjirli DNK molekulasidan iborat. Ular tirik organizmlarda keng tarqalgan bo'lib, gen muhandisligida boshqa genlarni ko'chirish uchun foydalaniladi.

**Polimerases - Polimerazalar** — kichik molekulali birikmalardan polimer birikmalar hosil bo'lish reaksiyalarini katalizlovchi fermentlar. Masalan, RNK-polimeraza.

**Polymorphic genes - Polimorf genlar** — tashqi ko'rinishdan bir xil ta'sir qilish xususiyatiga ega bo'lgan noallel genlar.

**Polynucleotides - Polinukleotidlar**

— Murakkab nukleotidlar — mononukleotid qoldiqlaridan tashkil topgan murakkab biorganik birikmalar.

**Polypeptides - Polipeptidlar**

— Murakkab peptidlar — juda ko'p aminokislota qoldiqlaridan tashkil topgan peptidlar.

**Polyribosomes - Poliribosomalar**

— bir informatsion-RNK zanjirida yig'ilgan ribosomalar to'plami.

**Promoter - Promotor**

— operondan oldinda joylashgan triplet guruhlaridan biri bo'lib, RNK va DNK sintezini katalizlovchi RNK-polimeraza bilan birikish xususiyatiga ega.

**Pro-DNA - Pro-RNK**

— o'tmishdosh-RNK — DNKning genetik faol va sust qismlari to'g'risida informatsiyaga ega hamda matritsali-RNKning o'tmishdoshi bo'lgan RNK.

**Prosthetic group - Prostetik guruh**

— murakkab oqsillarning, jumladan, ikki komponentli fermentlarning ham oqsil bo'lmagan qismi.

**Proteinkinases - Proteinkinazalar**

— oqsillarning fosforlanishini katalizlovchi fermentlar. Fosforlangan oqsillar hujayra metabolizmini boshqarishda faol ishtirok etadi.

**Proteolitik enzymes-Proteolitik fermentlar**

— proteazalar, oqsil va peptidlarning gidrolitik parchalanishini katalizlovchi fermentlar.

**Proteins - Oqsillar**

— yuqori molekulali tabiiy organik birikmalar: 20 xil aminokislota qoldiqlaridan tashkil topgan. Tirik organizmlar hayot faoliyatida muhim ahamiyatga ega. Turli-tuman vazifalarni, jumladan, boshqaruvchilik (gormonlar), katalitik (fermentlar), himoya qilish (zidditanachalar) va boshqalarni bajaradi.

**Protsessing -Protsessing**

— yetilish, yetilib pishish — funksional jihatdan faol bo'lgan RNK va oqsil molekulalarining hosil bo'lishi.

**Pulp- Selluloza**

— glukoza qoldiqlaridan tashkil topgan uglevod. o'simlik hujayrasining qobig'i asosan sellulozadan tashkil topgan.

**R****Rekon- Rekon**

— rekombinatsiya birligi. DNK ning bir yoki bir necha juft nukleotidiga mos keladigan va keyingi qayta taqsimlanishlarda bo'linmaydigan eng qisqa qismi.

**Renaturation- Renaturatsiya**

— biopolimerlar molekulasi, masalan, oqsil yoki nuklein kislotalarning tabiiy xususiyatlarini yo'qotish (denaturatsiya) holatidan biologik faol holatga qaytishi.

**Reparatation- Reparatsiya**

— o'z holiga qaytish — mutagenlar ta'siridan yoki tabiiy buzilgan DNK birlamchi tuzilishining o'z-o'zidan qayta tiklanishi.

**Replication- Replikatsiya** — DNK molekulasi o'zidan nusxa olishi. Bunda ota-ona DNK sining nukleotidlar ketma-ketligida ifodalangan informatsiyasi yuqori aniqlik bilan bola DNK larga beriladi.

**Respiratory chain - Nafas olish zanjiri** — organik birikmalarning oksidlanishini amalga oshiruvchi fermentlar to'plami.

**Reverteaze- Revertaza** — RNK dan DNKga irsiy informatsiyani ko'chirish reaksiyasini katalizlovchi qaytar transkriptaza fermenti.

**Reverse transkriptazae — Teskari transkriptaza** — RNK dan DNK ni sintezlanish reaksiyasini katalizlovchi ferment.

**Ribonucleic acid-Ribonuklein kislotalar** — tarkibida uglevod komponentlaridan riboza; azot asoslaridan adenin, guanin, sitozin, urasil tutuvchi nuklein kislota turi. Asosan hujayra sitoplazmasida joylashgan. Bitta polenukleotid zanjiridan tashkil topgan. Tirik organizmlarda sodir bo'ladigan oqsil biosintezida muhim ahamiyatga ega. Ayrimlarida fermentativ faollik xususiyatlari mavjud.

**Ribosome- Ribosoma** — RNK va oqsildan tashkil topgan, oqsil biosintezini amalga oshiruvchi hujayra organoidi. Sitoplazmada erkin yoki endoplazma tik to'r va yadro qobig'iga birikkan holda uchraydi. Ribosoma ikki qismdan iborat bo'lib, tashqi ko'rinishidan yosh qo'ziqorinni eslatadi. Ular ko'pincha bir-birlari

bilan birikib, poliribosomalar holda uchraydi.

## S

**Salitsilatic acid- Salitsilat kislota, aspirin** — aromatik oksikarbonat kislota. Ko'pchilik o'simliklar tarkibida erkin holda uchraydi. Masalan, moychechakda.

**Satelit DNA- Satelit DNK** — Yo'ldosh DNK — hujayra sentromeralaridan ajratib olingan yuksak ketma-ketlikka ega DNK.

**Saxarazae- Saxaraza** — invertaza, saxarozani gidroliz qiluvchi ferment.

**Saxarozae- Saxaroza** — shakarqamish yoki qandlavlagi shakari. Disaxaridlar guruhiga mansub bo'lib, glukoza va fruktozadan tashkil topgan. o'simliklar dunyosida juda keng tarqalgan.

**Secondary structure - Ikkilamchi struktura** — oqsillar, nuklein kislotalar va uglevodlarning vodorod bog'lar tufayli hosil bo'ladigan tuzilishi.

**Salitsilatic acid- Salitsilat kislota, aspirin** — aromatik oksikarbonat kislota. Ko'pchilik o'simliklar tarkibida erkin holda uchraydi. Masalan, moychechakda.

**Satelit DNA -Satelit DNK** — Yo'ldosh DNK — hujayra sentromeralaridan ajratib olingan yuksak ketma-ketlikka ega DNK.

**Saxarazae- Saxaraza** — invertaza, saxarozani gidroliz qiluvchi ferment.

**Saxarozae- Saxaroza** — shakarqamish yoki qandlavlagi shakari. Disaxaridlar guruhiga mansub bo‘lib, glukoza va fruktozadan tashkil topgan. o‘simliklar dunyosida juda keng tarqalgan.

**Seryn- Serin** — proteinogen aminokislota. Barcha oqsillar tarkibida uchraydi. Ayniqsa, u ipak oqsili (fibroin)da ko‘p.

**Shield gland- Qalqonoldi bezlar** — umurtqali hayvonlarda paratireoid gormonlarini ishlab chiqaruvchi ichki sekretiya bezlari.

**Simplast- Simplast, sinsitiy** — organizmning hujayra tuzilishiga ega bo‘lmagan ko‘p yadroli protoplasti. Ular hujayralarning birikishidan yoki yadroning sitotomiyasiz ko‘payishidan hosil bo‘ladi.

**Sistein- Sistein** — ko‘pchilik tabiiy oqsillar tarkibida uchraydigan oltingugurttutuvchi aminokislota. Organizmni har xil zaharli moddalardan saqlashda katta ahamiyatga ega.

**Site-Sayt, mutatsiya o‘rni** — mutatsiya yoki rekombinatsiyaning eng kichik birligi. DNKdagi bir juft nukleotidga teng. Nuqtali mutatsiyadagi gen o‘rnini belgilaydi.

**Sytokinin- Sitokininlar** — hujayra bo‘linishini boshqaruvchi o‘simlik gormoni; adenin hosilasi. o‘simlik

ildizlarida hosil bo‘lib, uning yer ustki qismlariga ksilema orqali ko‘tariladi.

**Somatotropin- Somatotropin** — o‘sish garmoni. Gipofiz bezining oldingi bo‘lagi ishlab chiqaradi.

**Splaysing -Splaysing**, ulab uzaytirish — RNK jarayoni (yetilishi) turlaridan biri. Juda katta molekulali geterogen yadroli RNKlarning kichikroq sitoplazmatik RNK molekulalarga aylanishi.

**Stearyn —Stearin** — qattiq yuqori molekular yog‘ kislotalar aralashmasi (asosan stearin va palmitin kislotalar). Hayvon yog‘laridan olinadi.

**Steroid gormonlar** — odam va hayvonlar hayot faoliyatini nazorat qiluvchi va modda almashinuvi jarayonini boshqaruvchi bir guruh fiziologik faol moddalar. Masalan, jinsiy gormonlar.

**Steroid-Steroidlar** — hayvon va o‘simliklarda uchraydigan tabiiy organik birikmalar sinfi. Bularga o‘t (safro) kislotalar, jinsiy gormonlar kiradi.

**Stop codon- Stop kodonlar**, ifodasiz kodonlar— hech bir aminokislota ifodalamaydigan kodonlar. Ular polipeptid zanjir sintezini to‘xtatish vazifasini bajaradi.

**Structure of gene- Struktura geni** — organizmlar belgi va xususiyatlarining rivojlanishida bevosita ishtirok etuvchi, biron-bir oqsilning aminokislotali tarkibini



ifodalovchi DNK yoki RNKning eng kichik bo'lagi.

**Substrate- Substrat**, muhit — 1) mikroorganizm va o'simliklar o'sadigan ozuqali muhit; 2) biokimyoda — ferment ta'sir qiladigan modda.

**Supernatant - Supernatant** — cho'kma ustidagi suyuqlik. Suspenziyalarning sentrifuga qilish jarayonida hosil bo'ladi.

## T

**Tannin substances- Tannin moddalar**, oshlovchi moddalar, tanninlar — choy, eman kabi o'simliklar bargida uchraydigan polimer fenol birikmalar. Teri va mo'ynani oshlashda oqsil moddalarni denaturatsiyaga uchratadi. Bular o'simlik, hayvonlardan va sun'iy yo'l bilan olinadi. Tishni qamashtirish xususiyatiga ega; tibbiyotda dori-darmon sifatida ishlatiladi.

**Telomers- Telomerlar** — xromosomalarning oxirgi uchlari; DNK replikatsiyasida ishtirok etadi, xromosomalar uchini yopishib qolishdan saqlaydi va aniq qutblanish xususiyatiga ega.

**Termination- Terminatsiya, chegaralash, tamomlash** — ma'lum terminator — kodonlar yordamida polipeptid zanjir sintezining tamomlanishi.

**Termination- Terminator**, chegaralovchi — sintezlanib bo'lgan polipeptid zanjirning ribosomadan

ajralishini chegaralovchi, belgilovchi triplet.

**Testosteron — Testosteron** — umurtqalilarning asosan erkak jinsiy a'zolari, shuningdek, buyrak usti bezlari, tuxumdonlar, platsenta, jigar ishlab chiqaradigan gormon.

**Tymin - Timin** — DNK ning muhim azot asoslaridan biri.

**Thireohlobulin- Tireoglobulin** — glikoproteinlarga mansub qalqonsimon bezlarda hosil bo'ladigan murakkab oqsil.

**Thiroid hormone- Tireoid gormonlar**, qalqonsimon bez gormonlari — odam va hayvonlar qalqonsimon bezi ishlab chiqaradigan gormonlar. Organizmning ko'pgina vazifalariga ta'sir qiladi.

**Tyroksin- Tiroksin, tetraiodtironin** — umurtqali hayvonlar qalqonsimon bezi ajratadigan yod tutuvchi gormon. Tiroksin yetishmasligi yoki ortiqchaligi og'ir kasalliklarni vujudga keltiradi.

**Tirozin -Tirozin** — oqsillar tarkibida uchraydigan halqali aminokislota. Dofamin, adrenalin, melaninlar kabi birikmalarning biosintezida ishtirok etadi.

**Tokoferol — Tokoferol** — E vitamini — o'simliklarda sintezlanadigan va yog'da eriydigan vitamin. Organizm jinsiy jarayonlarida muhim ahamiyatga ega.

**Transduktion-Transduksiya,** ko'chirish, joyni o'zgartirish — genetik informatsiya (DNK molekulasi)ning bir qismi) ni bir bakteriyadan (donor) ikkinchisi o (retsipiyent)ga viruslar (bakterio- s faglar) yordamida ko'chirish hodisasi. Bu jarayonda retsipiyent hisoblangan bakterial hujayra genotipida o'zgarish sodir bo'ladi.

**Transferazaes- Transferazalar** — bir birikmadan ikkinchisiga har xil kimyoviy guruhlar yoki radikallarning ko'chirilish reaksiyalarini katalizlovchi fermentlar sinfi.

**Transformation- Transformatsiya** — belgilar va xususiyatlarni ekzogen (begona) DNK (m preparatlari yordamida hujayraga kiritish jarayoni. Bunda transformatsiyaga uchragan hujayrada yangi belgilar paydo bo'ladi.

**Transgenezis — Transgenezis** — irsiy belgilarning ko qayta namoyon bo'lishi. o'simliklarda irsiy informatsiyaning bir hujayradan boshqasiga ko'chirilib, keyinchalik fenotipda namoyon bo'lishi.

**Transkription- Transkripsiya, ko'chirib yozish** — irsiy informatsiyani DNK molekulasi dan informatsion-RNK molekulasi ga ko'chirish. Bunda DNK molekulasi dagi nukleotidlar ketma- ketligi RNK lik molekulasi dagi nukleotidlar ketma ketligiga mos keladi. Irsiy informatsiya ko'chirilishining dastlabki bosqichi hisoblanadi.

**Translation- Translatsiya** — irsiy informatsiyani RNKning nukleotidli tuzilishidan oqsillarning aminokislotali tizimiga o'chirib yozish jarayoni. Bu jarayonda -RNK va ribosomalar ishtirok etadi.

**Transplantation- Transplantatsiya, ko'chirib o'tkazish** — o'simliklar, hayvonlar va damlarda biror to'qima yoki a'zoni ko'chirib o'tkazish.

**Transport RNA- Transport RNK (t-RNK), tashuvchi RNK** — faol holdagi aminokislotalarni o'ziga biriktirib, oqsil sintez qilinadigan joyga — ribosomaga ko'chirilishini hamda polipeptid zanjirdagi o'rning aniqlovchi ta'minlovchi ribonuklein kislotalar tipi.

**Transpozona- Transpozonlar, sakrovchi irsiy elementlar** — genomdagi o'z o'rni almashtirish xususiyatiga ega bo'lgan DNK fragmenti (q. Harakatchan genlar).

**Treonin -Treonin** — deyarli barcha oqsillar tarkibida uchraydigan zaruriy aminokislota. Trilobitlar — dengiz bo'g'im oyoqli hayvonlarining qirilib bitgan ajdodlari.

**Triplete - Triplet** — irsiy informatsiyaning elementar ma'nosini ifodalovchi birligi. Ma'lum tratibda joylashgan uchta nukleotiddan iborat.

**Trypsyn -Tripsin** — oshqozon osti bezida dastlab faol bo'lmagan tripsinogen holida sintezlanadigan va oqsillarni gidroliz qiladigan ferment.

**The fourth structure- To'rtlamchi struktura** — oqsil molekulasini tashkil qiluvchi polipeptid zanjirlarning o'zaro fazoviy joylanishi. Bu faqat ikki va undan ortiq polipeptid zanjirlardan tashkil topgan oqsillarga xos.

## U

**Ubichinon- Ubixinonlar** — vitaminlik xususiyatiga ega bo'lgan modda. o'simliklar, hayvonlar va mikroorganizm hujayralarida uchraydi.

### **Ultracentrifugation-**

**Ultratsentrifugalash** — asbobning asosi — rotorni haddan tashqari tez aylantirish hisobiga Yerning tortish kuchidan yuz ming, million marta yuqori bo'lgan markazdan qochish kuchini hosil qilish usuli. Biologiyada makromolekulalarni o'rganishda ishlatiladi.

**Ureazae- Ureaza** — gidrolaza sinfiga mansub ferment. Karbamidni karbonat ангидрид va аммиаккача parchalanish reaksiyasini katalizlaydi. Tarvuz va soya urug'larida ko'p.

**Uremia- Uremiya** — qonda ortiqcha miqdorda karbamidning to'planishi. Odatda, bunday holat buyrak faoliyatining buzilishi bilan bog'liq.

**Ubiquinones - Ubixinonlar** — vitaminlik xususiyatiga ega bo'lgan modda. o'simliklar, hayvonlar va mikroorganizm hujayralarida uchraydi.

**Carbohydrate - Uglevodlar, karbon suvlar, glisidlar** — tabiatda keng tarqalgan muhim organik birikmalar. o'simliklarning asosiy qismi karbon suvlardan tashkil topgan.

### **Ultracentrifuge**

**Ultratsentrifugalash** — asbobning asosi — rotorni haddan tashqari tez aylantirish hisobiga Yerning tortish kuchidan yuz ming, million marta yuqori bo'lgan markazdan qochish kuchini hosil qilish usuli. Biologiyada makromolekulalarni o'rganishda ishlatiladi.

**Urease - Ureaza** — gidrolaza sinfiga mansub ferment. Karbamidni karbonat ангидрид va аммиаккача parchalanish reaksiyasini katalizlaydi. Tarvuz va soya urug'larida ko'p.

**Uremia - Uremiya** — qonda ortiqcha miqdorda karbamidning to'planishi. Odatda, bunday holat buyrak faoliyatining buzilishi bilan bog'liq.

## V

**Variability - O'zgaruvchanlik** — tashqi muhit ta'sirida organizm belgi va xususiyatlarining o'zgarishi, ya'ni biron-bir belgini yo'qotish yoki yangisiga ega bo'lish jarayoni. Irsiyatga qarama-qarshi hodisa.

**Valine - Valin** — ko'pchilik oqsillar tarkibiga kiradigan zaruriy aminokislota.

**Valinomycin - Valinomitsin** — membranalar orqali kaliy ionining o'tishini oshiruvchi polipeptid. Antibiotik sifatida foydalaniladi.

**Vector - Vektor** — retsipyent (qabul qiluvchi) genomi yoki plazmoniga ko‘chirilgan, mustaqil qayta tiklana olish xususiyatiga ega genetik tizim (DNK ning ma’lum uzunlikdagi kes-V masi).

**Viroids - Viroidlar** — yuqumli agentlar; kichik molekulali bir polinukleotid zanjirdan tashkil topgan halqali RNK dan iborat. Kasalliklarga sabab bo‘ladi.

**Vitamins - Vitaminlar, darmondorilar** — tirik organizmlarning hayot faoliyati uchun juda zarur bo‘lgan, kichik molekulali organik birikmalar; asosan o‘simliklarda va mikroorganizmlarda hosil bo‘ladi. Odam va hayvon organizmidagi fiziologik,

biokimyoviy jarayonlarning me’yorli kechishini ta’minlaydi.

## H

**High energy compounds - Yuqori energetik birikmalar** — ATP va fermentativ reaksiyalarda ATP hosil qilish xususiyatiga ega moddalar. Bularning gidrolizlanishi natijasida ko‘p miqdorda kimyoviy energiya ajralib chiqadi.

**Hydrogen bundle - Vodorod bog‘lar** — azot, kislorod kabi elektromanfiy hisoblangan atomlar va vodorod atomi o‘rtasida hosil bo‘ladigan bog‘lar. Biopolimerlar tuzilishlarini hosil qilishda muhim ahamiyatga ega.

1. Sh.M.Mirziyoyev. Harakatlar strategiyasi. 22 yanvar 2018 yil
2. O'zbekiston respublikasi Prezidenti Sh.M.Mirziyayevning “Kitob mahsulotlarini chop etish va tarqatish tizimini rivojlantirish, kitob mutolaasi va kitobxonlik madaniyatini oshirish hamda targ’ibot qilish bo’yicha komissiya tuzish to’g’risida”gi NФ-4789 Farmoyihi. 12.01.2017 й.
3. SH.M.Mirziyoyev. Bizga miqdor emas, sifat kerak. 24 may 2019 yili oiliy ta’lim va ilmiy – tadqiqot muassasalari rahbarlari, akademiklar, olimlar, yosh tadqiqotchilar bilan uchrashuvdagi nutqi.
4. Valixonov M.N. Biokimyo. Toshkent. “Universitet” 2011 y.
5. Valixanov M.N., Dolimova S.N., Umarova G.B., Mirxamidova P. Biologik kimyo va molekulyar biologiya (2 tom). T., Navro’z. 2015
6. Zikiryayev A., Mirxamidova P. Biologik kimyo.-T.: «Tafakkur bo’stoni». 2013.
7. To’raqulov Yo.X. Biokimyo. Toshkent “O’zbekiston”, 1998 y.
8. Zikiryayev A., P. Mirhamidova “Biokimyo”. T.: Fan va texnologiyalar nashriyoti 2009-yil.
9. Mirxamidova P., Babaxanova D.B., Zikiryayev A. Biologik kimyo va molekulyar biologiya. 1-qism. “Navro’z” nashriyoti. Toshkent. 2018 y.
10. Березов Т.Т., Коровкин Б.Ф. Биологическая химия. Издание третье. М. «Медицина». 2004.
11. Егорова И.Э., Сулова А.И., Бактаирова В.И. Биохимия. Иркутск. ИГМУ. 2013 г.
12. Кнорре Д.Г., Мызина С.Д. Биологическая химия. М. «Высшая школа». 2000.
13. Комов В.П., Шведова Г.А. Биохимия. Москва. «Дрофа» 2008.
14. Коничев А.С. Севастьянова. Молекулярная биохимия. – 2-е изд., испр. – Москва. «АКАДЕМА» 2005. -400с.
15. Ленинджер А. Основы биохимии. – в 3-х томах. Москва. «Мир». 1995.

16. Лелевич В.В., Шейбак В.М, Петушок. Биохимия патологических процессов. Гродно. ГрГМУ. 2016г. 136 с.
17. Марри Р., Греннер Д., Мейес П., Родуэлл В. Биохимия человека: В 2-х томах. Пер. с англ. Москва. «Мир», 1993.
18. Мушкамбаров Н.Н., Кузнецов С.А. Молекулярная биология. Москва. «ГЕОТАР МЕД». 2007.
19. Основы биохимии Ленинджера в трех томах. Под редакцией Д.Нельсон, М. Кокс. Москва. Бионом. 2015г.
20. Проскурина Ю.К. Биохимия. Москва. «Владов Пресс» 2001.
21. Попов. Биохимия. Москва. 2004 г.
22. Северин Е.С., Алейникова Т.А., Осипов Е.В., Силаева С.А. Биологическая химия. Москва. «Медицинское информационное агентство» 2008.-369с.
23. Филиппович Ю.Б. Основы биохимии.— М.: «Аграр» 1999.
24. Черемисинов В.Н. Биохимия. Москва. «Физическая культура». 2009. 351с.
25. Щербаков. В.Г. Биохимия. Москва. «СПБ». 2003.
26. Уайт А., Хендлер Ф., Смит Э., Хилл Р., Леман И. Основы Биохимии. Москва, “Мир”, 1982 г.
27. Hans Kleinig, Uwe Maier. Zellbiologie. Fischer 2004 y.
28. Lehninger. Principles of biochemistry.- New York. 2008
29. J.Koolman., K.H.Roehm. Color Atlas of Biochemistry. Thieme Stuttgart · New York. 2007.
30. Richard A Harvey., Denise R Ferrier . Biochemistry. Lippincott Williams and Wilkins. China. 2011.
31. John M Walker, Ralph Raply. Molekulyar biology and biotexnology. Royul Society of Chemistry. New York. 2009.
32. David Klark, Nanette, Pasdernik, Michelle Megchee – Molekulyar biology, Trird Edition, Academic Cell. USA: 2018. pp 1006.

|                                                                                  |            |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Kirish.....</b>                                                               | <b>3</b>   |
| <b>I bob. Oqsillar.....</b>                                                      | <b>12</b>  |
| 1.1. Oqsillar klassifikatsiyasi .....                                            | 14         |
| 1.2. Aminokislotalar.....                                                        | 17         |
| 1.3. Aminokislotalarning umumiy xossalari.....                                   | 22         |
| 1.4. Oqsillarning fizik-kimyoviy xossalari.....                                  | 24         |
| 1.5. Oqsil molekulasidagi kimyoviy bog'lar va oqsillarning<br>strukturalari..... | 27         |
| <b>II bob. Nuklein kislotalar.....</b>                                           | <b>40</b>  |
| 2.1. Nukleotidlar va nukleozidlar.....                                           | 41         |
| 2.2. Nuklein kislotalarning tuzilishi.....                                       | 45         |
| <b>III bob. Uglevodlar.....</b>                                                  | <b>57</b>  |
| 3.1. Uglevodlar klassifikatsiyasi.....                                           | 57         |
| 3.2. Monosaxaridlar.....                                                         | 58         |
| <b>IV bob. Lipidlar.....</b>                                                     | <b>74</b>  |
| 4.1. Oddiy lipidlar .....                                                        | 75         |
| 4.2. Murakkab lipidlar.....                                                      | 78         |
| 4.2.1. Fosfolipidlar.....                                                        | 78         |
| 4.2. 2. Glikolipidlar.....                                                       | 83         |
| 4.2.3. Steroidlar.....                                                           | 84         |
| <b>V bob. Vitaminlar.....</b>                                                    | <b>88</b>  |
| 5.1. Suvda eriydigan vitaminlar .....                                            | 89         |
| 5.2. Yog'da eriydigan vitaminlar.....                                            | 95         |
| <b>VI bob. Fermentlar.....</b>                                                   | <b>100</b> |
| 6.1. Fermentlarning tuzilishi.....                                               | 102        |
| 6.2 Fermentlarning asosiy xossalari.....                                         | 108        |
| 6.3. Fermentlar klassifikatsiyasi.....                                           | 113        |
| 6.4. Kofermentlarning tuzilishi va klassifikatsiyasi.....                        | 119        |
| <b>VII bob. Gormonlar.....</b>                                                   | <b>124</b> |

|                                                                               |            |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 7.1. Gormonlar klassifikatsiyasi.....                                         | 125        |
| 7.1.1. Endokrin bez gormonlari.....                                           | 125        |
| 7.1.2. Aminokislota hosilasi gormonlari.....                                  | 128        |
| 7.1.3. Steroid gormonlar.....                                                 | 132        |
| 7.2. Prostoglandinlar.....                                                    | 136        |
| <b>VIII bob. Moddalar almashinuvi.....</b>                                    | <b>140</b> |
| 8.1. Moddalar almashinuvi haqida umumiy tushuncha.....                        | 140        |
| 8.2. Uglevodlar almashinuvi.....                                              | 142        |
| 8.3. Uglevodlar metabolizmi.....                                              | 148        |
| 8.4. Uglevodlarning parchalanishi.....                                        | 149        |
| 8.5. Uglevodlarning hazm bo'lishi va so'rilishi.....                          | 150        |
| 8.6. Uglevodlarning anaerob parchalanishi. Glikoliz .....                     | 153        |
| 8.7. Glyukoneogenez.....                                                      | 160        |
| 8.8. Glikogen almashinuvining reaksiyalari.....                               | 161        |
| 8.9. Sitrat kislota sikli. Krebs sikli.....                                   | 163        |
| 8.10. Glyukoza-6-fosfatning apotomik parchalanishi. Pentoza fosfat sikli..... | 170        |
| <b>IX bob Lipidlar almashinuvi.....</b>                                       | <b>180</b> |
| 9.1. Lipidlarning hazm bo'lishi.....                                          | 180        |
| 9.2. Yog' kislotalarining parchalanishi.....                                  | 182        |
| 9.3. Neytral yog'larning (triglits eridlarning) biosintezi .....              | 185        |
| 9.4. Murakkab lipidlarning almashinuvi.....                                   | 188        |
| <b>X bob Oqsillar almashinuvi.....</b>                                        | <b>193</b> |
| 10.1. Oqsillarning oshqozon-ichakda hazm bo'lishi.....                        | 193        |
| 10.2. Aminokislotalarning dezaminlanishi.....                                 | 196        |
| 10.3. Aminokislotalarning dekarboksillanishi. ....                            | 197        |
| 10.4. Transaminlanish (qayta aminlanish) reaksiyasi.....                      | 197        |
| 10.5. Karbamid sintezi, ornitin xalqasi.....                                  | 198        |
| 10.6. Oqsillar biosintezi.....                                                | 202        |



|                                                                                         |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 10.7. Oqsillarning proessingi va transporti.....                                        | 211        |
| 10.8. Genetik kod.....                                                                  | 214        |
| <b>XI bob Nuklein kislotalar almashinuvi.....</b>                                       | <b>218</b> |
| 11.1. Nuklein kislotalarning parchalanaishi.....                                        | 218        |
| 11.2. Nuklein kislotalar biosintezi.....                                                | 221        |
| 11.3. DNK biosintezi.....                                                               | 227        |
| 11.4. RNK biosintezi.....                                                               | 232        |
| <b>XII bob. Oqsillar, yog'lar va uglevodlar almashinuvining o'zaro bog'liqligi.....</b> | <b>240</b> |
| <b>XIII bob. Mineral moddalar almashinuvi.....</b>                                      | <b>242</b> |
| 13.1. Suv almashinuvi.....                                                              | 242        |
| 13.2. Mineral moddalarning almashinuvi.....                                             | 243        |
| <b>GLOSSARIY.....</b>                                                                   | <b>247</b> |
| <b>ADABIYOTLAR.....</b>                                                                 | <b>269</b> |

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                     |            |
|-----------------------------------------------------|------------|
| Введение.....                                       | 3          |
| <b>Глава I. Белки.....</b>                          | <b>12</b>  |
| I.1. Классификация белков.....                      | 14         |
| I.2. Аминокислоты.....                              | 17         |
| I.3. Общие свойства аминокислот.....                | 22         |
| I.4. Физико-химические свойства белков.....         | 24         |
| I.5. Химические связи и структура белков .....      | 27         |
| <b>Глава II. Нуклеиновые кислоты.....</b>           | <b>40</b>  |
| II.1. Нуклеозиды и нуклеотиды.....                  | 41         |
| II.2. Строение нуклеиновых кислот.....              | 45         |
| <b>Глава III. Углеводы.....</b>                     | <b>57</b>  |
| III.1.Классификация углеводов.....                  | 57         |
| III .2. Моносахариды.....                           | 58         |
| <b>Глава IV. Липиды.....</b>                        | <b>74</b>  |
| IV.1. Простые липиды .....                          | 75         |
| IV.2. Сложные липиды .....                          | 78         |
| IV.2.1. Фосфолипиды.....                            | 78         |
| IV.2.2. Гликолипиды.....                            | 83         |
| IV.2.3.Стероиды.....                                | 84         |
| <b>Глава V. Витамины.....</b>                       | <b>88</b>  |
| V.1.Водорастворимые витамины .....                  | 89         |
| V. 2 Жирорастворимые витамины .....                 | 95         |
| <b>Глава VI. Ферменты.....</b>                      | <b>100</b> |
| VI.1. Строение ферментов .....                      | 102        |
| VI.2. Основные свойства ферментов .....             | 108        |
| VI.3. Классификация ферментов .....                 | 113        |
| VI.4. Строение коферментов и их классификация ..... | 119        |
| <b>ГлаваVII. Гормоны.....</b>                       | <b>124</b> |
| VII.1.Классификация гормонов .....                  | 125        |
| VII.1.1. Гормоны эндокринных желез.....             | 125        |
| VII.1.2. Гормоны производные аминокислот.....       | 128        |
| VII.1.3.Стероидные гормоны.....                     | 132        |
| VII.2. Простогландины.....                          | 136        |
| <b>Глава VIII. Обмен веществ.....</b>               | <b>140</b> |

|                                                                           |            |
|---------------------------------------------------------------------------|------------|
| VIII.1. Общее понятие об обмене веществ .....                             | 140        |
| VIII.2. Обмен углеводов .....                                             | 142        |
| VIII.3. Метаболизм углеводов.....                                         | 148        |
| VIII.4. Расщепление углеводов .....                                       | 149        |
| VIII.5. Переваривание и всасывание углеводов .....                        | 150        |
| VIII.6. Анаэробное превращение углеводов. Анаэробный гликолиз.....        | 153        |
| VIII.7. Глюконеогенез.....                                                | 160        |
| VIII.8. Реакции обмена гликогена.....                                     | 161        |
| VIII.9. Цитратный цикл. Цикл Кребса .....                                 | 163        |
| VIII.10. Пентозофосфатное окисление углеводов .....                       | 170        |
| <b>Глава IX. Обмен липидов.....</b>                                       | <b>180</b> |
| IX. 1. Переваривание липидов.....                                         | 180        |
| IX.2. Распад жирных кислот .....                                          | 182        |
| IX.3. Биосинтез триацилглицеролов .....                                   | 185        |
| IX.4. Обмен сложных липидов .....                                         | 188        |
| <b>Глава X. Обмен белков.....</b>                                         | <b>193</b> |
| X.1. Переваривание белков в желудочно-кишечном тракте. ....               | 193        |
| X.2. Дезаминирование аминокислот .....                                    | 196        |
| X.3. Декарбоксилирование аминокислот .....                                | 197        |
| X.4. Реакции трансаминирования (переаминирования) .....                   | 197        |
| X.5. Пути обезвреживания аммиака и синтез мочевины.....                   | 198        |
| X.6. Биосинтез белка.....                                                 | 202        |
| X.7. Процессинг и транспорт белков.....                                   | 211        |
| X.8. Генетический код .....                                               | 214        |
| <b>Глава XI. Обмен нуклеиновых кислот .....</b>                           | <b>218</b> |
| XI.1. Расщепление нуклеиновых кислот .....                                | 218        |
| XI.2. Биосинтез нуклеотидов .....                                         | 221        |
| XI.3. Биосинтез ДНК.....                                                  | 227        |
| XI.4. Биосинтез РНК.....                                                  | 232        |
| <b>Глава XII. Общая связь обмена между белков, липидов и углеводов...</b> | <b>240</b> |
| <b>Глава XIII. Обмен минеральных веществ.....</b>                         | <b>242</b> |
| XIII.1. Водный обмен .....                                                | 242        |
| XIII.2. Минеральный обмен .....                                           | 243        |
| Словарь терминов.....                                                     | 247        |
| Список использованной литературы .....                                    | 269        |

## Table of contents

Introduction

Chapter I. Proteins

275

IX.3. Digestion and absorption of  
carbohydrates

- A brief description
- I.1. Classification of proteins
- I.2. Amino acids
- I.3. General properties of amino acids
- I.4. Physico – chemical properties of proteins
- I.5. Chemical bonds and protein structure
- I.6. Natural peptides

## **Chapter II. Nucleic acids**

- II.1. Chemical composition, nucleosides and nucleotides
- II.2. Primary nucleic acid structure
- II.3. The spatial structure of DNA
- II.4. Ribonucleic acids, their structure

## **Chapter III. Carbohydrates**

- III.1. Classification of carbohydrates
- III.2. Monosaccharides
- III.3. Oligosaccharides
- III.4. Polysaccharides

## **Chapter IV. Lipids**

- A brief description
- IV.1. Simple lipids
- IV.2. Complex lipids

## **Chapter V. Vitamins**

- A brief description
- V.1. Water – soluble vitamins
- V.2. Fat – soluble vitamins

## **Chapter VI. Enzymes**

- A brief description
- VI.1. Structure of enzymes
- VI.2. Basic properties of enzymes
- VI.3. Classification of enzymes
- VI.4. Structure of coenzymes and their classification

## **Chapter VII. Hormones**

- A brief description
- VII.1. Classification of hormones
- VII.2. Protein – peptide hormones
- VII.3. Steroid hormones
- VII.4. Hormones – derivatives of amino acids
- VII.5. Plant hormones

## **Chapter VIII. Metabolism**

- VIII.1. General concept of metabolism

## **Chapter IX. Carbohydrate metabolism**

- IX.1. Photosynthesis
- IX.2. Carbohydrate digestion

- IX.4. Anaerobic transformation of carbohydrates. Anaerobic glycolysis
- IX.5. Citrate cycle. Krebs cycle
- IX.6. Pentose phosphate oxidation of carbohydrates

## **Chapter X. Lipid metabolism**

- X.1. Lipid digestion
- X.2. Disintegration of fatty acids
- X.3. Biosynthesis of triacylglycerols
- X.4. Metabolism of complex lipids

## **Chapter XI. Protein metabolism**

- XI.1. Digestion of proteins in the gastrointestinal tract
- XI.2. Deamination of amino acids
- XI.3. Decarboxylation of amino acids
- XI.4. Transamination reactions
- XI.5. Ways to neutralize ammonia and synthesis of urea
- XI.6. Biosynthesis of proteins
- XI.7. Genetic code

## **Chapter XII. Metabolism of nucleic acids**

- XII.1. Cleavage of nucleic acids
- XII.2. Nucleotide synthesis
- XII.3. Biosynthesis of DNA
- XII.4. Biosynthesis of RNA

## **Chapter XIII. Common catabolism**

- A brief description
- XIII.1. The main stages of the common way of catabolism
- XIII.2. Conjugation of common catabolism ways with the respiratory chain
- XIII.3. The importance of catabolism ways in energy metabolism

## **Chapter XIV. Biological oxidation**

- XIV.1. On the history of biological oxidation
- XIV.2. Tissue respiration and the principles of biological oxidation
- XIV.3. Organization and functioning of the respiratory chain
- XIV.4. Oxidative phosphorylation and respiratory control

## **Chapter XV. Metabolism of minerals**

- XV.1. Metabolism of water
- XV.2. Metabolism of minerals

Glossary

List of used literature