



Parida Mirxamidova  
Dilnoza Boboxonova  
Abdukarim Zikirayev

**BIOLOGIK KIMYO VA  
MOLEKULAR BIOLOGIYA**



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

**Parida Mirxamidova  
Dilnoza Babaxonova**

**Abdukarim Zikiriyayev**

**BIOLOGIK KIMYO VA  
MOLEKULYAR BIOLOGIYA  
(1-qism)**

**“NAVRO‘Z” nashriyoti  
TOSHKENT – 2018**

**KBK 72.07 (Uzb)**

**M 72**

**UO‘K: 100.24.12 (30)**

**ISBN 978-9943-381-9-88**

**Mirxamidova P., Babaxonova D., Zikiryayev A. BIOLOGIK  
KIMYO VA MOLEKULAR BIOLOGIYA (1-qism) / darslik / T.:  
“NAVRO‘Z”, 2018. – 312 b.**

Darslikda oqsillarning strukturasi, xossalari, ularning biologik ahamiyati, nuklein kislotalar, lipidlar va ularning almashinuvi, tirik organizmlardagi boshqa muhim biologik birikmalar haqida ma’lumotlar berilgan. Shuningdek, fermentlarning tuzilishi, xossalari, gormonlar va ularning moddalar almashinuvidagi ahamiyati ham yoritilgan.

Darslik pedagogika universiteti va pedagogika institutlarining biologiya yo’nalishi talabalariga mo’ljallanib yozilgan. Darslik juda sodda va ravon tilda yozilgan.

**Taqrizchilar:** O‘zMU Biologiya fakulteti “Biokimyo” kafedrası professori, biologiya fanlari doktori M.Abdullayeva  
TDFU Tabiiy fanlar fakulteti “Zoologiya va anatomiya” kafedrası professori, biologiya fanlari doktori Q.A.Saparov

O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligining  
2018-yil 27 martdagi 274-sonli qaroriga asosan nashrga ruxsat etilgan.



© “NAVRO‘Z” nashriyoti, 2018.

© Mirxamidova P., Babaxonova D., Zikiryayev A.



**Akademik Yolqin Xolmatovich To'raqulovning  
yorqin xotirasiga bag'ishlanadi**

## KIRISH

O'zbekiston Respublikasi Hukumati fanlar – biokimyo, shuningdek biotexnologiya, mikrobiologiya, virusologiya sohalarining rivojlanishiga katta ahamiyat bermoqda. Jumladan, O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Sh.M.Mirziyoyevning 2017-yil fevral oyida akademiklar bilan bo'lib o'tgan uchrashuvida bu sohalarini rivojlantirish kerakligi alohida ta'kidlab o'tildi.

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.

Ma'lumki, biologiya hayotni paydo bo'lishi va rivojlanish 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 yirik-mayda 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.

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

Hozirgi vaqtda biologiya bo'yidagi turli sohalar orasida biokimyo alohida o'rin tutadi. Chunki biologiya bo'yidagi 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 biokimyó 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. Lunin (1854—1937) nomi bilan bog'liq.

Nafas olish va spirtli bijg'ish jarayonlari mexanizmini puxta o'rgangan olimlardan A.N.Bax, V. I. Palladin 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.<sup>1</sup>

Biokimyoning yirik namoyandalaridan biri A. N. Belozyorskiydir (1905—1972). Biokimyoning eng muhim sohalaridan biri bo'lgan nuklein kislotalar biokimyosining rivojlanishi uning nomi bilan bog'liq. U

<sup>1</sup> J.Koolman., K.H.Roehm. Color Atlas of Biochemistry. Thieme Stuttgart · NewYork. 2007.p -7-9

o'simliklar olamida DNK mavjudligini aniqladi va shu bilan barcha hayvonlar, o'simliklar, mikroorganizmlar yadrosining kimyoviy tuzilishi bir-birining o'xshashligini isbotlab berdi.

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.

Akademik V. A. Engelgard biokimyoning muhim sohalaridan biri bo'lgan bioenergetikaga asos solgan olimdir. U 1930 yilda oksidlanish bilan bog'liq bo'lgan fosforlanish jarayonini kashf etdi. Keyinchalik esa ATF (adenozintrifosfat kislotasi) barcha tirik organizmlarni energiya bilan ta'minlovchi universal birlik ekanligini isbotladi.

Respublikamizda biokimyo keng ko'lamda rivojlanib bormoqda. Bu sohada bevosita katta xizmat qilgan olimlardan akademik Yo.X.To'raqulov, T.S.Soatov, A.I.Imomaliyev, N.N.Nazirov, Yu.S.Nosirov, A. J.X.Xamidov, A.P.Ibrohimov, B.O.Toshmuhamedov, A.Abdukarimov, A.Qosimov, A.G'.Xolmurodov va boshqa ko'pgina olimlar biokimyoni rivojlantirishga katta hissa qo'shdilar. **YO.X.To'raqulov** Respublikamizda Biokimyo va Endokrinologiya ilmiy tadqiqot institutlarini ochilishiga bevosita asos solgan va o'z yurtlarida biokimyo kafedralarini tashkil qilishda jonbozlik ko'rsatgan olimdir. Uning ilmiy ishlari gormonlar biokimyosiga bag'ishlangan. Uning tadqiqotlari "Zamonaviy biologiya, Tibbiyot, 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. 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. **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 taqdim etgan. Beruniy nomidagi O'zbekiston Davlat mukofoti laureati (1985). **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 dozada rivojlanayotgan organizmda qalqonsimon bez funksiyasini oshirishi aniqlangan. O'zbekiston Respublikasi Oliy Majlisi deputati (1990—94). Beruniy nomidagi O'zbekiston Davlat mukofoti laureati (1992). **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. **A.P.Ibroximovning** ilmiy ishlari "G'o'za turlari va navlarida oqsil va nuklein kislotalar biosintezining molekulyar – genetik xususiyatlari, g'o'za 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'zbekistan 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** boshchiligida 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, vector molekulyar konsentasiyasini yaratish, ya'ni hujayradan sun'iy sharoitda o'simlik yetishtirishga doir ilmiy ishlar dasturiga rahbarlik qildi.

Respublikamizda biokimyofanining 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 sohaları bo'yicha Toshkentda va boshqa shaxarlarda o'tkazilayotgan jahon, MDX mamlakatlari va regional ahamiyatga ega bo'lgan konferentsiya, simpoziumlar uning qay darajada ahamiyatli ekanligiga yaqqol dalil bo'ladi. O'zbekiston Fanlar akademiyasi qoshidagi bir qator ilmiy-tekshirish institutlarida biokimyofan sohasida yirik tadqiqotlar amalga oshirilmoqda. Biokimyofan oid ilmiy yo'nalishlar asosan gormonlar biokimyosi va hujayra metabolizmini boshqarish mexanizmini aniqlash, O'rta Osiyo ilonlari zaharining tarkibi va ta'sirini o'rganish, organizmda lipidlar almashinuvi, to'qima fosfolipidlarida liposoma preparatlarini tayyorlab, tibbiyotda qo'llanishi kabilarni tushuntirishga qaratilgan. Bu yo'nalishlar bo'yicha gormonlarning hujayra ichiga tashilishi retseptorlari ta'sir mexanizmi, yadro membranasi va mitoxondriyalar bilan munosabati, jigar va yurakda lipidlar, oqsil moddalar almashinuviga ta'siri, turli to'qimalarning insulinga sezuvchanligidagi farqining molekulyar asoslari, qalqonsimon bezda tireoglobulin sintezi, uning oqsil komponentlari DNKsi, genetik nuqsonlari mukammal tekshirildi va tekshirilmoqda. Biokimyofan instituti hayvonlar biokimyosi bilan shug'ullanadigan yagona ilmiy markaz bo'lib, unda gormonlar biokimyosi, lipidlar biokimyosi va metabolizmining idora qilinishi, oqsillar biokimyosi, hujayra biologiyasi, molekulyar biologiya va genetika, biologik membranalar biokimyosi, radiatsion biokimyofan, enzimologiya va boshqalar ustida tadqiqotlar olib borilmoqda. Respublikada tireoid gormonlar hujayralar darajalanishini uyg'un holda nazorat qilish, hayvonlar injineriyasi hujayra faolligini gormonal

boshqarish, organatrop liposomalar tadqiqotlariga oid maktablar shakllandi. Biokimyo sohasida qilingan yirik ilmiy ishlardan biri organatrop liposomalarni yaratish va ularni inson organlariga bevosita yo'naltirish uslubidir. Eng keksa ilm dargohi hisoblangan O'zbekiston Milliy universitetida va boshqa oliy o'quv yurtlarida maxsus biokimyo kafedralari mavjud bo'lib, ularda biokimyoning yangi yo'nalishlari bo'yicha mutaxassislar tayyorlash bilan birga qishloq xo'jaligi va sanoatning ayrim tarmoqlari rivojlanishiga samarali ta'sir ko'rsatadigan yirik ilmiy-tadqiqot ishlari ham olib borilmoqda.

Keyingi 40—50 yil ichida biokimyo sohasida misli ko'rilmagan yutuqlarga erishildi. DNK molekulasi 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, 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.

Biokimyoviy tadqiqotlarda qo'llaniladigan usullar vaqti-vaqti bilan o'zgartirib, yangilab turiladi. Biokimyoning nazariy va amaliy masalalarini hal qilishda xilma-xil usullardan foydalaniladi. Bularga analitik (fizik, ximiyaviy va fizik-ximiyaviy), 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. Mazkur usullar yordamida hujayralar murakkab tuzilganligi (mikrokanallar to'plami, yadrodan boshlanib, ba'zan hujayra devorigacha etib borgan endoplazmatik retikulum, xilma-xil funktsiya bajaruvchi hujayra kiritmalari va organoidlar) va har bir hujayra organoidi maxsus biokimyoviy funktsiya bajarishi aniqlangan.

Moddalarni analiz qilish texnikasini yanada takomillashtirish murakkab aralashmalarni bir-biridan ajratishga va ularning juda ham kam bo'lgan miqdorini aniqlashga imkon berdi. Bu esa xilma-xil makromolekulalarni tashkil qiladigan monomer birikmalarning kovalent strukturasi o'rganishga asos bo'ldi. Rentgenspruktura metodlarining rivojlantirilishi tufayli molekulyar og'irligi uncha katta bo'lmagan oqsil va nuklein kislotalarning uchlamchi strukturasi 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 stukturasini kompyuter metotlari 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 Raynxart 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 faktlarining sfisifik 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 qo'llashda qo'llanilmoqda.

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

## I BOB. OQSILLAR

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:

1. **Katalitik funksiyasi.** Oqsillar fermentativ xususiyatga ega. Moddalar almashinuvi jarayonida boradigan barcha biokimyoviy reaksiyalar faqat fermentlar ta'sirida katalizlanadi. Hozirgi vaqtda 3000 dan ortiq oqsil tabiatga ega bo'lgan fermentlar mavjud. Ularning eng kichik molekulyar massasi 10-15 kDa ga teng. O'rtacha molekulyar massaga ega bo'lgan oqsillar, masalan alkogoldehidrogenazaning molekulyar massasi 100-200 kDa ga teng, glutaminsintetaza yuqori molekulyar massaga ega bo'lgan fermentlar qatoriga mansub bo'lib, 12 ta monomerdan tuzilgan, molekulyar massasi 500 kDa<sup>2</sup>;

2. **Strukturaviy funksiyasi.** Oqsillar boshqa birikmalar bilan birgalikda biologik membranalarning tuzilishida ishtirok etadi. Strukturaviy oqsillar to'qima va hujayralarning shakllari hamda turg'unligini saqlashda ishtirok etadi. Shuningdek, strukturaviy oqsillarga gistonlar kirib, ular DNKning ma'lum tartib bilan xromatinga joylashtirish funksiyasini bajaradi. Xromatinning strukturasi DNK molekulalarining oktomer komplekslariga o'ralgan nukleosomalardan tizilgan, yani dezoksiribonukleoproteinlardan iborat (DNP)<sup>3</sup>;

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

4. **Qisqaruvchanlik funksiyasi.** Aktin, miozin oqsillari ma'lum birikmalarda to'plangan kimyoviy energiyani mexanik energiyaga aylantiradi. Muskullarning qisqarishi aktin va miozinlarning o'zaro

---

<sup>2</sup> J.Koolman, K.H.Roel'm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-64

<sup>3</sup> J.Koolman, K.H.Roel'm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-64

ta'siriga bog'liq. Miozin geksomerdan tashkil topgan bo'lib, uzunligi 150 nmga teng bo'lgan katta molekulali oqsildir. Ipsimon aktin (F-aktin) kichik molekulali globulyar aktinning polimerlanishidan hosil boladi. Qisqarish jarayonini F-aktin bilan bog'langan tropomiozin va boshqa regulyator oqsillar boshqarqdi<sup>4</sup>(rasm – 1.1);

5. **Transport funksiyasi.** Organizmning hayot faoliyati uchun zarur bo'lgan barcha moddalar oqsil tabiatli birikmalar orqali tashiladi. Transport oqsillaruga gemoglobin, zardob albumini, transferrin va boshqalar kiradi. Qon zardobi transport oqsillari spetsifik oqsillarni bog'lab, bir organdan boshqa organga tashiydi. Hujayralarni kislorod bilan ta'minlash va karbonat angidrid gazini chiqarib yuborish jarayoni murakkab oqsil – gemoglobin orqali amalga oshiriladi. Lipoproteinlar – qon zardobi oqsili bo'lib, lipidlarni jigardan boshqa organlarga tashishni ta'minlaydi. Hujayra membranasining transport oqsillari glyukoza, aminokislotalarni va boshqa oziq – ovqat moddalarni bog'laydi hamda mebranalar orqali hujayra ichiga tashish funksiyasini bajaradi<sup>5</sup>;

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

7. **Himoya funksiyasi.** Tabiiy va sun'iy immunitetlarning antitanalarining asosini oqsillar tashkil etadi. Juda ko'p oqsillar organizmni jarohatlanishdan himoya qiladi. Immunoglobulin yoki antitana umurtqalilarda hosil bo'ladigan maxsus oqsillardan bo'lib, limfositlarda ishlab chiqariladi, ular organizmga kirgan bakteriyalarni, viruslar yoki turli xil begona oqsillarni tanib, ularni bog'lab neytrallaydi, cho'kmalar hosil qiladi. Fibrinogen va trombin oqsillari qonning ivish jarayonida ishtirok etib, ular tomirlar jarohatlanganda organizmni qon yo'qotihidan saqlaydi<sup>6</sup>;

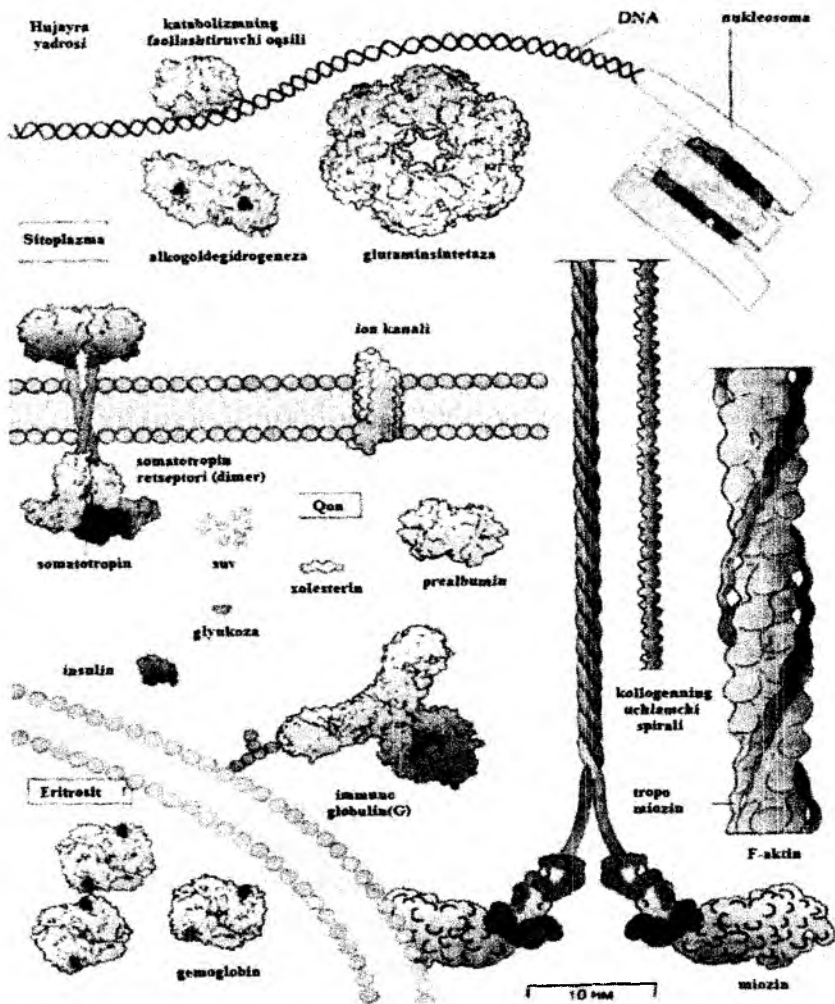
8. **Regulyatorlik funksiyasi.** Bu funksiyani bajarishda gormonlarning ahamiyati katta. Masalan: insulin, adrenalin, noradrenalin, tiroksin va boshqalar. Shuningdek, insulin, o'sish gormoni, tireotrop gormonlari, fermentlar va boshqa oqsillarning oqsil ingibitorlari va aktivatorlari<sup>7</sup>.

<sup>4</sup> J.Koolman, K.H.Roehm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-65

<sup>5</sup> Lehninger "Principles of Biochemistry", 2008 y, p-153

<sup>6</sup> Lehninger "Principles of Biochemistry", 2008 y, p-145-146

<sup>7</sup> J.Koolman, K.H.Roehm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-65



**Rasm1.1 Oqsil funksiyalari. (J.Koolman., K.H.Roehm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-65)**

## I.1. Oqsillar klassifikatsiyasi

Barcha tabiiy oqsillar ikkita katta sinfga bo'lanadi:

1. Oddiy oqsillar
2. 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, marganes ionlaridan tortib, to katta molekulyar og'irlikka ega bo'lgan murakkab moddalar kiradi, ularni prostetik guruhlar deb ataladi.

### Oddiy oqsillar

Oddiy oqsillarga albuminlar, globulinlar, gistonlar va protaminlar 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 konsentratsiyalarida esa cho'kmaga tushadi, qizdirilganda ham 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, ularga xos bo'lgan xususiyatlaridan biri 70% li etil spirtida erishidir. 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 uchraydi.

**Glyutelinlar** – kuchsiz ishqoriy eritmalarida eriydi. Ular o'simlik oqsili hisoblanadi, ular donli o'simliklar tarkibida uchraydi.

**Glyutenin** – bug'doy donida, orizenin sholi donida uchraydi.

**Gistonlar** – ishqoriy xarakterga ega bo'lgan oqsillar bo'lib, suvda eriydi. Tarkibida ko'proq (20-30%) diaminokislotalar (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 oqsil qismidan tashqari oqsil bo'lmagan prostetik guruhlarini saqlaydi. Murakkab oqsillar tarkibida oqsil bo'lmagan birikmalar saqlashiga ko'ra nukleoproteinlar, lipoproteinlar, xromoproteinlar, glikoproteinlar, fosfoproteinlar, metalloproteinlarga bo'linadi.

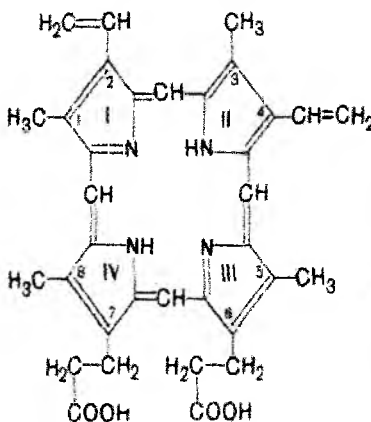
**Nukleoproteinlar** – oqsil va nuklein kislotalarining birikishidan hosil bo'ladi. Tarkibida nuklein kislotalar saqlashiga ko'ra ular ikkita guruhga bo'linadi: tarkibida DNKni saqlagan murakkab oqsillar - dezoksiribonukleoprotein (DNP) deb atalib, hujayra yadrosida uchraydi. DNP irsiy belgilarni uzatishda katta ahamiyatga ega. Tarkibida RNKni 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 molekulyar 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.

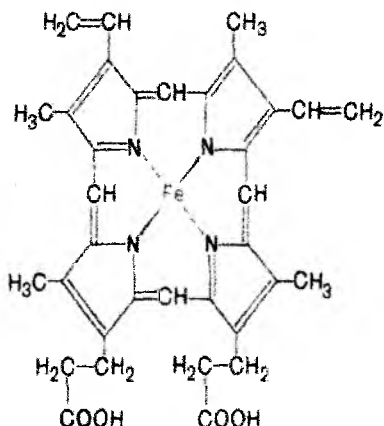
**Fosfoproteinlar** – fosfor bog'lariga boy bo'lgan murakkab oqsillardir, uning keng tarqalgan vakillari: kazeinogen - sutning asosiy oqsilidir; ovovitellin - tuxum sarig'i oqsili; fosfoprotein - bosh miya to'qimasida ko'p uchraydi.

**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, sitoxromlar va boshqalar kiradi.



**Protopofirin**



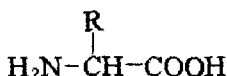
**Gem**

## I.2. Aminokislotalar

Aminokislotalar yog' kislotalarning hosilasi bo'lib, ular tarkibida karboksil guruh ( $-\text{COOH}$ ) hamda ( $-\text{NH}_2$ ) amino guruh bor.

Barcha standart aminokislotalar faqat glitsindan tashqari  $\alpha$ -assimetrik uglerod atomimini saqlaydi,  $\alpha$ -uglerod atomiga to'rt xil guruhlar bog'lanadi: karboksil guruh, amino guruh, R-guruh va vodorod atomi.<sup>8</sup>

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



<sup>8</sup> Lehninger "Principles of Biochemistry", 2008 y, p-73



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

Aminokislotalar tuzilishiga ko'ra alifatik (ochiq zanjirli), aromatik (halqali) va geterosiklik aminokislotalarga bo'linadi. Ular fizik va kimyoviy xususiyatlariga ko'ra neytral, kislotali va ishqoriy guruhlariga bo'linadi. Aminokislotalar tarkibida qo'shimcha funksional 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.

Ba'zi bir aminokislotalar inson organizmida sintezlanmaydi, ular organizmga oziq-ovqat orqali qabul qilinadi. Bunday aminokislotalarni almasha olmaydigan aminokislotalar deb ataladi: metionin, triptofan, fenilalanin, lizin, leysin, izoleysin, valin, treonin<sup>9</sup>.

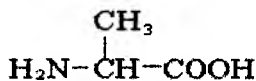
Oqsillar tarkibiga kiradigan aminokislotalar quyida keltirilgan.

### *Alifatik yoki halqasiz aminokislotalar*

Alifatik aminokislotalar glitsin, alanin, serin, treonin, valin, leysin va izoleysinlar kiradi. Bu aminokislotalar yon zanjirlarida geteroatomlarni, siklik guruhlarini saqlamaydi<sup>10</sup>. Alifatik aminokislotalar funksional guruhlarini saqlashiga ko'ra bir-biridan farq qiladi. Monoaminomonokarbon aminokislotalarga glitsin, alanin, serin, treonin, valin, leysin, izoleysin kiradi.



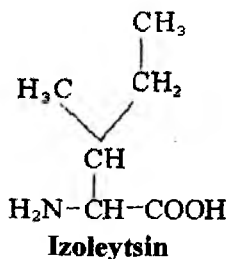
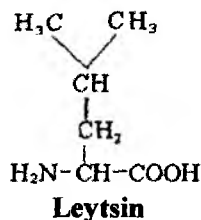
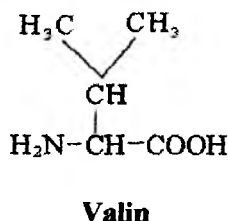
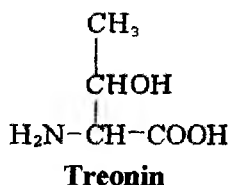
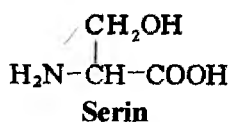
Glitsin



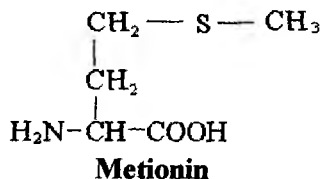
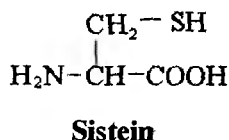
Alanin

<sup>9</sup> Lehninger "Principles of Biochemistry", 2008 y. p-73

<sup>10</sup> Lehninger "Principles of Biochemistry", 2008 y. p-75

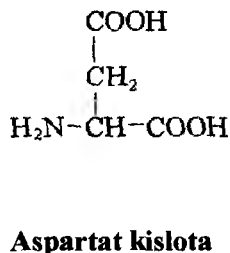
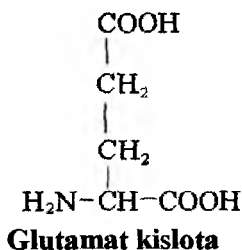


Olingugurt tutuvchi aminokislotalarga metionin va sistein kiradi. Sistein oqsillarni fazoviy strukturasi turg'un holatda ushlab turuvchi disulfid ko'priklarni hosil qiladi.<sup>11</sup>

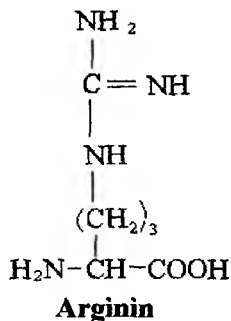
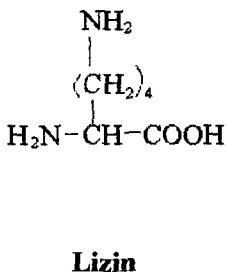


Kislotali yoki dikarbon aminokislotalarga aspartat kislota, glutamat kislotalar kirib, tarkibida qo'shimcha karboksil guruh saqlaydi.

<sup>11</sup> J. Koolman., K.H. Roehm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-60



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

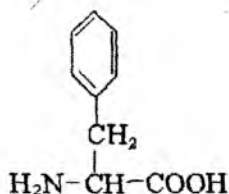


### *Siklik yoki halqali aminokislotalar*

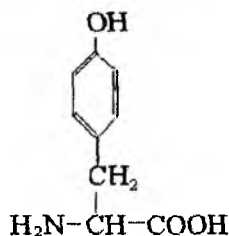
Siklik aminokislotalarga aromatik yoki gomosiklik aminokislotalar, geterosiklik aminokislotalar, iminokislotalar kiradi. Fenilalanin, tirozin, triptofan, gistidin, prolin va oksiprolinlar shular jumlasidandir<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> J.Koolman., K.H.Roehm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-61

## Aromatik aminokislotalar

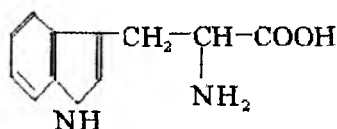


**Fenilalanin**

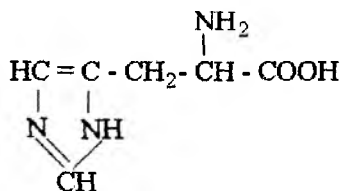


**Tirozin**

## Geterosiklik aminokislotalar



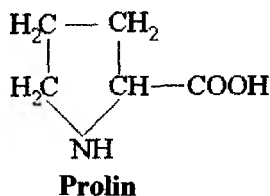
**Triptofan**



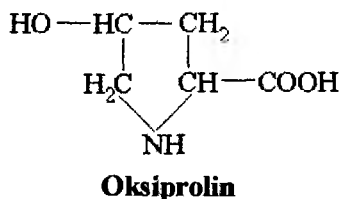
**Gistidin**

## Iminokislotalar

Bularga prolin va oksiprolin kiradi. Ular tarkibida  $\text{NH}_2$  tutmay balki iminoguruh  $\text{NH}$  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>13</sup>.



**Prolin**

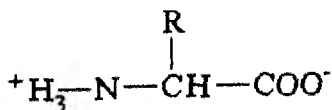


**Oksiprolin**

<sup>13</sup> J.Koolman., K.H.Roehm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-61

### I.3. Aminokislotalarning umumiy xossalari

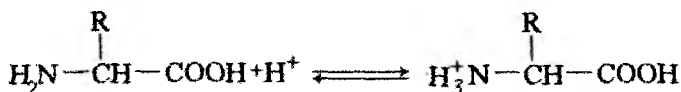
Aminokislotalarning amfoterlik xossalari. Aminokislotalar tarkibida kislota xususiyatiga ega bo'lgan karboksil guruh ( $-\text{COOH}$ ) va ishqor xususiyatiga ega bo'lgan aminoguruh ( $-\text{NH}_2$ ) bor. Aminokislotalar suvli eritmalarida, bipolyar ion shaklini hosil qiladi. Kislotali – protonlar donor va ishqoriy protonlar akseptor xususiyatlarini namoyon qiladi<sup>14</sup>. Suvli eritmalarida aminokislotalarning har ikkala funksional guruhi dissotsilanadi.



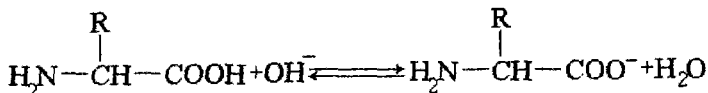
Bunday ko'rinishdagi aminokislotalar bipolyar ionlar deb ataladi.

Kislotali yoki ishqoriy sharoitda aminokislotalar elektr maydonida quyidagicha harakat qiladi.

Kislotali sharoitda kation sifatida



Ishqoriy sharoitda anion



Ishqoriy va kislotali xususiyatlarni aks ttiruvchi moddalar amfoter birikmalar (grekcha “amphi”-ikkala) yoki ko'pincha amfolitlar (amfoter elektrolitlar so'zining qisqartirilgani) deb ataladi<sup>15</sup>. Shu xususiyatlariga ko'ra aminokislotalar amfoter birikmalar hisoblanadi va hujayrada buferlik vazifasini bajaradi.

Aminokislotalar molekulasidagi neytral bo'lgan vodorod ionlari konsentratsiyasi ularning izoelektrik nuqtasi (IEN) deb ataladi. Turli xil aminokislotalarning izoelektrik nuqtali (IEN) har xil bo'ladi.

<sup>14</sup> Lehninger “Principles of Biochemistry”, 2008 y, p-78

<sup>15</sup> Richard A Harvey., Denise R Ferrier . Biochemistry. Lippincott Williams and Wilkins. China. 2011 y, p-

### Masalan:

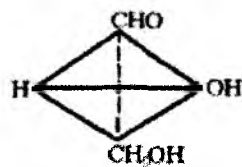
alanin IEN pH - 6;

lizin IEN pH - 9,74;

sistein IEN pH - 5,07.

**Aminokislotalarning optik xossalari.** Aminokislotalarning eng muhim xossalari biri ularning optik faollikka ega bo'lishidir. Aminokislotalar tarkibidagi  $\alpha$ -uglerod atomi assimetrikdir. Glitsin bundan mustasno. Assimetrik uglerod atomli barcha birikmalar optik faollikka, yani qutblangan nur sathini o'ng yoki chap tomonga burish qobiliyatiga ega (yani o'ngga(+)) yoki chapga(-) buruvchi) bo'ladi. Uning atrofida fazoda atomlar va radikallar ikki xil joylanishi mumkin bo'lganidan D va L qatarga tegihli stereoizomerlar kelib chiqadi<sup>16</sup>.

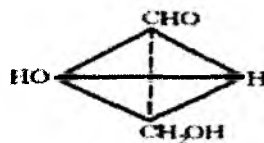
Uglevodlarning sferik konfiguratsiyasini belgilashda etalon sifatida qabul qilingan gliserat aldegidning strukturasiga asoslangan. Gliserat aldegid tarkibida assimetrik uglerod atomi bo'lganidan uning ikkita optik izomeri bor. D (+) gliserat aldegid shartli ravishda quyidagi formula bilan ko'rsatiladi.



**D-glitseraldegid**

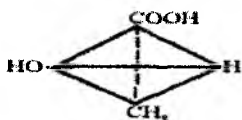
Aminokislotalarning optik izomerlarini aniqlashda L-serin molekulasini tuzilishidan foydalaniladi.

L(-)gliserat aldegid D-gliserat aldegidning ko'zgusidagi aksi shaklida tasvirlanadi.

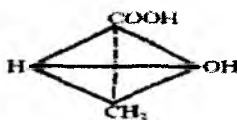


**L-glitseraldegid**

Aminokislotalar stereoximiyasi uchun L-gliserat aldegidning konfiguratsiyasiga muvofiq keladigan L-serin strukturasini etalon hisoblanadi<sup>17</sup>.



**L-serin**



**D-serin**

<sup>16</sup> Lehninger "Principles of Biochemistry", 2008 y, p-74

<sup>17</sup> Lehninger "Principles of Biochemistry", 2008 y, p-76

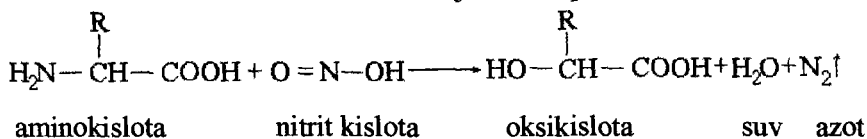
Demak, aminokislotalarning L yoki D qatoriga taalluqli bo'lishi  $\alpha$ -uglerod atomi atrofida  $-\text{NH}_2$  guruhining joylashishigagina bog'liq. L-qatoriga tegishli barcha aminokislotalar  $\alpha$ -uglerod atrofida yuqorida keltirilgan serin konfiguratsiyasiga ega, ammo ularning burilish belgisi (+) yoki (-) bo'lishi mumkin. Oqsillar tarkibidagi barcha aminokislotalar L-qatorga mansub bo'lib, tabiiy aminokislotalar deb ataladi. Bir necha tabiiy aminokislotalar(treonin, oksiprolin, izoleysin, oksilizin) tarkibida ikkita assimetrik uglerod atomi bo'lib, ular to'rtta isomer hosil qiladi.

D-shakldagi aminokislotalar tabiatda kam uchraydi. Ular ko'pincha tuban o'simliklar, zamburug'lar va bakteriyalarda topilgan. Antibiotiklarning ko'pchiligi(gramisidin, aktinomisin) tarkibida ham D-shakldagi aminokislotalar uchraydi. Ularni o'simliklar o'zlashtirmaydi. L-shakldagi aminokislotalarni yaxshi o'zlashtiradilar.

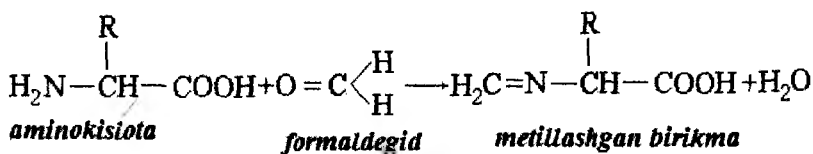
### *Aminokislotalarning kimyoviy xossalari.*

Aminokislotalarga xos bir qancha reaksiyalar mavjud bo'lib ular: aminokislotalarning sifat hamda miqdor jihatdan aniqlashda keng qo'llaniladi.

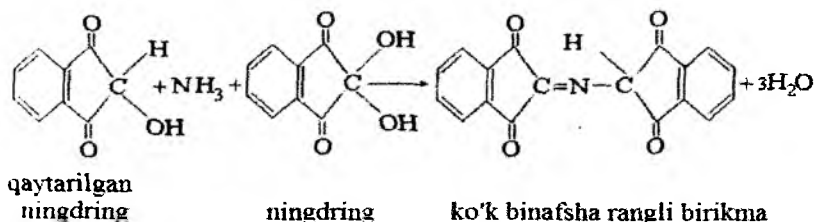
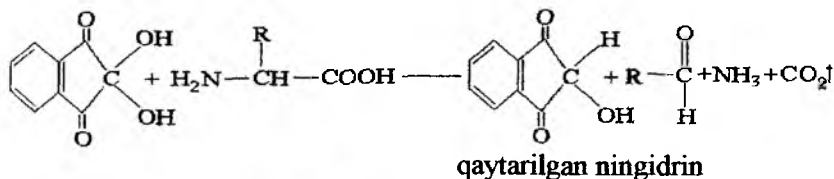
1) Aminokislotalarning nitrit kislota bilan o'zaro ta'sirida tegishli oksikislota hosil bo'ladi va erkin azot ajralib chiqadi:



2) Oqsil eritmasi va polipeptidlar ningidrin reaktivi bilan qizdirilganda ko'k-binafsha rang hosil qiladi. Ningidrin reaksiyasi aminokislotalarni  $\alpha$ -holatdagi aminoguruhlari hisobiga sodir bo'ladi. Reaksiyaning mohiyati shundan iboratki,  $\alpha$ -aminokislotalar va peptidlarda, ningidrin ta'sida dezaminlanish va dekarbiksilanish jarayonlari boradi. Reaksiya natijasida  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ , aldegid va qaytarilgan ningidrin hosil bo'ladi. Qaytarilgan ningidrin, ammiak va bir molekula ningidrin o'zaro reaksiyaga kirishib, ko'k-binafsha rangli birikma 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 molekulyar organik birikmalar bo'lib, oqsillarning molekulyar massasi bir necha mingdan bir necha milliongacha etadi. Ularning molekulyar massasi eng muhim belgilaridan biri hisoblanadi. Chunki har qanday oqsilning strukturasi va funksiyasini o'zaro bog'liqligini o'rganishda molekulyar massasini bilish kerak (jadval 1.4.1). Oqsillarning molekulyar massasini aniqlashda ultratsentrifugalash, diffuziya, rentgenostruktura analizi, oqsil eritmalarining osmotik bosimi va gelfiltratsiya, gelelektroforez metodlaridan foydalaniladi.

Jadval 1.4.1

**Ba'zi oqsillarning molekulyar massasi va izoelektrik nuqtasi**

| Oqsil        | Molekulyar massa | Izoelektrik 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     |

**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 (rasm 1.4.1).

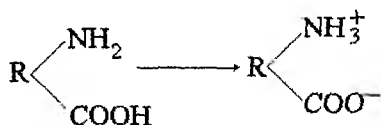
Fibrillyar oqsillarga sochdagi keratin, ipakdagi fibroin, muskuldagi miozin kiradi. Bu xildagi oqsillarning ko'pi suvda erimaydi, balki bo'kadi. Fibrillyar oqsillar molekulasini butun polipeptid zanjir bo'ylab bir-biri bilan ko'ndalang vodorod bog'lar orqali birikadi.

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



**Rasm 1.4.1. Oqsil molekulasining shakli**

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



**Bipolyar ion**

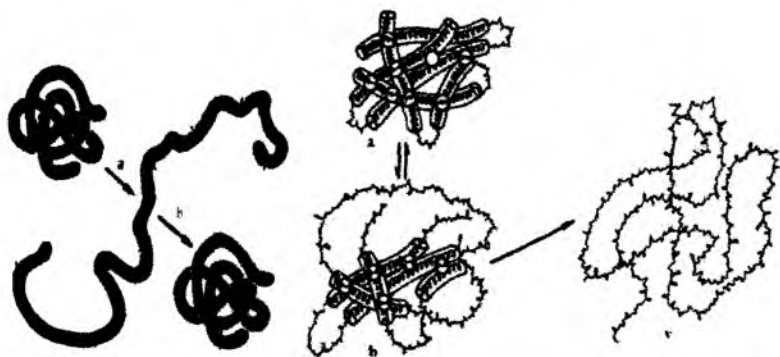
Muhit pH ining o'zgarishi bilan oqsil molekulasining qutbi ham o'zgaradi. Ma'lum pHda oqsil molekulasi tarkibidagi musbat va manfiy zaryadlar soni bir-biriga teng bo'ladi. Mana shu muhit pHi oqsillarning izoelektrik nuqtasi deb ataladi. Natijada oqsil molekulasining umumiy zaryadi nolga teng bo'lib, 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'siri natijasida o'zining nativ (tabiiy) xususiyatlarini yo'qotadi. Bu hodisa oqsillar **denaturatsiyasi** deb ataladi. Denaturatsiya oqsillarning o'ziga xos xususiyatlaridan biri hisoblanadi.

Oqsillar denaturatsiyasida – oqsil molekulasi konformatsiyasining o'zgarishi bilan uning shakli, eruvchanligi, solishtirma optik faolligi, elektroforetik harakatchanligi, boshqa fizik-kimyoviy va biologik xossalari ham o'zgaradi (rasm 1.4.2).

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



Rasm 1.4.2. Oqsil molekulasi denaturatsiyasi sxemasi: a) dastlabki holat; b) qaytar denaturatsiya; v) qaytmas denaturatsiya

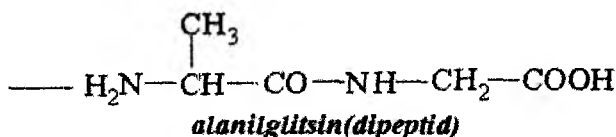
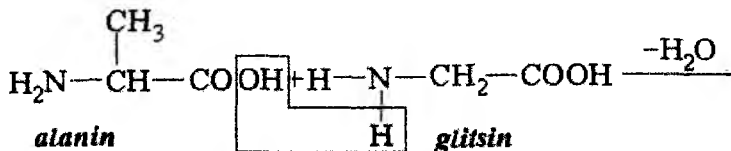
Denaturatsiya hodisalarini keltirib chiqaradigan omillar: yuqori harorat, og'ir metall tuzlari, kislotalar, ishqorlar, ultrabinafsha va

ionlashtiruvchi nurlardir. Bu omillar ta'sirida oqsillar qaytmas denaturatsiyaga uchraydi.

Oqsillarning qaytar denaturatsiyasi hayotiy jarayonlarda muhim ahamiyatga ega bo'lib, bunda ularning molekulari 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 (-CO-NH-) peptid bog'lari orqali bog'langan. Peptid bog'lar bir aminokislotaning karboksil guruhi ikkinchi aminokislotaning amino guruhi bilan o'zaro reaksiyaga kirishi natijasida hosil bo'ladi.

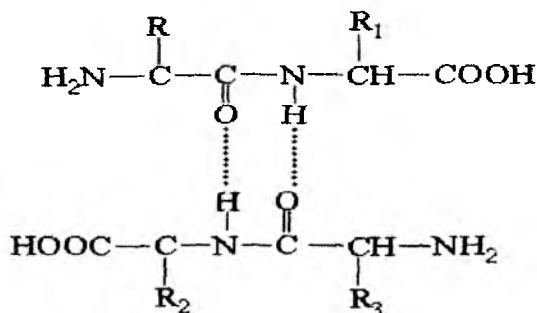


Peptidlar tarkibidagi aminokislota qoldig'ining soniga qarab, dipeptid, tripeptid, tetrapeptid, polipeptid va hokazo deb ataladi.

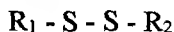
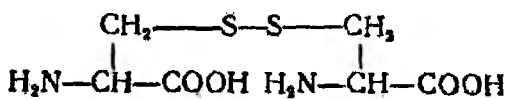
Shunday qilib, har qanday polipeptidning bir tomonida erkin -NH<sub>2</sub> guruh (N-uchli polipeptid) va ikkinchi tomonida erkin -COOH guruh (C-uchli polipeptid) bo'ladi. Peptid bog'larini hosil qilishda karboksil guruhi yo'qotgan aminokislota il qo'shimchasini oladi, funksional guruhi o'zgarmagan aminokislotaning nomi o'z holicha qoladi. Masalan: alanilglitsin, alanilglitsilserin va hokazo.

**Vodorod bog'lar.** Oqsil molekularining 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 molekularining tuzilishida muhim ahamiyatga ega.

Oqsillar molekulasidagi vodorod bog'lar bir polipeptid zanjir ichidagi yoki polipeptid zanjirlar orasidagi  $-NH-$  va  $-CO-$  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 molekulasi tarkibida yuqorida keltirilgan asosiy bog'lardan tashqari ion bog'lar, polyar bo'lmagan bog'lar va bir qator qo'shimcha bog'lar ham bo'ladi.

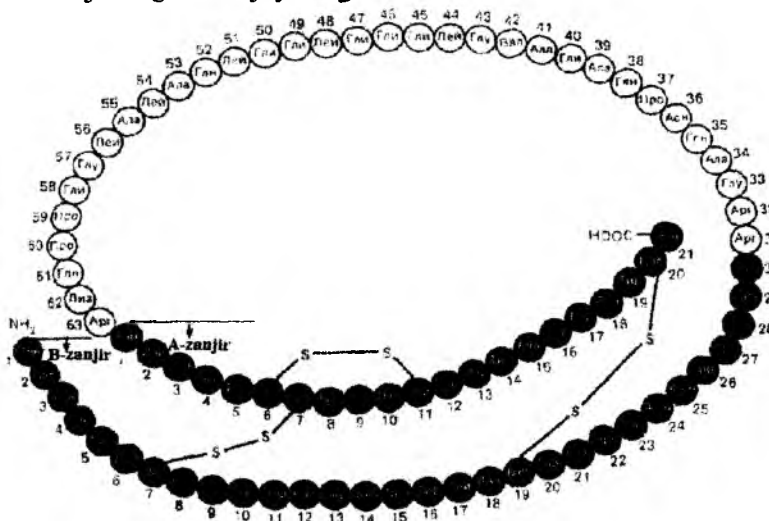
### **Oqsil molekulalarining strukturalari.**

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

**Oqsillarning birlamchi strukturasi.** Oqsillar molekulasini tashkil qiladigan polipeptid zanjirlarida aminokislotalarning ketma-ket joylashish

tartibi va ularni tutgan o'rni oqsillarning *birlamchi strukturasi* deb ataladi. Bu tartib irsiy belgilangan va o'zgarasdan nasldan-naslga o'tadi. Birlamchi struktura oqsil molekulasining asosi (ustuni) deyiladi. Hozirgacha 1000 dan ortiq oqsilning birlamchi strukturasi aniqlangan.

Birlamchi strukturasi 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<sup>18</sup>.



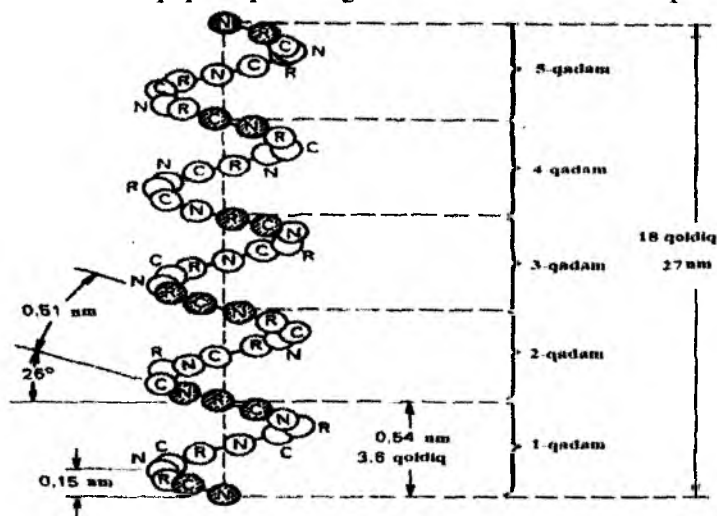
**Rasm 1.5.1. Insulinning birlamchi stukturasi**

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. Shunday qilib oqsillarning biologik xususiyatlari, eng avvalo ularning birlamchi strukturasi bog'liq.

<sup>18</sup> Richard A Harvey., Denise R Ferrier . Biochemistry. Lippincott Williams and Wilkins. China. 2011. P-13

**Oqsillarning ikkilamchi strukturasi.** Oqsilarning ikkilamchi strukturasi. Oqsil molekullari bir xil molekulyar og'irlikka ega bo'lgan chiziqli polimerlar molekullariga nisbatan ancha zich joylashgan bo'ladi, chunki oqsil molekullarining ma'lum qismi spiral shaklida tuzilgan. Spiral o'ramlari vodorod bog'lari orqali bir-biriga tortilib turadi. Natijada pishiq va mustahkams turkura hosil bo'ladi. 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.



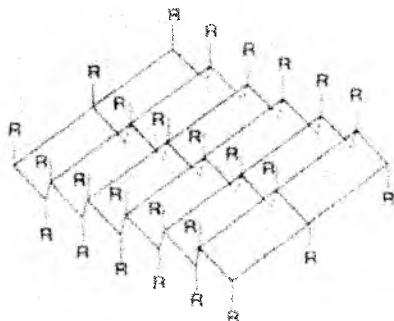
**Rasm 4.5.2. Polipeptid zanjiri modeli ( $\alpha$ -spiral. Pauling va Kori)**

$\alpha$ -spiralni aylanma zina bilan taqqoslasa bo'ladi. Bu holda aminokislota qo'llari pog'onalar vazifasini bajaradi<sup>19</sup>.

$\alpha$ -spiral juda ko'p oqsillarda uchraydi. Masalan:  $\alpha$ -keratin to'liq  $\alpha$ -spiral oqsildan iborat; mioglobin, gemoglobin 75%, zardob albumini 50%, ribonukleazani 17%,  $\alpha$ -spiralni tashkil qiladi, ma'lum omil ta'sirida (ishqor, harorat)  $\alpha$ -spiral cho'zilib, zanjir ichidagi vodorod bog'lar uzilib

<sup>19</sup> J.Koolman, K.H.Roehm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-74

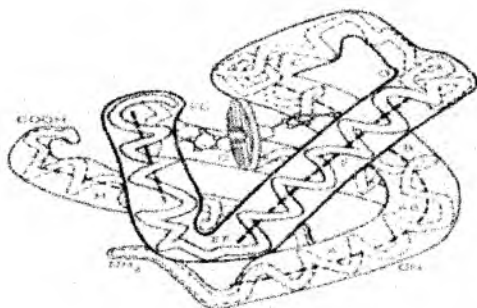
ketadi va  $\beta$ -strukturaga o'tadi. Fibrillyar (ipsimon) oqsillarning tabiiy shakli -  $\beta$  strukturadir. Vodorod bog'lar molekularning orasida, polipeptid zanjirining har xil uchastkalari orasida bo'ladi.



**Rasm 1.5.3. Polipeptid zanjirining  $\beta$ -qavatli strukturasi**

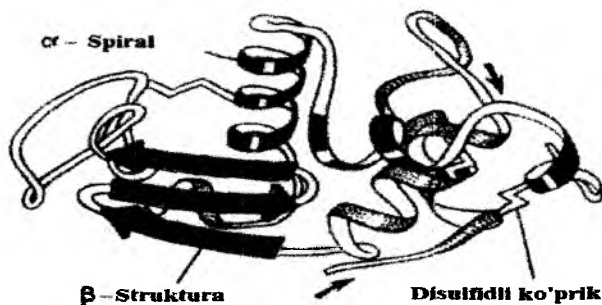
***Oqsillarning uchlamchi strukturasi.*** Spiral tuzilgan polipeptid zanjirlar har xil kuch ta'sirida fazoda ma'lum shaklni olishga harakat qiladi. Polipeptid spiralining fazodagi orientatsiyasi yoki uning taxlanishi ***uchlamchi struktura*** deyiladi, ya'ni molekulaning shakli, hajmi haqida ma'lumot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

Oqsillarning biologik faolligi, ularning uchlamchi strukturasi bog'liq. Uchlamchi strukturani rentgenostruktura tahliliy usul yordamida o'rganiladi. Ribonukleaza, lizotsim, mioglobin, ximotripsin va boshqa ko'pgina oqsillarning uchlamchi strukturasi aniqlangan (Rasm 1.5.4., 1.5.5).



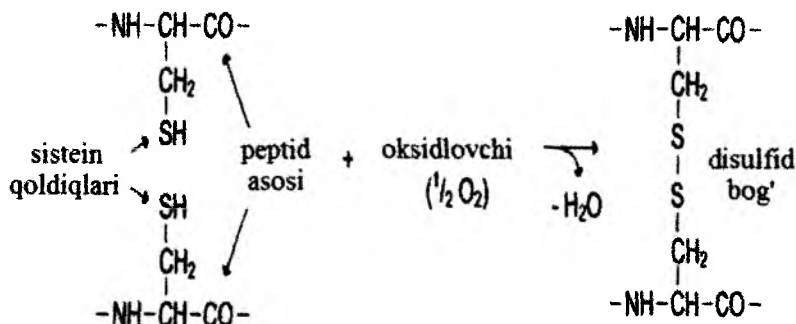
**Rasm. 1.5.4. Mioglobin oqsil molekulasining uchlamchi strukturasi modeli sxemasi (J.Kendar bo'yicha. Lotin harflarda struktura domenlari, qizil rangda gem).**

Oqsil molekulasida uchlamchi strukturasi 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.



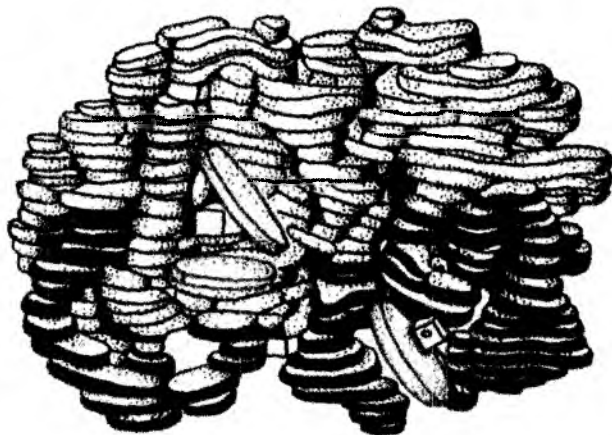
Rasm 1.5.5. Tovuq tuxumi lizotsimining modeli

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



**Oqsillarning to'rtlamchi strukturasi.** Ikki va undan ortiq polipeptid zanjirlardan tashkil topgan oqsillar molekulasida to'rtlamchi strukturaga ega. To'rtlamchi struktura hosil bo'lishida ishtirok etadigan polipeptid zanjirlarning har biri o'ziga xos birlamchi, ikkilamchi va uchlamchi strukturaga ega bo'lib, u kichik birlik deb ataladi. Ko'pgina oqsillarning

molekulasi bir necha kichik birliklardan tashkil topgan. Masalan: gemoglobin oqsilli to'rtta kichik birlikdan; 2 ta  $\alpha$  va  $\beta$  polipeptid zanjiridan tashkil topgan.<sup>20</sup> Tamaki mozaikasining virusini tashkil qiladigan murakkab oqsil 2200 ta kichik birlikdan tashkil topgan.

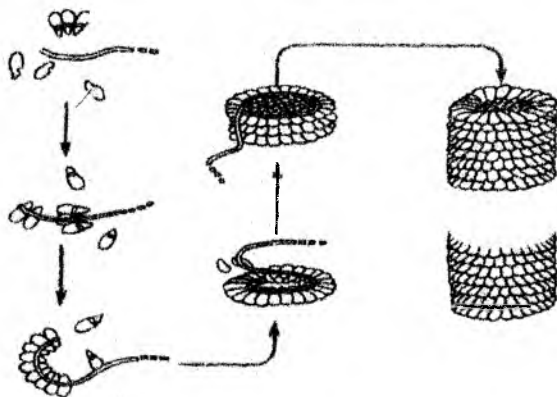


**Rasm 1.5.6. Gemoglobinning oligomerli molekulasi(qizil disklar-gem guruhlari)**



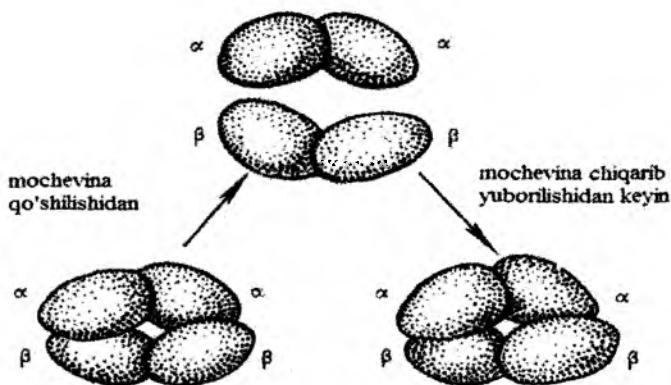
**Rasm 1.5.7. Gemoglobin modeli (Peruts bo'yicha).  $\alpha$ -zanjir och rangda,  $\beta$ -zanjir to'q rangda; gem guruhi-qizil rangda**

<sup>20</sup> Richard A Harvey., Denise R Ferrier . Biochemistry. Lippincott Williams and Wilkins. China. 2011 y. p-27.



**Rasm 1.5.8. Tamaki mozaikasi virusining to'rtlamchi strukturasi hosil bo'lish sxemasi**

Oqsil molekulasini tashkil qiladigan kichik birliklar har xil fizik va kimyoviy ta'sir natijasida dissotsiyanishi mumkin, bu jarayon qaytar bo'lib, dissotsiyalangan kichik bo'lakchalar ma'lum sharoitda qaytadan yana birikadi. 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 funksional ahamiyatga ega.



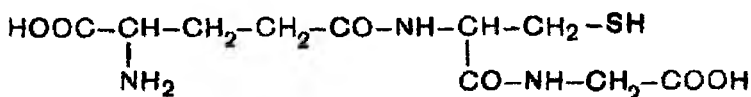
**Rasm 1.5.9. gemoglobin molekulasining qayta dissotsiyanishi**

## L.6. Tabiiy peptidlar

Organizmida kichik molekulali peptidlar mavjud bulib, 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) neyropeptidlar.

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 (g-glutamyl-tsistein-glitsin):



Qaytarilgan glutation

Hozirgi vaqtda ma'lumki, glutation antioksidant ta'sir etish xususiyatiga ega. 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 bo'lgan oksitotsin va vazopressin gormonlari kiradi.

### Sinov savollari

1. Biokimyo sohasining vazifalari.
2. Biokimyo fanining tibbiyot, qishloq xo'jaligi va sanoatdagi ahamiyati.
3. O'zbekiston Respublikasida biokimyo fanining rivojlanishiga hissa qo'shgan olimlar.
4. Oqsillar qanday biologik funksiyalarni bajaradi?
5. Aminokislotalarning fizik-kimyoviy xususiyatlariga ko'ra sinflarga bo'linishini yozing.
6. Aminokislotalarning qanday fizik-kimyoviy xossalarini bilasiz?
7. Almasha olmaydigan aminokislotalarning formulalarini yozing.
8. Oqsillarning amfoter xossalarini yozing.
9. Peptid bog'ini hosil bo'lishini yozing.
10. Oqsil molekulasidagi kimyoviy bog'larni yozing.

11. Oqsillar strukturalari.
12. Oqsillar denaturatsiyasi va ularning biologik ahamiyati.
13. Oqsillarning fizik-kimyoviy xossalari.
14. Oqsillar qanday sinflarga bo'linadi?
15. Oddiy oqsillar.
16. 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. Oqsil molekulasining bipolyar ion shakli qanday pH muhitda hosil bo'ladi?
  - A) kuchli kislotali muhit
  - B) kuchli ishqoriy muhit
  - V) neytral muhit
  - G) kuchsiz ishqoriy muhit
4. Oqsillar denaturatsiyasi natijasida qanday o'zgarishlar ro'y beradi?
  - A) oqsillar strukturasi o'zgarimaydi
  - B) oqsillar rangi o'zgaradi
  - V) oqsillarning biologik vazifasi o'zgarmaydi
  - G) oqsillar o'zgarmaydi
5. Oqsillarni sinflarga bo'linishi nimaga asoslanadi?
  - A) oqsil molekulasining shakliga
  - B) ulardagi prostetik guruhlariga
  - V) oqsillarning molekulyar massasiga
  - G) oqsillarning funksiyalariga ko'ra

6. Oddiy oqsillar tarkibi:

- A) aminokislotalardan
- B) aminokislota va boshqa moddalar
- V) aminokislota va uglevodlardan
- G) aminokislota va lipidlardan

7. Murakkab oqsillar tarkibi:

- A) faqat aminokislotalardan tashkil topgan.
- B) faqat boshqa moddalardan
- V) aminokislota va prostetik guruhlarini birikishdan.
- G) oqsillarning tarkibidagi faqat har xil material ionlardan.

8. Oqsillarning birlamchi strukturasi qanday bog'lar xisobiga hosil bo'ladi?

- A) glikozid bog'lar      B) peptid bog'lar
- V) disulfid bog'lar      G) vodorod bog'lar

9. Oqsillarning ikkilamchi strukturasi hosil qilishda qanday bog'lar ishtirok etadi?

- A) ion
- B) vodorod
- B) murakkab efir
- G) disulfid

10. Oqsillarning to'rtlamchi strukturalari qanday makromolekulalardan tashkil topgan?

- A) polipeptid
- B) kichik molekula
- V) kichik subbirliklar
- G) makromolekula

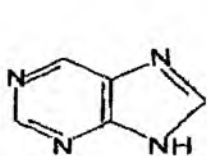
## II BOB. NUKLEIN KISLOTALAR

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

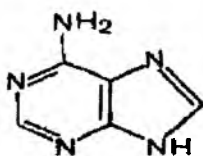
Nuklein kislotalar yuqori molekulali birikmalar bo'lib, katta molekulalar massaga ega. Nuklein kislotalar tirik organizmlardagi irsiy belgilarning nasldan-naslga o'tishi, oqsillar biosintezi kabi hayotiy jarayonlarda muhim ahamiyatga ega.

Nuklein kislotalar kimyoviy tarkibiga azot asoslaridan purin va pirimidin asoslari, uglevod komponentlaridan riboza va dezoksiriboza hamda fosfat kislota kiradi. Nuklein kislotalarning ikkita tipi mavjud: dezoksiribonuklein kislota (DNK (DNA)) va ribonuklein kislota (RNK (RNA)). Nuklein kislotalar nukleotidlardan tuzilgan. DNK va RNK azot asoslari va uglevod komponentlarini saqlashiga ko'ra bir-biridan farq qiladi.<sup>21</sup>

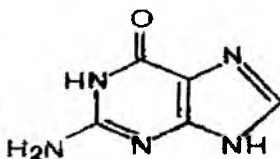
Purin asoslari. Nuklein kislotalar tarkibida purin asoslaridan adenin va guanin uchraydi.



Purin

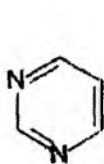


Adenin

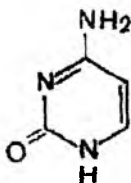


Guanin

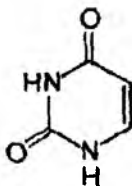
**Pirimidin asoslari.** Pirimidin asoslariga sitozin, uratsil, timin kiradi.



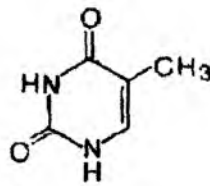
Pirimidin



Sitozin



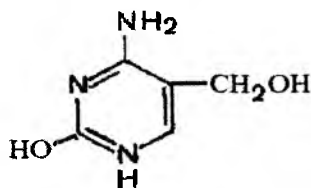
Uratsil



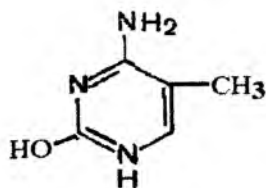
Timin

<sup>21</sup> J.Koolman., K.H.Roehm "Color Atlas of Biochemistry", 2007y, p-80

Bundan tashqari nuklein kislotalar tarkibida minor (kamdan-kam uchraydigan) azot asoslari uchraydi: 5-metil va 5-oksimetilsitozin, digidrouratsil, psevdouratsil, 1-metiluratsil va boshqalar.<sup>22</sup>

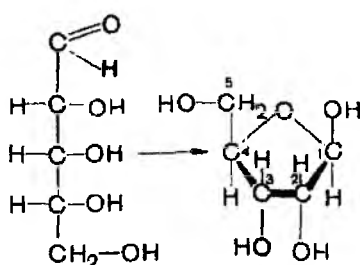


5-oksimetil-sitozin



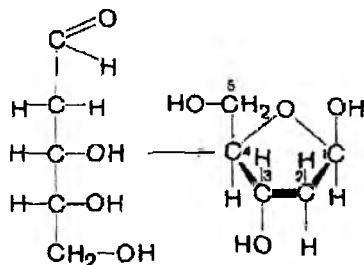
5- metil-sitozin

**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

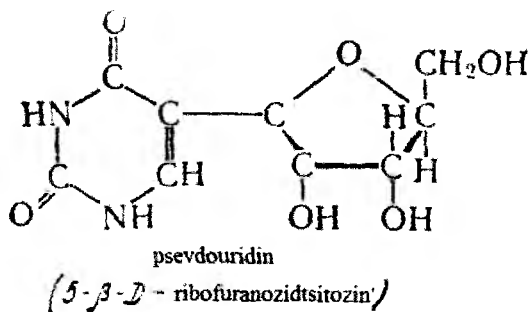
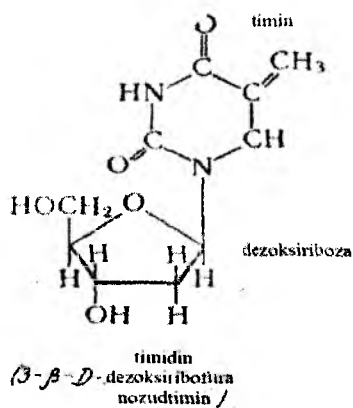
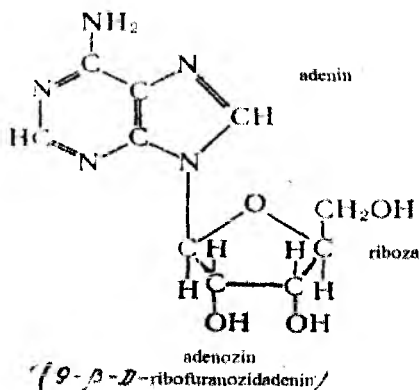
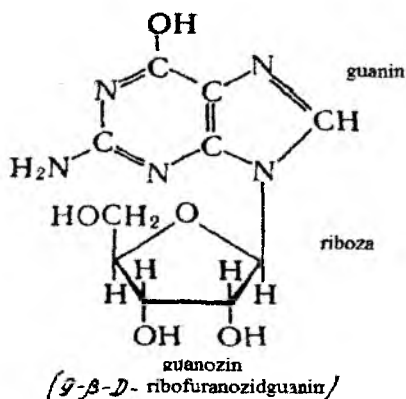
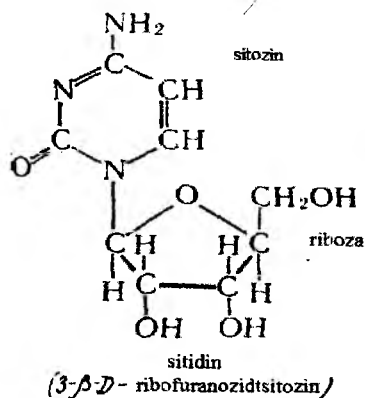
## II.1. Nukleozidlar va nukleotidlar

Azot asoslari bilan uglevod komponentlarining birikishidan hosil bo'lgan birikmalar nukleozidlar deb ataladi. Nukleozidlarni hosil qiluvchi azot asoslari uglevodlar bir-biri bilan glikozid bog'lar orqali birikadi. Bunda glikozid bog' uglevod komponentlarining birinchi C-atomi bilan pirimidin asosidagi uchinchi N-atomi orqali birikkan bo'ladi.

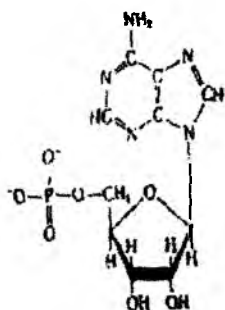
Purin asoslari hosil qilgan nukleozidlar «ozin», pirimidin asoslari esa, «idin» qo'shimchasini oladi: Masalan: adenozin, guanozin, uridin, timidin va hokazo.

<sup>22</sup> J.Koolman., K.H.Roehm. Color Atlas of Biochemistry. Thieme Stuttgart · New York. 2007 y. p- 86-87.

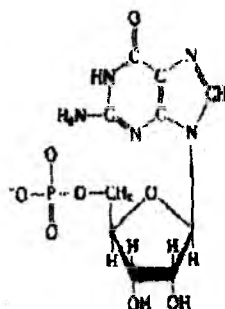
Nukleozidlarni hosil qiluvchi azot asoslari va uglevodlar bir-biri bilan glikozid bog'lar orqali birikadi:



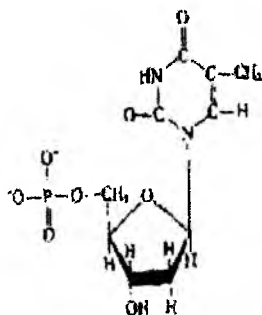
Nukleozidlar fosfat kislota bilan birikib qo'shilishidan – nukleotidlar hosil bo'ladi. Fosfat kislota riboza va dezoksiribozaning 5'-uglerod atomiga birikadi. Ular monofosfatlar deb ataladi. Nukleotidlarning nomi ular asosining nomiga kislota so'zini qo'shish bilan hosil bo'ladi. Masalan: adenilat kislota, guanilat kislota va hokazo. Nukleotidlar quyidagicha tuzilgan.<sup>23</sup>



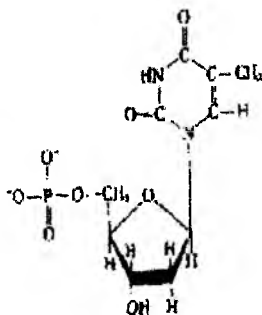
Adenilat, adenozin -5'  
monofosfat(AMF)



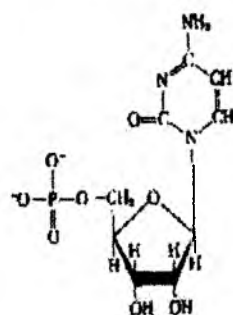
Guanilat, guanozin -5'  
monofosfat(GMF)



Uridilat, uridin -5'  
monofosfat(UMF)



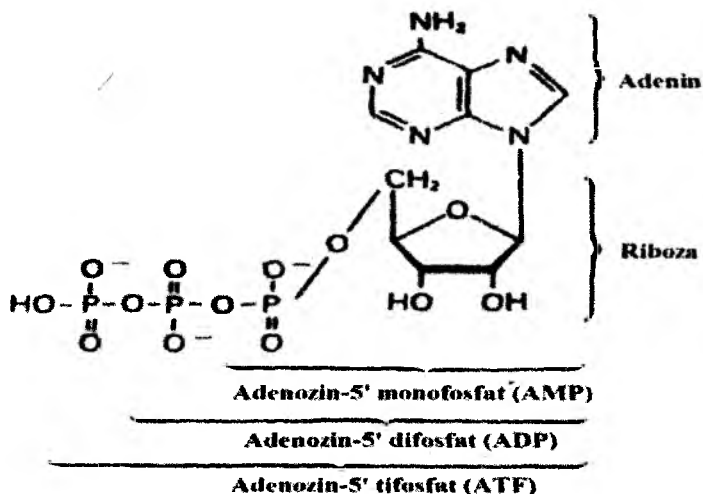
Timidilat, timidin -5'  
monofosfat(TMF)



Sitidilat, sitidin -5'  
monofosfat(AMF)

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

<sup>23</sup> Richard A Harvey., Denise R Ferrier . Biochemistry. Lippincott Wilkins and Wilkins. China. 2011. P-292



Trifosfatlar energiyaga boy birikmalar deb ataladi. 1 mol ATPni ADPgacha gidrolizlanishi natijasida 7 kkal energiya ajralib chiqadi. Nukleotidlar quyidagi muhim biologik funksiyalarni bajaradi:

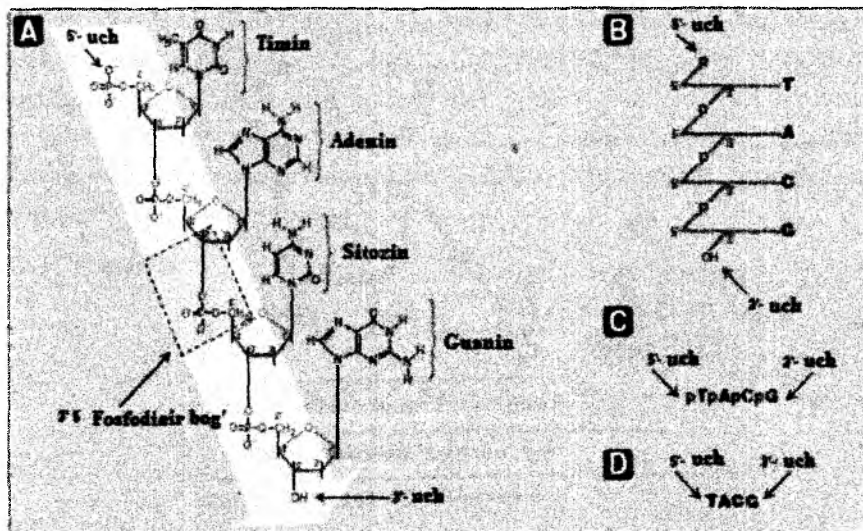
- energiya manbai hisoblanadi;
- qator fermentlarning kofermenti sifatida namoyon bo'ladi;
- sintetik jarayonlarda ishtirok etadi;
- regulyatorlik funksiyani bajaradi. (sAMF).

## II.2. Nuklein kislotalarning tuzilishi

Nuklein kislotalarning birlamchi strukturasi nukleotidlarning polimerlanishi natijasida hosil bo'lgan polinukleotid zanjirlaridan tashkil topgan.

Nuklein kislotalar molekulasidagi nukleotidlar bir-biri bilan 3'-5'-fosfodiefir bog'lari 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<sup>24</sup>:

<sup>24</sup> J.Koolman, K.H Roehm "Color Atlas of Biochemistry", 2007y, p-83



**Rasm II.2.1. DNK va RNK ning birlamchi strukturasi<sup>25</sup>**

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

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.

### II.2.1-jadval

#### **Ribonuklein kislota (RNK) va dezoksiribonuklein kislota (DNK)larning kimyoviy tarkibi**

|                       | DNK              | RNK                |
|-----------------------|------------------|--------------------|
| Purin asoslari        | Adenin Guanin    | Adenin Guanin      |
| Pirimidin asoslari    | Sitozin<br>Timin | Sitozin<br>Uratsil |
| Uglevod komponentlari | Dezoksiriboza    | Riboza             |
| Anorganik moddalar    | Fosfat kislota   | Fosfat kislota     |
| Hujayrada joylanishi  | Yadroda          | Sitoplazmada       |

<sup>25</sup> Richard A Harvey., Denise R Ferrier . Biochemistry. Lippincott Williams and Wilkins. China. 2011 y. p-395-396

|                     |                                                             |                                       |
|---------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Bajaradigan funksiy | Irsiy belgilarni saqlas<br>va avlod-dan-avlodg<br>o'tkazish | Oqsil biosintezida<br>ishtirok etadi. |
|---------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------|

Nuklein kislotalar tarkibidagi nukleotidlarning ketma-ketligini tasvirlashda bitta harfdan iborat kodlardan (A, G, S, T, U) foydalaniladi. Birinchi nukleotidning erkin 5' - fosfati bo'lsa, oxirgi nukleotidning riboza yoki dezoksiribozaning 3'-dagi -OH erkin holatda bo'ladi. Masalan : DNK ning birlamchi strukturasi quyidagi nukleotidlardan tuzilgan: SGTAAAGTTSG..... bo'lsa, polinukleotid zanjirining yo'nalishi 5' 3' bo'lsa, ikkinchi komplementar GSATTSAAGS polinukleotidning yo'nalishi 3' 5' bo'ladi (rasm II. 2.1) va antiparaleldir.<sup>26</sup>

**DNKning tuzilishi va ikkilamchi strukturasi.** 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:

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

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

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

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

<sup>26</sup> Richard A Harvey., Denise R Ferrier . Biochemistry. Lippincott Williams and Wilkins. China. 2011 y. p-397

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

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

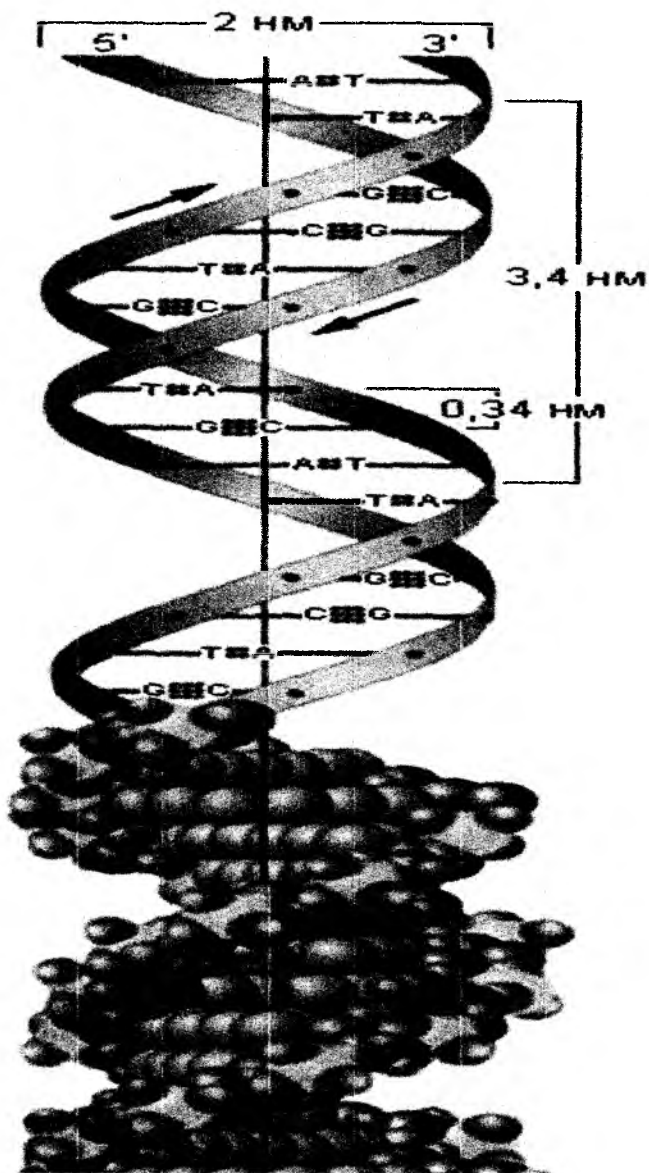
$$G+T=A+S \text{ yoki } \frac{G+T}{A+S}=1$$

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 koeffitsienti deb ataladi.<sup>27</sup>

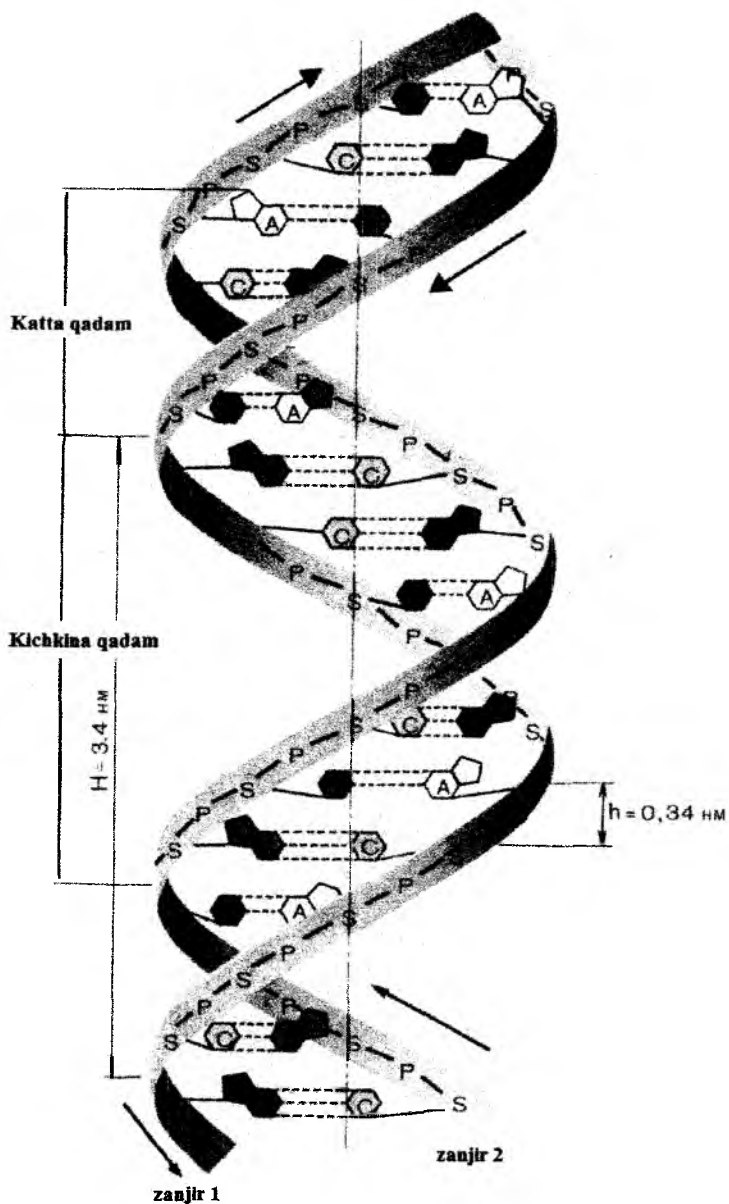
1953 yili D.Uotson va F.Krik Chargaff qoidasiga hamda Uilkinsning rentgenstruktura analizi ma'lumotlariga asoslanib, DNKning ikkilamchi struktura modelini yaratdilar. Bu modelga ko'ra DNK molekulasida qo'sh spiral hosil qiluvchi ikkita polinukleotid zanjirdan tashkil topgan. Har ikkala zanjir bitta umumiy 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 (rasm II.2.2.).

Polinukleotid zanjirlarning pentoza fosfat guruhlari spiralning tashqi tomonida, azot asoslari esa ichki tomonida joylashgan. Polinukleotid zanjirlardagi pentoza bilan fosfat kislotasi o'rtasidagi bog' hisobiga, zanjirlar bir-biriga nisbatan teskari yo'nalgan bo'ladi, ya'ni bitta zanjir 5'→3' bo'lsa, ikkinchisi 3'→5'. Azot asoslari qo'sh spiralning ichki tomonida bir-biriga komplementar ravishda joylashgan bo'ladi. Bir zanjirdagi nukleotidlar ATGTS tartibida bo'lsa, boshqa zanjirdagi nukleotidlar TASAG 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.

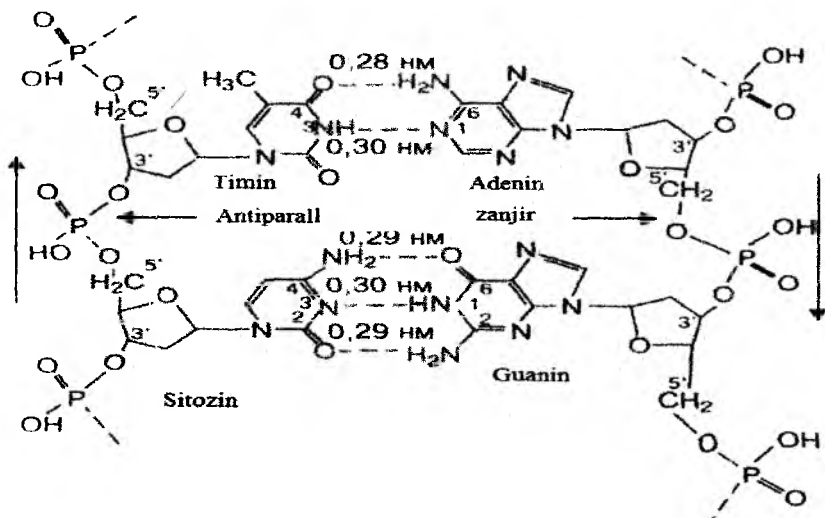
<sup>27</sup> Lehninger "Principles of Biochemistry", 2008 y, 126-128



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

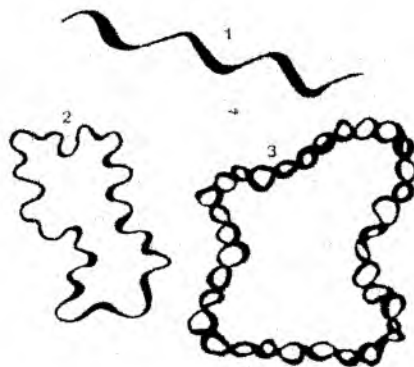


**Rasm II.2.3. DNK ning ikkilamchi strukturasi sxemasi**



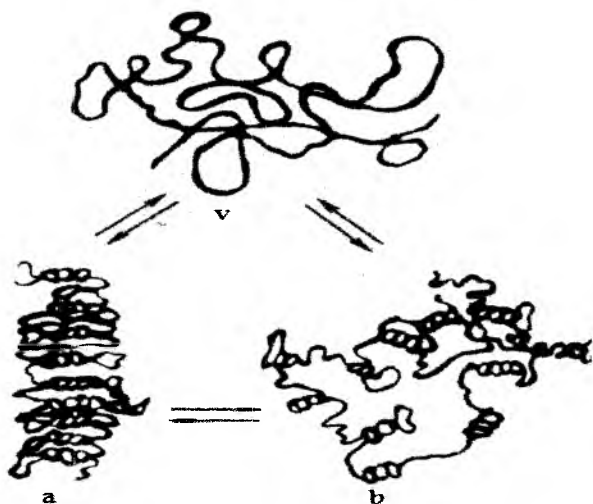
**Rasm II 2.4. DNK qo'sh spiral zanjirlaridagi azot asoslarining komplementarligi**

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



**Rasm IL.2.6. RNK uchlamchi strukturasi ion kuchi, harorat va pH muhitga bog'liqligi. a – taxlangan tayoqcha, b – taxlangan o'ram, b yoyilgan zanjir**

Ribonuklein kislotalar hujayraning hamma qismida uchraydi, ularning asosiy qismi ribosomalarda to'plangan. Hujayra tarkibida uchraydigan RNKlar molekulasi massasi, tuzilishi va funksiyasiga qarab bir-biridan farq qiladi. Bugungi kunda hujayrada 40dan ortiq RNK turlari aniqlangan bo'lib, ulardan eng muhimlari uch xil RNK xisoblanadi, 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 nukleotid tarkibi molekulyar massasiga qarab har xil bo'ladi. Informatsion – RNK DNK molekulasidagi informatsiyani oqsil sintez qilinadigan joyga ribosomalarga olib boradi. Shuning uchun ham u informatsion RNK deb ataladi.

**Ribosomal-RNK- (rRNK)** ribosomaning tarkibiy qismlaridir. Hujayradagi RNKning 80%ga yaqinini 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.

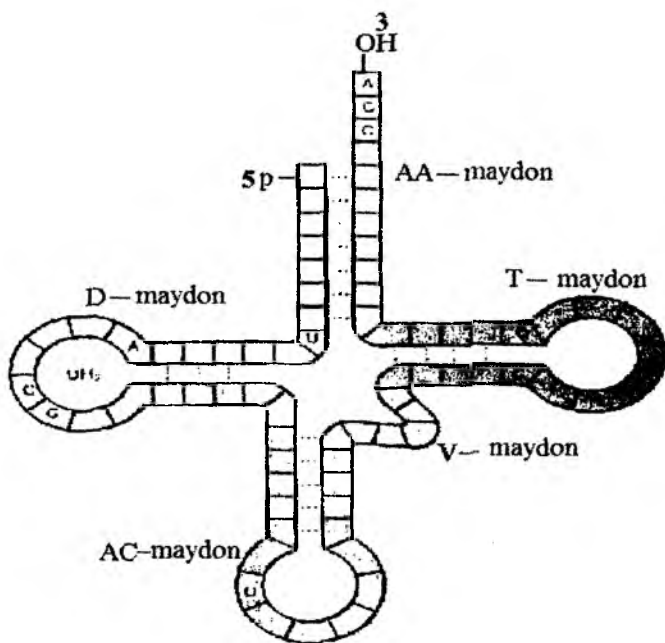
**Transport – RNK** (t-RNK) yoki eruvchan RNK (e-RNK) umumiy RNKning 15%ga yaqinini tashkil qiladi. t-RNK aminokislotalarni oqsil sintez qilinadigan joyga tashish vazifasini bajaradi. Har bir aminokislotalarning o'ziga xos t-RNKsi bor. t-RNKlarning molekulyar massasi ancha kichik (25000-35000 atrofida)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

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

RNK molekulasida 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 kislota 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 bargi»ni eslatuvchi murakkab konfiguratsiyasi vujudga keladi.



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

### Sinov savollari

1. Nuklein kislotalarning kimyoviy tarkibi.
2. Nuklein kislotalarning biologik ahamiyati.
3. Purin, pirimidin, azot asoslari va ularning xossalarini yozing.
4. Nuklein kislotalar tarkibidagi minorl asoslarni yozing.
5. Nukleozidlar qanday birikmalardan tashkil topgan.
6. Purin va pirimidin azotlaridan tashkil topgan nukleozidlarni formulasini yozing.
7. Nukleotidlar deb qanday birikmalarga aytiladi va ularga misollar keltiring.
8. Nukleotid trifosfatlarning biologik ahamiyatini ayting va ularning formulasini yozing.
9. DNK kimyoviy tarkibini yozing va hujayrada joylanish, bajaradigan funksiyalarini ayting.

10. RNKning xillari, kimyoviy tarkibini va hujayrada joylanishini, bajaradigan funksiyalarini ayting.
11. RNK ning DNK dan farqlari.
12. Nuklein kislotalar tarkibida nukleotidlar o'zaro qanday bog' bilan bog'langan.
13. Chargaff qonunini yozing.
14. DNK ning birlamchi va ikkilamchi strukturalari.
15. DNK ning uchlamchi strukturasini, superspirallanishning biologik ahamiyati.
16. t-RNKlarning ikkilamchi strukturasini 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) AMF
  - B) ATF
  - V) TDF
  - G) UDF

### **III BOB. UGLEVODLAR**

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>28</sup>

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

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

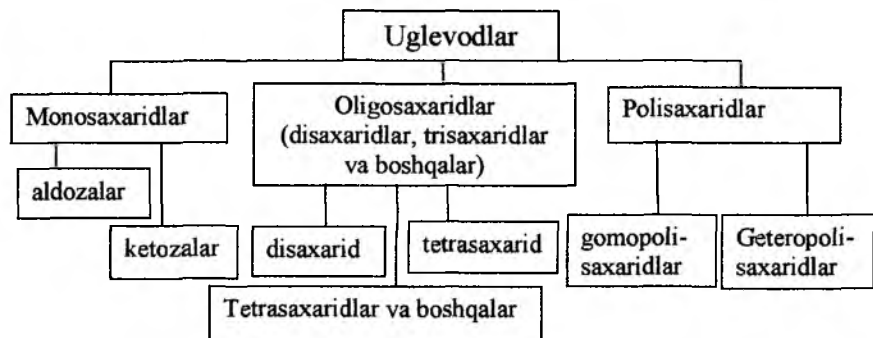
#### **III.1. Uglevodlarning klassifikatsiyasi**

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

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

---

<sup>28</sup> J.Koolman., K.H.Roehm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-34

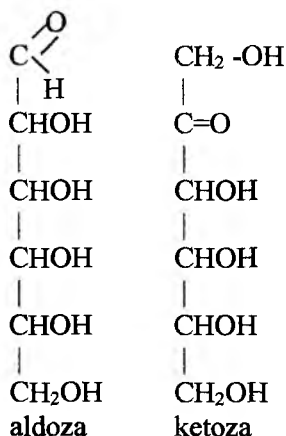


### III.2. Monosaxaridlar

Monosaxaridlar tarkibida keton  $\text{-C=O}$  va  $\text{-C}\begin{smallmatrix} \text{=O} \\ \text{H} \end{smallmatrix}$  aldegid

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

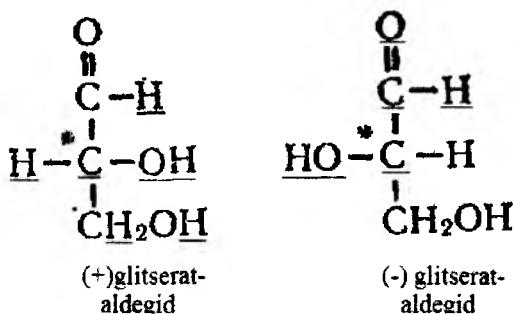
Monosaxaridlar tarkibidagi karbonil guruhning joylashishiga qarab ikki xil izomer, aldoza va ketoza izomerini hosil qiladi.



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>29</sup>

Masalan, aldatriozada bitta asimmetrik, aldotetrazada- ikkita, aldopentazada- 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 stereoisomerlarni hosil qiladi.

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

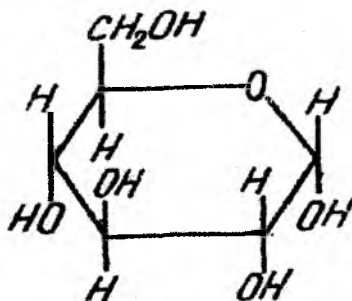


Barcha monosaxaridlarning izomerlari joylashishiga ko'ra, assimetruk uglerod atomimning D va Z qatoriga bo'linadi.

Tabiiy geksozalar: glyukoza, fruktoza, mannoza va galaktozalar stereoximyaviy 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>29</sup> Richard A Harvey., Denise R Ferrier . Biochemistry. Lippincott Williams and Wilkins. China. 2011, p-86

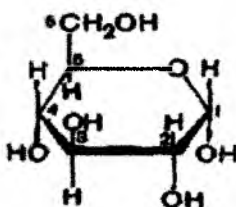


D - glyukopiranoza

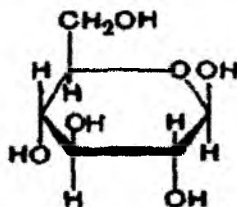
Glyukoza molekularidagi yarim atsetal bog'lar aldegid guruh bilan 4- yoki 5-uglerod atomidagi OH- guruh o'rtasida hosil bo'ladi. Shu bilan bir qatorda hosil bo'lgan kislorod ko'prigi 5 va 6 a'zoli halqani tutashtiradi.

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

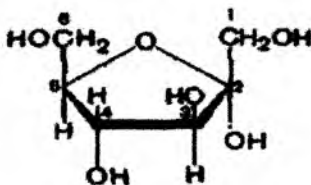
U. Xeuars uglevodlarning struktura formulasini yozishda quyidagi taklifni berdi; olti yoki besh burchakli halqasi perspektiv tasviri gorizontall tekislikda joylashadi, uglerod atomlari yozilmaydi, qalin chiziqlar bilan tasvirlanadi. C-1 gidroksil gruppasi  $\alpha$ - formada halqaning pastki tekisligida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



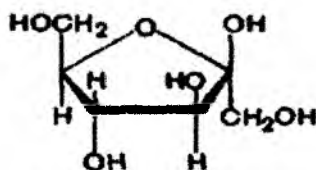
$\alpha$ -D- glyukopiranoza



$\beta$ -D- glyukopiranoza



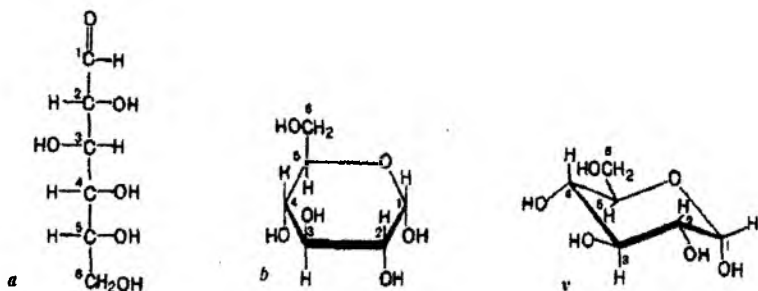
$\alpha$ -D- fruktofurozoza



$\beta$ -D- fruktofurozoza

Tabiatda uchraydigan monosaxaridlarning aksariyati piranoza shaklida bo'lib, D-qatorga mansub bo'ladi.<sup>30</sup>

Siklogeksanlarda, piranozali halqalar ikki hil konfiguratsiya hosil qiladi: kurs, kreslo va qayiqcha shakllar ( konformatsion formulalar). Kreslo shaki 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)**

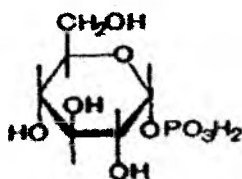
Xeuorsni proeksion formulasi monosaxaridlarni haqiqiy konformatsiyasini tasvirlay olmaydi.

Monosaxaridlarning bir qator hosilalari mavjud: bularga shakarlarning forforli efirlari; aminoshakarlar, dezoksishakarlar, shakar kislotalar va shakarli spirtlar kiradi.<sup>31</sup>

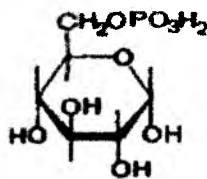
**Monosaxaridlarning xosilalari.** Shakarlarning fosforli efiri. Monosaxaridlar kislotalar bilan reaksiyaga kirishib, murakkab efir hosil qiladi. Bu efirlarning ko'pchiligi moddalar almashinuvi jarayonida muhim ahamiyatga ega. Monosaxaridlaning fosfat kislota bilan hosil qilgan fosforli efirlari ayniqsa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

<sup>30</sup> Lehninger "Principles of Biochemistry", 2008 y, p-236

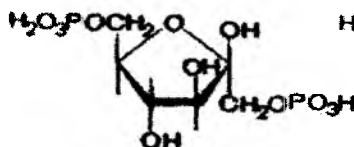
<sup>31</sup> Richard A Harvey., Denise R Ferrier . Biochemistry. Lippincott Williams and Wilkins. China. 2011 y. p-85



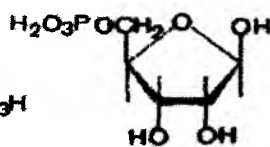
*glyukoza-1-fosfat*



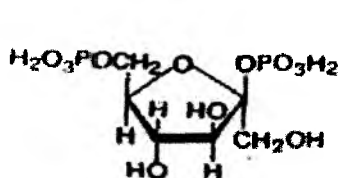
*glyukoza-6-fosfat*



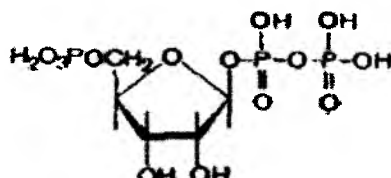
*fruktoza-1,6-bifosfat*



*riboza-5-fasfat*

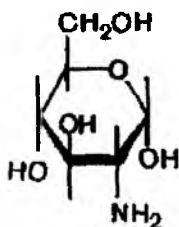


*fruktoza-2,6-bifosfat*

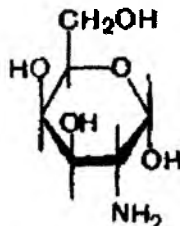


*5-fosforibozil-1-pirofosfat*

*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 muxopolisaxaridlar tarkibida bo'ladi.

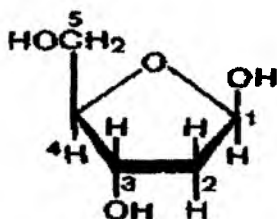


*D-glyukoamin*



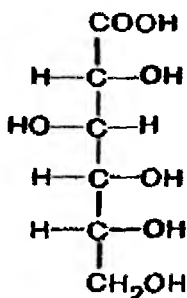
*D-galaktozamin*

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

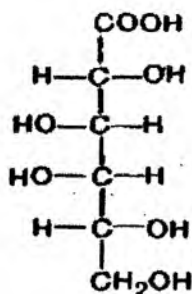


*2-dezoksi-D-ribofuranosa*

*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.

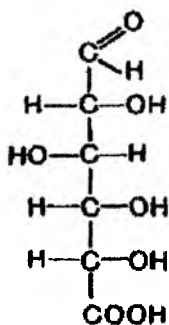


*D-glyukon kislota*

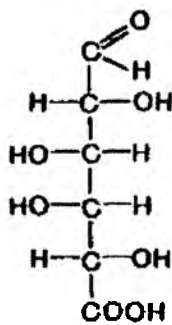


*D-galakton kislota*

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-glykouron kislota*



*D-galaktouron kislota*

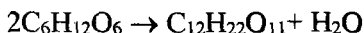
*Shakarli spirtlar.* Monosaxaridlarning qaytarilashi natijasida shakarli spirtlar hosil bo'ladi. Masalan, D-glyukozadan spirt sorbit va D-mannozadan mannit hosil bo'ladi.

### III.3. Oligosaxaridlar

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

*Disaxaridlar.* Disaxaridlar – murakkab qand bo'lib, har bir molekula gidrolizlanganda ikki molekula monosaxaridlarga parchalanadi. Inson va hayvonlar ozuqasida disaxaridlar asosiy uglevodlar manbai hisoblanadi. Disaxaridlar glikozidlar bo'lib – ikki molekula monosaxaridlarning glikozid bog'lar orqali bog'lanishidan hosil bo'ladi. O'simliklar faqat D-qatorga mansub monosaxaridlarni o'zlashtiradi va sintez qiladi.

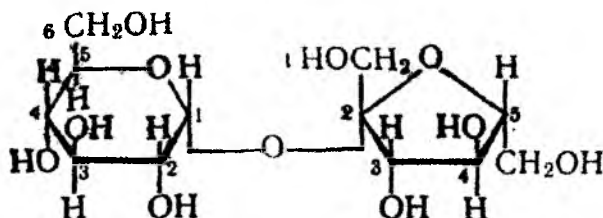
Ikkita monosaxarid molekulasidan bir molekula suv ajralib chiqishi natijasida disaxarid hosil bo'ladi:<sup>32</sup>



<sup>32</sup> Lehninger "Principles of Biochemistry", 2008 y, p-244

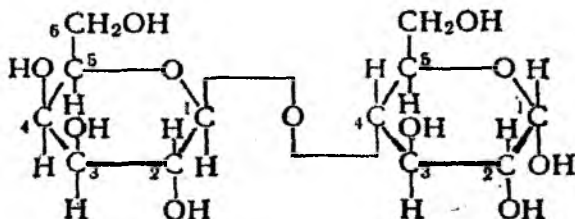
Disaxaridlarning keng tarqalgan eng muhim vakillari: maltoza, laktoza va saxarozadir.

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



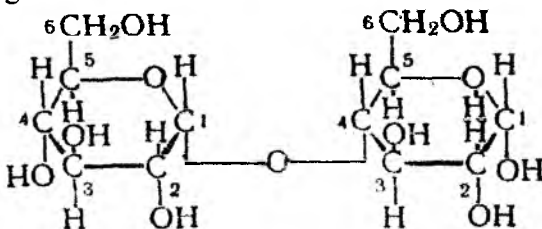
saxaroza

**Laktoza.** Laktoza sut tarkibida ko'p uchraydi. Shuning uchun u sut shakari deb ham ataladi. Laktoza glyukoza va galaktozadan (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.

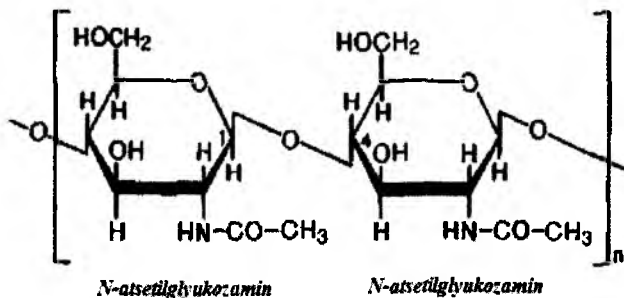
### III. 4. Polisaxaridlar

Polisaxaridlar yuqori molekuli murakkab uglevodlar bo'lib, ularning molekullari 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. Polisaxaridlar o'simliklar tarkibida ko'p to'planadi. Kislotalar yoki fermentlar bilan gidrolizlanganda, oligosaxaridlar bilan monosaxaridlarga parchalanadi.<sup>33</sup>

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 hil bo'ladi. Masalan, glyukozadan tashkil topgan (kraxmal, glikogen, selluloza va boshqalar), fruktozalardan tashkil topgan – polifruktoza (inulin va boshqalar) bo'ladi. Galaktouronat kislotalar qoldig'idan pektin moddalar hosil bo'ladi.

Xitin – umurtqasiz hayvonlarning polisaxaridi bo'lib, uning strukturasi N-atsetil-D-glyukozaminlar -(1 4)-glyukozid bog'lar orqali birikkan.



**Rasm III.4.1. Xitin molekulasining kimyoviy tuzilishi**

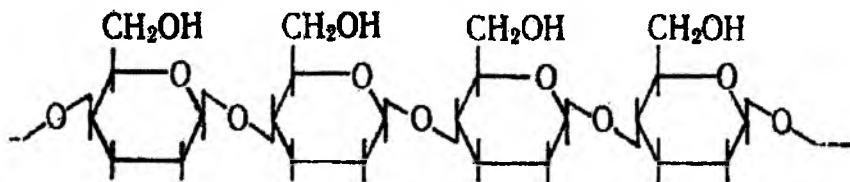
<sup>33</sup> Lehninger "Principles of Biochemistry", 2008 y, p-244

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>34</sup>

Quyida polisaxaridlarning ayrim vakillari bilan tanishamiz.

**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.<sup>35</sup> 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.

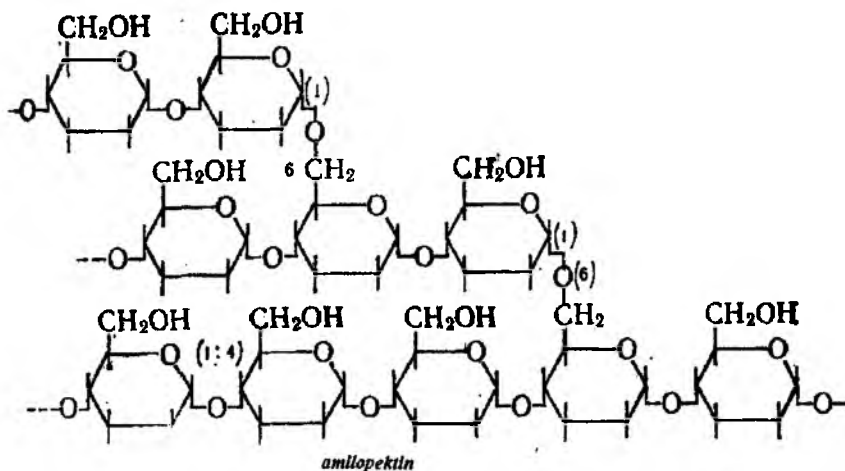


amiloza

**Amilopektin.** Uning molekulyar massasi 50 mingdan 1 milliongacha yetadi. 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.

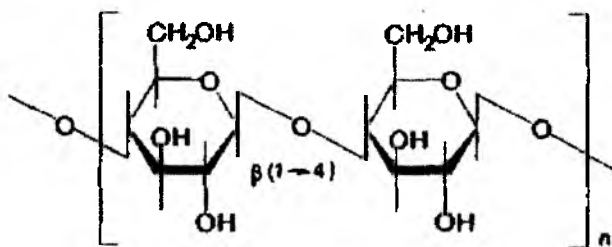
<sup>34</sup> Lehninger "Principles of Biochemistry", 2008 y, p-250

<sup>35</sup> J.Koolman., K.H Roehm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-40



Kraxmal qisman gidrolizlanganda kichik molekulali dekstrinlar hosil qiladi. U kraxmalning xossalaridan kamroq farq qiladi. Ular yod bilan ko'k rang hosil qiladi. Yirik molekulali dekstrinlar yod ishtirokida qizg'ish rangga kiradi. Kichik molekulali dekstrinlar rang bermaydi.

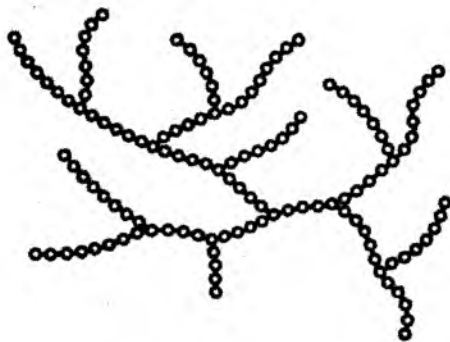
**Sellyuloza.** Sellyuloza o'simliklar tarkibida ko'p bo'lib, ular hujayra devorining asosini tashkil qiladi. Sellyuloza tuzilishiga ko'ra amilozaga o'xshash, lekin molekulasi tarkibidagi 1,4 bog'  $\beta$ -shaklda. Uning molekulyar massasi 300000 dan 1 000000 gacha bo'ladi.



*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 II.4.2. Glikogen molekulasining 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 glyukoza hosil qiladi.

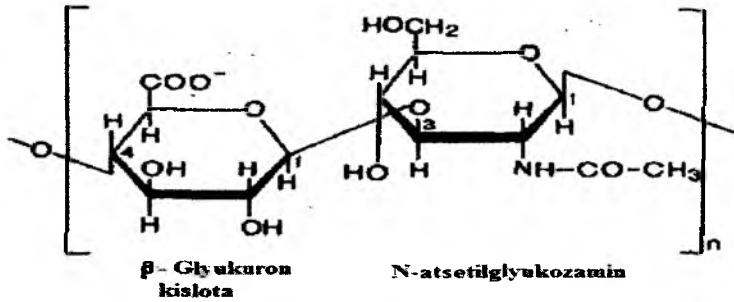
**Inulin** - o'simliklar tarkibida zahira modda sifatida uchraydi. Gidrolizlanganda fruktoza hosil bo'ladi. Tuzilishiga ko'ra kraxmal bilan glikogenga o'xshaydi. Odam va hayvonlar organizmi inulinni yaxshi o'zlashtiradi.

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

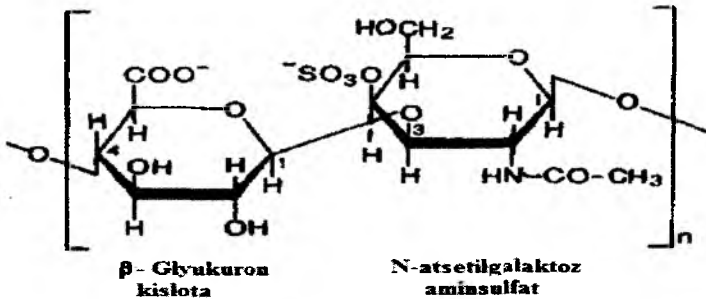
**Geteropolisaxaridlar.** Polisaxaridlar tarkibi turli monosaxaridlardan tashkil topgan bo'lsa, ularni geteropolisaxaridlar deb ataladi. Biologik jihatdan juda muhim mukopolisaxaridlar shular jumlasiga kiradi.

**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 II.4.3.**)

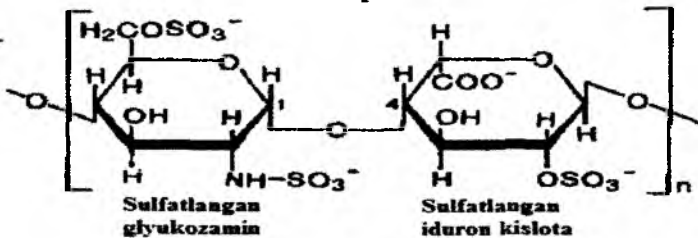
### Gialuron kislota



### Xondroitin-4-sulat



### Geparin



Rasm II.4.3. 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 infeksiyon 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'rni 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 atsetilxondrozin, 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 molekulalar fruktoza
- B) ikki molekulalar glyukoza
- V) ikki molekulalar glaktoza
- G) ikki molekulalar mannoza

10. Fruktoza qaysi disaxarid tarkibiga kiradi?

- A) saxaroza
- B) maltoza
- V) laktoza

11. Sellyuloza to'liq gidrolizlanganda qanday monosaxarid hosil bo'ladi?

- A) D-glyukoza
- B) fruktoza
- V) D-dezoksiriboza
- G) galaktoza

## IV BOB. LIPIDLAR

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 organizmda quyidagi eng muhim funksiyalarni bajaradi:

1. **Struktura funksiyasi.** Lipidlar fosfolipidlar, glikolipidlar va xolesterin barcha organ va to'qimalar hujayralari membranalarining tuzilishida ishtirok etadi.

2. **Energetik funksiyasi.** Lipidlar organizm butun energiyasining 25-30 % ta'minlaydi. 1 g yog'ning to'la pachalanishidan 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 guruhlariga bo'linadi:

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

1. Glitseridlar - 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 guruhlarini saqlaydi:

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

2. Glikolipidlar

3. Steroidlar

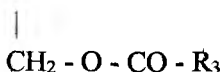
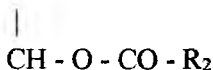
4. Boshqa murakkab lipidlar: sulfolipidlar, aminolipidlar.

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

#### IV.1. Oddiy lipidlar

##### Neytral lipidlar va yog' kislotalar

Yog'lar yuqori molekulyar yog' kislotalarning uch atomli spirtlar (glitserin) bilan hosil qilgan murakkab efirlaridir. Bunday tuzilgan yog'lar neytral yog'lar, ya'ni *triglitsridlar* deb ataladi. Umumiy tuzilishi quyidagicha:



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

Netral yog'lar inson va hayvon organizmda zahiradagi ozuqa modda sifatida teri osti klechatkasida, charvi va ichak tutqichlarida to'planadi. Sut tarkibida ham ko'p miqdorda netral yog'lar mavjud. Inson, hayvon yog'lari odatda katta bo'lib, ular tarkibida to'yingan yog' kislotalarni saqlaydi.

O'simlik yog'lari odatdagi haroratlarda suyuq bo'ladi, shuning uchun ularni moylar deb ataladi. Ular tarkibida ko'proq to'yinmagan yog' kislotalarini saqlaydi. Juda ko'p o'simliklarning urug'larida ham neytral yog'lar mavjud (zig'ir, kunjut, kungaboqar va paxta moylari).<sup>36</sup>

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'yinmagan bo'ladi. Quyida eng muhim ahamiyatga ega bo'lgan yog' kislotalarini keltiramiz.

<sup>36</sup> Lehninger "Principles of Biochemistry", 2008 y, p-352

**To'yingan yog' kislotalari**

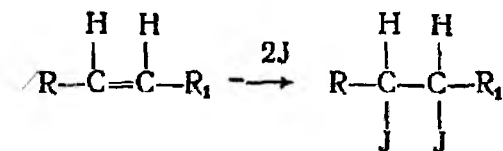
| Nomi        | Formulasi                                        |
|-------------|--------------------------------------------------|
| Moy kislota | $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_2 - \text{COOH}$    |
| Kapronat    | $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_4 - \text{COOH}$    |
| Palmitat    | $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{14}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

**To'yinmagan yog' kislotalar**

| Nomi            | Formulasi                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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       | $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - (\text{CH}_2)_7 - \text{COOH}$                                           |
| Araxidonat      | $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_4 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - (\text{CH}_2)_3 - \text{COOH}$ |

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

**Yog'larning yod soni.** 100 g 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.

Moylar kimyoviy jihatdan birmuncha turg'un birikmalar hisoblanadi. Lekin ular kislota va ishqor ta'sirida efir bog'larning uzilishi hisobiga oson parchalanishi natijasida erkin yog' kislotalar va glitserin hosil bo'ladi.

Moylar uzoq vaqt saqlanganda taxir, qo'lansa hidli va ta'mi yomon bo'lib qoladi. Ular har xil tashqi omillar, jumladan, suv, havo va yorug'lik ta'sirida buziladi. Moylarning buzilishi natijasida hosil bo'lgan turli moddalar, masalan, aldegidlar, ketonlar va ba'zan hosil bo'ladigan moy kislotalar qo'lansa hidli va taxir mazali bo'ladi.

**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 hushbo'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: setil spirt, seril spirt va miritsil spirtidir.<sup>37</sup>

Turli qazilmalar tarkibidan , masalan, qo'ng'ir ko'mir va torfdan montan mumi ajratib olingan, bu mum, asosan, montanat kislota va uning efiridan iborat.

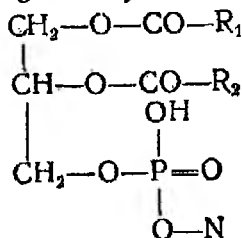
Mumlar yorug'lik yuqori haroratga va boshqa tabiiy ta'sirlarga chidamli bo'ladi. Ularga moylarga nisbatan ancha yomon gidrolizlanadi, shu sababli uzoq saqlanishi mumkin.

## 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:



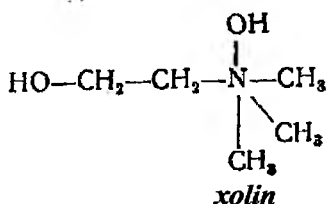
R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>-yog' kislotalar qoldig'i,

N - azot asoslari

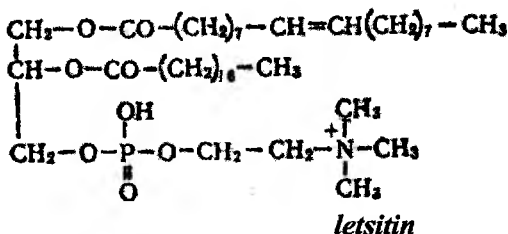
fosfolipidlar tarkibidagi azot asoslarning turiga qarab bir necha guruhlarga bo'linadi.

<sup>37</sup> Lehninger "Principles of Biochemistry", 2008 y, p-358

**Letsitinlar yoki xolinfosfatidlar.** Bular o'simliklar bilan hayvonlar organizmida eng ko'p tarqalgan fosfolipidlardir.<sup>38</sup> Ular tarkibidagi azot asosini xolin moddasi tashkil etadi va u quyidagicha ifodalanadi:

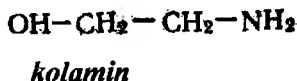


Letsitinlarning umumiy tuzilishi:

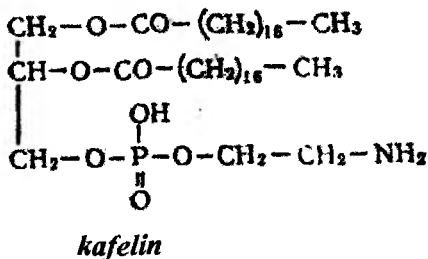


Ular miya to'qimasida, tuxum sarig'ida, baliq tuxumida, no'xatda ko'p uchraydi.

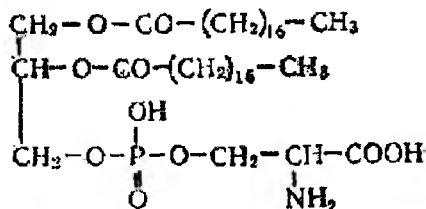
**Kefalinlar** - ya'ni fosfatidilamindir, letsitinlarga o'xshash tuzilgan, tabiatda keng tarqalgan. Tarkibida azot asosi sifatida kolamin uchraydi:



Kefalinlar quyidagicha tuzilgan:



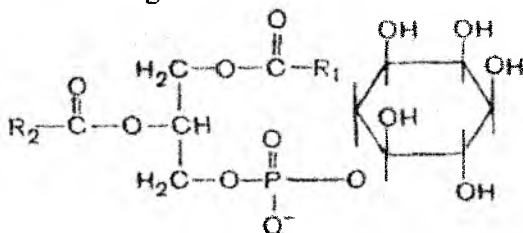
**Serinfosfatidlar** (fosfatidilserinlar) tarkibida serin aminokislotasi saqlaydi. Umumiy tuzilishi quyidagicha:



### Serinfosfatid

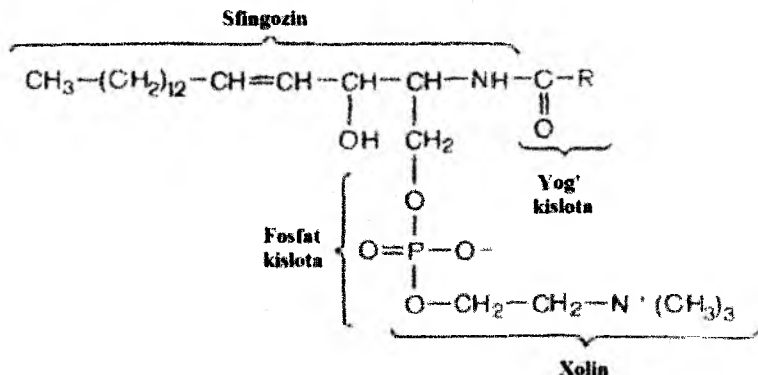
Serinfosfatidlar letsitin, kefalinlarga qaraganda kamroq tarqalgan bo'lib, lekin ular fosfatidil etanolaminlarning sintezida ishtirok etadi.

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



### Monofosfatidilinozitar

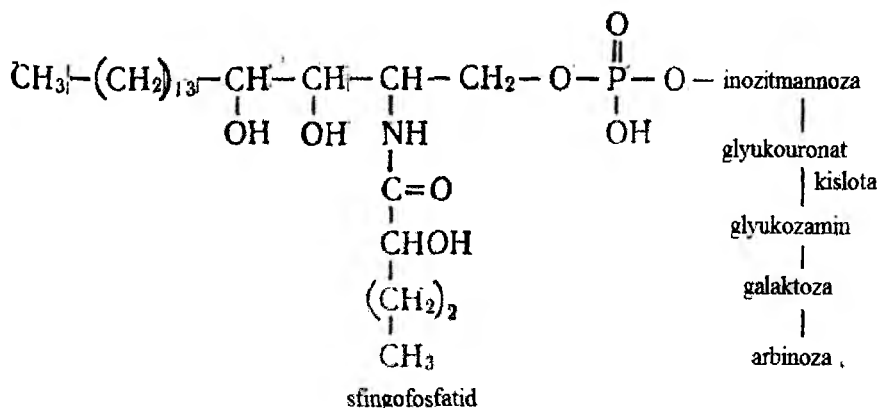
**Sfingofosfatidlar.** Sfingomielinlar tarkibida aminospirtlar: sfingozin va xolin, fosfat kislota va bir molekula yog' kislotasini saqlaydi:



### Sfingomeilinlarning umumiy formulasi

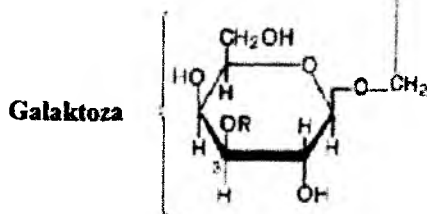
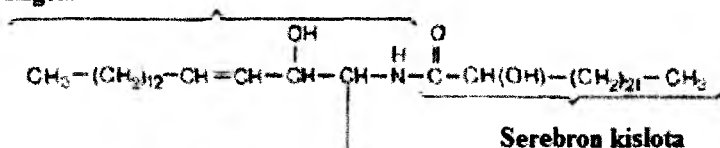
Ba'zi bir o'simliklarning urug'ida sfingolipidlar borligi aniqlangan. Ko'pincha ular fitosfingolipidlar deb ataladi.

Sfingolipidlar keng tarqalgan. Ular asosan hayvon va o'simlik hujayralarining membranalarida joylashgan. Ayniqsa nerv to'qimalarida ko'p uchraydi.<sup>39</sup>



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

## Sfingozin



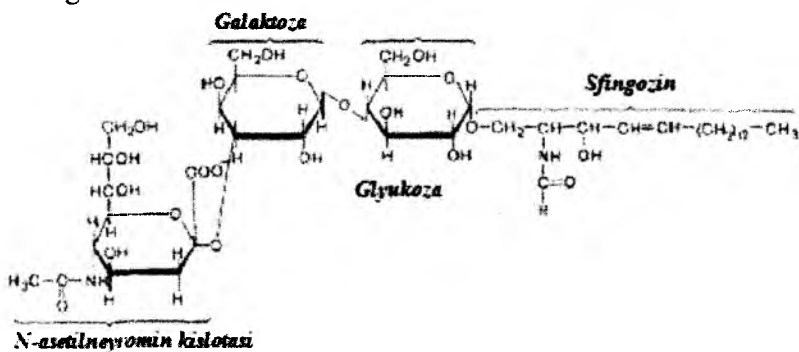
## Galaktozilseramid

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 mahsus nom bilan yuritiladi. Serebrozidlarning hammadan ko'proq ma'lum bo'lgan vakillari: serebron kislota tutadigan serebron (yoki frenozin), tarbiga 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.

**Gangliozidlar** – eng murakkab glikolipidlar bo'lib, glikozilseramidlardan hosil bo'lgan. Gangliozidlar 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 kislotsi qoldig'ining karboksil guruhi hisobiga barcha gangliozidlar kislotali birikmalar hisoblanadi. Bunda glyukoza qoldig'ining o'rniga ular murakkab oligosaxaridlarni saqlaydi.

Gangliozidlar juda ko'p miqdorda nerv to'qimalarida uchraydi. Serebrozidlardan farqi shundan iboratki u miyaning kul rang moddasida uchraydi, hujayra membranasining tashqi qismida joylashgan, shuning uchun uni membrana lipidlari deb ataladi va retseptorlik funksiyasini bajaradi. Eng oddiy gangliozidlar gematozidlar bo'lib, eritrositlardan ajratib olingan.



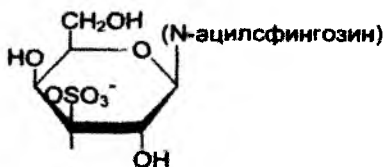
## Gangliozidlarning umumiy formulasi

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

### IV.2.2. Glikolipidlar

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 membranalarining tuzilishida ishtirok etadi. Vakillari: serebrozidlar, sulfotidlar. Serebrozidlar tarkibi galaktoza, to'yinmagan aminospirt - sfingozin va yuqori yog' kislotalaridan iborat.

*Sulfatidlar* - serebrozid va sulfat kislotaning galaktoza bilan birikishidan hosil bo'ladi.



**Sulfolipid**

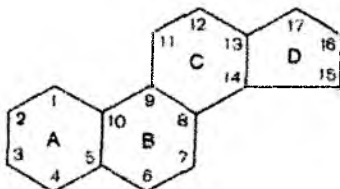
Sulfalipidlar hujayraning yadrosida, enplazmatik to'rda va mitoxondriyalarning membranasida joylashgan.

### IV.2.3. Steroidlar

Steroidlar – murakkab birikmalar bo'lib, o'simliklar va hayvonot dunyosida juda keng tarqalgan. Steroidlar yog' kislotalari bilan birikkan murakkab efirlar ko'rinishida bo'ladi.<sup>40</sup>

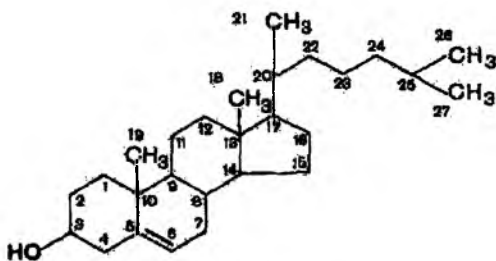
<sup>40</sup> I chninger "Principles of Biochemistry", 2008 y, p-385

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 – siklopentanoper gidrofenantrenning 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.



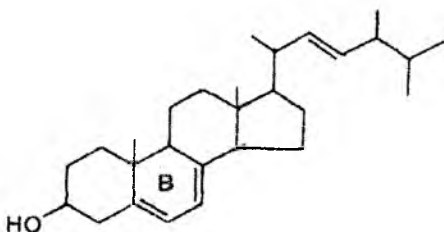
Xolesterin (xolesterol)

Xolesterin juda ko'p biologik faol moddalarning sintezi uchun manba hisoblanadi. sut emizuvchilarning organizmida o't kislotalarning shuningdek, steroid gormonlarning sintezida manba hisoblanadi.<sup>41</sup>

<sup>41</sup> Richard A Harvey., Denise R Ferrier . Biochemistry. Lippincott Williams and Wilkins. China. 2011.p-173-175

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.



### Ergostiron

Steroidlar – murakkab birikmalar bo'lib, o'simliklar va hayvonot dunyosida juda keng tarqalgan. Steroidlar yog' kislotalari bilan birikkan murakkab efirlar ko'rinishida bo'ladi.

O'simliklarda va achitqilarda xolesterin birikmasining strukturasiga yaqin bo'lgan ergosterinni saqlaydi.

Ergosterin- vitamin D ning hosilasidir. Ergosteringa ultrafiolet nurlar ta'sir etsa, u raxitga qarshi xususiyatini namoyon etadi.

Xolesterin fosfolipidlar va oqsillar bilan birgalikda hujayra membranalarining tanlab o'tkazuvchanligini, membranalarining xolati va membranalar bilan bog'liq bo'lgan fermentlarning aktivligini boshqarilishini idrora etishda ishtirok etadi. Xolesterin qon plazmasida erkin yog'kislota bilan esterifikaladiyalangan holda bo'ladi. Plazmadagi deyarli barcha xolesterin plazmaning oqsil fraksiyalari bilan kompleks hosil qilib, lipoproteinlar shaklida uchraydi, shunday qilib, xolesterinning fiziologik funksiyasini xilma-xil va juda muhimdir.

### 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. Mumlarning 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

Tirik organizmlarning hayot faoliyati uchun zarur bo'lgan va o'simliklarda hosil bo'ladigan turli xil kimyoviy tuzilishga ega 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 yetishmaganda 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.

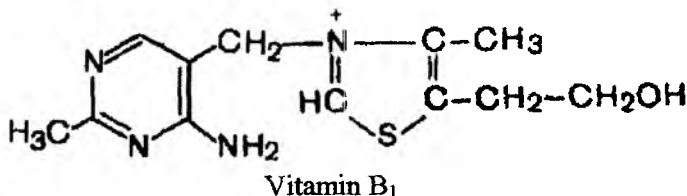
Hozirgacha o'ttizdan ortiq vitamin aniqlangan bo'lib, ular uchta guruhga: suvda eriydigan, yog'larda eriydigan vitaminlarga, vitaminsimon moddalarga bo'linadi.

**Suvda eriydigan vitaminlarga** quyidagilar kiradi: 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, C vitamini, P vitamini.

Yog'da eriydigan vitaminlarga quyidagilar kiradi: A vitamini, D vitamini, E vitamini, K vitamini kiradi.<sup>42</sup>

### 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.

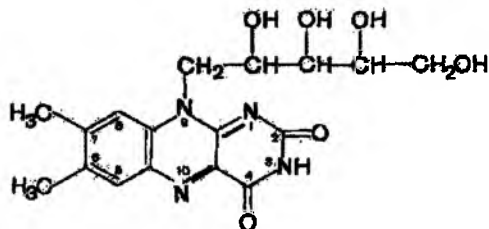


B<sub>1</sub> vitamini - avitaminozi beri-beri yoki polinevrit kasalligiga paydo qiladi. B<sub>1</sub> vitaminni etishmasligi uglevodlarning almashinuvini buzilishiga olib keladi.<sup>43</sup> Vitamin B<sub>1</sub> piruvat dekarboksilazaning kofermenti hisoblanadi. Bu vitamin ko'p miqdorda tuxum, go'sht, no'xatlarda uchraydi. Organizmning sutkali ehtiyoji 1-3 mg.

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

<sup>42</sup> Richard A Harvey., Denise R Ferrier . Biochemistry. Lippincott Williams and Wilkins. China. 2011. p- 373-374

<sup>43</sup> Lehninger "Principles of Biochemistry", 2008 y, p-214



riboflavin

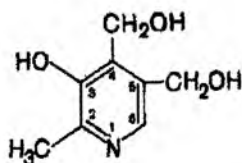
Bu vitaminning avitaminoz holati og'iz bo'shlig'ining shilliq qavatining shamollashi, ko'rish qobiliyatining buzilishi, kam qonlik kasalliklariga olib keladi.<sup>44</sup>

Riboflavin flavinli fermentlarining kofermentidir.

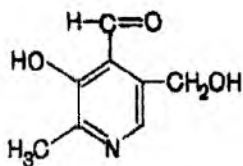
Odam bu vitaminning 65-70% sutli, go'shtli va non mahsulotlari, 30-35% sabzavot va mevali mahsulotlar orqali oladi. Sutkali ehtiyoj - 2 mg.

**Vitamin  $V_6$**  (piridoksin).  $B_6$  vitaminini oziq-ovqatlarda etishmasligi 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 aminotransferaza fermentlarining kofermentidir. Shuningdek, bu vitaminlar aminokislotalar dekarboksillanishida ishtirok etadigan dekarboksilazaning kofermentidir.

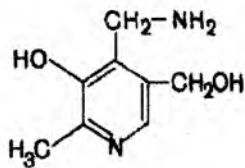
Vitaminlik xususiyatiga ega bo'lgan birikmalari: piridoksin, piridoksal va piridoksamin.



Piridoksin



Piridoksal



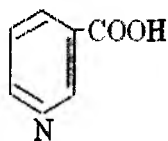
Pirididoksiamin

$B_6$  vitamini asosan go'sht, baliq, don mahsulotlarida uchraydi. Katta yoshdagi odamlarda bu vitamanga ehtiyoj 2 mg. dir.<sup>45</sup>

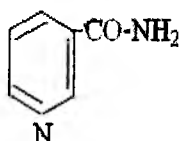
<sup>44</sup> Lehninger "Principles of Biochemistry", 2008 y, p-215

<sup>45</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 (nikotinamidadenindinukleotid) va NADF (nikotinamidadenindinukleotidfosfat) tarkibiga kirib, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarni katalizlovchi dehidrogenaza fermentlarining kofermenti hisoblanadi. U piridinning hosilalaridir:



**nikotinat**



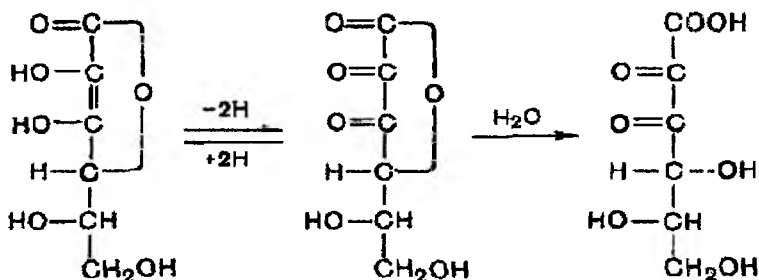
**nikotinamid**

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.

**Vitamin C** (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 vitaminga boy bo'lgan mahsulotlar etishmasa odam va ba'zi hayvonlarda singa (lavsha) kasalligi paydo bo'ladi. Milkalar 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.

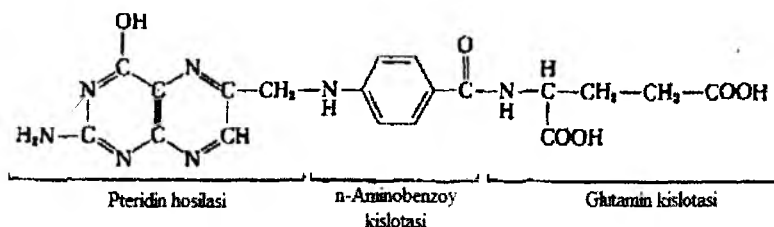


L- askorbat kislota

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

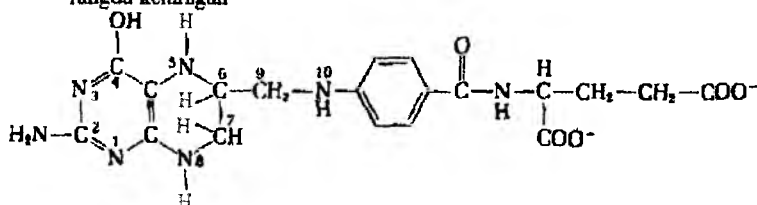
Folat kislota xosilalaridan - tetragidrofolat kislota va boshqalar biologik aktivlikka ega bo'lib, fermentativ reaksiyalarda kofermentlik funksiyasini bajaradi. Bir molekuladan ikkinchi molekulaga metil, metilen, metil formil guruhlarini ko'chirilishini katalizlaydi. Folat kislota organizmda etishmaganda,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

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

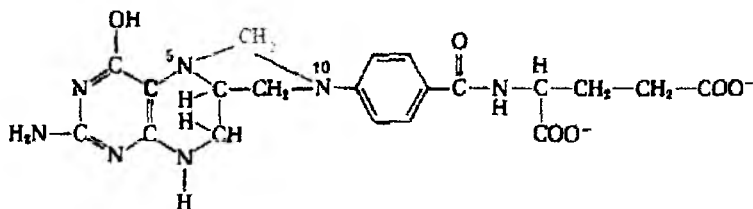


Tetragidrofolat. Folat kislotasining koferment shakli.

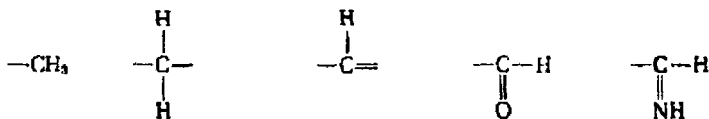
Vodorodning tortta qo'shimcha atomi qizil rangda keltirilgan



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



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



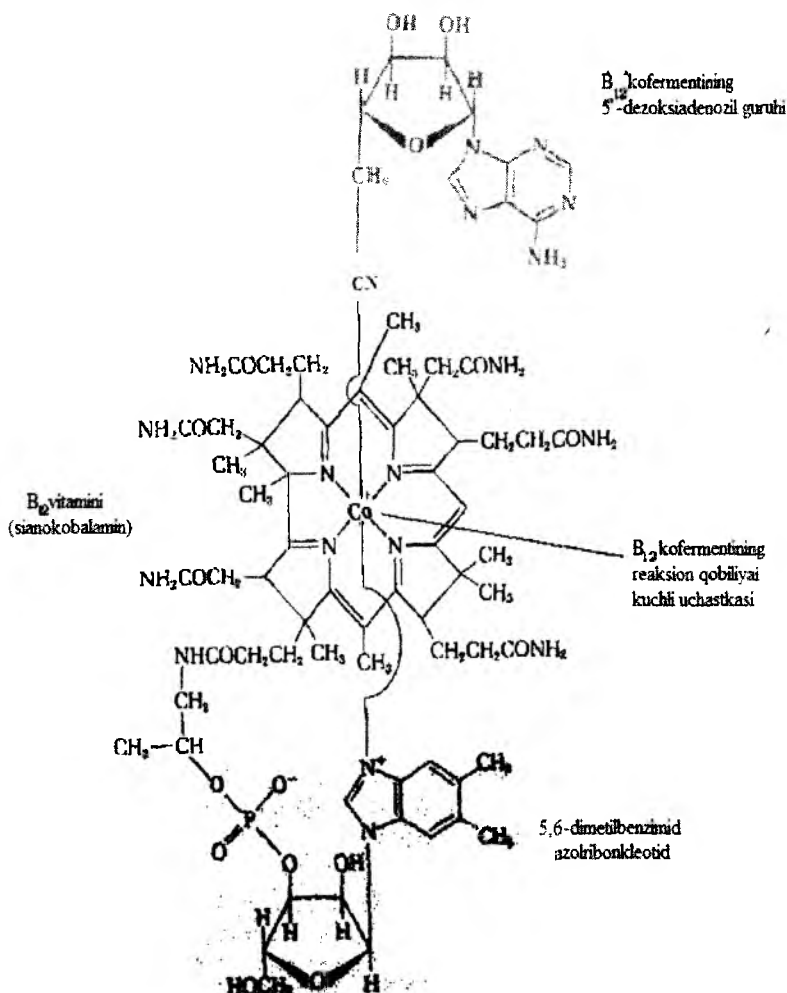
Metil guruhi    Metilen guruhi    Metinil guruhi    Formil guruhi    Forminin guruhi

### Rasm V.1.1. Folat kislotasining takibiy qismi

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

**Vitamin  $V_{12}$ . Antianemik vitamin. Kobamin.** 1948 y ilda E. Lester Smit (Angliya) va Edvard Rikss, Karl Falkers (AQSh) vitamin  $V_{12}$ ni kristal holda ajratib oldilar.

Vitamin  $V_{12}$  tuzilishi murakkab bo'lib, tarkibida organizm uchun zarur bo'lgan mikroelement kobaltni saqlaydi. Uning miqdori 4,5% yaqindir.<sup>46</sup>



**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 guruhi(rasmning yuqori qismida tasvirlangan)ga almashgan

<sup>46</sup> Lehninger "Principles of Biochemistry", 2008 y, p-688

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 strukturasi D. Xodjkin (1955 yil) aniqladi va bu kashfiyoti uchun Nobel mukafotiga (1964 yil) sazovor bo'ldi. Organizimning sutkali ehtiyoji 3 mkg dir.<sup>47</sup>

## V.2. Yog'da eriydigan vitaminlar

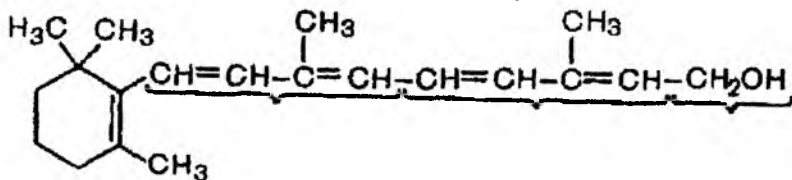
Yog'da eriydigan vitaminlarga A, D, E, K vitaminlar kiradi.

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

A vitaminning avitaminozida qorong'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.<sup>48</sup>

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



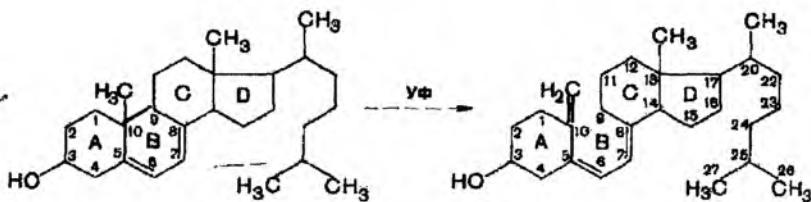
**A<sub>1</sub> (retinol) Vitamin**

**D Vitamin - (kalsiyferol).** 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. Bular 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.

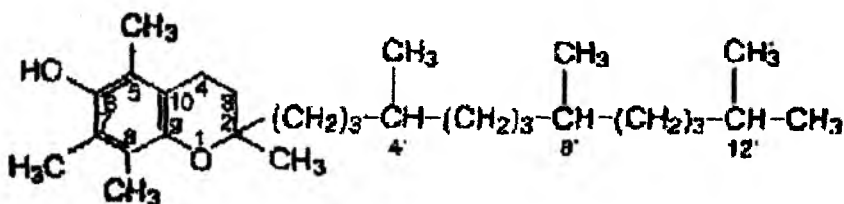
<sup>47</sup> Lehninger "Principles of Biochemistry", 2008 y, p-688

<sup>48</sup> Lehninger "Principles of Biochemistry", 2008 y, p-360



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

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



### α - tokoferol

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 vitamininga bir sutkali ehtiyoji 5 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 vitamin* - filloxinonlar. K vitaminni qonni ivishini boshqarib turadi.<sup>49</sup> K guruhga mansub barcha birikmalar filloxinonlar deb ataladi. K<sub>1</sub>

<sup>49</sup> J.Koolman., K.H.Roehm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p364

Cc1cc(C(=O)c2ccc(cc2)C(=O)c3ccccc3)cc(C=C(C)CCCC(C)CCCC(C)CCCC(C)CC)c1

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

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 oqibatlariga 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 vitaminining biologik ahamiyati.
9. E vitaminining biokimyoviy ahamiyati.
10. Askorbin kislota qanday jarayonlarda ishtirok etadi?

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 almashinuvinining 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-vitamini 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

**Fermentlar** - oqsil tabiatiga ega biologik katalizatorlardir. Fermentlar enzimlar ham deb ataladi. Fermentlar tabiatdagi barcha tirik organizmlarda boradigan har xil reaksiyalarni ma'lum haroratda nihoyatda katta tezlikda katalizlaydi.

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

1. Fermentlar nihoyatda samarali ta'sir etish xususiyatiga ega. Optimal sharoitda (ya'ni past haroratda, 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 boshlandi. 1836-

yilda Shvann tomonidan oshqozon shirasi tarkibida go'sht oqsillarini parchalovchi ferment pepsin borligini aniqlandi. 1814 yili K.S.Kirxgof unayotgan arpa donidan ajratib olingan shira kraxmalni shakargacha parchalash xususiyatiga ega ekanligini birinchi bo'lib aniqlagan va bu kashfiyoti bilan fermentlar haqidagi fanga asos solgan. 1926 yili Samner birinchi bo'lib ureaza fermentini kristall holda ajratib olgan va uni oqsil tabiatga ega ekanligini aniqladi.

Hozirgi vaqtda 3000 ga yaqin turli fermentlar aniqlangan va 300 ga yaqini kristall holda ajratib olingan.

Fermentlar ta'sir etayotgan substratga -aza qo'shimchasi qo'shib o'qilishi bilan nomlanadi. Masalan: saxarozani parchalovchi ferment saxaraza, lipidni parchalovchi ferment lipaza deb nomlanadi.

### **VI.1. Fermentlarning tuzilishi va ta'sir etish mexanizmi**

Fermentlar tuzilishiga ko'ra ikkita guruhga bo'linadi.

1. Oddiy oqsillardan, ya'ni faqat  $\alpha$ -aminokislotalardan tashkil topgan fermentlar bir komponentli fermentlar deb ataladi.

2. Agar fermentlar murakkab oqsillardan tashkil topgan bo'lsa, ya'ni ularning tarkibida aminokislotalardan tashqari, boshqa birikmalar uchrasa, ularni *ikki komponentli fermentlar* deb ataladi. Uning oqsil qismini apoferment, oqsil emas qismini koferment deb ataladi.<sup>50</sup>

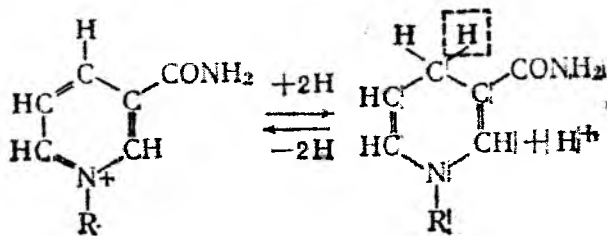
**Kofermentlar** - fermentativ reaksiyalarda bevosita ishtirok etadi. Kofermentlar-vitaminli va vitamin bo'lmagan kofermentlarga bo'linadi.

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 hako-zolar. Masalan: nikotinamidli kofermentlarning ( $NAD^+$ ,  $NADH$ ) katalitik faol guruh sifatida tarkibidagi nikotinamid guruhi ishtirok etadi. Reaksiya mexanizmini quyidagicha ifodalash mumkin:

---

<sup>50</sup> Lehninger "Principles of Biochemistry", 2008 y, p-195



oksidlangan shakli

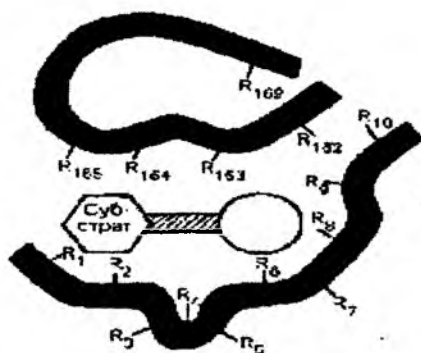
qaytarilgan shakli

**Fermentlarning faol markazi.** Fermentativ reaksiyalarda ishtirok etadigan subtrat molekulari ularni katalizlovchi ferment molekulariga nisbatan birmuncha kichik bo'lganligi sababli ferment bilan substratning o'zaro ta'sirida ferment molekularining hamma qismi emas, balki faol markaz deb ataladigan ma'lum qismigina ishtirok etadi. Demak, faol markaz bu ferment molekularining substratni biriktiruvchi qismidir. Fermentlarning katalitik faolligi va spetsifligi ham shu faol markazga bog'liq bo'ladi. Bir komponentli fermentlarning faol markazi sifatida ularning molekulasini tashkil qiluvchi polipeptid zanjirlarining yon radikallaridagi aminokislotalarning funksional guruhlar va polipeptid zanjirlardagi ba'zi bir aminokislotalar tarkibidagi funksional guruhlar ya'ni tsisteinning -SH guruhi, serinning -OH guruhi, dikarbon aminokislotalarning karboksil guruhlar, lizinning amino guruhi, triptofanning indol guruhlar 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.<sup>51</sup>

Fermentlarning faol markazi ular molekulasining juda kam qismini tashkil qiladi.

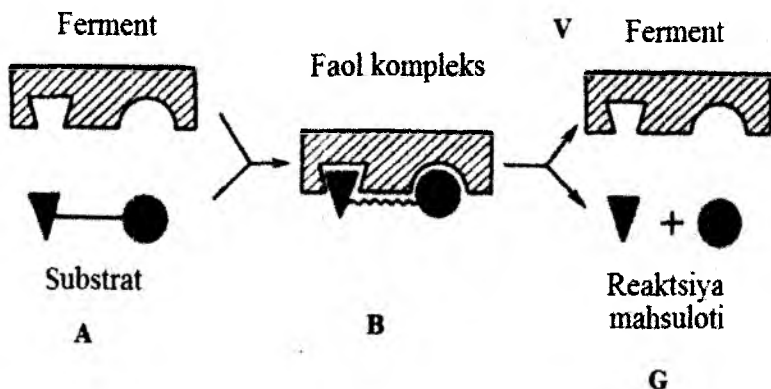
Ferment faol markazining sxema shaklidagi ko'rinishi

<sup>51</sup> Richard A Harvey., Denise R Ferrier . Biochemistry. Lippincott Wiliams and Wilkins. China. 2011. p-54 -55



**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 raqamli (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.

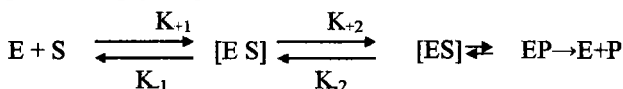


**Rasm VI.1.2. Fermentlarning ta'sir etish mexanizmi.**

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'gan mahsulotning ajralib chiqishi va fermentning o'z holatiga qaytishi (Spirin bo'yicha)

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

Ferment - substrat kompleksining hosil bo'lishi va o'zgarishi uch bosqichdan iborat. Fermentativ reaksiyaning birinchi bosqichida substrat molekulalari 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:



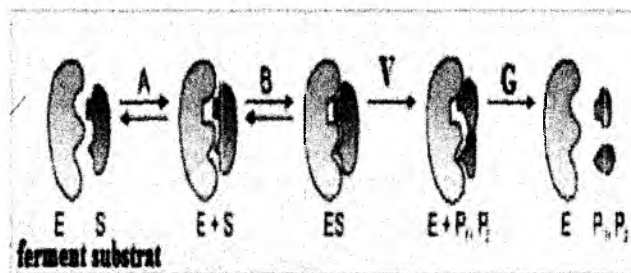
**bu erda E-ferment; S-substrat; ES- ferment-substrat kompleksi; R-hosil bo'lgan mahsulot; K-reaksiya tezligining konstantasi**

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 molekulalari o'zgarishining ikkinchi bosqichi kovalent bog'larning uzilishi va bog'lanishi bilan boradi. Ferment katalizlayotgan reaksiyaning tezligi bir necha barobar ortib ketadi.<sup>52</sup>

Ferment-substrat kompleksi [ES] hosil bo'lishi juda tez borishi tufayli u har doim E va S bilan muvozanatda bo'ladi. Uchinchi bosqichda ferment mahsulot kompleksi hosil bo'lsa, yakuniy bosqichda esa ferment mahsulot [ES]kompleksidan ferment va mahsulot alohida bo'lib ajraladi.

<sup>52</sup> Richard A Harvey., Denise R Ferrier . Biochemistry. Lippincott Williams and Wilkins. China. 2011.p-54  
-55



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

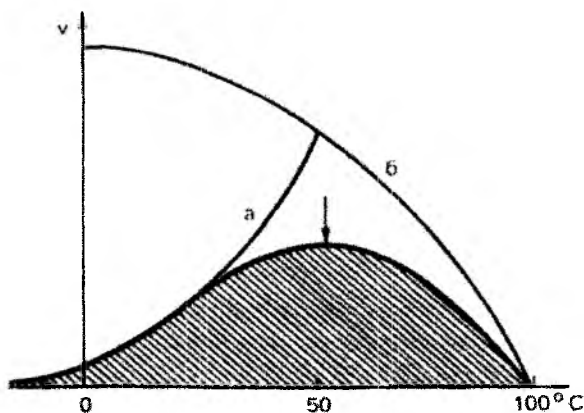
B- ferment-substrat kompleksi hosil bo'ladi; V – reaksiya mahsulotlari hosil bo'ladi; G – reaksiya mahsulotlari ajralib chiqadi va ferment erkin holga o'tadi

Shunday qilib, fermentativ reaksiyaning tezligi tashqi sharoitlarga (harorat, pH muhit, va hakovazolarga) 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 termolabilligi, spetsifikligi, muhit pHining o'zgarishiga nisbatan sezuvchanligi, aktivator va ingibitorlarning ta'siriga sezuvchanligi, aktivator va ingibitorlarning ta'siriga moyilligi kiradi.

**1. Fermentlarning termolabilligi.** 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 xossalarni 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.

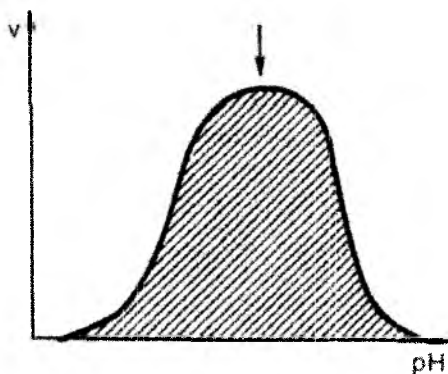


**Rasm VI.2.1.1. Fermentativ reaksiya tezligining haroratga bog'liqligini grafigi.**

a – reaksiya tezligining haroratga bog'liq holda ortishi; b – ferment-oqsil denaturatsiyasiga bogliq holda haroratning pasayishi; strelka optimal haroratni ko'rsatadi

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

**2. Fermentlar faolligiga muhit pHning ta'siri.** Fermentlar muhit pHning o'zgarishiga juda ham sezgirdir, ya'ni har bir ferment muhit pHning ma'lum qiymatida maksimal faollikka ega bo'ladi. Bu qiymat pH optimumi deb ataladi.



**Rasm VI.2.2.1. Fermentativ reaksiya tezligining muhit pHga bog'liqligi (strelka pH optimumga yo'nalgan)**

Ko'p fermentlar neytral sharoitda yuqori darajada faol bo'ladi. Fermentlarning faolligi pH qiymatiga qarab keskin o'zgarib turadi. pHning optimal qiymati turli fermentlar uchun bir xil emas.

**Jadval VI.2.2.1.**

**Fermentlar faolligiga muhit pHning ta'siri**

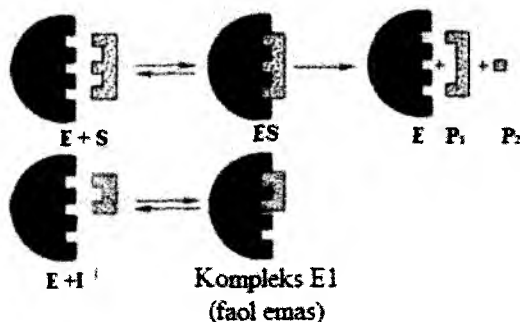
| <b>Ferment</b>           | <b>pH</b> | <b>Ferment</b>   | <b>pH</b>  |
|--------------------------|-----------|------------------|------------|
| Pepsin                   | 1,5 – 2,5 | Katalaza         | 6,8 – 7,0  |
| Katepsin B               | 4,5 – 5,0 | Ureaza           | 7,0 – 7,2  |
| So'lak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

Masalan: pHning 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 strukturasini buziladi.<sup>53</sup>

**3. Fermentlarning aktivatorlari va inhibitorlari.** Fermentlarning faolligiga harorat va pHdan tashqari, reaksiya muhitida ishtirok etayotgan bir qator kimyoviy moddalar ham ta'sir ko'rsatadi. Reaksiya muhitida ba'zi 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,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Zn}^{++}$  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.

<sup>53</sup> Lehninger "Principles of Biochemistry", 2008 y, p-207

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 tuzilishi jihatdagina raqobatli pasaytirish amalga oshiriladi.



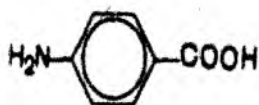
(faol bo'lmagan)

**Rasm.VI.2.3.1. Raqobatli ingibitorlarning ta'siri(V.L.Kretovich sxemasi do'yicha).**

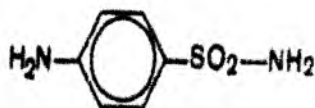
E-ferment; S-substrat;  $P_1$  va  $P_2$  reaksiya mahsulotlari; I-ingibitor

Demak, ingibitor faqat fermentning faol markazi uchun substrat bilan raqobatlashadi. Ferment faolligini raqobatli pasaytirish qaytar xarakterda bo'lib, substratning miqdori ko'p bo'lganda ferment - ingibitor kompleksidan ingibitorni siqib chiqarishi mumkin. Raqobatli fermentlarning faolligini pasaytirish metodi tibbiyotda keng qo'llanilmoqda. Masalan: bakteriyalar tomonidan yuqtirilgan turli xil yuqumli kasalliklarni davolashda sulfanilamidli preparatlar qo'llaniladi. Bu preparatlarning strukturasi paraaminobenzoy kislotasi strukturasi o'xshash bo'lib, bakteriya hujayralari undan folat kislotaning sintezida foydalanadi. Folat kislota bakteriyalarning asosiy tarkibiy qismi hisoblanadi. Sulfanilamidning strukturaviy o'xshashligi hisobiga ferment kompleksidan paraaminobenzoy kislotasini siqib chiqarib, ferment ta'sirini

to'sadi, natijada folat kislotani sintezlaydigan bakteriyalarning ko'payishi to'xtatiladi(tormozlanadi).

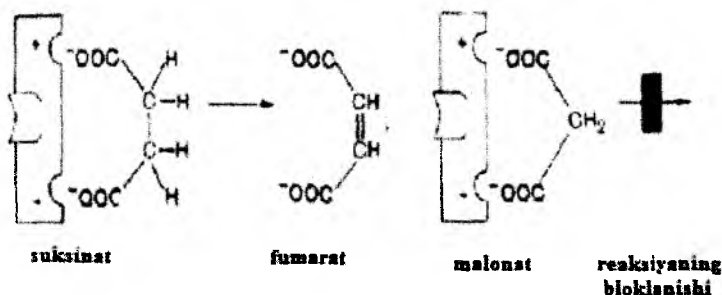


**n-aminobenzoy kislota**



**sulfanilamid**

Fermentativ reaksiyalar faolligini raqobatli pasaytirishga malonat kislotani misol qilib ko'rsatish mumkin(rasm VI.2.3.2). Bunda reaksiya quyidagicha boradi:

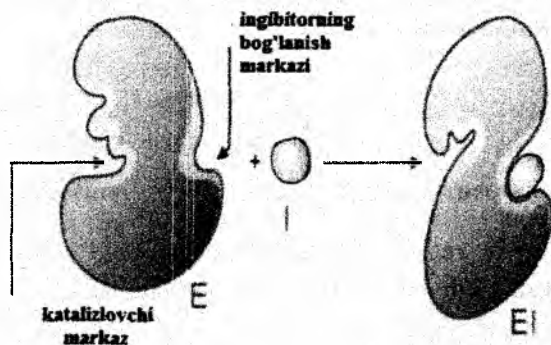


**Rasm.VI.2.3.2. Suksinatdegidrogenaza malonat kislotasi bilan raqobatli ingibirlanishi**

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) birikmayli. Shuning uchun fermentning faolliyini pasaytirish darajasi substrat konsentratsiyasiga bog'liq bo'lmaydi(rasm VI.2.3.3). Raqobatsiz ingibitorlar fermentativ reaksiyalar uchun zarur bo'lgan faol guruhlarning substratga nisbatan tutgan o'rnini buzadi va oqsil molekulasini deformatsiyaga uchratish yo'li bilan fermentativ faollikni pasaytiradi.<sup>54</sup>

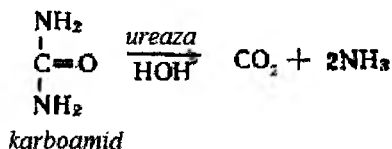
<sup>54</sup> I chninger "Principles of Biochemistry", 2008 y, p-210



**Rasm.VI.2.3.3. Raqobatsiz qaytar ingibirlanish**

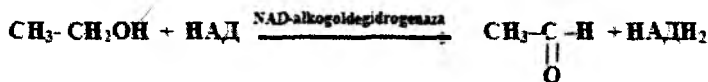
**Fermentlarning spetsifikligi.** Fermentlar tirik organizmlarda boradigan biokimyoviy reaksiyalarni katalizlaydi, ya'ni ularning biokimyoviy faoliyatini boshqarib turadi. Fermentlar anorganik katalizatorlardan farq qilib, spetsifik ta'sir qilish xususiyatiga ega. Bu spetsifiklik xususiyati tirik organizmlarga 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.



**Absolyut guruhviy 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 guruhviy spetsifiklik.** Bunday spetsifiklikka ega bo'lgan fermentlar substrat strukturasi bafarq bo'lib, faqat ular tarkibidagi kimyoviy bog'lar xiliga qarab o'z ta'sirini ko'rsatadi. Masalan, pepsin, tripsin oqsil molekulasidagi 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 reaksiya 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 Halqaro biokimyoy 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 sonidan 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. Gidrolazalar
4. Liazalar
5. Izomerazalar
6. Ligazalar (sintetazalar)

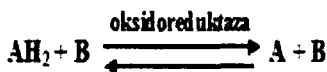
Har bir asosiy sinf o'z navbatida bir necha kichik sinfga bo'linadi. Shifrdagi ikkinchi son ana shu kichik sinflarni ifodalaydi. Bu kichik sinf oksidoreduktazalarning donorlardagi oksidlanuvchi guruhni (2-aldegid yoki keton guruh va hokazo); transferazalarda esa ko'chiriluvchi guruhni; gidrolazalarda 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 akseptorning turini ifodalaydi. Shifrdagi 3 ta son fermentning qaysi turga mansubligini ko'rsatadi. Masalan, 1,2-3-donor aldegid yoki keton bo'lgan va akseptori 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 ifodalaydi.

**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) akseptorga biriktirish bilan boradi. Donorni A harfi bilan, akseptorni B harfi bilan ifodalansa, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari umumiy ko'rinishi quyidagicha bo'ladi:



AH-vodorod donori,

B-vodorod akseptori

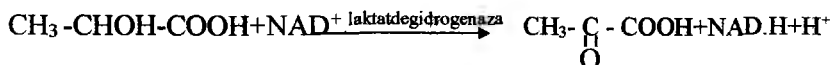
Oksidoreduktazalarga degidrogenazalar, oksidazalar, sitoxromreduktazalar va peroksidazalar kiradi. Ular tarkibidagi spetsifik kofermentlar va prostetik guruhlar bilan bir-biridan farq qiladi. Oksidoreduktazalar ikki guruhga bo'linadi.

a) aerobli degidrogenazalar: ular vodorod atomlari yoki elektronlarni bevosita kislorod atomiga uzatadi.



Aerobli degidrogenazalarga oksidazalar kiradi.

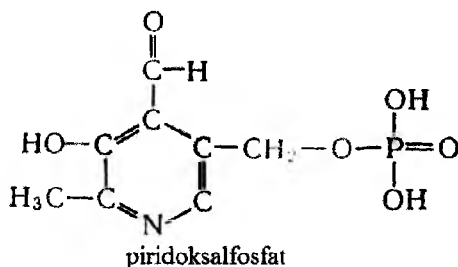
b) anaerobli degidrogenazalar: ular vodorod atomlarini yoki elektronlarni molekulyar kislorodga uzatmay, balki boshqa oraliq akseptorlarga beradi. Tarkibidagi kofermentlar saqlashiga ko'ra, nikotinamidli va flavinli degidrogenazalar bo'lish mumkin.



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

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

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



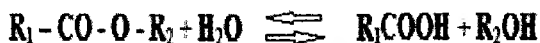
Shuningdek, metiltransferazalar metil guruhlarni (-CH<sub>3</sub>) ko'chiradi; kreatinkinaza kreatinfosfat hosil bo'lishini katalizlaydi, geksokinaza geksoza molekulasiga fosfat guruhini ko'chirishni katalizlaydi.

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

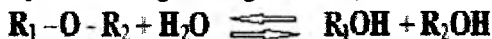


Gidrolaza bir necha guruhlarga bo'linadi: esterazalar, glikozidazalar, peptidazalar, polifosfatazalar.

Esterazalar - efir bog'larini gidrolizlaydi:

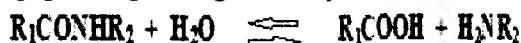


Glikozidazalar - glikozid bog'larni gidrolizlaydi.



Bunda R<sub>1</sub> – mono, di yoki polisaxaridlar; R<sub>2</sub> – ham mono, di yoki polisaxarid yoki spirt yoki fenol guruhni tutuvchi uglevod tabiatiga ega bo'lmagan modda(masalan, glikozidlardagi *aglikonlar*)

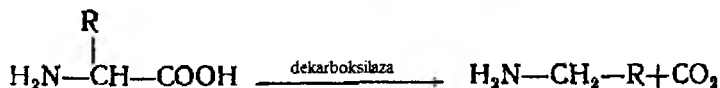
Peptidazalar - peptid bog'larni gidrolizlaydi.



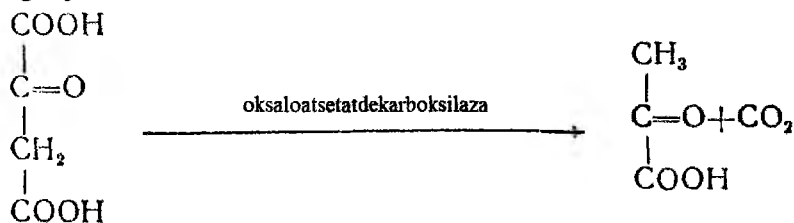
Bu yerda  $R_1$  va  $R_2$ —di yoki polipeptid zahirlaridagi aminokislotalar. Polifosfatazalar - fosfoangidrid bog'larni gidrolizlaydi.

**Lilazalar**-Substratdan suv ishtirokisiz ma'lum guruhlarning ajralishini katalizlaydi. Bu fermentlarning faoliyati tufayli 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:

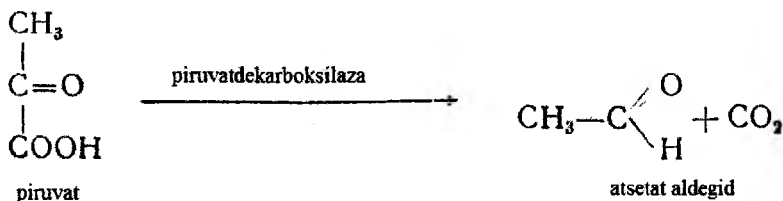


Ketokislotalarning dekarboksillanish reaksiyasi natijasida tegishli aldegid yoki ketonlar hosil bo'ladi.



oksalotsetat kislota

piruvat kislota



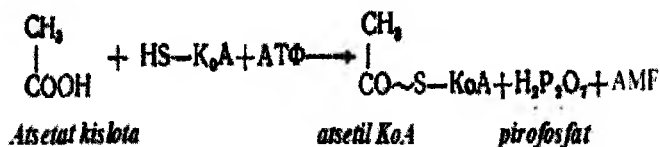
piruvat

atsetat aldegid

**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. Masalan: mutazalar, tatomerazalar, ratsemazalar, epimerazalar, izomerazalar va hokazolar.

**Ligazalar** (sintetazalar). Adenozintrifosfat va nukleozidtrifosfatlarning parchalanish energiyasi hisobiga sintez reaksiyalarini ligaza fermentlari katalizlaydi. Bu sinfga misol qilib atsil - K<sub>0</sub>A - sintetaza, piruvatkarboksilaza va boshqalarni olish mumkin.

Atsil - K<sub>0</sub>A - sintetaza atsetat kislotaning faol holdagi atsetil - K<sub>0</sub>A ga aylanishini katalizlaydi:



**Fermentlarning hujayrada joylashishi.** Fermentlar barcha ho'jayralarda, biologik suyuqliklar (o'simliklar shiralari, oshqozon-ichak shiralari, qon, limfa, orqa miya suyuqligi, siydik va boshqalar)da doimo mavjud. Fermentlar 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.

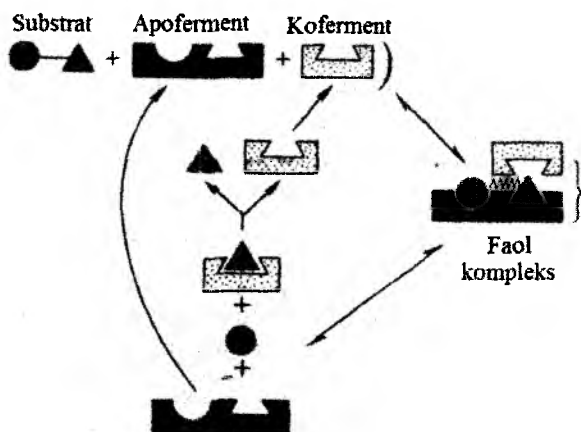
Barcha hujayralar uchun umumiy bo'lgan jarayonlarda ishtirok etadigan fermentlarni har xil hujayralarda uchratish mumkin. Ammo ixtisoslashgan hujayralarda faqat shu hujayralarning funksiyasi bilan bog'liq bo'lgan fermentlar uchraydi. Hujayralarning har bir struktura kmponentida uning funksiyasi bilan 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 ATF hosil bo'lishi bilan bog'liq bo'lgan fermentlar joylashgan.

#### VI.4. Kofermentlarning tuzilishi va klassifikatsiyasi

Kofermentlar ikki komponentli fermentlarning faol markazlari hisoblanadi.

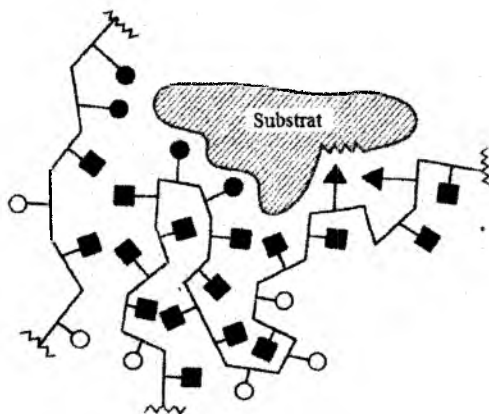
Hozirgi vaqtda aniqlangan 3000 ga yaqin fermentlardan 800 tasi o'zlarining katalitik funksiyalarini oqsil tabiatga ega bo'lmagan kofermentlar orqali amalga oshiradilar.

Kofermentlar reaksiyalarda bevosita ishtirok etadi. Kofermentlar fermentativ reaksiyalarda faol markaz qismi sifatida ishtirok etadi. Faol markaz bu ferment molekulasining substratni biritiruvchi qismidir(rasm VI.4.1). Fermentlarning katalitik faolligi va spetsifikligi ham shu faol markazga bogliqdir. Bunday fermentlar qatoriga ko'pchilik oksiredoreduktazalar va transferazalar, barcha ligazalar, shuningdek bir qator izomerazalar kiradi.



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

Kofermentlarning kimyoviy tabiati turlichadir. Kofermentlar kichik molekulyar massaga ega bo'lgan organik moddalardir. Kofermentlar turli xil funksiyalarni bajaradi. Masalan oksidlanish - qaytarilish reaksiyalarida koferment sifatida lipoat kislota, glutation va temirporfirinlar, fosfolipidlarning biosintezida tsitidindifosfat-xolin va hakazo. Bundan tashqari ko'pgina vitaminlar kofermentlar funksiyasini bajaradi.



**Rasm VI.4.2. Ferment substrat o'rtasidagi kovalent bo'lmagan bog'ning hosil bo'lish sxemasi**

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

1. Vodorod va elektron tashuvchi kofermentlar – bu guruhga oksidoreduktaza sinfiga ta'luqli 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 (NADF) | 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 guruhlarni ko'chirish                       | Elektronlar     |
| Tiaminpirofosfat        | Atsil guruhlarni 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                                |                 |

- Guruhlarni ko'chiruvchi kofermentlar – transferazalar sinfi bilan bog'liq bo'lgan adenzintrifosfat, uglevodlarning fosfatli efirlari, atsetillash (atsillash) kofermenti, tetrogidrofolat kislota hamda peridoksal kiradi;
- 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 VI.4.1-jadvalda ayrim kofermentlar va ularning asosiy funksiyalari keltirilgan.

### Sinov savollari

- Fermentlar haqida umumiy tushuncha.
- Anorganik katalizatorlardan biologik katalizatorlarning farqi.
- Fermentlarning tuzilishi.
- Bir va ikki komponentli fermentlar.
- Fermentlarning aktiv markazlari.
- Kofermentlar va ularning funksiyalari.
- Fermentlarning aktivligiga haroratning ta'siri.
- 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) oksidorektazalar
  - B) transferazalar

- V) izomerazalar
  - G) ligzalar
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) oksidoredaktazalar
  - B) gidrolazalar
  - V) izomerazalar
9. Kraxmalni quyidagi qaysi ferment parchalaydi?
- A) amilaza
  - B) katalaza
  - V) saxaroza
  - G) maltaza
10. ATF 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

Gormonlar vitaminlar bilan bir qatorda biologik faol organik moddalar jumlasiga kiradi. Gormonlar endokrin bezlar yoki ichki sekretiya bezlarida ishlanib chiqiladi. 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'lagingining gormon ishlab chiqaradigan hujayralariga etib borib, ularni gormonal sekretiya-sini ayrim-ayrim holda tezlashtiradi yoki sekinlashtiradi. Gormon sekretiya-si 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.<sup>55</sup>

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.

---

<sup>55</sup> J.Koolman., K.H.Roehm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-370

## VII.1. Gormonlar klassifikatsiyasi

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

1. Oqsil –peptid tabiatli gormonlar: folikulastimullovchi gormon (FSG), lyutennirlovchi gormon (LG), tireotrop gormon (TTG), insulin, paratireoid gormon (PTG), kortikotropin (AKTG), glyukagon, kaltsitonin, somatostatin, vazopressin, oksitotsin va boshqalar.

2. Aminokislotalarning 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 a'zo va to'qimalarga tanlab ta'sir etadilar, masalan, jinsiy gormonlar jinsiy bezlarga, insulin jigar, diafragmaga, tiroksin gipofiz old bo'lagi hujalariga va muskullarga, paratgormon buyrak kanalchalariga, suyaklarga ta'sir qiladi. Bu to'qimalar gormonlar uchun nishon deb ataladi. Nishon to'qimalarga etib borgan gormon hujayra metabolizmini idora qilishi uchun avvalo hujayra membranasi orqali uning ichidagi metabolik reaksiyalarni boshqaruvchi mexanizimlarga bog'lanishi kerak.

Bir guruh gormonlar, asosan, steroidlar, hujayra membranasida tanlanib, uning lipid qavati orqali hujayra ichiga kiradilar va u erda maxsus molekularga birikadilar. Ikkinchi guruh gormonlar, asosan, oqsil-peptid tabiatiga ega bo'lganlari - katexolaminlar, hujayra ichiga kirmay plazmatik membranada joylashgan spetsifik retseptor bilan bog'lanadi. Gormon bilan retseptor bog'lanishida hosil bo'lgan kompleks gormon hujayra ichiga kirmasa ham uning oxirgi effektlarini amalga oshirilishini ta'minlaydigan biokimyoviy reaksiyalarni boshlab beradi. Shunday qilib, gormon-retseptor aloqalari gormon ta'sir mexanizmidagi boshlang'ich reaksiya, u bir guruh gormonlar uchun plazmatik membrana sathida, boshqalari uchun hujayra ichida joylashgan retseptorlarda amalga oshadi.<sup>56</sup>

<sup>56</sup> J.Koolman., K.H.Roehm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-372

## VII.2. Peptid tabiatli gormonlar

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. Peptid tabiatli gormonlar adenogipofizning tropgormonlari deb ham nomlanadi. Uning gormonlari umumiy qon oqimiga chiqarilmaydi, bevosita yaqin joylashgan gipofizga portal (darvoza) kapilyarlari orqali etkaziladi. Rilizing omillari kimyoviy tabiatiga ko'ra peptidlardir. Ma'lum bo'lgan rilizing omillaridan 7 tasi gipofiz gormonlari sekretsiasini stimullaydi (kortikoliberin, tiroliberin, somatoliberin, folliiberin, prolaktoliberin, melanoliberin) va 3 tasi (prolaktostatin, milanostatin, somatostatin) gipofiz bezi sekretsiasini tormozlaydi.

Bu gormonlar 3-15 tagacha aminokislota qoldig'laridan tashkil topgan kalta peptidlardir. Bu gormonlar gipototalamusning 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 sekretiya bezlarining faoliyatini idora qilib turadi. Gipofizning uchta bo'lagi ham oqsil-peptid gormonlari ishlab chiqaradi. Gipofiz bezining oldingi bo'lagi gormonlari o'sish va rivojlanishga ta'sir ko'rsatib organizmda metabolizm va endokrin funksiyalarini nazorat qilib turadi, gipofizning orqa bo'lagi gormonlari – diurezni, tomirlarning qisqarishini idora etadi, silliq muskullarni qisqarishini stimullaydi, gipofizning o'rta

bo'lagi gormonlari – pigment granullalarining taqsimlanishini nazorat qiladi.

## VII.2.1-jadval.

### Gipofiz gormonlari

| Gormon                                                                      | Molekulya<br>r massasi | Kasallik yoki uning belgilari                                                       |                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
|                                                                             |                        | Ortib ketganda                                                                      | yetishmagan<br>da                                                      |
| Gipofiz old bo'lagi gormonlari                                              |                        |                                                                                     |                                                                        |
| Somatotrop<br>gormon,<br>STG<br>Somatotropin,<br>o'sish gormoni             | 21500                  | Gigantizm (ortiqcha<br>o'sib ketish),<br>akromegaliya(nomutano<br>sib o'sib ketish) | Pakanalik,<br>past bo'ylik                                             |
| Adenokortikotrop<br>gormon,<br>AKTG<br>Kortikotropin                        | 4500                   | Itsengo-Kushing<br>sindromi                                                         | Buyrak usti<br>bezi po'st<br>qavatining<br>ikkilamchi<br>yetishmasligi |
| Tireotropik<br>gormon,<br>Tireoidstimullovchi<br>gormon, TSG<br>Tireotropin | 28000                  | Giperterioz                                                                         | Ikkilamchi<br>gipoterioz                                               |
| Prolaktin,<br>laktogen gormon,<br>LG                                        | 23500                  | Amenoriya; bepushtlik,<br>galaktoreya                                               | Sut<br>bo'lmasligi                                                     |
| Follikulstimullovchi<br>gormon, FSG                                         | 34000                  | Barvaqt balog'atga<br>yetish                                                        | Jinsiy<br>bezlarning<br>ikkilamchi<br>gipofunksiyasi                   |
| Lyuteinirlovchi<br>gormon, lyutropin<br>Linotropin                          | 28500                  | Barvaqt balog'atga<br>yetish                                                        | Semirish                                                               |
|                                                                             | 11800                  | Oriqlab ketish                                                                      |                                                                        |
| Gipofiz orqa bo'lagi gormonlari                                             |                        |                                                                                     |                                                                        |
| Vazopressin                                                                 | 1070                   | -                                                                                   | Qandsiz<br>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 tri-yodtironin molekullariga aylanishini, tireoglobulin gidrolizlanib, erkin gormonlarning hosil bo'lishini va uni qonga ajratib chiqarilishini tezlashtiradi.

5) ***Gonodotrop gormonlar.*** Follikulalarni stimullovi gormon(FSG) va lyuteinlovchi gormon. Follikulalarni stimullovi 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 stimullovchi 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.3. Aminokislota hosilasi gormonlari**

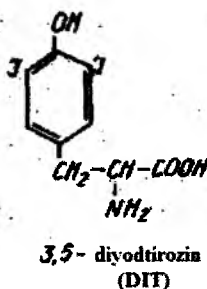
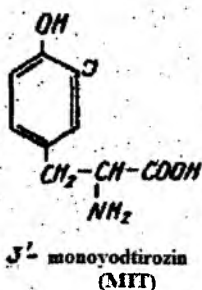
***Qalqonsimon bez gormoni.*** Qalqonsimon bez eng muhim endokrin bezlarining biridir. Uning asosiy funksiyalari o'sish – rivojlanish va moddalar almashinuvini boshqarishga kuchli ta'sir ko'rsatadi.

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.

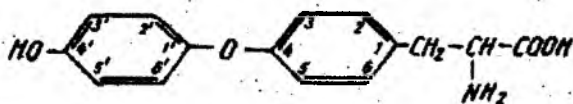
Bez giperfunksiyasida bez ortiqcha miqdorda gormon ishlab chiqarib Bazedov kasalligi shaklida nomoyon bo'ladi. Bezlarda moddalar almashinuvi keskin zo'rayib ketadi. Qalqonsimon bez gormonlari moddalar almashuvining hamma turlariga ta'sir ko'rsatadi. Bulardan eng muhimlari quydagilar: qalqonsimon bez gormoni kislorodning yutilishi va karbonat angidridning ajratilishi kuchaytiradi, asosiy almashinuv tezligini o'rttiradi, oqsillar almashinuvini tezlashtiradi, qonda xolesterin va umumiy

lipidlar miqdorini kamaytiradi, siydikda kreatin ajralishini orttiradi, qonda kaltsiy va fosfor miqdorini ko'paytiradi. Qalqonsimon bez follikularida 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.

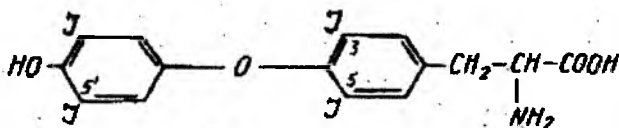


Qalqonsimon bez gormonlari tironin strukturasi ega va tarkibida 3 yoki 4 atom yod tutadigan aminokislotalardir:



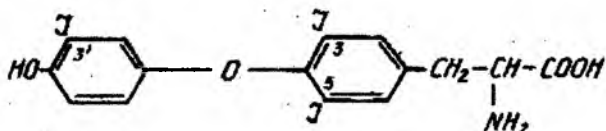
Tironin

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



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 kontsentratsiyasini 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 kontsentratsiyasining 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 sAMF 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.

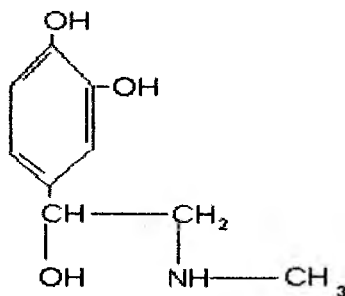
Insulinning biologik roli glikogenning biosintezi uchun sharoit yaratishdan iboratdir. Birinchidan insulin glyukokinaza fermentining faolligini oshiradi, ya'ni ATF ishtirokida glyukoza -6- fosfat hosil bo'lishini katalizlaydi. Ikkinchidan glikogenning biosintezi tezlashtiradi. Uchinchidan glikogensintetazaning 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 funktsiyasini 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>57</sup>

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

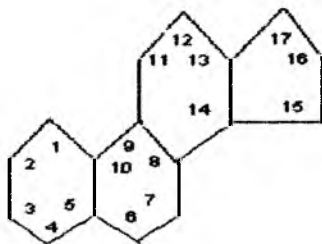
#### VII.4. Steroid gormonlar

*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:

koptokcha (tashqi), tuguncha va turli (ichki) zonalardan 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.

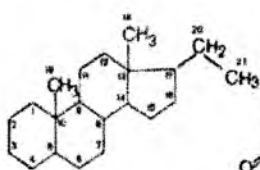


<sup>57</sup> J Koolman, K.H.Roehm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-376

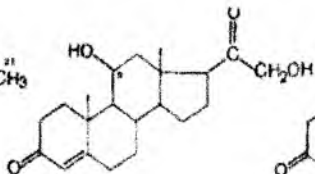
Birinchi bo'lib, buyrak usti miya qavatidan kortikosteronlar so'ngra boshqa gormonlarni ajratib olingan.

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

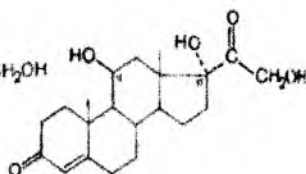
Buyrak usti bezining funksiyasi pasayganda natriy, bikarbonatlar, xlor siydik bilan chiqib ketadi. Mineral kortikoidlar organizmda mineral – suv almashinuvini boshqarib turadi. Ularning vakillari – aldosteron, 11-dezoksikortikosteron, 18-oksi-dezoksikortikosteron. Ulardan eng faoli - aldosteron.



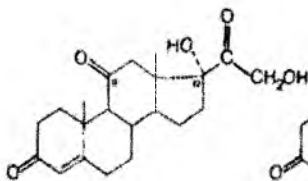
Pregnaa



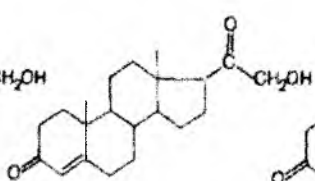
Kortikosteron



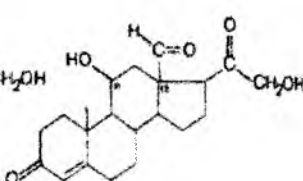
Gidrokortizon(kortizol)



Kortizon



Dezoksikortikosteron



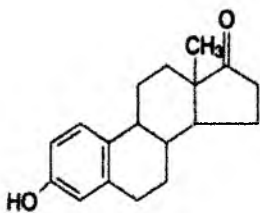
Aldosteron

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.

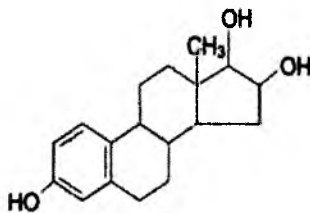
**Jinsiy gormonlar.** Jinsiy gormonlarni jinsiy bezlar: urug'donlar (Gonadalar) bilan tuxumdonlar ishlab chiqaradi. Ayollar jinsiy gormonlari - estrogenlar, asosan tuxumdon va sariq tanada ishlab chiqariladi. Bu ikki manbadan ishlab chiqariladigan gormonlarning organizmdagi funksiyasida ham farq bor. 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 bachadondagi siklik o'zgarishlarini idora qilib turadi.

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



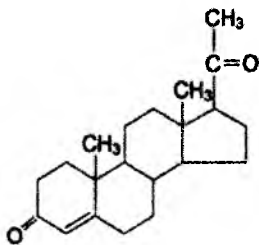
**Esteron**



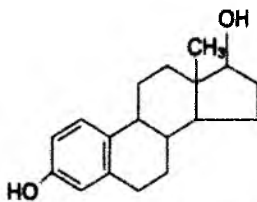
**Esterol**

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 minstrual siklining ikkinchi yarmida, ayniqsa, homiladorlik davrida ko'p miqdorda hosil bo'ladi. U follikula yetishayotgan davrda hosil bo'lib, urchigan tuxumning bachadonga yopishishni ba daslabki davrda rivojlanishi uchun ham zarur.<sup>58</sup>

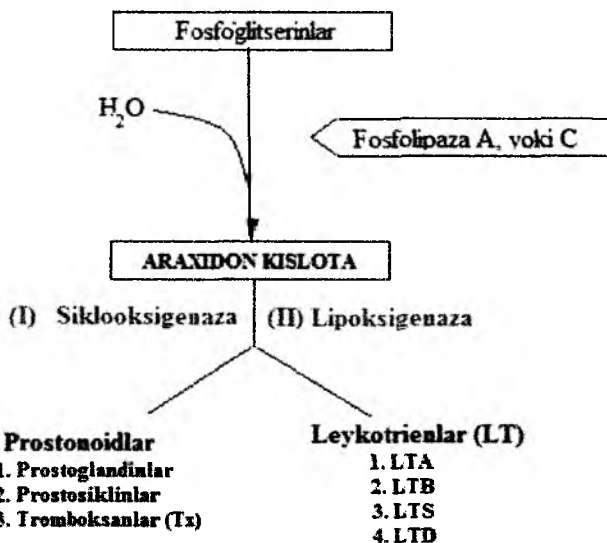
Erkak jinsiy gormonlari – androsteronning hosilalalaridir.

<sup>58</sup> J.Koolman., K.H.Roehm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-374

Androgen-testoteron asosan urug'donlarda sintezlanadi. Androgenlar erkaklarning ikkilamchi jinsiy belgilarning rivojlanishini ta'minlaydi.<sup>59</sup> Odamlarda jinsiy bezlarning atrofiyalanib ketishi organizmda oksidlanish jarayonlarining susayishiga va yog' zahiralarda yog' to'planishiga olib keladi.

## VII.5. 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.



### Rasm VII.5.1. Prostaglandinlar va leykotreinlarning hosil bo'lish sxemasi

Barcha prostoglandinlarning hosilalari yuksak to'yinmagan yog' kislotalar linolat va linolenat kislotalar, xususan ulardan hosil bo'ladigan

<sup>59</sup> J.Koolman, K.H.Roehm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-380

araxidonat kislota membrana fosfoglitserid(fosfolipid)laridan spetsifik fosforilazalar ta'sirida prostoglandinlar yoki leykotrienlar hosil qilish yo'li bo'yicha o'zgaradi.

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.

## VII. 6. O'simlik gormonlari

Ko'p hujayrali organizmlarning hayot faoliyati bir qator regulyator (boshqaruvchi) sistemalarning o'zaro munosabati natijasida boshqarilib turadi. Bu sistemaga hujayra, to'qima, organ va yaxlit organizmni boshqaruvchi regulyatorlar guruhi kiradi. Bunday murakkab boshqarish sistemasini o'zaro bir-biriga bog'lashda xuddi hayvonlardagidek, yuksak o'simliklarda ham, gormonlar xususiyatiga ega bo'lgan birikmalar muhim ahamiyatga ega bo'ladi. O'simliklarning butun hayoti, ya'ni urug'langan tuxum hujayraning rivojlanishidan to organizm qarishigacha bo'lgan barcha jarayonlar fitogormonlar ishtirokida borishi har tomonlama o'rganilgan.

Fitogormonlarga ya'ni o'stiruvchi moddalarga o'simliklarning o'sish jarayoni regulyatsiyasida ishtirok etadigan bir qator organik birikmalar kiradi. Bu birikmalarga xos bo'lgan asosiy xususiyatlar quyidagilardir. Birinchidan, fitogormonlar o'simliklarning yosh bargida, poya yoki ildizining o'suvchi qismlarida hosil bo'lib, ularning boshqa qismlariga,

ya'ni o'sish jarayonlari faol bo'lgan joylarga ko'chiriladi; ikkinchidan, fitogormonlar o'simliklarda haddan tashqari kam miqdorda hosil bo'ladi va juda past konsentratsiyada ta'sir ko'rsatadi; uchinchidan, fitogormonlarning ta'siri biron-bir kimyoviy jarayonni tezlatish bilan chegaralanmay, balki ular bir qator kimyoviy jarayonlarni boshqarishda ishtirok etadi.

Fitogormonlar o'simliklarda hujayralarning bo'linishi, to'qimalar differentsiyasi va embriogenez jarayonlarida faol ishtirok etadi. Ular o'simliklar hayot faoliyatidagi asosiy jarayon hisoblangan fermentlar hosil bo'lishi, nafas olish, fotosintez, ildizdan oziqlanish, moddalarning ko'chirilishi va to'planishi kabi jarayonlarga ta'sir etadi. O'simliklarning o'sishini boshqaruvchi hozirgacha ma'lum bo'lgan (regulyator) moddalar quyidagi guruhlarga bo'linadi:

Tabiiy fitogormonlar: auksinlar, gibberellinlar, tsitokininlar.

Tabiiy ingibitorlar: fenol birikmalar, etilen, abstsizinlar (dorminlar).

**Auksinlar.** O'simliklar poyasi va ildizining o'sayotgan uchki qismida hosil bo'lib, ularning o'sishini faollashtiradigan, asosan indol tabiatli bir guruh kimyoviy moddalar auksinlar deb ataladi.

Agar o'sayotgan poyaning uchki qismi kesib tashlansa, uning o'sishi birdaniga susayib ketishi, Shu kesib olingan qismi qaytadan o'z joyiga ulab qo'yilsa, o'sishi, tiklanishi aniqlangan. Bu tajribalarda o'simliklarning o'suvchi uchki qismida hujayralarning o'sishiga ta'sir qiladigan qandaydir moddalar hosil bo'ladi, degan xulosaga kelingan. Keyinchalik bu moddalar auksin deb atalgan. O'simliklarda keng tarqalgan auksin  $\beta$ -indolin -3-atsetat kislotadir (IAK). Bu birikma ko'pincha geteroauksin deb ham ataladi.

Geteroauksin o'simliklarning barcha qismlarida uchraydi. U o'simliklar poyasi va ildizining o'suvchi qismida hosil bo'lib, keyinchalik boshqa joylarga tarqalgan. Geteroauksin boshqa auksinlarga nisbatan yaxshi o'rganilgan bo'lib, ko'pincha o'simliklar tarkibida uchraydigan asosiy auksin hisoblanadi.

Auksinlar o'simliklarda bir qator muhim fiziologik jarayonlarga ta'sir qiladi. Ular ildiz metabolizmining faoliyatini tezlashtiradi, yonbosh kurtaklarning o'sishini to'xtatishda, boshqodosh o'simliklar koleoptilining

uzviyishi va egilishi jarayonida, mevalarni to'kilib ketishidan saqlashda va Shunga o'xshash boshqa xilma-xil jarayonlarda ishtirok etadi.

Auksinlarning o'simliklarga ko'rsatadigan ta'siri nuklein kislotalar, oqsillar va fermentlar, murakkab uglevodlar hosil bo'lishi bilan bog'liq. Ammo bunday bog'lanish xarakteri va sintezlanayotgan fermentlarning tabiati aniqlangan emas.

Hozirgi vaqtda geteroauksin qishloq xo'jaligida har xil o'simliklar qalamchasi ildiz olishini tezlashtirishda qo'llanilmoqda. U ayniqsa tsitrus o'simliklarda yaxshi natija bermoqda.

Keyingi yillarda geteroauksinga o'xshash biologik faollikka ega bo'lgan bir qator sintetik birikmalar topilgan bo'lib, ular ham o'simliklarning ildiz olishini tezlashtiradi. Bularndan eng muhimlari indolil moy kislota va naftilatsetat kislotaadir:

**Gibberellinlar.** Gibberellinlar tuzilishiga ko'ra bir-biriga juda yaqin bo'lgan, diterpenoid tabiatli tetrasiklik karbon kislotalardan iborat. Bu birikmalar ham xuddi auksinlar kabi, yuqori biologik faollikka ega bo'lib, o'simliklarning o'sishida favqullodda muhim ahamiyatga ega bo'lgan fitogormonlar hisoblanadi.

Gibberellinlarning kashf etilishi yapon olimlari Kurosava, Yabuta va Sumikilarning sholining "bakanaya" (Shum poyalar) kassalligini o'rganish yuzasidan olib borgan tadqiqotlari bilan bog'liq. Bu kassalikka uchragan sholi o'simliklarining bo'yi sog'lom o'simliklarnikiga qaraganda haddan tashqari uzayib ketadi. Bunday kasallikni sholi o'simliklarida parazit holda yashaydigan fuzarium zamburug'ining konidiya stadiyasida hosil bo'ladigan va gibberella deb ataladigan shakli hosil bo'ladi.

Kristall holdagi sof gibberellin birinchi marta fuzarium zamburug'idan ajratib olingan va unga gibberellin A deb nom berilgan. Keyinchalik ajratib olingan gibberellinlarning tegishli tartib nomeri bo'lib, gibberellin A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub> va hakoza belgilar bilan ifodalanadigan bo'lgan.

1956-yilda yuksak o'simliklar to'qimalaridan birinchi marta gibberellin ajratib olingan. Keyinchalik ular o'simliklarning turli qismlarida- ildizida va gulida ham borligi aniqlangan.

Hozir gibberellinlar, Shubhasiz, o'simliklar hujayrasida hosil bo'ladigan tabiiy fitogormonlar ekanligi to'liq isbotlangan.

Gibberellinlar o'simliklarning o'sish va rivojlanish jarayonlarining turli tomoniga ta'sir ko'rsatadi. Ular o'simliklar poyasi bo'yiga o'sishida katta ahamiyatga ega. Ularning bunday xususiyati ayniqsa bir pallali o'simliklarga mansub bo'lgan boshqodoshlar oilasi vakillarida yaqqol ko'rinadi. Gibberelin o'simliklarning past bo'yli (karlik) shakllarini ham bo'yiga o'stirib yuboradi. Shu bilan birga ular o'simliklarning gullash va meva tugish jarayonlari boshqarilishida ham faol ishtirok etadi.

Gibberellinlarning o'simliklarning o'sish va rivojlanishiga ta'siri ularning o'simliklar organizmida boradigan moddalar almashinuvi jarayoniga ta'siri bilan uzviy bog'liqdir. Gibberellinlar, avvalo, o'simliklarda boradigan biokimyoviy jarayonlarni o'zgartiradi. Ular ta'sirida fotosintez jarayoni jadallashadi va nafas olish intensivligi ortadi. Shu bilan birga ko'pchilik gidrolitik fermentlarning, ayniqsa,  $\alpha$ -amilaza fermentining faoliyati bir muncha kuchayadi. Gibberellin ta'sirida oqsil va uglevodlar almashinuvi ham o'zgaradi.

Gibberellinlar o'simlikShunoslikda ko'p qo'llanilmoqda. Ular kuchli fiziologik faoliyatga ega bo'lganligi uchun ko'pincha eritma holda ishlatiladi, ular kuchsiz.

**Sitokininlar.** O'simliklar hujayrasining bo'linishini jaddalashtiruvchi, qarishiga va urug'ning tinim davridagi jarayonlarga ta'sir ko'rsatuvchi hamda o'sishning boshqa tomonlari boshqarilishida ishtirok etadigan bir qator organik birikmalar tsitokininlar deb ataladi. Ularni 1955 yilda amerikalik olim Skuch birinchi bo'lib kashf etgan. Keyinchalik bu birikmalar kristall holda ajratib olingan va 6-furfurolaminopurin ekanligi aniqlangan.

Keyinchalik kinetinning bir qator hosilalari sintez qilingan. Bu birikmalar barchasining tarkibida fiziologik faol qism hisoblangan adenilat saqlanib qolgan. Favqulodda faol tsitokininlarga 6-benzilaminopurin kiradi.

1964-yilda makkajo'xori donidan tabiiy sitokinin – zeatin ajratib olingan.

Sitokininlar o'simliklar hujayrasining bo'linishi jarayonlarini jadallashtirishi bilan bir qatorda, boshqa jarayonlarda ham faol ishtirok

etadi. Ular o'simliklarning o'sishdan to'xtagan organlardagi moddalar almashinuvi jarayonlarining boshqarilishida ishtirok etadi.

Ma'lumki, tabiiy tsitokinnlar ildizda hosil bo'lib, o'simliklar shirasining harakati bilan yuqoriga ko'tariladi. Shu bilan birga ularning kurtagi va yosh barglarida hosil bo'lishi ham ehtimoldan xoli emas. Tabiiy sitokininlar kokos yong'og'ining sutida, rivojlanayotgan olma va olxo'ri mevalari tarkibida ko'p miqdorda uchraydi. Ularning ta'sir qilish xarakteri konsentratsiyasiga bog'liq. Har bir jarayon uchun optimal konsentratsiya mavjud bo'lib, bunda sitokininlar eng faol ta'sir ko'rsatish xususiyatiga ega bo'ladi.

**Etilen.** Ma'lumki, etilen o'simliklar to'qimasining hayot faoliyatida hosil bo'ladigan tabiiy birikma bo'lib, auksinlar ta'sirida faollashadigan bir qator metabolik va shakl hosil qilish jarayonlarining faoliyatini susaytiradi.

Etilen o'simliklarning barcha vegetativ qismlariga ta'sir ko'rsatadi. U mevalarning pishishini tezlashtiradi, meva hamda barglarning to'kilishiga ta'sir etadi. Shu bilan birga etilen ta'sirda poya va ildizlarning bo'yiga o'sishi to'xtaydi. U ba'zi o'simliklarning, masalan, ananasning gullashini tezlashtiradi.

**Fitontsidlar va fitoaleksinlar.** Ko'pchilik yuksak o'simliklar tarkibida ba'zi bakteriyalar va boshqa mikroorganizmlarning o'sishini, ko'payishini to'xtatuvchi va hatto ularni nobud qiluvchi maxsus antibiotik moddalar bo'ladi. Bu antibiotiklarni birinchi bo'lib B.P.Tokin aniqlagan va ularga fitontsid (Phyton – o'simlik, coedere - o'ldirish) deb nom bergan. Fitontsidlar o'simliklar hayotida muhim ahamiyatga ega bo'lgan moddalar hisoblanadi va ulardagi tabiiy immunitet hosil qiluvchi faktor bo'lib xizmat qiladi. Ko'pchilik uchuvchan fitontsidlar o'simliklarni zararkunanda hashorotlardan saqlaydi. Boshqodosh o'simliklar doni unayotganda ajralib chiqadigan fitontsidlar ularni tuproqlagi mikroorganizmlar ta'sirida chirib ketishidan saqlaydi.

Fitontsidlar ayniqsa, piyoz, sarimsoq piyoz tarkibida, evkalipt, terak, oqqarag'ay daraxtlari tarkibida ko'p bo'ladi. Bir qator o'simliklar fitontsidlik xususiyatiga ega bo'lgan gazsimon moddalar ishlab chiqaradi.

Masalan, akatsiya, zirk, eman daraxtlarining bargi mikroorganizmlarni nobud qiluvchi geksanol aldegid chiqaradi.

Turli avlodga mansub bo'lgan o'simliklar fitontsidlik faolligi bilan bir-biridan farq qiladi. Hatto bir o'simlik ayrim organ va to'qimalarning faolligi ham turlicha bo'ladi. Masalan, rediska urug'ida uchraydigan rafnin uning bargida va ildizmevasida bo'lmaydi. Qand lavlagida uchraydigan betain faqat ildizmevasining uchki tomonida to'plangan bo'ladi. Fitontsidlar ba'zi tuban o'simliklarda, masalan, lishayniklarda ham uchraydi.

1944- yilda sarimsoq piyozdan allitsin deb ataluvchi antibiotik modda ajratib olingan. Bu rangsiz moysimon suyuqlik bo'lib, suvda yomon eriydi, biroq spirtida va organik erituvchilarda yaxshi eriydi. Allitsinning 1:25000 marta suyultirilgan eritmasi bakteriyalarning o'sishini to'xtatadi. U terini qichitadi, qo'lansa hidli bo'ladi.

Ko'p o'simliklar tarkibida ularni turli mikroorganizmlardan va zararkunandalardan, hashorotlardan himoya qiluvchi maxsus moddalar bo'ladi. Bu moddalarning ko'pchiligi fenol tabiatiga ega bo'lgan birikmalardir. Ayniqsa xlorogen kislota, benzoat, oksibenzoat, kofeinat kabi bir halqali fenol kislotalar bir qator zamburug'larning o'sishini to'xtatuvchi moddalar hisoblanadi.

O'simliklarda fitontsidlar hosil bo'lishi doimiy hodisa emas, ya'ni organizmning rivojlanish sharoitiga bog'liq bo'ladi. To'qimalarning fitontsidlik faolligi ayniqsa ular mexanikaviy shikastlanganda eng yuqori bo'ladi, undan keyin esa pasaya boradi. Fitontsidlar nospetsefik ta'sir ko'rsatish xususiyatiga ega. Masalan piyoz va sarimsoq fitontsidlari xilma xil mikroorganizmlarni, Shu jumladan, bu o'simliklarga zarar etkazmaydigan mikroorganizmlarni ham nobud qiladi. Fitontsidlarning o'simliklar immunitetidagi roli aniq o'rganilmagan.

Keyingi yillarda o'simliklar immunitetida muhim ahamiyatga ega bo'lgan bir qator kichik molekulali murakkab organik birikmalar aniqlangan. O'simliklarda kasallik qo'zg'atuvchi patogen mikroorganizmlarning faoliyatini to'xtatuvchi bu birikmalar fitoaleksinlar (fito- o'simlik, aleksr- hujumni qaytarish) deb ataladi. Fitoaleksinlar bir qator xususiyatlari bilan fitontsidlardan farq qiladi. Avvalo ular faqat

yuksak o'simliklarda hosil bo'ladigan moddalardir. Odatda, fitoaleksinlar, anson, kasallik qo'zg'atuvchi patogen mikroorganizmlar zararlangan o'simliklar to'qimasida ko'p miqdorda hosil bo'ladi. Biroq patogen agentlarning metabolitlari fitoaleksinlar hosil bo'lishida bevosita ishtirok etmaydi, ular faqat bu spetsifik birikmalarning sintezlanishini jiddallashtiruvchi modda sifatida namoyon bo'ladi, xolos.

### **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) adrenalın

V) kartizon

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, adrenokoritikotrop

10. Glyukagon gormonini ishlab chiqaradigan bez:

A) oshqozon osti bezi

B) buyrak usti bezi

V) qalqonsimon bez

### VIII.1. Moddalar almashinuvi haqida 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  $\text{CO}_2$  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 regulyatsiyasi eng muhim ahamiyatga ega bo'lib, ular quyidagilar:

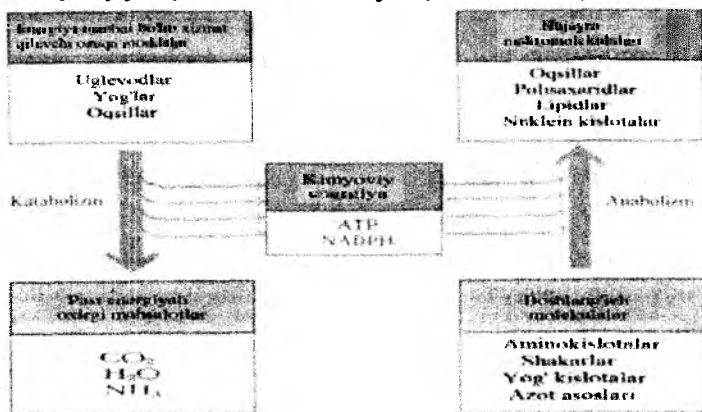
1. Asosiy oziqa moddalari - oqsillar yog'lar, uglevodlar almashinuvida bir xil, umumiy markaziy mahsulotlarning paydo bo'lishi va mana shunday oraliq birikma fermentlar bilan ularning almashinuvini idora qilinishi.
2. Metabolizmning ayrim yo'llari biologik membranalar yordamida boradi. Masalan: asosiy 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 u 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 metabolism ikki muhim jarayondan-katabolizm va anabolizm 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 ATF molekulasida fosfat bog'lar energiyasi shaklida to'planadi. Anabolizm jarayoni tufayli tirik organizmlar atrof-muhitdan kerakli moddalarni o'zlashtirib, o'zining strukturasi tuzadilar. Anabolizm o'sish, rivojlanish energetik materiallarning jamg'arilishi kabi muhim hayotiy jarayonlarni ta'minlaydi (rasm VIII. 1.)<sup>60</sup>



**Rasm VIII.1. Katabolizm va anabolizm jarayonlarini o'zaro bog'liqligini ifodalovchi sxema**

Katabolizm jarayonida oqsil, nuklein kislotalar, uglevodlar, lipidlar kabi yuqori molekulyar organik birikmalarning parchalanishi moddalar

<sup>60</sup> Lehninger "Principles of Biochemistry", 2008 y, p-575

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.

## IX BOB. UGLEVODLAR ALMASHINUVI

Barcha tirik organizmlarning muhim tarkibiy qismi uglevodlar bo'lib, hayvon va o'simliklarning hayot faoliyatida muhim ahamiyatga ega. Uglevodlarning oziq modda sifatida eng muhim ahamiyati ularning osonlik bilan parchalanib, hayotiy jarayonlarning borishi uchun zarur energiya manbaini yetkazishi hisoblanadi.<sup>61</sup>

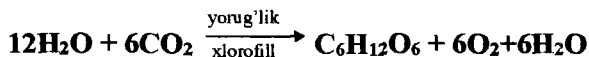
Hayvon organizmining nafas olish jarayonida uglevodlarning umumiy oksidlanish reaksiyasi quyidagicha:



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

### IX.1. Fotosintez

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

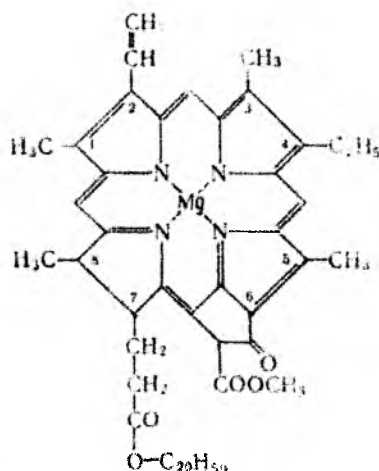


Fotosintez muhim biologik jarayon bo'lib, yer yuzasidagi hayotning asosini tashkil etadi.

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 ангидридni 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 pigmentlar asosan xlorofill va karotinoidlarga nisbatan ancha ko'p. Xlorofillar porfirin birikmalar bo'lib, ular tarkibida magniy bor.

<sup>61</sup> Richard A Harvey., Denise R Ferrier . Biochemistry. Lippincott Wiliams and Wilkins. China. 2011. p-91-95



**xlorofill a**

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



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

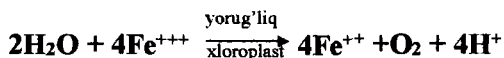
Xlorofillning asosiy vazifasi qo'zg'algan holatdagi yorug'lik energiyani kimyoviy energiyaga aylantirishdan iborat.

**Fotosintezning yorug'lik reaksiyalari.** Yorug'likda boradigan fotosintez reaksiyalarida hosil bo'ladigan birlamchi turg'un moddalar qaytarilgan nikotinamidadeninindukleotidfosfat ( $NADF \cdot H_2$ ) va adenzintrifosfat (ATF)dir. Bu moddalar qorong'ida karbonat anhidridni o'zlashtirish bilan bog'liq bo'lgan reaksiyalarda muhim ahamiyatga ega. Shuning uchun Arnon  $NADF \cdot H_2$  bilan ATFni o'zlashtiruvchi omil (assimilyatsion omil) deb atagan.

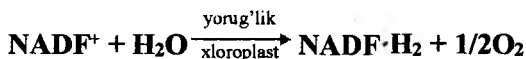
Yorug'da boradigan fotosintez reaksiyalarida  $NADF \cdot H_2$  va ATF hosil bo'lishi bilan bir vaqtda molekulyar kislorod ham ajralib chiqadi.

**Xill reaksiyasi.** 1937-yili R.Xill ajratib olingan xloroplastlarda elektronlarning ma'lum akseptorlari ishtirokida kislorod ajralib chiqishini tajribada aniqlangan. U elektronlarning akseptori sifatida temirning

kompleks tuzlaridan foydalangan. Bu reaksiyada uch valentli temir qaytarilib, ikki valentli temirga aylanadi.



Bu reaksiya Xill reaksiyasi yoki xloroplastlar reaksiyasi deyiladi. Xill o'z tajribalarida  $\text{CO}_2$  dan oksidlovchi kofaktor sifatida foydalana olmagan va bu reaksiyada  $\text{CO}_2$  ishtirok etmaydi, degan xulosa kelgan. 1956-yilda Arnon nishonlangan atomlaridan foydalanib, xloroplastlarda  $\text{CO}_2$  o'zlashtiradigan maxsus fermentativ apparat mavjudligini hosil bo'lgan mahsulotlarga qarab aniqlagan. Bu reaksiyalarda u bir qator kofaktorlardan foydalanib, uning qaytarilishi xloroplastlardagi maxsus ferment - fotosintetik piridinnukleotidreduktazaning ishtirok etishini aniqladi:



Shunday qilib, Xill reaksiyasining o'ziga xos xususiyatlaridan biri yorug'lik energiyasini kimyoviy energiyaga aylantirish bo'lsa, ikkinchisi bu reaksiyada ajralib chiqqan kislorod manbai  $\text{CO}_2$  emas, balki suv ekanligini nishonlangan  $\text{H}_2\text{O}^{18}$  yordamida isbotlash bo'ldi.

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

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

Fotosintetik fosforlanish jarayoni 1954-yilda Arnon kashf etgan va u quyidagicha:



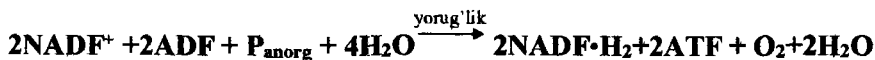
Bu jarayonda ATFni hosil bo'lishi turli xildagi reaksiyalarga bog'liq bo'lib, ular bir-biridan reaksiyada ishtirok etadigan kofaktorlari va reaksiya natijasida hosil bo'ladigan mahsulotlari bilan farq qiladi<sup>62</sup>.

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 ATF sintezlanishi uchun sarflanadi. Siklik fotofosforlanish reaksiyasi anaerob sharoitda bog'lanish uchun kislorod ishtirok etishini talab qilmaydi. Reaksiya davomida kislorod yutilmaydi va ajralib ham 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 akseptori sifatida namoyon bo'lgan avvalgi xlorofill molekulasiga qaytadi. Shunday qilib, elektron bosib o'tgan yo'l halqani (siklni) tashkil qiladi. Bu yo'lning ma'lum qismlarida elektronning energiyasi fermentativ tizimlar ishtirokida ATF sintezlanishi uchun sarflanadi.

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



Reaksiya natijasida hosil bo'ladigan ATF, NADF.H<sub>2</sub> va O<sub>2</sub> ning steximometrik 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'liqlik qizil nurlarini yutish xususiyatiga ega. II pigment tizim esa 670 nm uzunlikdagi nurlarni yutuvchi xlorofill a,

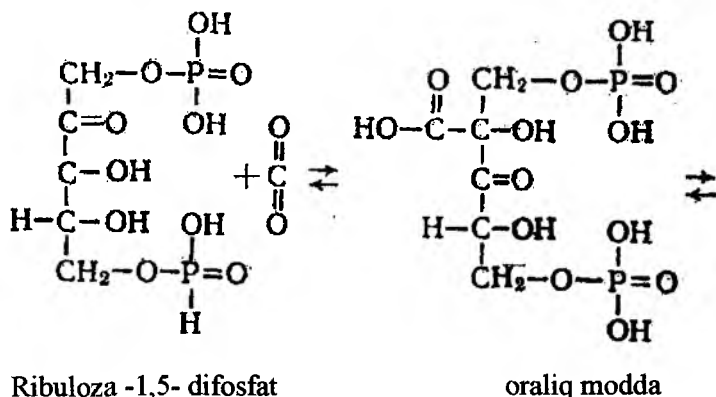
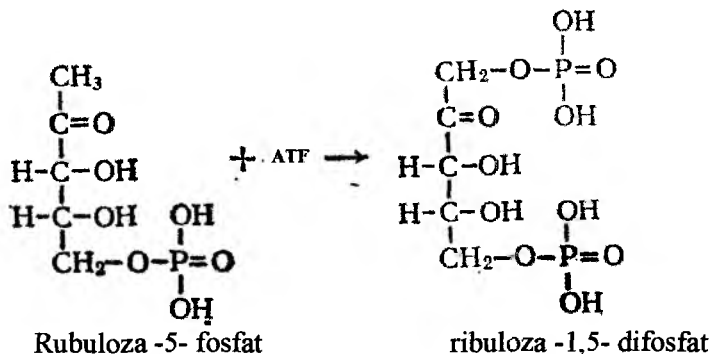
<sup>62</sup> John M Walker, Ralph Rapley. Molekulyar biology and biotechnology. Royal Society of Chemistry. New York. 2009, p-455

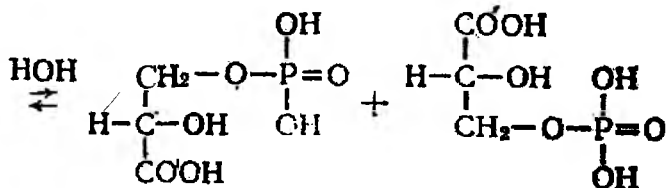
xlorofill b va boshqa pigmentlardan iborat bo'lib, yorug'lik spektrining qisqa to'liqlinli nurlarini yutish xususiyatiga ega.

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

Fotosintezning yorug'lik reaksiyalarida hosil bo'lgan NADF•H<sub>2</sub> va ATF karbonat anhidridni o'zlashtirish uchun sarflanadi. Bu jarayon quyidagi yo'llar bilan amalga oshiriladi.

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

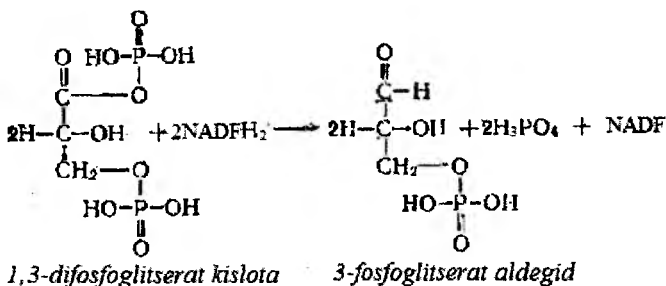




3-fosfoglitserat kislota

Hosil bo'lgan ribuloza - 1,5-difosfat CO<sub>2</sub> ni biriktirishi hisobiga osonlik bilan karboksillanadi va natijada 3-fosfoglitserat kislota hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan 3-fosfoglitserat kislota 1,3-difosfoglitserat kislotaga aylanadi va bu jarayonda ATF sarflanadi.

Triozaofosfatdehidrogenaza 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 anhidridning uglevodlarga qaytarilish siklining birdan-bir qaytaruvchi bosqichidir. Yuqoridagi keltirilgan reaksiyalar fotosintez jarayonining yorug'da va qorong'ida boradigan reaksiyalarini bir-biriga bog'liqligini ko'rsatadi.

## IX.2. 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 monosaxaridlargacha parchalanadi.
2. Asosan jigarda va shuningdek to'qimalarda glikogennin 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  $\text{CO}_2$  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 pentoza-fosfat yo'li (pentoza 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.

### **IX.3. 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 anhidrid va suvgacha parchalanishi natijasida ularda to'plangan kimyoviy energiya ajralib chiqadi va energiyaga boy bo'lgan maxsus birikmalarning — ATF 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.

Tririk organizmlar tarkibida uchraydigan barcha polisaxaridlar va oligosaxaridlar bir qator fermentlar ishtirokida avval monosaxaridlargacha parchalanadi. Hosil bo'lgan monosaxaridlarning reaksiyon 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 kiritib, fosforli efirlar hosil qilish tufayli erishiladi. Erkin monosaxaridlarning fosforlanish reaksiyalari ularning parchalanishidagi muhim bosqichlardan biri hisoblanadi. Bunda reaksiyon 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 kislotagacha 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 Krebs sikli** 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 **apotomik parchalanishi** deb ataladi.

#### IX.4. 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.<sup>63</sup> 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'liga 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.

Uglevodlarning bir turi bo'lgan kletchatka odam va sut emizuvchi hayvonlar oshqozon - ichak yo'lida hazm bo'lmay, o'zgarmagan holda axlat bilan chiqarib yuboriladi. Kletchatkani parchalaydigan ferment - sellulaza odam va hayvonlar organizmda yo'q. Kletchatka sabzavot, meva, umuman o'simlik oziqa bilan qabul qilinadi, u o'zi hazm bo'lmasa ham hazm qilinayotgan oziqa massasini ichak yo'li orqali normal o'tishi uchun zarur hisoblanadi. Ammo ingichka ichakning pastki qismlari va yo'g'on ichakda kletchatka simbiotik ravishda hayot kechiradigan mikroorganizmlar faoliyati tufayli odam organizimida qisman, kavsh qaytaruvchi hayvonlarda esa deyarli to'la parchalanadi. Bu jarayon o'simlik to'qimalari va hujayralari devorlarini buzib, undagi moddalarga ovqat hazm qilish fermentlari ta'sirini engillashtiradi.

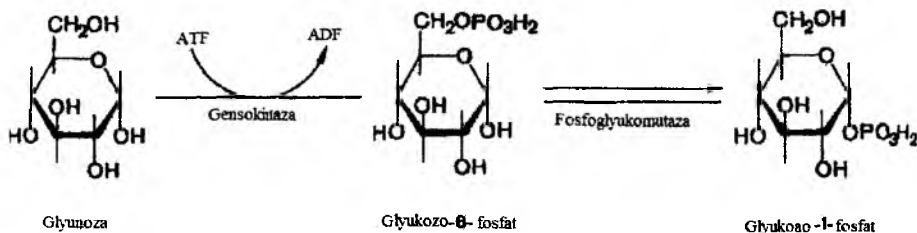
Kletchatkaning parchalanishidan juda ko'p kichik molekulyar birikmalar, asosan, organik kislotalar va gazlar  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  va  $\text{CH}_4$  hosil

<sup>63</sup> Lehninger "Principles of Biochemistry", 2008 y, p-310

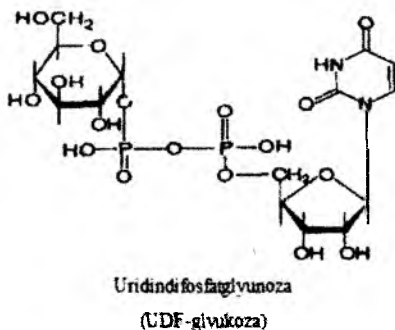
bo'ladi. Qonga so'rilgan organik kislotalar (sirka, moy, sut, suksinat kislotalar) oziqa modda sifatida iste'mol qilishini mumkin. Bu manbaning o'lam ovqati uchun ahamiyati yo'q, ammo em-xashak iste'mol qiladigan kavsh qaytaruvchi hayvonlar uchun kletchatka asosiy oziqadir. O'tho'r hayvonlarda kletchatkaning mikroorganizmlar faoliyati tufayli parchalanishi uglevodlarning hazm bo'lishini asosiy qismidir. Uning parchalanishidan hosil bo'lib, qonga so'riladigan sirka by hayvonlar oziq-ovqatida muhim o'rin tutadi.

**Glikogenning sintezi - glikogenez.** Glikogen yuqori molekulari polisaxarid bo'lib, jigarda ko'p miqdorda to'planadi.

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



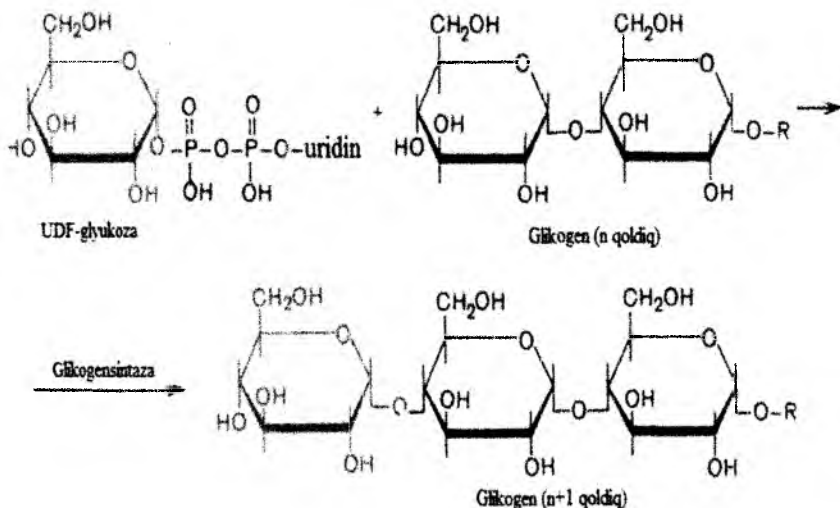
Hosil bo'lgan glyukoza-1-fosfat glikogenning sintezida ishtirok etadi. Birinchi bosqichda glyukoza-1-fosfat bilan UTF o'zaro ta'sir etib, uridindifosfat-glyukoza va pirofosfat hosil bo'ladi.



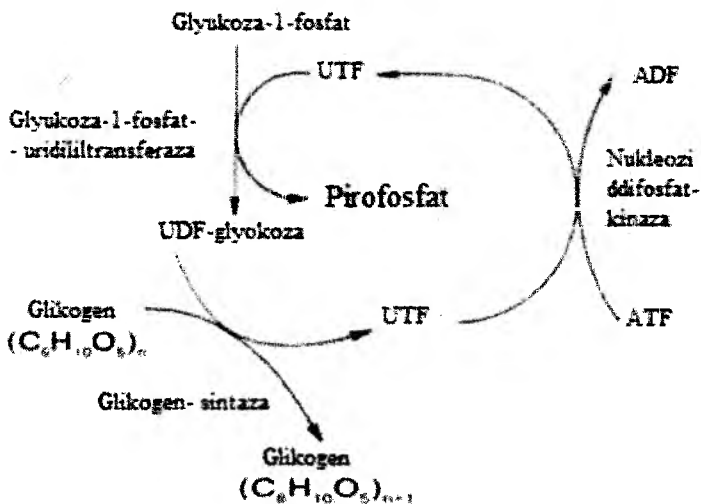


**Rasm IX.4.1. Glyukoza metabolizmining umumiy sxemasi.**

Glikogenning hosil bo'lishining ikkinchi bosqichida, UDF - glyukoza tarkibidagi glyukoza qoldiqlari glikogenning glikozid zanjiriga ko'chiriladi. Natijada glyukoza qoldig'ining birinchi uglerod atomi bilan glyukoza zanjirlari qoldiqlarining 4-gidroksil guruhi o'rtasida  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 4) bog' hosil bo'ladi. Bu reaksiyani ferment glikogensintaza katalizlaydi. Reaksiya natijasida hosil bo'lgan UDF yana qaytadan ATF hisobiga fosforlanadi va yana qaytadan glyukoza-1-fosfat siklini hosil bo'lishi boshlanadi.



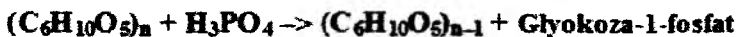
Glikogenning  $\alpha$ -1,4 glikozidli shoxlanishini quydagi sxema orqali ifodalash mumkin.



Rasm IX.4.2. Glikolizning  $\alpha$ -1,4 glikozidli shoxlanishi

Glikogenning  $\alpha$ - (1 $\rightarrow$ 6) bog' orqali hosil bo'lishini amilo-(1 $\rightarrow$ 4)- (1 $\rightarrow$ 6)-transglikozidaza 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 glyukoza qisqargan holatini ifodalaydi

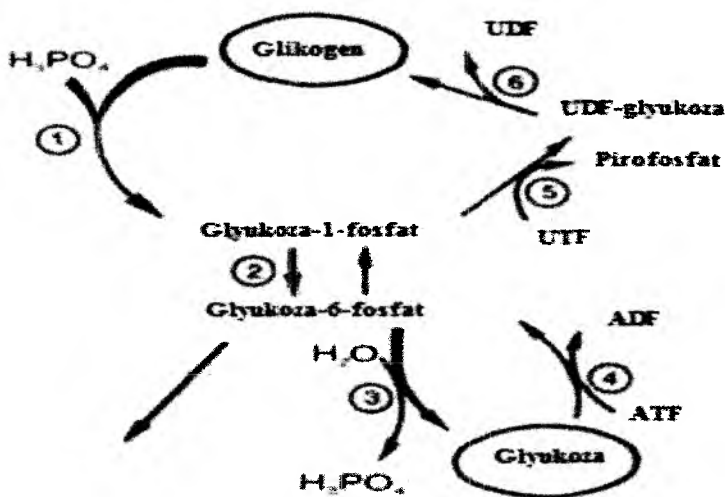
Reaksiya natijasida hosil bo'lgan glyukoza-1-fosfat fosfoglyukomutaza fermenti ta'sirida glyukoza-6-fosfatni hosil qiladi.



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:



Quyidagi IX.4.3.- rasmda glikogenning parchalanishi va sintezining sxemasi berilgan.



**Rasm IX.4.3. Glikogenning sintezi va parchalanishi.**

Quyucq chiziqlar bilan parchalanish, siyrac chiziqlar bilan sintezi keltirilgan. Raqamlar bilan fermentlar keltirilgan: 1-fosforilaza; 2-fosfoglyukomutaza; 3-glyukoza-6-fosfataza; 4-geksokinaza (glyukokinaza); 5-glyukoza-1-fosfat-uridiltransferaza; 6-glikogensintetaza

1. Uglevodlarning glikogen ko'rinishidagi zahirasi.
2. Glikogenning sarf etilishi.
3. Glyukoza katabolizmi.

Glyukoza uglevodlarning energetik va plastik funksiyalari o'rtasida bog'lovchi halqa rolini o'ynaydi, Chunki boshqa hamma monosaxaridlar

glyukozadan hosil bo'lishi va aksincha, turli-tuman monosaxaridlar glyukozaga aylanishi mumkin.<sup>64</sup>

### IX.5. Uglevodlarning anaerob parchalanishi. Anaerobli glikoliz

Glyukozaning glikogen yoki glyukozadan boshlanib, ikki molekula pirouzum kislota va ATF molekularining hosil bo'lishi bilan tugaydigan anaerob parchalanishi *glikoliz* deb ataladi. Glikoliz (yunoncha - *glykys* shirin va *lysis* parchalanish so'zlaridan olingan) hujayra metabolizmi jarayonlari orasida eng yaxshi o'rganilgan.

Anaerobli glikoliz - glyukozaning murakkab fermentativ parchalanish jarayoni bo'lib, odam va hayvon to'qimalarida kislorod ishtirokisiz boradi. Glikolizning oxirgi mahsuloti sut kislotasidir. Glikoliz jarayonida ATF hosil bo'ladi. Glikolizning umumiy reaksiyasini quydagicha yozish mumkin:



glyukoza

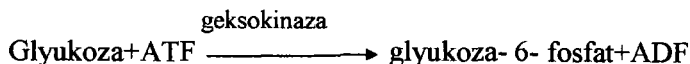
sut kislotasi

#### *Anaerobli glikoliz reaksiyalarining xarakteristikasi:*

Anaerobli glikoliz sitozolda borib, reaksiyalarni o'n bitta ferment katalizlaydi.

Gidroliz jarayoni bir necha bosqichlardan iborat.

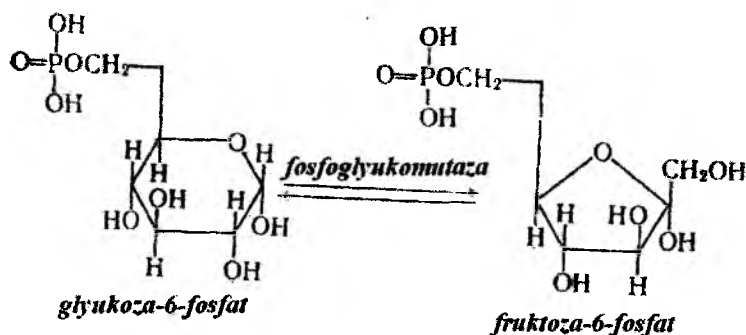
1. Glikolizning birinchi reaksiyasida glyukoza fosforlanadi va glyukoza-6-fosfatga aylanadi. Bu reaksiyani geksokinaza fermenti katalizlaydi va ATF ishtirok etadi.



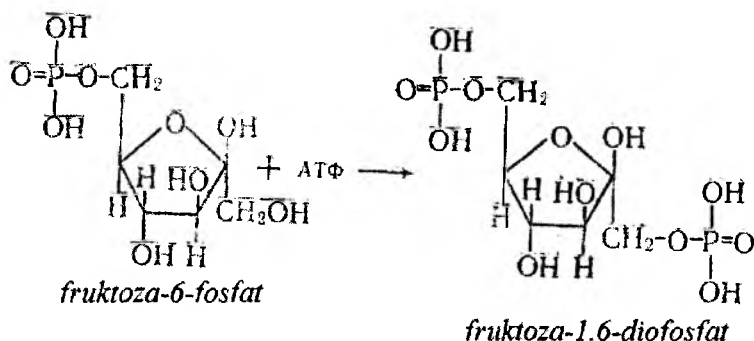
Glyukoza-6-fosfat o'simliklar to'qimasida boshqa yo'l bilan ham hosil bo'lishi mumkin. Kraxmal va shunga o'xshash tarkibida glyukoza tutuvchi polisaxaridlar fosfat kislota bilan reaksiyaga kirishishi tufayli ham glyukoza-6-fosfat hosil bo'ladi. Bu jarayon o'simliklarda ko'p uchraydigan fosforilaza fermenti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

<sup>64</sup> Richard A Harvey., Denise R Ferrier. Biochemistry. Lippincott Williams and Wilkins. China. 2011, p-91

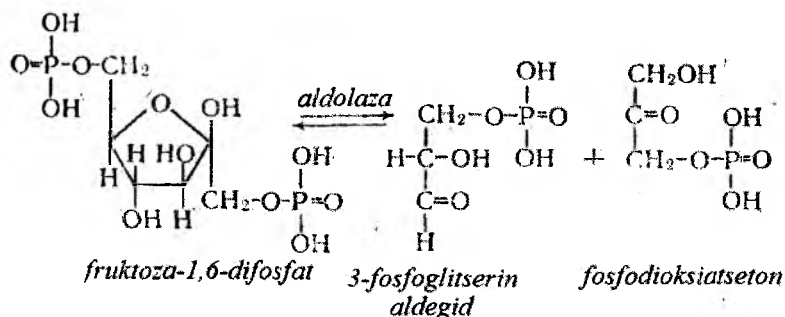
2. Glikolizning ikkinchi reaksiyasida hosil bo'lgan glyukoza-6-fosfat ferment glyukoza-6-fosfat-izomeraza ta'sirida izomerlanib, fruktoza-6-fosfatni hosil qiladi:



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

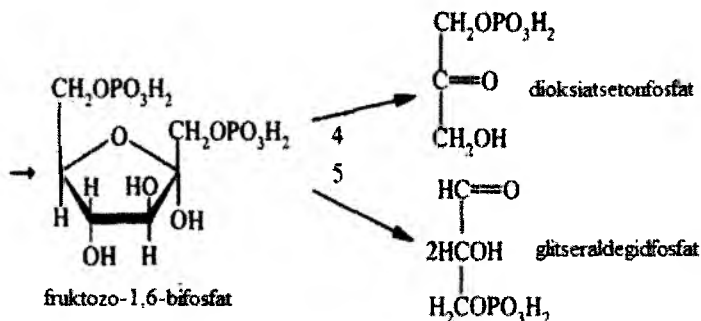


4. Hosil bo'lgan fruktoza-1,6-difosfat aldolaza fermenti ishtirokida ikkita triozafosfatgacha parchalanadi. 3-fosfoglitserin esa aldegid bilan fosfodioksiatsetonga parchalanadi:

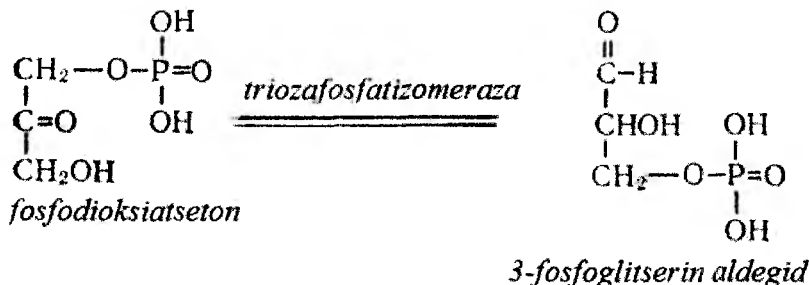


3-fosfoglitserin aldegidining hosil bo'lishi bilan glikolizning birinchi bosqichi yakunlanadi.

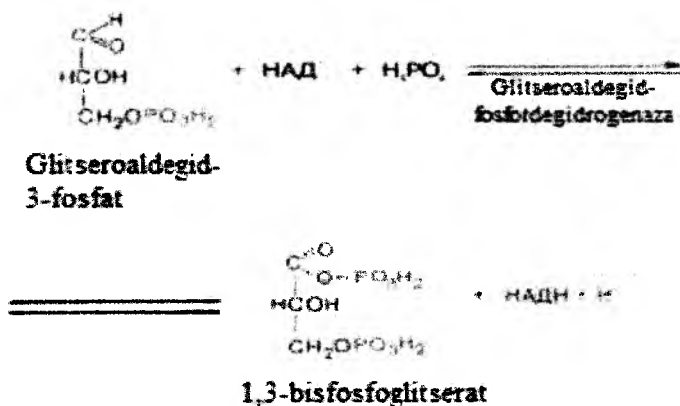
Glikolizning ikkinchi bosqichi nihoyatda murakkab va muhimdir. Bu bosqichda oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari borib, bu jarayonlarda ATF hosil bo'ladi.



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

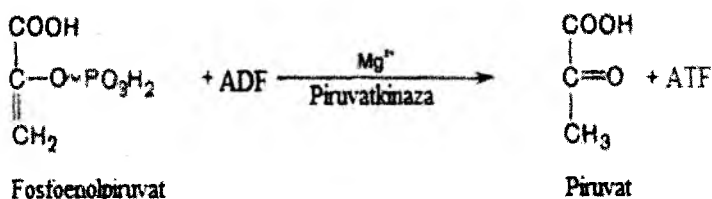


6. Navbatdagi oltinchi reaksiyada 3-fosfoglitserin aldegid ferment gliseraldegidfosfatdehidrogenaza, NAD kofermenti va fosfat kislotasihtirokida 1,3-difosfoglitserin kislotasi va NAD(NADH) qaytarilgan formasi hosil bo'ladi.



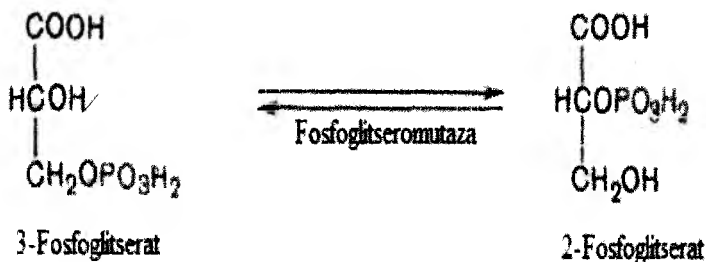
Hosil bo'lgan 1,3-difosfoglitserat energiyaga boy bo'lgan birikmadir.

7. Ettinchi reaksiyada fosfoglitseratkinaza fermenti ta'sirida energiyaga boy bo'lgan fosfat qoldig'i ADFga ko'chiriladi va ATF, 3-fosfoglitserin kislotasi (3-fosfoglisarat) hosil bo'ladi:

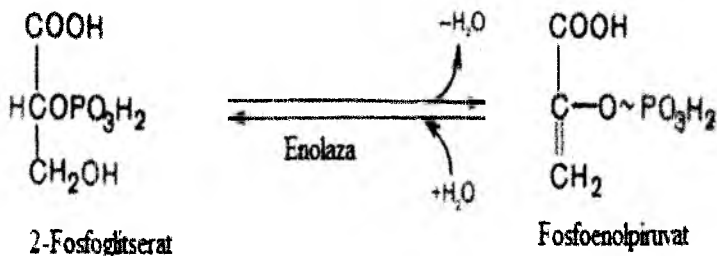


Shunday qilib, ikkita ferment ta'sirida (glitseraldegidfosfatdehidrogenaza va osfoglisaratkinaza) 3-fosfoglitseratdagi aldegid guruh karboksil guruhgacha oksidlanadi va ATF hosil bo'ladi.

8. Sakkizinchi reaksiyada ferment fosfoglitseromutaza ta'sirida molekulaning ichida fosfat guruhi 3-fosfoglitserin kislotadan (3-fosfoglitserat) ko'chirilib, 2-fosfoglitserin kislotasini (2-fosfoglitserat) hosil qiladi. Reaksiya qaytar bo'lib,  $\text{Mg}^{2+}$  ishtirok etadi.

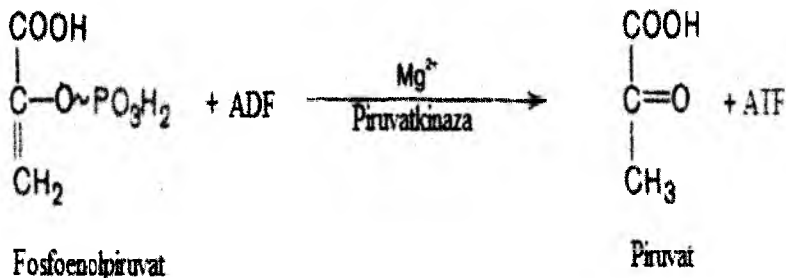


9. To'qqizinchi reaksiyada enolaza fermenti ta'sirida 2-fosfoglitserin kislotasidan bir molekula suv ajralib chiqishi natijasida energiyaga boy bo'lgan fosfoenolpiruvat (fosfoenolpirouzum) kislota hosil bo'ladi.



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

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

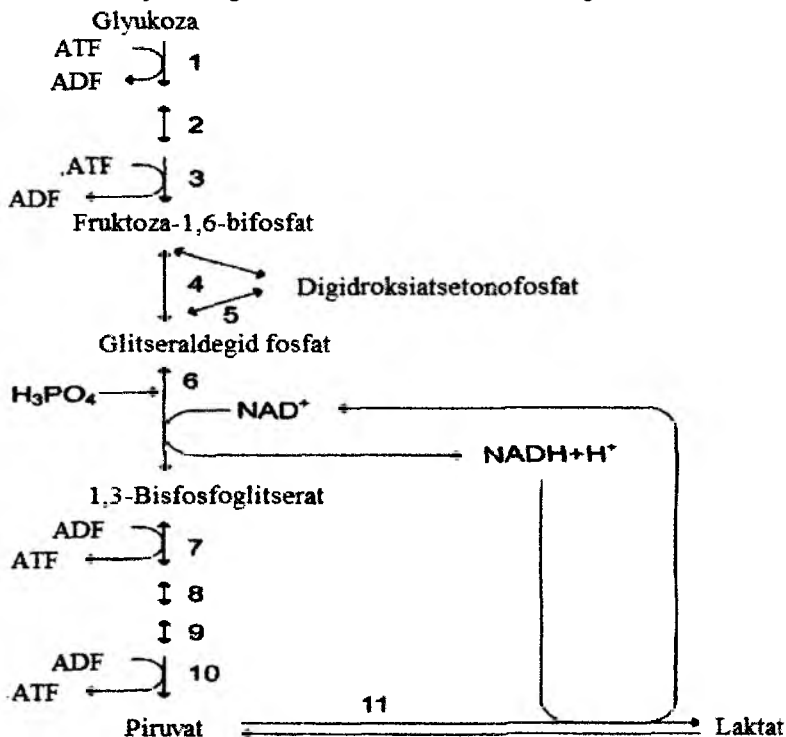


Piruvatkinazaning aktivatori  $\text{Mg}^{2+}$  ionidir. Bu reaksiya qaytmas jarayondir. Reaksiya natijasida piruvat va ATF hosil bo'ladi.

11. Laktat kislota hosil bo'lishi. Anaerob sharoitda pirouzum kislota 6-bosqichda hosil bo'lgan nikotinamidadenindinukleotidning qaytarilgan shakli (NADH<sub>2</sub>) bilan reaksiyaga kirishib, darhol laktat kislota aylanadi. Natijada glikolizning oxirgi mahsuloti bo'lgan sut kislota to'planadi va koferment NAD qaytadan tiklanadi. Reaksiya laktatdehidrogenaza fermenti ishtirokida boradi.



Glikoliz reaksiyasining sxemasi IX.5.1 rasmda berilgan



Rasm IX.5.1 Glikoliz reaksiyasining umumiy sxemasi

Shunday qilib, glikoliz jarayofining biologik ahamiyati shundan iboratki, bunda energiyaga boy bo'lgan osforli birikmalar hosil bo'ladi. Glikolizning birinchi bosqichida 2 molekula ATF sarflanadi (geksokinaza va fosfofruktokinaza reaksiyalari). Keyinchalik 4 molekula ATF hosil bo'ladi (fosfolyuseratkinaza va piruvatkinaza reaksiyalari). Shunday qilib, 1 molekula glyukozaning anaerob sharoitdagi glikolizning energetik effektivligi 2 molekula ATF ni tashkil etadi.<sup>65</sup>

### IX.6. Glyukoneogenez

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 glyukoneogenez 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 glyukoneogenez jarayoniga kiradi, ammo qolgan uchta reaksiyalar deyarli qaytalama bo'lmaganidan sintetik jarayonga 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 qaytarilishi IX.6.1-rasmda ko'rsatilgan.

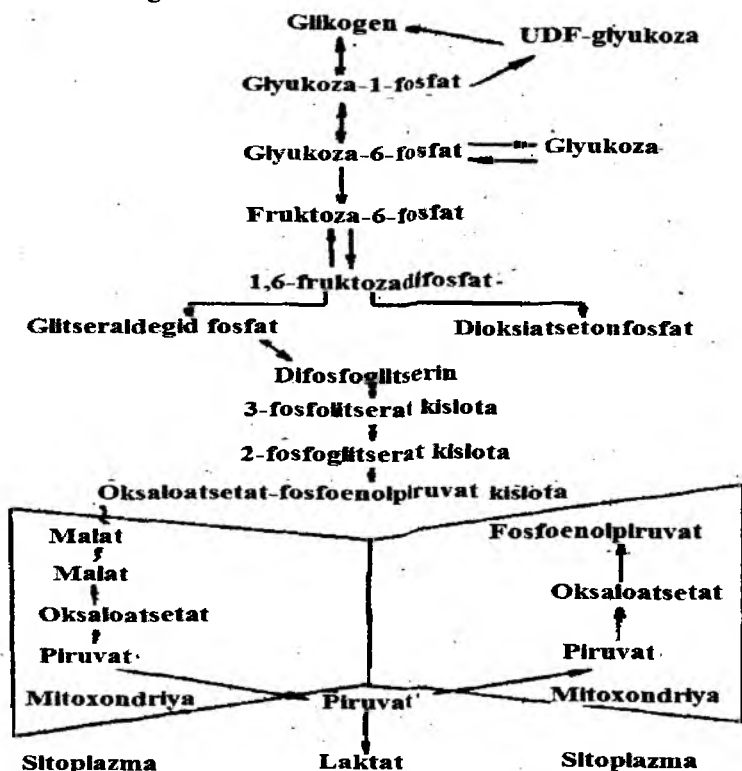
Bu reaksiyalardan tashqari laktatni glikogenga o'tishida yana bitta shunday reaksiya bor: glyukoza-6-fosfat glikogen.

Piruvatni fosfoenolpiruvatga o'tishi hujayraning tipiga qarab quyida keltirilgan uch yo'ldan biri orqali bajarilishi mumkin. Ba'zi bakteriyalarda birdan-bir ATFga bog'liq fosfoenolpiruvat sintetazaga fermenti bu reaksiyani bevosita katalizlaydi. Oliy o'simlik va hayvon hujayralarida piruvatni fosfoenolpiruvatga o'tishi murakkab yo'l bilan oksaloatsetat

<sup>65</sup> Richard A Harvey., Denise R Ferrier . Biochemistry. Lippincott Williams and Wilkins. China. 2011, p-99

ishtirokida bajariladi. Bu jarayonda ikkita ferment - piruvat karboksilaza va fosfoenal-piruvatkarboksikinaza qatnashadi.

Har ikkila fermentlar ham mitoxondriyalarda joylashgan, piruvat mitoxondriyal membranadan bimalol o'ta oladi. Uchinchi yo'l ham oksaloatsetatdan foydalanishi bilan bog'liq, lekin oksaloatsetat mitoxondriyal membrana orqali o'ta olmaganidan u avvalo malatdehidrogenaza ta'sirida malatga qaytarilib, mitoxondriyadan sitoplazmaga chiqadi, bu yerda u sitoplazmatik malatdehidrogenaza ta'sirida oksaloatsetatga oksidlanib, karboksikinaza reaksiyasiga kirishadi. Glikogen sintezi bilan bog'liq bu reaksiyalar zanjiri quyidagi IX.6.1. rasmda keltirilgan.



Rasm IX.6.1. Glikogen metabolizmining umumiy sxemasi

## IX. 7. Glikogen almashinuvinining reaksiyalari

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

Uglevod almashinuvinining regulatsiyasida 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 regulatsiyalashda ham, moddalar almashinuvinining boshqa tomonlarining regulatsiyasidagi kabi oliy nerv sistemasining ta'siri, asosan gormonlar (gumaryl mexanizm) orqali amalga oshiriladi.

Uglevodlar almashinuvi regulatsiyasida 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 regulatsiyasida yana bir qator boshqa gormonlar - oshqozon osti bezining ikkinchi gormoni - glyukagon, buyrak usti bezlarining po'st qavati gormonlari - korti-kosteroidlar, gipofizning old bo'lagidan chiqadigan somatotron gormon, qolqonsimon bez gormoni - tiroksin ham ishtiroq 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 almashinuvinining to'rtli yo'llariga nisbatan turlicha ta'sir etadi.

Uglevodlar almashinuvini regulatsiyasining barcha mexanizmlari o'zaro bog'liq bir-biriga ta'sir etadigan ko'p qavatli, o'ziga idora qilinadigan sistemadir. Bu sistemaning qaysi bir zvenosi buzilmasin, u uglevod almashinuvinining 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.

### **IX.8. Sitrat kislota sikli. Krebs sikli**

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.

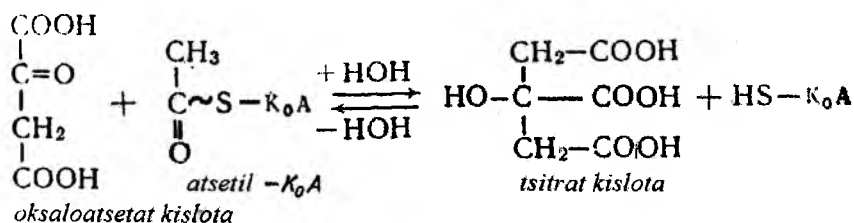
#### ***Krebs siklining ayrim reaksiyalari***

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. Sitrant siklining

barcha reaksiyalari, yani piruvatning oksidlanib dekarboksilanishi mitoxondriyalarda boradi.

Sitrant siklining reaksiyalarining sxemasi quyidagi rasmda keltirilgan (rasm IX.8.1).

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.

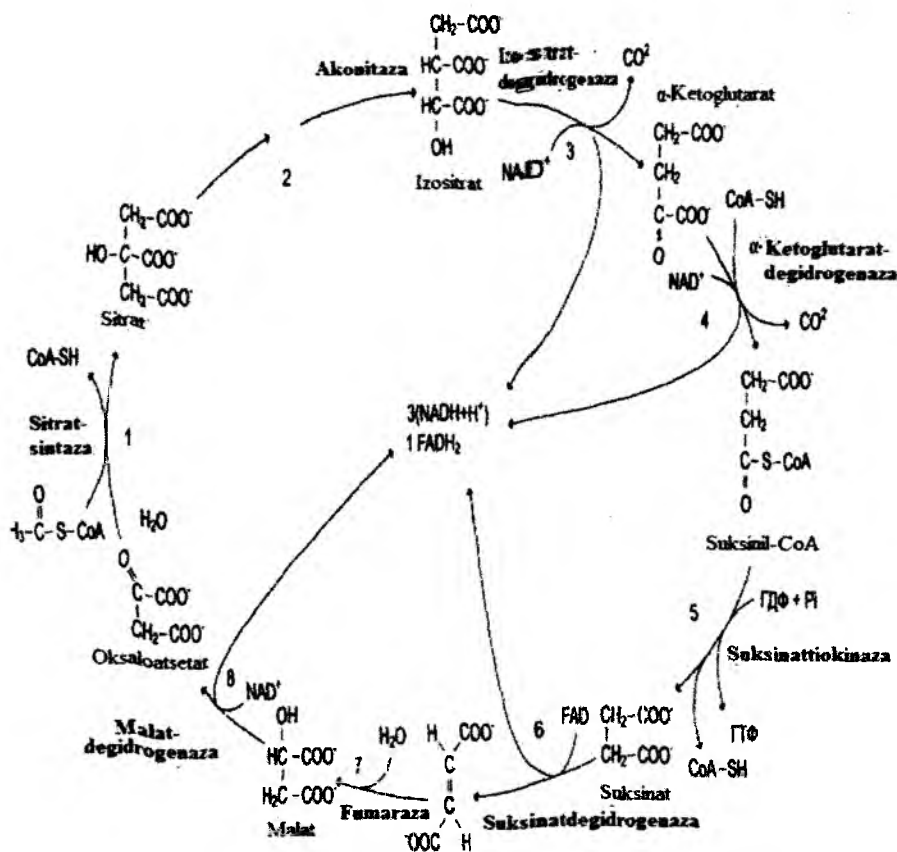
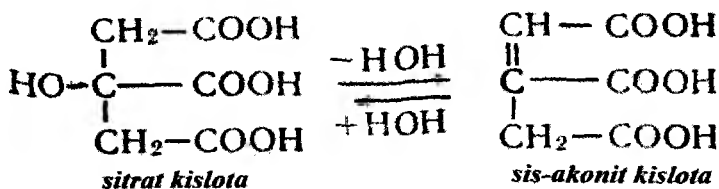
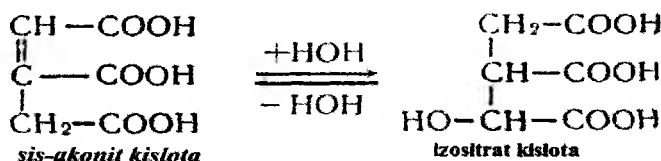


Рис. IX.8.1. Ситрат сикли реаксийаларининг схемаси

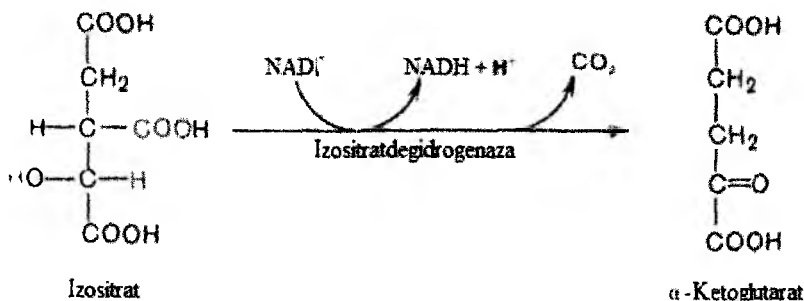
Ikkinchi reaksiyada hosil bo'lgan sitrat kislota degidratatsiyalanadi va sis-akonit kislota hosil qiladi. Bu reaksiya akonitaza fermenti ishtirokida katalizlanadi:



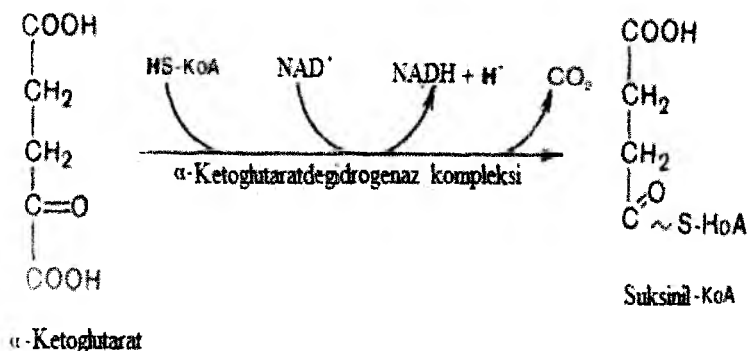
Keyingi reaksiyada sis-akonit kislota yana bir molekula suv biriktirib, izolimon kislota ga aylanadi. Bu reaksiya ham akonitaza fermenti ishtirokida tezlashadi:



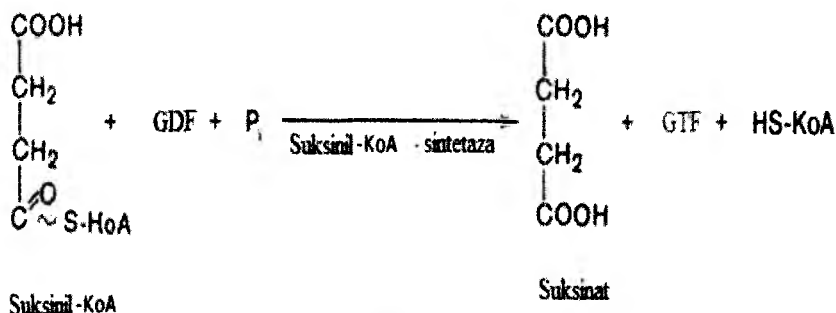
Uchinchi reaksiyada izositrat kislota degidratatsiyaga uchrab, oksalosuksinat kislota ga aylanadi. Bu reaksiya izositratdegidrogenaza fermenti ishtirokida katalizlanadi. Fermentning faol qismini NAD<sup>+</sup> tashkil qiladi:



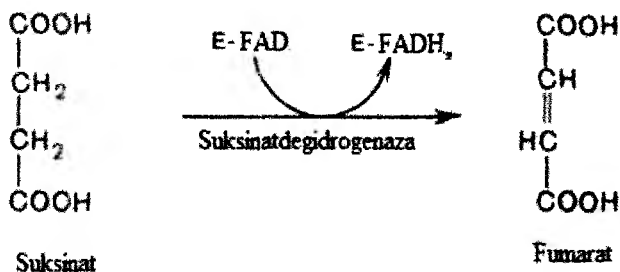
To'rtinchi reaksiyada oksidlanish bilan boradigan dekarboksillanish reaksiyasi natijasida 2- ketoglutaratdan energiyaga boy bo'lgan birikma suksinil KoA hosil bo'ladi. Bu reaksiyada beshta koferment ishtirok etadi: TPF, lipo kislotasining amidi, HS-KoA, FAD va NAD<sup>+</sup>.



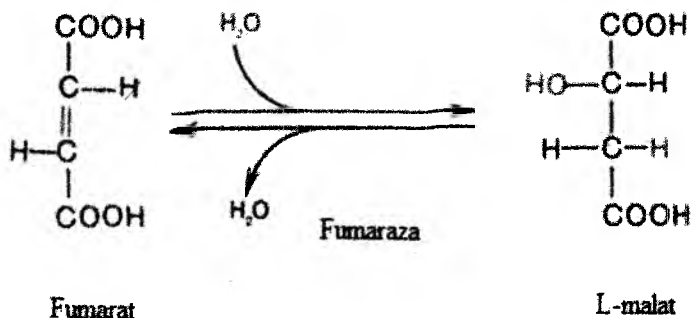
Beshinchi reaksiyani suksinil KoA – sintetaza fermenti katalizlaydi. Reaksiyada suksinil KoA GDF va anorganik fosfat ishtirokida yantar kislotaga (suksinat) aylanadi hamda reaksiya natijasida GTF hosil bo'ladi.



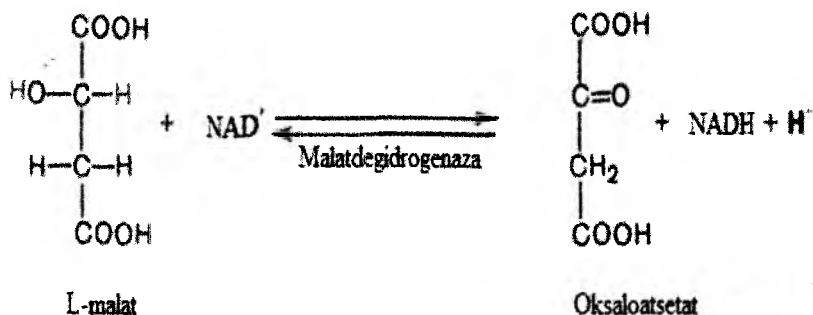
Oltinchi reaksiyada suksinat fumarat kislotaga aylanadi. Suksinatning oksidlanish reaksiyasini suksinatdehidrogenaza fermenti katalizlaydi. Suksinatdehidrogenaza fermenti mitoxondriyaning ichki membranasi bilan bog'langan:



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 kislotalarining oxirgi sakkizinchi reaksiyasida mitoxondriyaning NAD-ga bog'lik 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 dekarboksilaniş (izositratni 2-ketoglutaratga va 2-ketoglutaratni suksinil KoA ga aylanishi) borishi natijasida ikki molekula hosil bo'ladi.

Sitrat siklining ikkita reaksiyalarida dehidrirlanish 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  $\text{ATF}$ , har bir molekula  $\text{FADH}_2$  dan 2 molekula  $\text{ATF}$  sintezlanadi.<sup>66</sup>

Shunday qilib, har bir sitrat siklining aylanishidan 12 molekula  $\text{ATF}$  sintezlanadi (rasm IX.8.1). Ulardan to'qqiztasi uchta molekula  $\text{NADH}+\text{H}^+$  ning nafas olish zanjirida elektronlarining transporti energiyasi hisobida hosil bo'ladi. Ikki molekula  $\text{ATF}$  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 ( $\text{ATF}$ ).

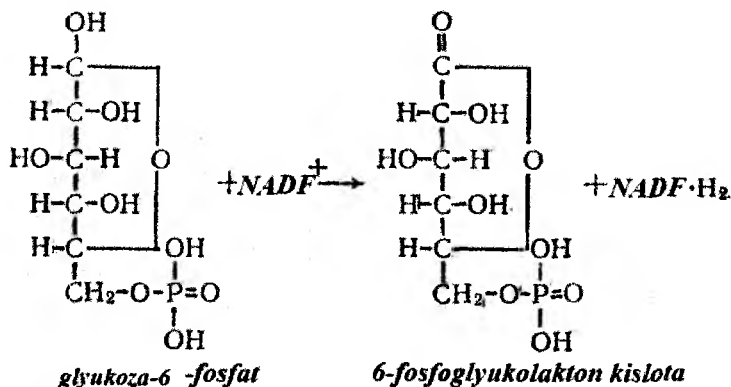
### **IX.9. Uglevodlarni pentoza fosfat yo'li bilan oksidlanishi**

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 oksidlanishi yoki fosfoglyukonat yo'l deb ham ataladi.

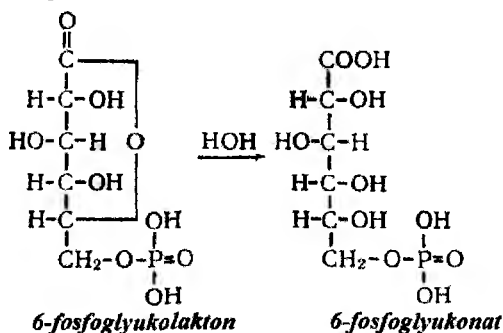
Pentozafosfat siklida xam, xuddi glikolizga o'xshab, oksidlanuvchi birlamchi mahsulot glyukoza-6-fosfat hisoblanadi. Biroq bu siklda u fruktoza-6-fosfatga aylanmaydi va  $\text{ATF}$  yordamida ikkinchi marta fosforlanmaydi. Shu sababli glyukoza-6-fosfat bevosita oksidlanish yo'li bilan parchalanadi.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

<sup>66</sup> J.Koolman., K.H.Rochm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-338-142

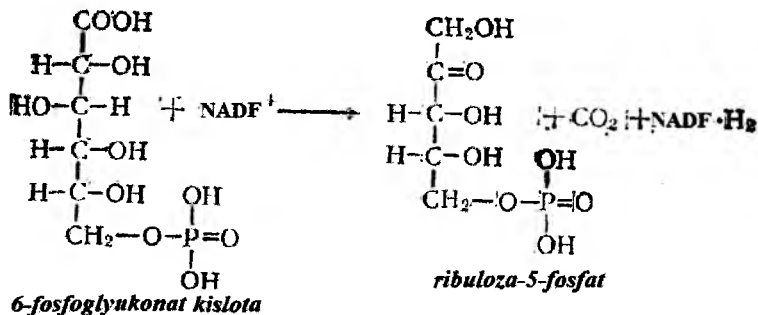
Siklning birinchi bosqichida glyukoza-6-fosfat oksidlanib, 6-fosfatglyukolakton kislota hosil qiladi. Bu reaksiyani katalizlovchi glyukoza-6-fosfatdehidrogenaza fermenti o'simliklar to'qimasida juda keng tarqalgan bo'lib, moddalar almashinuvi jarayonida katta ahamiyatga ega. Fermentning faol qismini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



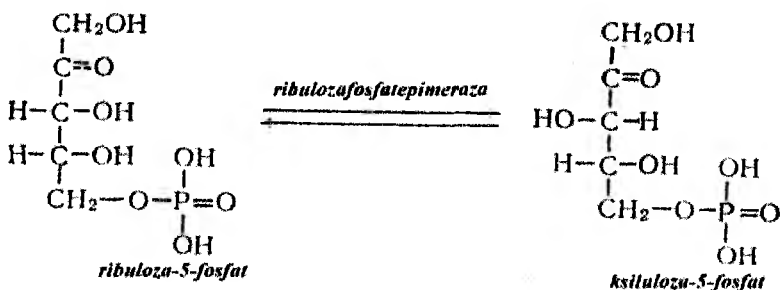
6- fosfoglyukolakton kislota glyukolaktonaza fermenti ishtirokida gidrolizlanib, 6- fosfoglyukonat kislotaga aylanadi.



Keyingi reaksiyada oksidlanish yo'li bilan boradigan dekarboksillanish tufayli fosfoglyukonat kislotadan pentozafosfat hosil bo'ladi. Reaksiya natijasida bir molekula karbonat anhidrid ajralib chiqadi va bir molekula NADF 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:



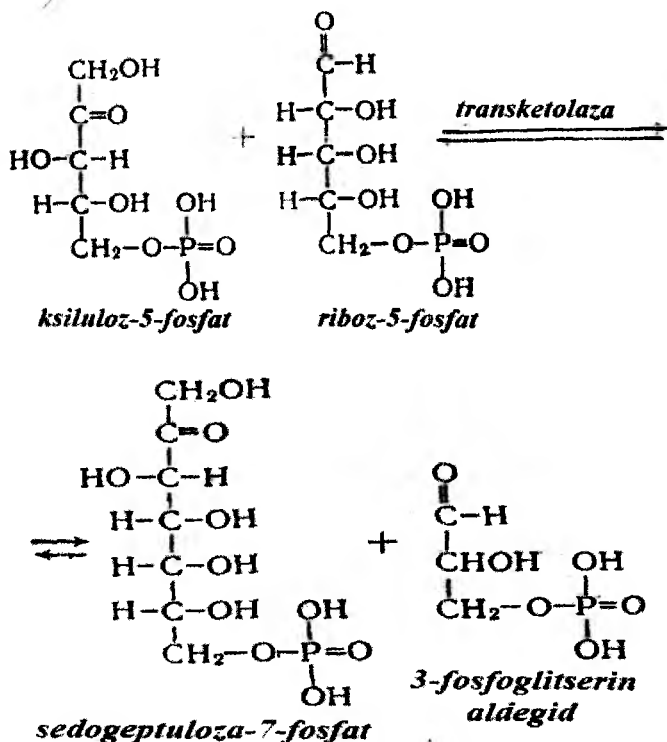
Faqat bitta karbon atomidagi konfiguratsiyaga qarab bir-biridan farq qiladigan shakarlar *efimerlar* deb ataladi.

Efimerlarning o'zaro almashinuvini katalizlovchi fermentlar esa epimerazalar deyiladi:

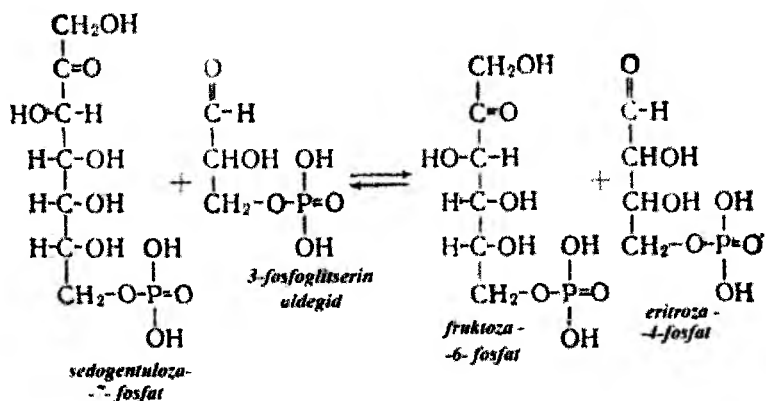


Keyingi reaksiyalarda ksiluloza-5-fosfatning oxirgi ikkita karbon atomi riboza-5-fosfatga ko'chadi. Bu reaksiya transketolaza fermenti

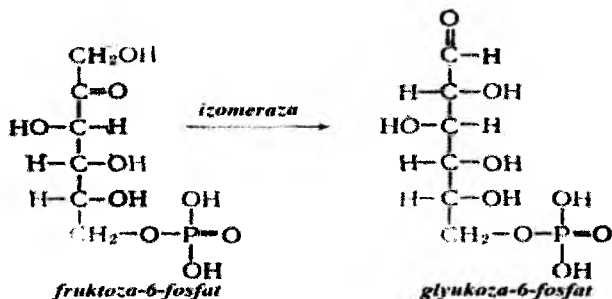
ishtirokida katalizlanadi. Reaksiya natijasida sedogeptuloza-7-fosfat va 3-fosfoglitserin aldegid hosil bo'ladi:



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

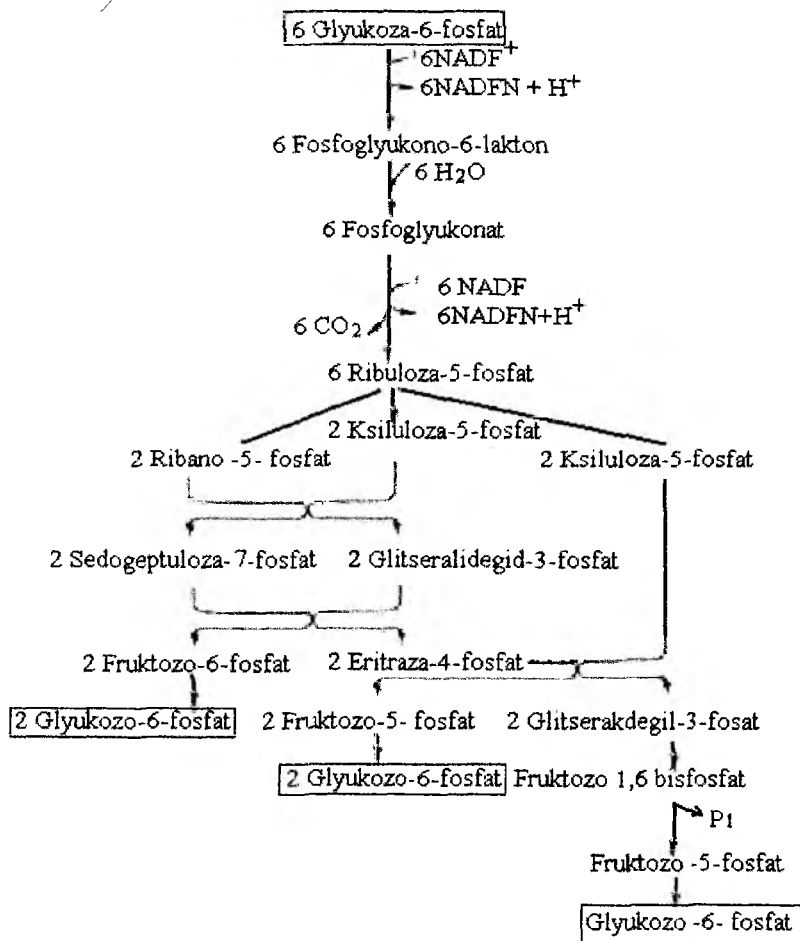


Hosil bo'lgan ksiluloza-5-fosfat eritroza-4-fosfat bilan o'zaro reaksiyaga kirishib, yana fruktoza-6-fosfat va 3 fosfoglitserin aldegid hosil qiladi. Xuddi shunga o'xshash boshqa yana bir qator reaksiyalarda ham fruktoza-6-fosfat hosil bo'ladi. Masalan, ikki molekula triozafosfat o'zaro reaksiyaga kirishishi 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 IX.9.1-rasmda yaqqol ifodalangan.<sup>67</sup>



**Rasm IX.9.1. 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

<sup>67</sup> Lehninger "Principles of Biochemistry", 2008 y, p-638-648

energiyani ATF hosil qilishga sarflaydi. Bir molekula NADF•H<sub>2</sub> elektron o'tkazuvchi sistema orqali oksidlanganda, uch molekula ATF sintezlanadi. Demak, glyukoza-6-fosfat pentozafosfat sikli orqali oksidlanganda ajralib chiqadigan energiya 36 molekula ATF 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 ATF 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 kislotalarining laktat kislotalariga qaytarilishi  $\text{NAD}^+\cdot\text{H}_2$  ishtirokida amalga oshadi, bu jarayonni qanday ferment katalizlaydi?
- A) laktatdehidrogenaza
  - B) piruvatkinaza
  - V) enolaza
  - G) izomeraza
7. Glikoliz jarayonining qaysi reaksiyalarida ATF 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) ATF                      B) GFF                      V) NADN.  $H^+$
9. Glyukoza -6- fosfat pentoza fosfat sikli orqali oksidlanganda necha molekula ATF 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

## **X BOB. LIPIDLAR ALMASHINUVI**

### **X.1. Lipidlarning hazm bo'lishi**

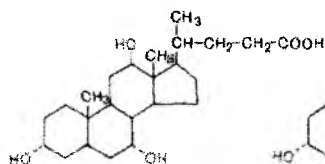
Odam va hayvon organizmiga lipidlar oziq moddalar bilan qabul qilinadi. Odam organizmiga qabul qilinadigan lipidlarning 1 sutkalik miqdori, taxminan 50-70 g bo'lib, shundan 15 g to'yinmagan yog' kislotalari, 10 g fosfolipidlardir. Lipidlar energiya manbai hisoblanadi. Organizmning energiyaga bo'lgan 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 sharoit yo'q.

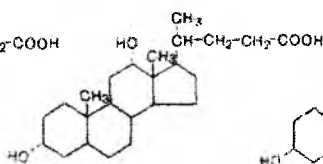
O'n ikki barmoq ichakka o't hamda oshqozon osti yo'li ochiladi. O't tarkibidagi ishqoriy reaksiya beradigan o't kislotalarning tuzlari yog'larni emulgirlab eruvchanligini oshiradi. O't kislotalarning tuzlari yuza tarangligini kuchli darajada pasaytirib, yog' tomchilarini mayda zarrachalarga bo'lib yuboradi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

Triglitseridlarning pankreatik lipaza ishtirokida gidrolizlanishini quyidagi sxemada keltirilgan.

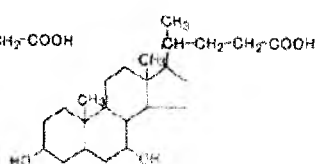
Odam organizmidagi o't pufagida, asosan quyidagi o't kislotalar: xolat kislota, dezoksixolat kislota; litoxolat; xenodezoksixolanat kislota uchraydi. Bu o't kislotalar erkin holda bo'lmay, glitsin yoki taurin bilan birikib, qo'sh kislotalar shaklida o't shirasi tarkibiga kiradi. Ularning eng muhimlari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



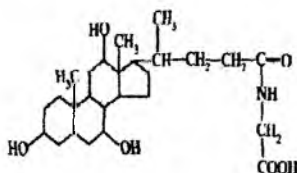
**Xolat kislota**



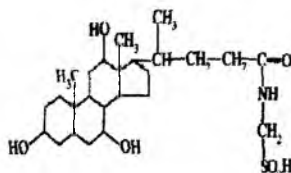
**Dezoksisolat kislota**



**Xenodezoksolat kislota**

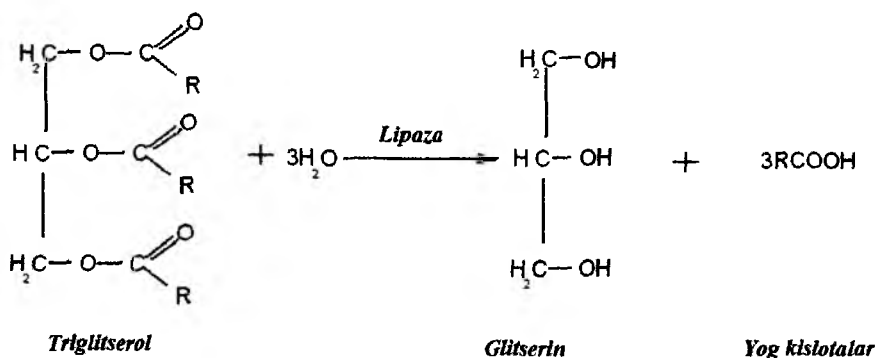


**Glikoxolat kislota**



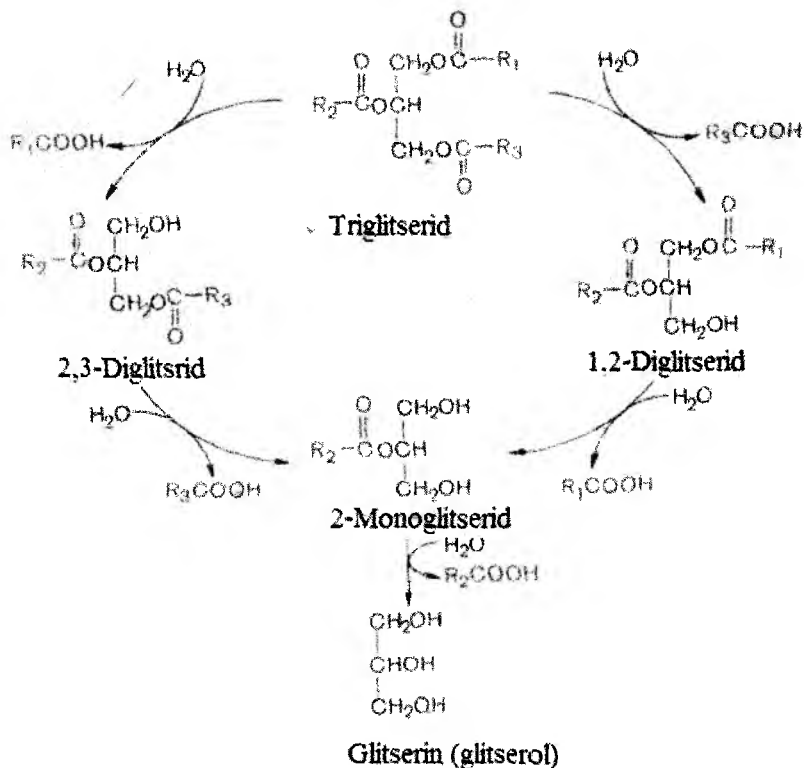
**Tauroxolat kislota**

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 parchalanishini ta'minlaydi. Lipaza ta'sirida yoglar avval di-, so'ngra monoglitseridga aylanadi, oxirida glitserin va yog' kislotalagacha parchalanadi.



Triglitseridlarning gidrolizi pankretik lipaza ta'sirida boradi. Uning sxemasi X.1.1 rasmda tasvirlangan.<sup>68</sup>

<sup>68</sup> Lehninger "Principles of Biochemistry", 2008 y, p-820-824

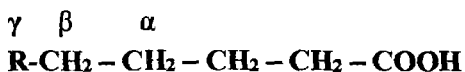


**Rasm X.1.1. Triglitseridlar gidrolizi**

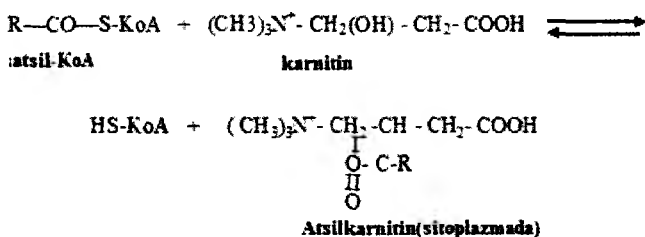
O't pufagi shirasidagi kislotalar yog' kislotalari bilan suvda eruvchi xolin kislotalar kompleksini hosil qilib, ichak devorida so'riladi.

### X.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:



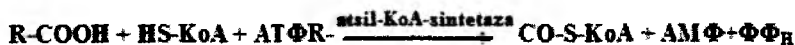
Shuning uchun bu jarayon yog' kislotalarining  $\beta$  -oksidlanishi deb ataladi. Oksidlanish mitoxondriyalarning matriksida boradi. Erkin yog' kislotalari metabolitik inerti va u oksidlana olmaydi. Yog' kislotalari oksidlanishi uchun aktivlanishi kerak. Yog' kislotalarining aktivlanishi mitoxondriyaning tashqi membrasida borib, bu jarayon ATF, koenzim A (HS-KoA) va  $Mg^{2+}$  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. Hidrolizlanish natijasida hosil bo'lgan yog' kislotalari atsil-KoA bilan bog'lanib, aktivlashadi. Bu jarayonni atsil-KoA-sintetaza fermenti katalizlaydi:



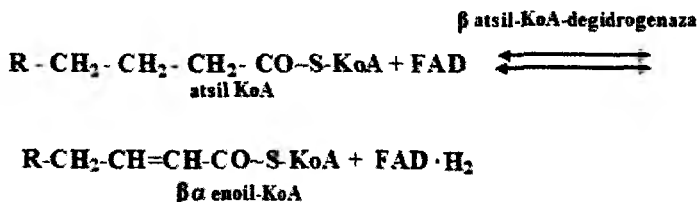
Reaksiya natijasida yog' kislotalarining aktiv formasida atsil-KoA hosil bo'ladi.

Yog' kislotalarining aktivlanishi ikki bosqichda boradi. Dastlablab yog' kislota ATF bilan atsil-atsenilatni hosil qiladi, ya'ni AMP va yog' kislotarini murakkab efiri hosil bo'lishiga imkoniyat yaratiladi. So'ngra

KoA ning sulfidril guruhi ferment bilan mustahkam ta'sir etib, atsil-KoA va AMF hosil bo'lishiga olib keladi.<sup>69</sup>

Mitoxondriya ichidagi yog' kislotalarining oksidlanishi bir necha reaksiyalar ketma-ketligidan iborat.

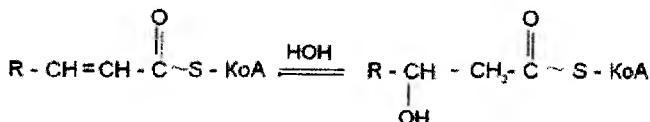
Reaksiyaning birinchi bosqichida aktivlashgan yog' kislota degidrogenlanadi. Reaksiyani FAD-bog'liq atsil-KoA degidrogenaza fermenti katalizlaydi, to'yinmagan atsil-KoA hosil bo'ladi.



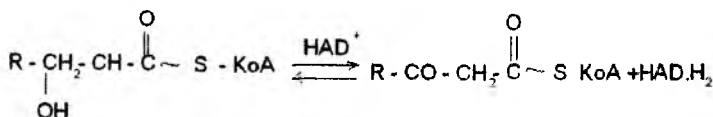
Bu jarayon jigar mitoxondriyalarida boradi. Bu jarayonda mitoxondriya fermenti karbamoil – fosfosintetaza ishtirok etadi.

Bu reaksiyani katalizlovchi ferment yog' kislota tarkibidagi uglerod atomining soniga qarab har xil bo'ladi.

Navbatdagi reaksiyada to'yinmagan yog' kislota hosilasi bir molekula suv birikishi natijasida tegishli  $\beta$ -oksikislota hosil qiladi:



Bu reaksiyalar tegishli gidrolazalar ishtirokida katalizlanadi. Hosil bo'lgan oksikislota yana degidratatsiyaga uchraydi va ketokislota aylanadi. Reaksiyani katalizlovchi fermentlar  $\beta$ -oksi-atsil-KoA-degidrogenazalar deb ataladi. Ularning aktiv qismini NAD kofermenti tashkil etadi. Vodorod karboksil gruppaga nisbatan joylashgan uglerod atomidan ajraladi:



<sup>69</sup> J.Koolman., K.H.Roehm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-164-168

$\beta$ -oksidlanish jarayonining so'nggi bosqichida  $\beta$ -ketoatsil-KoA yog' kislotaning oksidlanishi natijasida ajralib chiqadigan energiya hisobiga yana bir molekula KoA ni birlashtirib oladi. Natijada boshlang'ich yog' kislotadan ikki uglerodli birikma atsetil-KoA sifatida ajralib chiqadi va qolgan yog' kislotasi esa KoA bilan birikkan hosila paydo qiladi:



Bu reaksiya keto-atsil-KoA- tiolaza fermenti ishtirokida katalizlanadi.  $\beta$ -oksidlanish reaksiyasi natijasida yog' kislotasi 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 anhidrid va suvgacha parchalanadi yoki glikooksilat siklida ishtirok etib, uglevodlar hosil qiladi. Bu reaksiyalarda KoA ajralib chiqadi va yana yangi yog' kislotasi bilan reaksiyaga kirishadi. Undan tashqari, atsetil KoA moddalar almashinuvining turli reaksiyalarida ishtirok etishi mumkin.

**$\beta$ -oksidlanish reaksiyasining energetikasi.** Yog' kislotalarining  $\beta$ -oksidlanishida ajralib chiqadigan atsetil KoA bilan bir vaqtda bir molekula qaytarilgan NAD va bir molekula qaytarilgan FAD ham hosil bo'ladi. Qaytarilgan bir molekula NAD ning nafas olish zanjiri orqali oksidlanishida 3 molekula ATF va qaytarilgan bir molekula FAD ning oksidlanishida 2 molekula ATF sintezlanadi.  $\beta$ -oksidlanish jarayonida bir molekula atsetil-KoA hosil bo'lishi bilan bir vaqtda 5 molekula ATF sintezlanadi. Atsetil- KoA ning Krebs siklida  $\text{CO}_2$  va  $\text{H}_2\text{O}$  ga to'la parchalanishida 12 molekula ATF hosil bo'ladi.

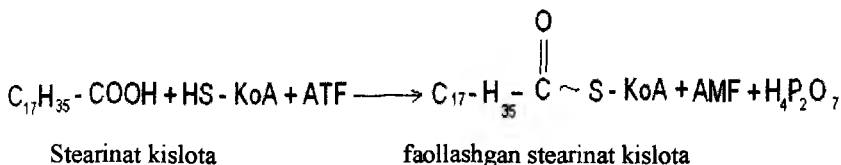
Demak,  $\beta$ -oksidlanish jarayonida bir molekula atsetil – KoA hosil bo'lishi va uning to'liq parchalanishi natijasida hammasi bo'lib, 17 molekula ATF sintezlanadi.<sup>70</sup>

<sup>70</sup> Richard A Harvey., Denise R Ferrier . Biochemistry. Lippincott Williams and Wilkins. China. 2011. p-200-205

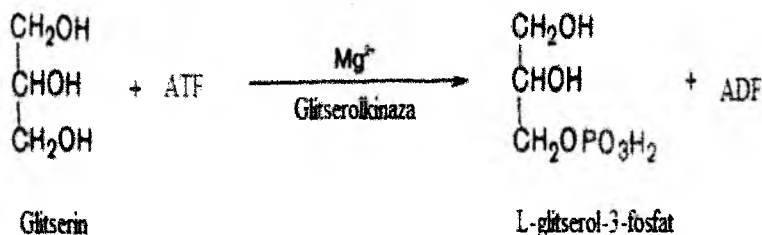
### X.3. Neytral yog'lar (triglitsерidlar) biosintezi

Triglitsерidlarining biosintezi jigar­da, ichaklarning shilliq qavatida yog' hujayralarida, o'pka va boshqa organlarda boradi.

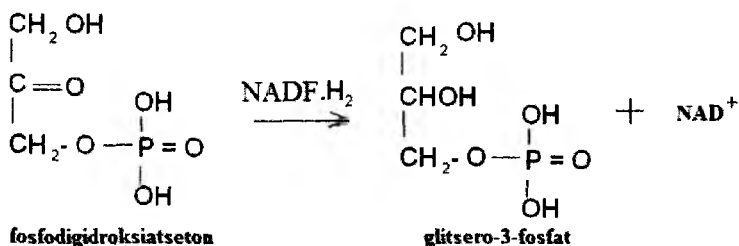
Triglitsyeridlar hosil qiladigan birlamchi mahsulotlar yog' kislotalar va glitserinlardir. Yog' kislotalar bevosita faol shaklda uchrashi mumkin. Faol bo'lmagan yog' kislotalar ATF va KoA ishtirokida faol holga aylanadi:



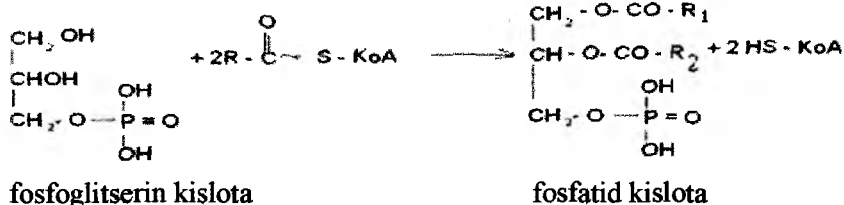
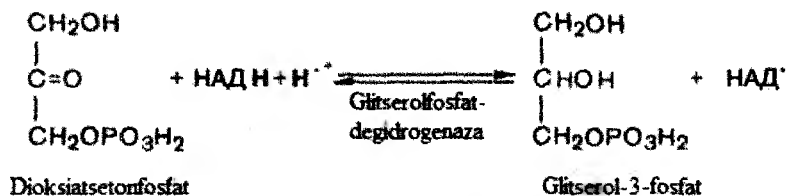
Glitserinning fosforlanishi ferment glitserolkinaza ishtirokida boradi.



Ikkinchi yoʻlda fosfodioksiatsetondan ham faollashgan glitserin hosil boʻladi. Bu reaksiyada qaytarilgan NADF.H<sub>2</sub> ishtirok etadi

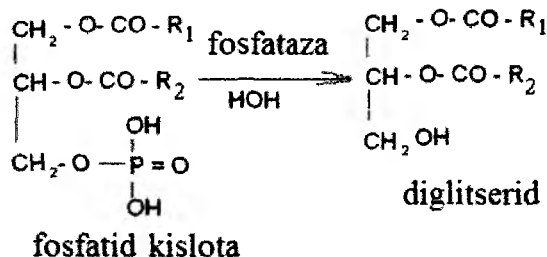


Hosil bo'lgan faol glitserin va yog' kislotalarning kofermentli hosilalari bilan reaksiyaga kirishib, fosfatid kislota deb ataladigan diglitserid fosfat hosil qiladi:

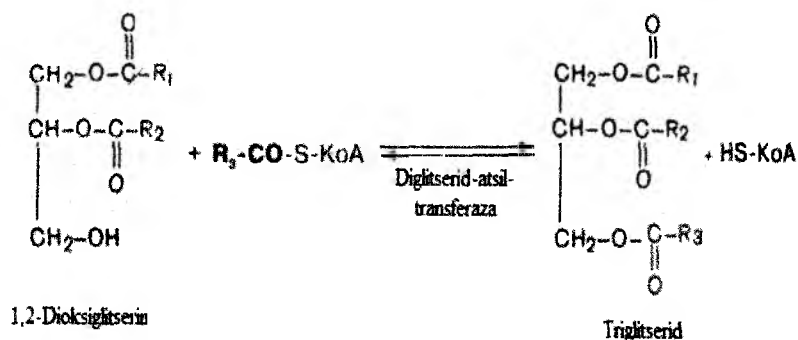


Fosfatid kislota har xil murakkab lipidlar hosil bo'lishida ishtirok etadigan muhim birikma hisoblanadi.

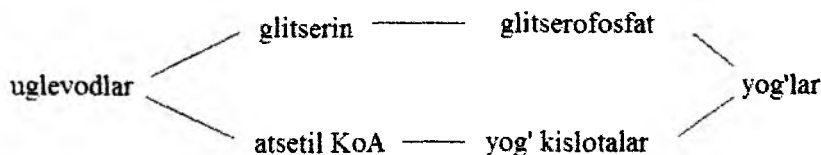
Triglitsridlar hosil bo'lishidagi keyingi reaksiyada fosfatid kislota fosfataza fermenti ishtirokida diglitsrid bilan fosfat kislotaga parchalanadi:



Diglitsrid 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. X.3.1. Lipidlarning hosil bo'lish sxemasi**

#### **X.4. Murakkab lipidlarning almashinuvi**

**Fosfolipidlar almashinuvi.** Fosfolipidlar almashinuvi (letsitinlar va kefalinar) 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.

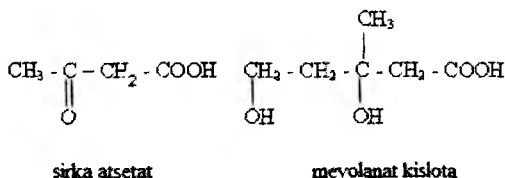
Xolin va metioninning miqdori oziq moddalar tarkibida yetishmagan holatlarda bu jarayon to'xtaydi va jigarda yog' kislotalarni to'playdi.

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.

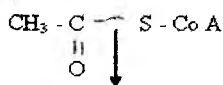
Fosfolipidlar qonda lipoproteinlar orqali transport qilinadi. Fosfolipidlar hamma to'qima va hujayralarda uchraydi, ular hujayra struktura komponentlari (yadro, mitoxondriya, mikrosoma) tarkibiga kiradi. Hujayra struktura komponentlarida fosfotidlar doimo yangilanib turadi, buning uchun fosfolipidlar 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 (STF) 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.

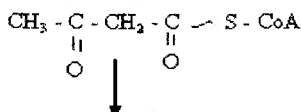
Nishonlangan atomlar yordamida jigarda xolesterin sirka atsetati va mevalonat kislotadan sintezlanishi aniqlangan.



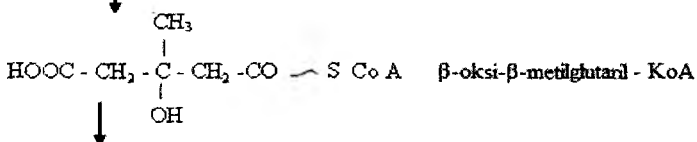
Atsetil-koenzim A shaklidagi ikki molekula atsetat kondensatsiyalanib, atsetoatsetilkoenzim A hosil qiladi. Mana shu moddaga uchinchi atsetilkoenzim A (atsetatning faol shakli) molekulasi birikishi natijasida  $\beta$  - oksi -  $\beta$  - metil - glyutarilkoenzim A hosil bo'ladi. Shu oxirgi birikmadan osongina mevalonat kislota hosil bo'ladi:



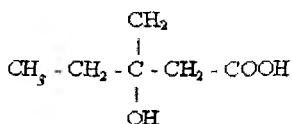
atsetil - KoA



atsetoatsetil - KoA

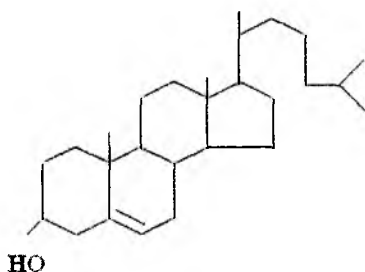


β-oksi-β-metilghutanil - KoA



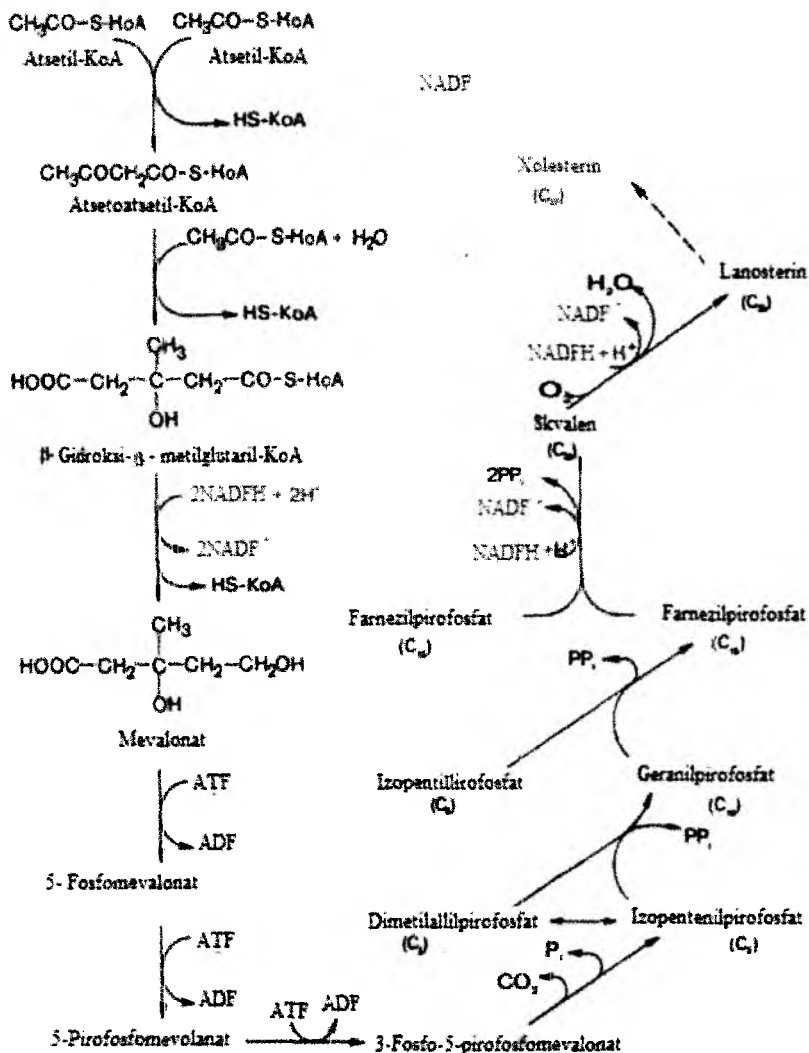
mevolanat kislota

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 X.4.1. Xolesterin sintezi

Organizmada 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>71</sup>

<sup>71</sup> J.Koolman., K.H.Rochm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-170

Normada jigar 4-5% atrofida yog'lar saqlaydi. Ozuqa tarkibida oqsillar oz bo'lsa, bunday holatlarda jigarda yog'lar miqdori 30% gacha etadi, 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 - diglitsiridlar (fosfotidilxolinlar va fosfotidiletanolaminlar sintezida), fosfotid kislota (fosfotidilinozitlar sintezida) va sfingozin (sfingomiyelinlar sintezida) muhim rol o'ynaydi. Sitidintrifosfat (STF) deyarli barcha fosfolipidlarning sintezida ishtirok etadi.

### **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. Triglitsiridlar 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
4. O't kislotalari ishtirokida lipidlar qanday o'zgarishlarga uchraydi?
- A) lipidlar emulgirlanadi
  - 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. Triglitsridlipaza 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

## XI BOB. OQSILLAR ALMASHINUVI

### **XI.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'lishi oshqozonda uning shirasi ta'siridan boshlanadi.

Oshqozon shirasi, oshqozonning shilliq pardasining hujayralarida ishlab chiqariladi, 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 miqyosda 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.

**Pesin.** Oqsillarning oshqozonda hazm bo'lishida pepsin fermenti muhim rol o'ynaydi. Oshqozon shilliq pardasining hujayralari pepsinogen ishlab chiqaradi, pepsinogen me'da shirasidagi xlorid kislota ta'siri ostida faol proteolitik ferment pepsinga aylanadi. Pepsin uchun optimal pH - 1,5-2,5 ga teng. Oshqozon shirasidagi xlorid kislota 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'lar 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 molekulyar 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. Ichak 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.<sup>72</sup>

**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 molekulyar 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.

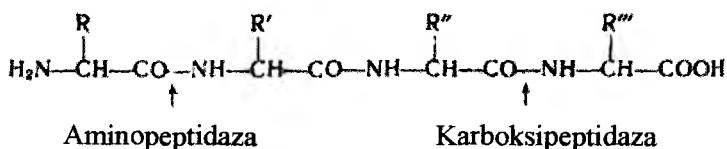
Kuchsiz ishqoriy muhitda (pH 7-8) ichak shirasidagi tripsin va ximotripsin peptonlarni parchalashini davom ettiradi, ichki peptid bog'larni katalitik gidrolizini tezlashtiradi, reaksiya natijasida peptonlar kichik molekulyar polipeptidlarga parchalanadi. Polipeptidlar, o'z

---

<sup>72</sup> J.Koolman, K.H.Roehm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-176

navbatida karboksiptidazalar, aminopeptidazalar va dipeptidazalar ta'sirida parchalanadi. Karboksiptidaza polipeptid zanjirini erkin karboksil guruhli uchidan parchalasa, aminopeptidaza qarama-qarshi tomondagi, erkin amino guruhi bor uchidan parchalaydi.

**Dipeptidaza** (bir necha dipeptidazalar mavjud) dipeptidlarni erkin aminokislotalarga parchalaydi.<sup>73</sup> Polipeptidlarning peptidazalar (aminopeptidaza, karboksiptidaza 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.

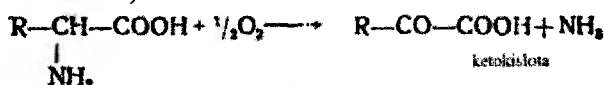
## XI.2. Aminokislotalarning dezaminlanishi

Oqsil resintezi uchun to'g'ridan-to'g'ri sarflanmay qolgan aminokislotalar yana o'zagarishlarga uchraydi, ya'ni azotsiz mahsulotlarga aylanib - NH<sub>2</sub> - guruhidan ammiak hosil bo'ladi.

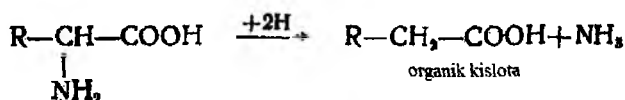
<sup>73</sup> J.Koolman., K.H.Roehm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-174

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.

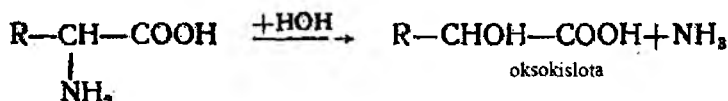
1. Oksidlanish bilan boradigan dezaminlanish reaksiyasi (oksidativ dezaminlanish).



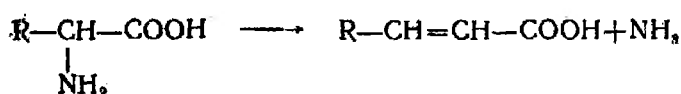
2. Qaytarilish bilan boradigan dezaminlanish reaksiyasi.



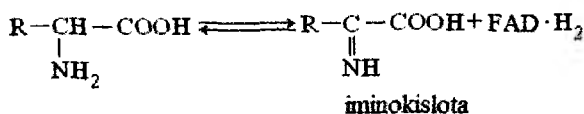
3. Hidrolitik dezaminlanish reaksiyasi.



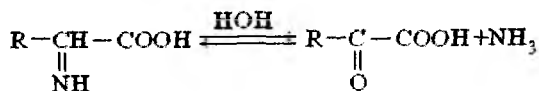
4. Molekular ichidagi o'zgarish hisobiga boradigan dezaminlanish:



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:



Ketokislota

### XI.3. Aminokislotalarning dekarboksillanishi

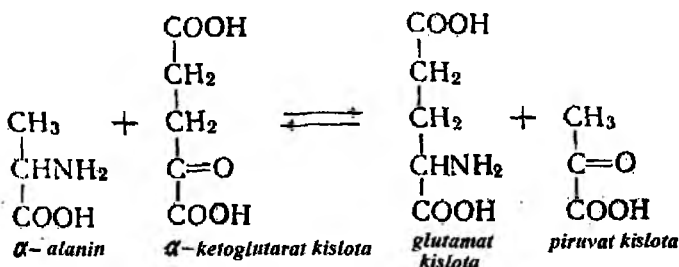
Dekarboksillanish reaksiyasi natijasida aminokislotalarning karboksil guruhi karbonat anhidrid sifatida ajralib chiqadi va aminlar hosil bo'ladi:



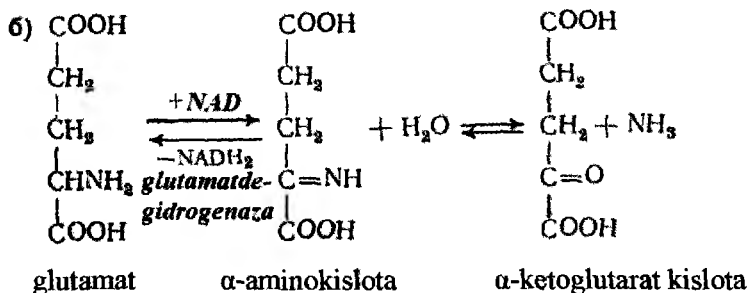
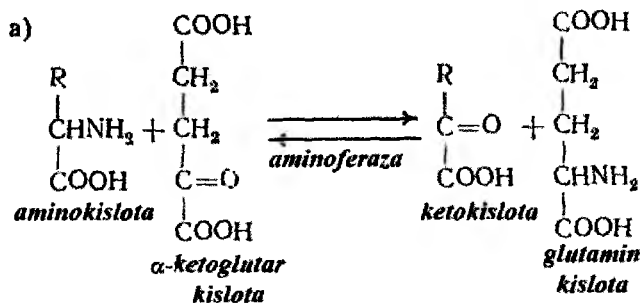
Dekarboksillanish reaksiyasi hamma aminokislotalar uchun xos bo'lgan maxsus dekarboksilaza fermentlari ishtirokida boradi. Dekarboksillanish reaksiyasi natijasida organizmda fiziologik faol moddalar-biogen aminlar hosil bo'ladi.

### XI.4. Transaminlanish (qayta aminlanish) reaksiyasi

Aminokislotalarning ko'pchiligi transaminlanish reaksiyasi tufayli hosil bo'ladi. Transaminlanish reaksiyasida aminokislotaning amin guruhi biror ketokislotaga ko'chadi. Bunga alanin aminokislota bilan ketoglutarat kislota o'rtasida boradigan reaksiyani misol qilib ko'rsatish mumkin.



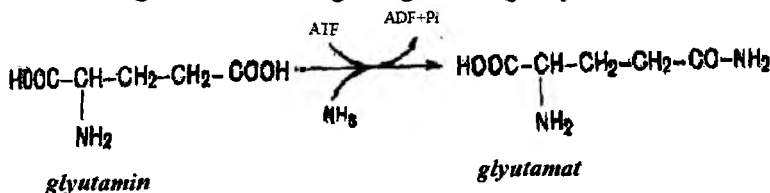
Bu reaksiya qaytar xususiyatga ega. Biologik transaminlanishni alohida fermentlar-transaminazalar katalizlaydi.



### XI.5. Ammiakni zararsizlantirish yo'llari va mochevina sintezi

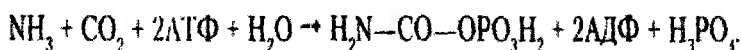
**To'g'ridan-to'g'ri sintezlash reaksiyasi.** Aminokislotalarning oksidlanish yo'li bilan dezaminlanishidan ammiak hosil bo'ladi. Ammiak kuchli zaharli birikmadir va organizmda u tez bir qancha maxsus reaksiyalar tufayli neytral birikmalarga aylanadi.

Moddalar almashinuvi jarayonlari mobaynida hosil bo'ladigan ammiakning zararsizlanishidagi eng muhim yo'llaridan biri maxsus fermentlar yordamida (glutamininga bog'liq bo'lgan asparginsintetaza) glutamat kislotaga ammiakni bog'lab glutamininga aylantirishdan iboratdir.



Talaygina organlarda (miya, to'r parda, buyrak, jigar, muskullarda) ammiak shu yo'l bilan yo'qotiladi.<sup>74</sup>

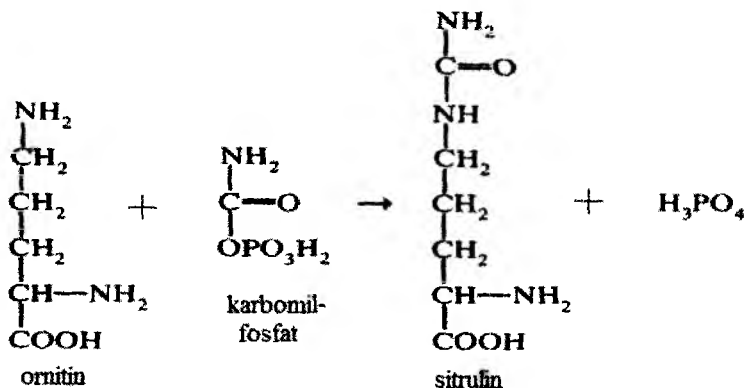
Organizmida ammiakni zararsizlantirishdagi asosiy yo'l ornitin yoki mochevina siklidir. 1932 yili G.A.Krebs va K.Xencelayt tomonidan ochilgan sikl murakkab kimyoviy jarayonlardan iborat. Eng muhim oraliq moddalari ornitin, sitrulin va asparagindan iborat. Ornitin siklining birinchi reaksiyasida, jigarda ATF, ammiak va karbonat angidridni biriktirib, faol modda karbomilfosfatid hosil bo'ladi:



karbomoil fofat

Bu jarayon jigar mitoxondriyalarida boradi. Bu jarayonda mitoxondriya fermenti karbamoil – fosfosintetaza ishtirok etadi.

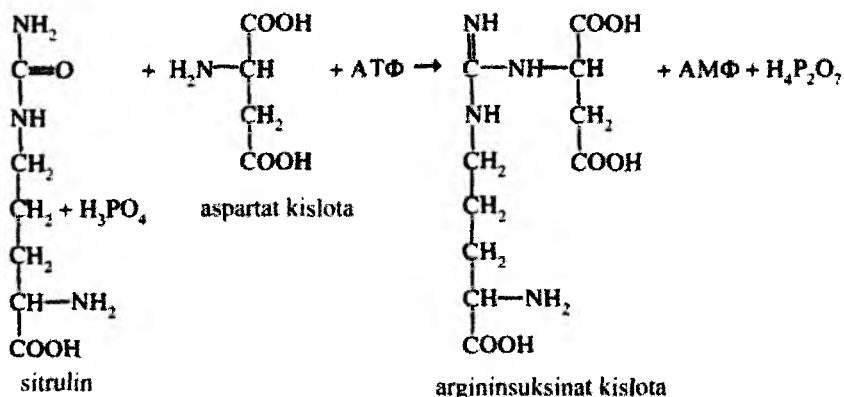
Karbomil fosfat ornitin aminokislotasi bilan reaksiyaga kirishishi natijasida sitrullin aminokislotasi hosil bo'ladi:



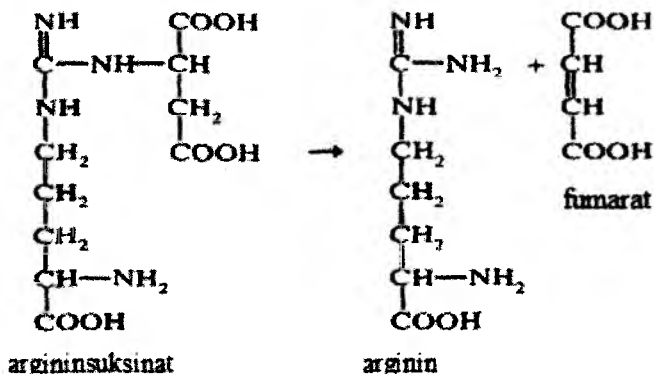
Bu reaksiyani M ioniga bog'liq bo'lgan mitoxondriyaning ornitranskarbamoilaza fermenti katalizlaydi. Hosil bo'lgan sitrullin jigar hujayrasi mitoxondriyasidan sitoplazmaga translyatsiya qilinadi.

Glyutamin kislotasi va oksaloatsetat o'rtasida pereaminlanishidan mochevina molekulasidagi ikkinchi- guruh ornitin halqasiga asparagin kislotasi orqali qo'shiladi. Glutamin kislotasini asparaginatga aylanishini ferment aspartat-aminotransferaza katalizlaydi. Asparagin

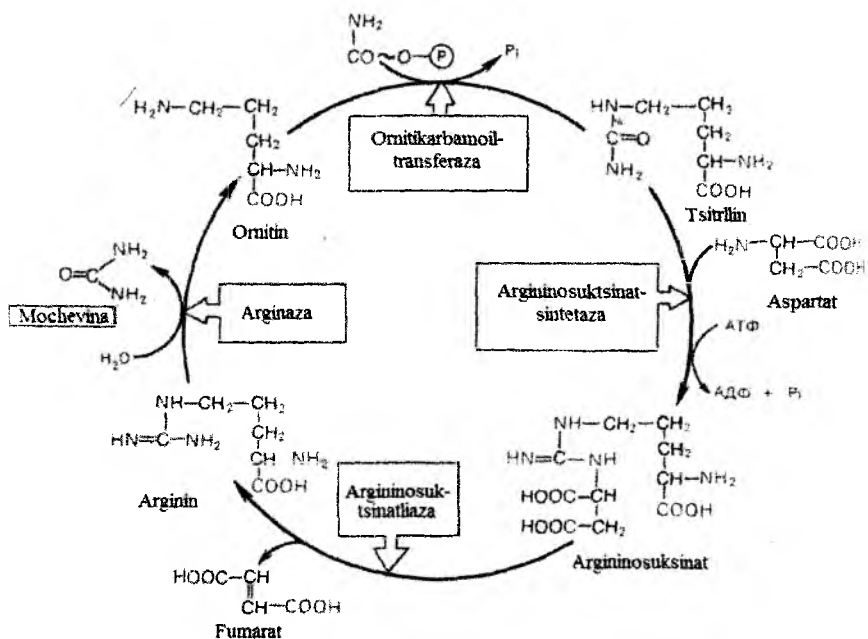
kislotalarning aminogruppasi sitrullinning karbamoil gruppasiga ATF ishtirokida kondensatsiyalanadi, bu reaksiyani sitozolning  $Mg^{2+}$ - bog'liq arginin suksinat sintetaza katalizlaydi.



Keyingi bosqichda argininsuksinat argininsuksinatliaza fermenti ta'sirida arginin va fumaratga parchalanadi:

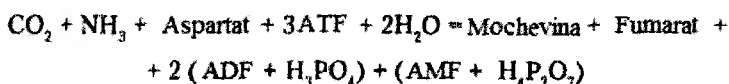


Hosil bo'lgan fumarat uckarbon kislota siklida ishtirok etadi. Arginin arginaza ta'sirida ornitin va mochevinaga parchalanadi. Ornitin yana siklida ishtirok etadi(rasm XI.5.1). Hosil bo'lgan mochevina buyrak orqali organizmdan chiqariladi.



**Rasm XI.5.1. Jigarda mochevinaning ornitin halqasidagi sintezi**

Ornitin halqasidagi mochevina sintezining umumiy reaksiyasini quyidagicha ifodalash mumkin:



Yuqoridagi reaksiyadan ko'rinib turibdiki, mochevina ammiakdagi bitta atom azotidan, ikkinchisi esa asparagin kislotasining aminogruppasi hisobiga hosil bo'ladi.

Shuni ta'kidlab o'tish kerakki, ornitin va uch karbon sikllari uzaro bog'liqdir. Bu ikki jarayon mitoxondriyada boradi. Mochevinaning sintezi katta energiya sarflanish hisobiga borib, bu jarayon boshqa faktorlar ta'sirida qaytmas bo'lib, ammiakni zararsizlantirishda katta effektga ega.

## **XI. 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 nomoyon 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) initsiatsiya-polipeptid zanjiri sintezining boshlanishi; 3) elongatsiya – hosil bo'layotgan polipeptid zanjirining uzayishi; 4) terminatsiya – polipeptid zanjiri hosil bo'lishining tugashi.

**1. Aminokislotalarning faollanishi.** Aminokislotalar molekulari 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, ATF,  $Mg^{2+}$ .

Aminokislotalar ATF 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>75</sup>

Aminokislotalarning aktivlanishi ikki bosqichda boradi.

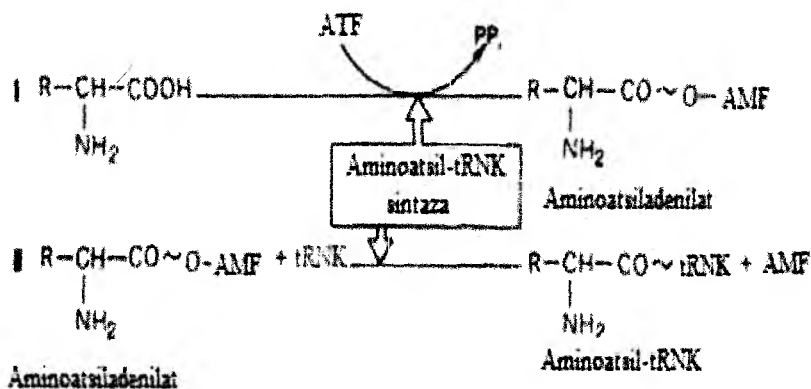
Birinchi bosqichda ATF bilan aminokislota o'zaro ta'sir etib, reaksiya natijasida ferment bilan bog'langan oraliq mahsulot – aminoatsiladenilat (aa – Adenilat ) hosil bo'ladi. Aminokislotaaning karboksil guruhi AMF ning 5' - fosfat guruhi bilan anhidrid bog' hosil qiladi va pirofosfat ajralib chiqadi.

Ikkinchi bosqichda aminoatsiladenilatning fermentli kompleksi shu aminokislotaaning t- RNK si bilan o'zaro ta'sir etib, aminoatsil – t- RNK ni hosil qiladi. Reaksiya natijasida AMF va ferment aminoatsil – t- RNK – sintetaza ajralib chiqadi.

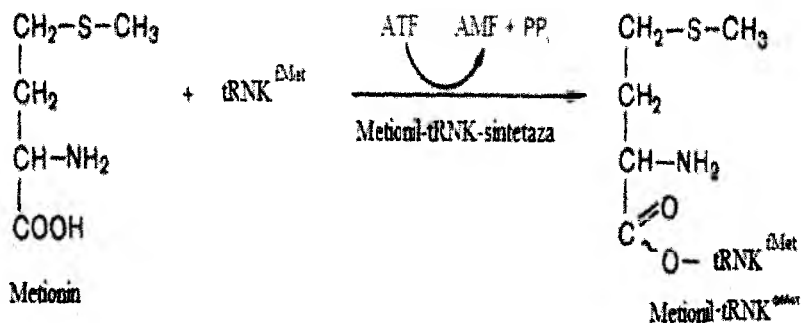
Reaksiyaning ikki bosqichini quyidagicha ifodalash mumkin:

---

<sup>75</sup> J.Koolman, K.H.Roehm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-183



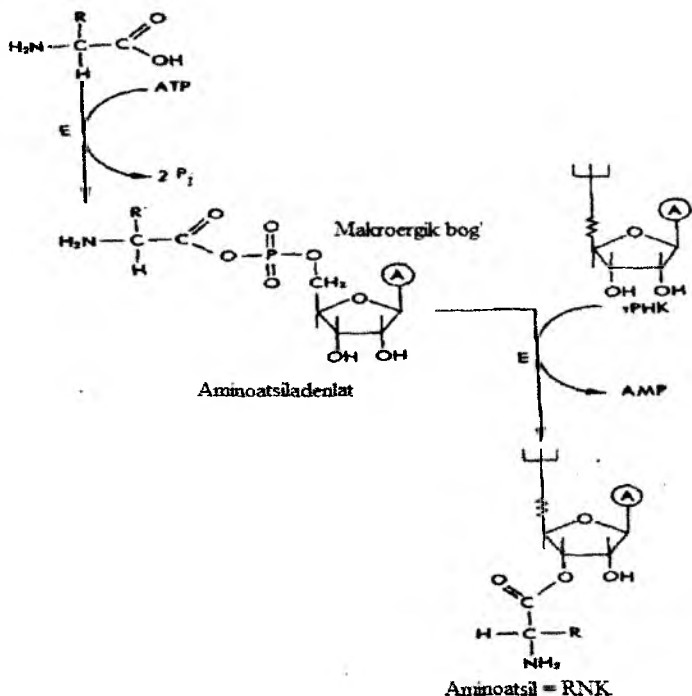
Ikkinchi bosqichda hosil bo'lgan aminoatsil - t- RNK tarkibida energiyaga boy bo'lgan makroergik mavjud bo'lib, bu energiya peptid bog'ini hosil bo'lishida ishtirok etadi.



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 XI.6.1.).



Rasm XI.6.1. Aminokislotalarning aktivlanishi

**2. Initsiatsiya.** Polipeptid zanjirining initsiatsiyasi juda murakkab va juda muhim bosqich bo'lib, bu bosqichda initsiatsiya kompleksi hosil bo'ladi. Initsiatsiya 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 initsiatsiya 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 metoininning 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.

Initsiatsiya faktor IF – 3 ribosomaning 30 S subbo'laklari bilan birikadi. IF – 2 oqsil faktori GTF va formilmetoinil – 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 – formilmetionil t – RNK va ferment hosil bo'ladi. Bu kompleksga initsirlovchi faktor IF -1 ishtorokida i – RNK o'zining 5' - tomoni bilan birikadi.<sup>76</sup>

Shundan keyin 50 S subbo'lagi birikadi va funksional aktiv 70 S robosoma 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 formilmetionil – t RNK ferment joylashadi.

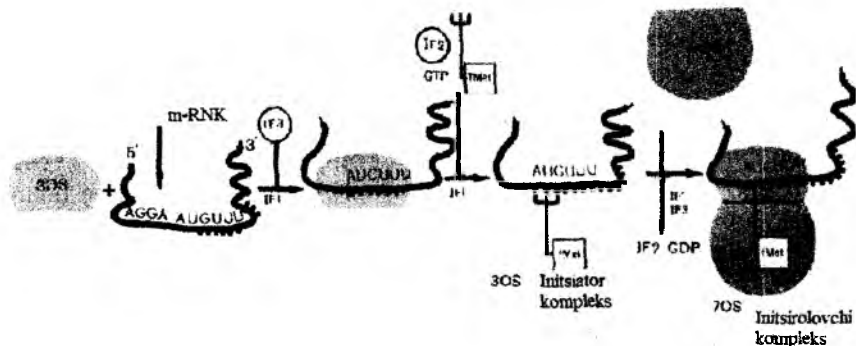
Initsiatsiya jarayonlarida formilmetionil – t RNK ferment P uchastkaga joylanishi uchun m RNK – 5' dagi metionining AUG – 3' kodoni uning antikodoni UAS – 5' bilan bog'lanadi ( ya'ni kodon antikodonga mos kelsa, vodorod bog'lar hosil qilib bog'lanadi). A – uchastka erkin bo'lib, unda m RNK dagi navbatdagi aminokislotasini kodoni joylashadi (rasm XI.6.2.).

Shunday qilib, initsiatsiya bosqichida initsirlovchi kompleks hosil bo'ladi, apparat polipeptid zanjirining sintezi uchun tayyordir.

Polipeptid zanjirining sintezi tugagandan keyin formil guruhi deformilaza fermenti tomonidan polipeptid zanjiradan ajratiladi. Initsiatsiya faktorlari esa qaytadan initsiatsiya kompleksini hosil bo'lishida ishtirok etadi.

---

<sup>76</sup> J.Koolman, K.H.Roehm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-185



**Rasm XI.6.2. Oqsil biosintezining initsiatsiyasi**

**3.Elongatsiya.** Polipeptid zanjirining o'sishida ribosomaning 50-S subbirliigi 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 aminokislalani 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 aminatsil 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:

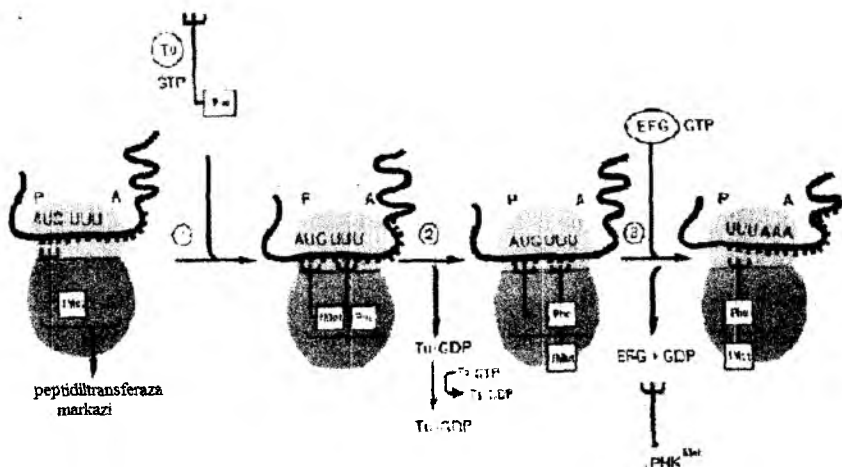
- 1) initsirlovchi kompleks ( ya'ni 70 S – funksional ribosoma );
- 2) m -RNK ning kodoniga mos keluvchi keyingi aminoatsil – t – RNK
- 3) elongatsiya faktorlari ( EF – Tu, EF –Ts va EF –U);
- 4) GTF;
- 5)  $Mg^{2+}$  ioni;
- 6) Peptidiltransferaza fermenti.

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 ribisoma) bilan birikadi. Shuningdek bir vaqtda GTF ning gidrolizi boradi va hosil bo'lgan Tu – GTF 70 S ribosomadan chiqib ketadi (rasm XI.6.3).

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 – formilmethion qoldig'i tutuvchi t RNK A uchastkaga kelib, yangi aminokislotaning amino guruhi bilan peptid bog'ini hosil qiladi. Bu reaksiyani ribosomaning 50 S – subbo'laklarida joylashgan peptidiltransferaza fermenti katalizlaydi (rasm XI.6.3). 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.

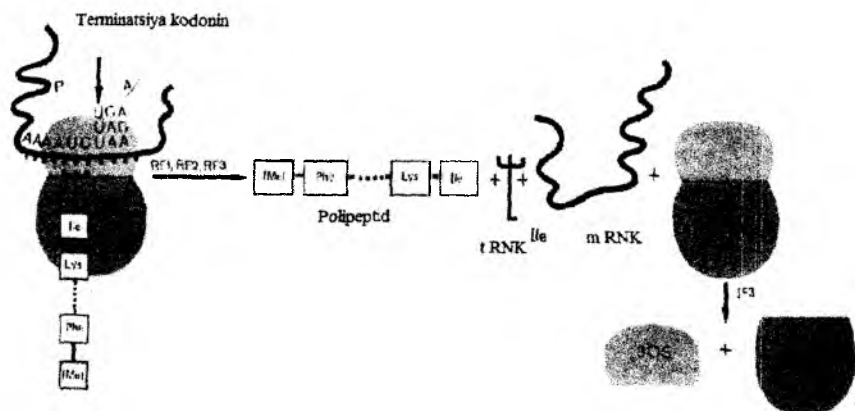


**Rasm XI.6.3. Oqsil biosintezining elongatsiyasi**

**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. Eukarot hujayralarida bitta 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.6.4). 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.



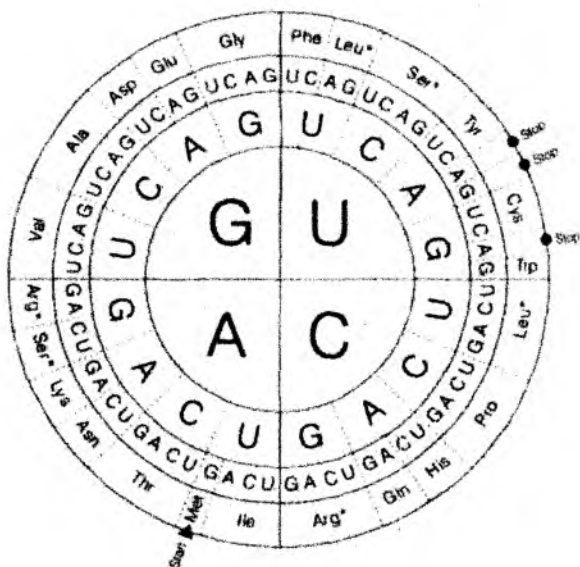
**Rasm XI.6.4. Oqsil bisintezining terminatsiyasi**

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.

## **XI.7. 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 aminokislotani DNK molekulasidagi 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 aminokislotani 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 XI.7.1. Genetik kod sxemasi**

Jadvaldagi 64 ta tripletdan 61 tasi «ma'noli», ya'ni ma'lum aminokislotalarni ifodalovchi tripletlar. Qolgan uchta (UGA, AUG, 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. Tryptofan va metioninning bittadan kodonlari mavjud. Qolgan aminokislotalar 2 tadan 6 tagacha triplet yordamida ifodalanadi (rasm XI.7.1). 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 anhidrid

G) ammiak

## XII BOB. NUKLEIN KISLOTALAR ALMASHINUVI

Tirik /organizmlarda sodir bo'ladigan moddalar almashinuvi nuklein kislotalar almashinuvi bilan bevosita bog'liqdir, ya'ni oqsillar biosintezi, biokimyoviy jihatdan spetsifik bo'lgan belgilarning nasldan-naslga o'tishi, hujayra differensiyasi va hokozolar.

### XII.1. 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.

Nuklein kislotalarning ichki nukleotidlararo bog'larini parchalovchi fermentlar nukleazalar deb ataladi. Bu fermentlar ishtirokida nuklein kislotalar asosan kislotalarda erimaydigan kichik molekulyar polipeptid fragmentlardan tortib, 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 parchalaydi.

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 ba'zi bir xil nukleotidlararo bog'larni, ya'ni piridinukleotidning 3'-uglerod atomidagi fosfat kislota qoldig'ini, keyingi nukleotiddagi ribozaning 5'-uglerod atomi bilan biriktiruvchi bog'ning parchalanish reaksiyasini katalizlaydi. Reaksiya natijasida nukleotid qoldiqlar o'rtasidagi fosfodiefir 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.

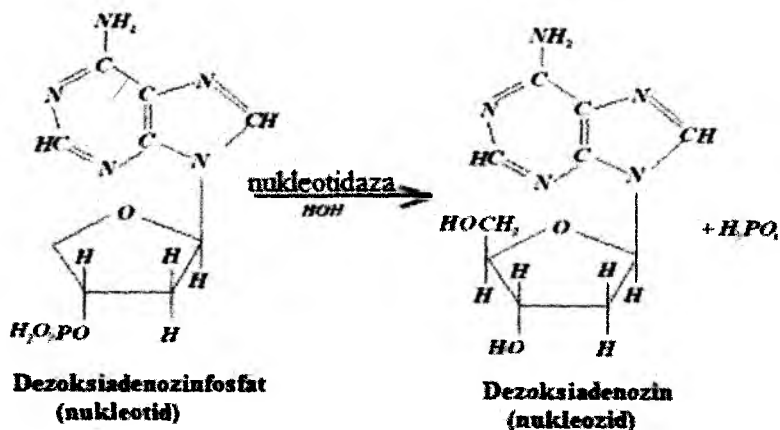
DNKning parchalanishi reaksiyasining parchalovchi ferment DNKaza keng tarqalgan. DNKazaning ikki turi mavzud bo'lib, DNKaza I va DNKaza II dir. Ularning ikki turi yaxshi o'rganilgan. Ikkala ferment ham endonukleazalarga mansubdir. DNKaza I DNK molekulasini to oligonukleotidlarning 5'-fosfomonoefirlarga parchalaydi.

DNKaza-II tasirida 3'-fosfomonoefirlar hosil bo'ladi.

DNKaza-I oshqozon osti bezidan ajratib olingan, u DNK ning bitta zanjiridagi ichki fosfodiefir bog'larini uzib, 5'- oxiri fosfo guruhli oligonukleotidlarni hosil qiladi.

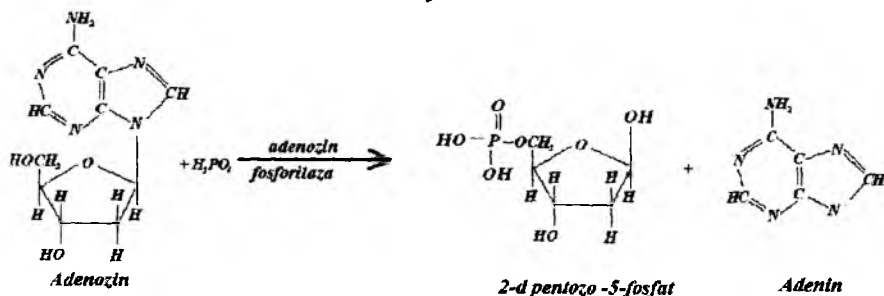
Ekzonukleaz yoki fosfodiesterazlar tasirida poliribonukleotidlar va polidezoksiribonukleotidlar mononukleotidlarga parchalanadi. Shunday qilib, turli xil nukleazalar ta'sirida nuklein kislotalar mononukleotidlarga parchalanadi.

Hosil bo'lgan mononukleotidlar parchalanib ketadi. Ribonukleotidfosfatlar va dezoksiribonukleotidfosfatlar tarkibidagi fosfat guruxlarini fosfotazalar parchalaydi. DNK va RNK larning parchalanishidan hosil bo'lgan nukleotidlar tarkibidagi fosfat kislota qoldig'ini parchalanishi spetsifik fermentlar ta'sirida boradi. Bunday fermentlarni 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>77</sup>

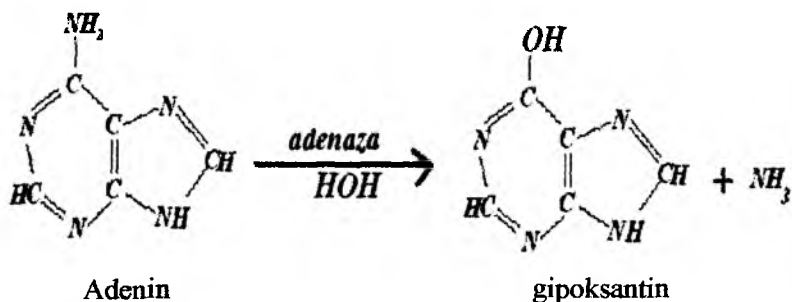
Bu reaksiyani nukleozid turi xos bo'lgan mahsus ferment riboziltransferaza fermenti katalizlaydi:



Reaksiya natijasida pentozofosfat hosil bo'ladi, keyinchalik u moddalar almashinuvida ishtirok etadi.

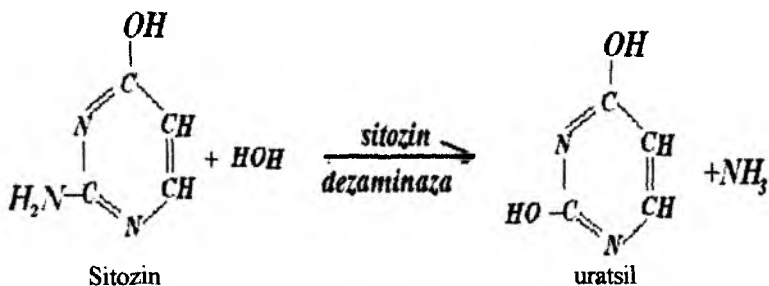
**Purin va pirimidin asoslarining parchalanishi.** Purin asoslari gidrolitik dezaminaza fermentlari ishtirokida parchalanib, ammiak va tegishli birikmalar hosil qiladi.

Masalan, adenin adenaza fermenti ishtirokida gipoksantin hosil qiladi:



Gipoksantin ksantinoksidaza fermenti ishtirokida 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.

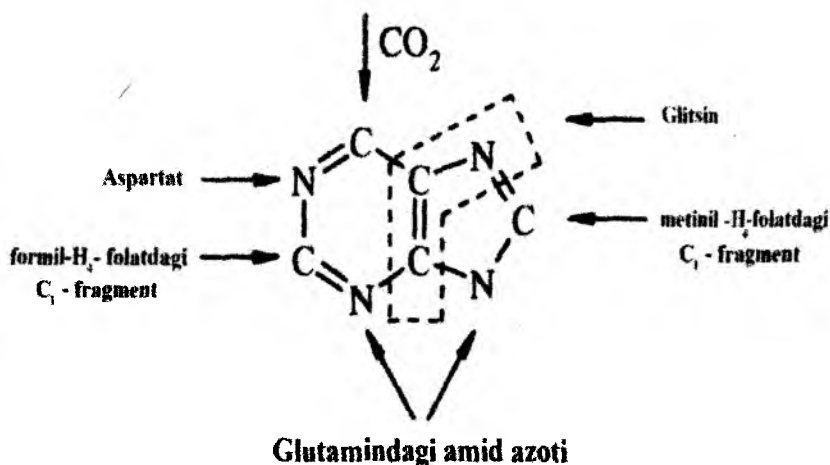


Shunday qilib, murakkab tuzilgan nuklein kislotalar tirik organizmlarda bir qator fermentlar ishtirokida oddiy birikmalarga parchalanadi.

## XII. 2. Nuklein kislotalar biosintezi

### *Purinli nukleotidlar hosil bo'lishi.*

Barcha tirik organizmlarda purin halqasi yangidan sintezlanish xususiyatiga ega. Purin halqasini hosil qilishda glutamin, aspartat va glitsin aminokislotalar, formiat kislota hamda karbonat anhidrid ishtirok etishi aniqlangan. Purin halqasidagi atomlar manbai quyidagi sxemada keltirilgan:



**Rasm XII.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 ATF bilan reaksiyaga kirishib, 5-fosforibozil-1-pirofosfat tashkil topishidan boshlanadi va bir necha bosqichdan iborat.

1. riboza-5-fosfat+ATF  $\longrightarrow$  5-fosforibozil-1-pirofosfat+AMF.
2. 5-fosforibozil-1-pirofosfat + glutamin  $\longrightarrow$   
5- fosforibozilamin + glutamat +  $H_4P_2O_7$
3. 5-fosforibozil -1-amin + glitsin + ATF  $\longrightarrow$   
5-fosforibozilglitsinamid + ADF +  $H_3PO_4$

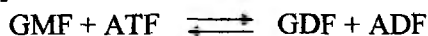
Hosil bo'lgan 5-fosforibozilglitsinamid bir molekula chumoli kislota bilan reaksiyaga kirishib, formilglitsinamidribonukleotid hosil qiladi. Bu reaksiyani katalizlovchi fermentning faol qismini tetragidrofolat kislota tashkil etadi. Hosil bo'lgan modda glutamin amidi yordamida yana bir marta aminlanadi. Reaksiya ATF ishtirokida boradi. Natijada hosil bo'lgan N-formilglitsin- amidinribonukleotid purinlarning imidazol halqasidagi barcha struktura komponentlarini tutadi. Bu birikma ATF ishtirokida degidratatsiyaga uchraydi va imidazol halqa hosil bo'ladi. Keyingi

reaksiyalarda imidazol halqada aspartat kislota, formiat va karbonat angidrididan 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>78</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 adenilsuksiant kislota adenilat va fumarat kislotaga parchalanadi.

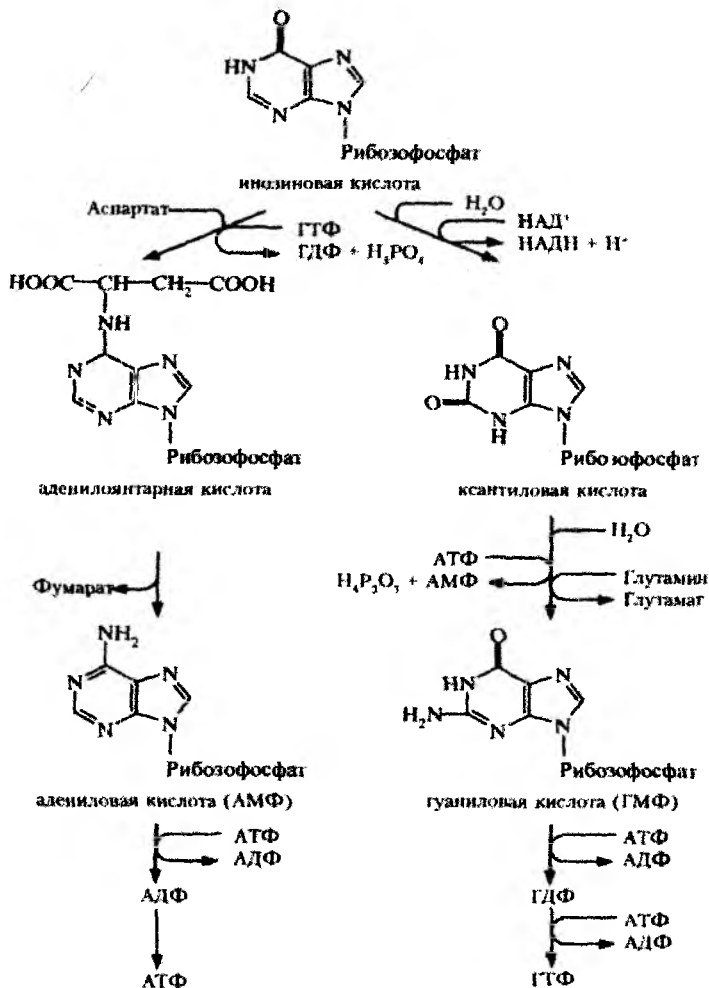
Nuklein kislotalar hosil bo'lishida bevosita ishtirok etadigan nukleozidtrifosfatlar monofosfatlarning ketma-ket ikki marta fosforlanishi natijasida hosil bo'ladi:



Purin (adeninli va guaninli) nukletidlarning sintez sxemasi XII.2.2 rasmda keltirilgan da keltirilgan.

---

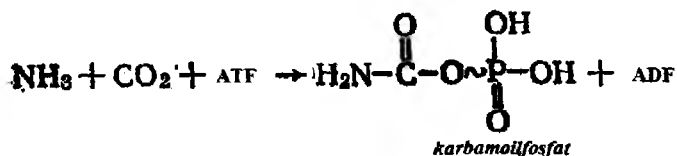
<sup>78</sup> Richard A Harvey., Denise R Ferrier . Biochemistry. Lippincott Williams and Wilkins. China. 2011, p-298



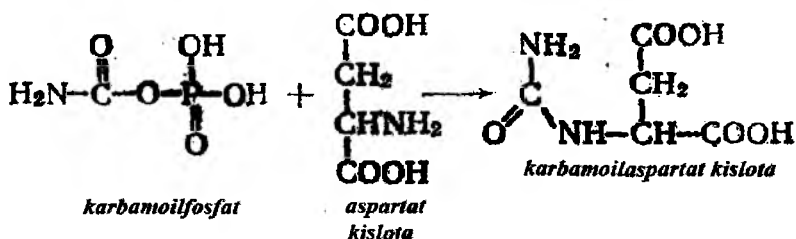
**Рашм XII.2.2. Purin (adeninli va guaninli) nukletidlarning sintezi**

Shunday qilib, yuqorida bayon etilgan reaksiyalar purinli nukleotidlar hosil bo'lishidagi asosiy yo'l hisoblanadi.

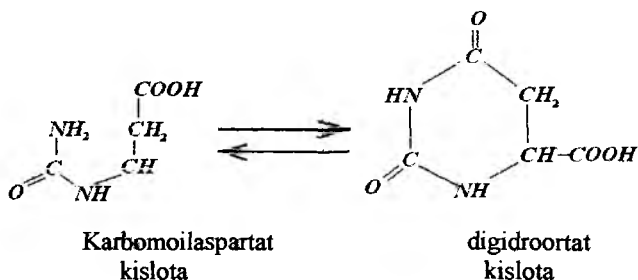
**Pirimidinli nukleotidlar hosil bo'lishi.** Pirimidin asoslari hosil bo'lishida aspartat kislota va karbomoilfosfat ishtirok etadi. Karbomoilfosfat ammiak, karbonat ангидрид va ATF dan hosil bo'ladi.



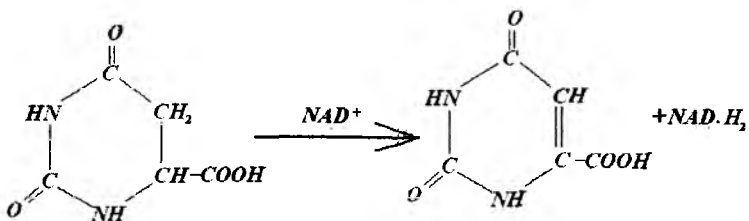
Pirimidin asos hosil bo'lishining ikkinchi bosqichida karbamoilfosfat aspartat kislota bilan reaksiyaga kirishib, karbamoilaspartat kislota hosil qiladi. Bu reaksiya aspartatkarbamoiltransferaza fermenti ishtirokida katalizlanadi:



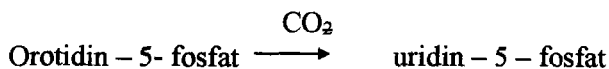
Karbamoilaspartat kislota siklodehidratatsiya reaksiyasi tufayli siklik birikma digidroortaaza fermenti ishtirokida tezlashadi:



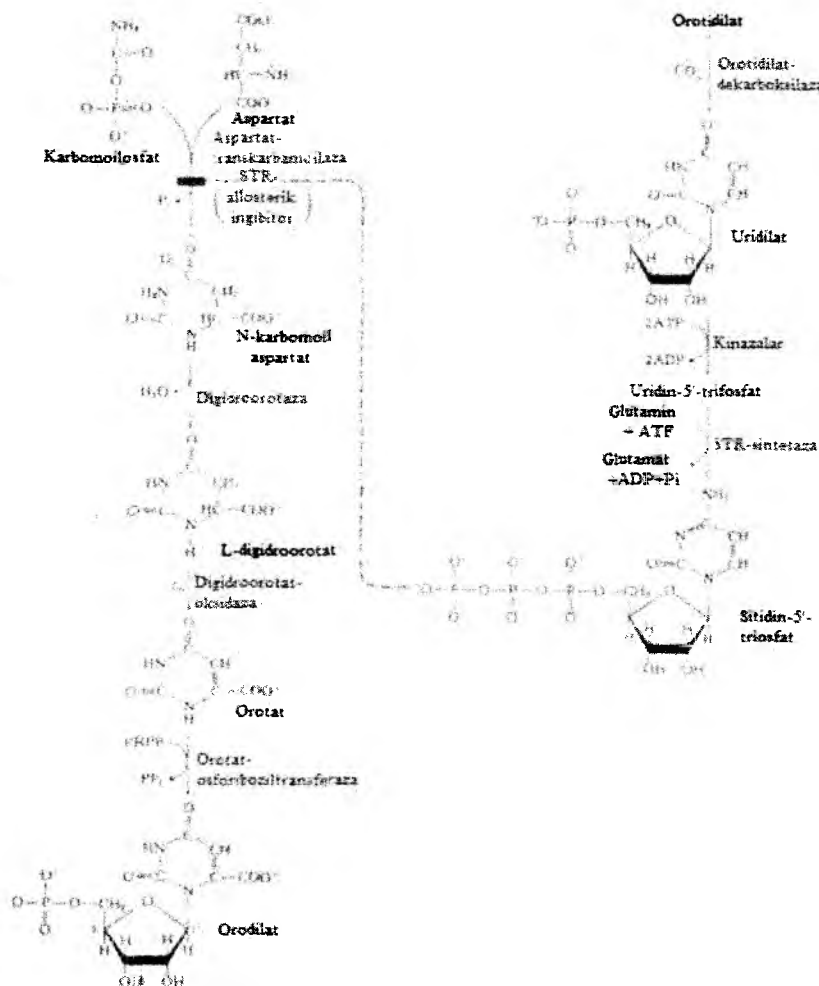
keyingi reaksiyada digidroorotat kislota oksidlanib, orotat kislotaga aylanadi. Reaksiyada fermentning aktiv qismini  $\text{NAD}^+$  tashkil etadi:



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 efilari ATF ishtirokida hosil bo’ladi.



Rasm XII.2.3. UTF va CTF biosintezining asosiy yo'llari (orotidil kislota orqali hosil bo'lishi)

### XII.3. DNK biosintezi

DNK molekulasiga 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. Avvalo DNK replikatsiyasi uchuin DNK-matrisa zanjiri kerak. 1) Reaksiya 4 xil nukleozidtrifosfatlar (ATF d, GTF d, TSDF d, TTF d) ishtirokida boradi. Birorta nukleozidtrifosfat yetishmasa 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.

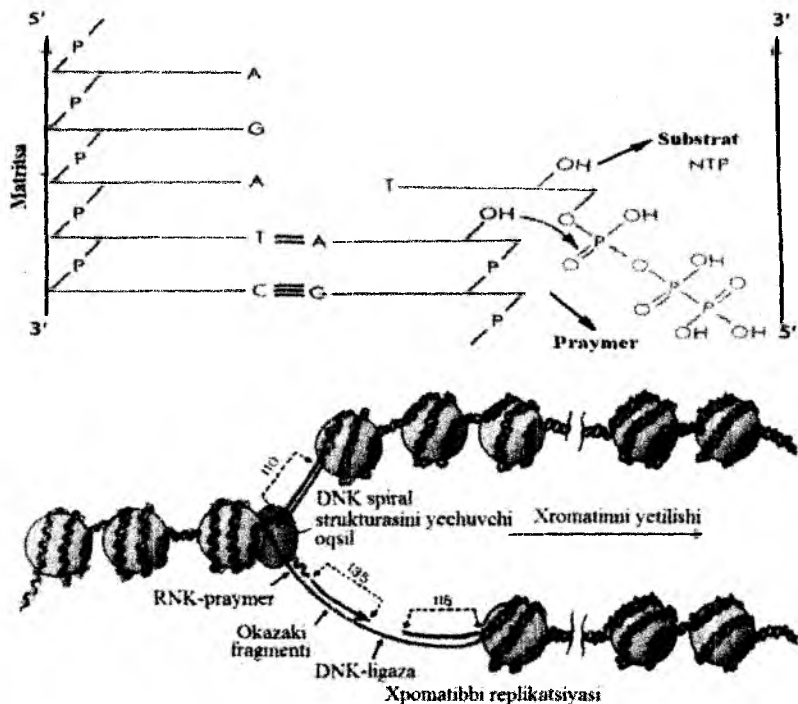
DNK replikatsiya jarayoni yarim konservativ xarakterga ega, ya'ni yangidan hosil bo'lgan DNK molekulasidagi polinukleotid zanjirining faqat bittasi sintezlanadi, ikkinchisi esa tayyor holda dastlabki DNK dan o'tadi. Yangi sintezlanayotgan DNK tarkibidagi nukleotidlarning ketma-ket joylashishi – dastlabki (matritsa) DNK tomonidan belgilanadi.

DNK ning matritsali sintezida navbatdagi, nukleotid DNK-polimeraza uchun substratdir, reaksiyaga yuqori energetik aktivlangan formada kirishadi. Polimerazatsiya namunaning 3<sup>l</sup>- tomonidan o'sib boradi, ya'ni sintez 5<sup>l</sup>→3<sup>l</sup> yo'nalishda boradi. Dezoksitrifosfatlarning tarkibidagi makrorgik bog'lar zanjiridagi nukleotidlararo bog'larni hosil qilish uchun sarflanadi.

DNK replikatsiyasi uchun faqat DNK – polimeraza fermentining o'zi yetarli emas, bu jarayonda ma'lum funksiyani 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>79</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.



**Ram XII.3.1. Dnk replikasiyasi sxemasi**

Xelikazalar – DNK ga bog'liq ATF azalar deb ataladi, ya'ni DNK ning qo'sh zanjirining yozilishi ATF 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

<sup>79</sup> Richard A Harvey., Denise R Ferrier . Biochemistry. Lippincott Williams and Wilkins. China. 2011, p-296

bog'lanadi. Bu oqsillarni replikatsiyadagi yana muhim ahamiyati shundan iboratki, bir zanjirli shoxchalarni to'g'rilaydi, ularning ikkilamchi strukturasidagi 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>80</sup> Okazaki fragmentlarining sintezini DNK – polimeraza initsirlay olmaydi. Uning sintezida namuna sifatida kalta bir zanjirli RNK va praymaza fermenti ishtirok etadi. RNK 3' – 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>ATF ishtirok etadi. Bir minutda bitta replikatsiya ayrida 4500-5000 nukleotidlar bog'lanadi. DNK replikativ sxemasi XII.3.1 da berilgan.

#### XII.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.

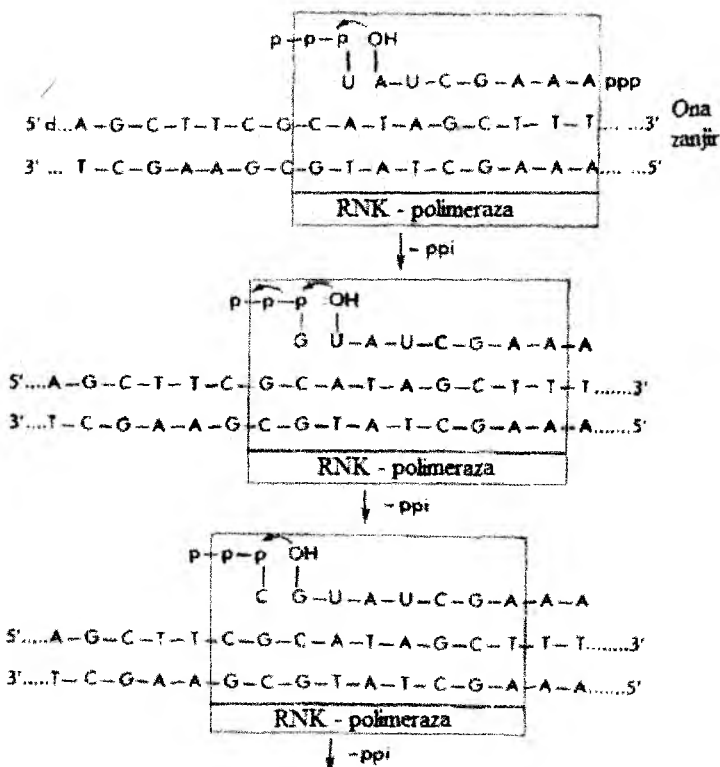
RNK ning barcha turlari t-RNK, r-RNK va i-RNK sintezlanishida, DNK asoslarining tartibi RNK asoslari tartibini belgilaydi.

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).

---

<sup>80</sup>J.Koolman., K.H.Roehm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-240



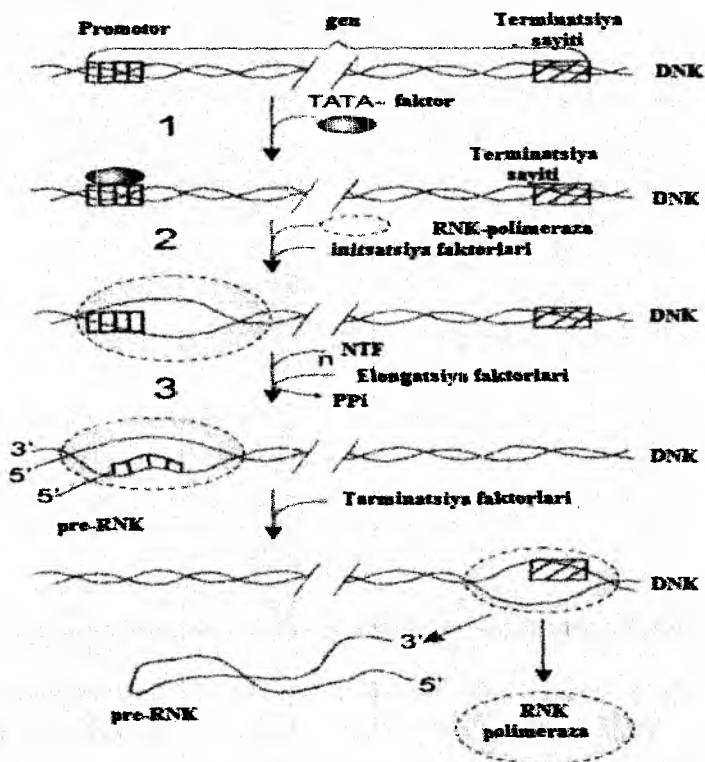
**Rasm XII.4.1. Transkripsiya jarayonida ona DNK zanjiridan nusxa ko'chirish**

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 XII.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 XII.4.2).



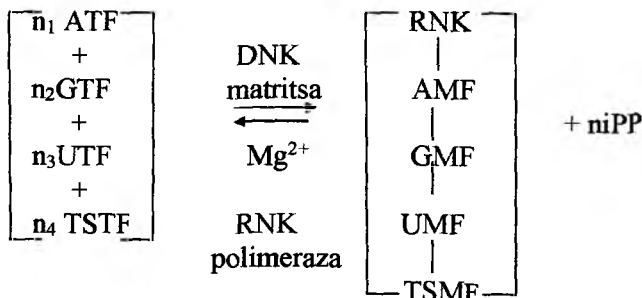
Rasm XII.4.2. Transkripsiya prosessining sxemasi

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>81</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 XII. 4.3)**



**Rasm XII. 4.3. Transkripsiya sxemasi**

**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(splyasing).

<sup>81</sup> Lehninger "Principles of Biochemistry", 2008 y, p-893

Protessing 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, kepiranadi. Bu 7-metil- GTF m RNK tarkibida bo'lishi "KEP" deb ataladi ( qalpoq yoki shapka).

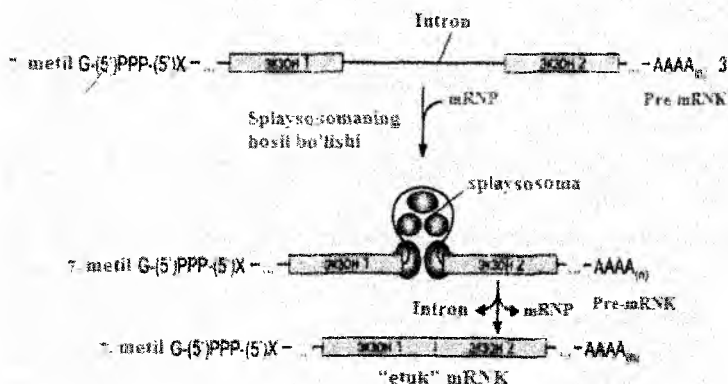
7 метил-G(5')PPP (5')X.....

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 AMF qoldiqlaridan tashkil topgan bo'lib, u m RNK ni RNKaza ta'siridan parchalanishini ximoya qiladi. Reaksiyada substarat sifatida ATF ishtirok etadi.

Splyasing jarayoni juda murakkabdir. Eukariotlar DNK sining ma'lum uchastkasidagi genlar o'zida aminokislotalarning ketma-ketligi haqida informatsiyani saqlamaydi, bularni 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 splyasing deb ataladi(Rasm XII.4.4.).

m RNK- nukleoprotein kompleksi hoida 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 XII.4.4. mRNK proessingi**

### **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.
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 strukturasini ajratuvchi fermentlar:
- A) DNK-xelikaza
  - B) DNK-polimeraza
  - V) RNK-polimeraza
10. DNK molekulasini 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 tetadigan fermentlar:

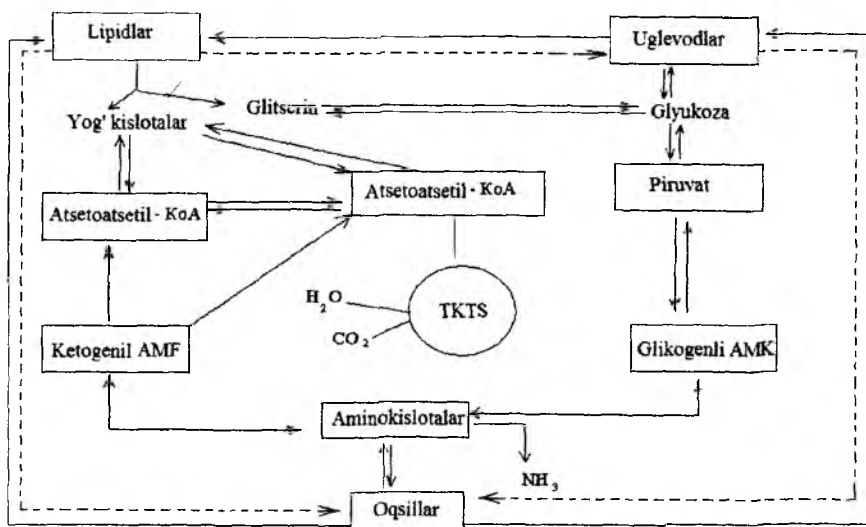
- A) RNK-polimeraza
- B) Ribonukleaza
- V) DNK-polimeraza

### **XIII BOB. OQSILLAR, YOG'LAR VA UGLEVODLAR ALMASHINUVINING O'ZARO BOG'LIQLIGI**

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 mahkam 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 yetkaziladi. 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. 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 pereaminlanish va dezaminlanish orqali  $\alpha$ -ketokislotalar hosil qiladi. Bu mahsulotlarning bir-biriga munosabati, asosan uch karbon kislotalar sikli, dikarbon kislotalarning pereaminlanishi, atsetil KoA dan turli sintezlar uchun foydalanish va karbomil fosfat sintezi jarayonida amalga oshiriladi. Bu munosabatlar quyidagi sxemada keltirilgan.



**Rasm XIII.1. Oqsillar, yog'lar va uglevodlar almashinuvining o'zaro bog'liqligi.**

### **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. Glyukoza to'liq oksidlanishi reaksiyasini tushuntiring.
11. Uglevodlar almashinuvining umumiy energetik balansi.
12. Glyukoza qanday sharoitda parchalanganda 38 mol ATF 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 ATF 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) ATF                      B) GFF                      V)  $\text{NADN} \cdot \text{H}^+$
9. Glyukoza -6- fosfat pentozafosfat sikli orqali oksidlanganda necha molekula ATF 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

#### XIV BOB. BIOLOGIK OKSIDLANISH

Yuksak organizmlarda sodir bo'ladigan barcha sintez reaksiyalarini energiya bilan ta'minlaydigan muhim manbalardan biri ularning aerob, ya'ni kislorodli nafas olishidir. Bu jarayonda kislorod yordamida murakkab organik birikmalar oksidlanishi tufayli ko'p miqdorda energiya ajralib chiqadi.

Ma'lumki, organizmlarda ham maxsus nafas olish organlari bo'lmaydi, ular to'qima yoki hujayralari orqali nafas oladi. Hujayra va to'qimalarda murakkab organik birikmalar maxsus ferment – sistemalar ishtirokida kislorod yordamida oksidlanib, suv bilan karbonat angidridgacha parchalanishi *biologik oksidlanish* deb ataladi.

Tirik organizmlarda boradigan oksidlanish reaksiyalarini dastlab XVIII asrning oxirlarida fransuz olimi Lavuazye bir qator tajribalarda nafas olish va yonish jarayonlarining o'xshashligini isbotlab bergan. Nafas olishda ham xuddi yonish jarayonlaridagidek, havodan kislorod yutiladi va bir vaqtning o'zida karbonat angidrid ajralib chiqadi.

Lavuazye o'z tajribalariga asoslanib, nafas olish juda ham sekinlik bilan boradigan yonishdir, degan xulosaga kelgan. Shuni ta'kidlab o'tish kerakki, nafas olish bilan yonish jarayonlarining o'xshashligini faqat reaksiyaga kirishuvchi moddalarni va reaksiya oxirida hosil bo'ladigan mahsulotlarni hamda ajralib chiqqan energiyani hisoblash yo'li bilan kuzatish mumkin. Ammo tirik organizmlarda uglevodlar, yog'lar, oqsillar va boshqa organik birikmalarning "yonishi" suvli muhitda va nisbatan past haroratda borishi nafas olish jarayonining qandaydir o'ziga xos bo'lgan tomonlari mavjud ekanligidan dalolat beradi.

Organizmdan tashqarida, xuddi shunday sharoitda, yuqorida qayd qilingan organik moddalar havodagi molekulyar kislorod bilan deyarli reaksiyaga kirishmaydi.

Bu esa tirik organizmlarda havodagi inert holatidagi molekulyar kislorodni organik birikmalarni oksidlash xususiyatiga ega bo'lgan faol holatga aylantiruvchi qandaydir mexanizmlar mavjud deb taxmin qilishga asos bo'ldi. Shu munosabat bilan o'tgan asrdayoq oksidlanish jarayonida molekulyar kislorod faol holatga kelishini tushuntiruvchi bir qator

nazariyalar paydo bo'lgan. Bulardan A.N.Baxning peroksid nazariyasi alohida ahamiyatga ega.

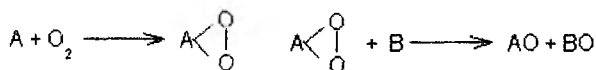
#### XIV.1. Biologik oksidlanish tarixi to'g'risidagi tushunchalar

Bu nazariyaga ko'ra, tirik oragnizmdagi oksidlanish jarayonlarida peroksid birikmalar muhim ahamiyatga ega. A.N.Bax fikricha, atmosferadagi inert holatdagi molekulyar kislorod oksidlanuvchi moddalar bilan reaksiyaga kirishishi uchun tarkibidagi qo'sh bog'ning faqat bittasi uzilishi kifoya qiladi.

Osonlik bilan oksidlanuvchi moddalarning molekulyar kislorod bilan to'qnashuvi natijasida kislorod tarkibidagi bitta bog' uzilib, oksidlanayotgan modda bilan birikadi.



Shunday yo'l bilan hosil bo'lgan peroksid tarkibidagi kislorod kuchsiz bog' orqali birikkanligi sababli, u faol holatda bo'ladi va molekulyar kislorod ta'sirida oksidlanmaydigan moddalarni oksidlash uchun foydalanish mumkin bo'ladi. Peroksid nazariyasini sxema ravishda quyidagicha ifodalash mumkin.



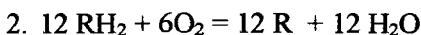
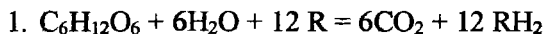
A- osonlik bilan oksidlanuvchi modda; B- molekulyar kislorod yordamida oksidlanmaydigan modda.

Yuqoridagi tenglamadan ko'rinib turibdiki, oksidlanish va qaytarilish reaksiyalari bir-biri bilan bog'liq va parallel holatda boradi. Bax birinchi bo'lib, nafas olishda oksidlanish va qaytarilish jarayonlari bir-biriga bog'liq degan g'oyani ilgari surdi. Baxning fikricha, nafas olish jarayonidagi peroksidlarning oksidlanish peroksidaza fermenti ishtirokida boradi. Shuning uchun bu g'oyani Baxning peroksid nazariyasi deb ataladi.

#### XIV.2. Palladinning nafas olish nazariyasi

Biologik oksidlanish jarayoni mexanizmini o'rganishda, ayniqsa rus olimi V.I.Palladinning ishlari muhim ahamiyatga ega bo'ldi. U nafas

olish pigmentlari yoki xromogenlar deb ataladigan, aromatik tabiatga ega bo'lgan birikmalar ko'p tarqalganligini aniqlagan. Palladinning yangi nazariyasiga ko'ra, xromogenlar molekulyar kislorodning oksidlanayotgan substratga ko'chishini ta'minlamaydi, balki bu substratdagi vodorodni o'ziga biriktirib oladi va keyinchalik ularni molekulyar kislorodga uzatadi. Buni sxema ravishda quyidagi tenglamalar bilan ifodalash mumkin:



Bu yerda R-pigmentlar yoki xromogenlar

Bu reaksiyalarning birinchi nafas olish jarayonining anaerob, ikkinchisi aerob bosqichini ifodalaydi. Birinchi reaksiyadan ma'lum bo'lishicha, nafas olishning anaerob bosqichida molekulyar kislorod ishtirok etmaydi. Bu reaksiyada degidrogenaza fermentlari ishtirokida substratdan vodorod atomlarini qabul qilib oluvchi xromogenlar ( $\text{RN}_2$ ) katta ahamiyatga ega. Ikkinchi reaksiyada molekulyar kislorod ishtirok etib, xromogenlarni nafas olish fermentlari (R) gacha oksidlaydi va ular yana vodorod atomlarining akseptori sifatida namoyon bo'ladi.<sup>82</sup>

Bu masalarni o'rganishga V.A. Engelgardt, V.A. Belitser, S.Ye. Severin, V.P. Skulachev, X. Viyand, O. Barburg, D. Keylin, G.A. Krebs, A. Linindjer, P. Minchell va boshqa olimlar katta xissa qo'shdilar.

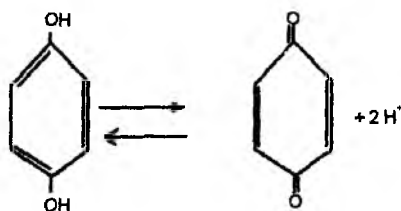
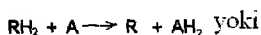
### **XIV.3. Oksidlanishning mohiyati**

Oksidlanish – qaytarilish reaksiyalari uchun xos bo'lgan asosiy xususiyat elektronlarning ko'chishidir. Moddalar oksidlanganda tarkibidan elektron ajraladi, qaytarilganda esa elektron biriktirib oladi. Ba'zi oksidlanish – qaytarilish reaksiyalarida elektron ajralishi, vodorod atomini ajratish yo'li bilan amalga oshadi. Oksidlanish reaksiyasi har vaqt qaytarilish reaksiyasi bilan bog'liq bo'lib, bu jarayon qaytar xarakterga ega. Chunki bunday reaksiyalarda oksidlanuvchi moddadan ajralgan elektron qaytarilayotgan moddaga ko'chadi. Oksidlanish jarayonga quyidagi kimyoviy reaksiyalarni misol qilib ko'rsatish mumkin:

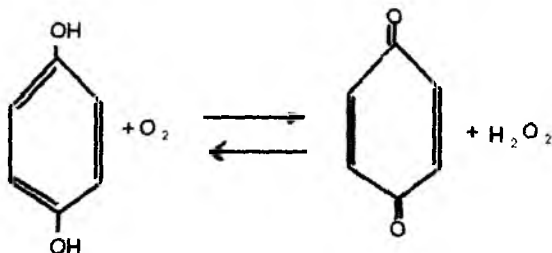
1. Vodorod atomlarining ajralishi yoki degidrogenlanish reaksiyasi:

---

<sup>82</sup> J.Koolman., K.H.Roehm "Color Atlas of Biochemistry", 2007 y, p-138



2. Akseptorlik vazifasini bajaruvchi kislorod ishtirokida boradigan reaksiyalar:



3. Ba'zi metall atomlari elektronlarining bevosita ajralishi bilan boradigan reaksiyalar:

Elektron beruvchi moddalar donor, qabul qiluvchi moddalar akseptorlar deb ataladi. Donor bilan akseptor birgalikda oksidlanish-qaytarilish sistemasini tashkil etadi. Har qanday oksidlanish – qaytarish sistemi o'z potentsiali qiymatiga ko'ra, oksidlovchi yoki qaytaruvchi sifatida namoyon bo'ladi.

**Oksidlanish qaytarish potentsiali.** Oksidlanish-qaytarish sistemasiga ega bo'lgan, ya'ni oksidlanish qaytarilish reaksiyalari amalga oshadigan muhitda, albatta, elektronlar kuchlanishi (elektronlarning bir moddadan ko'chishi) mavjud bo'ladi. Ana shu kuchlanish miqdor jihatidan ifodalovchi kattalik sistemaning oksidlanish-qaytarish potentsiali deb ataladi. Oksidlanish-qaytarilish potentsiali sistemaning elektr potentsiali bo'lganligi uchun uni elektrometrik usulda o'lchash mumkin. Oksidlanish – qaytarilish sistemalari potensialini aniqlashda, odatda standart sifatida potentsiali nolga teng bo'lgan normal vodorod elektroddan foydalaniladi. Gazsimon vodorod ( $H_2$ ) bir atmosferada bosim ostida konsentratsiyasi

1,0M ( $\text{pH} = 0$ ) teng bo'lgan  $\text{H}^+$  ionlari bilan muvozanatda bo'lgandagi vodorod elektrodlarining potentsiali shartli ravishda nolga teng deb qabul qilingan. Har qanday elektrodning oksidlanish-qaytarilish potentsialini (normal vodorod elektrodiga nisbatan) aniqlash mumkin.

Elektrodlar o'rtasidagi potentsiallar farqi potensiometr asbobida o'lchanib, volt bilan ifodalanad. Vodorod elektrodi bilan har qanday elektrodning oksidlanish-qaytarilish potentsiali o'rtasidagi farq Nerest formulasi bo'yicha aniqlanadi.

Oksidlanish – qaytarilish sistemalarining potentsiali qiymati elektron oqimining yo'nalishini ifodalaydi. Quyidagi jadvaldan ma'lum bo'lishicha, kislorod eng katta musbat potentsial qiymatga ega bo'lib, o'zidan yuqorida turgan barcha moddalarni oksidlaydi.

#### XIV.3.1-jadval

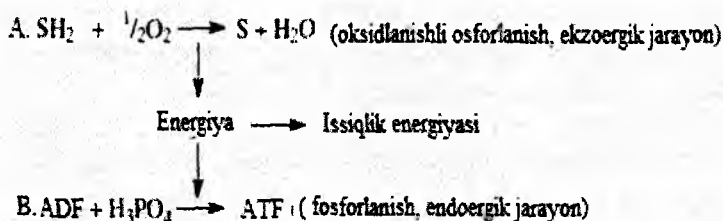
**Eng muhim oksidlanish-qaytarilish sistemalarining normal potentsiali ( $E_0$ ,  $\text{pH} = 7$ )**

| Oksidlanish – qaytarilish sistemasi      | $E_0$ , v |
|------------------------------------------|-----------|
| Vodorod elektrodi                        | 0,420     |
| $\text{NADF} * \text{N}_2/\text{NADF}^+$ | -0,324    |
| $\text{NAD} * \text{N}_2/\text{NAD}^+$   | -0,320    |
| Malat/oksidant                           | -0,160    |
| $\text{FMN}_2/\text{FMN}^+$              | -0,122    |
| Flavoproteid qayt./oksid.                | -0,060    |
| Sitoxrom v qayt./oksid                   | -0,040    |
| Suksiant/furmat                          | -0,03     |
| Sitoxrom s qayt./oksid                   | +0,260    |
| Sitoxrom a qayt./oksid.                  | +0,290    |
| Suv/kislorod                             | +0,810    |

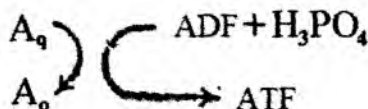
#### XIV.4. Oksidlanish va fosforlanish

Nafas olish jarayonida yuqori energetik potentsialga va qaytaruvchilik xususiyatiga ega bo'lgan har xil murakkab organik birikmalarning oksidlanish natijasida ularda mujassamlashgan kimyoviy energiya ajralib chiqadi. Bu energiyaning bir qismi issiqlik energiyasi sifatida tarqalib ketsa, qolgan qismi maxsus birikmalarning fosforlanishi tufayli ularda

metabolik energiya sifatida to'planadi. Oksidlanish bilan bog'liq bo'lgan fosforlanish jarayonida oksidlanish reaksiyasining energiyasi hisobiga ADF fosforlanib, ATF ga aylanadi.



Oksidlanish bilan fosforlanish jarayonlari orasida o'zaro bog'lanish mavjudligini 1930-yilda akad. V.A Engelgard kashf etgan. Bu jarayonni sxema ravishda quyidagicha ifodalash mumkin:



Bunda  $A_q$  - reaksiyaga kirishayotgan moddaning qaytarilgan shakli;  $A_o$  - Shu moddaning oksidlangan shakli.

Oksidlanish bilan bog'liq bo'lgan fosforlanish reaksiyalarida qaytarilgan modda yoki vodorod atomining donori sifatida bir necha xil tabiiy birikmalar ishtirok etishi mumkin. Ana shu qaytarilgan moddaning tabiatiga qarab, oksidlanish va fosforlanish ikki asosiy tipga bo'linadi. Bulardan qaytarilgan modda vazifasini ma'lum metabolitlar, ya'ni tegishli oksidlanish fermentlarining substratlari bajarganligi uchun, bu jarayon *subtrat fosforlanish* deb ataladi. Substrat fosforlanishda qaytarilgan modda sifatida 3-fosfoglitserat aldegid, piruvat hamda ketogluarat kislotalar ishtirok etadi. Tirik organizmlarni energiya bilan ta'minlashda subtrat fosforlanishning ahamiyati uncha katta bo'lmasdan, kislorodsiz sharoitda bu jarayonning ahamiyati katta. Substrat fosforlanish membrana sistemalari bilan bog'liq bo'lmaganligi uchun tegishli fermentlar, substratlar va kofermentlar tutuvchi gomogen eritmalarda kuzatish mumkin. Shu sababli bu jarayonni katalizlovchi ferment sistemalar hujayraning eruvchan qismida joylashgan, deb hisoblanadi.

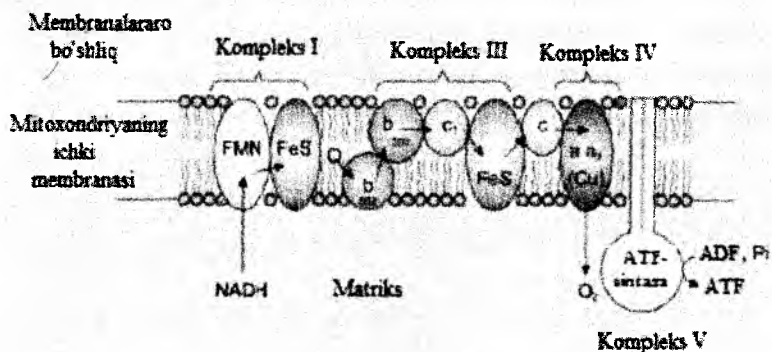
Oksidlanish va fosforlanishning ikkinchi tipida bevosita nafas olish zanjirida ishtirok etuvchi ferment yoki uning kofermenti qaytarilgan modda vazifasini bajarganligi uchun bu jarayon nafas olish zanjiridagi fosforlanish yoki qisqacha qilib *oksidativ fosforlanish* deb ataladi. Bu jarayon birmuncha murakkab bo'lib, hujayralarning maxsus strukturalarida, ya'ni mitoxondriylarida sodir bo'ladi.

Odam bir sutkada o'rtacha 27 mol kislorodni sarflaydi. Uning asosiy qismi mitoxondriyaning nafas olish zanjirida (taxminan 25 mol ) foydalaniladi. Har sutkada 125 mol ATF sintezlanadi. Organizmdagi umumiy massasi 20-30 g ni tashkil etadi.

Xulosa qilib aytganda, bir sutkada har bir molekula ATF 2500 marta gidroliz va sintez jarayonlarida ishtirok etadi, bu esa ATF almashinuvining jadallik bilan borishidan dalolat beradi.

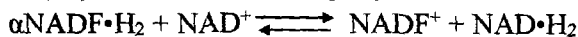
#### **XIV.5. Nafas olish zanjiri**

Hujayrada kechadigan nafas olish protsessining mohiyati qaytarilgan susbatrdan ajralgan vodorod atomlarini (elektronlarni) bir qator oksidlanish-qaytarilish fermentlari yordamida kislorodga uzatib, suv hosil qilishidan iborat. Bu jarayonni katalizlovchi, ma'lum tartibda muntazam ravishda joylashgan fermentlar to'plami nafas olish zanjiri deb ataladi. Hozir o'simliklar mitoxondriysi nafas olish zanjirining asosiy komponentlari to'liq aniqlangan. Bu komponentlarga NAD-degidrogenaza, flavoproteid, ikkita sitoxrom c, uchta sitoxrom b va sitoxrom a<sub>2</sub> kiradi. Nafas olish zanjiridagi komponentlarni shartli ravishda ikki qismga bo'lish mumkin. Bularning bir qismi vodorod atomlarini ko'chiruvchi qismi bo'lib, nikotinamidli va flavinli fermentlardan tashkil topgan. Ikkinchi qismi esa elektronlarning ko'chishini ta'minlab, sitoxrom b,c,a<sub>3</sub> va elektronlarning akseptori hisoblangan kisloroddan iborat. Nafas olish zanjiri quyidagi sxemada keltirilgan bo'lib, unda oksidlanish-qaytarilish sistemalari tegishli fermentlar, kofermentlar va prostetik guruhlar yordamida ifodalangan.

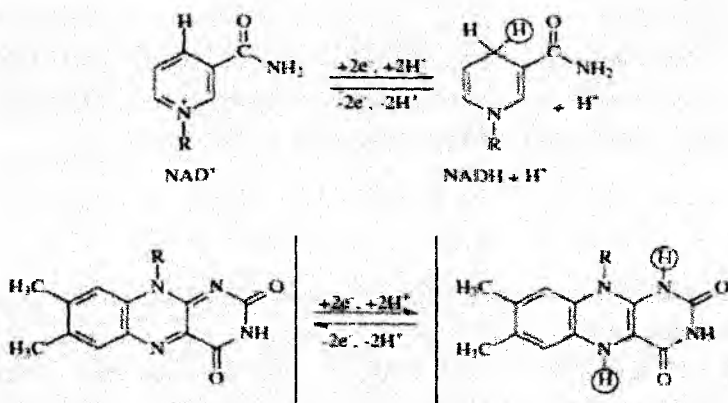


Rasm XIV.5.1. Mitoxondriyalarda elektronlarni uzatish zanjiri

Nafas olish zanjirining vodorod atomlari bilan ta'minlovchi universal donori vazifasini  $\text{NAD} \cdot \text{N}_2$  bajaradi. Mabodo hujayrada oksidlanish reaksiyalari natijasida  $\text{NADF} \cdot \text{H}_2$  hosil bo'lsa, ular maxsus fermentativ reaksiya yordamida  $\text{NAD} \cdot \text{H}_2$  ga aylanadi:



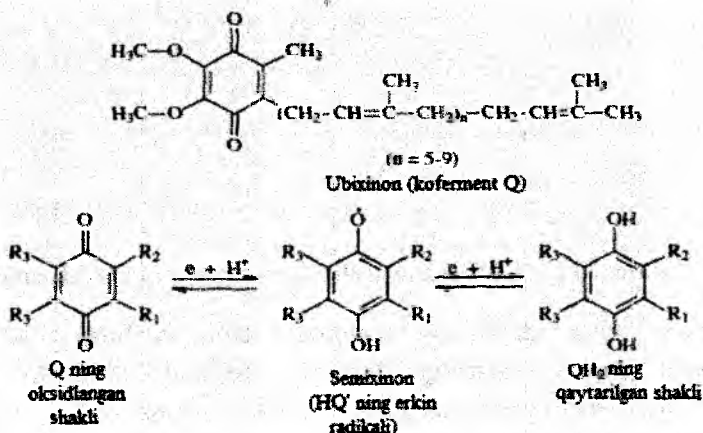
Bu reaksiya transgidrogenaza fermenti ishtirokida katalizlanadi. (Rasm XIV.5.2.)



Rasm XIV.5.2. Degidrogenaza kofermentlari

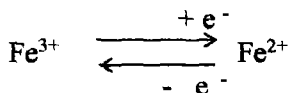
Qaytarilgan  $\text{NAD} \cdot \text{H}_2$  o'zidagi vodorod atomlarini flavinli fermentlarga uzatadi. Flavinli fermentlar bilan sitoxromlar o'rtasida

elektron ko'chiruvchi yana bir komponent – koferment –Q bor. Koferment –Q flavinli fermentdagi vodorod hisobiga qaytariladi va keyinchalik elektronlarni sitoxromlarga uzatadi, protonlar esa muhitga chiqariladi.



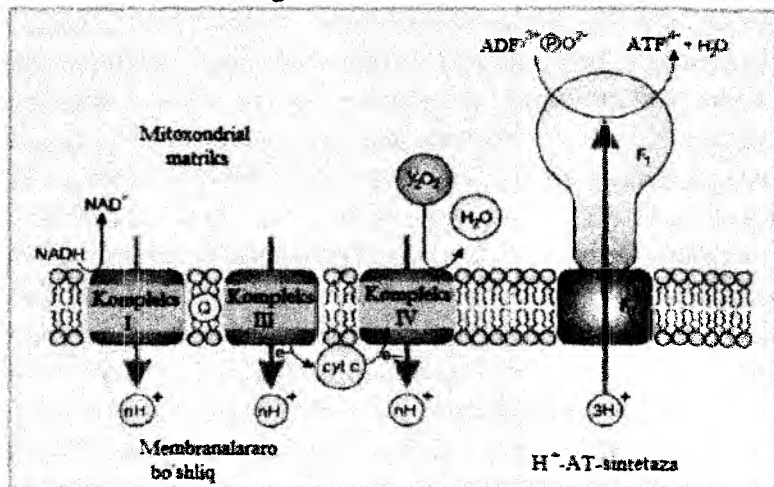
**Rasm XIV.5.3. Ubixinon strukturasi (koferment Q)**

Keyingi bosqichlarda elektronlarni ko'chiruvchi modda sifatida sitoxrom b, s<sub>1</sub>, s, a va a<sub>3</sub> lar ishtirok etadi. Elektronlarning ko'chishini sitoxromoksidaza nihoyasiga yetkazadi. Sitoxromlar-gemoproteinlar bo'lib, tarkibida oqsil bilan mustahkam bog'langan gem gruppasini saqlaydi. Gem tarkibidagi temir atomining valentligi o'zgarib turadi, ya'ni elektronlarni berishi mumkin yoki biriktirib olishi mumkin.



Sitoxromoksidaza elektronlarni sitoxrom c dan kislorodga o'tkazadi. Elektronlarni dastlab temir ioni sitoxromlar a va a<sub>3</sub> so'ngra mis ioni sitoxrom a<sub>3</sub> uzatishda ishtirok etadi. Kislorodni molekulasini sitoxrom a<sub>3</sub> ning gem tarkibidagi temir kislorod molekulasini bog'laydi. Elektronlarni kislorodga o'tishi ferment massasidagi a sitoxrom a<sub>3</sub> tarkibidagi mis ioni orqali amalga oshiriladi. Kislorod molekulasining har bir atomi ikkita elektron va protonni biriktirib, bir molekula suvni hosil qiladi.

Bu ferment sitoxrom a va sitoxrom a<sub>3</sub>dan iborat bo'lib, elektron va protonning kislorodga ko'chish reaksiyasini katalizlaydi. Suksinat kislotaning oksidlanish natijasida ajralib chiqadigan vodorod atomining yo'li boshqacharoq bo'lib, NAD-degidrogenaza fermenti ishtirokisiz u bevosita flavinli fermentlarga ko'chadi.



**Rasm XIV.5.4. Proton gradient asosida ADFning fosforlanishi va elektronlat transporti zanjiri**

Vodorod atomlari va elektronlarning ko'chishida hamda fosforlanish jarayonida ishtirok etadigan ferment sistemalarni o'zida tutuvchi nafas olish zanjiri mitoxondriylarda joylashgan. Zanjirga xos bo'lgan muhim xususiyatlardan biri, ularning lipoprotein membranalar bilan bog'liq bo'lishidir. Bu fermentlar mitoxondriylar membranalariga parchalangan vaqtda ham lipoprotein membranalar bilan bog'liq holda bo'ladi. Agar lipoprotein membranalaradan lipidlar ajratib olinsa, ularning fermentativ xususiyati ham yo'qoladi. Binobarin, nafas olish zanjirining struktura tuzilishida lipidlar muhim ahamiyatga ega ekan. Nafas olish zanjirida vodorod atomlarining ko'chishida ishtirok etadigan boshqa parallel yo'llar ustida keyinroq alohida to'xtalamiz.

#### **XIV.6. Nafas olish komponentlarining qaytarilish darajasi**

Amerikalik olim Chans mitoxondriylarda boradigan oksidlanish reaksiyalarini o'rganib, nafas olish zanjiri turli holatlarda bo'lishini

aniqlashgan. Bu holatlar nafas olish bilan bog'liq bo'lgan faktorlar tabiatiga, oksidlanish tezligiga va komponentlarning oksidlangan hamda qaytarilgan shakllariga qarab bir-biridan farq qiladi.

Nafas olish zanjiridagi komponentlarning oksidlanish-qaytarilish darajasi, ya'ni shu komponentlar qaytarilgan shaklining qaytarilgan va oksidlangan shakllari yig'indisiga bo'lgan nisbati reaksiyada ishtirok etayotgan susbtrat, kislorod va ADF konsentratsiyasiga bog'liq, ya'ni:

***Nafas olish zanjiridagi fosforlanish.*** Krebs siklida oksidlanuvchi birikmalardan ajralgan vodorod atomlari nafas olish zanjiri orqali kislorodga ko'chishi natijasida hosil bo'ladigan energiya hisobiga ADF va fosfat kislotadan ATF sintezlanishi nafas olish zanjiridagi fosforlanish yoki oksidativ fosforlanish deyiladi. Nafas olish zanjiridagi fosforlanish jarayonini 1939-yili V.A.Belitser va E.T.Sibakovalar kashf etganlar. Ular o'z tajribalarida hujayra tomonidan yutilgan kislorodning har bir atomi hisobiga ikki molekula fosfat esterifikatsiya qilishini, ya'ni ikki molekula ATF sintezlanishini aniqlaganlar.

O'sha vaqtda ma'lum bo'lgan glikoliz jarayonida kechadigan susbtrat sohasidagi fosforlanishda faqat bir molekula ATF hosil bo'lganligi uchun yuqoridagi tajriba hujayrada yangi tipdagi fosforlanish mavjud ekanligini ko'rsatadi. Belitser fosforlanishning bu yangi tipi vodorod atomlari (elektronlarn)ning nafas olish zanjiri orqali kislorodga ko'chishi bilan bog'liq, degan xulosaga kelgan. Keyingi yillarda o'tkazilgan tajribalarda oksidativ fosforlanish protsessi mitoxondriylarda borishi va bir juft vodorod atomi nafas olish zanjiri orqali ko'chganda uch molekulagacha ATF hosil bo'lishi aniqlangan.

***Fosforlanish effektivligi va P/O nisbat.*** Oksidativ fosforlanish jarayonini miqdor jihatidan ifodalovchi kattalik R/O koeffitsiyenti bo'lib, ATF hosil qilish uchun sarflangan fosfor atomlari miqdorining mitoxondriyalar tomonidan yutilgan kislorod atomlari miqdoriga bo'lgan nisbatini bildiradi. P/O qiymatni aniqlash uchun ajratib olingan mitoxondriyli muhitga oksidlanuvchi biror substrat qo'shiladi. Nafas olish zanjiridagi fosforlanishning maksimal effektivligi, ya'ni P/O 3 ga teng ekanligi tajribalar asosida aniqlangan. P/O nisbatning qiymati oksidlanish reaksiyasida ishtirok etadigan substratning xarakteriga bog'liq. Qulay

sharoitda  $\text{NAD}\cdot\text{H}$  yoki  $\text{NADP}\cdot\text{H}$  ishtirokida oksidlanuvchi substratning, masalan kislotalarning P/O koeffitsiyenti 3 ga teng bo'ladi, ya'ni mitoxondriya tomonidan yutilgan har bir kislorod atomi hisobiga uch molekula fosfor esterifikatsiya qilinib, uch molekula ATF hosil bo'ladi. Substrat sifatida suksinat kislota olinganda P/O nisbat 2 ga va elektronlarning sun'iy donori sifatida askorbat kislota qo'shilganda 1 ga teng bo'lishi aniqlangan. Mitoxondriylarda oksidlanayotgan substrat  $\alpha$ -ketoglutarat kislota bo'lsa, unda P/O nisbat 4 ga teng bo'ladi. Bulardan uch molekula ATF nafas olish zanjiridagi fosforlanishda hosil bo'lsa, bittasi  $\alpha$ -ketoglutarat kislotalaning suksinil- $\text{K}_0\text{A}$  ga aylanishidagi substrat fosforlanishda hosil bo'ladi.

***Fosforlanish nuqtalarini aniqlash.*** Nafas olish zanjiridagi fosforlanish nuqtalarini, ya'ni energiyaga boy bo'lgan birikmalarni hosil qiluvchi qismlarni aniqlashda P/O nisbat, nafas olish zanjiridagi komponentlarning qaytaruvchilik darajasi va oksidlanish – qaytarilish potentsiallari qiymatidan foydalaniladi. Nafas olish zanjiridagi fosforlanishda P/O nisbat 3 ga teng bo'lishi bu zanjir orqali bir juft vodorod yoki elektronlar kislorodga ko'chganda zanjirning uchta nuqtasida fosforlanish reaksiyasi sodir bo'lishidan darak beradi.

Ma'lumki, nafas olish zanjiri orqali qaytarilgan NADning oksidlanishi natijasida uch molekula ATF, suksinat kislotalaning oksidlanishida esa ikki molekula ATF hosil bo'ladi. Flavoproteidlar ishtirokida boradigan reaksiyalardan keyingi bosqichlar barcha substratlar uchun bir xil bo'lganligi sababli NADning oksidlanishi bilan bog'liq bo'lgan uchta fosforlanish nuqtasidan biri flavoproteiddan oldin joylashgan bo'lishi kerak. Qolgan ikkita nuqta esa sitoxrom bilan kislorod o'rtasidan o'rin oladi. O'z elektronlarini faqat sitoxrom c ga uzatish xususiyatiga ega bo'lgan askorbat kislotalaning oksidlanishida P/O nisbat 1 ga teng va bu nuqta sitoxrom c bilan kislorod o'rtasida joylashadi. Shunday qilib, NAD, suksinat va askorbat kislotalarning oksidlanishi nafas olish zanjirida kamida uchta fosforlanish nuqtasi borligini ko'rsatadi. Bulardan biri NAD bilan flavoproteid va sitoxrom c hamda oxirgisi sitoxrom c dan keyinda joylashgan.

Mitoxondriylardagi oksidlanish va fosforlanish jarayoni o'zaro bog'liqligi tufayli muhitda ADF va fosfat kislotasi bo'lmashligi zanjirning fosforlanish nuqtalari joylashgan qismlarida nafas olishning sekinlashishiga sababchi bo'ladi.

Mitoxondriyalarning faoliyatsiz holatdan faol holatga o'tishida bir xil komponentlarning oksidlanishini va boshqalarning qaytarilishini kuzatish mumkin. Zanjirdagi komponentlarning bunday shakllarda uchrashi ular fosforlanish nuqtalariga nisbatan har xil joylashganligiga bog'liq. 4-holatda fosforlanish nuqtalarida ADF yetishmasligi tufayli elektronlarning zanjir orqali ko'chishi to'sqinlikka uchraydi. Ana shu nuqtadan oldin joylashgan komponentlar oksidlanishi qiyinlashgani uchun ular qaytarilgan shaklda bo'lishi kerak, nuqtadan keyin joylashgan komponentlar esa, aksincha, qaytarilishi qiyin bo'lgani uchun oksidlangan shaklda bo'lishi kerak.

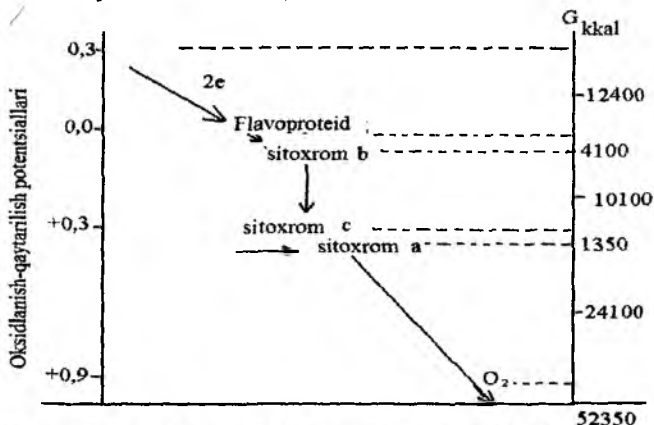
ADF qo'shilishi natijasida zanjirning to'silgan qismi ochiladi va fosforlanish nuqtasida elektronlarning ko'chishi tezlashadi. Bu o'z navbatida nuqtadan oldingi komponentlarning oksidlanishiga va nuqtadan keyingi komponentlarning qaytarilishiga sabab bo'ladi. 3- va 4-holatlardagi turli komponentlarning qaytarilish darajasini solishtirish yo'li bilan nafas olish zanjiridagi fosforlanish nuqtalarini aniqlash mumkin.

Ba'zan fosforlanish nuqtalarini aniqlashda nafas olish zanjiridagi komponentlarning oksidlanish-qaytarilish potentsiallari qiymatidan ham foydalaniladi.

Fiziologik holatlarda ATF molekulasidagi pirofosfat bog' gidrolizlanish reaksiyasining erkin energiyasi taxminan 9 kal/mol ga teng. Binobarin, nafas olish zanjirida ATF hosil bo'lishi uchun oksidlanuvchi va qaytariluvchi komponentlar o'rtasidagi erkin energiya farqi 9 kal/mol dan katta bo'lishi kerak. Nafas olish zanjirida qaytarilgan  $\text{NAD}^+\text{H}_2$  bilan kislorod o'rtasidagi erkin energiyaning o'zgarish qiymati 52 kal ga teng. Bu esa zanjirda 5 ta fosforlanish nuqtasi borligini yoki bo'lmasa, 5 mol ATF hosil bo'lishi mumkinligini ko'rsatadi.

Ammo zanjirdagi ayrim komponentlar, masalan, flavoproteid bilan sitoxrom b va sitoxrom c bilan sitoxrom a o'rtasidagi erkin energiya

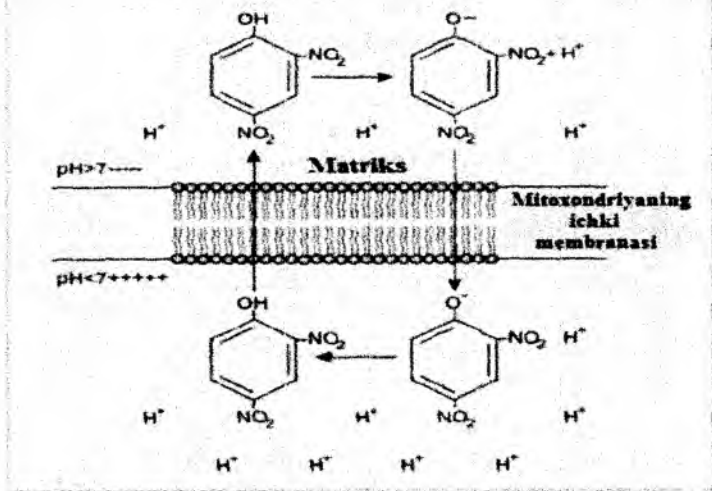
qiymatining farqi 9 kal mol dan kam bo'lganligi uchun ular orasida fosforlanish reaksiyasi ham bormaydi.



Termodinamika nuqtai nazaridan qaralganda, fosforlanish nuqtalari faqat  $\text{NAD}^+\text{H}_2$  va flavoproteid, sitoxrom b va sitoxrom c hamda sitoxrom a va kislorod o'rtasidagi bo'lishi mumkin.

#### XIV.7. Oksidlanish bilan bog'liq bo'lgan fosforlanishni ajratish

Mitoxondriylarda sodir bo'ladigan oksidlanish va fosforlanish jarayonlari birmuncha beqaror bo'lib, ular orasidagi bog'lanishni bir qator kimyoviy moddalar yordamida ajratish mumkin. Bunda mitoxondriylar faol nafas olishiga qaramay, fosforlanish jarayoni, ya'ni ATF sintezlanishi to'xtab qoladi. Oksidlanish va fosforlanish jarayonlarini bir-biridan ajratuvchi kimyoviy birikmalar ajratuvchi moddalar deb ataladi. Ularga 2,4-dinitrofenol, to'yinmagan yog' kislotalar, gerbitsidlardan 2,4-D-pentaxlorofenolyat, defoliyantlardan butifos va butilkaptaks va boshqa ko'pgina birikmalar kiradi. Ajratuvchi moddalarga xos bo'lgan muhim xususiyatlardan biri ular tarkibida harakatchan  $\text{H}^+$  ionlari mavjudligi bo'lsa, ikkinchidan, gidrofob muhitda, ya'ni organik erituvchilarda erishidir (rasm XIV.6.1).



**Rasm XIV.6.1. Fosforlanish va nafas olish mexanizmlari**

Oksidativ fosforlanish jarayoni mexanizmini o'rganishda ko'pgina ajratuvchi moddalardan foydalaniladi. Ba'zi kimyoviy birikmalar ham oksidlanish, ham fosforlanish jarayonini susaytiradi. Bunday birikmalar oksidativ fosforlanish ingibitorlari deb ataladi.

Nafas olish zanjirida hosil bo'ladigan energiyaning sarflanishi. Nafas olish jarayonida ajralib chiqqan energiya asosan ATF hosil bo'lishi uchun sarflanadi. Biroq ATF sintezlanishi elektronlar ko'chishi bilan bog'liq bo'lgan birdan bir jarayon emas. Mitoxondriyalarda boradigan bir qator jarayonlar ATF energiyasi hisobiga emas, balki elektronlarning ko'chishi natijasida ajralib chiqadigan energiya hisobiga amlaga oshadi. Bularga har xil ionlarning mitoxondriylariga faol ko'chishi, elektoronlarning nafas olish zanjirida teskari tomonga yo'nalishi, transgidrogenaza reaksiyalari va mitoxondriylar hajmining o'zgarishi kiradi. Bu jarayonlarning hammasi mitoxondriyalarda borishi aniqlangan.

#### **Sinov savollari**

1. Biologik oqsillarning ahamiyati.
2. Oksidlanishning mohiyati.
3. Nafas olish zanjirining tarkibi qanday?
4. Oksidlanish-qaytarilish potentsiali.

5. Oksidlanish va fosforlanish.
6. Nafas olish zanjirining tarkibi.
7. NAD, FAD va KoO ning nafas olish zanjiridagi ahamiyati.
8. Nafas olish zanjiridagi sitoxromlarning faoliyatini tushuntirib bering.
9. Oksidoreduktazalar qanday reaksiyalarni katalizlaydi?
10. Nafas olish zanjiridagi fosforlanish.
11. Fosforlanish samaradorligi va R/O nisbati.
12. Fosforlanish nuqtalarini aniqlash.

### **Biologik oksidlanish mavzusiga oid testlar**

1. Biologik oksidlanish natijasida hosil bo'ladigan oxirgi muhsulotlar:
  - A)  $\text{SO}_2$ , mochevina,  $\text{H}_2\text{S}$
  - B) suv, energiya,  $\text{CO}_2$
  - V) suv, pirouzum kislota
  - G) mochevina, ketokislota, suv
2. Qaysi hujayra struktura komponentida nafas olish zanjiri joylashgan?
  - A) yadroda
  - B) mitoxondriyada
  - V) endoplazmatik to'rda
  - G) ribosomada
3. ATF hujayraning qaysi struktura komponentida sintezlanadi?
  - A) mitoxondriyaning ichki membranasida
  - B) membrananing tashqi qismida
  - V) endoplazmatik to'rda
  - G) yadroda
4. Vodород va elektron tashuvchi kofermentlar qaysi fermentlar sinfiga mansub?
  - A) oksidoreduktazalar
  - B) gidrolazalar
  - V) transferazalar
  - G) sitoxromoksidazalar
5. Sitoxromoksidazalar hujayra struktura komponentlarining qaysi qismida joylashgan?
  - A) mitoxondriyalarda

B) sitoplazmada

V) ribosomalarda

6. Aerobli degidrogenazalarni funksiyalari:

A) vodorod atomlari yoki elementlarini bevosita kislorod atomiga uzatadi

B) boshqa oraliq akseptorlarga beradi

7. Flavlinli degidrogenazalarning kofermentini qanday vitamin tashkil etadi?

A) B<sub>2</sub>

B) B<sub>1</sub>

V) B<sub>6</sub>

G) B<sub>3</sub>

8. Mitoxondariyalarda nafas olish zanjirining asosiy komponentlari:

A) NAD-degidrogenaza

B) flavoproteid

V) ikkita sitoxrom s, uchta sitoxrom v

G) sitoxrom a<sub>2</sub>

9. Nafas olish zanjirining vodorod atomlari bilan ta'minlovchi universal donori vazifasini:

A) NADH<sub>2</sub>

B) NADF

V) FMN

G) NAD

10. Mitoxondriyalarda oksidlanayotgan substrat  $\alpha$ -ketoglutarat kislota bo'lsa, unda R/O nechaga teng bo'ladi?

A) 4

B) 2

V) 1

## **XV 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.

### **XV.1. Suv almashinuvi**

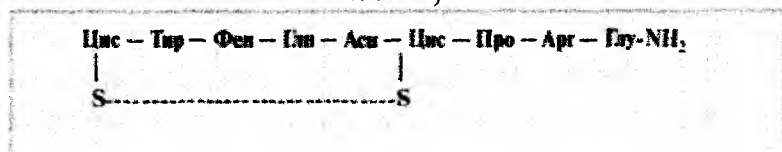
Suv tanadagi hamma hujayralar va to'qimalarning eng muhim tarkibiy qismi hisoblanadi, u organizmning hayot – faoliyati bilan aloqador barcha kimyoviy reaksiyalarni yuzaga chiqaradigan muhit tariqasida ham hayot jarayonlarda g'oyatda muhim rol o'ynaydi.

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%).

70 kg massaga ega bo'lgan odamning 42 l suvga to'g'ri keladi, shundan 28 l hujayra ichida, 14 l hujayra tashqarisidagi suyuqlik bo'lib, shunda 3,5 l qon tashkil etadi. Organizmda suvda eruvchan moddalardan eng muhimi  $\text{Na}^+$  ioni bo'lib, plazma va interstitsial suyuqliklarda osmotik bosimini hosil bo'lishida 95 % ni ta'minlaydi. Organizmda suvning va erigan tuzlarning miqdorining juda tez o'zgarishi hayot uchun xavflidir. Shuning uchun organizmda bu ko'rsatchiklarni doimiy ravishda bir xil darajada ta'minlashning mexanizmlari mavjud. Suyuqliklarning hajmi va NaCl ning konsentratsiyasi quyidagilar tomonidan boshqarilib turiladi:

- antidiuretik gormon (ADG), yoki vazopressin orqali;
- renin-angiotensin - aldostern sistemasi;
- yurak bo'lmasining (predserdnim) natriyuretik faktorlari orqali (PNF).

## Antidiuretik gormon ( ADG ) nanopeptid tashkil topgan(rasm XV.1.1).



**Rasm XV.1.1. Antidiuretik gormon(ADG) yoki vazopresinning tuzilishi**

Bu gormon gipotalamusning neyronlarida progormon sifatida sintezlanadi va neyrofizinning oqsillar kompleksi saqlanadigan gipofizning orqa bo'lagiga transport qilinadi. Dastlab ADG ni vasopresin deb nomlangan bo'lib, organizmga farmakologik doza yuborilganda, tomirlarni toraytirib, qon bosimini ko'paytirish xususiyatiga ega.

Organizmida suv erkin emas, balki turli birikmalar, ayniqsa oqsillar bilan bog'langan holda bo'ladi. Anorganik ionlar ham suv bilan birikkan holatda bo'ladi. To'qimalardagi suvning asosiy qismi tolali strukturalar molekulari orasida, membranalar orasida joylashgan immobil (o'zlashtirilgan) suvdur. 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 ochiq moddalarning oksidlanishi orqali qoplanadi.

Katta yoshli odamning suvga bo'lgan sutkali ehtiyoji har bir kilogramm og'irligiga taxminan 40 kg suvni tashkil qiladi. Emadigan bolalarda suvga bo'lgan ehtiyoj, og'irlik birligiga qarab hisoblanganda 3 – 4 barobar ortiq bo'ladi.

Suvga bo'lgan ehtiyoj: 1) turli suyuqliklarning (ichiladigan suv, ichimliklar va boshqalarning) organizmga kirishi hisobiga – kuniga hammasi bo'lib, 1 l; 2) ovqat mahsulotlaridagi suv hisobiga – 1 – 1,5 l atrofida va 3) turli moddalarning, ya'ni to'qimalarning nafas olishida

qatnashadigan substratlarning oksidlanishida to'qimalarda hosil bo'ladigan suv ( 400 ml atrofida ) hisobiga qoplanadi.

Tashqaridan kiradigan suv buyraklar orqali (siydik bilan), teri orqali (ter bilan), o'pka orqali (nafas bilan) va ichak orqali doim yo'qolib turadigan suvning o'rnini to'la qoplaydigan bo'lishi kerak. Suvning shu yo'llar bilan yo'qolib turishi odamda va quruqlikda hayot kechiradigan hayvonlarda organizmning uzoq evolyutsiyasi jarayonida vujudga kelgan bir qancha muhim fiziologik funksiyalarning yuzaga chiqishi bilan bog'langandir. Odamda va yuqori darajali hayvonlarda azot almashinuvi oxirgi mahsulotlarining asosiy qismi siydik bilan birga buyrak orqali chiqariladi. Odamda uning og'irligi va jinsiga qarab, masalan, bir kecha kunduz mobaynida 1,2 – 1,5 l suv shu yo'l bilan chiqariladi. Ko'p suyuqlik ichilganda (suv, har xil ichimliklar ichilganida) chiqadigan siydik hajmi shunga yarasha ortadi va aksincha, kamroq suyuqlik ichilganda siydik miqdori kamayadi.

Suvni oshqozon – ichak traktida yo'qotilashi bir sutkada 0,1 l dan oshmaydi.

Suvni ter bilan va nafas olishda yo'qotilashi bir sutkada taxminan 1 l atrofida bo'lib, u organizmning gidratatsiya darajasiga, atrof muhitning harakatiga, jismoniy yuklamaga bog'liq.

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.

Turli patologik holatlarda suv balansining buzilishi yo organizmida suv ushlanib qolishiga yoki to'qimalarning qisman suvsizlanishiga olib kelishi mumkin. Suv to'qimalarda surunkasiga to'xtalib qolaveradigan bo'lsa, odatda har xil shakldagi shishlar avj oladi (yallig'lanishga, tuzlarga, ochlikka aloqador shishlar va boshqalar).

Gipofizning shishlar, infeksiya, jarohatlanishi natijasida, buyrak hujayralarida ADG ning signalni uzatilishi buziladi, gormonning sintezi va sekretsiyasi pasayadi. Buning natijasida suyilgan siydikni chiqishi ko'payadi (sutkada 10 litrga yetishi mumkin) – poliuriya deb ataladi,

natijada kasallarda chanqoqlik vujudga keladi. Bu potologiya – qandsiz diabet deb ataladi.

To'qimalarning patologik suvsizlanishi odatda buyrak orqali ko'p suv chiqib ketishining oqibatidir. Qandsiz diabetda shu tariqa zo'r berib, siydik ajraladi va bunda odam qattiq chanqaydi.

Shunday qilib, suv almashinuvi, modda almashinuvining boshqa turlari bilan, jumladan tuzlar almashinuvi bilan chambarchas bog'liqdir.

## **XV. 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, 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 zardobida 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 sitrukturasini 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 konsentratsiyasi 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 oragniznida ko'p bo'ladi. Organizmdagi kalsiyning qariyb 99% suyaklarda gidrosiapatit shaklida bo'ladi. Tishlarda, terida va qonda kalsiyning 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.

Biologik jarayonlarda energiya almashinuvi, asosan energiyaga boy fosfat bog'lari yaratilishi, uzilishi, makroergik fosfatli birikmalar ko'chirilishi orqali o'tadi.

Odam tanasida, taxminan 700 g fosfor bor, uning 600 g skeletda, 57 g muskullarda, 5 g miyada, 2 g qonda bo'ladi. Qonda fosfatning normal miqdori 3.2 dan 4.3 mg ga teng. Ovqat mahsulotlari orasida pishloq, yong'oq mag'izi, tuxum, go'sht va sutda fosfor hammadan ko'ra ko'proq.

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, eritrositlarda, qon plazmasida, yumshoq to'qimalarda magniy ionlangan shaklda mavjud. Qondagi magniyning 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. Natriy, shu tuz shaklida ekstransellyulyar suyuqliklarda osmotik bosimni hosil qilishda asosiy rol o'ynaydi. Osmotik bosimning 90°C ga yaqin qismi natriy xlorid hisobiga paydo bo'ladi. Natriy xlorid organizmda suv almashinuvida ham katta ahamiyatga ega. Siydik va, ayniqsa, ter bilan ko'p miqdor natriy xlorid tashqariga ajratib turiladi. Natriy, shuningdek, kaliy ham, oshqozon ichak yo'lidan juda yengil so'rilib, ularning 90-95 % i siydik orqali chiqariladi. Qon plazmasidagi umumiy kationlarning 93 % natriy hisobiga to'g'ri keladi

### **Temir**

Temir organizm tanasida juda kam miqdorda mikroelement sifatida uchraydi. Katta yoshli odam tanasidagi miqdori 4-5 g ga teng. Temirning 60-70 % qon tarkibida gemoglobin, 3-5 % muskullarda mioglobin va juda kam miqdori turli gem saqlovchi fermentlar (katalaza, peroksidaza, sitoxromlar) shaklida uchraydi. Shunday qilib, umumiy temirning 70 % dan ko'prog'i kislorod tashuvchi yoki hujayra nafas olishini ta'minlovchi sistemalar tarkibiga kiradi. Qolgan qismi esa asosan, zahira modda sifatida to'planadi. Bular orasida ferritin, transferrin va gemosiderin va boshqalar.

**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. Organizmdagi 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 tarkibidan qabul qilinadi. Ovqatda, suvda yod yetishmasligi endemik buqoq kasalligiga 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

## **TAVSIYA ETILGAN TESTLARNING JAVOBLARI**

### **Oqsillar mavzusi bo'yicha**

|              |              |              |              |               |
|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| <b>1 - V</b> | <b>2 - B</b> | <b>3 - V</b> | <b>4 - A</b> | <b>5 - B</b>  |
| <b>6 - A</b> | <b>7 - V</b> | <b>8 - B</b> | <b>9 - B</b> | <b>10 - V</b> |

### **Nuklein kislotalar mavzusi bo'yicha**

|              |              |              |                  |               |
|--------------|--------------|--------------|------------------|---------------|
| <b>1 - B</b> | <b>2 - V</b> | <b>3 - B</b> | <b>4 - A</b>     | <b>5 - A</b>  |
| <b>6 - V</b> | <b>7 - B</b> | <b>8 - A</b> | <b>9 - B,V,G</b> | <b>10 - B</b> |

### **Uglevodlar mavzusi bo'yicha**

|               |              |              |              |                  |
|---------------|--------------|--------------|--------------|------------------|
| <b>1 - A</b>  | <b>2 - V</b> | <b>3 - V</b> | <b>4 - B</b> | <b>5 - A,B,V</b> |
| <b>6 - A</b>  | <b>7 - A</b> | <b>8 - V</b> | <b>9 - B</b> | <b>10 - A</b>    |
| <b>11 - A</b> |              |              |              |                  |

### **Lipidlar mavzusi bo'yicha**

|              |              |                |              |              |
|--------------|--------------|----------------|--------------|--------------|
| <b>1 - A</b> | <b>2 - B</b> | <b>3 - A,B</b> | <b>4 - B</b> | <b>5 - A</b> |
| <b>6 - A</b> | <b>7 - A</b> | <b>8 - B</b>   | <b>9 - B</b> |              |

### **Vitaminlar mavzusi bo'yicha**

|                    |                    |              |              |               |
|--------------------|--------------------|--------------|--------------|---------------|
| <b>1 - A,B,V,G</b> | <b>2 - A</b>       | <b>3 - B</b> | <b>4 - A</b> | <b>5 - A</b>  |
| <b>6 - A</b>       | <b>7 - A,B,V,G</b> | <b>8 - A</b> | <b>9 - A</b> | <b>10 - A</b> |

### **Fermentlar mavzusi bo'yicha**

|              |              |              |              |               |
|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| <b>1 - A</b> | <b>2 - A</b> | <b>3 - A</b> | <b>4 - A</b> | <b>5 - A</b>  |
| <b>6 - A</b> | <b>7 - A</b> | <b>8 - A</b> | <b>9 - A</b> | <b>10 - A</b> |

### **Gormonlar mavzusi bo'yicha**

|              |              |              |              |               |
|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| <b>1 - A</b> | <b>2 - A</b> | <b>3 - A</b> | <b>4 - A</b> | <b>5 - A</b>  |
| <b>6 - A</b> | <b>7 - A</b> | <b>8 - A</b> | <b>9 - A</b> | <b>10 - A</b> |

### **Moddalar va uglevodlar almashinuvi mavzusi bo'yicha**

|               |                |                   |              |               |
|---------------|----------------|-------------------|--------------|---------------|
| <b>1 - V</b>  | <b>2 - B</b>   | <b>3 - A</b>      | <b>4 - A</b> | <b>5 - A</b>  |
| <b>6 - A</b>  | <b>7 - B,V</b> | <b>8 - A</b>      | <b>9 - A</b> | <b>10 - A</b> |
| <b>11 - A</b> | <b>12 - A</b>  | <b>13 - A,B,V</b> |              |               |

### **Lipidlar almashinuvi mavzusi bo'yicha**

|              |              |              |              |               |
|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| <b>1 - A</b> | <b>2 - A</b> | <b>3 - A</b> | <b>4 - A</b> | <b>5 - A</b>  |
| <b>6 - A</b> | <b>7 - A</b> | <b>8 - A</b> | <b>9 - A</b> | <b>10 - A</b> |

### **Oqsillar almashinuvi mavzusi bo'yicha**

|              |              |                |              |               |
|--------------|--------------|----------------|--------------|---------------|
| <b>1 - A</b> | <b>2 - V</b> | <b>3 - B</b>   | <b>4 - A</b> | <b>5 - A</b>  |
| <b>6 - A</b> | <b>7 - A</b> | <b>8 - B,V</b> | <b>9 - A</b> | <b>10 - B</b> |

### **Nuklein kislotlar mavzusi bo'yicha**

|               |                  |              |              |               |
|---------------|------------------|--------------|--------------|---------------|
| <b>1 - A</b>  | <b>2 - A</b>     | <b>3 - A</b> | <b>4 - A</b> | <b>5 - A</b>  |
| <b>6 - A</b>  | <b>7 - A,B,V</b> | <b>8 - A</b> | <b>9 - A</b> | <b>10 - A</b> |
| <b>11 - A</b> | <b>12 - A</b>    |              |              |               |

### **Oqsillar, yog'lar va uglevodlar almashinuvining o'zaro bog'liqligi mavzusi bo'yicha**

|              |              |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>1 - A</b> | <b>2 - A</b> | <b>3 - B</b> | <b>4 - A</b> | <b>5 - A</b> |
| <b>6 - A</b> | <b>7 - A</b> | <b>8 - A</b> |              |              |

### **Biologik oksidlanish mavzusi bo'yicha**

|              |              |                    |              |               |
|--------------|--------------|--------------------|--------------|---------------|
| <b>1 - A</b> | <b>2 - B</b> | <b>3 - A</b>       | <b>4 - A</b> | <b>5 - A</b>  |
| <b>6 - A</b> | <b>7 - A</b> | <b>8 - A,B,V,G</b> | <b>9 - A</b> | <b>10 - A</b> |

### **Mineral moddalar almashinuvi mavzusi bo'yicha**

|              |              |                  |              |              |
|--------------|--------------|------------------|--------------|--------------|
| <b>1 - A</b> | <b>2 - A</b> | <b>3 - A,B,V</b> | <b>4 - A</b> | <b>5 - A</b> |
|--------------|--------------|------------------|--------------|--------------|

## A

**Adaptation - Adaptatsiya - Moslashish** - organizmning evolutsiya jarayonida o'zgaruvchan yashash sharoitlariga moslanishi.

**Adenylate cyclase - Adenilatsiklaza** - liazalar sinfiga mansub ferment ATF dan siklik AMF hosil bo'lishida ishtirok etadi. Plazmatik membranalarda bo'ladi.

**Adenozine diphosphate acid - Adenozindifosfatkislot**a (ADF) - murakkab organik birikma; adenin, fosfat kislotaning ikki qoldig'i va ribozadan iborat nukleotid. Hujayra energetikasida muhim ahamiyatga ega. **Adenozinmonofosfatkislot**a (AMF) - tarkibi adenin, ribozavafosfatkislotaning bitta qoldig'idan iborat murakkab organik birikma. Nuklein kislotalar, kofermentlar tarkibida va erkin holda uchraydi.

**Adenozine triphosphate acid - Adenozintrifosfatkislot**a (ATF) - adenin, riboza va fosfat kislotaning uch qoldig'idan tashkil topgan birikma. Tirik organizmlarda universal energiya tarqatuvchi va asosiy kimyoviy energiya manbaidir.

**Adenozine triphosphatase - Adenozintrifosfataza**(ATFaza) - gidrolazalar sinfiga mansub ATF 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.

**Albinism - Albinizm**, rangsizlanish oqarish - organizmning o'ziga xos rangining tug'ma yo'qligi; bu - odam va hayvonlar teri qoplamida, ko'z rang to'r pardasida uchraydi. Rangli pigmentlarning sintez qilinishiga to'sqinlik qiluvchi gen yoki plazmogenlar faoliyati buzilishi tufayli vujudga keladi. **(Pigmentatsiya)** O'simliklarda

butunlay yoki ularning ma'lum qismlarida yashil rangning bo'lmashligi. Irsiy o'zgarish yoki tashqi muhit ta'sirida yuz beradi.

**Albumins - Albuminlar** –suvda yaxshi eriydigan oddiy oqsillar. Ko'pchilik o'simlik urug'laridagi jamg'arma oqsillar tarkibida va boshqalar dauchraydi.

**Alleles - Allellar** (allelgenlar) – gomologik xromosomalar bir xil qismlari (lokuslar) da joylashgan bir genning muqobil shakllari. Bir belgining har xil ko'rinishda rivojlanishini belgilaydi.

**Amids - Amidlar**– organik kislotalar hosilasi; tarkibidagi gidroksil guruh amin guruhga almashgan. O'simliklarda azotning ko'chib yuruvchi va jamg'armashakllari sifatida muhim ahamiyatga ega.

**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** – tarkibidabiryokiikkitaaminvakarbo ksilguruhibor 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 (fitsonidlar) 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

kislotalarning yetishmasligi lavsha (singa) kasalligiga sabab bo'ladi.

**Ascorbate oxidase - Askorbatoksidaza** – askorbat kislota oksidlanishini katalizlovchi ferment.

**Autotrophs - Avtotroflar - avtotrof organizmlar** – anorganik moddalardan hayot faoliyati uchun zarur organik moddalarni hosil qiluvchi organizmlar. Jarayon quyoshenergiyasi (**q. Fotosintez**) yoki kimyoviy reaksiyalar natijasida ajralib chiquvchi energiya (**q. Xemosintez**) hisobiga kechadi. Bularga deyarli barcha yashil o'simliklar, suvo'tlar, ba'zi bakteriyalar kiradi.

## B

**The 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.

**Bazal body, kinetosoma - Bazal tana, kinetosoma** — hujayra xivchini yoki kipriklari asosidagi mayda tanacha ko'rinishidagi tuzilma. Strukturasi, funksiyasiga ko'ra sentrioliga o'xshaydi.

**Bioenergetics - Bioenergetika** – molekulyar biologiyaning bir bo'limi; tirik organizmlar hayot faoliyati davomida energiya aylanish mexanizmi, to'planishi va sarflanish jarayonlarini o'rganadi.

**Biogen elements** - **Biogenelementlar** – organism tarkibida doimo uchraydigan va ma'lum biologic 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 biologic faol moddalar; organism me'yori 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 energiyaning 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 – ATF ko'rinishida yoki energiyaga boy boshqa birikmalar holida to'planadi. Jarayon asosan mitoxondriyalarda yuz beradi.

**Biology - Biologiya** –tirik organizmning tuzulishi, vazifasi, tarqalishi, kelib chiqish va rivojlanishi, tabiiy uyushmalari, sistematikasi, o'zaro va jonsiz tabiat bilan munosabatlarini o'rganadigan ilmiy fanlar majmui. Biologiya hayotga xos barcha ko'rinish va xususiyatlar (modda almashinuvi, ko'payish, irsiyat, o'zgaruvchanlik, sharoitga moslashish, o'sish, harakatlanish va boshqalar) ning umumiy hamda xususiy qonuniyatlarini tadqiq etadi.

**Biopolimers - Biopolimerlar** – yuqori molekulali tabiiy birikmalar (oqsillar, nuklein kislotalar, polisaxaridlar) bo'lib, molekulasi ko'p marotaba takrorlanadigan kichik molekulali monomer yoki ularning qismlaridani borat.

**Biotechnology - Biotexnologiya** – biologik jarayonlar va omillardan sanoat miqyosida foydalanish. Bunga gen muhandisligi, to'qimalar hamda hujayralarni o'stirish usullari yordamida aminokislotalar, gormonlar va boshqa moddalarni sanoatda ishlab chiqarish, yem – xashak achitqilar, fermentlar, antibiotiklar va boshqalarni mikrobiologik yo'l bilan sintez qilish usullari kiradi.

**Biochemistry - Bioximiya** – tirik organizmlar kimyoviy tarkibini, ularda uchraydigan kimyoviy birikmalar tuzulishi, vazifasi, kimyoviy xossalari, hosil bo'lish va parchalanish yo'llarini o'rganadigan fan.

## 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 kislota bir turi. Tirik organizmlarda irsiy beigilarni saqlash vazifasini bajaradi. Asosan, hujayra yadrosida, qisman mitoxondriya va xloroplastlarda bo'ladi.

**Deoxyribose - Dezoksiriboza** – oddiy uglevod; dezoksiribonuklein kislota shaker komponenti.

**Dialysis - Dializ, ajratish** – yuqori molekulali birikmalardan membrane orqal idiffuziya yo'li bilan quyi molekulali moddalarni ajratish jarayoni.

## E

**Environmental prediction** –  
**Ekologik bashorat** – odam faoliyati ta'siri yoki tabiiy jarayonlar natijasida tabiiy

tizimlarning qanday bo'lishi, rivojlanishi va oqibatini oldindan aytib berish.

**Environmental disaster** -

**Ekologik halokat** - ko'pincha odam xo'jalik faoliyatining tabiiy jarayonlarga bevosita yoki bilvosita ta'siri tufayli ro'y beradigan tabiiy me'yordan chetlanishlar (masalan, uzoqqurg'oqchilik). Bu noqulay iqtisodiy oqibatlarga olib keladi. Ayrim joylarda aholi yoppasiga qirilishi ham mumkin.

**Environmental wardrobe** -

**Ekologik javon, ekologik o'rindiq**-tabiatning tur mavjudligini ta'minlovchi barcha omillar majmui.

**Ecology** - **Ekologiya**-

biologiyaning o'simliklar, hayvonlar va mikroorganizmlar bilan o'zaro hamda atrof - muhit aro munosabatlarining umumiy qonuniyatlarini, shuningdek odam bilan biosferaning o'zaro ta'sirini o'rganuvchi bo'limi. Bir turga mansub bo'lgan organizmlar ekologiyasi - aut (o) ekologiya, uyushmalar ekologiyasi - sinekologiya, odam va muhit o'rtasidagi o'zaro munosabatlar muammolari haqidagi ekologiya - sotsial ekologiya deyiladi.

**Expression** - **Ekspressiya**-genlar namoyon ligi, genlar ekspressiyasi- aniq gen tomonidan aniqlanuvchi

belgining fenotipda organizmning yashash sharoitiga qarab namoyon bo'lish darajasi.

**Exons** - **Ekzonlar** - gen (DNK)

ning genetic axborotga ega bo'lgan, ya'ni aminokislotalar ketma-ketligini ifodalovchi (kodlovchi) bo'lagi. Ekzonlar intronlar bilan gallanib turadi. (q. Intron ).

**Elongation** - **Elongatsiya**,

cho'zilish, uzunlanish - oqsil biosintezida ko'p marta qaytariladigan va polipeptid zanjirning uzunlashishiga olib keladigan jarayon.

**Endoplasmatic lace** -

**Endoplazmatik to'r** -ichki

membrane tizimlaridan iborat hujayraning tuzilma komponenti. Ikki xil endoplazmatik to'r mavjud: silliq (ribosomasiz; zaharli moddalarni zararsizlantirish reaksiyalarini katalizlaydi, shuningdek unda lipidlar va uglevodlar sintezida hamda glikogenning parchalanishida ishtirok etuvchi fermentlar joylashgan) va donador endoplazmatik to'r (ribosomal; unda oqsil sintezi sodir bo'ladi).

**Enzymology** - **Enzimologiya** -

biokimyoning fermentlar tuzilishi, vazifasi va fermentativ reaksiyalar kinetikasi, fermentlarning ta'sir qilish mexanizmlari, ularning tasnifi, nomenklaturasi va

boshqalarni o'rganuvchi sohasi . (q.

**Phagocytosis - Fagotsitoz** - 1) hayvon organizmlarining himoya vositasi. Hujayraning ichidagi katta makromolekulyar komplekslar, bakteriyalar va boshqa begona tanachalarni qamrab olib, parchalab yuboradigan jarayon; 2) bir hujayrali organizmlar yoki soda ko'p hujayrali organizmlarning ovqat hazm qilish usuli yoki ovqatlanishi.

**Phenology - Fenologiya** - biologiyaning tirik tabiat rivojlanishidagi yil fasllarining almashinuvi bilan bog'liq mavsumiy hodisalarning namoyon bo'lish muddatlari va bu muddatlarni belgilaydigan sabablarni o'rganadigan bo'limi. Masalan, kurtak va gullarning ochilishi, qushlarning uchib kelishi va ketishi, hayvonlarning qishki uyqudan uyg'onishi.

**Phenotype - Fenotip** - organizm individual rivojlanishining ma'lum bosqichida gentipning tashqi muhit bilan o'zaro ta'siri natijasida yuzaga keladigan barcha xususiyat va belgilar yig'indisi.

**Enzyme inhibitors - Ferment inhibitorlari** — bio-kimyoviy reaksiyalarda ishtirok etuvchi fermentlarning katalitik faolligini sekinlashtiruvchi birikmalar.

**Fermentlar).**

**F**

Masalan, og'ir metall tuzlari, har xil zaharli moddalar.

**Enzymes, biological catalysts - Fermentlar, biologik katalizatorlar** — barcha tirik organizmlarda hosil bo'ladigan va katalizatorlik vazifasini bajardigan oqsil tabiatli moddalar. Biokimyoviy reaksiyalar tezligini oshiradi. Dastlab achitqi zamburug'larida aniqlangan. Ayrim ribonuklein kislotalar (ribozimlar) ham fermentativ faollikka ega (q. Enzimologiya).

**The number of rotation of the enzymes - Fermentlarning aylanish soni** — ferment substrat bilan to'la to'yingan vaqt birligida reaksiya mahsuliga aylangan substrat molekulasining soni. Tibrillyar oqsillar, tolasimon oqsillar — suvda erimaydigan, ipsi-mon, asosan struktura oqsillari.

**Fibrin - Fibrin** — qon plazmasi tarkibidagi suvda erimaydigan oqsil. Fibrinogen-dan qon ivishi paytida hosil bo'ladi.

**Fibrinogen, blood protein - Fibrinogen, qon oqsili** — qonning ivishida asosiy rol o'ynovchi eriydigan murakkab oqsil. Fibrinogen preparatlari tibbiyotda qo'llanadi.

**Philogenez - Filogenez** — ma'lum bir hayvon, o'simlik (tur, turkum, sinf, tip)ning evolutsion tarixiy taraqqiyoti. Filogenezning eng qisqa davri yangi turning hosil bo'lishi bilan ifodalanadi.

**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.

**Phitopathology - Fitopatologiya** — o'simlik kasalliklari, ularning oldini olish va davolash choralari haqidagi fan.

**Follicles, bubbles - Follikulalar, pufakchalar** — har xil vazifa va joylanishga ega bo'lgan yumaloq ichi bo'sh hosilalar. Masalan, sut emizuvchilarning tuxumdonidagi follikulalarida tuxumhujayralar rivojlanadi.

**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 (ATF) 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

atmosferağa erkin kislorod  
ajratiladi.

**Light reaction of photosynthesis -  
Fotosintezning yorug'lik  
reaksiyalari** — quyosh nuri  
energiyasi hisobiga ATF va  
NADFN<sub>2</sub> kabi kimyoviy  
energiyaga boy bo'lgan

**Gametes, sex cell - Gameta,  
jinsiy hujayra** — gaploid  
to'plamli xromosomalarga ega  
tuxum-hujayra va spermatozoid;  
hayvonlar va o'simliklarning  
urug'lanish jarayonida bir-biri  
bilan qo'shilish xususiyatiga ega.

**Gametogenesis - Gametogenez** —  
jinsiy hujayralar (gametalar)ning  
hosil bo'lish va yetilish jarayoni.  
Gametogenezning mohiyati, jinsiy  
hujayralarning rivojlanish va  
shakllanish davrida hujayralarning  
bo'linishini maxsus yo'l bilan  
amalga oshirishdan iborat. Bu yo'l  
meyoz deb ataladi va gaploid  
to'plamli xromosomalarga ega  
jinsiy hujayralarning hosil  
bo'lishini ta'minlaydi.

**Gamma-aminofattyacid (GAFA)**  
- **Gamma-aminomoykislota  
(GAMK)** — aminokislota; asab  
tizimining qo'zg'atgichlaridan biri.

birikmalarning hosil bo'lish  
reaksiyalari.

**Does not require the light  
reaction of photosynthesis -  
Fotosintezning yorug'lik talab  
qilmaydigan reaksiyasi** —  
karbonat angidrid va suvdan  
fotosintez dastlabki  
mahsulotlarining hosil bo'lishini  
ta'minlovchi reaksiyalar yig'indisi.

**G**

**Gamma rays - Gamma-nurlar**  
— qisqa elektromagnit nurlanish,  
ya'ni gamma-nurlanish natijasida  
hosil bo'ladigan nurlar. Atom  
yadrolarining yemirilishi va yadro  
reaksiyalari natijasida hosil bo'ladi.  
Juda katta singish, predmet va jism  
ichiga kirish xususiyatiga ega.  
Defektoskopiya, nazorat qilish  
ishlarida va boshqa sohalarida  
foydalaniladi.

**Gangliosides - Gangliozidlar** —  
sialat kislota qoldiqlarini tutuvchi  
tabiiy organik birikmalar  
hisoblangan glikolipidlar vakili.  
Neyronlarning plazmatik  
membranalarida ko'p miqdorda  
uchraydi. Bakterial toksinlarning  
retseptori hisoblanadi. Odam  
organizmida gangliozidlar miqdori  
va tuzilishining o'zgarishi asab  
kasalliklariga sabab bo'ladi.

**Haploid, single, simple view -  
Gaploid, yakka, oddiy ko'rinish**

—gaploid to'plami xromosomaga ega bo'lgan hujayra yoki organizm.

**Haploid set of chromosomes - Gaploid to'plamli xromosomalar** — jinsiy hujayralar (gametalar)da va profilaktika tadbirlarini o'rganadigan fan. Zoologiya, tibbiyot va veterinariya fanlari bilan bog'liq.

**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.

**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 informatsiyasini o'zgartirish bilan tabiatda uchramaydigan, yangi xususiyatga ega bo'lgan genlar to'plamini 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 ma'lum belgilar yordamida ifodalash tizimi; DNK molekulasidagi nukleotidlar tartibini, oqsil molekulasidagi aminokislotalar tartibiga aylantirish (tarjima qilish) qoidalari yig'indisi. Genetik kod birligi kodon yoki triplet deb ataladi. Hammasi bo'lib 6' kodon mavjud, shulardan 61 tasi aminokislotalarni ifodalaydi; qolgan 3 tasi polipeptid zanjir sintezining tamom bo'lganligini bildiradi.

**Genetic target, genetic marker - Genetik belgi (nishon), genetik marker** — faqat retsessiv gomozigotada namoyon bo'ladigan retsessiv genlar va ular tomonidan nazorat qilinadigan belgilar.

**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.

**Genetics - Genetika** — irsiyat va o'zgaruvchanlik haqidagi fan.

Hozirgi zamon genetikasiga irsiy omillarni nasldan naslga o'tish qonuniyatlarini kashf etgan G. Mendal va irsiyatning xromosoma nazariyasini yaratgan T. Morgan asos solgan.

**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 crossingover 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.

**Gene fond - Genofond** — tur yoki populyatsiya individlarida mavjud genlar to'plami. Mazkur guruh organizmlariga xos 'mutatsiyalarning tez-tez qaytarilishi bilan xarakterlanadi. Atamani fanga A. S. Serebrovskiy kiritgan (1928). Genofond populyatsiyaning allel tarkibini belgilaydi.

**Genome - Genom** — Genlar yig'indisi, xromo- G somalarning asosiy gaploid to'plami.

Genomning genotipdan farqi shundaki, u ayrim zot yoki navni emas, balki bir turni xarakterlab beradi.

**Gene systematics - Genosistematika** — tirik organizmlar barcha taksonomik guruhlari DNKsining nukleotidli tarkibini o'rganuvchi fan.

**Genotype- Genotip** — biron bir zot yoki nav barcha genlarining yig'indisi bo'lib, irsiy informatsiya asosini tashkil qiladi.

**Hybridoma - Gibridoma, qo'sh hujayra** — biron bir foydali birikmaning sintezlanishini nasldan naslga o'tkazaoladigan me'yori hujayra bilan amalda cheksiz o'sish (ko'payish) xususiyatiga ega bo'lgan rak, shish hujayralarining qo'shilishidan hosil bo'lgan duragay hujayra.

**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.

**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'mga 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** — gemoglobinin oqsili. Har xil hayvonlar gemoglobininidagi 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.

**Glutamate acid - Glutamat kislota** — muhim aminokislotalardan biri, ko'pchilik oqsillar tarkibida uchraydi.

**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.

**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 aggregation - Hujayra agregatsiyasi, hujayraning to'planishi** — hujayralardan ko'p hujayrali to'plamlarning

Glutamin kislotasi va lizinga boy. G'o'za chigitida ham oz miqdorda uchraydi.

**Golji complex - Golji apparati, Golji majmuasi** — diskasimon membranalar to'plami va pufakchalardan tashkil topgan hujayra organoidi.

**Homology chromosomes - Gomologik (o'xshash) xromosomalar** — morfologik belgilariga ko'ra o'xshash bo'lgan bir xildagi juft xromosomalar. Bular bir xil genlar to'plamiga ega. Diploidli organizmlarda gomologik xromosomalar soni doimo juft bo'ladi.

**Guanine - Guanin** — purin asosi; nuklein kislotalar, nukleotidlar va boshqalar tarkibida uchraydi.

H shakllanish jarayoni. Organizm me'yori rivojlanishida yuz beradi.

**Cell differentiation - Hujayra differentsiatsiyasi** — dastlabki hujayra bir xil massasidan har xil ixtisoslashgan to'qima hujayralarining shakllanishi.

**Cell entry - Hujayra kiritmalari** — sitoplazmadagi noturg'un hosilalar — moddalar almashinuvi mahsulotlari jamg'arma holda to'planuvchi oqsil va kraxmal

donachalari, moy tomchilari, turli xil pigmentlar, ayrim tuzlarning kristallari va boshqalar.

**Cell center - Hujayra markazi** — membranasi tuzilishga ega bir-biriga nisbatan perpendikular joylashgan ikkita sentrioladan iborat organoid.

**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

**Secondary structure - Ikkilamchi struktura** — oqsillar, nuklein kislotalar va uglevodlarning vodorod bog'lar tufayli hosil bo'ladigan tuzilishi.

**The 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 begona modda (mikroorganizm)ni aniqlash va uni bartaraf etishdan iborat.

bilan tashqi muhit o'rtasidagi aloqalarni boshqarib turadi.

**Cell theory - Hujayra nazariyasi** — biologiyaning eng muhim nazariyalaridan biri bo'lib, unga ko'ra barcha tirik organizmlar hujayra va uning hosilalaridan tashkil topgan. 1838— 1939 yillarda M.Shleydin va T.Shvann ishlab chiqqan.

**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.

**I Immunoglobuline - Immunoglobulin, himoya oqsili** — begona (yot) moddalar — antigenlar bilan o'ziga xos birikish xususiyatiga ega murakkab oqsil. Odam va umurtqali hayvonlar qonida bo'ladi.

**Immunology - Immunologiya,** organizmning himoya reaksiyalari — immunitet haqidagi fan.

**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.

**Inoculation - Inokulyatsiya** — tirik mikroorganizmlarni ozuqa muhitiga, o'simlik yoki hayvon organizmiga kiritish. Masalan, dukkakli o'simliklar urug'ini tuganak bakteriyalari bilan emlash (yuqtirish).

**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.

**Heredity - Irsiyat** — organizmning avlodlar o'rtasidagi moddiy va funksional izchilligini, ya'ni ota-onadagi belgi hamda xususiyatlarning keyingi avlodga o'tishini ta'minlash xususiyati. Irsiyat hayotning doimiylikini va turli shakllarda namoyon bo'lishini ta'minlab, tirik organizmlar evolutsiyasining asosini tashkil etadi.

**Heredity - Irsiylanish, nasldan naslga o'tish** — organizmlarning irsiy informatsiyasini avloddan avlodga o'tkazish jarayoni.

**Izoelectric point - Izoelektrik nuqta** — amfoter 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

## K

**Cario - Kario...** — hujayra yadrosiga taalluqni anglatuvchi murakkab so'zning tarkibiy qismi.

**Carioplazma - Karioplazma** — Yadro plazmasi yadro shirasi — xromatin iplar, yadrocha va boshqa ko'pgina yadro tuzilishlari oralig'ini to'ldiruvchi modda.

**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.

**Catabolism - Katabolizm, parchalanish reaksiyalari** — tirik organizmlarda mu-rakkab organik moddalar — oqsillar, nuklein kislotalar, uglevodlar, yog'larning yoki organizmlarning o'zida

bajaruvchi, biroq tuzilishi va fizik-kimyoviy hamda immunologik xususiyatlari bilan farq qiluvchi fermentlar guruhi.

**Izoleysin - Isoleysin** — zaruriy aminokislota. Ko'pchilik oqsillar tarkibida uchraydi.

**Isomerazis - Izomerazalar** — organik birikmalarning o'zaro almashinuv reaksiyalarini kataliz qiluvchi fermentlar sinfi.

to'plangan ozuqa moddalarning fermentativ yo'l bilan parchalanishi. Bunda ularda to'plangan energiya ajralib chiqadi va ATF 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.

**Clone - Klon** — jinssiz ko'payish yo'li bilan bir ajdoddan vujudga kelgan individ, avlod yoki hujayralar majmui.

**The 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 tarkibigakiruvchi oqsil bo'lmagan organik birikmalar. Ko'pchilik kofermentlar vitaminlar hosilasidir.

**Cocarbocylasis - Kokarboksilaza, tiamindifosfat** — vitamin B ning pirofosforli efiri. Odam va hayvon organizmida glukozaning parchalanishida muhim ahamiyatga ega, piruvatdekarboksilaza fermentining kofermenti.

**Colonial organisms - Kolonial organizmlar, to'dalashib yashovchi organizmlar** — jinsiz ko'payish (kurtaklanish)dan so'ng

## L

**Compromise - Labillik, noturg'unlik, beqarorlik** — organizmning tashqi va ichki muhit o'zgaruvchanligiga bog'liqligi, ya'ni ularning ta'siriga turg'un-sizligini bildiradi.

yuzaga kelgan avlod individlarining ona organizm bilan qolib, to'da — koloniya holida yashashi. Masalan, suvo'tlar.

**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.

**Cseniobiotics - Ksenobiotiklar** — organizm uchun yot moddalar: pestisidlar, maishiy xizmatda qo'llaniladigan kimyoviy preparatlar, dorivor moddalar va shunga o'xshash birikmalar.

**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 molekulaga glukozagacha parchalaydi.

**Lactose - Laktoza** — Sut shakari — ikki molekulaga 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.

**Liasess - Liassalar** — ma'lum birikmalarning substratdan suv ishtirokisiz ajralishini katalizlovchi fermentlar. Ularning faoliyati tufayli qo'shbo'g'lar hosil bo'ladi yoki yo'qoladi.

**Ligasess - Ligassalar, sintetassalar** — ATF yoki shunga o'xshash birikmalar energiyasi hisobiga oddiy molekulalardan murakkab birikmalar hosil bo'lish reaksiyalarini katalizlovchi fermentlar sinfi.

**Lipase - Lipaza** — yog'larni glitserin va yog' kislotalariga parchalanish reaksiyasini katalizlovchi gidrolazalar sinfiga mansub ferment.

**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.

**Binary lipid - Lipidli qo'shqavat, yog'li qo'sh-qavat** — biologik membranalarining asosiy tuzilmasi. Ko'pchilik suvda eruvchi birikmalar uchun o'ta olmaydigan to'siq hisoblanadi.

**Lipoproteins - Lipoproteinlar** - yog'lardan tashkil topgan murakkab oqsillar. Biologik membranalarining tuzilish elementlari hisoblanadi. Lipotsit — yog'li hujayra.

**Lyposome - Liposoma** — Yog'li tanacha, yog'li pufakcha — 1) ichida eritma bo'lgan va lipidli membrana bilan o'ralgan pufakcha. Hujayradagi ayrim jarayonlarni o'rganishda qulay model bo'lib xizmat qiladi; 2) yog'dan iborat hujayra globulalari, Sun'iy ravishda tayyorlanadi va biologik tadqiqotlarda foydalaniladi.

**Lysosome - Lizasoma** — hujayra tuzilmasi. Ularda murakkab

organik birikmalarni parchalovchi gidrolitik fermentlar mujassamlashgan bo'ladi. Hujayraning himoya, hazm qilish, ajratib chiqarish va boshqa vazifalarini bajaradi.

## M

**Macroenergetic compounds - Makroenergetik birikmalar, energiyaga boy birikmalar** — ATF va fermentativ reaksiyalarda ATF 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.

**Lysine - Lizin** — zaruriy aminokislota. Barcha to'la qiymatli oqsillar tarkibida uchraydi. Ozuqa va yem-xashaklar sifatini oshirish uchun sintetik lizindan foydalaniladi.

**Matrix - Matriks** (sitologiyada) — hujayraning asosiy moddasi.

**Matrix - Matritsa** — genetik informatsiya nusxasini olish uchun qobip yoki asos. Bu DNK ning polinukleotid zanjiri bo'lib, undan yangi nusxa olish uchun xizmat qiladi.

**Matritsali-RNK** — q. Informatsion RNK.

**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.

**Membrane receptors - Membrana retseptorlari** — Biriktiruvchi membranalar — plazmatik membranalaridagi

gormonlarni biriktirib olish xususiyatiga ega murakkab birikmalar.

**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.

**Microsomes - Mikrosomalalar, kichik tanachalar** — hujayra sitoplazmasidagi fraksiyalar.

**Mitochondria - Mitoxondriya** — hujayraning quvvat markazlari; eukariot organizmlarni energiya bilan ta'minlaydigan donador hujayra organoidi.

**DNA of Mitochondria - Mitoxondriya DNKsi** — mitoxondriyaning uncha katta bo'lmagan halqasimon DNK molekulasi. Sitoplazmatik irsiyat molekular antropologiya va paleogenomikada muhim ahamiyatga ega.

**Metabolism - Modda almashinuvi** — tirik organizmlarda sodir bo'ladigan modda va energiyaning qonuniy tartibda o'z-garib, almashinishi. Hayot asosini tashkil etuvchi kimyoviy reaksiyalar majmui (q. Metabolizm).

**Molecular biology - Molekular biologiya** — tiriklik belgilari va

asosiy xususiyatlarini molekular darajada o'rganuvchi fan. Asosiy vazifasi muhim biologik birikmalar hisoblangan oqsil va nuklein kislotalarining 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.

**Molecular genetics - Molekular genetika** — genetika va molekular biologiyaning bo'limi. Organizmlar irsiyat va o'zgaruvchanligining moddiy asoslarini hujayradan past bo'lgan organoidlar va molekular darajada o'rganadi. Molekular genetikaning rivojlanishi mutatsion jarayonlar, ya'ni irsiy informatsiyaning o'zgarishini chuqurroq o'rganish imkonini beradi (q. Gen muhandisligi).

**The 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.

## N

**Respiratory chain - Nafas olish zanjiri** — organik birikmalarining

**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, tetroza va trioza bo'linadi. Ularga glukoza, fruktoza, galaktoza, riboza va boshqalar kiradi.

**Mutation - Mutatsiya, o'zgarish, almashish** — barcha tirik organizmlarga xos xususiyat. Bunda irsiy informatsiya yoki irsiy belgilar tabiiy yoki irsiy omillar ta'sirida birdaniga o'zgarib, yangi barqaror belgilar hosil qiladi, keyinchalik bu belgilar nasldan-naslga o'tish xususiyatiga ega bo'ladi. Irsiy asosning o'zgarish xarakteriga qarab mutatsiya genomli, xromosomal va genli mutatsiyalarga bo'linadi. Hujayra yadrosi bilan bog'liq bo'lmagan genlarning mutatsiyasi sitoplazmatik mutatsiya deb ataladi.

oksidlanishini amalga oshiruvchi fermentlar to'plami.

**Neofites - Neofitlar** — ma'lum bir hududga yangi olib kelingan o'simliklar.

**Nuclease - Nukleaza** — nuklein kislotalarni nukleotidlarga parchalovchi fermentlar.

**Nucleic acid - Nuklein kislotalar** — nukleotidlardan tashkil topgan yuqori molekulyar 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.

**Nucleoplazma - Nukleoplazma** — 1) yadroning xromosomalar va yadrochadan tashqari tarkibiy qismlari; 2) bakteriya, ko'k- yashil suvo'tlari hujayrasining yadro vazifasini bajaruvchi qismi.

**Nucleoproteins - Nukleoproteinlar** — nuklein

## O

**Ocsidoreductases - Oksidoreduktazalar** — oksidlanish va qaytarilish reaksiyalarini katalizlovchi fermentlar sinfi. Hamma tirik hujayralarda uchraydi.

kislota va aminokislotalardan tashkil topgan murakkab oqsillar.

**Nucleosome - Nukleosoma, yadro tanachasi** — xromosomaning asosiy tuzilma elementi.

**Nucleotides - Nukleotidlar** — azot asoslari: uglevod komponentlari va fosfor kislotadan 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, adenosin, uridin.

**Radiation - Nurlanish** — tirik organizmlarga nurlarning ta'siri. Bu odatda ta'sir qilayotgan nurning xiliga (radioaktiv, rentgen va hokazo), dozasi va organizmning fiziologik holatiga bog'liq.

**Oligosaxarides - Oligosaxaridlar** — molekulasida ikkitadan o'ntagacha monosaxarid qoldiqlarini tutgan uglevodlar. Bular o'z navbatida disaxaridlar, trisaxaridlar, tetrasaxaridlar va boshqalarga bo'linadi.

**Oncogenes - Onkogenlar** — rak (shish, o'sma) hosil qiluvchi genlar. Bular me'yorli hujayrani xavfli shish hujayralarga aylantirish xususiyatiga ega.

**Ontogenesis - Ontogenez** — organizmning individual rivojlanishi. Bunga organizmning paydo bo'lganidan to hayotining oxirigacha ketma-ket yuz beradigan morfologik, fiziologik va biokimyoviy o'zgarishlar kiradi. Ko'p hujayrali organizmlar ontogenezi ikki: pusht davri va pusht davridan keyingi (postembrional) bosqichlardan iborat. Odam va yuqori tuzilishga ega bo'lgan umurtqali hayvonlarda bu davrlarantenatal (tug'ilguncha) va postnatal (tug'ilgandan keyingi) davrlarga bo'linadi.

**Operator gene - Operator gen** — struktura genlarning faol holga kelishini ta'minlovchi genlar.

**Operone - Operon** — nazorat qiluvchi bir nechta struktura genlarining to'plami.

**Optimal factors - Optimal omillar** — yorug'lik, harorat, namlik, tuproq va boshqa ekologik omillarning organizm uchun eng yaxshi, qulay shakllari.

**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.

**Minimum of protein - Oqsil minimumi** — oqsilning ozuqa tarkibidagi eng kam miqdori bo'lib, bunda oqsil tangligi vujudga keladi. Insonning oqsilga bo'lgan kunlik o'rtacha talabi 80—100, og'ir mehnat qilganda esa 150 grammgacha.

**Organelles - Organelalar** — hujayra hayot faoliyati jarayonida o'ziga xos biron vazifani bajaruvchi struktura (tuzilma).

**Pancreas - Oshqozon osti bezi** — umurtqali hayvonlarning ovqat hazm qilish tizimidagi muhim bezlardan biri. Ovqat hazm qilish uchun pankreatik suyuqlik va modda almashinuv jarayonini boshqarishda ishtirok etuvchi insulin, glukagon gormonlarini ishlab chiqaradi.

## P

**Pantotenic acid - Pantotenat kislota, B<sub>5</sub> vitamini** — yashil o'simliklar va mikroorganizmlarda sintezlanadi. Koferment A ning tarkibiy qismi.

**Papaine - Papain** — proteinaza fermenti. Oqsillarning gidroliz reaksiyalarini katalizlaydi. Qovun daraxtining pishmagan mevalaridan olinadi.

**Papaverine - Papaverin** — ko'knoridan olinadigan alkaloid.

**Paramicoviruses - Paramiksoviruslar** — Shilimshiqsimon viruslar — tarkibida RNK bor viruslar oilasi. Umurtqali hayvon hujayrasining sitoplazmasida ko'payib, nafas yo'llari kasalliklarini tarqatadi.

**Pectin substances - Pektin moddalar** — o'simlik polisaxaridlari. Ular ayniqsa mevalarda ko'p to'planadi. Oziq-ovqat sanoatida ishlatiladi.

**Pellagra - Pellagra** — Dag'al teri — odamda vitamin RR va triptofan aminokislotalarining yetishmasligidan kelib chiqadigan kasallik. Bunda teri po'st tashlab dag'allashadi.

**Pentozes - Pentozalar** — 5-uglerodli monosaxaridlar. Masalan, riboza, dezoksiriboza.

**Pentose phosphate road - Pentozofosfat yo'li** — geksozalarning pentozofosfat orqali hosil bo'lishi va parchalanishi.

**Pepsine - Pepsin** — oqsillarning gidrolizlanish reaksiyasini katalizlovchi ferment. Me'da shirasi tarkibida uchraydi.

**Peptide bun - Peptid bog'** — bir aminokislotalarning karboksil guruhi bilan ikkinchi aminokislotalarning amin guruhi o'rtasidagi bog' hisoblanadi. Peptid bog'larini boshqa birikmalar ham hosil qilishi mumkin. Masalan, karbamid.

**Peptidase - Peptidazalar** — peptidlar va peptonlarning gidrolitik parchalanish reaksiyalarini katalizlovchi fermentlar. Reaksiya natijasida erkin aminokislotalar hosil bo'ladi.

**Peptides - Peptidlar** — ikki va undan ortiq aminokislotalar qoldiqlarining peptid bog' orqali birikishi natijasida hosil bo'ladigan organik birikmalar.

**Permeases - Permeazalar** — ko'chiruvchi oqsillar. Membranalar

orqali moddalarning faol ko'chirishini ta'minlaydi. Masalan, aminokislotalar, / shakarlar va boshqalarni.

**Peroxisases - Peroxisazalar** — oksidareduktaza sinfiga mansub turli polifenollarning vodorod peroksidi yordamida oksidlanishini katalizlovchi fermentlar.

**Pesticides - Pestitsidlar** — qishloq xo'jalik o'simliklarini kasal va zararkunan-dalardan, begona o'simliklardan himoya qilish, shuningdek, o'simlik barglarini to'kish, quritish hamda boshqa tadbirlar uchun qo'llaniladigan zaharli kimyoviy birikmalar. Pestitsidlar odam va hayvon organizmi uchun xavfli. Shuning uchun uni ishlatish qat'iy nazorat qilinadi.

**Pyrethroids - Piretroidlar** — hasharotlarga qarshi qo'llanadigan moddalar — insektitsidlar. Siklopropankarbonat kislotalarning hosilalari bo'lgan tabiiy birikmalar. O'simliklardan hamda sun'iy yo'l bilan olinadi.

**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.

**Plasmogenes - Plazmogenlar** — yadrodan boshqa hujayra organoidlari — mitoxondriya, xloroplastlarda joylashgan genlar. Irsiy informatsiyani ko'chirish xususiyatiga ega. Plazmogenlar to'plami plazmon deb ataladi.

**Plasmolemma - Plazmolemma** — protoplazmaning tashqi membranasini bo'lib, uni hujayra qobig'idan ajratib turadi.

**Polimerases - Polimerazalar** — kichik molekulyar 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.

## Q

**Shield gland- Qalqonoldi bezlar** — umurtqali hayvonlarda paratireoid gormonlarini ishlab chiqaruvchi ichki sekretiya bezlari.

**Thiroid gland- Qalqonsimon bez** — umurtqali hayvonlar va odam tomog'idagi maxsus ichki

Fosforlangan oqsillar hujayra metabolizmini boshqarishda faol ishtirok etadi.

**Proteolitik enzims-Proteolitik fermentlar** — proteazalar, oqsil va peptidlarning gidrolitik parchalanishini katalizlovchi fermentlar.

**Protoplazm -Protoplazma** — tirik hujayra asosini tashkil qiluvchi rangsiz suyuq modda. Hozirgi zamon tushunchalariga ko'ra protoplazma biokalloid bo'lib, membrana yoki mikronaychalarni yig'ish, ortiqcha moddalarni chiqarib tashlash, oqsil molekula larining konfiguratsiyasini o'zgartirish kabi hujayraning ichida sodir bo'ladigan juda ko'p o'zgarishlarni amalga oshiradi.

**Protssessing -Protssessing**, yetilish, yetilib pishish — funksional jihatdan faol bo'lgan RNK va oqsil molekulalarining hosil bo'lishi.

sekretiya bezi. Tarkibida yod tutuvchi terioid gormoni ishlab chiqaradi va to'playdi. Bu gormonlar organizmning modda va energiya almashinuvida katta ahamiyatga ega.

**Comments spiral- Qo'sh spiral** — ikki polinukleotid zanjirdan

tashkil topgan DNK molekulasi. Zanjirlar bitta umumiy o'qqa ega va qarama-qarshi tomonga

## R

**Radiation genetics- Radiatsion genetika** — genetikaning nurlanishni irsiyatga ta'siri, ya'ni nurlangan organizmlarda irsiy o'zgarish (mutatsiyalar)ning paydo bo'lishini o'rganuvchi bo'limi. GVzaga radiatsiya ta'sir ettirilib, bir qator yangi navlar olishga muvaffaq bo'lindi.

**Radiation- Radiatsiya (ionlashuvchi)** — Ionlashtiruvchi radiasiya, ionlashtiruvchi nurlanish — u yoki bu darajada tirik organizmlarga yutiluvchi va ularda keskin o'zgarishlar paydo qiluvchi elektromagnit (rentgennurlar, gamma nurlar) hamda molekular (alfa-zarracha, betta-zarracha, proton va neytron oqimlari) radiatsiya. Tabiiy dozadan yuqori bo'lgan ionlantiruvchi nurlar tirik organizmlar uchun xavflidir.

**The radiation balance- Radiatsiya muvozanati** — atmosferada radiatsiya nurlanishi va yutilishining yig'indisi.

**Radioactive pollution - Radioaktiv ifloslanish** — radioaktiv moddalarning atrof-muhitda tabiiy me'yordan ortib ketishi. Radioaktiv ifloslanish

yo'nalgan. Qo'sh spiralni D.Uotson va F.Krik kashf etgan (1953).

yadro qurollarini (sinovdan o'tkazish) portlatish, atom elektrostansiyalari yoki boshqa atom bilan bog'liq bo'lgan tashkilotlarda sodir boladigan falokatlar, radioaktiv moddalari bo'lgan asbob-uskunalarining ishdan chiqishi natijasida vujudga keladi.

**Light distribution - Radioaktivlik, nur tarqatish** — bir element beqaror izotopining boshqa element izotipiga o'z-o'zidan yemirilish yo'li bilan aylanishi. Bunda tirik organizmlarga salbiy ta'sir qiluvchi nur ajraladi.

**Radiobiology- Radiobiologiya** — ionlashtiruvchi nurlarning barcha tirik organizmlarga ta'siri va radiatsiyadan himoyalaniish yo'liarini o'rganadigan fan.

**Radioprotektors- Radioprotektorlar** — nurdan himoya qiluvchi tabiiy moddalar yoki kimyoviy birikmalar. Undan tirik organizmlarni ionlashtiruvchi nurlardan himoya qilishda va radiatsiyaga bo'lgan chidamliligini oshirishda foydalaniladi.

**Radio sensivity- Radiosezgirlik** — Nurga sezgirlik — tirik organizmlarning ionlashtiruvchi nurlar ta'sirini sezish xususiyati.

**Regulations- Regulatorlar** (o'simlikda), o'simlik o'sishini boshqaruvchi moddalar — o'simlik o'sishini tezlashtiruvchi yoki sekinlashtiruvchi turlituman organik birikmalar.

**Recombination - Rekombinatsiya** — tirik organizmlarning kombinativ o'zgaruvchanligi. Meyoz va mitoz jarayonida irsiy belgilarning qayta taqsimlanishi (rekombinatsiyasi) natijasida genlarning yangi o'zgargan birikishlari hosil bo'ladi.

**Rekon- Rekon** — rekombinatsiya birligi. DNK ning bir yoki bir necha juft nukleotidiga mos keladigan va keyingi qayta taqsimlanishlarda bo'linmaydigan eng qisqa qismi.

**Rekultivation- Rekultivatsiya** — mashina va mexanizmlarni qo'llab, foydali qazilmalar olish, qurilish ishlari va boshqalar ta'sirida unumdorligi hamda o'simliklari nobud qilingan tuproqlarni sun'iy ravishda qayta tiklash, shuningdek, atrofmuhit sharoitini yaxshilash.

**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 molekulasining o'zidan nusxa olishi. Bunda ota-ona DNK sining nukleotidlar ketma- ketligida ifodalangan informatsiyasi yuqori aniqlik bilan bola DNK larga beriladi.

**Repressor- Repressor** — hujayrada fermentlarning hosil bo'lishini susaytiruvchi modda.

**Retrovirus- Retroviruslar** — tarkibida RNK tutuvchi viruslar. Ularning hayot sikli uchun RNK dan tashkil topgan genomning teskari transkripsiyasi xos. Ko'pchilik retroviruslar leykoz (oq qon), sarkoma (et, go'sht shishi) va sut bezlari shishi hosil qilishda ishtirok etadi.

**Reverteaze- Revertaza** — RNK dan DNKga irsiy informatsiyani ko'chirish reaksiyasini katalizlovchi qaytar transkriptaza fermenti.

**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.

## S

**Salitsilic acid- Salitsilat kislota**, aspirin — aromatik oksikarbonat kislota. Ko'pchilik o'simliklar tarkibida erkin holda uchraydi. Masalan, moychechakda.

**Saproph dogs- Saprof itlar** — tayyor organik moddalar (hayvon yoki o'simlik qoldiqlari, chirindilar) bilan oziqlanadigan organizmlar. Bularga ko'pchilik zamburug'lar, bakteriyalar va ayrim o'simliklar kiradi.

**Sarcoplasmatic Sarkoplazmatik to'r** — muskul tolalarining organellasi. Muskul hu-jayralarida nozik kanallardan iborat to'rlar hosil qiladi va muskullarning qisqarishini nazorat qiladi. Bunga miofibrillarda kalsiy ionlarining regulatsiyasini nazorat qilish tufayli erishiladi.

**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 holida uchraydi.

**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.

**Site-Sayt**, mutatsiya o'rni — mutatsiya yoki rekombinatsiyaning eng kichik birligi. DNKdagi bir juft nukleotidga teng. Nuqtali mutatsiyadagi gen o'rmini belgilaydi.

**Pulp- Selluloza** — glukoza qoldiqlaridan tashkil topgan uglevod. o' simlik hujayrasining qobig'i asosan sellulozadan tashkil topgan.

**Salitsilatic acid- Salitsilat kislota, aspirin** — aromatik oksikarbonat kislota. Ko'pchilik o' simliklar tarkibida erkin holda uchraydi. Masalan, moychechakda.

**Saproph dogs- Saprof itlar** — tayyor organik moddalar (hayvon yoki o' simlik qoldiqlari, chirindilar) bilan oziqlanadigan organizmlar. Bularga ko'pchilik zamburug'lar, bakteriyalar va ayrim o' simliklar kiradi.

**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.

**Site-Sayt, mutatsiya o'rni** — mutatsiya yoki rekombinatsiyaning

eng kichik birligi. DNKdagi bir juft nukleotidga teng. Nuqtali mutatsiyadagi gen o'rni belgilaydi.

**Senobiozis- Senobioz** — organizmlarning guruh (uyushma)larda birgalikda hayot kechirishi.

**Sentrosome- Sentrosoma** — hujayra organoidi. Ikkita sentrioladan tashkil topgan. Sentrosomaning vazifasi hujayra bo'linishi bilan bog'liq.

**Seryn- Serin** — proteinogen aminokislota. Barcha oqsillar tarkibida uchraydi. Ayniqsa, u ipak oqsili (fibroin)da ko'p.

**Cyclic DNA- Siklik DNK** — halqasimon DNK molekulasi.

**Cyclic nucleotid- Siklik nukleotidlar**, halqali nukleotidlar — gormonlar va boshqa hujayra tashqarisidagi regulatorlarning hujayra ichidagi kimyoviy vositachilari. Bularga siklik adenozinmonofosfat (sAMF) va siklik guanozinmonofosfat (sAMF) kiradi.

**Simbiozis- Simbioz, hamxonalik** — ikki va undan ortiq turlarning hamxona va o'zaro manfaatdorlikda yashashi.

**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.

**Cytogenetics- Sitogenetika**, hujayra genetikasi— irsiyat va o'zgaruvchanlik qonuniyatlarini hujayra va hujayradan kichik tuzilishlar (asosan xromosomalar) darajasida o'rganadigan fan. Sitogenetika asosan xromosomalarning tuzilma va kimyoviy tuzilishlari, morfologiyasi, vazifasini, shuningdek, bo'linayotgan va bo'linmaydigan hujayralardagi holatni genetika hamda sitologiya usullari yordamida tadqiq etadi.

**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.

**Sytology- Sitologiya** — hujayra tuzilishi, vazifasi hamda individual

rivojlanishini o'rganuvchi fan. Hayvonlar gistologiyasi va o'simliklar anatomiyasi kabifanlarning tarkibiy qismi.

**Cytoplasm- Sitoplazma** hujayra qobig'i bilan o'ralgan bo'lib, sitozol, sitoskelet va hujara organoidlaridan tashkil topgan. Hujayra mag'izining nazoratida o'sish va ko'payish xususiyatiga ega.

**Cytoplasm heridity- Sitoplazmatik irsiyat** — hujayra yadrosi bilan bog'liq bo'lmagan irsiyat. Bunda ayrim irsiy belgilarning avloddan-avlodga ko'chirilishi o'simlik va hayvon hujayralarining sitoplazmasidagi omillar (xlороplast yoki mitoxondriya) orqali amalga oshiriladi.

**Cytoskeleton- Sitoskelet, hujayra skeleti** — barcha eukariot hujayralarining tarkibiy qismi. Mikronaylar va faol iplar (filamentlar)dan iborat. Hujayra shakli va harakatlanish xususiyatini belgilaydi.

**Cytochrome system- Sitoxrom tizimi** — sitoxromlardan va sitoxrom-oksidaza 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.

**Cytozin- Sitozin** — nuklein kislotalar tarkibiga kiruvchi azot asoslar.

**Cytozole- Sitozol** — sitoplazmaning shaksiz, gelsimon qismi. Hujayraning 50foizdan ortiq qismini tashkil qiladi. Oraliq almashinuvining ko'pchilik reaksiyalari sitozol bilan bog'liq.

**Somatic cells- Somatik hujayralar**, tana hujayralari, diploid hujayralar — organizmning urug'lanish yoki otalanishdan tashqari vazifalarini bajaruvchi hujayralar.

**Somatotropin- Somatotropin** — o'sish garmoni. Gipofiz bezining oldingi bo'lagi ishlab chiqaradi.

**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.

**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, jin-siy 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 aminokislotalari 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.

**Dizziness in the wild- Tabiatda moddalar aylanishi** — moddalarning bir komponentdan ikkinchisiga o'tishi bilan kechuvchi, nisbatan takrorlanuvchi o'zaro bog'liq fizik, kimyoviy va biologik jarayonlar tabiiy halqasi.

**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, huyvonlardan va sun'iy yo'l bilan olinadi. Tishni qamashtirish xususiyatiga ega; tibbiyotda dori-darmon sifatida ishlatiladi.

**External environment- Tashqi muhit** — fizik, kimyoviy, biologik xususiyatlar hamda ijtimoiy omillar yig'indisi bo'lib, tirik organizmga

Suspenziyalarning sentrifuga qilish jarayonida hosil bo'ladi.

**Suppressor gene - Supressor gen** — gomo yoki geterozigota holatdagi allal bo'lmagan mutant genlar ta'sirini siqib qo'yadigan gen. Oqsil molekulasining hosil bo'lishini sekinlashtirib, to'xtatadi.

## T

bevosita yoki bilvosita ta'sir ko'rsatadi.

**Telomers- Telomerlar** — xromosomalarning oxirgi uchlari; DNK replikasiyasida 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.

**Reverse transkriptazae — Teskari transkriptaza** — RNK dan DNK ni sintezlanish reaksiyasini katalizlovchi ferment.

**Testosteron — Testosteron** — umurtqalilarning asosan erkak jinsiy aʼzolari, shuningdek, buyrak usti bezlari, tuxumdonlar, platsenta, jigar ishlab chiqaradigan gormon.

**Technological gibridome-  
Texnologiya gibrodomali,** duragay hujayra texnologiyasi, gibridoma texnologiyasi — oʻsma (shish) hosil qiluvchi hujayralar bilan zidditana yoki qimmatli moddalar ishlab chiqaruvchi meʼyorli hujayrani qoʻshish yoʻli bilan duragay hujayralar (gibridomalar) olish va olingan gibrodomali hujayra tizim (nasl)larini klonlash yoki koʻpaytirish.

**Tiamin - Tiamin** — vitamini — oʻsimliklar va ayrim mikroorganizmlarda sintezlanadigan, suvda eriydigan birikma. Sholi va bugʻdoy kepagida, kartoshkada koʻp boʻladi.

**Tymin - Timin** — DNK ning muhim azot asoslaridan biri.

**Tymopoetin- Timopoetinlar** — T-limfotsitlarning differensiatsiyalanishini tezlashtiruvchi oqsil tabiatli gormonlar, timusda hosil boʻladi.

**Thireohlobulin- Tireoglobulin** — glikoproteinlarga mansub

qalqonsimon bezlarda hosil boʻladigan murakkab oqsil.

**Thiroid hormone- Tireoid gormonlar,** qalqonsimon bez gormonlari — odam va hayvonlar qalqonsimon bezi ishlab chiqaradigan gormonlar. Organizmning koʻpgina vazifalariga taʼsir qiladi.

**Tyrosin-tetraiodtironin — Tiroksin,** hayvonlar qalqonsimon bezi ajratadigan yod tutuvchi gormon. Tiroksin yetishmasligi yoki ortiqchaligi ogʻir kasalliklarni vujudga keltiradi.

**Tirozin -Tirozin** — oqsillar tarkibida uchraydigan halqali aminokislota. Dofamin, adrenalin, melaninlar kabi birikmalarning biosintezida ishtirok etadi.

**The roots of the teeth - Tish ildizi** — tishning jagʻdagi chuqurchaga botib kirgan qismi.

**T-limphotsites- T-limfotsitlar** — timusda rivojlanuvchi limfositlar boʻlib, keyinchalik qon bilan limfatik tugunchalar hamda ovqat hazm qilish yoʻlining boshqa qismlariga oʻtadida, T-limfotsitlarga aylanadi. Hujayra immunitetining shakllanishida muhim ahamiyatga ega.

**Tokoferol — Tokoferol — E vitamini** — o'simliklarda sintezlanadigan va yog'da eriydigan vitamin. Organizm jinsiy jarayonlarida muhim ahamiyatga ega.

**Transduktion-Transduksiya,** ko'chirish, joyini 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 guruhlari yoki radikalarning 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.

**Translocation- Translokatsiya** — mutatsiya davrda yoki crossingoverda gomologik va omologik bo'lmagan xromosomalar qismlarining o'rin almashib qolishi.

**Translation- Translatsiya** — irsiy informatsiyani RNKning nukleotidli tuzilishidan oqsillarning aminokislotali tizimiga o'chirib yozish jarayoni. Bu jarayonda - RNK va ribosomalar ishtirok etadi.

**Transpiration of water - Transpiratsiya intensivligi, suv bug'latish jadalligi** — belgilangan vaqt birligida ma'lum og'irlikka ega bo'lgan barg yuzasidan yoki yuza birligidan bug'langan suv miqdori.

**Transplantation- Transplantatsiya, ko'chirib o'tkazish** — o'simliklar, hayvonlar

va damlarda biror to'qima yoki a'zoni ko'chirib o'tkazish.

**Active transport - faol transport**, faol ko'chirilish — ATF yoki membrana potentsiali energiyasi yordamida biologik membranalar orqali konentratsiya gradiyentiga qarshi ion (molekula) larning ko'chirilishi.

**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 aniqqlanishini 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.

## U

**Ubichinon- Ubixinonlar** — vitaminlik xususiyatiga ega bo'lgan modda. o'simliklar, hayvonlar va

**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.

**Tropizm- Tropizm, burilish, yo'nalish** — muhit omil (qo'zg'atgich)laridan biri (yorug'lik, yerning tortish kuchi, kimyoviy moddalar kabilar)ning ta'sirida o'simlik, hayvon a'zolariningyoki ayrim hujayraning harakati. Harakat yoki o'sishning yo'nalishi qo'zg'atgich yo'nalishi bilan aniqlanadi. Bular foto-, geo-, gidro-, termo-, xemo- tropizmlarga bo'linadi.

**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.

mikroorganizm hujayralarida uchraydi.

**Carbohydrate- Uglevodlar,**  
**karbon suvlar, glisidlar** —  
tabiatda keng tarqalgan muhim  
organik birikmalar. o  
‘simliklarning asosiy qismi karbon  
suvlardan tashkil topgan.

### **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 anhidrid va  
ammiakkacha 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.

### **Ultraviolet radiation -**

**Ultrabinafsha nurlar** — ko‘zga  
ko‘rinmaydigan, to‘lqin uzunligi  
‘oo nonamikrondan kichik bo‘lgan  
elektromagnit tabiatli nurlar.

### **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 anhidrid va  
ammiakkacha 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.

**Arogenesis - Ureogenez** —  
organizmda karbamidning hosil  
bo‘lishi.

## V

**Vaccines - Vaksinalar** — kuchsizlantirilgan yoki o'ldirilgan mikroorganizmlar, shuningdek, mikroorganizmlar hayot faoliyati mahsulotidan tayyorlanadigan preparatlar. Yuqumli kasalliklarga qarshi qo'llanib, organizmning chidamliligini oshiradi.

**Vaccination - Vaksinatsiya, emlash** — kasallikning oldini olish maqsadida vaksinalar qo'llab, organizmda immunitet hosil qilish.

**Valine - Valin** — ko'pchilik oqsillar tarkibiga kiradigan zaruriy aminokislota.

**Valinomycin - Valinomitsin** — membranalar orqali kaliy ionining o'tishini oshiruvchi polipeptid. Antibiotik sifatida foydalaniladi.

**Vector - Vektor** — retsiyent (qabul qiluvchi) genomi yoki plazmoniga ko'chirilgan, mustaqil qayta tiklana olish xususiyatiga ega genetik tizim (DNK ning ma'lum uzunlikdagi kes- V masi).

## X

**Chemogenesis - Xemogenez** — o'talanmagan tuxum- hujayralarning kimyoviy moddalar ta'sirida bo'linishi.

**Vektorlar** (klo nlo v chi) , payvandlash vektorlari — klonlash (payvandlash) vektorlari sifatida plazmada DNK sidan foydalaniladi (q. Plazmidalar).

**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.

**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.

**Chemolysis - Xemoliz** — kimyoviy agentlar ta'sirida organik birikmalarning parchalanishi.

**Chemoresistance - Xemorezistentlik** — tirik

organizmlarning kimyoviy  
moddalar ta'siriga chidamliligi.

**Chemosensitivity** -

**Xemosezuvchanlik** —

organizmning kimyoviy  
moddalarga nisbatan sezgirligi.

**Chemosynthesis - Xemosintez** —

mikroorganizmlarning oziqlanish  
turlaridan biri. Bunda

bakteriyalarning karbonat anhidrid  
gazidan organik moddalarni sintez

qilishi, anorganik moddalarning  
oksidlanishi natijasida hosil

bo'ladigan energiya hisobiga  
amalga oshadi.

Jarayonni S.N.Vinogradskiy kashaf  
qilgan (1887).

**Chimera DNA - Ximera DNK** —

gen muhandisligi usullari  
yordamida har xil tabiiy DNK

qismlaridan tuzilgan sun'iy  
molekula. Ximera o'simliklar —

irsiy sifat- dan farq qiluvchi  
qismlar, gistologik qatlamlar yoki

hujayralarni ulashdan hosil  
bo'ladigan o'simliklar. Masalan,

har xil o'simliklarni payvandlash.

**Chemotherapy - Ximioterapiya,**

kimyoviy davolash, xemoterapiya  
kasallik qo'zg'atuvchilarga

qarshi kimyoviy preparatlar  
qo'llab, bemorni davolash.

**Chymotrypsin - Ximotripsin** —

ozuqqa tarkibidagi oqsillarning

parchalanish reaksiyalarini  
katalizlovchi gidrolitik ferment.  
Oshqozon osti bezlari ishlab  
chiqaradi.

**Chitin - Xitin** — organizm

qobig'iga qattqlik beruvchi  
modda. Bo'g'imoyoqlilar va

boshqa umurtqasiz hayvonlar  
tashqi skeletining asosiy qismini

tashkil qiladi. Zamburug' va  
bakteriyalar hujayra devorining

tarkibiga kiradi.

**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 vitamanga 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.

**Chondrioma - Xondriom** — mitoxondriya DNKsi genlarining majmui.

**Chondrogenesis - Xondrogenez** — tog'ay to'qimalarining hosil bo'lish jarayoni.

**Chondroitinsulfate - Xondroitinsulfatlar** — biriktiruvchi to'qima (pay, tog'ay)larning asosiy tarkibiy qismi.

**Chromatin - Xromatin** — DNK va yadro oqsillari hisoblangan gistonlardan tashkil topgan nukleoprotein tolalar.

**Set of chromosomes - Xromosoma to'plami** — hayvon

## Y

**Nucleus - Yadro** — evkariot organizmlar hujayrasidagi organoid tarkibida oqsillar, nuklein kislotalar, oz miqdorda unga katta bo'lmagan organik molekulalar va ionlar bo'ladi. Yadro qobiq va yadro shirasiga ega.

**Nuclear shell - Yadro qobig'i, mag'iz po'sti** — perinuklenar bo'shliq bilan ajralgan, ikki qatlamdan iborat qobiq. Yadro qobug'ida juda ko'p teshikchalar bo'lib, ular orqali yadrodan sitoplazmaga va aksincha, turli-tuman moddalarning ko'chirilishi amalga oshadi.

yoki o'simliklar organizmining har qanday hujayra yadrosidagi xromosomalar majmui. Har bir biologik tur o'zining doimiy xromosomalar to'plamiga ega bo'lib, ular ma'lum kattalikka va morfologik xususiyatga ega.

**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.

**Chromotype - Xromotip** — organizm mag'iz genlari tizimi.

**Living environment - Yashash muhiti** — organizm yashayotgan joydagi abiotik, biotik va antropogen omillar majmui.

**The fight for survival - Yashash uchun kurash** — Ch.Darvinning evolyutsion nazariyasidagi asosiy tushunchalardan biri. Bu atama turlararo, shuningdek, organizmlar bilan turli-tuman yashash muhiti omillari o'rtasidagi barcha o'zaro munosabatlarni ifodalash uchun qo'llanadi.

### **Light diffusion - Yengil diffuziya**

— moddalarning koʻchirilishini taʼminlovchi oqsillar ishtirokida energiya sarflamasdan ularni biologik membranalar orqali koʻchirish.

### **Eugenics - Yevgenika** —

odamning irsiy sogʻligi va uni yaxshilash yoʻllari haqidagi fan. (Odam evolutsiyasini oʻrganish va insoniyatni irsiy kasal-liklardan himoya qilish, kishilik jamiyatini sogʻlomlashtirish masalalari bilan shugʻullanadi.

## **Z**

**Serum - Zardob** — odam yoki hayvon qonining shaklli elementlardan tozalangan suyuq qismi boʻlib, diagnostik yoki davolash ishlarida qoʻllaniladi.

**Zygote - Zigota** — onalik va otalik jinsiy hujayralari — gametalarning qoʻshilishidan hosil boʻlgan hujayra.

**Zoology - Zoologiya** — biologiyaning asosiy boʻlimlaridan biri; hayvonlarning xilma-xilligi, Oʻ

**Plant morphology - Oʻsimliklar morfologiyasi** — Oʻsimliklar (barg, poya, ildiz)ning shakllanishi va tashqi koʻrinishini oʻrganuvchi fan.

**Oils - Yogʻlar** — glitserin va yogʻ kislotalarning murakkab efiri. Biologik membranalar tarkibiga kiradi, asosan energiya manbai; hujayradagi jarayonlarni boshqarishda ishtirok etadi.

**High energy compounds - Yuqori energetik birikmalar** — ATF va fermentativ reaksiyalarda ATF hosil qilish xususiyatiga ega moddalar. Bularning gidrolizlanishi natijasida koʻp miqdorda kimyoviy energiya ajralib chiqadi.

tuzilishi, hayot faoliyatining xususiyatlari, tarqalishi, yashash muhiti, oʻzaro aloqasi va boshqalarni oʻrganadi.

**Zoosphora - Zoospora** — baʼzi zamburugʻlar va yashil suvoʻtlarining harakatchan sporalari.

**Zoocenosis - Zootsenozlar** — maʼlum sharoitlarda birgalikda yashayotgan hayvonlar majmui. Biotsenozning tarkibiy qismi.

**Plant water balance - Oʻsimliklar suv muvozanati** — oʻsimlikning maʼlum vaqt oraligʻida qabul qilgan va sarflagan suvi oʻrtasidagi nisbat.

**Plant protection - O'simliklarni himoya qilish** — ekinlar va ko'chatlarga, madaniylashtirilgan yerlarga hamda tabiiy o'tloqlarga zarar keltiruvchi organizmlarga qarshi kurash choralari. Agrotexnik, biologik, kimyoviy, fizik va mexanik usullari bor.

**Plant repose period - O'simliklarning tinim davri** — o'simlikning o'sishdan to'xtagan, modda almashinuv jarayonining jadalligi eng past bo'lgan davri. Yilning ma'lum davrida, mavsumida tashqi noqulay sharoitlarni yengish uchun moslanish xususiyati hisoblanadi.

**Plant growth activators - O'simlikning o'sish aktivatorlari** — o'sishni tezlashtiruvchi moddalar. O'simlik organizmida hosil bo'ladi (q. Fitogormonlar).

**Plant growth point - O'simlikning o'sish nuqtasi** — poya va ildizning eng uchki hosil qiluvchi (o'suvchi) to'qimali qismi.

**Plant water regime - O'simlikning suv rejimi** — o'simlikning suvni shimish (yutish), o'zlashtirish va chiqarish jarayonlari majmui. Suv o'simliklar massasining 80—95 foizini tashkil qilib, biokimyoviy reaksiyalar uchun qulay muhit yaratadi,

sitoplazma kolloidlarining tuzilishini ta'minlaydi.

**Lawn - O'simta, maysa** — urug' o'sishining boshlang'ich davridan avtogrof oziqlanish boshlangungacha bo'lgan o'simta yoki o'simlik.

**Growth cone - O'sish konusi** — poya yoki ildiz uchidagi o'suvchi meristemali qism.

**O'sma** — butguldoshlarga mansub o'simliklar turkumi. Ba'zi turi barglaridan to'q ko'k tusli bo'yoq olinadi.

**Bile - O't, safro** — jigarining maxsus bez hujayralarida hosil bo'ladigan ovqat hazm qilish shiralari (suyuqlik). Asosan yog'larning hazm bo'lishida ishtirok etadi.

**Conducting tissues - O'tkazuvchi to'qimalar** — o'simlik bo'ylab suv va unda erigan moddalarni o'tkazuvchi to'qimalar; to'rsimon naylar hamda traxeyalardan iborat.

**Conducting tissue of plants - O'tkazuvchi to'qimali o'simliklar** — naysimon va g'alvirsimon o'tkazuvchi to'qimalarga ega o'simliklar. Bu to'qimalar suv, mineral va organik moddalarni o'tkazadi. Yo'sinlardan tashqari barcha yuksak o'simliklar kiradi.

**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.

**Self-fertilization - O'zidan ko'payish** — DNK molekulasi

o'zidan xuddi o'ziga o'xshash molekula hosil qilish xususiyati.

**Self-management - O'zini o'zi boshqarish** — tirik organizmning hatto tashqi muhitning o'zgaruvchan sharoitlarida ham o'ziga xos ichki doimiylik xususiyatlarini saqlab turish qobiliyati. Bunda qaytar bog'lanish prinsipidan foydalaniladi.

## SH

**Nyctalopia - Shabko'rlik** — ko'z to'r pardasidagi yorug'likni sezuvchi tayoqchasimon hujayralar vazifasining buzilishidan kelib chiqadigan kasallik. Kasallik A vitamini yetishmasligidan yoki tug'ma bo'ladi.

**Pedigree - Shajara, shajara daraxti** — evolutsiya jarayonida turli guruhga mansub bo'lgan organizmlarning rivojlanish yo'lini (qarindoshchilik aloqalarini) chizma ravishda tasvirlash. Shajara daraxtini tuzish g'oyasining nazariy asoslari Ch.Darvin nomi bilan bog'liq.

**Conditional reflexes - Shartli reflekslar** — odam va hayvon organizmining individual hayoti davomida o'rttirilgan moslanish reak-siyalari. Ma'lum sharoitda shartli qo'zg'atgich bilan shartsiz

reflektor harakati o'rtasida vaqtinchalik aloqaning vujudga kelishi tufayli paydo bo'ladi.

**Unconditional reflexes - Shartsiz reflekslar** — evolutsiya davomida shakllangan, avloddan avlodga o'tish xususiyatiga ega tug'ma reflekslar.

**Strain - Shtamm** — ma'lum manbadan olingan mikroorganizmning genetik jihatdan bir xildagi (toza) kulturasi.

**Shvann cells - Shvann hujayralari** — asab tolalari qobig'ini shakllantiruvchi hujayralar.

## ADABIYOTLAR

1. Valixonov M.N. Biokimyo. Toshkent. "Universitet" 2011 y.
2. Valixanov M.N., Dolimova S.N., Umarova G.B., Mirxamidova P. Biologik kimyo va molekulyar biologiya (2 tom). T., Navro'z. 2015
3. Zikiryayev A., Mirxamidova P. Biologik kimyo.-T.: «Tafakkur bo'stoni». 2013.
4. To'raqulov Yo.X. Bioximiya. Toshkent "O'zbekiston", 1998 y.
5. Zikiryayev A., P. Mirhamidova "Biokimyo". T.: Fan va texnologiyalar nashriyoti 2009-yil.
6. Березов Т.Т., Коровкин Б.Ф. Биологическая химия. Издание третье. М. «Медицина». 2004.
7. Кнорре Д.Г., Мызина С.Д. Биологическая химия. М. «Высшая школа». 2000.
8. Комов В.П., Шведова Г.А. Биохимия. Москва. «Дрофа» 2008.
9. Коничев А.С. Севастьянова. Молекулярная биохимия. – 2-е изд., испр. – Москва. «ACADEMA» 2005. -400с.
10. Ленинджер А. Основы биохимии. – в 3-х томах. М.: «Мир». 1995.
11. Марри Р., Греннер Д., Мейес П., Родуэлл В. Биохимия человека: В 2-х томах. Пер. с англ. Москва. «Мир», 1993.
12. Мушкхамбаров Н.Н., Кузнецов С.А. Молекулярная биология. Москва. «ГЕОТАР МЕД». 2007.
13. Проскурина Ю.К. Биохимия. Москва. «Владов Пресс» 2001.
14. Попов. Биохимия. Москва. 2004 г.
15. Рогожин В.В. Практикум по биологической химии. Санкт-Петербург-Москва-Краснодар. «Лань», 2006
16. Северин Е.С., Алейникова Т.А., Осипов Е.В., Силаева С.А. Биологическая химия. Москва. «Медицинское информационное агентство» 2008.-361с.
17. Филиппович Ю.Б. Основы биохимии.– М.: «Аграр» 1999.
18. Черемисинов В.Н. Биохимия. Москва. «Физическая культура». 2009. 351с.
19. Щербakov. В.Г. Биохимия. Москва. «СПБ». 2003.
20. Уайт А., Хендлер Ф., Смит Э., Хилл Р., Леман И. Основы Биохимии. Москва, "Мир", 1982 г.
21. Hans Kleinig, Uwe Maier. Zellbiologie. Fischer 2004 y.
22. Lehninger. Principles of biochemistry.- New York. 2008
23. J.Koolman., K.H.Roehm. Color Atlas of Biochemistry. Thieme Stuttgart · New York. 2007.
24. Richard A Harvey., Denise R Ferrier . Biochemistry. Lippincott Wiliams and Wilkins. China. 2011.
25. John M Walker, Ralph Raply. Molekulyar biology and biotexnology. Royul Society of Chemistry. New York. 2009.

|                                                                                  |            |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Kirish.....</b>                                                               | <b>4</b>   |
| <b>I bob. Oqsillar.....</b>                                                      | <b>12</b>  |
| 1.1. Oqsillar klassifikatsiyasi .....                                            | 15         |
| 1.2. Aminokislotalar.....                                                        | 17         |
| 1.3. Aminokislotalarning umumiy xossalari.....                                   | 22         |
| 1.4. Oqsillarning fizik-kimyoviy xossalari.....                                  | 25         |
| 1.5. Oqsil molekulasidagi kimyoviy bog'lar va oqsillarning<br>strukturalari..... | 28         |
| 1.6. Tabiiy peptidlar.....                                                       | 36         |
| <b>II bob. Nuklein kislotalar.....</b>                                           | <b>39</b>  |
| 2.1. Nukleotidlar va nukleozidlar.....                                           | 40         |
| 2.2. Nuklein kislotalarning tuzilishi.....                                       | 43         |
| <b>III bob. Uglevodlar.....</b>                                                  | <b>55</b>  |
| 3.1. Uglevodlarning klassifikatsiyasi.....                                       | 55         |
| 3.2. Monosaxaridlar.....                                                         | 56         |
| 3.3. Oligosaxaridlar.....                                                        | 62         |
| 3.4. Polisaxaridlar.....                                                         | 64         |
| <b>IV bob. Lipidlar.....</b>                                                     | <b>72</b>  |
| 4.1. Oddiy lipidlar.....                                                         | 73         |
| 4.2. Murakkab lipidlar.....                                                      | 76         |
| <b>V bob. Vitaminlar.....</b>                                                    | <b>86</b>  |
| 5.1. Suvda eriydigan vitaminlar .....                                            | 87         |
| 5.2. Yog'da eriydigan vitaminlar.....                                            | 93         |
| <b>VI bob. Fermentlar.....</b>                                                   | <b>98</b>  |
| 6.1. Fermentlarning tuzilishi.....                                               | 99         |
| 6.2. Fermentlarning asosiy xossalari.....                                        | 103        |
| 6.3. Fermentlar klassifikatsiyasi.....                                           | 109        |
| 6.4. Kofermentlarning tuzilishi va klassifikatsiyasi.....                        | 114        |
| <b>VII bob. Gormonlar.....</b>                                                   | <b>120</b> |
| 7.1. Gormonlar klassifikatsiyasi.....                                            | 121        |
| 7.2. Peptid tabiatli gormonlar.....                                              | 122        |
| 7.3. Aminokislota hosilasi gormonlari.....                                       | 125        |
| 7.4. Steroid gormonlar.....                                                      | 129        |
| 7.5. Prostoglandinlar .....                                                      | 132        |

|                                                                                         |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 7.6. O'simlik gormonlari.....                                                           | 133        |
| <b>VIII bob. Moddalar almashinuvi.....</b>                                              | <b>141</b> |
| 8.1. Moddalar almashinuvi haqida umumiy tushuncha.....                                  | 141        |
| <b>IX bob Uglevodlar almashinuvi.....</b>                                               | <b>144</b> |
| 9.1. Fotosintez.....                                                                    | 144        |
| 9.2. Uglevodlar metabolizmi.....                                                        | 149        |
| 9.3. Uglevodlarning parchalanishi.....                                                  | 150        |
| 9.4. Uglevodlarning hazm bo'lishi va so'rilishi.....                                    | 152        |
| 9.5. Uglevodlarning anaerob parchalanishi. Anaerobli glikoliz.....                      | 157        |
| 9.6. Glyukoneogenez.....                                                                | 163        |
| 9.7. Glikogen almashinuvinin reaksionalari.....                                         | 165        |
| 9.8. Sitrat kislotasi sikli. Krebs sikli.....                                           | 166        |
| 9.9. Uglevodlarni pentoza fosfat yo'li bilan oksidlanishi.....                          | 172        |
| <b>X bob Lipidlar almashinuvi.....</b>                                                  | <b>181</b> |
| 10.1. Lipidlarning hazm bo'lishi.....                                                   | 181        |
| 10.2. Yog' kislotalarining parchalanishi.....                                           | 183        |
| 10.3. Neytral yog'lar (trigliseridlar) biosintezi.....                                  | 187        |
| 10.4. Murakkab lipidlarning almashinuvi.....                                            | 189        |
| <b>XI bob Oqsillar almashinuvi.....</b>                                                 | <b>195</b> |
| 11.1. Oqsillarning oshqozon-ichakda hazm bo'lishi.....                                  | 195        |
| 11.2. Aminokislotalarning dezaminlanishi.....                                           | 197        |
| 11.3. Aminokislotalarning dekarboksillanishi.....                                       | 199        |
| 11.4. Transaminlanish (qayta aminlanish) reaksiyasi.....                                | 199        |
| 11.5. Ammiakni zararsizlantirish yo'llari va mochevina sintezi.....                     | 200        |
| 11.6. Oqsillar biosintezi.....                                                          | 203        |
| 11.7. Genetik kod.....                                                                  | 211        |
| <b>XII bob Nuklein kislotalar almashinuvi.....</b>                                      | <b>215</b> |
| 12.1. Nuklein kislotalarning parchalanishi.....                                         | 215        |
| 12.2. Nuklein kislotalar biosintezi.....                                                | 218        |
| 12.3. DNK biosintezi.....                                                               | 224        |
| 12.4. RNK biosintezi.....                                                               | 226        |
| <b>XIII bob. Oqsillar, yog'lar va uglevodlar almashinuvinin o'zaro bog'liqligi.....</b> | <b>234</b> |
| <b>XIV bob. Biologik oksidlanish.....</b>                                               | <b>228</b> |
| 14.1. Biologik oksidlanish to'g'risidagi tushunchalar.....                              | 239        |

|                                                                      |            |
|----------------------------------------------------------------------|------------|
| 14.2. Palladinning nafas olish nazariyasi.....                       | 239        |
| 14.3. Oksidlanishning mohiyati .....                                 | 240        |
| 14.4. Oksidlanish va fosforlanish.....                               | 242        |
| 14.5. Nafas olish zanjiri.....                                       | 244        |
| 14.6. Nafas olish komponentlarining qaytarilish darajasi.....        | 247        |
| 14.7. Oksidlanish bilan bog'liq bo'lgan fosforlanishni ajratish..... | 251        |
| <b>XV bob. Mineral moddalar almashinuvi.....</b>                     | <b>255</b> |
| 15.1. Suv almashinuvi.....                                           | 255        |
| 15.2. Mineral moddalarning almashinuvi.....                          | 258        |
| <b>Tavsiya etilgan testlarning javoblari.....</b>                    | <b>262</b> |
| <b>GLOSSARIY.....</b>                                                | <b>265</b> |
| <b>ADABIYOTLAR.....</b>                                              | <b>308</b> |

**KBK 72.07 (Uzb)**

**M 72**

**UO‘K: 100.24.12 (30)**

**ISBN 978-9943-381-9-88**

**Mirxamidova P., Babaxonova D., Zikiryayev A. BIOLOGIK  
KIMYO VA MOLEKULAR BIOLOGIYA (1-qism) / darslik / T.:  
“NAVRO‘Z”, 2018. – 312 b.**

**“NAVRO‘Z” nashriyoti  
Nashriyot litsenziyasi № AI 170. 23.12.2009 y.  
100000, Toshkent sh. A.Temur 19.**

Adadi 100 nusxa. Hajmi 19,5 b/t. Bichimi 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>  
«Times New Roman» garniturası. Ofset usulida bosildi.  
Nizomiy nomidagi TDPU bosmaxonasida nashr qilindi.  
Toshkent, Yusuf Xos Hojib 103.

