

**BIOLOGIK KIMYO
VA MOLEKULAR
BIOLOGUYA**
1-QISM

Toshkent – 2013

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

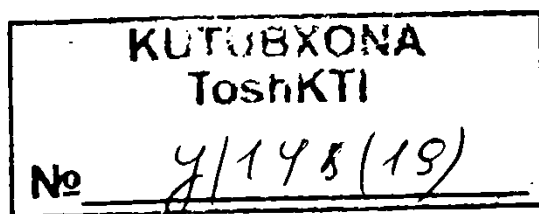
Abdukarim Zikiryayev

Parida Mirxamidova

BIOLOGIK KIMYO VA MOLEKULAR BIOLOGIYA

(I qism)

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim
vazirligi tomonidan oliy o'quv yurti talabalari
uchun darslik sifatida tavsiya etilgan*



Toshkent
«TAFAKKUR BO'STONI»
2013

UO'K: 577.1 (075)

KBK 28.072 ya 73

M-74

Mirxamidova P.

Biologik kimyo va molekular biologiya (I qism):

darslik/ P. Mirxamidova: O'zbekiston Respublikasi Oliy va O'rta maxsus ta'lim vazirligi. — Toshkent. — Tafakkur bo'stoni. 2013. — 224 b.

KBK 28.072ya73

Taqrizchilar

M.N. Valixonov — O'zMU Biologiya fakulteti “Biokimyo” kafedrası professori, biologiya fanlari doktori.

D.Mamatqulov — Toshkent Davlat pedagogika universiteti dotsenti, biologiya fanlari nomzodi.

Mazkur 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'ljallangan.

ISBN 978-9943-42-37-4-9

© «TAFAKKUR BO'STONI»
nashriyoti, 2013-y.

KIRISH

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

Biokimyo, moddalar almashinuvi jarayoni qonuniyatlarini o'rganish, tirik organizmlar hayot faoliyatining mohiyatini tushuntirish uchun bir qator fanlar, ya'ni organik, fizik va kolloid kimyo, fiziologiya, biofizika, radiobiologiya, molekular 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 biologiyaning ko'pgina tarmoqlari rivojlanishiga ham katta ta'sir ko'rsatadi.

Hozirgi vaqtda biologiyaning turli sohaları orasida biokimyo alohida o'rin tutadi. Chunki biologiyaning har bir sohasida biokimyoviy usullardan, 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 va 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 birikmalar, ayniqsa, oqsillarning kimyoviy tuzilishini aniqlashda nemis olimi E. Fisherning (1852—1919) ishlari alohida ahamiyatga ega. U uglevodlar, yog'lar, oqsillarning struktura tuzilishini aniqlash ustida ko'pgina ishlar qildi. Aminokislotalar bir-biri bilan peptid bog'lar orqali birikishini juda ko'p tajribalarda aniqladi. Fisher sun'iy yo'l bilan bir qator polipeptidlarni sintezlab oldi.

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

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

Nafas olish va spirtli bijg'ish jarayonlari mexanizmini puxta o'rgangan olimlardan 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.

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 o'simliklar olamida DNK mavjudligini aniqladi va shu bilan barcha hayvonlar, o'simliklar, mikroorganizmlar yadrosining kimyoviy tuzilishi bir-birinikiga 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 kislota) barcha tirik organizmlarni energiya bilan ta'minlovchi universal birikma ekanligini isbotladi.

Respublikamizda biokimyo fani keng ko'lamda rivojlanib bormoqda. Yo.X.To'raqulov, T.S.Soatov, A.I.Imomaliyev, N.N.Nazirov, Yu.S.Nosirov, A. J.X.Xamidov, P.Ibrohimov va boshqa ko'pgina olimlar biokimyoni rivojlantirishga katta hissa qo'shdilar. **Yo.X.To'raqulovning** ilmiy ishlari gormonlar biokimyosiga bag'ishlangan. Uning tadqiqotlari "Zamonaviy biologiya, Tibbiyot, Biokimyo, Biofizika, Radiobiologiya va Endokrinologiya" fanlarining orginal yo'nalishlariga bag'ishlangan. Qalqonsimon bez kasalliklarida radioaktiv yod yordamida o'tkazilgan klinik-biokimyoviy ishlari uchun nufuzli davlat mukofotiga sazovor bo'lgan. **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.Xamidov** 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 gipotezani 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 molekular — genetik xususiyatlari, g'o'za vertitsilyoz viltga chidamliligini oshirishning nazariy masalalariga bag'ishlangan".

Biokimyoning turli sohalar bo'yicha Toshkentda va boshqa shaharlarda o'tkazilayotgan jahon, MDH mamlakatlari va regional ahamiyatga ega bo'lgan konferensiya, simpoziumlar bunga yaqqol dalil bo'ladi. O'zbekiston Fanlar akademiyasi qoshidagi bir qator ilmiy-tekshirish institutlarida biokimyo sohasida yirik tadqiqotlar amalga oshirilmoqda. Biokimyoga oid ilmiy yo'nalishlar asosan gormonlar biokimyosi va hujayra metabolizmini boshqarish mexanizmini aniqlash O'rta Osiyo ilonlarining zahari 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 mixondriyalar bilan munosabati jigar va yurakda lipidlar oqsil moddalar almashinuviga ta'siri turli to'qimalarning insulinga sezuvchanligidagi farqning molekular asoslari qalqonsimon bezda tireoglobulin sintezi uning oqsil komponentlari DNK si, genetik nuqsonlari mukammal tekshirildi va tekshirilmoqda. Biokimyo instituti hayvonlar biokimyosi bilan shug'ullanadigan yagona ilmiy markaz bo'lib, unda gormonlar biokimyosi, lipidlar biokimyosi va metabolizmning idora qilinishi, oqsillar biokimyosi, hujayra biologiyasi, molekular biologiya va genetika, biologik membranalar biokimyosi, radiatsion biokimyo, enzimologiya va boshqalar ustida tadqiqotlar olib borilmoqda. Respublikada tireoid gormonlar hujayralar darajalanishini uyg'un holda nazorat qilish, hayvonlar injeneriyasi hujayra faolligini

gormonal boshqarish organotrop liposomalar tadqiqotlariga oid maktablar shakllandi. Biokimyo sohasida qilingan yirik ilmiy ishlardan biri organotrop liposomalarni yaratish va ularni inson a'zolariga 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 — molekular 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 ishlari va 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, kimyoviy va fizik-kimyoviy), fiziologik (ayrim a'zo 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 yetib borgan endoplazmatik retikulum, xilma-xil funksiya bajaruvchi hujayra kiritmalari va organoidlar) va har bir hujayra organoidi maxsus biokimyoviy funksiya bajarishi aniqlangan.

Moddalarning analiz qilish texnikasini yanada takomillashtirish murakkab aralashmalarni bir-biridan ajratishga va ularning juda ham kam bo'lgan miqdorini ham aniqlashga imkon berdi. Bu esa xilma-xil makromolekulalarni tashkil qiladigan monomer birikmalarning kovalent strukturasi o'rganishga asos bo'ldi. Rentgenstruktura usullarining rivojlantirilishi tufayli molekular 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.

OQSILLAR

Oqsillar — yuqori molekular, 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 jarayonlarida boradigan barcha kimyoviy reaksiyalar faqat fermentlar ta'sirida katalizlanadi;

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

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

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

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

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

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

8. Regulyatorlik funksiyasi. Bu funksiyani bajarishda gormonlarning ahamiyati katta. Masalan, insulin, adrenalin va noradrenalin, tiroksin va boshqalar.

1.1. Oqsillar klassifikatsiyasi

Barcha tabiiy oqsillar ikkita katta sinfga bo'linadi:

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 molekular 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 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 boshqali o'simliklarda uchraydi. Bu oqsillar tarkibida prolin aminokislotasi ko'p (14% ga yaqin) bo'lganligi uchun prolaminlar deb ataladi. Bug'doy va suli donida gliadin, arpa donida gordein, makkajo'kori donida zein uchraydi.

Glutelinlar — kuchsiz ishqoriy eritmalarida uchraydi. Ular o'simlik oqsili hisoblanadi, donli o'simliklar tarkibida uchraydi.

Glutenin — bug'doy donida, orizenin sholi donida uchraydi.

Gistonlar — ishqoriy xarakterga ega bo'lgan oqsillar bo'lib, suvda eriydi. Tarkibida ko'proq (20-30%) diaminoaminokislotalar (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.

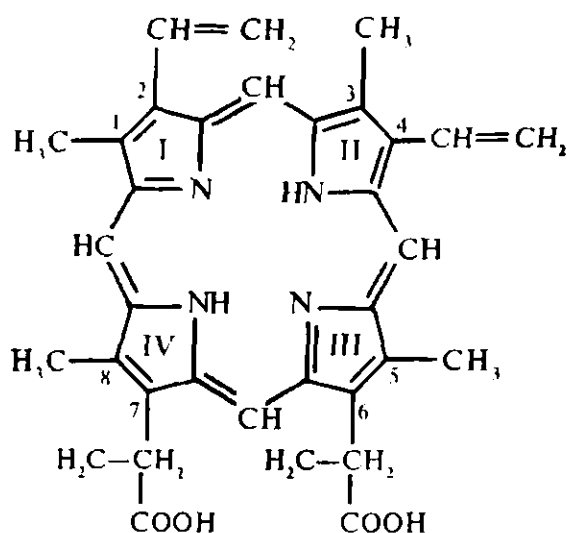
Nukleoproteinlar — oqsil va nuklein kislotalarining birikishidan hosil bo'ladi. Tarkibida nuklein kislotalar saqlashiga ko'ra ular ikkita guruhga bo'linadi: tarkibida DNK ni saqlagan murakkab oqsillar — dezoksiribonukleoprotein (DNP) deb atalib, hujayra yadrosida uchraydi. DNP irsiy belgilarni uzatishda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

Glikoproteinlar — keng tarqalgan murakkab oqsil bo'lib, tarkibida uglevod saqlaydi. Glikoproteinlar tarkibidagi uglevodlar yuqori molekulali birikma holida bo'ladi. Ular gidroliz qilinganda galaktoza, geksozaminlar, glukouronat kislota va boshqalarga parchalanadi. Glikoproteinlar, asosan, hayvonlar va o'simliklarda uchraydi. Keng tarqalgan vakillari: mutsin — so'lak glukoproteini; xondromukoid — bog'ay to'qimasi glukoproteini; osteomukoidlar — ilik to'qimasida uchraydi; interferonlar — ko'p turdagi viruslarning ko'payishining inhibitoridir. Ularning a, b, g turlari mavjuddir; immunoglobulinlar yoki antitela himoya funksiyasini bajaradi.

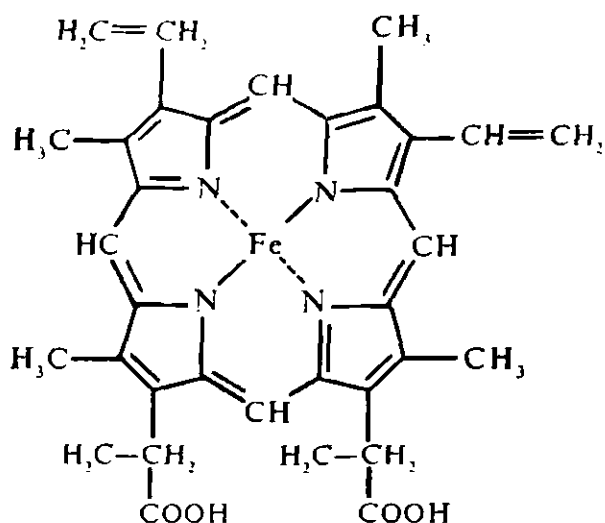
Fosfoproteinlar — fosfor bog'lariga boy bo'lgan murakkab oqsillardir, uning keng tarqalgan vakillari: kazeinogen — sutning asosiy oqsilidir; Ovovitellin — tuxum sarig'i oqsili; fosfoprotein — bosh miya to'qimasida ko'p uchraydi.

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

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



Protopofirin

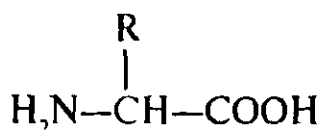


Gem

I. 2. Aminokislotalar

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

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



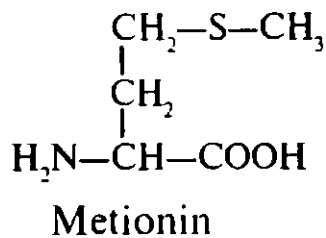
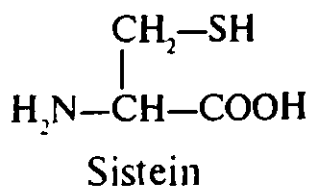
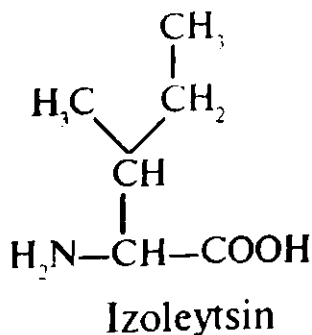
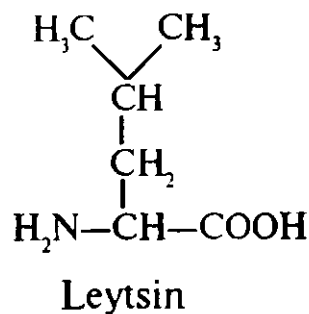
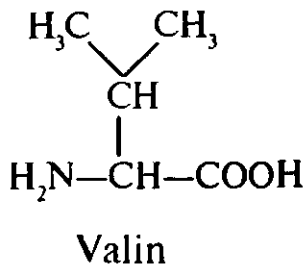
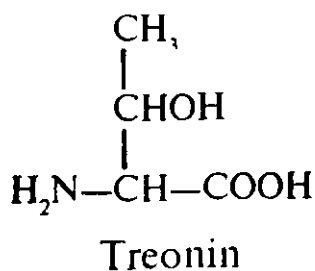
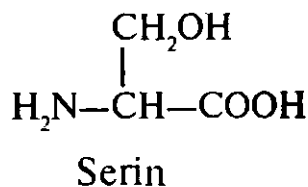
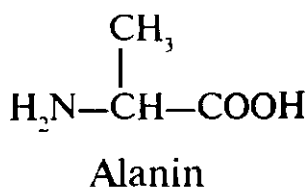
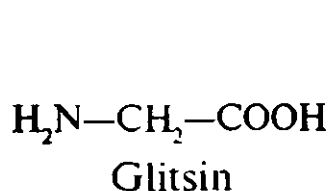
Aminokislotalar tarkibida har xil funksional guruhlar uchraydi. Aminokislotalar shu funksional guruhlariga qarab bir-biridan farq qiladi.

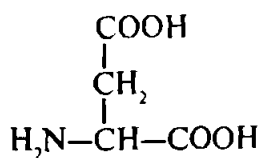
Aminokislotalar tuzilishiga ko'ra alifatik (ochiq zanjirli), aromatik (halqali) va geterosiklik aminokislotalarga bo'linadi. Ular fizik va kimyoviy xususiyatlariga ko'ra neytral, kislotali va ishqoriy guruhlarga bo'linadi. Aminokislotalar tarkibida qo'shimcha funksional guruhlarga qarab, dikarbon, diamin aminokislotalar, oksiaminokislotalar, oltingugurt tutuvchi aminokislotalar va boshqa guruhlarga bo'linadi.

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

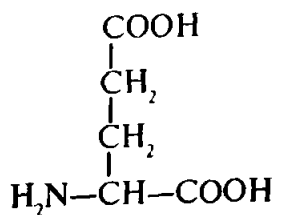
Oqsillar tarkibiga kiradigan aminokislotalar quyida keltirilgan.

Alifatik yoki halqasiz aminokislotalar

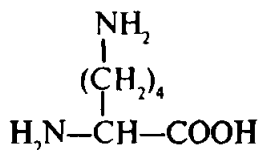




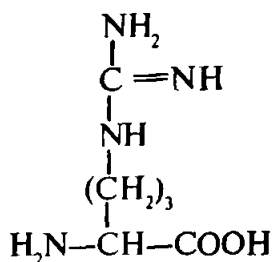
Aspartat kislota



Glutamat kislota

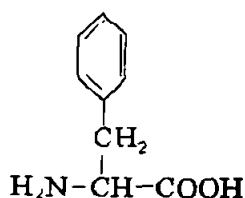


Lizin

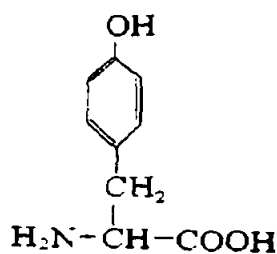


Arginin

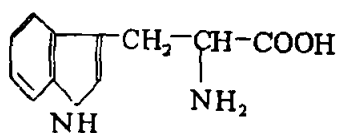
Siklik yoki halqali aminokislotalar



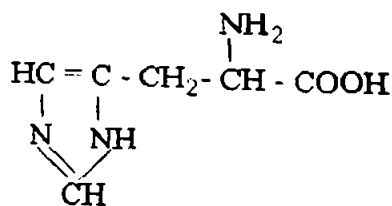
Fenilalanin



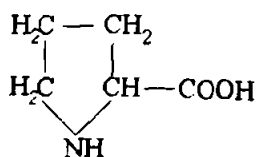
Tirozin



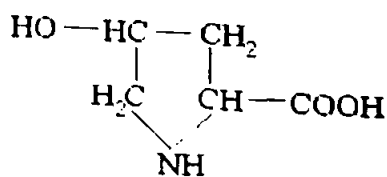
Triptofan



Gistidin



Prolin

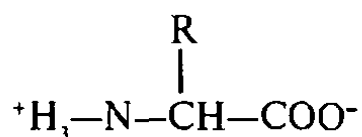


Oksiprolin

Bir qator oqsil tarkibiga kirmagan α -aminokislotalar moddalar almashinuvida muhim funksiyani bajaradi, jumladan sitrullin, gomoserin, gomosistein, sistein, dioksifenilalanin va boshqalar.

I.3. Aminokislotalarning umumiy xossalari

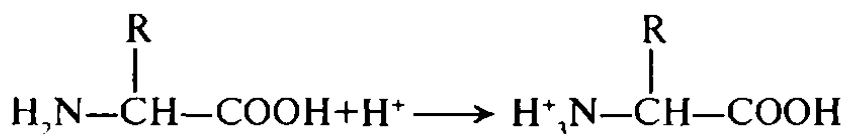
Aminokislotalarning amfoterlik xossalari. Aminokislotalar tarkibida kislota xususiyatiga ega bo'lgan karboksil guruh ($-\text{COOH}$) va ishqor xususiyatiga ega bo'lgan aminoguruh ($-\text{NH}_2$) bor. Suvli eritmalarda aminokislotalarning har ikkala funksional guruhi dissotsilanadi:



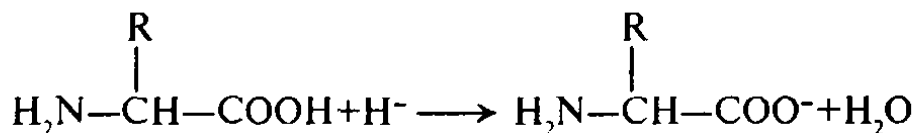
Bunday ko'rinishdagi aminokislotalar bipolar ionlar deb ataladi.

Kislotali yoki ishqoriy sharoitda aminokislotalar elektr maydonida quyidagicha harakat qiladi.

Kislotali sharoitda kation sifatida



Ishqoriy sharoitda anion



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

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

Masalan:

alanin IEN pH - 6;

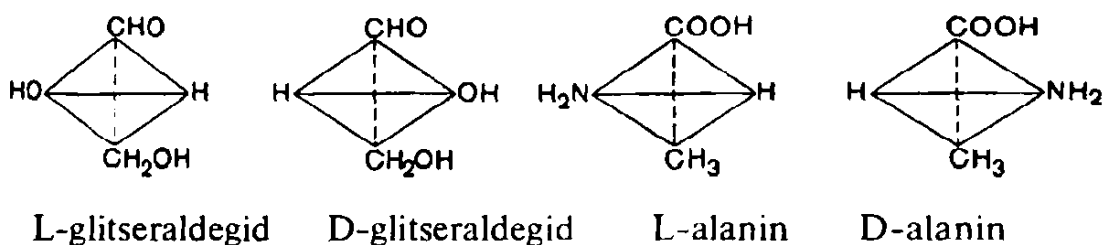
lizin IEN pH - 9,74;

sistein IEN pH - 5,07.

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

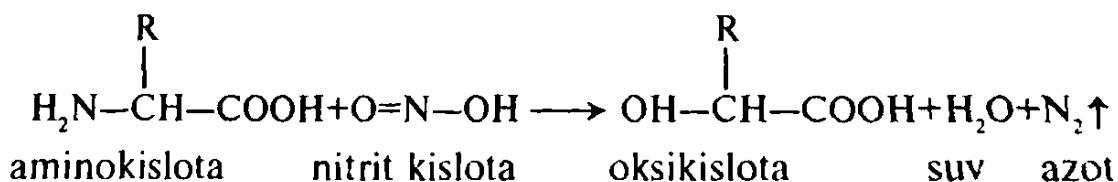
Oqsillar tarkibiga kiradigan barcha aminokislotalar L-qatorga mansub bo'lib, tabiiy aminokislotalar deb ataladi, L qutblangan nur sathini o'ngga va chapga burishi mumkin. L-qatordagi aminokislota molekulaning fazoviy joylashishini ham ko'rsatadi.

Aminokislotalarning optik izomerlarini aniqlashda L-serin molekulasi tuzilishidan foydalaniladi:

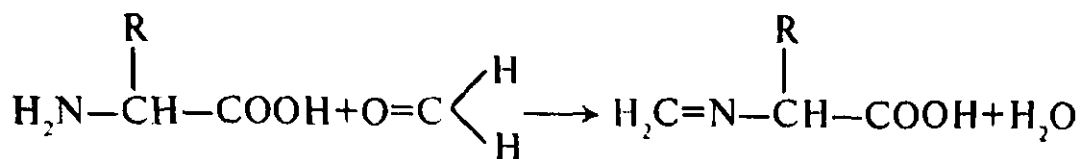
**Aminokislotalarning kimyoviy xossalari**

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 qiladi va erkin azot ajralib chiqadi:



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

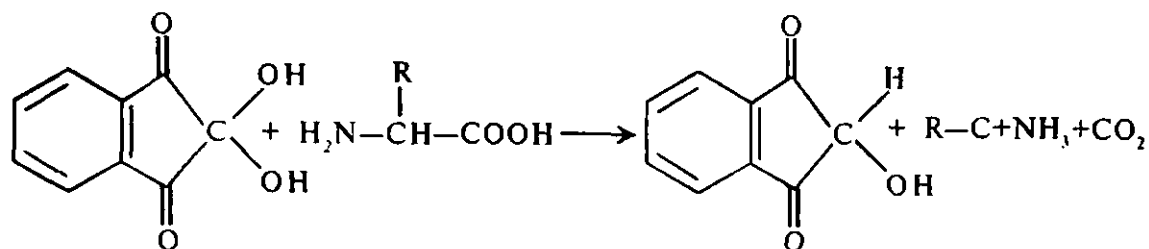


aminokislota

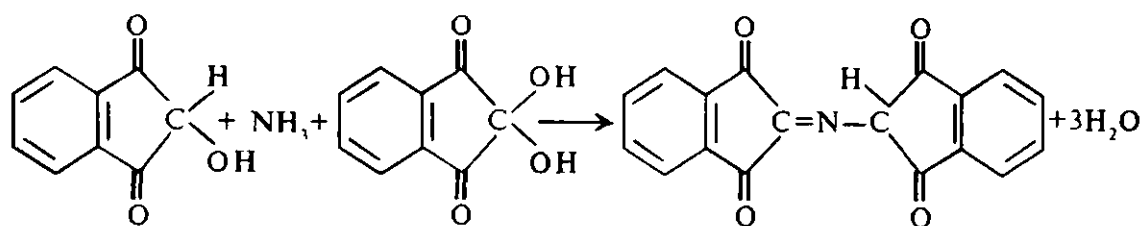
formaldegid

metillashgan birikma

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



qaytarilgan ningidrin



qaytarilgan
ningidrin

ningidrin

ko'k binafsha rangli birikma

I.4. Oqsillarning fizik-kimyoviy xossalari

Oqsillarning molekular massasi. Oqsillar yuqori molekularli organik birikmalar bo'lib, oqsillarning molekular massasi bir necha mingdan bir necha milliongacha yetadi. Ularning molekular massasi eng muhim belgilaridan biri hisoblanadi. Chunki har qanday oqsilning strukturasi va funksiyasining o'zaro bog'liqligini o'rganishda molekular massasini bilish kerak. Oqsillarning molekular massasini aniqlashda ultrasentrifugalash, diffuziya, rentgenostruktura analizi, oqsil eritmalarining osmotik bosimi va gelfiltratsiya, gelelektroforez usullaridan foydalaniladi.

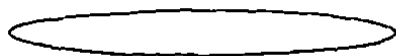
Ba'zi oqsillarning molekular massasi va izoelektrik nuqtasi

Oqsil	Molekular 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 γ -globulin	160000	5,6
Katalaza	250000	5,1
Ureza	480000	--

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, fibrillar oqsillar (fibrilla-tola) deyiladi, agar oqsil molekulalari yumaloq yoki ellips shaklda bo'lsa, globular oqsillar (globul-yumaloq) deyiladi.

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

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

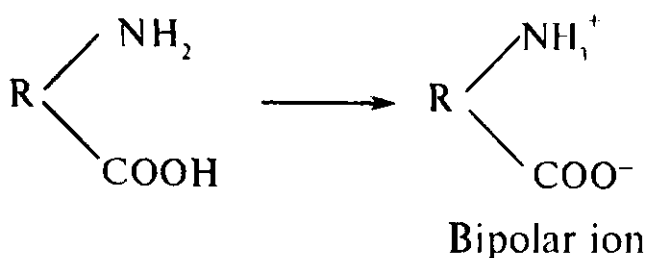


fibrinogen (400000)



b-lipoprotein (130000)

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 bipolar ionlar (amfionlar) shaklida bo'ladi.

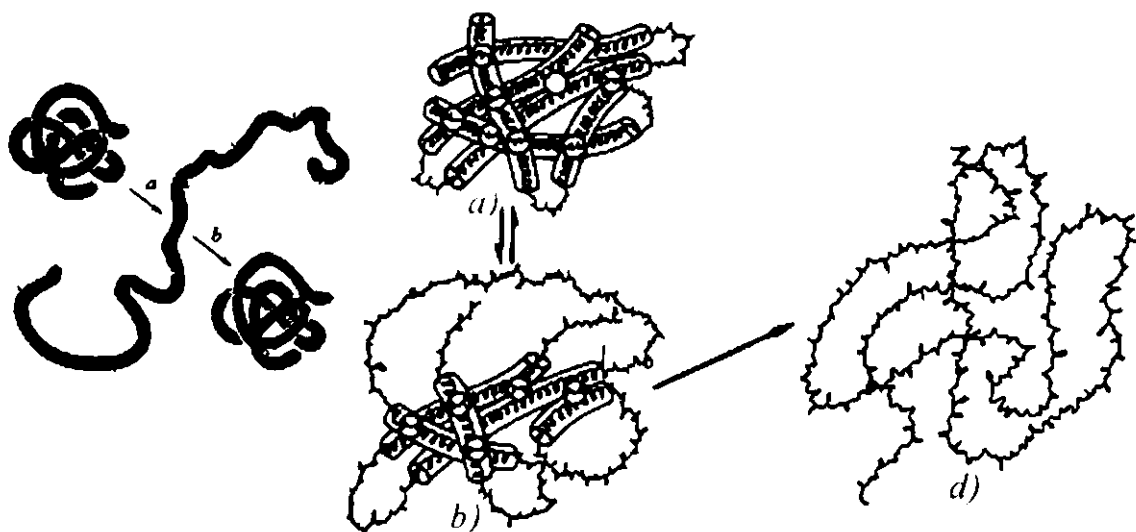


Muhit pHni o'zgarishi bilan oqsil molekulasining qutbi ham o'zgaradi. Ma'lum pHda oqsil molekulasi tarkibidagi musbat va manfiy zaryadlar soni bir-biriga teng bo'ladi. Mana shu muhit pHi oqsillarning izoelektrik nuqtasi deb ataladi. Natijada oqsil molekulasining umumiy zaryadi nolga teng bo'lib, uning 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.

Oqsillar denaturatsiyasida — oqsil molekulasi konformatsiya-sining o'zgarishi bilan uning shakli, eruvchanligi, solishtirma optik faolligi, elektroforetik harakatchanligi, boshqa fizik-kimyoviy va biologik xossalari ham o'zgaradi.



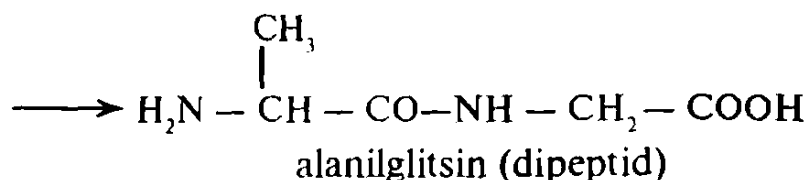
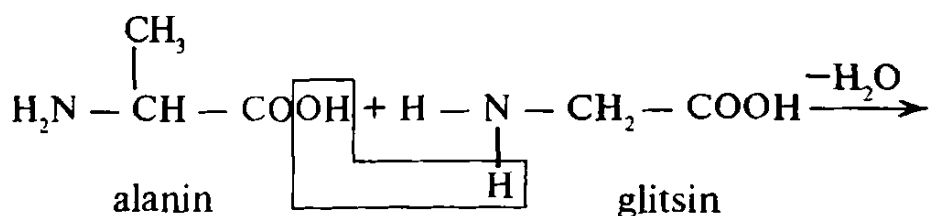
Denaturatsiya natijasida oqsil molekulasining fazoviy strukturasi belgilaydigan turli xil bog'lar, asosan, vodorod va disulfid bog'lar buziladi.

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 aminokislotaaning karboksil guruhi ikkinchi aminokislotaaning amino guruhi bilan o'zaro reaksiyaga kirishi natijasida hosil bo'ladi:



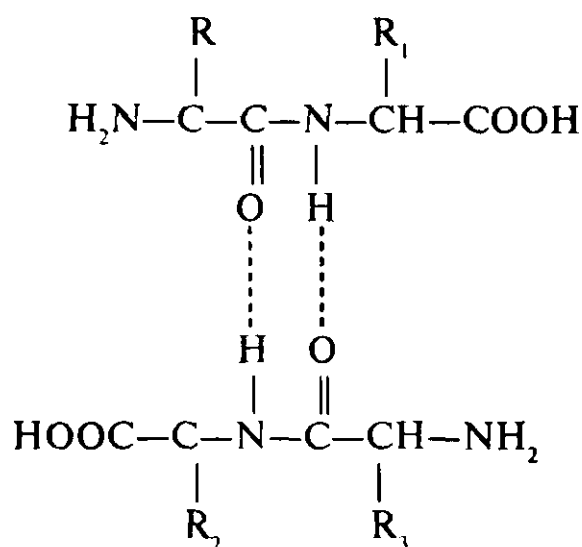
Peptidlar tarkibidagi aminokislota qoldig'ining soniga qarab, dipeptid, tripeptid, tetrapeptid, polipeptid va hokazo deb ataladi.

Shunday qilib, har qanday polipeptidning bir tomonida erkin -NH₂ guruh (N-uchli polipeptid) va ikkinchi tomonida erkin -

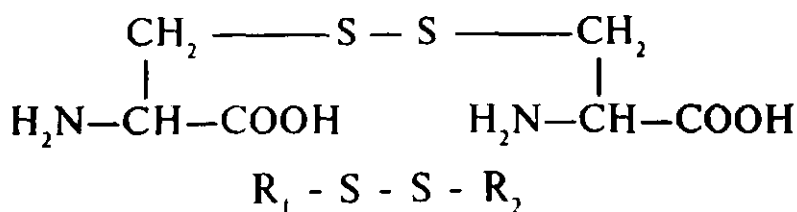
COOH guruh (C-uchli polipeptid) bo'ladi. Peptid bog'larini hosil qilishda karboksil guruhi yo'qotgan aminokislota *il* qo'shimchasini oladi, funksional guruhi o'zgarmagan aminokislota ning nomi o'z holicha qoladi. Masalan: alanilglitsin, alanilglitsilserin va hokazo.

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

Oqsillar molekulasidagi vodorod bog'lar bir polipeptid zanjir ichidagi yoki polipeptid zanjirlar orasidagi -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 aminokislota disulfid bog'lar tufayli polipeptid zanjirlarning ma'lum qismida yoki ular orasida disulfid ko'priklar hosil qilish xususiyatiga ega:



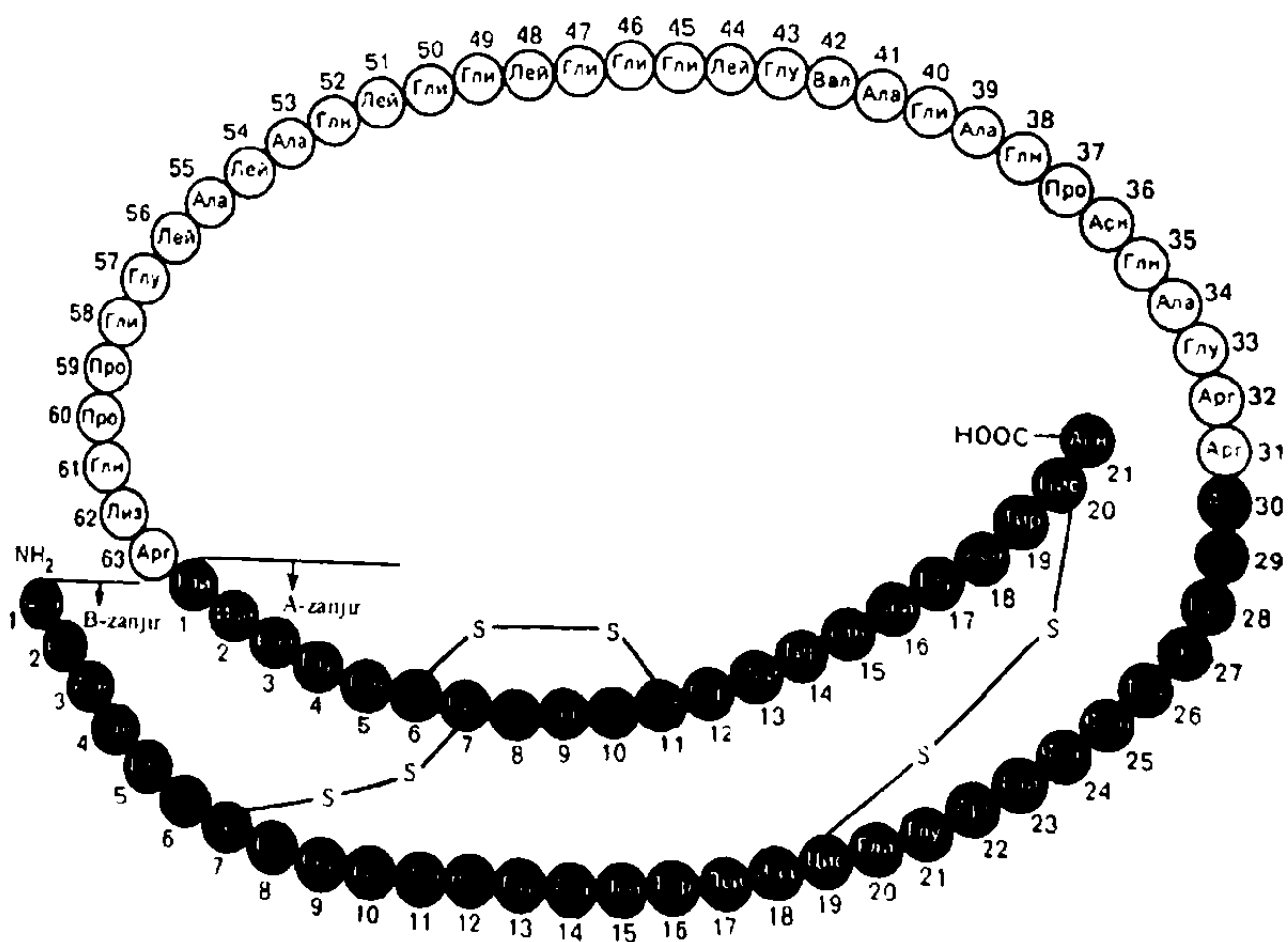
Disulfid bog' oqsillarning fazoviy konfiguratsiyasini hosil qilishda muhim rol o'ynaydi.

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

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

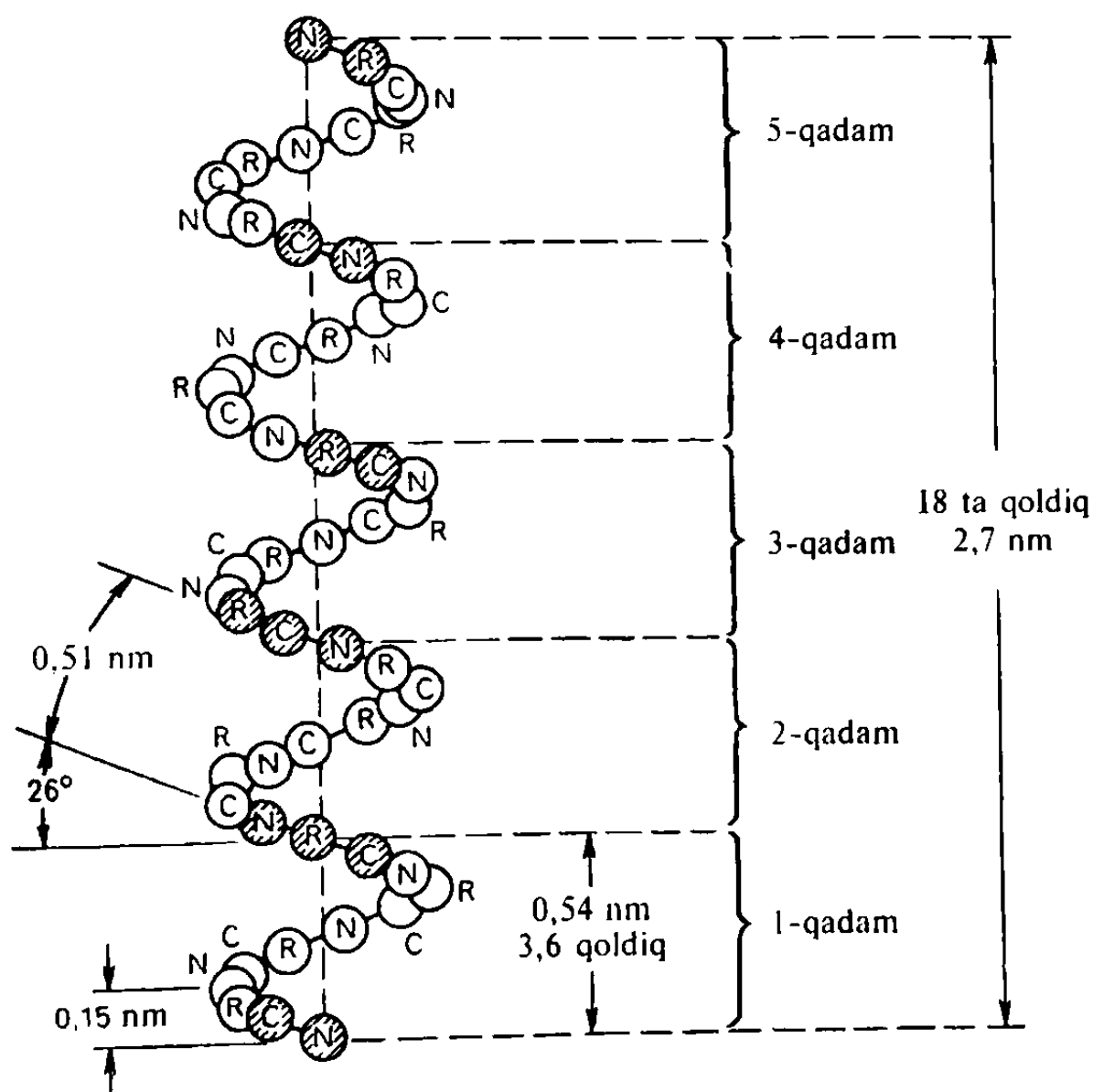
Oqsillarning birlamchi strukturalari

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



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 (boyroq) bo'lib, ikkitasi A va B zanjirlar orasida, bittasi A zanjirning ichida joylashgan.

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

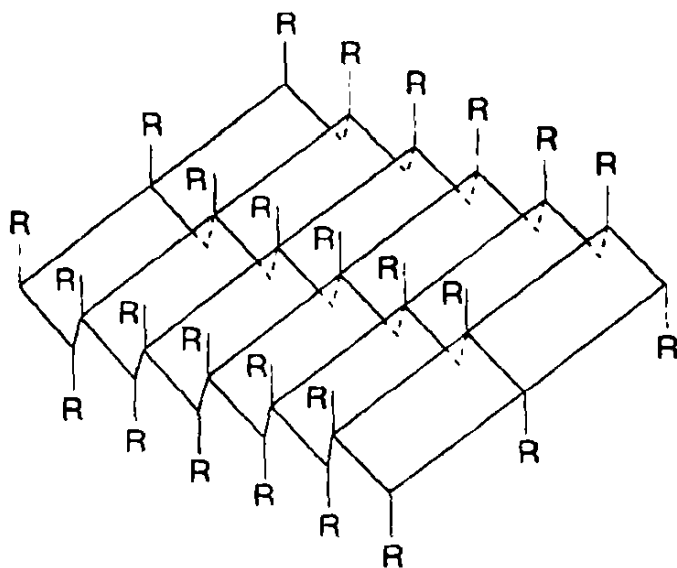


Oqsillarning ikkilamchi strukturasi. Vodorod bog‘lari tufayli hosil bo‘ladigan polipeptid zanjirning spiral konfiguratsiyasi oqsillarning ikkilamchi strukturasi deyiladi. Ikkilamchi strukturaning uchta xili mavjud: α -spiral, β -qavatli va kollagenli spiral.

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 α - spiraldir.

α -spiralni aylanma zina bilan taqqoslasa bo‘ladi. Bu holda aminokislota qoldiqlari pog‘onalar vazifasini bajaradi.

α -spiral juda ko‘p oqsillarda uchraydi. Masalan: α -keratin to‘liq α -spiral oqsildan iborat; mioglobin, gemoglobin 75%, zardob albumini 50%, ribonukleaza 17%. α -spiralni tashkil qiladi, ma‘lum omil ta‘sirida (ishqor, harorat) α -spiral cho‘zilib, zanjir ichidagi vodorod bog‘lar uzilib ketadi va β -strukturaga o‘tadi. Fibrillar (ipsimon) oqsillarning tabiiy shakli - β strukturadir. Vodorod

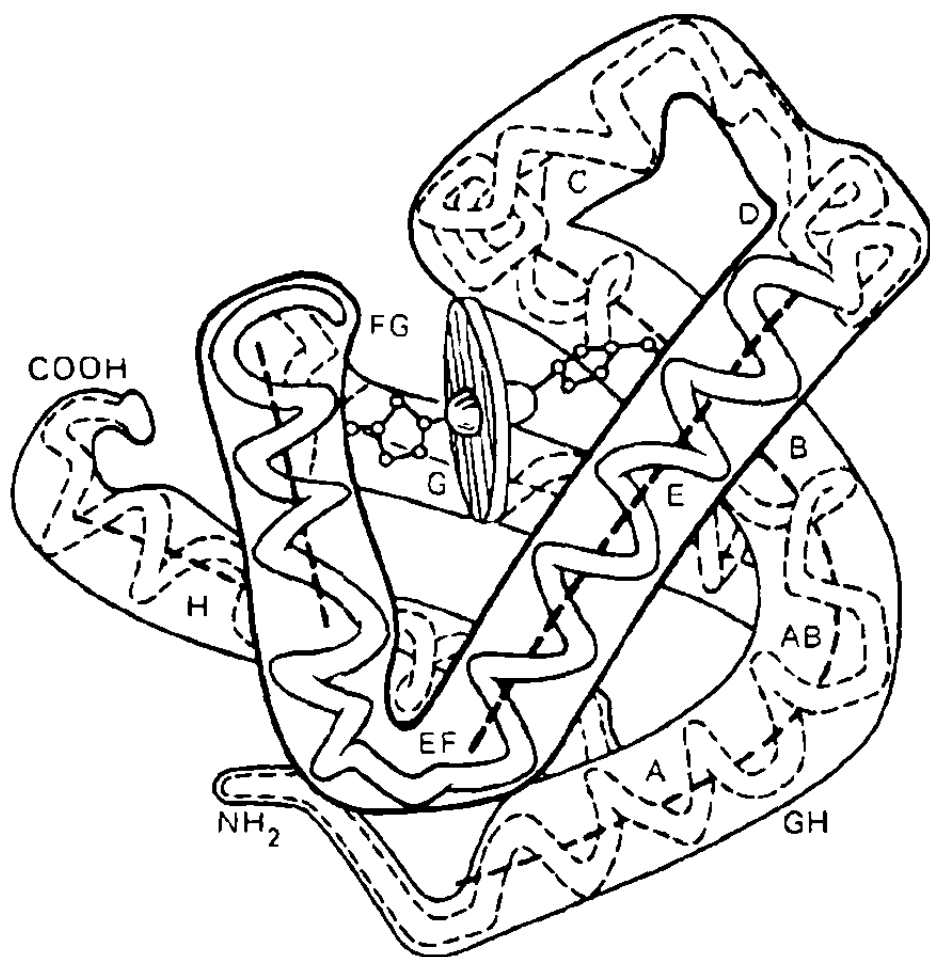


bog‘lar molekulalarning orasida, polipeptid zanjirining har xil uchastkalari orasida bo‘ladi.

Oqsillarning uchlamchi strukturasi. Spiral tuzilgan polipeptid zanjirlar har xil kuch ta‘sirida fazoda ma‘lum shaklni olishga harakat qiladi. Polipeptid spiralining fazodagi orientatsiyasi yoki

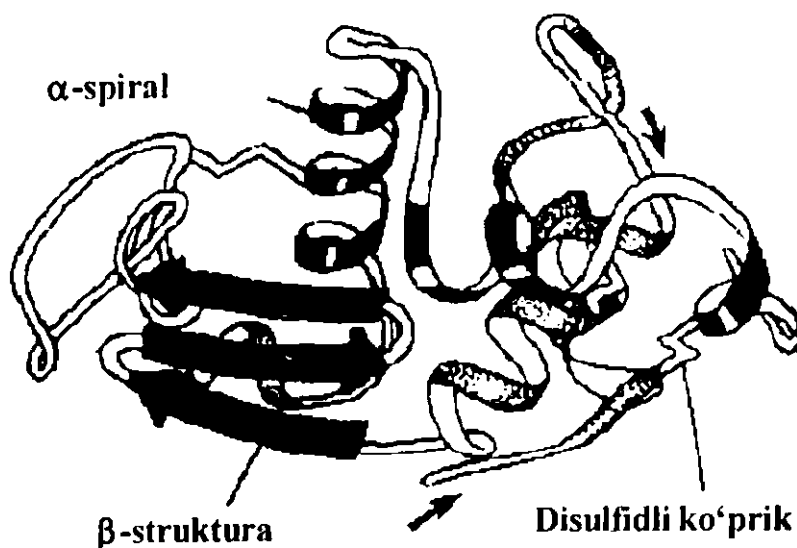
uning taxlanishi **uchlamchi struktura** deyiladi, ya'ni molekulaning shakli, hajmi haqida ma'lumot beradi.

Oqsillarning biologik faolligi, ularning uchlamchi strukturasiga bog'liq. Uchlamchi strukturani rentgenostruktura tahliliy usul yordamida o'rganiladi. Ribonukleaza, lizotsim, mioglobin,



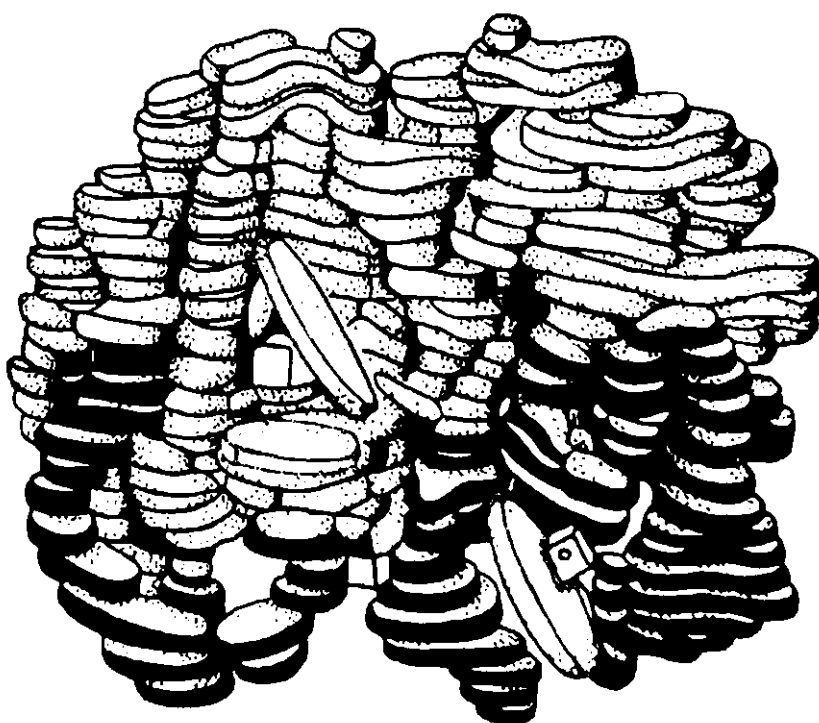
ximotripsin va boshqa ko'pgina oqsillarning uchlamchi strukturasini aniqlangan.

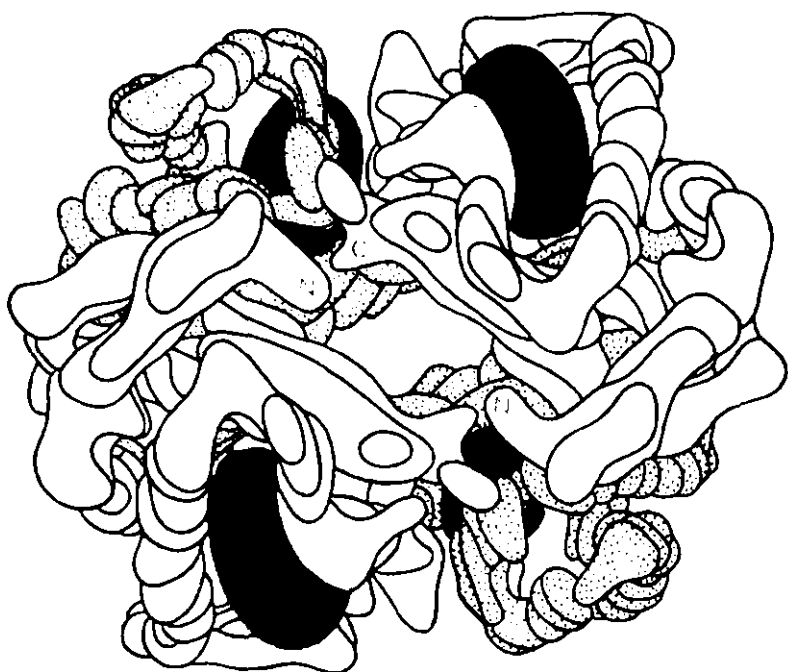
Oqsil molekulasini uchlamchi strukturasini hosil bo'lishida bir qancha kimyoviy bog'lar ishtirok etadi. Bulardan eng muhimi disulfid bog'dir. Ko'p oqsillar polipeptid zanjirining ma'lum qismlaridagi sistein qoldiqlari bir-biri bilan mustahkam bog' hosil qiladi.



Oqsillarning uchlamchi strukturasi hosil bo'lishda gidrofob va gidrofil guruhlarning o'zaro ta'siri ham ishtirok etadi. Oqsillarning uchlamchi strukturasi yuqori labillikka ega: pH, muhitning ionli tarkibiga, temperatura 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 molekulasi to'rtlamchi

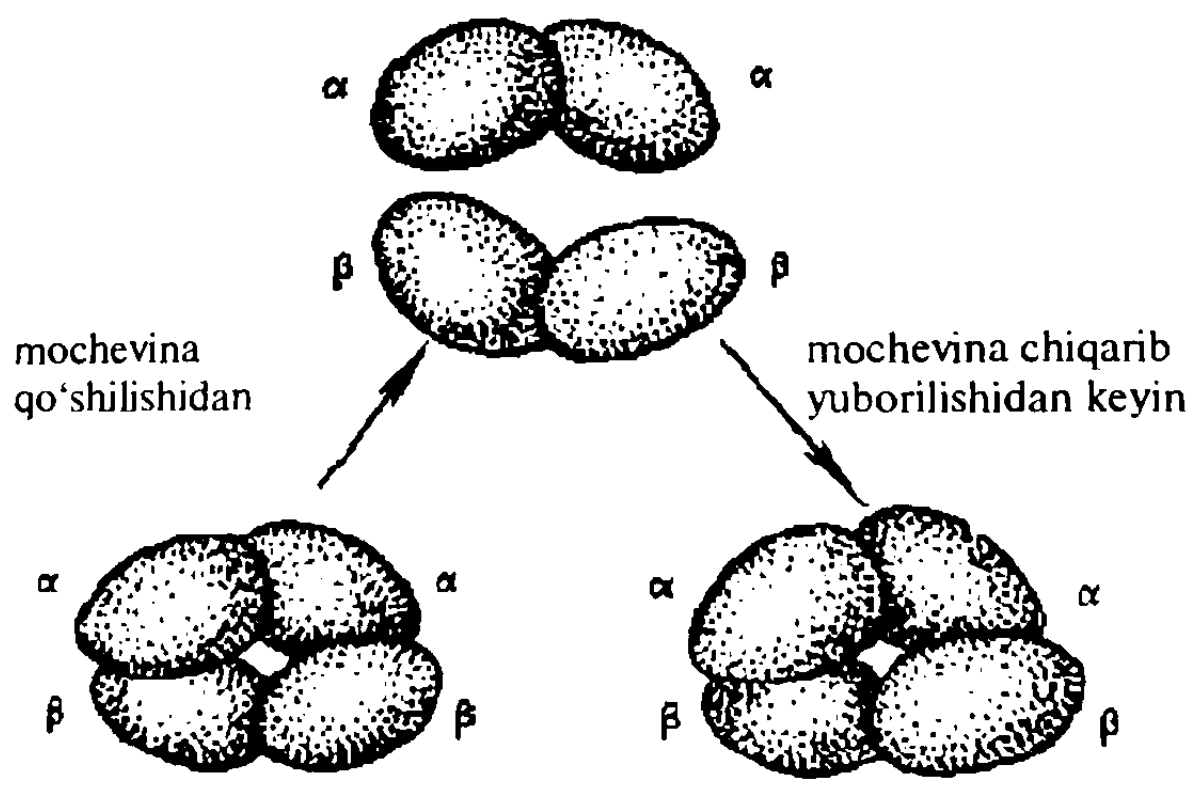
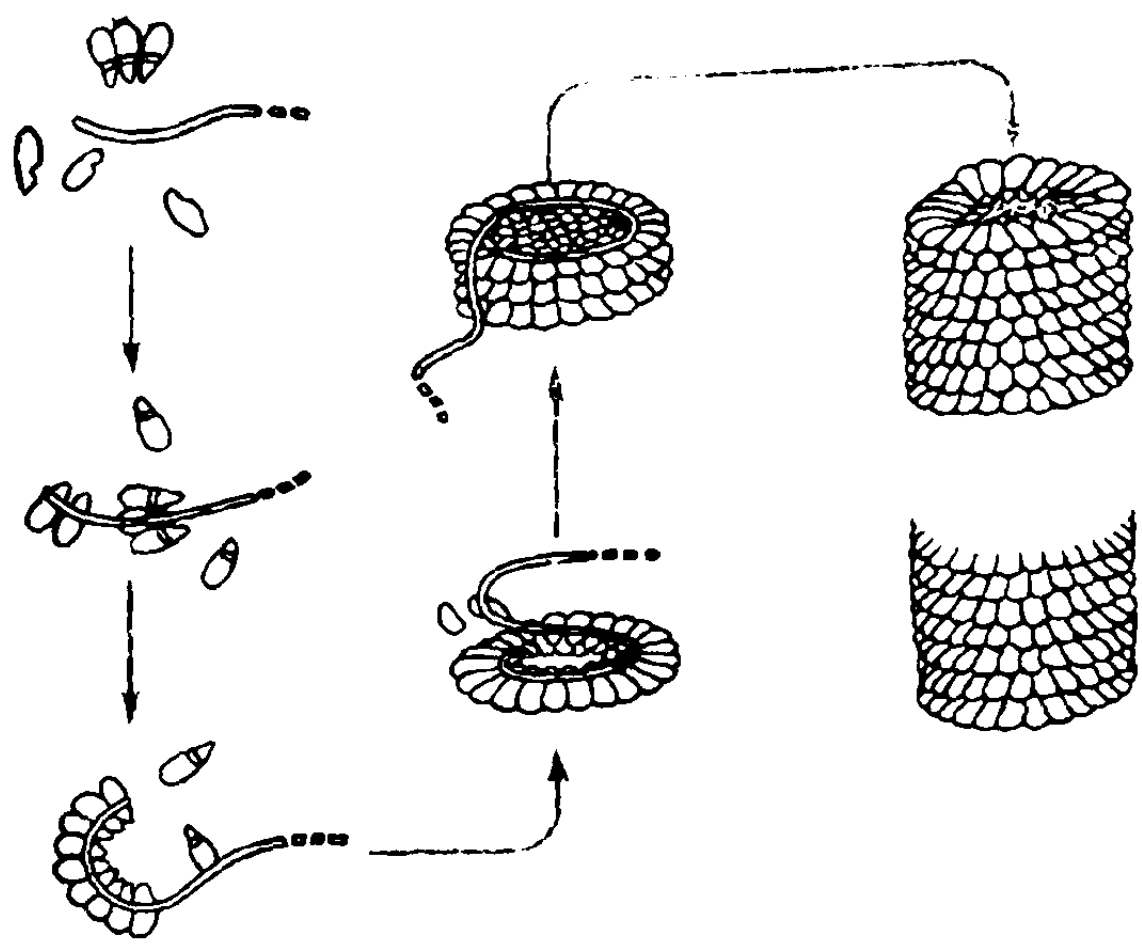




strukturaga ega. To'rtlamchi struktura hosil bo'lishida ishtirok etadigan polipeptid zanjirlarning har biri o'ziga xos birlamchi, ikkilamchi va uchlamchi strukturaga ega bo'lib, u kichik birlik deb ataladi. Ko'pgina oqsillarning molekulasi bir necha kichik birliklardan tashkil topgan. Masalan: gemoglobin oqsili to'rtta kichik birlikdan; 2 ta *a* va *b* polipeptid zanjiridan tashkil topgan. Tamaki mozaikasining virusini tashkil qiladigan murakkab oqsil 2200 ta kichik birlikdan tashkil topgan.

Gemoglobin modeli qizil rangdagi gem guruhi

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

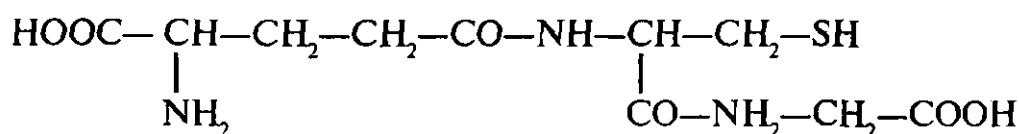


I.6. Tabiiy peptidlar

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

Tabiiy peptidlar biologik faolligi, ta'sir etish xususiyati va kelib chiqishiga ko'ra 4 ta guruhga bo'linadi: 1) gormonal faolligini 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-glutamil-sistein-glitsin):



Qaytarilgan glutation

Glutationni biologik faolligi 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 vazifalarini ayting.
2. Biokimyo fanining tibbiyot, qishloq xo'jaligi va sanoatda qanday ahamiyatga ega?
3. O'zbekiston Respublikasida biokimyo fanining rivojlanishiga hissa qo'shgan olimlarning nomini ayting.
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'ining hosil bo'lishini yozing.

10. Oqsil molekulasidagi kimyoviy bog'larni yozing.

11. Oqsillar strukturalarini tushuntiring.

12. Oqsillar denaturatsiyasi va ularning biologik ahamiyati qanday?

13. Oqsillarning fizik-kimyoviy xossalarini ayting.

14. Oqsillar qanday sinflarga bo'linadi?

15. Oddiy oqsillarni ayting.

16. Murakkab oqsillarni ayting.

Oqsillar mavzusiga oid test savollar

1. Oqsillar qanday monomerlardan tashkil topgan?

A) Aminlar;

B) Karbon;

D) α -aminokislotalar;

E) β -aminokislotalar.

2. Oqsil molekulasida aminokislotalar qanday bog' hosil qilib birikadi?

A) Glikozid bog'lar;

B) Peptid bog'lari;

D) Disulfid bog'lar;

E) Murakkab efir bog'lari.

3. Oqsil molekulasining bipolar ion shakli qanday pH muhitda hosil bo'ladi?

A) Kuchli kislotali muhit;

B) Kuchli ishqorli muhit;

D) Neytral muhit;

E) Kuchli ishqoriy muhit.

4. Oqsillar denaturatsiyasi natijasida qanday o'zgarishlar ro'y beradi?

- A) Oqsillarning strukturasi o'zgarimaydi;
- B) Oqsillar rangi o'zgaradi;
- D) Oqsillarning biologik vazifasi o'zgarmaydi;
- E) Oqsillar o'zgarmaydi.

5. Oqsillarni sinflarga bo'linishi nimaga asoslanadi?

- A) Oqsil molekulasining shakliga;
- B) Ulardagi prostetik guruhlariga;
- D) Oqsillarning molekular massasiga;
- E) Oqsillarning funksiyalariga ko'ra.

6. Oddiy oqsillar tarkibi nimalardan iborat?

- A) Aminokislotalardan;
- B) Aminokislota va boshqa moddalardan;
- D) Aminokislota va uglevodlardan;
- E) Aminokislota va lipidlardan.

7. Murakkab oqsillar tarkibi nimalardan tashkil topgan?

- A) Faqat aminokislotalardan;
- B) Faqat boshqa moddalardan;
- D) Aminokislota va prostetik guruhlarni birikishdan;
- E) Oqsillarning tarkibidagi faqat har xil material ionlardan.

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

- | | |
|----------------------|---------------------|
| A) Glikozid bog'lar; | B) Peptid bog'lar; |
| D) Disulfid bog'lar; | E) Vodorod bog'lar. |

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

- A) Ion;
- B) Vodorod;
- D) Murakkab efir;
- E) Disulfid.

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

- A) Poli peptid;
- B) Kichik molekula;
- D) Kichik subbirliklar;
- E) Makromolekula.

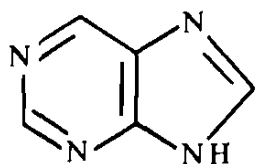
II BOB. NUKLEIN KISLOTALAR

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

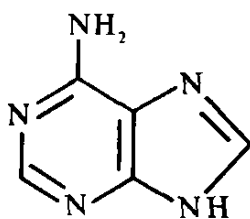
Nuklein kislotalarni birinchi marta hujayra yadrosidan ajratib olinganligi uchun nuklein (nukleus-yadro) deb atalib, shvetsariyalik olim F.Misher tomonidan 1869-yili aniqlangan.

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

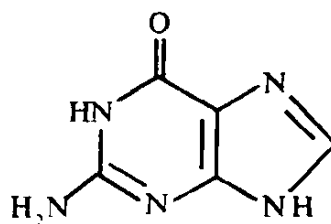
Purin asoslari. Nuklein kislotalar tarkibida purin asoslaridan adenin va guanin uchraydi.



Purin

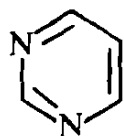


Adenin

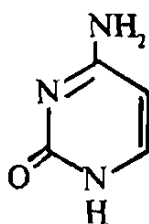


Guanin

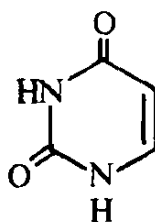
Pirimidin asoslari. Pirimidin asoslariga sitozin, uratsil, timin kiradi.



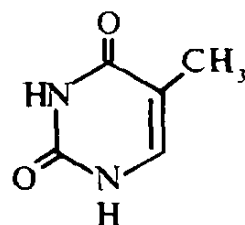
pirimidin



sitozin



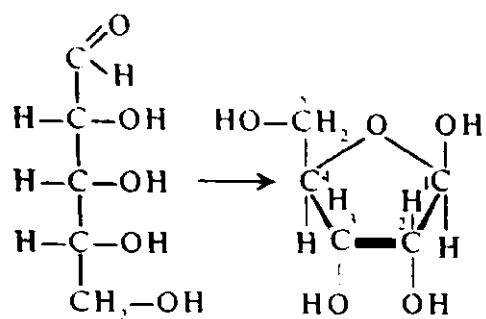
uratsin



timin

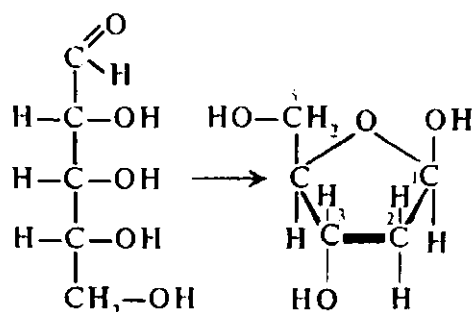
Bundan tashqari, nuklein kislotalar tarkibida minor (kamdan-kam uchraydigan) azot asoslari uchraydi: 5-metil va 5-oksimetilsitozin, digidrouratsil, psevdouratsil, 1-metiluratsil va boshqalar.

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



D-riboza

β -D-ribofuranaza



D-2-dezoksiriboza

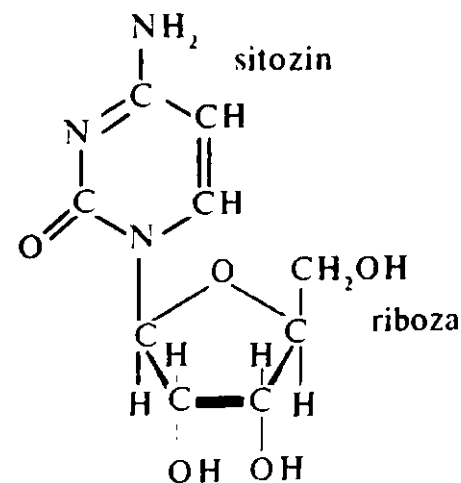
β -D-dezoksiribofuranoza

II.1. Nukleozidlar va nukleotidlar

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

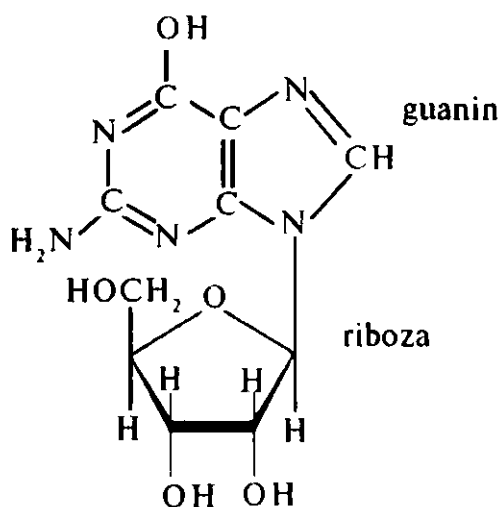
Purin asoslari hosil qilgan nukleozidlar «ozin», pirimidin asoslari esa, «idin» qo'shimchasini oladi: Masalan, adenozin, guanozin, uridin, timidin va hokazo.

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



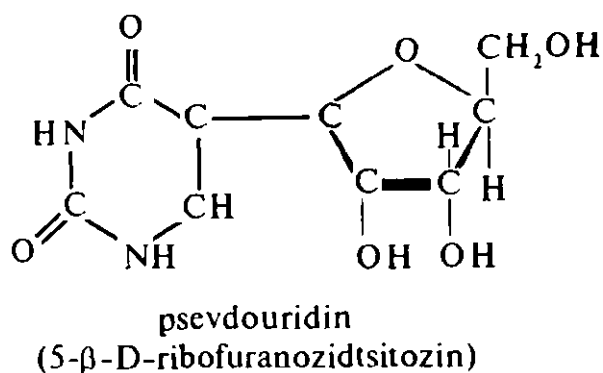
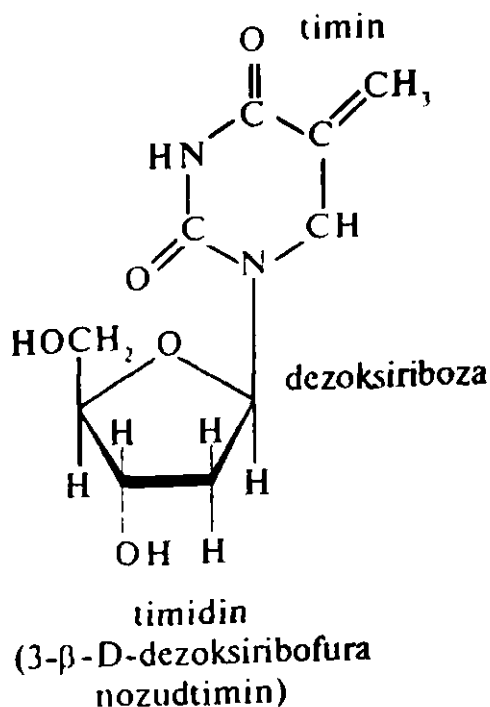
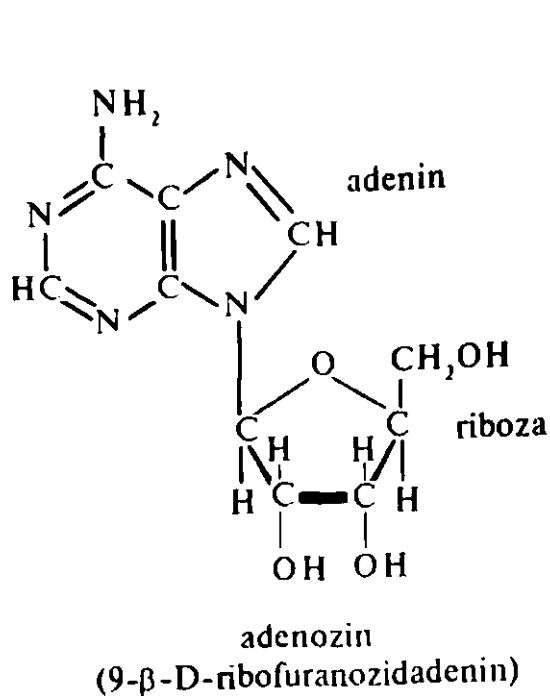
sitidin

(3- β -D-ribofuranozidsitozin)

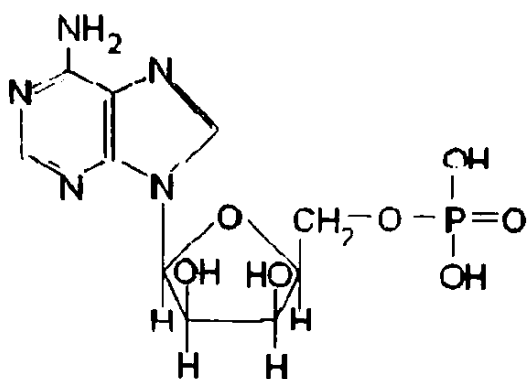


guanozin

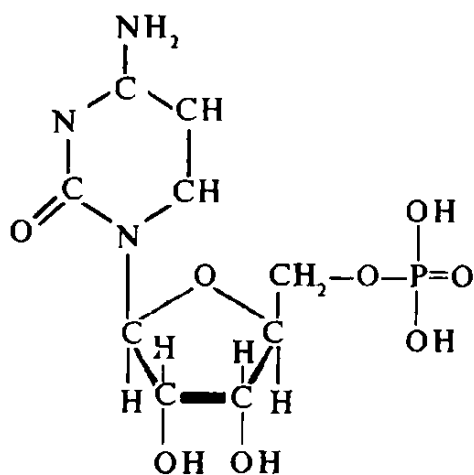
(3- β -D-ribofuranozidguanin)



Nukleozidlar fosfat kislota bilan birikib, qo'shilishidan - nukleotidlarni hosil qiladi. Nukleotidlarning nomi ular asosining nomiga kislota so'zini qo'shish bilan hosil bo'ladi. Masalan: adenilat kislota, guanilat kislota va hokazo. Nukleotidlar quyidagicha tuzilgan.



Adenilat kislota (AMF)



Sitidilat kislota (SMF)

Nukleotidlar bir yoki ikki molekula fosfat kislota biriktirib olishi natijasida *di* va *tri* fosfonukleotidlar hosil bo'ladi. Bular energiyaga boy birikmalar deb ataladi. Nukleotidlar quyidagi muhim biologik funksiyalarni bajaradi:

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

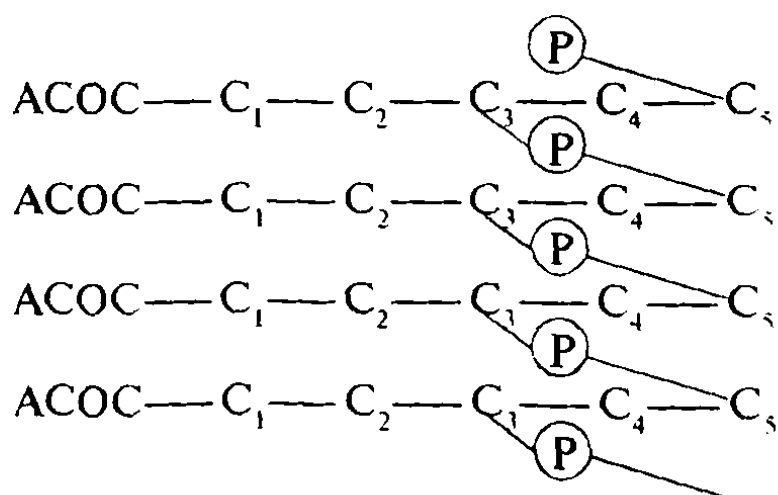
II.2. Nuklein kislotalarning tuzilishi

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

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

	DNK	RNK
Purin asoslari	Adenin Guanin	Adenin Guanin
Pirimidin asoslari	Sitozin Timin	Sitozin Uratsil
Uglevod komponentlari	Dezoksiriboza	Riboza
Anorganik moddalar	Fosfat kislota	Fosfat kislota
Hujayrada joylanishi	Yadroda	Sitoplazmada
Bajaradigan funksiyasi	Irsiy belgilarni saqlash va avloddan-avlodga o'tkazish	Oqsil biosintezida ishtirok etadi

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



Nuklein kislotalarning molekular massasiga qarab, tarkibidagi nukleotidlar soni har xil bo'лади.

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

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

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

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

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

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

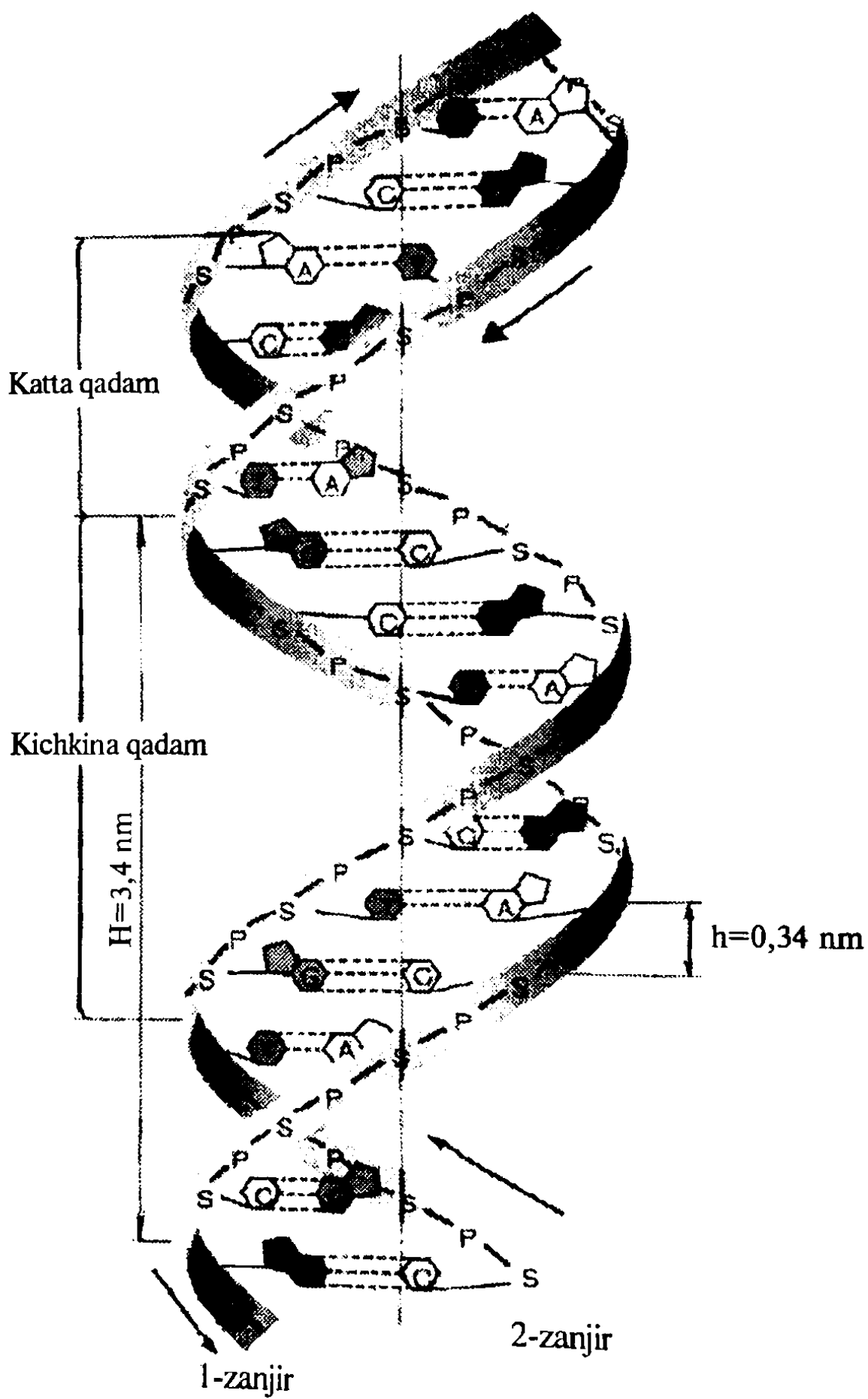
3. DNK dagi purin asoslari yig'indisi pirimidin asoslari yig'indisiga teng:

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

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

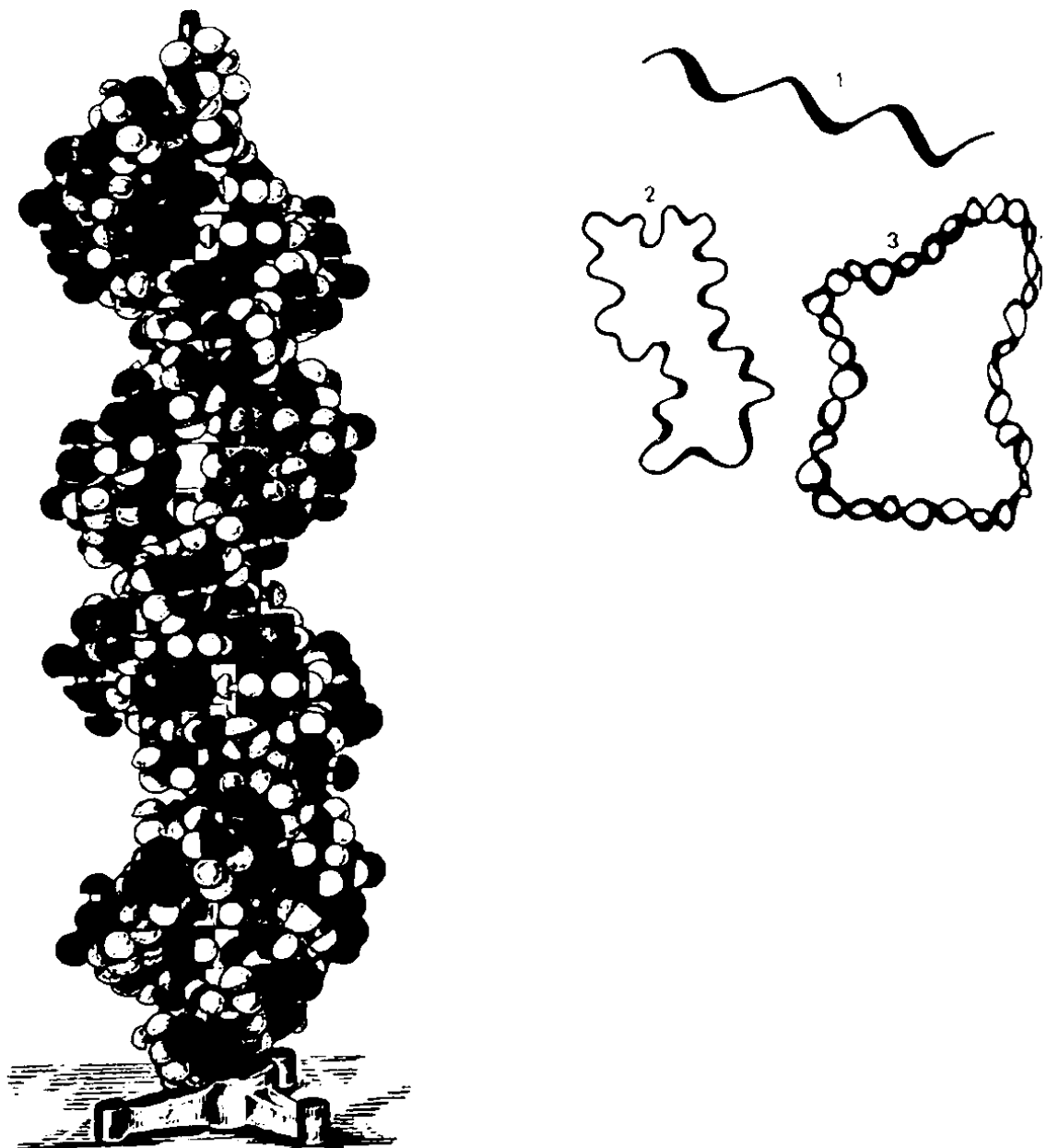
$$G+T = A+S \text{ yoki } \frac{G+T}{A+S} = 1.$$

5. DNK tarkibidagi guanin va sitozinning molar konsentratsiyasi yig'indisining adenin va timinning molar



konsentratsiyasi yig'indisiga bo'lgan nisbati $\frac{G+S}{A+T}$ o'zgaruvchan bo'ladi. Hayvonlar, o'simliklar va mikroorganizmlar DNK sidagi bu nisbat har xil bo'lganligi uchun u tur spetsifikligi koeffitsienti deb ataladi.

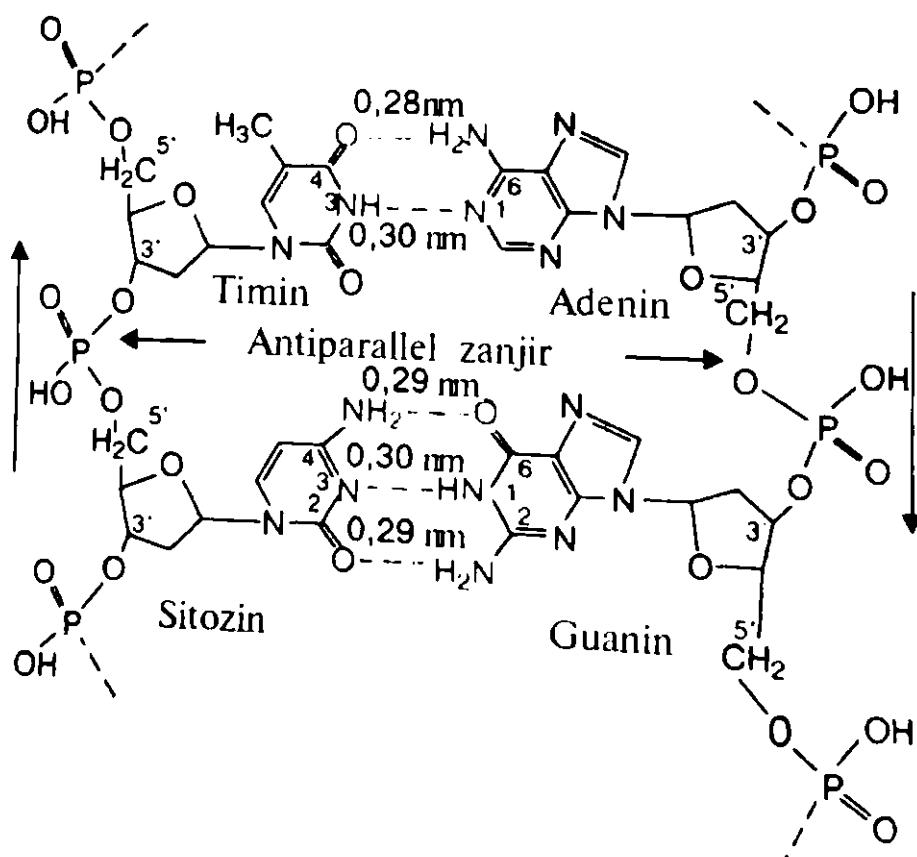
1953-yili D.Uotson va F.Krik Chargaff qoidasiga hamda Uilkinsning rentgenostruktura analizi ma'lumotlariga asoslanib, DNKning struktura modelini yaratdilar. Bu modelga ko'ra DNK molekulasi qo'sh spiral hosil qiluvchi ikkita polinukleotid zanjirdan



tashkil topgan. Har ikkala zanjir bitta umumiy o'qqa ega bo'lib, diametri 20 Å ga teng. Nukleotidlar qoldig'i bir-biriga nisbatan 36° burchak hosil qilib joylashgan. Spiralning bir o'ramida 10 ta nukleotid qoldig'i joylashgan. Spiralning bir o'rami orasidagi masofa 34 Å ga teng bo'lib, har bir nukleotid 3,4 Å ni egallaydi.

DNK uchlamchi strukturasi

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



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



RNK uchlamchi strukturasi ion kuchi, harorat va pH muhitga bog'liqligi.

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 hisoblanadi, bular: informatsion -RNK, transport-RNK, ribosomal-RNK.

Informatsion-RNK- iRNK (matritsa-RNK)- yadroda sintez qilinadi. U hujayradagi barcha RNKning taxminan 5% tashkil

etadi. i-RNKning molekular massasi 1 millionga yaqin bo'lib, ularning nukleotidli tarkibi molekular massasiga qarab har xil bo'ladi. Informatsion-RNK DNK molekulasiidagi 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 molekular massasi ancha katta bo'lib, 1,5-2 mln.ga teng va 4000-6000 mononukleotid qoldig'idan iborat va oqsillar bilan birikkan holda uchraydi. Oqsil biosintezida ishtirok etadi.

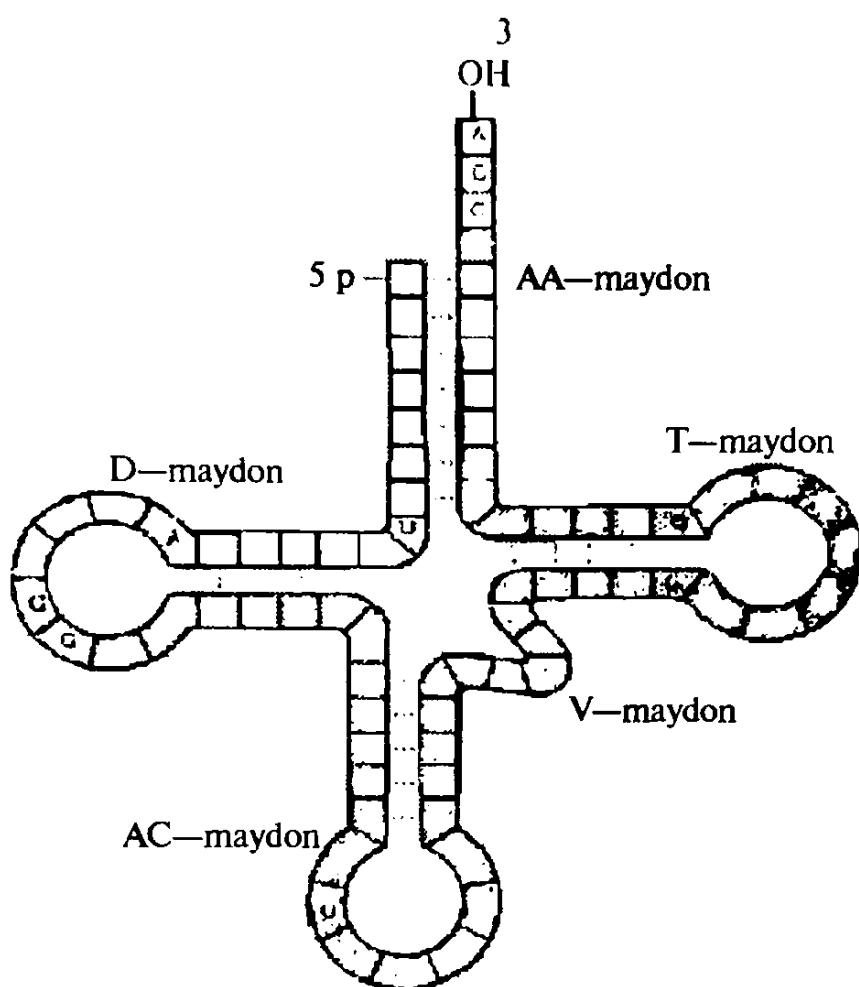
Transport-RNK (*t-RNK*) yoki eruvchan RNK (*s-RNK*) umumiy RNKning 15%ga yaqinini tashkil qiladi. t-RNK aminokislotalarni oqsil sintez qilinadigan joyga tashish vazifasini bajaradi. Har bir aminokislotaning o'ziga xos t-RNKsi bor. t-RNKlarning molekular massasi ancha kichik (25000-35000 atrofida) bo'lib,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

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

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

t-RNKlarning ikkilamchi strukturasi muhim ahamiyatga ega.

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



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

Sinov savollari

1. Nuklein kislotalarning kimyoviy tarkibini ayting.
2. Nuklein kislotalar qanday biologik ahamiyatga ega?
3. Purin, pirimidin, azot asoslari va ularning xossalari yozing.
4. Nuklein kislotalar tarkibidagi mineral asoslarni yozing.
5. Nukleozidlar qanday birikmalardan tashkil topgan?
6. Purin va pirimidin azotlaridan tashkil topgan nukleozidlarning 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 qanday farqlari bor?
12. Nuklein kislotalar tarkibida nukleotidlar o'zaro qanday bog' bilan bog'langan?
13. Chargaff qonunini yozing.
14. DNK ning birlamchi va ikkilamchi strukturalarini ayting.
15. DNK ning uchlamchi strukturasi, superspirallanish qanday biologik ahamiyatga ega?
16. t-RNK larning ikkilamchi strukturasi ahamiyatini ayting.

Nuklein kislotalar bo'yicha test savollar

1. Nuklein kislotalar qanday birikmalarning polimerlanishidan hosil bo'ladi?

- A) Aminokislotalar;
- B) Nukleotidlar;
- D) Monosaxaridlar;
- E) Nukleozidlar.

2. Nukleotidning kimyoviy tarkibiga nimalar kiradi?

- A) Aminokislotalar, yog';
- B) Uglevod, yog', aminokislotalar;
- D) Azot asoslari, uglevod, fosfat kislota;
- E) Fosfotid va aminokislotalar.

3. Nuklein kislotalar molekulasidagi nukleotidlar qanday bog' bilan bog'lanadi?

- A) Peptid bog'i;
- B) Fosfoangidrid bog'i;
- D) Pirofosfat bog'i;
- E) Vodorod bog'i.

4. t-RNK ning ikkilamchi strukturasi shakli qanday bo'ladi?

- A) Bada bargi;
- B) Chiziqli;
- D) Spiral shaklli;
- E) Globular shaklli.

5. Chargaff qoidasi bo'yicha azot asoslar o'rtasidagi bog'lar.

- A) Adenin, timin, guanin, sitotsin;
- B) Sitozin, uratsil;
- D) Adenin, uratsil, guanin;
- E) Uratsil, adenin, guanin.

6. DNK ning uchlamchi strukturasi hosil bo'lishida ishtirok etadigan oqsillar:

- A) Albuminlar;
- B) Lipoproteinlar;
- D) Gistonlar;
- E) Globulinlar.

7. DNK molekulasining bir spiral o'ramiga nechta nukleotid to'g'ri keladi?

- A) 5 ta; B) 10 ta; D) 8 ta; E) 3 ta.

8. Qanday fermentlar nukleotidlarni parchalaydi?

- A) Nukleotidazalar;
B) Nukleazalar;
D) Fosfotazalar;
E) Fosforilazalar.

9. Nuklein kislotalar gidrolizlanishidan hosil bo'ladigan moddalar?

- A) Geksoza;
B) Azot asoslari;
D) Pentoza;
E) Fosfat kislota.

10. Quyidagi qaysi birikmalar nukleotidtrifosfatdir?

- A) AMF; B) ATF; D) TDF; E) UDF.

UGLEVODLAR

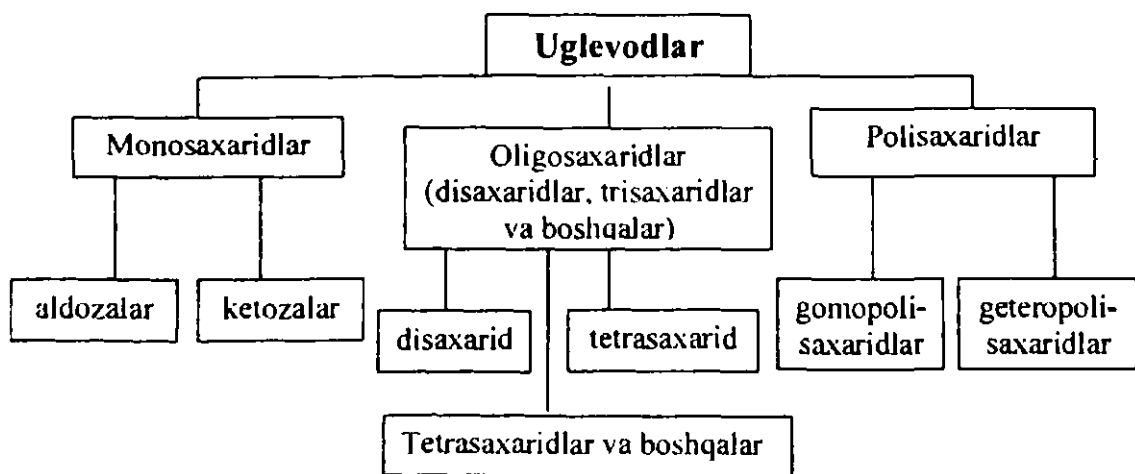
Barcha tirik organizmlarning muhim tarkibiy qismi uglevodlardir. Odam organ va to'qimalarida uchraydigan jami uglevodlarning yig'indisi quruq tana og'irligining 2%ini tashkil qiladi. O'simliklarda uglevodlar fotosintez jarayonida quyosh nuri energiyasi hisobiga CO_2 va suv molekulalaridan hosil bo'ladi.

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 funktsiyani bajaradi. Shu bilan birga ular tuzilmalar hosil qilishda, himoya va retseptorlik vazifalarini o'tashda ham ishtirok etadi.

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 molekular 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:

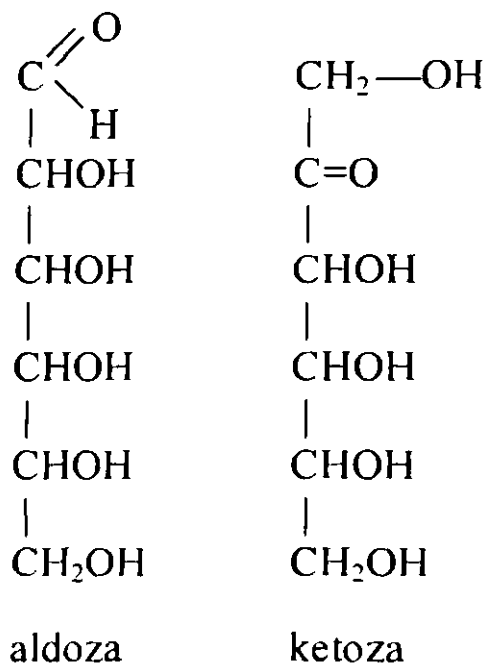


III.1. Monosaxaridlar

Monosaxaridlar tarkibida keton ($=C=O$) va aldegid ($-C \begin{smallmatrix} \nearrow O \\ \searrow H \end{smallmatrix}$)

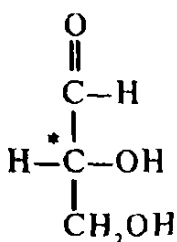
guruhlar bilan bir qatorda spirtli (-oksi) guruhlar ham mavjud. Tarkibida aldegid guruhlar bo'lgan monosaxaridlar *aldozalar*, keton guruh bo'lgan monosaxaridlar *ketozalar* deb ataladi. Monosaxaridlar tarkibidagi uglerod atomlarining soniga qarab farq qiladi: uch uglerodli birikmalar — *triozalar*,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

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

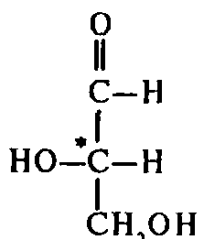


Monosaxaridlar molekulasida asimmetrik uglerod atomlari bor, u qutblangan nur sathini o'ngga yoki chapga burish xususiyatiga ega bo'lib, izomerlar hosil qiladi.

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

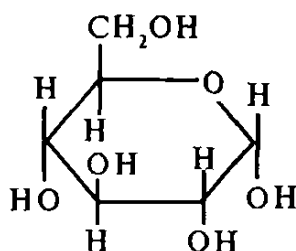


(+)*glitserat-aldegid*



(+)*glitserat-aldegid*

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 ulari piran shaklini hosil qiladi:



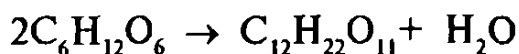
D-glukopiranoza

Tabiatda uchraydigan monosaxaridlarning aksariyati piranoza shaklida bo'lib, D-qatorga mansub bo'ladi.

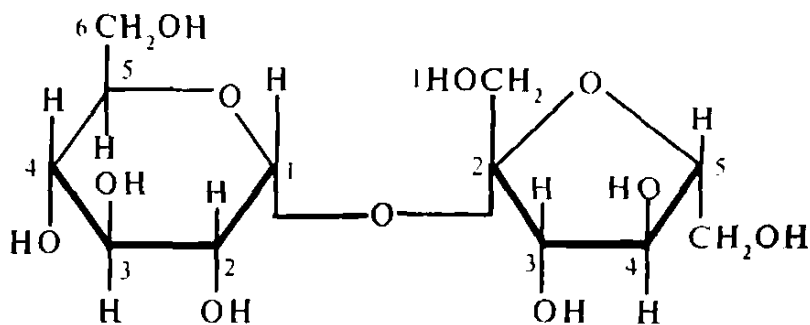
Monosaxaridlarning bir qator hosilalari mavjud: bularga shakarlarning fosforli efirlari; aminoshakarlar, dezoksishakarlar, shakar kislotalar va shakarli spirtlar kiradi.

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

Disaxaridlar. Ikkita monosaxarid molekulasidan bir molekula suv ajralib chiqishi natijasida disaxarid hosil bo'ladi:

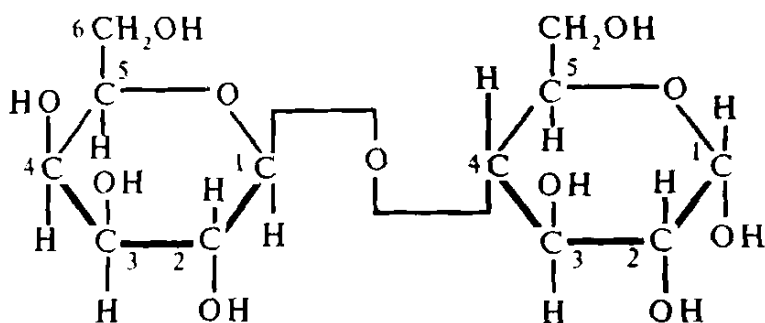


Saxaroza. O'simliklar olamida eng ko'p tarqalgan va ko'p uchraydigan disaxaridlardan biri saxaroza bo'lib, qand lavlagi, shakar qamishda uchraydi. Saxaroza bir molekula glukoza va fruktozaning glikozid bog'i orqali birikishidan hosil bo'ladi:



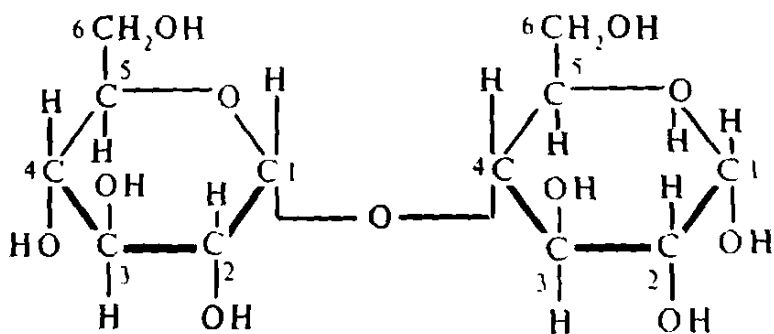
Saxaroza

Laktoza. Laktoza sut tarkibida ko'p uchraydi. Shuning uchun u sut shakari deb ham ataladi. Laktoza glukoza va galaktozadan tashkil topgan:



Laktoza

Maltoza. Undirilgan don shakari deb atalib, ikki molekula glukozadan tuzilgan:



Maltoza

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

III.2. Polisaxaridlar

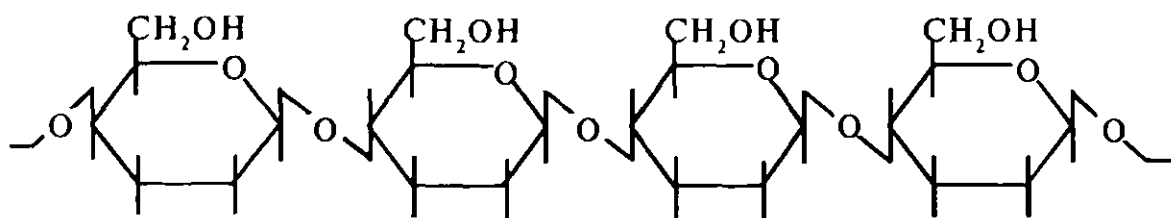
Polisaxaridlar yuqori molekularli murakkab uglevodlar bo'lib, ularning molekularlari monosaxaridlarning juda ko'p qoldig'idan tuzilgan. Ular suvda erimaydi yoki kolloid eritma hosil qiladi. Polisaxaridlar ta'msiz bo'ladi va haqiqiy kristallar hosil qilmaydi.

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

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. Kraxmal fotosintez jarayonida hosil bo'ladi. Kraxmal ikki xil birikmadan, ya'ni amiloza va amilopektindan tashkil topgan. Ular fizik-kimyoviy xossalari bilan farq qiladi.

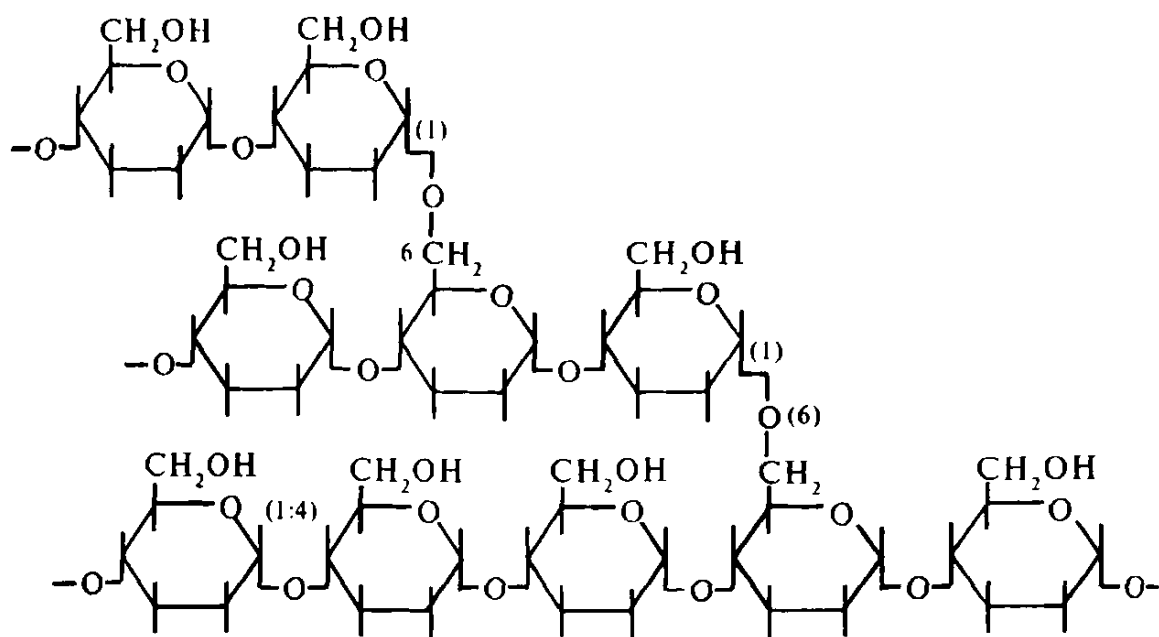
Amiloza issiq suvda yaxshi eriydi, uning molekular massasi 10000 dan 100000 gacha yetadi, tarkibida 0,03% gacha fosfor bo'ladi. Uning molekulari glukopiranoza qoldig'laridan tashkil topgan bo'lib, tarmoqlanmagan ipsimon zanjir hosil qilib 1,4 bog' orqali bog'langan.



amiloza

Amilopektin. Uning molekular massasi 50 mingdan 1 million-gacha yetadi. U glukopiranozalarning tarqoq zanjirlaridan tashkil

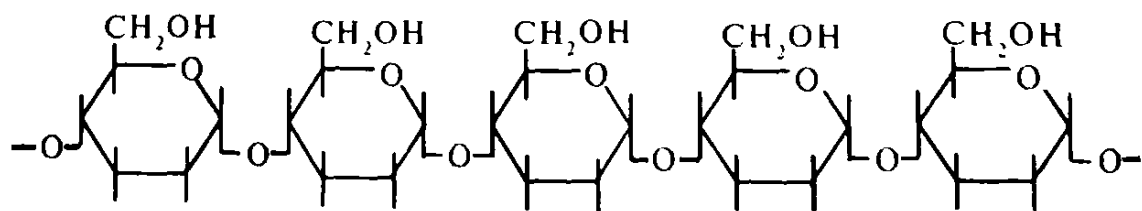
topgan. Amilopektin molekulasida glukoza qoldiqlari 1 va 4 uglerod atomlari orqali birikkan bo'ladi. Shu bilan bir qatorda 1 va 6 uglerod atomlari orqali bog'lanish ham mavjud bo'lib, tarmoqlangan qismda bo'ladi.



Amilopektin

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

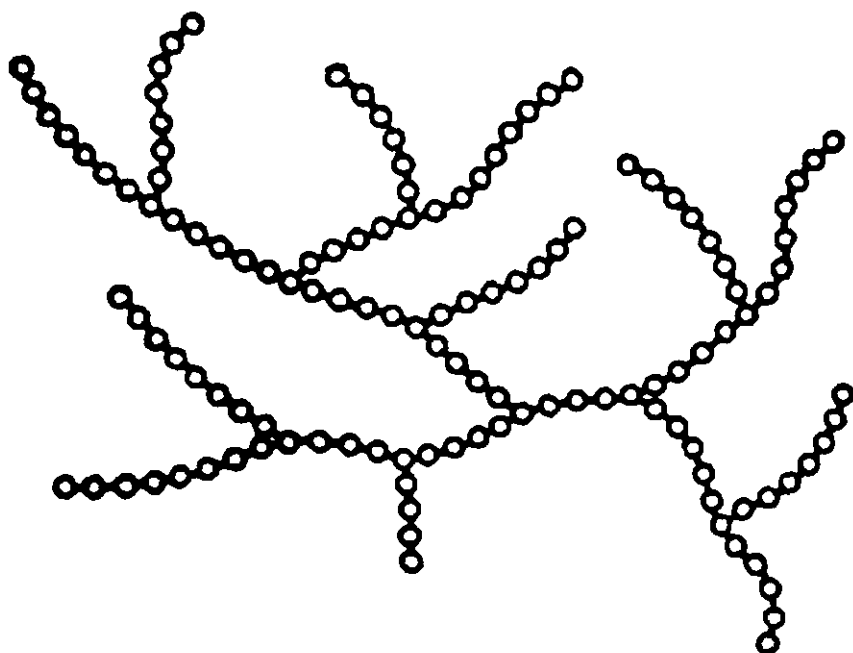
Selluloza. Selluloza o'simliklar tarkibida ko'p bo'lib, ular hujayra devorining asosini tashkil qiladi. Selluloza tuzilishiga ko'ra amilozaga o'xshash, lekin molekulasida tarkibidagi 1,4 bog' β -shaklda. Uning molekular massasi 300000 dan 1 000000 gacha bo'ladi.



Selluloza

Selluloza 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.



Muscul glikogenining molekular 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 glukozaga hosil qiladi.

Inulin — o'simliklar tarkibida zaxira 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. 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.

Sinov savollari

1. Uglevodlarning umumiy xossalarini ayting.
2. Uglevodlarning biologik ahamiyati qanday?
3. Uglevodlarning klassifikatsiyasini tushuntiring.
4. Monosaxaridlar. Ularning fizik-kimyoviy xossalarini ayting.
5. Monosaxaridlarning siklik holatini yozing.
6. Oligosaxaridlarning vakillarini yozing.
7. Disaxaridlarning vakillarini yozing.
8. Disaxaridlarning tuzilishi va xossalarini ayting.
9. Polisaxaridlar. Gomo va geteropolisaxarid vakillarini ayting.
10. Kraxmal. Uning tuzilishi va ba'zi bir xossalarini ayting.
11. Sellulozaning tarkibi va biologik ahamiyati nimadan iborat?
12. Glikogen, uning biologik ahamiyati nima?

Uglevodlarga oid test savollar

1. **Quyidagi qaysi monosaxaridlar pentozalar deb ataladi?**
A) Riboza;
B) Glukoza;
D) Fruktoza;
E) Galaktoza.
2. **Uglevodlar qanday klassifikatsiyalarga bo'linishini belgilang.**
A) Gomosaxaridlar va geteropolisaxaridlar;
B) Pentozalar, geksozalar, triozalar;
D) Monosaxaridlar, oligo va polisaxaridlar;
E) Oligosaxaridlar, polisaxaridlar.
3. **Oligosaxaridlar tarkibi nechta monosaxarid qoldig'ini saqlaydi?**
A) 15-20 ta;
B) 1 ta;
D) 2-10 ta;
E) 10-20 ta.
4. **Oligosaxaridlarga qaysi uglevodlar kiradi?**
A) Laktoza, kraxmal, glukoza;
B) Saxaroza, laktoza, maltoza;
D) Fruktoza, glukoza, riboza;

E) Kraxmal, saxaroza, glikogen.

5. Uglevodlar inson organizmida qanday funksiyalarni bajaradi?

A) Energetik;

B) Struktura;

D) Himoya.

6. Saxaroza qanday monosaxaridlarning birikishidan hosil bo'ladi?

A) Glukoza, fruktoza;

B) Glukoza, galaktoza;

D) Fruktoza, galaktoza;

E) Riboza, fruktoza.

7. Disaxarid laktoza parchalanishidan nima hosil bo'ladi?

A) Glukoza, galaktoza;

B) Glukoza, fruktoza;

D) Fruktoza, galaktoza;

E) Glukoza, dezoksiriboza.

8. Quyidagi qaysi polisaxarid hayvon, odam to'qimalarida keng tarqalgan?

A) Kraxmal;

B) Selluloza;

D) Glikogen;

E) Inulin.

9. Maltozaning parchalanishidan nima hosil bo'ladi?

A) Ikki molekula fruktoza;

B) Ikki molekula glukoza;

D) Ikki molekula galaktoza;

E) Ikki molekula mannoza.

10. Fruktoza qaysi disaxarid tarkibiga kiradi?

A) Saxaraoza;

D) Maltoza;

E) Laktoza.

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

A) D-glukoza;

B) Fruktoza;

D) D-dezoksiriboza;

E) Galaktoza.

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

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 molekular yog' kislotalarining murakkab efiri.

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

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

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

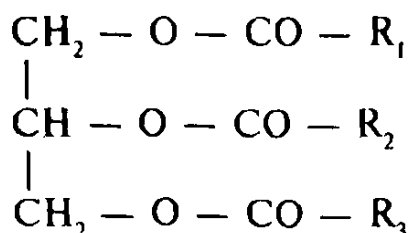
2. Glikolipidlar.

3. Steroidlar.

4. Boshqa murakkab lipidlar: sulfolipidlar, aminolipidlar.

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

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



$\text{R}_1, \text{R}_2, \text{R}_3$ — yogʻ kislotalarning radikallari.

Yogʻlarning fizik-kimyoviy xususiyatlari glitserin bilan efir bogʻlarini hosil qiluvchi yogʻ kislotalarining tabiatiga bogʻliq. Yogʻlar tarkibidagi yogʻ kislotalari xilma-xildir. Ular tarkibidagi yogʻ kislotalari toʻyingan va toʻyinmagan boʻladi. Quyida eng muhim ahamiyatga ega boʻlgan yogʻ kislotalarini keltiramiz.

Toʻyingan yogʻ kislotalari

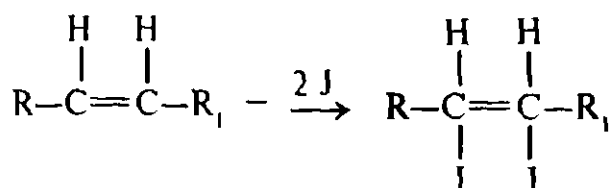
Nomi	Formulasi
Moy kislota	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_2 - \text{COOH}$
Kapronat	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_4 - \text{COOH}$
Palmitat	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{14} - \text{COOH}$
Stearinat	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{16} - \text{COOH}$
Araxinat	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{18} - \text{COOH}$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

Toʻyinmagan yogʻ kislotalar

Nomi	Formulasi
Palmitiloleinat	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_5 - \text{CH} = \text{CH} - (\text{CH}_2)_7 - \text{COOH}$
Oleinat	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_8 - \text{CH} = \text{CH} - (\text{CH}_2)_6 - \text{COOH}$
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 xossalarini ifodalaydi. Bularga kislota, yod, sovunlanish sonlari va yog'larning erish harorati 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.

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

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

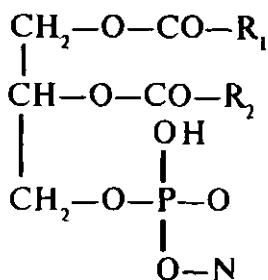
Mumlar — o'simlik, hayvon va qazilma mumlarga bo'linadi. Masalan; asalari mumlari; qon plazmasida va to'qimalarda uchraydigan ko'p halqali spirt-xolesterinning yog' kislotalar bilan bergan efiri ham kiradi. O'simlik mumlarining biologik funksiyasi

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.

IV.1. Fosfolipidlar

Fosfolipidlar ham xuddi moylar kabi, yuqori molekular yog' kislotalarning 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 membranalarning tuzilishida ishtirok etadi.

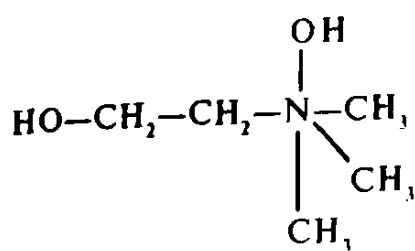
Fosfolipidlar organik erituvchilarda yaxshi eriydi. Suv bilan emulsiya hosil qiladi. Fosfolipidlarning umumiy formulasi quyidagicha:



R_1, R_2 — yog' kislotalar qoldig'i,

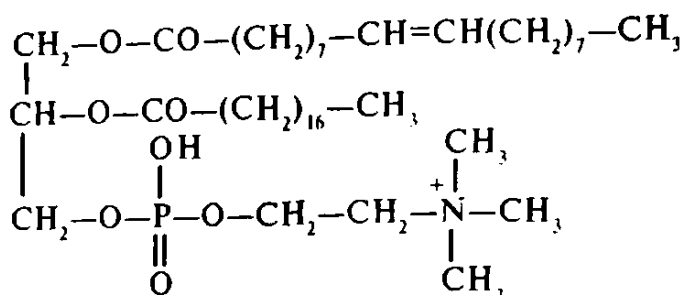
N — azot asoslari fosfolipidlar tarkibidagi azot asoslarning turiga qarab bir necha guruhlarga bo'linadi.

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



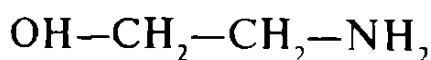
xolin

Letsitinlarning umumiy tuzilishi:



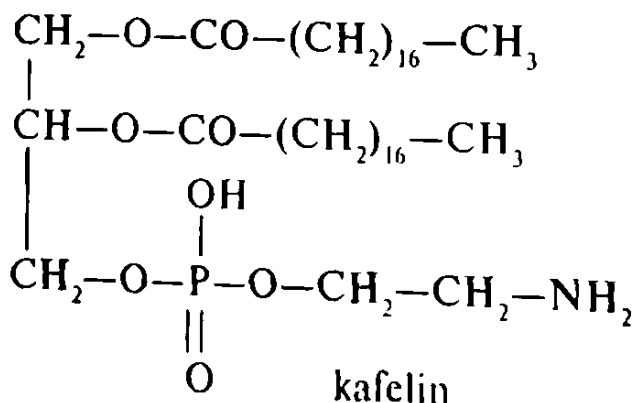
Ular miya to'qimasida, tuxum sarig'ida, baliq tuxumida, no'xatda ko'p uchraydi.

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



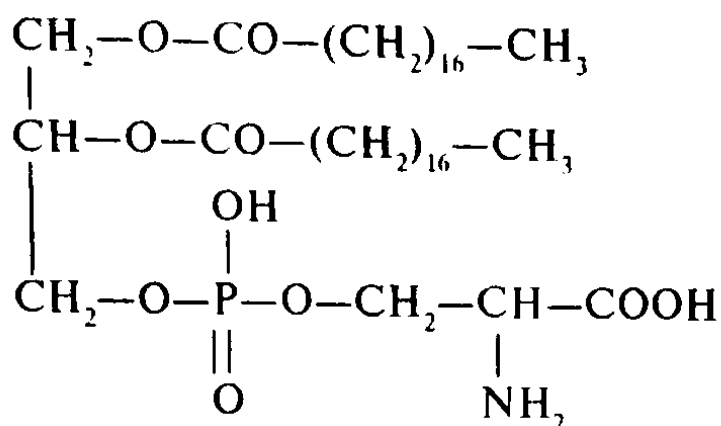
kolamin

Kefalinlar quyidagicha tuzilgan:



kafelin

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

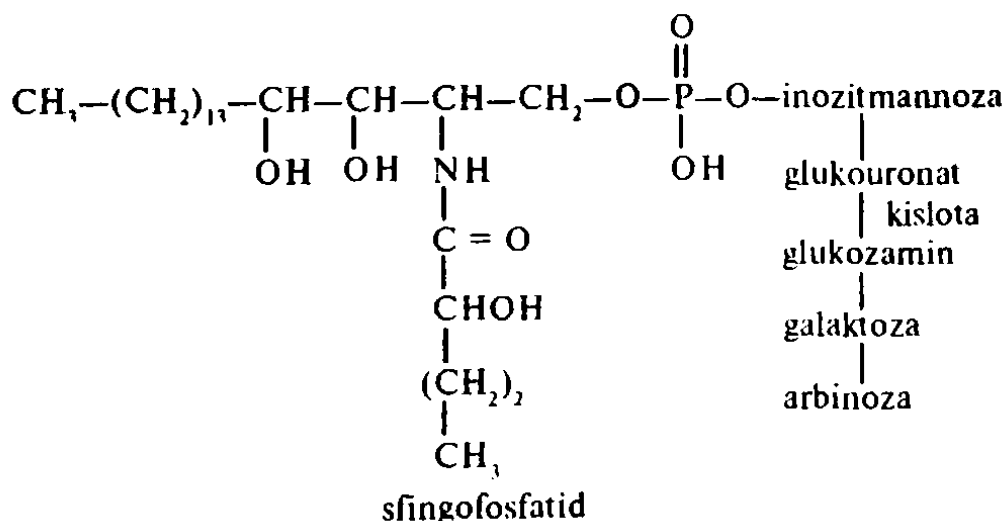


Serinfosfatid

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

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

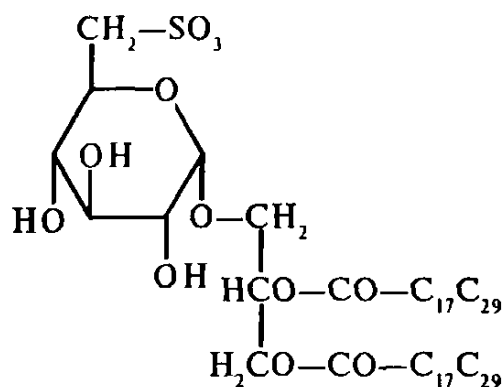
Sfingofosfatidlar. Sfingomielinlar tarkibida aminospirtlar: sfingozin va xolin, fosfat kislotasi va bir molekula yog' kislotasini saqlaydi:



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

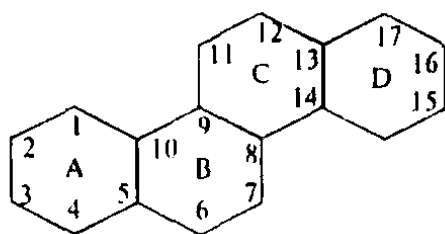
Sulfatidlar — serebrozid va sulfat kislotalarning galaktoza bilan birikishidan hosil boʻladi:



O'simlik sulfolpidi

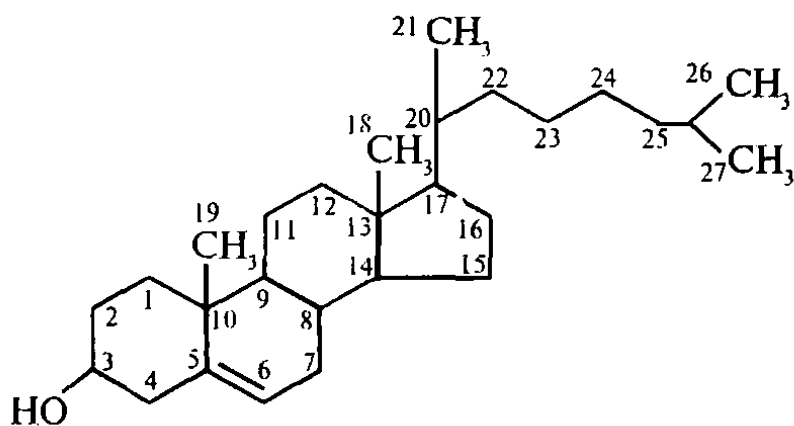
IV.3. Steroidlar

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



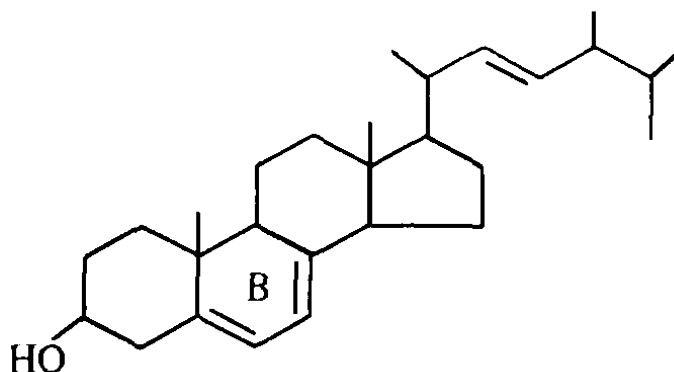
Siklopentanopergidrofenantren

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



xolesterol

Xolesterin juda ko'p biologik faol moddalarning sintezi uchun manba hisoblanadi:



Steroidlar oqsillar bilan murakkab birikmalar hosil qilib, moddalar almashinuvini boshqarishda muhim ahamiyatga ega bo'lgan hujayra membranalarining tuzilishida ishtirok etadi.

O'simliklar, zamburug'larda tuzilishi jihatidan xolesteringa o'xshash ergosterin uchraydi. Ergosterin vitamin D hosilasidir.

Sinov savollari

1. Lipidlar qanday biologik ahamiyatga ega?
2. Lipidlarning tarqalishini ayting.
3. Lipidlarning kimyoviy tarkibini tushutiring.
4. Lipidlarning sinflarga bo'linishini ayting.
5. Yog'larning ba'zi fizik-kimyoviy xossalarni ifodalaydigan kislotali, yodli, sovunlanish sonlarining ahamiyati haqida yozing.
6. Fosfolipidlarning tuzilishi va vakillarini ayting.
7. Glikolipidlar tuzilishi va ahamiyati nima?
8. Steroidlar tuzilishi va ahamiyati nima?
9. Mumlarining tuzilishi va ahamiyati nima?
10. Fosfotidlarning kimyoviy tarkibi va ahamiyatini ayting.

Yog'larga oid test savollar

1. Yog'lar qanday birikmalarning murakkab efiri hisoblanadi?

- A) Glitserin, yog' kislotalari;
- B) Glitserin, glukoza;
- D) Bir atomli spirt, xolin.

2. Xolinfosfotid tarkibida qanday azot asosi bor?

- A) Serin;
- B) Xolin;
- D) Kolamin;
- E) Treonin.

3. Lipidlarning tarkibida qanday yog' kislotalari uchraydi?

- A) To'yingan yog' kislotalari;
- B) To'yinmagan yog' kislotalari;
- D) Alifatik yog' kislotalari;

E) Siklik spirtlar.

4. Lipidlar oqsillar bilan birgalikda qanday strukturalarni tashkil etishda ishtirok etadi?

- A) Ferment;
- B) Biologik membrana;
- D) Nuklein kislotalar;
- E) Mukopolisaxarid.

5. Yod soni yog'lardagi qanday xususiyatni ko'rsatadi?

- A) To'yinmagan yog' kislotalarni;
- B) Yog'larni sifatini;
- D) To'yingan yog' kislotalarni;
- E) Erkin yog' kislotalarni.

6. Yog'larning kislotali soni qanday kislotalarga bog'liq?

- A) Erkin yog' kislotalarga;
- B) Bog'langan yog' kislotalarga;
- D) To'yingan yog' kislotalarga;
- E) To'yinmagan yog' kislotalarga.

7. Glikolipidlar tarkibida qanday moddalarni saqlaydi?

- A) Sfingozin, yog' kislotalarini qoldig'i, uglevod;
- B) Azot asosi, fosfat kislota;
- D) Yog' kislotalar, azot asosi, fosfat kislota;
- E) 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;
- D) Oddiy yog'lar-glitserin, yog' kislotalari va fosfat kislotadan tashkil topgan.

9. Serin fosfatidlar tarkibida qanday moddalar bo'lmaydi?

- A) Serin;
- B) Azot asoslari;
- D) Yog' kislotalari;
- E) Glitserin.

VITAMINLAR

Tirik organizmlarning hayot faoliyati uchun zarur bo'lgan va o'simliklarda hosil bo'ladigan turli xil kimyoviy tuzilgan kichik molekulali bir necha guruh organik birikmalar *vitaminlar* deb ataladi. Vitaminlar oziq-ovqat mahsulotlarining tarkibiy qismi hisoblanadi, lekin asosiy oziq moddalarga - oqsillar, uglevodlar, yog'larga nisbatan haddan tashqari kam miqdorda talab qilinadi. Oziq moddalar tarkibida vitaminlar bo'lmashligi 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 holatlarning paydo bo'lishiga olib keladi:

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

2. Gipovitaminoz — vitaminning yetishmasligidan vujudga keladigan kasalliklar.

3. Gipervitaminoz — vitaminlarning ortiqchaligi tufayli paydo bo'ladigan kasalliklar.

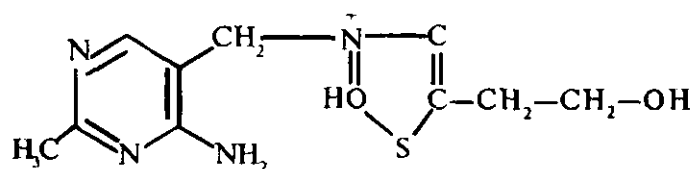
Hozirgacha o'ttizdan ortiq vitamin aniqlangan bo'lib, ular uchta guruhga: suvda eriydigan, yog'larda eriydigan vitaminlarga, vitaminsimon moddalarga bo'linadi.

Suvda eriydigan vitaminlarga quyidagilar kiradi: B₁ vitamini, B₂ vitamini, B₆ vitamini, B₁₂ 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.

V.I. Suvda eriydigan vitaminlar

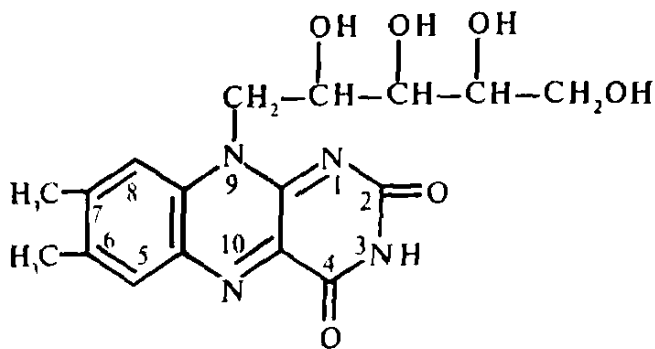
B₁ vitamini — tiamin toza holda ajratib olingan dastlabki vitamindir. Tiamin molekulasi bir-biri bilan —CH₂— guruh orqali bog'langan pirimidin va tiazol halqalaridan tuzilgan:



B₁ vitamini

B₁ vitamini — avitaminozi beri-beri yoki polinevrit kasalligini paydo qiladi. B₁ vitaminni yetishmasligi uglevodlarning almashinuvini buzilishiga olib keladi. Vitamin B₁ piruvat dekarboksilazaning kofermenti hisoblanadi. Bu vitamin ko'p miqdorda tuxum, go'sht, no'xatlarda uchraydi. Organizmning sutkali ehtiyoji 1–3 mg.

Vitamin B₂ — (riboflavin). Riboflavin — sariq rangga ega. Uning tuzilishi quyidagicha:



riboflavin

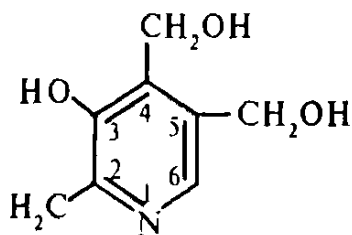
Bu vitaminning avitaminoz holati og'iz bo'shlig'ining shilliq qavatining shamollashi, ko'rish qobiliyatining buzilishi, kam qonlik kasalliklariga olib keladi.

Riboflavin flavinli fermentlarining kofermentidir.

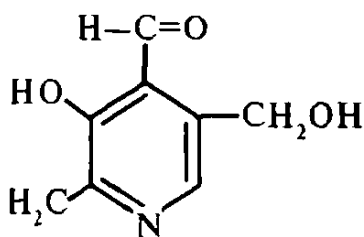
Odam bu vitaminning 65—70% sutli, go'shtli va non mahsulotlari, 30—35% sabzavot va mevali mahsulotlar orqali oladi. Sutkali ehtiyoj — 2 mg.

Vitamin B₆ (piridoksin). B₆ vitaminni oziq-ovqatlarda yetishmasligi aminokislotalar almashinuvining buzilishiga sabab bo'ladi va dermatit deb ataladigan teri kasalligiga olib keladi. Shuningdek, anemiya va o'sishni sekinlashtirishga sabab bo'ladi. Bu vitamin aminokislotalarning qayta aminlanish reaksiyasini katalizlovchi fermentlarning kofermentidir.

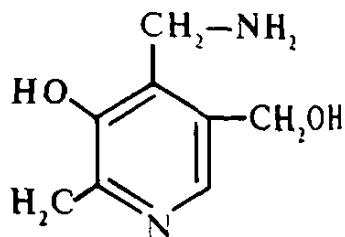
Vitaminlik xususiyatiga ega bo'lgan birikmalari: piridoksin, piridoksal va piridoksamin.



Piridoksin



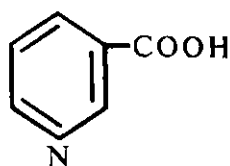
Piridoksal



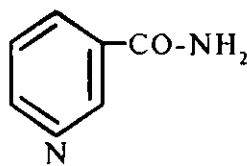
Pirididoksiamin

B₆ vitamini asosan go'sht, baliq, don mahsulotlarida uchraydi. Katta yoshdagi odamlarda bu vitaminga ehtiyoj 2 mg dir.

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



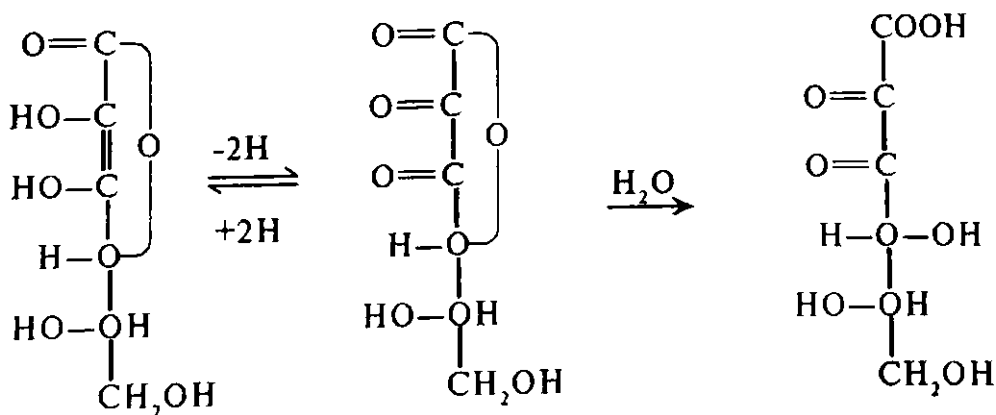
nikotinat



nikotinamid

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



L- askorbat kislota

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.

V.2. Yog'da eriydigan vitaminlar

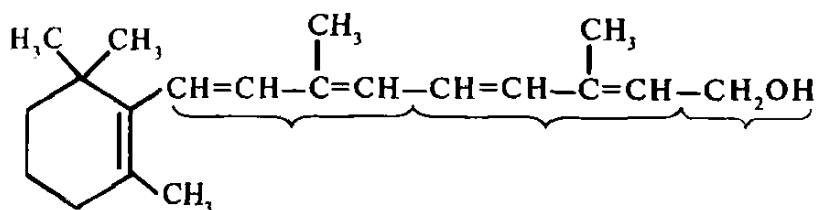
Yog'da eriydigan vitaminlarga A, D, E, K vitaminlar kiradi.

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.

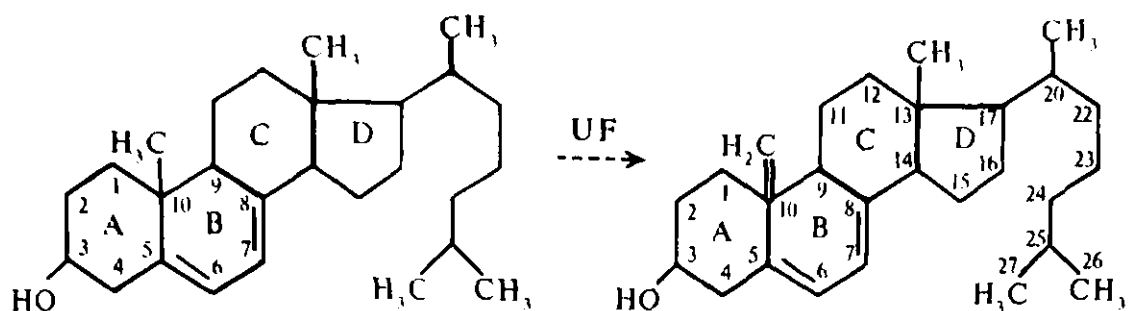
Odamning sutkali ehtiyoji o'rtacha 2,7 mg dir.



A₁ (retinol) vitamin

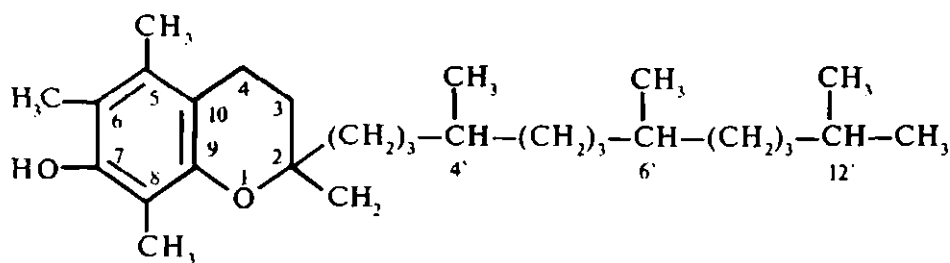
D Vitamin — (kalsiyferol). Bu vitamin raxit kasalligining oldini olish va davolash xususiyatlariga ega. Tabiatda ko'p tarqalgan va biologik faolligi eng yuqori bo'lgan vitaminlar D₂ va D₃ dir. Bular orasida vitamin D₃ katta ahamiyatga ega. Organizmga vitamin D₃ oziq mahsulotlari bilan birga (baliq yog'i, jigar, ikra, tuxum sarig'i) qabul qilinadi.

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



vitamin D₃ (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 vitamanga bir sutkali ehtiyoji 0,0015 mg dir. Bu vitaminning 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 jarayonining oldini oladi (ya'ni, erkin radikallar hosil bo'lishini sekinlashtiradi).

Vitaminlarga oid test savollar

1. Vitaminlar quyidagi qanday xususiyatlarga ega?

- A) Odam organizmida sintezlanadi;
- B) Strukturalar hosil qilishda ishtirok etadi;
- D) Ular organizmida yetishmaganda modda almashinuvi buziladi va o'ziga xos kasalliklarni keltirib chiqaradi;
- E) Ovqat bilan birga iste'mol qilingan vitaminlar organizmdagi biokimyoviy jarayonlarga kofermentlar sifatiga ta'sir qiladi.

2. B₁ vitamini yetishmasligi qaysi moddalar almashinuvining buzilishiga olib keladi?

- A) Uglevodlar;
- B) Lipidlar;
- D) Oqsillar.

3. Vitamin ko'payib ketsa, qanday kasallik kelib chiqadi?

- A) Avitaminoz;
- B) Gipervitaminoz;
- D) Gipovitaminoz.

4. Quyidagi qaysi vitaminlar suvda eriydigan vitaminlar qatoriga kiradi?

- A) B₁-vitamin, C-vitamin;
- B) A-vitamin, B₂-vitamin;
- D) D-vitamin, B-vitamin.

5. Quyidagi qaysi vitaminlarning avitaminozida qorong'ilikda ko'rish qobiliyati yo'qoladi?

- A) A-vitamin;
- B) D-vitamin;
- D) C-vitamin;
- E) B₁-vitamin.

6. Quyidagi qaysi vitamin piruvatkarboksilaza fermentining faol qismi hisoblanadi?

- A) B₁-vitamin;
- B) B₂-vitamin;
- D) A-vitamin;
- E) D-vitamin.

7. D-vitami qaysi oziq moddalar bilan birga qabul qilinadi?

- A) Baliq yog'i;
- B) Jigar;
- D) Tuxum iknasi;
- E) Tuxum sarig'i.

8. B₁₂-vitami tarkibida qanday metall ionni saqlaydi?

- A) Kobolt;
- B) Rux;
- D) Temir;
- E) Magniy.

9. Quyidagi qaysi vitamin qonning ivishida ishtirok etadi?

- A) K-vitamin;
- B) A-vitamin;
- D) B₆-vitamin;
- E) B₁₂-vitamin.

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

- A) B₆-vitamin;
- B) B₅-vitamin;
- D) B₃-vitamin;
- E) B₁-vitamin.

FERMENTLAR

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

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

1. Fermentlar nihoyatda samarali ta'sir etish xususiyatiga ega. Optimal sharoitda (ya'ni past 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 holdagi 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, xomashyoni qayta ishlash va oziq-ovqat tayyorlashda har xil fermentativ jarayonlardan foydalanib kelgan. Non yopishda, achitqi zamburug'lardan, O'rta Osiyoda

sumalak pishirishda unayotgan bug'doy donidan olingan shiralardan foydalanish kishilarga qadim zamondan ma'lum bo'lgan. Ammo fermentativ jarayonlar faqat XVIII asrning ikkinchi yarmidan ilmiy asosda o'rganila boshladi. 1836- yilda Shvann tomonidan oshqozon shirasi tarkibida go'sht oqsillarini parchalovchi ferment pepsin borligini aniqladi. 1814-yili 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 2500 ga yaqin turli fermentlar aniqlangan va 250 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

Fermentlar tuzilishiga ko'ra ikkita guruhga bo'linadi.

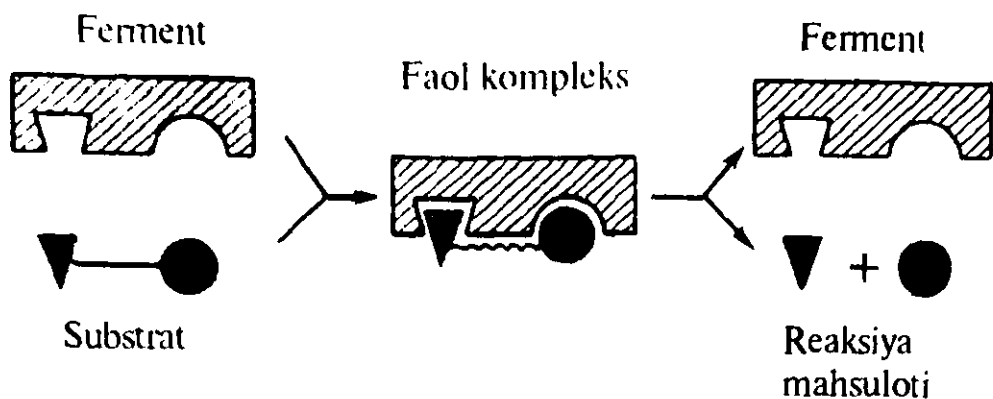
1. Oddiy oqsillardan, ya'ni faqat α -aminokislotalardan tashkil topgan fermentlar bir komponentli fermentlar deb ataladi.

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.

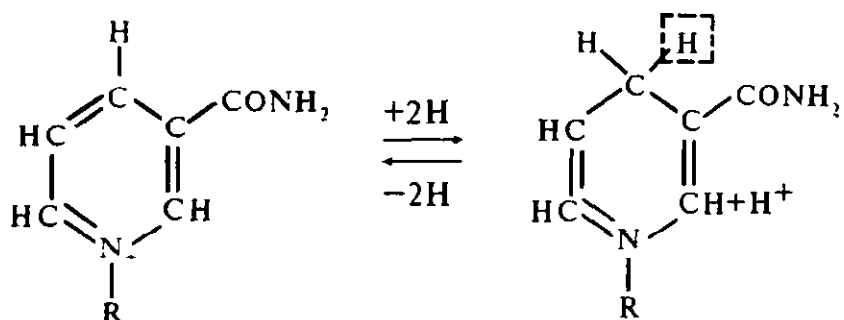
Kofermentlar — fermentativ reaksiyalarda bevosita ishtirok etadi. Kofermentlar — vitaminli va vitamin bo'lmagan kofermentlarga bo'linadi.

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

Vitamin bo'lmagan kofermentlarga quyidagilar kiradi: nukleotidlar; monosaxaridlarning fosfatli birikmalari; metallo-



porfirinlar va hokazolar. Masalan, nikotinamidli kofermentlarning (NAD^+ , NADH) katalitik faol guruh sifatida tarkibidagi nikotinamid guruhi ishtirok etadi. Reaksiya mexanizmini quyidagicha ifodalash mumkin:



oksidlangan shakli

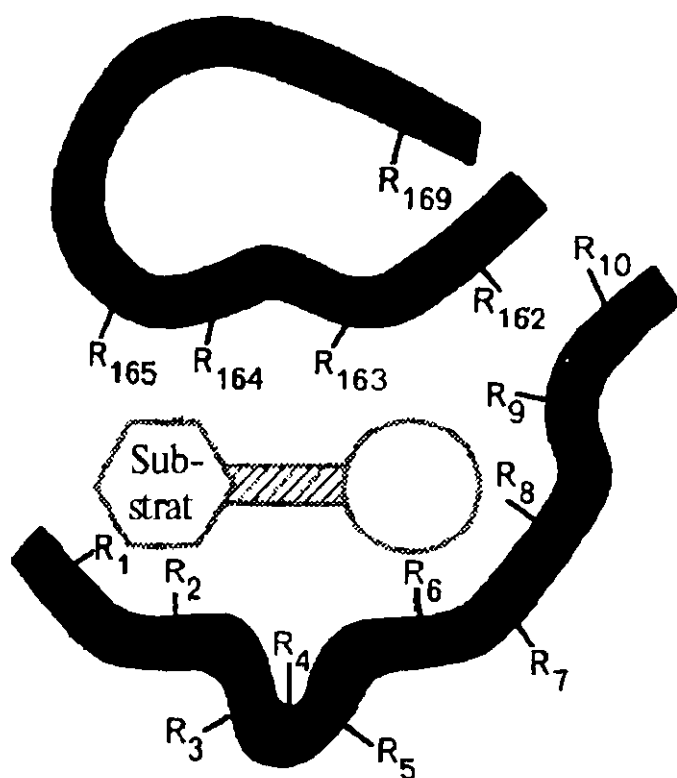
qaytarilgan shakli

Fermentlarning faol markazi. Fermentativ reaksiyalarda ishtirok etadigan substrat molekullari ularni katalizlovchi ferment molekullariga nisbatan birmuncha kichik bo'lganligi sababli ferment bilan substratning o'zaro ta'sirida ferment molekullarining hamma qismi emas, balki faol markaz deb ataladigan ma'lum qismigina ishtirok etadi. Demak, faol markaz bu ferment molekullarining substratni biriktiruvchi qismidir. Fermentlarning katalitik faolligi va spetsifikligi ham shu faol markazga bog'liq bo'ladi. Bir komponentli fermentlarning faol markazi sifatida ularning molekulasini tashkil qiluvchi polipeptid zanjirlarining yon radikallaridagi aminokislotalarning funksional guruhlar va polipeptid zanjirlardagi ba'zi bir aminokislotalar tarkibidagi

funksional guruhlar ya'ni, sisteinning -SH guruhi, serinning -OH guruhi, dikarbon aminokislotalarning karboksil guruhlari, lizinning amino guruhi, triptofanning indol guruhlari faoliyat ko'rsatadi. Fermentning faol markazi polipeptid zanjirning uchlamchi struktura hosil bo'lishi tufayli vujudga keladi. Bunda polipeptid zanjirning turli tomonlarida joylashgan aminokislotalar qoldig'i bir-biriga yaqin kelib, faol markazni tashkil qilishda ishtirok etadi.

Fermentlarning faol markazi ular molekulasining juda kam qismini tashkil qiladi.

Ferment faol markazining sxema shaklidagi ko'rinishi

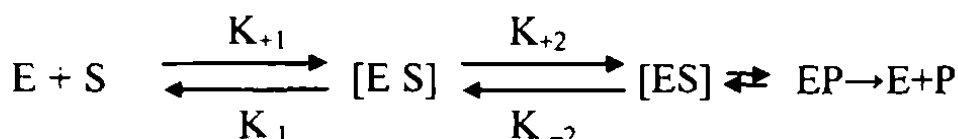


Fermentlarning ta'sir etish mexanizmi. Fermentlarning ta'sir etish mexanizmini tushuntirishda bir qancha nazariyalar bo'lib, ularning hammasi fermentlar faol markazining substrat bilan o'zaro birikishi natijasida ferment - substrat majmuasi hosil bo'lishiga asoslangan.

Ferment-substrat majmuasining hosil bo'lishi reaksiyada ishtirok etayotgan kimyoviy bog'larning polarizatsiyasi va deformatsiyaga uchrashi yoki elektronlarning o'rin almashinishi tufayli ichki molekular kuchlarning 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:



bunda 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.

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 kompleksidan ferment va mahsulot alohida bo'lib ajraladi.

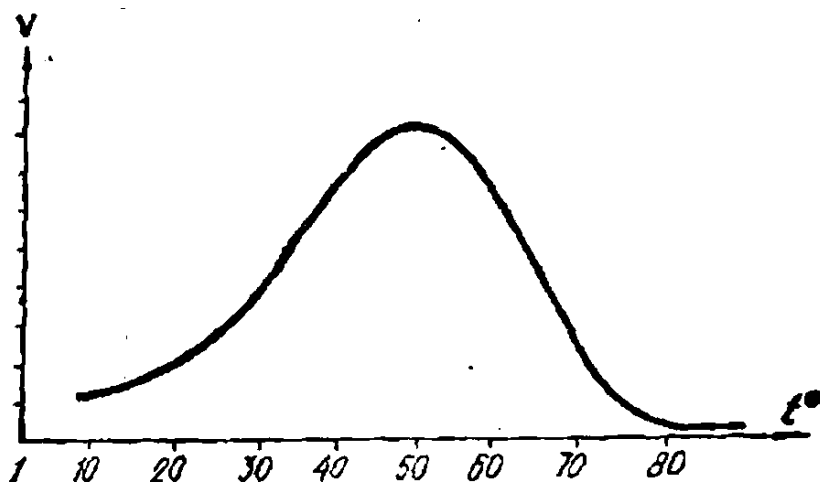
Shunday qilib, fermentativ reaksiyaning tezligi tashqi sharoitlarga (harorat, pH muhit va hokazolarga) bog'liq.

VI.2. Fermentlarning asosiy xossalari

Yuqorida ko'rsatib o'tilganidek, fermentlar oqsil tabiatiga ega va shu sababli oqsillarga xos bo'lgan barcha xususiyatlarga ega.

Shu bilan birga fermentlar o'ziga xos bo'lgan bir qator xususiyatlarga ega. Bularga fermentlarning termolabiligi, spetsifikligi, muhit pHning o'zgarishiga nisbatan sezuvchanligi, aktivator va ingibitorlarning ta'siriga sezuvchanligi, aktivator va ingibitorlarning ta'siriga moyilligi kiradi.

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



Fermentativ reaksiya tezligining haroratga bog'liqligini grafigi.

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

Fermentlar faolligiga muhit pHning ta'siri

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

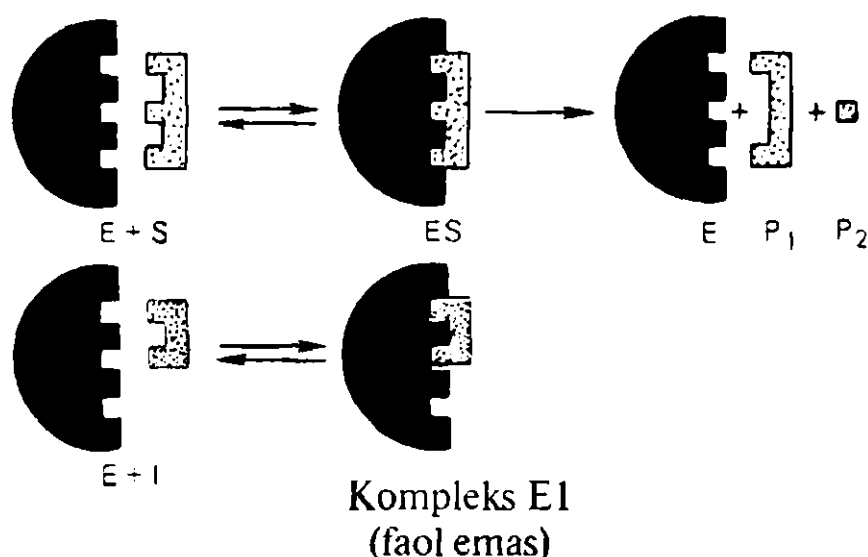
Masalan, pHning optimal qiymati pepsin uchun 1,5-2,0; so'lak amilazasi 6,8-7,0; tripsin 7,8 ga teng. pH muhitning o'zgarishi ferment faoliyatining pasayishiga yoki butunlay to'xtashiga olib keladi. Natijada fermentning faol markaz strukturasi buziladi.

3. Fermentlarning aktivatorlari va ingibitorlari

Fermentlarning faolligiga harorat va pHdan tashqari, reaksiyon muhitda ishtirok etayotgan bir qator kimyoviy moddalar ham ta'sir ko'rsatadi. Reaksiyon muhitda ba'zi bir ionlarning ishtirok etishi ferment — substrat kompleksi hosil bo'lishini tezlashtiradi. Buning natijasida fermentativ reaksiyaning faolligi ortadi. Bunday moddalar *aktivatorlar* deb ataladi. Fermentativ reaksiyalarni katalizlovchi modda reaksiyada bevosita ishtirok etmaydi. Odatda, aktivator bilan ferment o'rtasida qandaydir bo'sh kimyoviy bog'lar hosil bo'lishi mumkin. Aktivatorlik vazifasini ko'pincha kationlar bajaradi. Spetsifik aktivatorlarga, Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{++} , Zn^{++} kabi metall kationlari kiradi. Masalan, lipaza fermentining faolligi

Ca^{++} yordamida oshirilsa, adenzotrifosfataza fermentining faolligi to'liq namoyon bo'lishi uchun bir vaqtning o'zida K^+ , Na^+ , Mg^{++} , Ca^{++} kationlari bo'lishi mumkin.

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



(faol bo'lmagan)

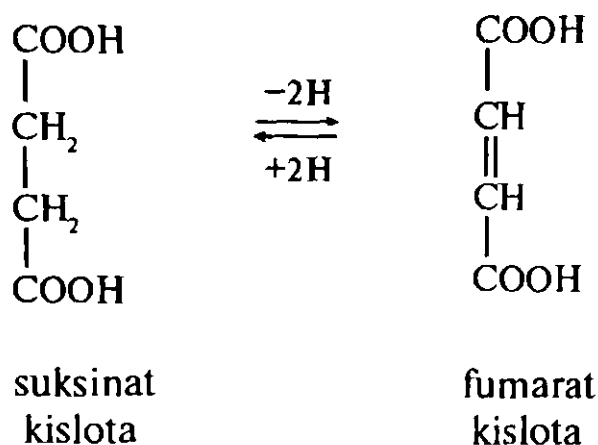
Raqobatli ingibitorlarning ta'siri.

E — ferment; S — substrat;

R_1 va R_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. Fermentativ reaksiyalar faolligini raqobatli pasaytirishga malonat

kislotani misol qilib ko'rsatish mumkin. Bunda reaksiya quyidagicha boradi:

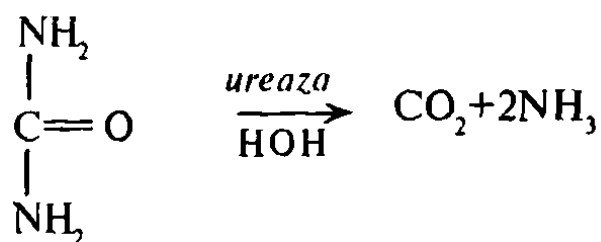


Malonat kislota suksinat kislotaning gomologi bo'lib, undan faqat bitta metil guruhi bilan farq qiladi, bu guruh oksidlanish xususiyatiga ega emas. Agar reaksiya muhitga ko'p miqdorda malonat kislota qo'shilsa, reaksiya butunlay to'xtaydi. Agar shu reaksiyaga ko'p miqdor miqdorda substrat (suksinat kislota)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

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

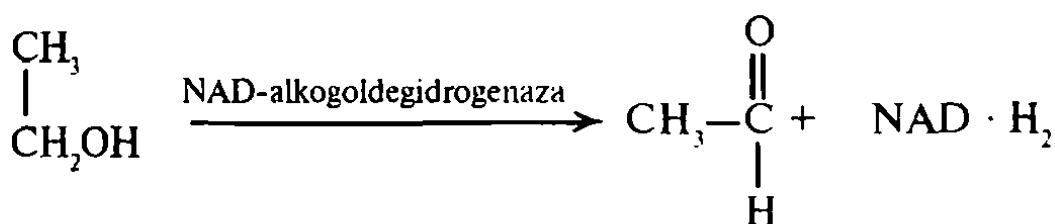
Fermentlarning spetsifikligi. Fermentlar tirik organizmlarda boradigan biokimyoviy reaksiyalarni katalizlaydi, ya'ni ularning biokimyoviy faoliyatini boshqarib turadi. Fermentlar anorganik katalizatorlardan farq qilib, spetsifik ta'sir qilish xususiyatiga ega. Bu spetsifiklik xususiyati tirik organizmlarga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

Absolut spetsifiklik. Agar ferment faqat bitta substratning parchalanish yoki hosil bo'lish reaksiyasini katalizlasa, bunda u absolut spetsifiklikka ega bo'ladi. Masalan, ureaza fermenti bitta modda — karbamidning karbonat anhidrid va ammiakkacha parchalanish reaksiyasini katalizlaydi. Ureaza hatto mochevina hosilalariga ham ta'sir ko'rsatmaydi:



karbamid

Absolut guruhii spetsifiklik. Bu xildagi fermentlarning mohiyati shundan iboratki, ular bir-biriga o'xshash tuzilgan birikmalarga ta'sir etadi. Masalan, alkogoldehidrogenaza, asosan etil spirtiga ta'sir etadi, lekin tarmoqlanmagan zanjirli yuqori molekular boshqa spirlarga ham ta'sir ko'rsatishi mumkin:



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

Stereokimyovii spetsifiklik. Bu xildagi spetsifiklikni faqat optik jihatdan faol bo'lgan moddalarda kuzatiladi. Moddalar almashinuvi jarayonlarida ishtirok etadigan ko'p tabiiy organik birikmalar optik jihatdan faol bo'ladi va organizmda biror-bir stereoizomer sifatida uchraydi. Agar reaksiyon muhit ikki xil izomerdan tashkil topgan aralashmadan iborat bo'lsa, stereokimyovii 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, laktatdegidrogenaza fermenti ham L-laktat kislotaning oksidlanish reaksiyasini katalizlaydi, D-shakldagi kislotaga ta'sir etmaydi.

Shunday qilib, fermentlarning spetsifikligi ularning eng asosiy xususiyatlaridan biridir.

VI.3. Fermentlar klassifikatsiyasi

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

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

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

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

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

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

1. Oksidoreduktazalar.
2. Transferazalar.
3. Hidrolazalar.
4. Liazalar.
5. Izomerazalar.
6. Ligaza (sintetaza)lar.

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.

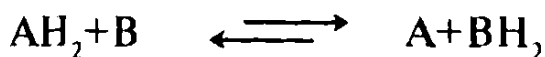
Shifrdagi uchinchi son ana shu kichik sinflarning sinfchalarini bildiradi. Bu sinfchalar oksidoreduktazalarda reaksiyada ishtirok etuvchi akseptorning turini ifodalaydi. Shifrdagi 3 ta son fermentning qaysi turga mansubligini ko'rsatadi. Masalan, 1,2-3-donori aldegid yoki keton bo'lgan va aktseptori molekular 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 substrat (donor)dan vodorod atomlari yoki elektronlarni ajratish bilan, qaytarilish reaksiyalari vodorod atom (elektron)larni akseptorga birlashtirish bilan boradi. Donorni *A* harfi bilan, akseptorni *B* harfi bilan ifodalansa, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari umumiy ko'rinishi quyidagicha bo'ladi:

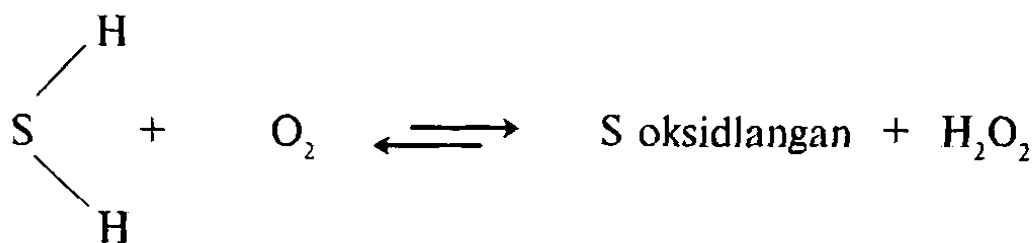
oksidoreduktaza



AH-vodorod donori, B-vodorod akseptori

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

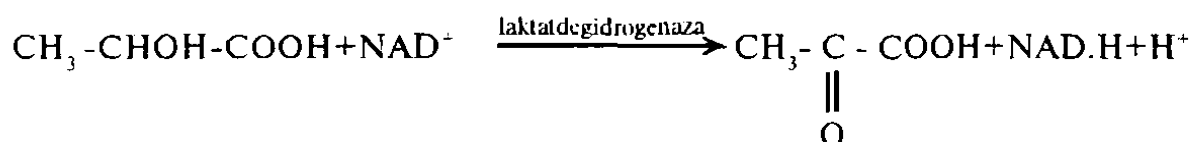
a) aerobli degidrogenazalar: ular vodorod atomlari yoki elektronlarni bevosita kislorod atomiga uzatadi:



S-substrat.

Bularga oksidazalar kiradi.

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

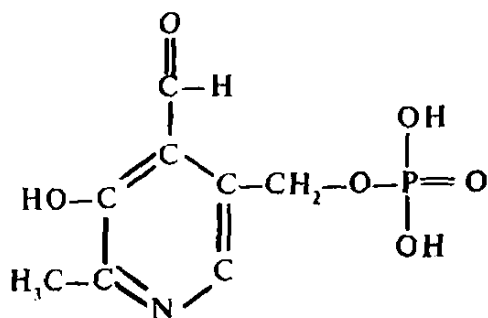


Transferazalar. Transferazalar ma'lum atomlar guruhining bir birikmadan ikkinchi birikmaga ko'chishini katalizlaydi.

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

Ularning kofermenti vitamin B₆ ning hosilasidir.

Shuningdek, metiltransferazalar metil guruhlarini (-CH₃) ko'chiradi; kreatinkinaza kreatinfosfat hosil bo'lishini katalizlaydi, geksokinaza geksoza molekulasiga fosfat guruhining ko'chirishni katalizlaydi.



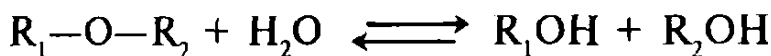
piridoksalfosfat

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 guruhlariga bo'linadi: esterazalar, glikozidazalar, peptidazalar, polifosfatazalar.

Esterazalar — efir bog'larini gidrolizlaydi:



Glikozidazalar — glikozid bog'larni gidrolizlaydi.

Peptidazalar — peptid bog'larni gidrolizlaydi.

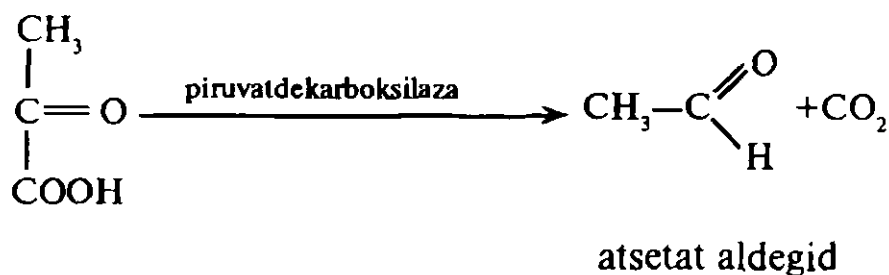
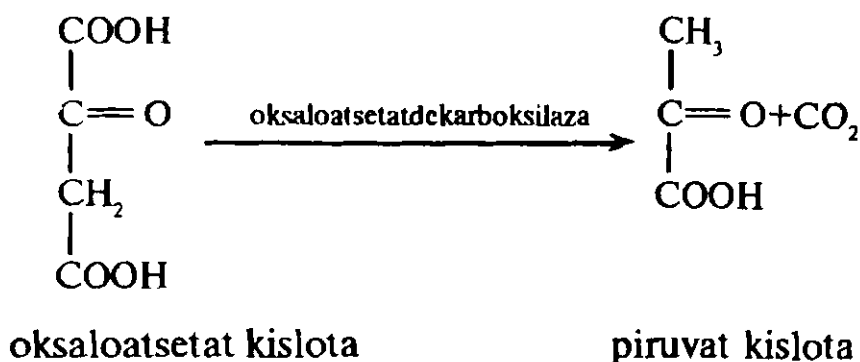
Polifosfatazalar — fosfoangidrid bog'larni gidrolizlaydi.

Liazalar — substratdan suv ishtirokisiz ma'lum guruhlarining 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 anhidrid va tegishli aminlar hosil bo'ladi, buni quyidagicha ifodalash mumkin:



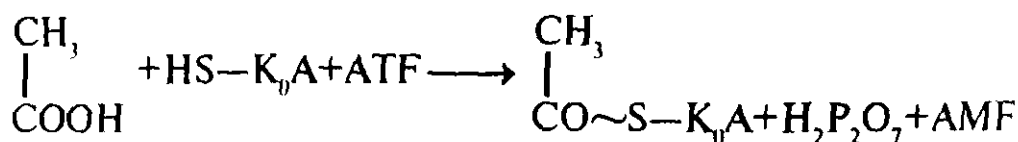
Ketokislotalarning dekarboksillanish reaksiyasi natijasida tegishli aldegid yoki ketonlar hosil bo'ladi.



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

Ligazalar (sintetazalar). Adenozintrifosfat va nukleozidtriofosfatlarning parchalanish energiyasi hisobiga sintez reaksiyalarini ligaza fermentlari katalizlaydi. Bu sinfga misol qilib atsil — K_6A — sintetaza, piruvatkarboksilaza va boshqalarni olish mumkin.

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



Atsetat kislota

atsetil KoA

pirofosfat

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

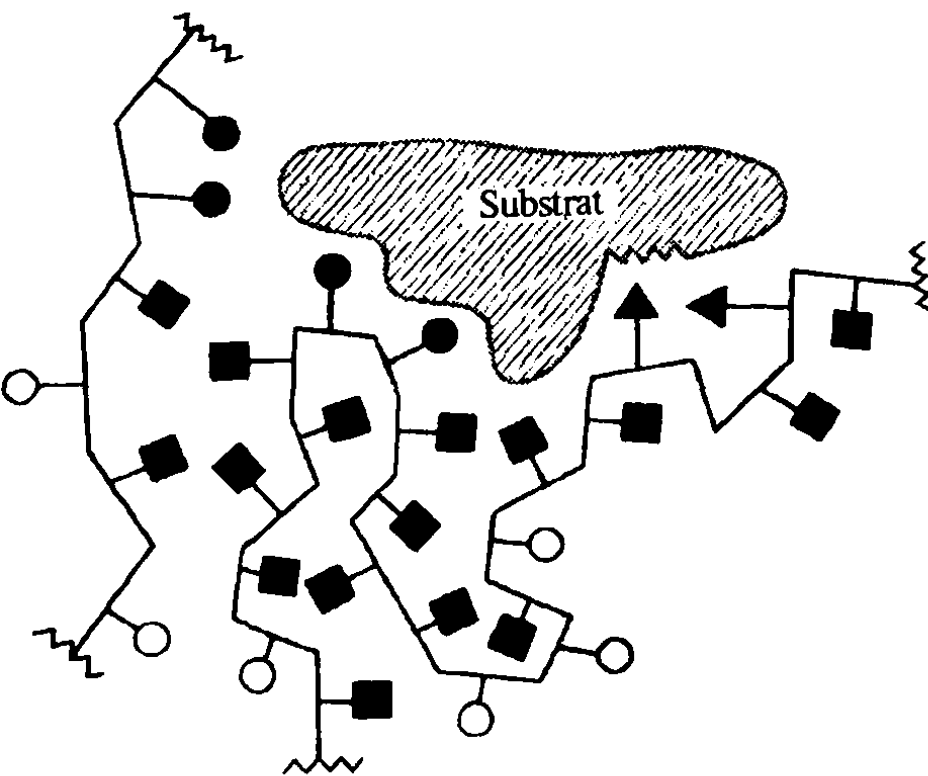
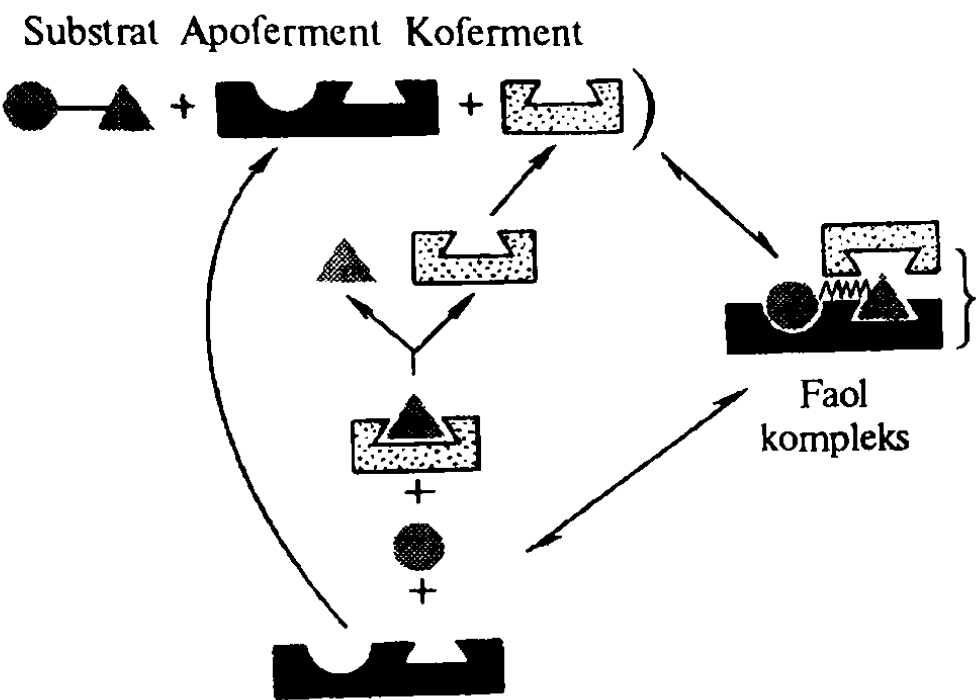
Barcha hujayralar uchun umumiy bo'lgan jarayonlarda ishtirok etadigan fermentlarni har xil hujayralarda uchratish mumkin. Ammo ixtisoslashgan hujayralarda faqat shu hujayralarning funksiyasi bilan bog'liq bo'lgan fermentlar uchraydi. Hujayralarning har bir struktura komponentida uning funksiyasi bilan bog'liq bo'lgan ayrim fermentlar yoki fermentlar sistemasi mujassamlashgan bo'ladi. Masalan, mitoxondriyalarda, 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.

IV.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 oshiradi. Bunday fermentlar qatoriga ko‘pchilik oksireduktazalar va transferazalar, barcha ligazalar, shuningdek bir qator izomerazalar kiradi.



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 guruhlarini ko'chirish	Elektronlar
Tiaminpirofosfat	Atsil guruhlarini ko'chirish	Elektronlar
Biotin	CO ₂ ni bog'lash	CO ₂
Piridoksalfosfat	Aminokislotalarni pereaminlash va boshqa reaksiya	
Tetrogidrofolat kislota	Bir uglerodli fragmentlar metabolizmi	
Kobamid kofermentlar	Maxsus reaksiyalar	

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

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

1. Vodorod va elektron tashuvchi kofermentlar — bu guruhga oksidoreduktaza sinfiga taalluqli fermentlar bilan bog'liq

nikotinamidli kofermentlar, flavinli kofermentlar, lipoat kislotasi va glutation kiradi;

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

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

Sinov savollari

1. Fermentlar haqida umumiy tushuncha bering.
2. Anorganik katalizatorlardan biologik katalizatorlarning farqini ayting.
3. Fermentlarning tuzilishini ayting.
4. Bir va ikki komponentli fermentlar haqida ayting.
5. Fermentlarning aktiv markazlari nima?
6. Kofermentlar va ularning funksiyalarini ayting.
7. Fermentlarning aktivligiga harorat qanday ta'sir qiladi?
8. Fermentlarning aktivligiga pH muhitining ta'sirini ayting.
9. Qanday birikmalar aktivatorlar deb ataladi?
10. Qanday birikmalar fermentlarning ingibitorlari deb ataladi?
11. Fermentlarning absolut va nisbiy spetsifikligiga 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;
- D) Ferment-substrat kompleksiga;
- E) 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, spetsifik;
- B) Multimer bo'lganligi;
- D) Biologik makromolekula;
- E) Vitamin bo'lganligi.

3. Fermentlarning aktivligi qanday omillarga bog'liq?

- A) pH muhit, harorat, aktivatorlar, ingibitorlar;
- B) Tashqi muhit;
- D) Birlamchi strukturasiga;
- E) To'rtlamchi strukturasiga

4. Fermentlarning sinflarga bo'linishida ularning qaysi xususiyati asos qilib olinadi?

- A) Ular kataliz qilinadigan kimyoviy reaksiyalar turiga;
- B) Fermentlarning tuzilishiga;
- D) Molekula massasiga;
- E) Reaksiyaning pH muhitiga.

5. Degidrogenazalar fermentlarning qaysi sinfiga mansub?

- A) Oksidoreduktazalar;
- B) Transferazalar;
- D) Izomerazalar;
- E) Ligazalar.

6. Transaminlanish reaksiyalari qanday ferment ishtirokida boradi?

- A) Aminotransferazalar;
- B) Hidrolazalar;
- D) Izomerazalar;

7. Peptid bog'ini qaysi ferment uzadi?

- A) Pepsin;
- B) Dekarboksilaza;
- D) Aminotransferaza;
- E) Amilaza.

8. Oksidlanish-qaytarilish jarayonini qaysi sinflari katalizlaydi?

- A) Oksidoreduktazalar;
- B) Hidrolazalar;
- D) Izomerazalar;

9. Kraxmalning quyidagi qaysi ferment parchalaydi?

- A) Amilaza;
- B) Katalaza;
- D) Saxaroza;
- E) Maltoza.

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

- A) Ligazalar;
- B) Transferazalar;
- D) Liazalar;
- E) Izomerazalar.

GORMONLAR

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

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

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

VII.1. Gormonlar klassifikatsiyasi

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

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

2. Aminokislotalarning hosilalari: katexolaminlar, tireoid gormonlar va boshqalar.

3. Steroid birikmalar-buyrak usti bezi steroidlari (kortikosteroidlar), jinsiy gormonlar (androgenlar, esterogenlar, gistonlar va boshqalar).

4. Prostaglandinlar.

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

VII.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 sistemi bilan endokrin sistema orasidagi munosabatlar gipotalamusning nerv hujayralarida ishlab chiqariladigan gumoral (*Humor* — lotincha suyuqlik) omillar 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) omillar yoki liberinlar deb ataladi. Ularning ba'zilar gipofiz gormonlari sekretsiasini sekinlashtirish qobiliyatiga ega bo'lganligi uchun statinlar (yunoncha statiros- to'xtatish) deb ataladi. Bu gormonlar 3-15 tagacha aminokislota qoldig'laridan tashkil topgan kalta peptidlardir. Bu gormonlar gipotalamusning nerv uchlarida sintezlanadi. Uning gormonlari umumiy qon oqimiga chiqarilmaydi, bevosita gipofizga portal kapillarlari orqali yetkaziladi.

Gipofiz gormonlari. Gipofiz o'zining gormonlari orqali boshqa ko'p ichki sekretsia bezlarining faoliyatini idora qilib turadi. Gipofizning uchta bo'lagi ham oqsil-peptid gormonlari ishlab chiqaradi. 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 muskullarning qisqarishini stimullaydi, gipofizning o'rta bo'lagi gormonlari — pigment granularining taqsimlanishini nazorat qiladi.

Gipofiz oldingi bo'lagining gormonlari:

1) o'sish gormon (somatotropin)- tananing o'sishini tezlashtiradi;

2) adrenokortikotrop gormon (AKTG, kortikotropin)- buyrak usti bezlarini stimullaydi;

3) laktogen gormon (LTG, luteotrop gormon, prolaktin)- sariq tana funksiyasini, sut ajralishini stimullaydi, tireotrop gormon (TSG, tireoid bezni stimullaydigan gormon) — qalqonsimon bezni stimullaydi, follikulalarni stimullaydigan gormon (FSG)- follikulalar yetilishi va spermatogenezni stimullaydi;

4) lyutenirlovchi gormon, linotronin yoki interstitsial (oraliq) hujayralarni stimullovchi gormon (IXSG) — tuxumdonlar va urug'donlarning interstitsial hujayralarida jinsiy gormonlar hosil bo'lishini stimullaydi, ovulatsiyani jonlantiradi, sariq tana hosil bo'lishiga ta'sir ko'rsatadi.

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

Oksitotsin silliq muskullarni, ayniqsa bachadon muskullarini qisqartiradi. U sutemizuvchi hayvonlarda sutning ajralishini 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.

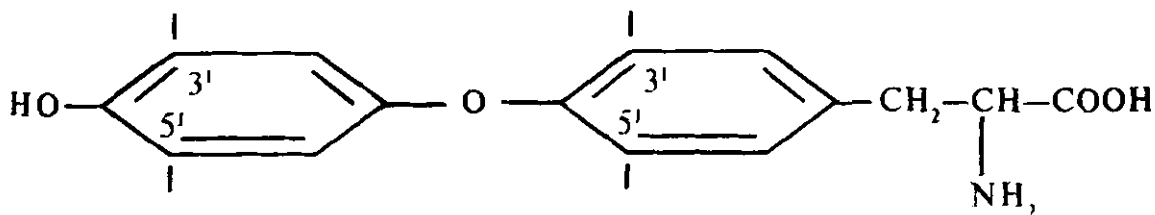
Gipofiz o'rta bo'lagining gormoni: Melanotropin stimullovchi gormon (MSG) deb ataladi. U geptapeptiddan iborat. Melanotropin terida pigment hosil bo'lishini tezlashtiradi.

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 kretinizmga olib keladi. Kretinizm hollarda odam bo'yi o'smay pakana, tana tuzilishi majruh va aqliy rivojlanmay qoladi. Miksedema holatlarida badanga shish kelib, to'qimalarda suv to'xtab qolishi, moddalar almashinuvining pasayishiga olib keladi.

Bez giperfunksiyasida bez ortiqcha miqdorda gormon ishlab chiqarib Basedov kasalligi shaklida nomoyon bo'ladi. Bezlarda moddalar almashinuvi keskin zo'rayib ketadi.

Qalqonsimon bez asosan tarkibida to'rtta yod atomi tutuvchi tiroksin gormonini ishlab chiqaradi. Tiroksin tarkibida 4 atom yod tutadi:



Paratireoid (qalqonsimon bez oldi) bezlarining gormoni. Bu bez paratgormon ishlab chiqaradi, oqsil tabiatiga ega.

Paratgormon qondagi kalsiy, fosfor va limon kislotalarining 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.

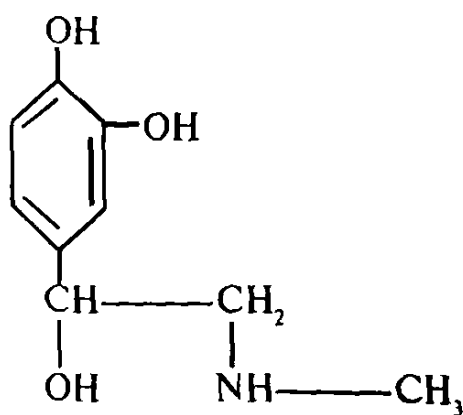
Oshqozon osti bezi gormonlari. Insulin oshqozon osti bezi gormoni organizmda insulin gormoni yetishmasligi uglevodlar almashinuvining buzilishiga olib keladi: qonda shakarning miqdorining ko'payishiga (giperglikemiya) va siydikda shakarning miqdori ortadi (glukozuriya), natijada qandli diabet kasalligi 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 glukokinaza fermentining faolligini oshiradi, ya'ni ATF ishtirokida glukoza -6- fosfat hosil bo'lishini katalizlaydi. Ikkinchidan glikogenning biosintezini tezlashtiradi. Uchinchidan glikogensintetazaning faolligini oshiradi.

Glukagon. Glukagon pankreatik bezning Langergens orolchalarining α -hujayralarida ishlanib chiqadi. U kristall holda ajratib olingan 29 ta aminokislota qoldig'idan tashkil topgan.

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

Buyrak usti bezi ikki qismdan — po'st qavati va miya qavatidan iborat. U adrenalin va noadrenalin gormonlarni ishlab chiqaradi:



Adrenalin

Buyrak usti bezi miya qavati adrenalini gormonni ishlab chiqaradi. Adrenalinning ishlanib chiqishini markaziy asab sistemasi idora etib turadi. Asab qo'zg'alganda adrenalin zo'r berib qonga o'tadi.

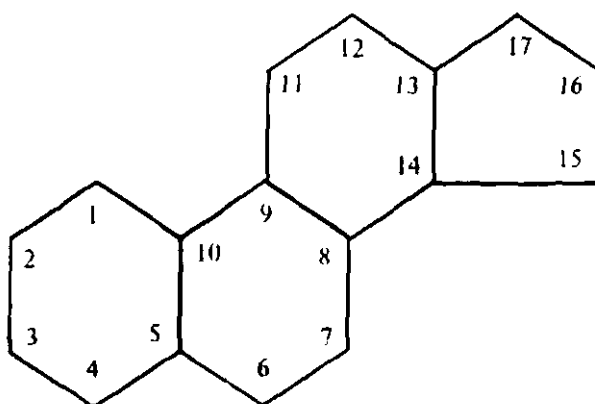
Buyrak usti bezlarining miya qavati adrenalidan tashqari noradrenalin ham ishlab chiqaradi. Noradrenalin tomirlar sistemasiga fiziologik jihatidan kuchli ta'sir ko'rsatadi, uglevodlar almashinuviga u sust ta'sir ko'rsatadi.

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

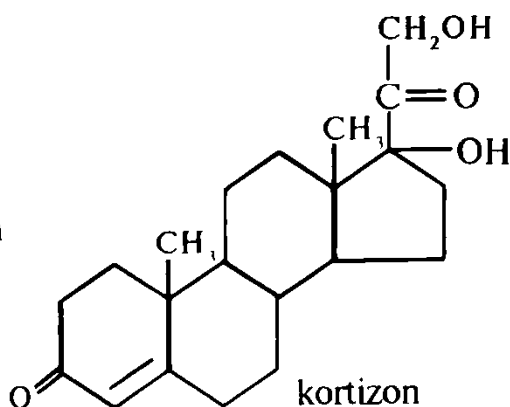
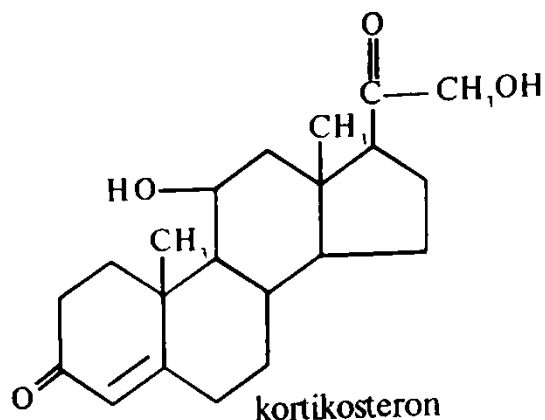
VII.3. Steroid gormonlar

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

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



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

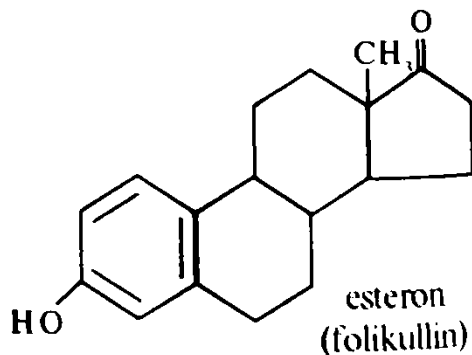
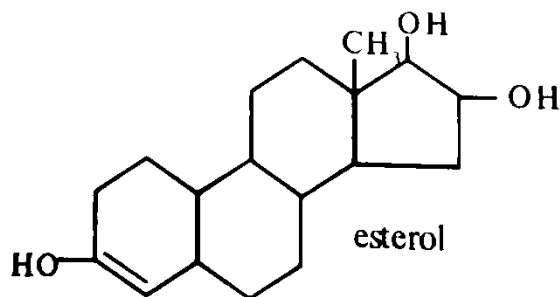


Kortikosteron va kortizonlar uglevodlar va oqsillar almashinuviga ta'sir ko'rsatadi.

Buyrak usti bezining funksiyasi pasayganda natriy, bikarbonatlar, xlor siydik bilan chiqib ketadi. Mineral kortikoidlar organizmda mineral — suv almashinuvini boshqarib turadi.

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.

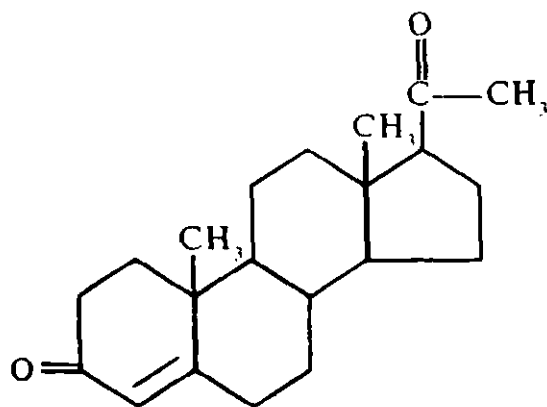
Jinsiy gormonlar. Jinsiy gormonlarni jinsiy bezlar: urug'donlar (Gonadalar) bilan tuxumdonlar ishlab chiqaradi.



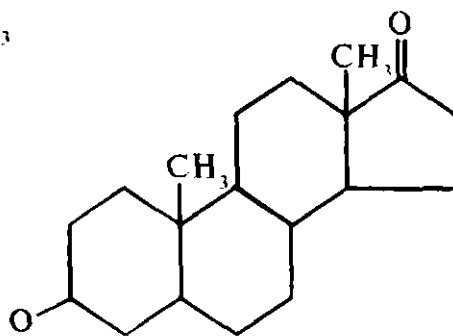
Ayollar jinsiy gormonlari — esteron uglevodorodidir. Ularning eng muhimi estradiol, estron (follikulin) va esteroldir.

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



androsteron

Erkak jinsiy gormonlari — androsteronning hosilalaridir.

Ular asosan urug'donlarda sintezlanadi. Odamlarda jinsiy bezlarning atrofiyalanib ketishi organizmda oksidlanish jarayonlarining susayishiga va yog' zaxiralarida yog' to'planishiga olib keladi.

VII.4. O'simlik gormonlari

Ko'p hujayrali organizmlarning hayot faoliyati bir qator regulator (boshqaruvchi) sistemalarning o'zaro munosabati natijasida boshqarilib turadi. Bu sistemaga hujayra, to'qima, a'zo va yaxlit organizmni boshqaruvchi regulatorlar guruhi kiradi. Bunday murakkab boshqarish sistemasini o'zaro bir-biriga bog'lashda huddi 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 regulatsiyasida 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 differensiyasi 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 (regulator) moddalar quyidagi guruhlariga bo'linadi:

Tabiiy fitogormonlar: auksinlar, gibberellinlar, sitokininlar.

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 β -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 uzayishi va egilishi jarayonida, mevalarning 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 sitrus 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. Bulardan eng muhimlari indolin moy kislota va naftilatsetat kislotaadir.

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

Gibberellinlarning kashf etilishi yapon olimlari Kurosava, Yabuta va Sumikilarning sholining "bakanaya" (Shum poyalar) kasalligini o'rganish yuzasidan olib borgan tadqiqotlari bilan bog'liq. Bu kasallikka 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_2 , A_3 , A_4 , A_5 va hokazo belgilar bilan ifodalanadigan bo'lgan.

1956-yilda yuksak o'simliklar to'qimalaridan birinchi marta gibberellin ajratib olingan. Keyinchalik ular o'simliklarning turli qismlarida ildizi 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 poyasining bo'yiga o'sishida katta ahamiyatga ega. Ularning bunday xususiyati ayniqsa bir pallali o'simliklarga mansub bo'lgan boshqodoshlar oilasi vakillarida yaqqol ko'rinadi. Gibberellin 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, α -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 holida ishlatiladi, ular kuchsiz.

Sitokininlar. O'simliklar hujayrasining bo'linishini jadallashtiruvchi, qarishiga va urug'ning tinim davridagi jarayonlarga ta'sir ko'rsatuvchi hamda o'sishning boshqa tomonlari boshqarilishida ishtirok etadigan bir qator organik birikmalar sitokininlar 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 sitokininlarga 6- benzilaminopurin kiradi.

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

Sitokinninlar 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 sitokinninlar 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'sirida poya va ildizlarning bo'yiga o'sishi to'xtaydi. U ba'zi o'simliklarning, masalan, ananasning gullashini tezlashtiradi.

Fitonsidlar 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 fitonsid (*Phyton* — o'simlik, *coedere* — o'ldirish) deb nom bergan. Fitonsidlar o'simliklar hayotida muhim ahamiyatga ega bo'lgan moddalar hisoblanadi va ulardagi tabiiy immunitet hosil qiluvchi omil bo'lib xizmat qiladi. Ko'pchilik uchuvchan fitonsidlar o'simliklarni zararkunanda hasharotlardan 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, hasharotlardan 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 nospetsifik ta'sir ko'rsatish xususiyatiga ega. Masalan, piyoz va sarimsoq piyoz fitontsidlari xilma xil mikroorganizmlarni, shu jumladan, bu o'simliklarga zarar yetkazmaydigan

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 moddadir. Odatda, fitoaleksinlar, asosan, 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 jadallashtiruvchi modda sifatida namoyon bo'ladi, xolos.

Sinov savollari

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

Gormon mavzusiga oid test savollar

1. Gormonlar qanday funksiyani bajaradi?

- A) Regulatorlik;
- B) Katalitik;
- D) Transport;
- E) Sintetik.

2. Quyidagi qaysi gormonlar oqsil tabiatiga ega?

- A) Folikulyatimullovchi gormon;
- B) Esterol;
- D) Kortizon;
- E) Andosteron.

3. Quyidagi qaysi gormonlar aminokislotalar hosilalariga kiradi?

- A) Tireoid;
- B) Insulin;
- D) Gormonlar;
- E) Prostaglandinlar.

4. Quyidagi qaysi gormon qalqonsimon bez gormonidir?

- A) Tiroksin;
- B) Insulin;

- D) Paratreoid;
- E) Glyukagon.

5. Oshqozon osti bezida sintezlanadigan gormonlarni ko'rsating.

- A) Insulin;
- B) Adrenalin;
- D) Kartizon;
- E) Glukoza.

6. Steroidli gormonlar sintezlanadi:

- A) Buyrak usti bezlarida;
- B) Qalqonsimon bezida;
- D) Jinsiy bezlarda;
- E) 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;
- D) Gipofizning orqa bo'lagida.

8. Insulin gormoni kimyoviy tarkibi jihatidan quyidagi qaysi sinfga kiradi?

- A) Oqsil-peptid tabiatli;
- B) Aminokislotalarning hosilalari;
- D) Steroidli birikmalar.

9. Gipofizning orqa bo'lagi gormonlari:

- A) Oksitotsin va vazopressin
- B) Oksitotsin, somatotropin
- D) Prolaktin, adrenokortikotrop

10. Glukagon gormonini ishlab chiqaradigan bez:

- A) Oshqozon osti bezi;
- B) Buyrak usti bezi;
- D) Qalqonsimon bez.

MODDALAR ALMASHINUVI

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, ularni organ va to'qimalarining tuzilishi uchun zarur material va energiya manbayi sifatida foydalanib, keraksiz moddalarni tashqariga chiqarib turadi.

Ovqatlanish tipiga qarab, barcha organizmlarni ikkita guruhga bo'linadi: birinchi guruh, ya'ni avtotroflarga kiradigan organizmlar tashqi muhitdagi anorganik moddalarga muhtoj bo'lib, tashqi muhitdan olinadigan energiya yordamida ulardan hayot uchun zarur barcha moddalarni sintezlaydi. Masalan, yashil o'simliklar o'zlaridagi xlorofill pigmenti ishtirokida quyosh energiyasi hisobiga CO_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 manbayi sifatida tayyor organik moddalardan (masalan, glukoza, aminokislotalar va yog' kislotalardan) foydalanadi. Ular geterotrof organizmlar deyiladi.

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 ikki muhim jarayondan katabolizm va anabolizm iborat. Yuqori molekular organik birikmalar: uglevodlar, oqsillar va yog'larning fermentativ o'zgarishi natijasida kichik molekulalarga parchalanishi katabolizm deb ataladi. Katabolizm

jarayoni davomida murakkab organik molekulalardagi 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 tuzadi. Anabolizm o'sish, rivojlanish energetik materiallarning jamg'arilishi kabi muhim hayotiy jarayonlarni ta'minlaydi.

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

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

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

VIII.2. Uglevodlar almashinuvi

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

Hayvon organizmining nafas olish jarayonida uglevodlarning umumiy oksidlanish reaksiyasi quyidagicha:



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

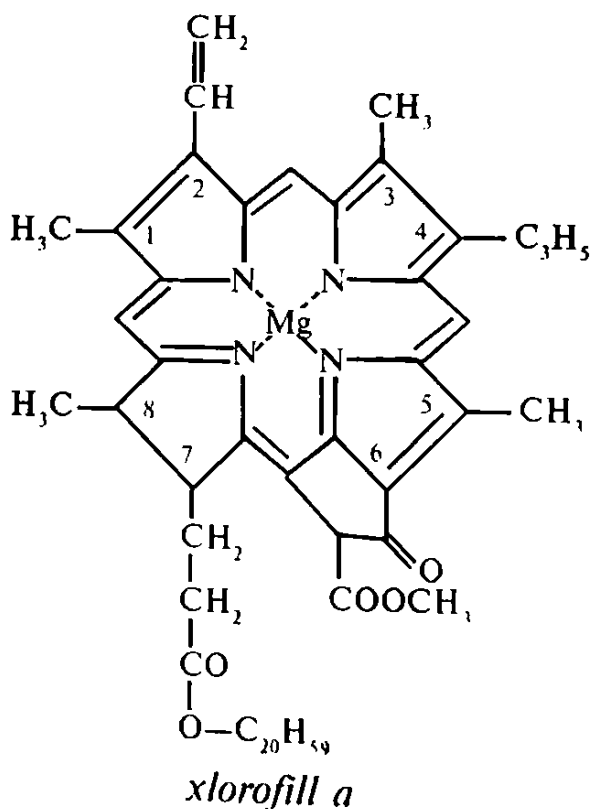
VIII.3. Fotosintez

Quyosh nuri ta'sirida o'simliklarning yashil barglarida karbonat anhidrid 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 reaksiyalarga bo'lish mumkin. Bu har ikkala reaksiya ham xloroplastlar strukturasi bog'liq. Karbonat anhidridni o'zlashtirish bilan bog'liq bo'lgan va yorug'lik talab qilmaydigan reaksiyalar xloroplastlarning stroma qismida boradi. Fotokimyoviy reaksiyalar va ular bilan bog'liq bo'lgan elektronlarning ko'chirilish reaksiyalari xloroplastlarning lamellalarida boradi.



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

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



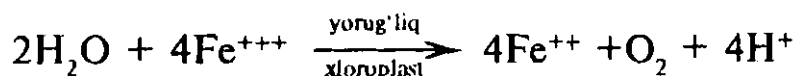
bunda Xl — xlorofill, $h\nu$ — yorug'lik energiyasi, Xl^* — xlorofillning qo'zg'algan R molekulasida.

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 nikotinamidadenindinukleotidfosfat ($NADP^+; H_2$) va adenozintrifosfat (ATF)dir. Bu moddalar qorong'ida karbonat angidridni o'zlashtirish bilan bog'liq bo'lgan reaksiyalarda muhim ahamiyatga ega. Shuning uchun Aruni $NADP^+; H_2$ bilan ATFni o'zlashtiruvchi omil (assimilyatsion omil) deb atagan.

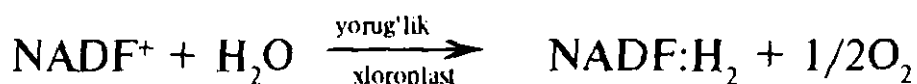
Yorug'da boradigan fotosintez reaksiyalarida $NADP^+; H_2$ va ATF hosil bo'lishi bilan bir vaqtda molekular kislorod ham ajralib chiqadi.

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 CO_2 dan oksidlovchi kofaktor sifatida foydalana olmagan va bu reaksiyada CO_2 ishtirok etmaydi, degan xulosa

kelgan. 1956-yilda Arnon nishonlangan atomlaridan foydalanib, xloroplastlarda 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 pridinukleotidreduktazaning 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 CO_2 emas, balki suv ekanligini nishonlangan H_2O^{18} yordamida isbotlandi.

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

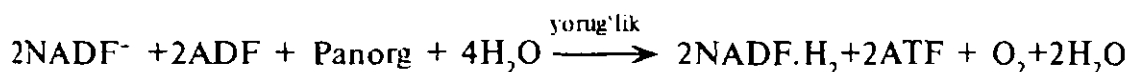
Fotosintetik fosforlanish reaksiyalari ikki asosiy guruhga: siklik (halqali) fotosintetik fosforlanish va siklik bo'lmagan (halqasiz) fotosintetik fosforlanishga bo'linadi.

Siklik fotofosforlanish. Bu jarayonda yorug'lik energiyasi faqat ATF sintezlanishi uchun sarflanadi. Siklik fotofosforlanish

reaksiyasi anaerob sharoitda bog'ri uchun kislorod ishtirok etishini talab qilmaydi. Reaksiya davomida kislorod yutilmaydi va ajralib chiqmaydi.

Siklik fotofosforlanish reaksiyalarida quyoshning yorug'lik energiyasini yutgan xlorofill qo'zg'algan holatga o'tadi. Bunday holatdagi xlorofill molekulasida elektronlar donori sifatida yuqori potensialga 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. Shundan 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 molekular kislorod ajralib chiqadi:



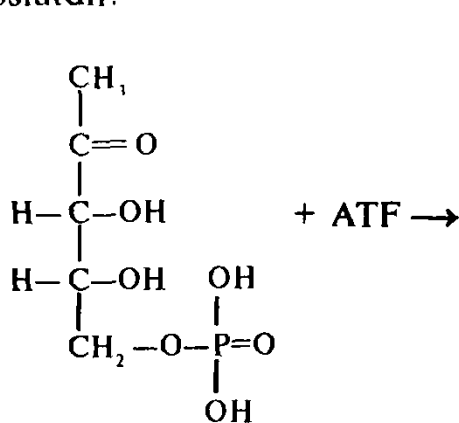
Reaksiya natijasida hosil bo'ladigan ATF, NADF·H₂ va O₂ ning steximometrik miqdori 1:1:1 nisbatda bo'ladi.

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'liqinli qizil nurlarini yutish xususiyatiga ega. II pigment tizim esa 670 nm uzunlikdagi nurlarni yutuvchi xlorofill a, xlorofill va boshqa pigmentlardan iborat bo'lib, yorug'lik spektrining qisqa to'liqinli nurlarini yutish xususiyatiga ega.

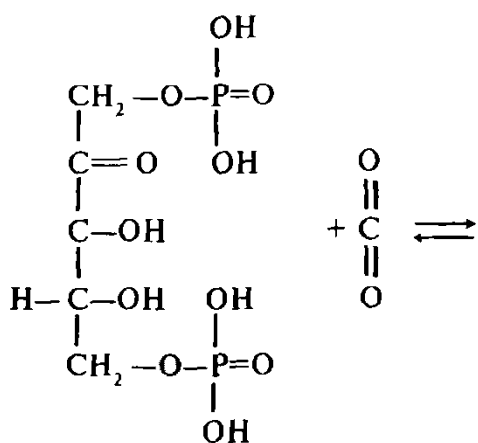
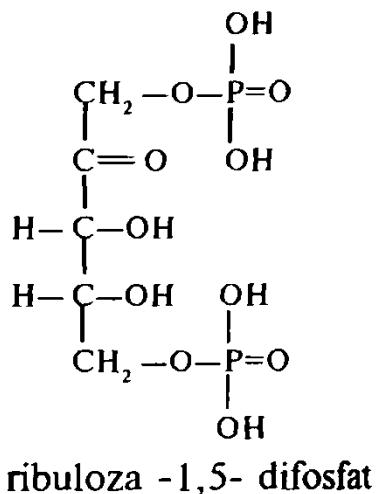
Ikki fotokimyoviy tizimning o'zaro ta'siri natijasida ATF, NADF·H₂ hosil bo'ladi. Suvning parchalanishi natijasida molekular kislorod ajralib chiqadi.

Fotosintezning yorug'lik reaksiyalarida hosil bo'lgan NADF·H₂ va ATF karbonat angidridni o'zlashtirish uchun sarflanadi. Bu jarayon quyidagi yo'llar bilan amalga oshiriladi.

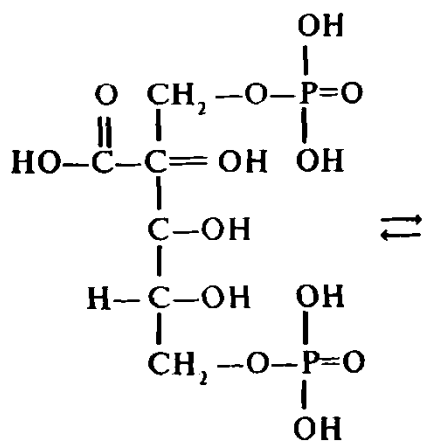
Fotosintezning qorong'ulik reaksiyalari qorong'ida boradigan reaksiyalarda karbonat anhidrid uglevodlargacha qaytariladi, buning uchun ma'lum miqdor energiya sarflanishi kerak. Energiyani yorug'lik reaksiyalarida hosil bo'lgan ATF dan oladi. Kalvin nazariyasiga muvofiq, karbonat anhidridning akseptori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



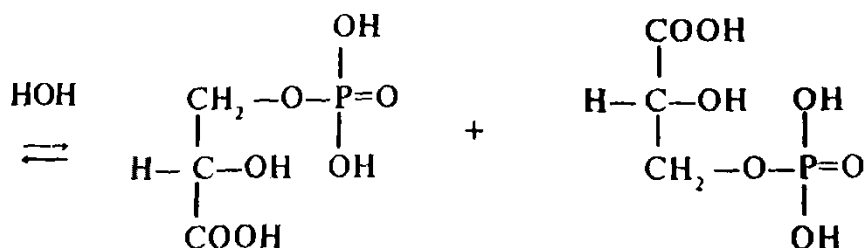
Rubuloza -5- fosfat



Ribuloza -1,5- difosfat



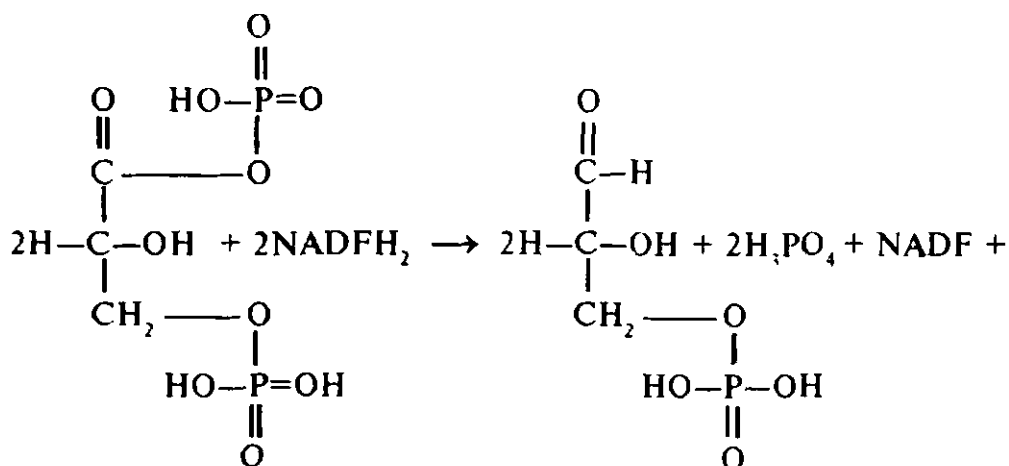
oraliq modda



3-fosfoglitserat kislota

Hosil bo'lgan ribuloza - 1,5-difosfat CO_2 ni biriktirish 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.

Trioza fosfatdehidrogenaza fermenti ishtirokida 1,3-difosfoglitserat kislotadan 3-fosfoglitserin aldegid hosil bo'ladi, bu reaksiyada NADP.H_2 ham ishtirok etadi.



1,3-difosfoglitserat kislota

3-fosfoglitserat aldegid

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

VIII.4. Uglevodlarning parchalanishi

Tirik organizmlarda boradigan moddalar almashinuvi jarayonlarida uglevodlar muhim ahamiyatga ega. Avvalo bu birikmalar hujayra va to'qimalarda sodir bo'ladigan barcha sintetik reaksiyalarni energiya bilan ta'minlovchi asosiy manbalardan biri hisoblanadi. Shubhasiz, uglevodlarning karbonat anhidrid va suvgacha parchalanishi natijasida ularda to'plangan kimyoviy energiya ajralib chiqadi va energiyaga boy bo'lgan maxsus birikmalar -ATF ning makroergik bog'larida to'planadi. Biroq uglevodlarning tirik organizmlarda bajaradigan vazifasi faqat ularga

energiya yetkazib berish bilan chegaralanib qolmaydi. Ularning parchalanishida bir qator oraliq birikmalar hosil bo'lib, bu birikmalar tirik organizmlarda uchraydigan boshqa organik moddalarning asosini tashkil etadigan yog' kislotalar, aminokislotalar va boshqa birlamchi mahsulotlar manbai hamdir.

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

Monosaxaridlarning fosforli efirlari, xususan, glukoza-6-fosfat hujayra va to'qimalarda ikki xil yo'l bilan parchalanadi. Birinchi xil parchalanish ikki bosqichdan iborat bo'lib, avval, glukoza-6-fosfat ikkita uch uglerodli birikma — piruvat kislotalargacha parchalanadi. Bu jarayon kislorodsiz sharoitda boradi va anaerob parchalanish yoki *glikoliz* deb ataladi. Glikolizda juda kam energiya ajralib chiqadi. Ikkinchi bosqichda esa piruvat kislota karbonat angidrid bilan suvgacha to'liq parchalanadi. Monosaxaridlar parchalanishining bu bosqichi faqat kislorodli sharoitda borganligi uchun aerob parchalanish yoki di-trikarbon kislotalar *Krebs sikli* deb ataladi. Ko'pincha bu jarayon sitrat yoki Krebs sikli deb yuritiladi. Piruvat kislotalarning karbonat angidrid va suvgacha parchalanishida bir qator oraliq moddalar, di- va trikarbon kislotalar ishtirok etib, ularning bir-biriga aylanishi halqadan iborat. Glukoza-6-fosfatning birinchi yo'lda parchalanishi ikkita uch uglerodli birikma hosil bo'lishi bilan borganligi uchun bu yo'l ko'pincha dioxotomik parchalanish deb ham ataladi.

Glukoza-6-fosfatning ikkinchi xil parchalanishi uning oksidlanishi bilan bevosita bog'liq. Bunda glukoza-6-fosfatdan bir molekula karbonat anhidrid 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.

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

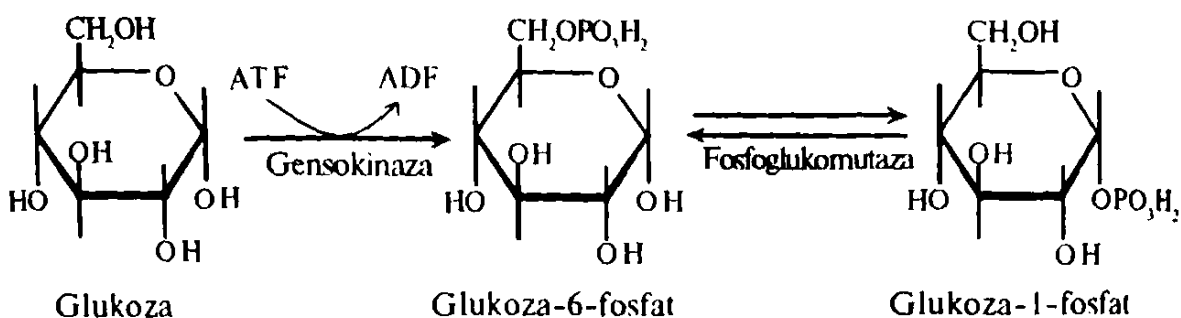
Suvda yaxshi eriydigan oddiy shakarlar - monosaxaridlarga parchalanmasdan oldin, ichak devori orqali qonga so'riladi. Qolgan uglevodlar oshqozon-ichak yo'lida glikozid bog'lar gidrolizini katalizlovchi fermentlar-glikozidazalar ta'siri bilan monosaxaridlarga parchalanadi.

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

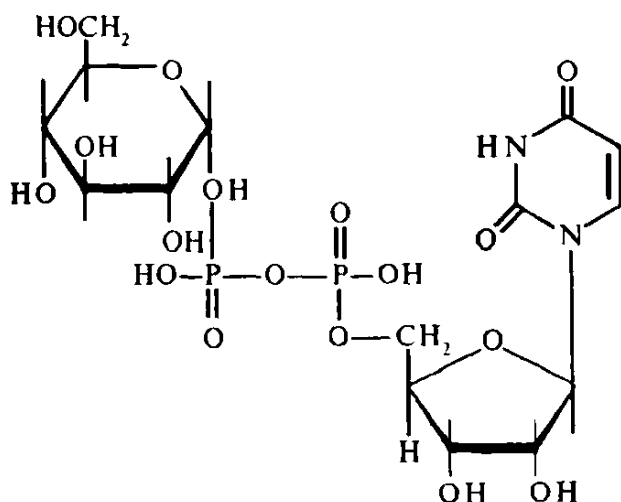
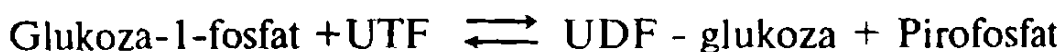
Uglevodlarning butunlay hazm bo'lishidan hosil bo'lgan mahsulotlar - glukoza, galaktoza va fruktoza ichak hujayralari orqali qonga o'tadi. Ichak yo'lidan o'tadigan glukoza vena qoni bilan jigarga borib, bu yerda bir qismi ushlanib qoladi, jigarda glukoza glikogenga aylanadi. Bir qismi qon oqimi bilan boshqa a'zo va to'qimalarning hujayralariga yetib boradi.

Glikogenning sintezi va parchalanishi. Glikogen yuqori molekulali polisaxarid bo'lib, jigarda ko'p miqdorda to'planadi.

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



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



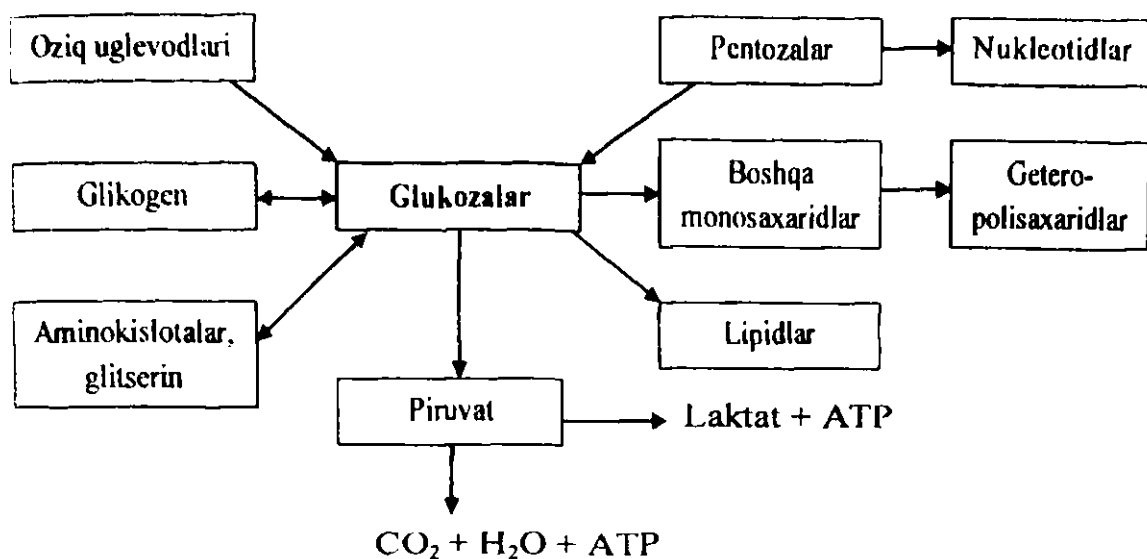
Uridindifosfatglukoza
(UDF-glukoza)

Glukoza metabolizmining umumiy sxemasi.

1. Uglevodlarning glikogen ko'rinishidagi zaxirasi.
2. Glikogenning sarf etilishi.
3. Glukoza katabolizmi.

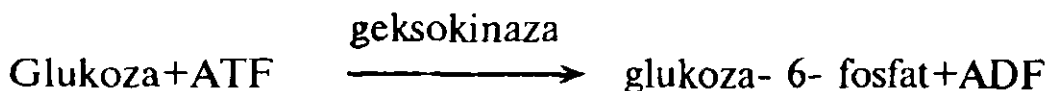
Glukoza uglevodlarning energetik va plastik funksiyalari o'rtasida bog'lovchi halqa rolini o'ynaydi, chunki boshqa hamma monosaxaridlar glukozadan hosil bo'lishi va aksincha turli tuman monosaxaridlar glukozaga aylanishi mumkin.

VIII.6. Uglevodlarning anaerob parchalanishi. Glikoliz



Glikoliz jarayoni bir necha bosqichdan iborat:

1. Glikolizning birinchi bosqichida glukoza fosforlanadi va glukoza-6-fosfatga aylanadi. Bu reaksiya geksokinaza fermenti ishtirokida katalizlanadi:

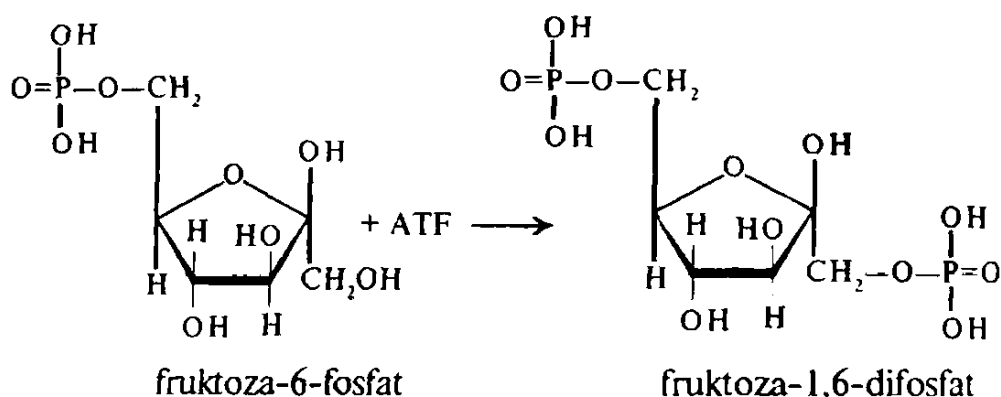


Glukoza-6-fosfat o'simliklar to'qimasida boshqa yo'l bilan ham hosil bo'lishi mumkin. Kraxmal va shunga o'xshash tarkibida glukoza tutuvchi polisaxaridlar fosfat kislota bilan reaksiyaga kirishishi tufayli ham glukoza-6-fosfat hosil bo'ladi. Bu jarayon o'simliklarda ko'p uchraydigan fosforilaza fermenti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

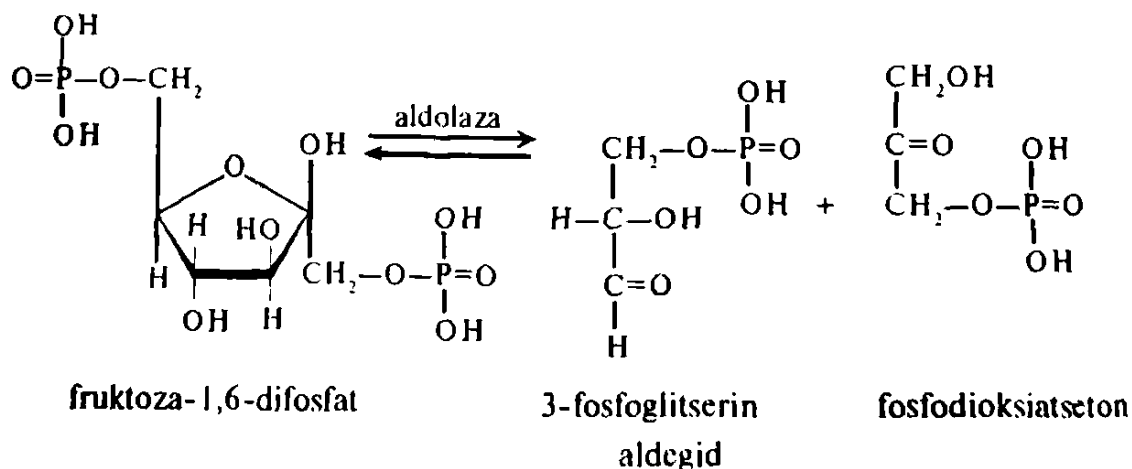
2. Glukoza-6-fosfat izomerlanib, fruktoza-6-fosfatga aylanadi. Reaksiya fosfoglukomutaza fermenti ishtirokida tezlashadi:



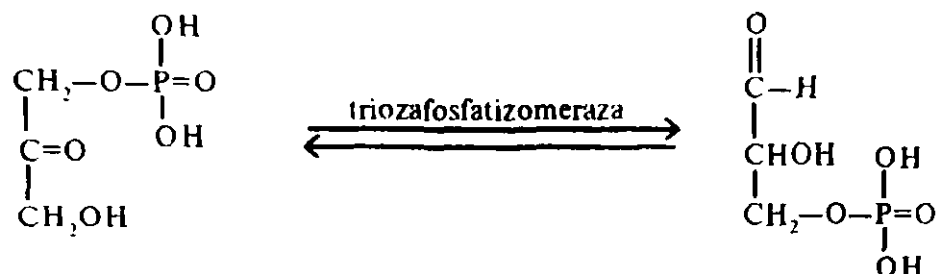
3. Navbatdagi reaksiyada fruktoza-6-fosfat yana bir marta fosforlanadi va fruktoza-1,6-difosfatga aylanadi. Reaksiya fosfofruktokinaza fermenti ishtirokida katalizlanadi va bir molekula ATF sarflanadi:



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



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

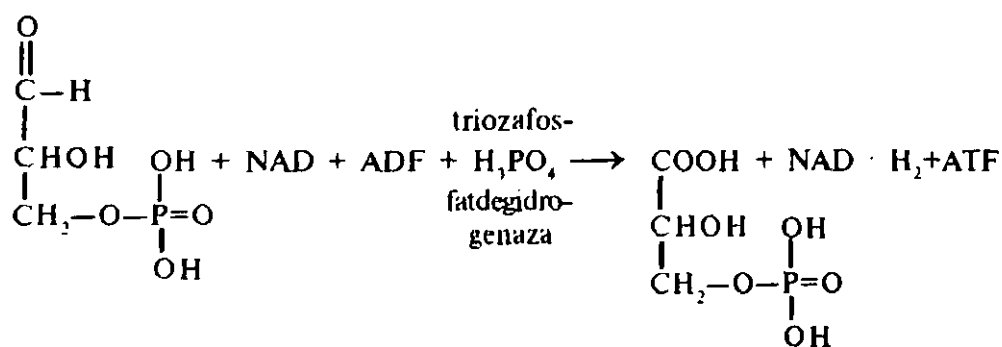


fosfodioksiatseton

3-fosfoglitserin aldegid

Bundan keyingi reaksiyalarda faqat 3-fosfoglitserin aldegid ishtirok etganligi uchun uning miqdori doim kamayib turadi, bu esa reaksiya ko'proq o'ng tomonga qarab ketishidan darak beradi. Binobarin, fruktoza-1,6-difosfatning bir molekulasidan ikki molekula 3-fosfoglitserin aldegid hosil bo'ladi, deb hisoblash mumkin.

6. Navbatdagi reaksiyada 3-fosfoglitserin aldegid oksidlanib, 3-fosfoglitserat kislotaqa aylanadi. Bu glikolizning asosiy reaksiyalaridan biri bo'lib, uning umumiy ko'rinishi quyidagicha:

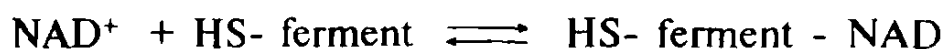


3-fosfoglitserat kislota

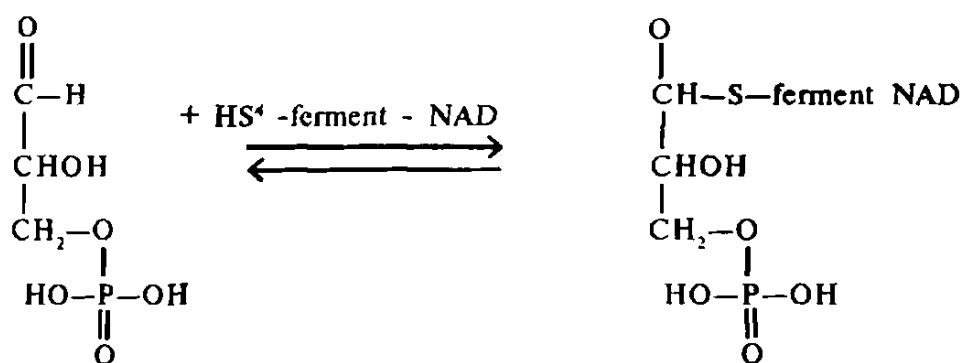
3-fosfoglitserin aldegid

Yuqoridagi reaksiya tenglamasidan ma'lum bo'lishicha, bu reaksiyani katalizlovchi triozafosfatdegidrogenaza fermentining faol qismini NAD tashkil qiladi. O'simliklarda bu fermentning faol qismi sifatida NADF ham ishtirok etishi mumkin. Shu bilan birga reaksiyada ADF va fosfat kislota ham qatnashib, 3-fosfoglitserin aldegidning oksidlanishi natijasida ajralib chiqqan energiyaning ATF ga aylanishida ishtirok etadi.

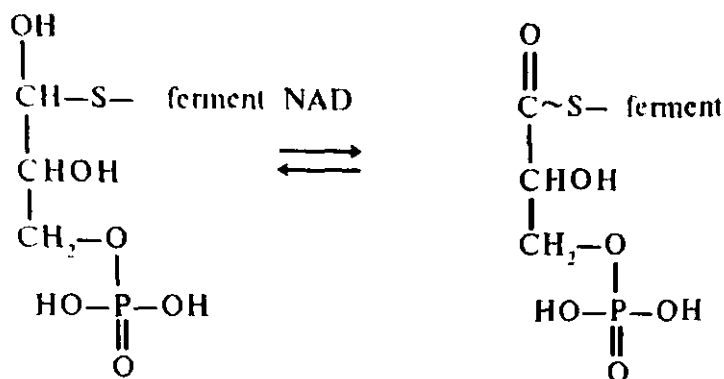
3-fosfoglitserin aldegidning oksidlanishi bir necha bosqichdan iborat. Reaksiyaning birinchi bosqichida triozafosfat degidrogenaza fermentining birorta triptofan qoldig'i bilan NAD o'rtasida kompleks hosil qiladi:



Hosil bo'lgan NAD-ferment kompleksi fosfoglitserin aldegid bilan o'zaro reaksiyaga kirishadi. Bunda fosfoglitserin aldegid fermentning SH-guruhi bilan birikadi:

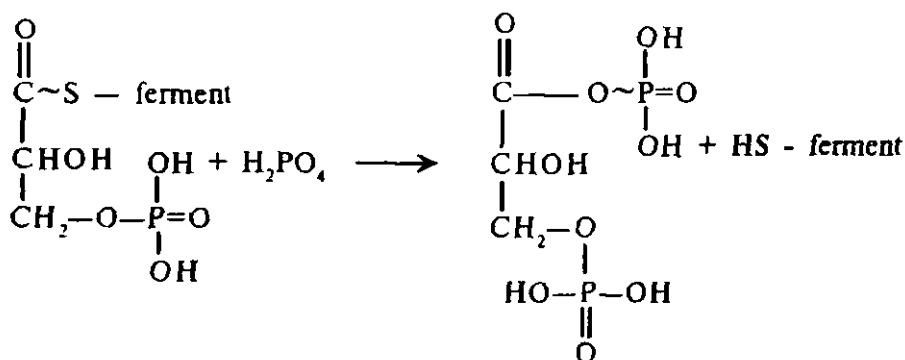


Keyinchalik bu kompleks degidratatsiyalanishi natijasida fosfoglitserin aldegidning ikkita vodorod atomi fermentning faol qismi hisoblangan NAD yoki NADF ga ko'chadi:



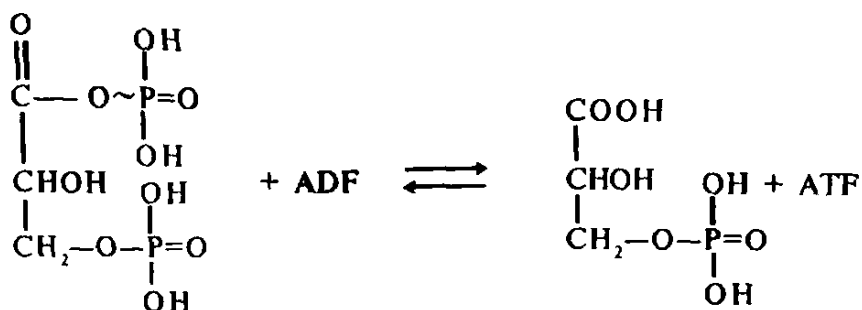
Degidratatsiya reaksiyasida NAD yoki NADF qaytariladi. Bundan tashqari, 3-fosfoglitserat kislota bilan sistin qoldig'i orqali atsillashgan ferment hosil bo'ladi. Bu kompleks tarkibida energiyaga boy bo'lgan C~S bog' bor. Bu bog' aldegid guruh kislotali guruhigacha oksidlanishi natijasida hosil bo'ladi.

Reaksiyaning navbatdagi bosqichida atsil-ferment fosforolizga uchraydi. Bunda atsil-ferment bilan fosfat kislota o'rin almashinadi, natijada makroergik karboksifosfatga ega bo'lgan 1,3-difosfoglitserat kislota hosil bo'ladi va 5H-ferment ajralib chiqadi:



1,3-difosfoglitserat kislota

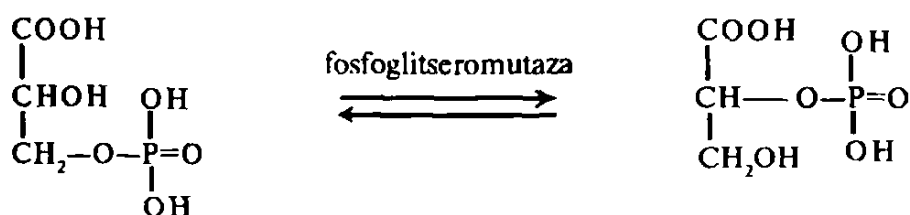
Reaksiyaning keyingi bosqichida 1,3-difosfoglitserat kislota ADF bilan qayta fosforlanish reaksiyasiga kirishib, ATF va 3-fosfoglitserat kislota hosil qiladi. Bu reaksiya fosfoglitseratkinaza fermenti ishtirokida katalizlanadi:



1,3-difosfoglitserat kislota

3-fosfoglitserat
kislota

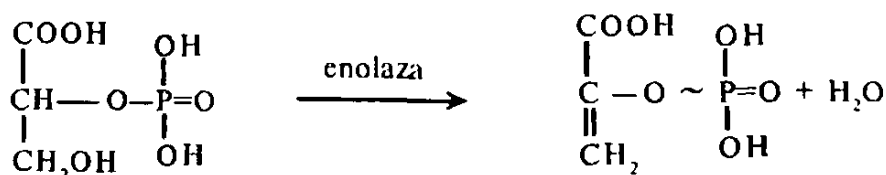
7. Glikolizning navbatdagi reaksiyasida 3-fosfoglitserat kislota fosfoglitseromutaza fermenti ishtirokida izomerlanib, 2-fosfoglitseromutaza fermenti ishtirokida izomerlanib, 2-fosfoglitserat kislotaga aylanadi:



3-fosfoglitserat kislota

2-fosfoglitserat
kislota

8. Navbatdagi reaksiyada 2-fosfoglitserat kislota bir molekula suv ajratishi hisobiga fosfopiruvat kislota enol shakliga aylanadi. Reaksiya enolaza fermenti ishtirokida katalizlanadi:



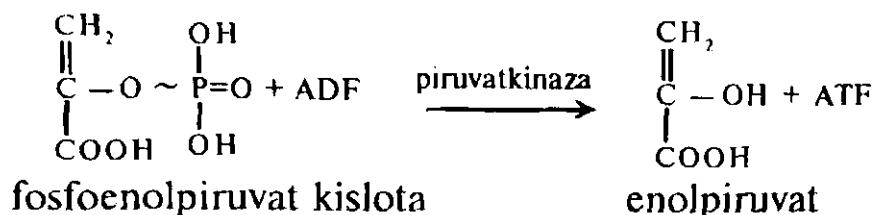
2-fosfoglitserat kislota

fosfoenolpiruvat kislota

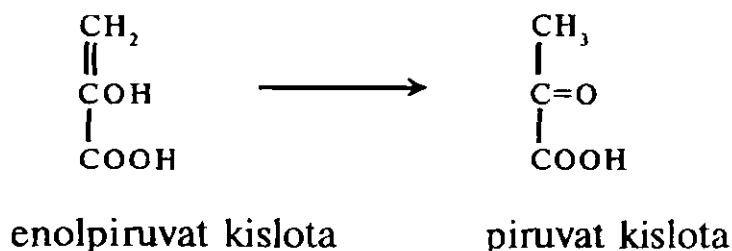
Yuqoridagi reaksiya energetik nuqtayi nazardan ma'lum ahamiyatga ega. Chunki enollanish reaksiyasi natijasida ichki

molekular energiyaning qaytadan taqsimlanishi tufayli energiyasi kam bo'lgan efir bog' energiyaga boy bo'lgan fosfat bog'ga aylanadi.

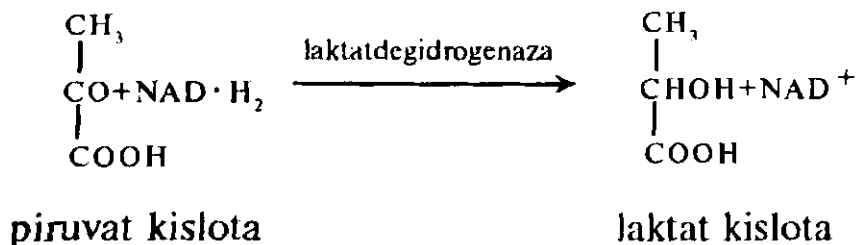
9. Fosfoenolpiruvat kislota piruvatkinaza fermenti ishtirokida o'zining energiyaga boy bo'lgan fosfat guruhini ADF ga ko'chiradi va ATF hosil bo'ladi. Reaksiya natijasida enol shakldagi piruvat kislota hosil bo'ladi:



10. Enolpiruvat kislota o'z-o'zidan piruvat kislota aylanadi:



11. Piruvat kislota dan, asosan, laktat kislota hosil bo'ladi. Piruvat kislota ning laktat kislota gacha qaytarilishi $\text{NAD} \cdot \text{H}_2$ ishtirokida amalga oshadi, bu jarayon laktatdehidrogenaza fermenti ishtirokida katalizlanadi:



VIII.7. Sitrat kislota sikli. Krebs sikli

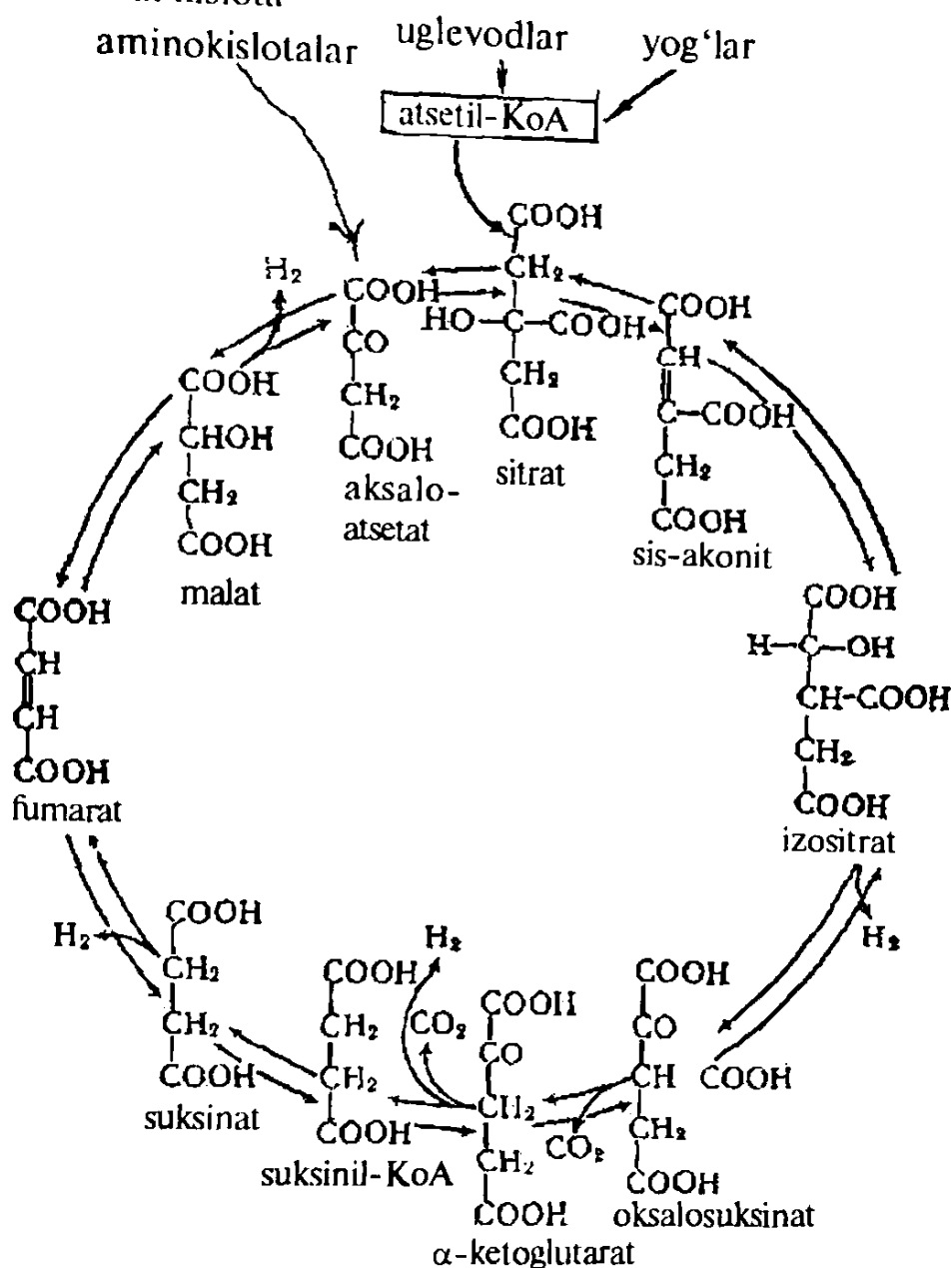
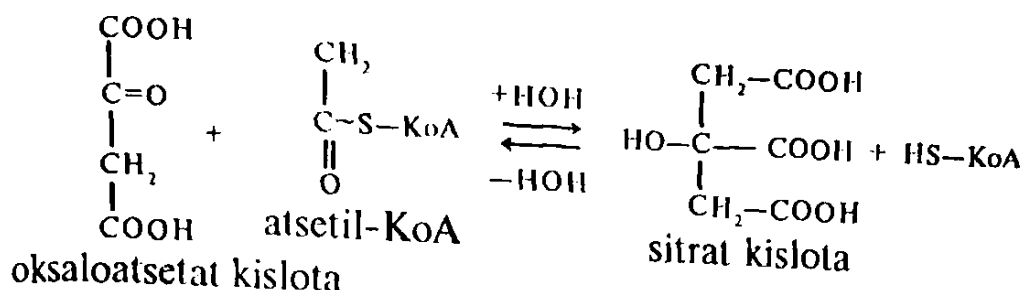
Piruvat kislota aerob sharoitda to'liq oksidlanishi uchun avval faollashgan birikma atsetil-KoA ga aylanadi. Hosil bo'lgan bu birikma ning keyingi taqdiri moddalar almashinuvi jarayonlarida

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, oksalo-atsetat 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 ham 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, birmuncha 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 sistemalar topilgan.

Krebs siklining ayrim reaksiyalari

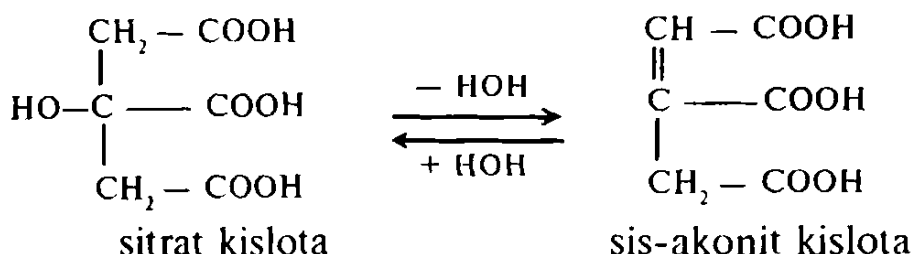
Krebs siklining birinchi bosqichida atsetil-KoA oksalo-atsetat kislota bilan o'zaro reaksiyaga kirishib, sitrat kislota hosil qiladi. Bu reaksiyani katalizlovchi ferment kristall holda ajratib olingan bo'lib, sitratsintetaza fermenti deb ataladi. Reaksiya energiyani yutish bilan boradi va atsetil-KoA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



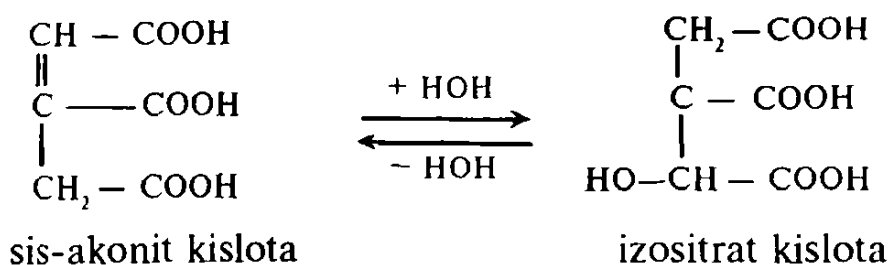
Bu reaksiya qaytar xarakterga ega bo'lib, uning muvozanati o'ngga, ya'ni sitrat kislota hosil qilish tomonga siljigan bo'ladi.

Sitrat kislota halqaning muhim mahsulotlaridan biri hisoblanadi. Shuning uchun bu jarayon sitrat sikli deb ham ataladi.

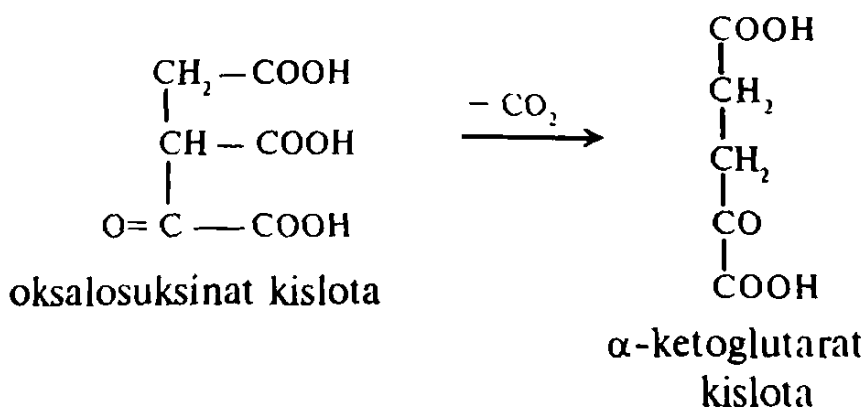
Navbatdagi reaksiyada hosil bo'lgan sitrat kislota degidratatsiyalanadi va sis-akonit kislota hosil qiladi. Bu reaksiya akonitaza fermenti ishtirokida katalizlanadi:



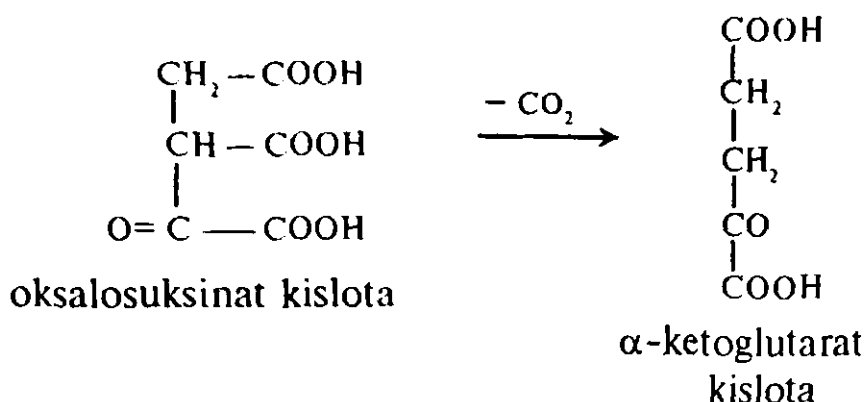
Keyingi reaksiyada sis-akonit kislota yana bir molekula suv biriktirib, izolimon kislotaga aylanadi. Bu reaksiya ham akonitaza fermenti ishtirokida tezlashadi:



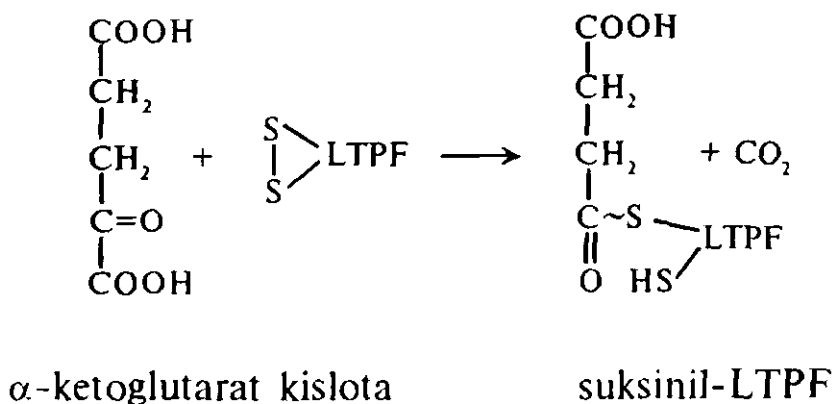
Navbatdagi reaksiyada izositrat kislota degidratatsiyaga uchrab, oksalosuksinat kislotaga aylanadi. Bu reaksiya izo-sitrat-degidrogenaza fermenti ishtirokida katalizlanadi. Fermentning faol qismini NADF tashkil qiladi:



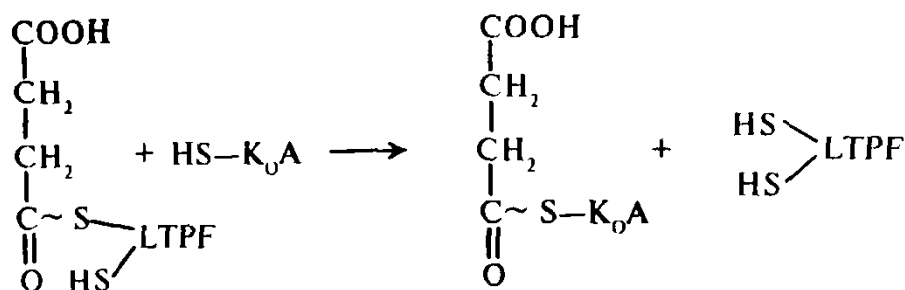
Keyingi reaksiyada oksalosuksinat kislota dekarboksillanib, α -ketoglutarat kislota aylanadi:



Yuqoridagi reaksiya tufayli hosil bo'lgan α -ketoglutarat kislota yana dekarboksillanadi. Bu jarayon piruvat kislotaning oksidlanishi bilan boradigan dekarboksillanish reaksiyasiga o'xshash bo'lib, bir necha bosqichdan iborat. Bu reaksiyada ham fermentning faol qismini LTPF, NAD, KoA tashkil qiladi. Reaksiyaning birinchi bosqichida suksinil-LTPF hosil bo'ladi:



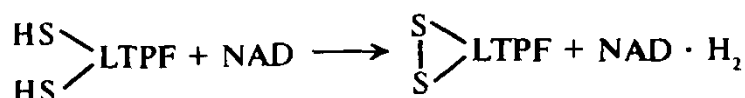
Navbatdagi reaksiyada yuqoridagi kompleks koferment-A birikma bilan reaksiyaga kirishadi, bunda LTPF qaytariladi va suksinil-KoA hosil bo'ladi:



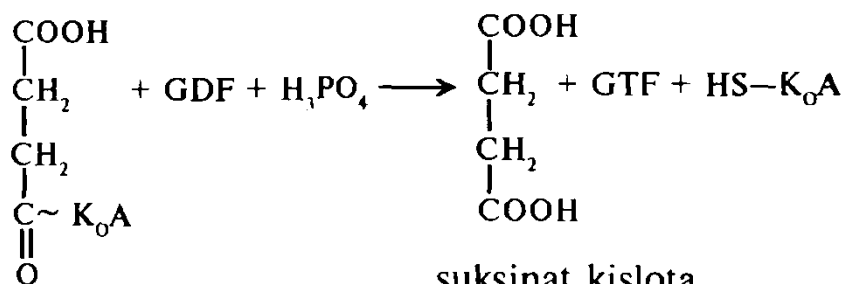
suksinil-LTPF

suksinil-KoA

Keyingi reaksiyada qaytarilgan LTPF lipoatdegidrogenaza fermenti ishtirokida oksidlanadi:



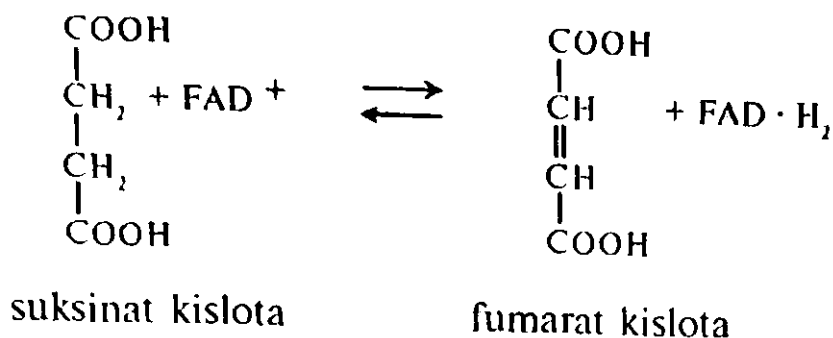
Energiyaga boy bo'lgan suksinil-KoA bir molekula fosfat kislota va GDF bilan reaksiyaga kirishadi. Reaksiya natijasida GTF va suksinat kislota hosil bo'ladi. Shu bilan birga koferment-A qaytariladi:



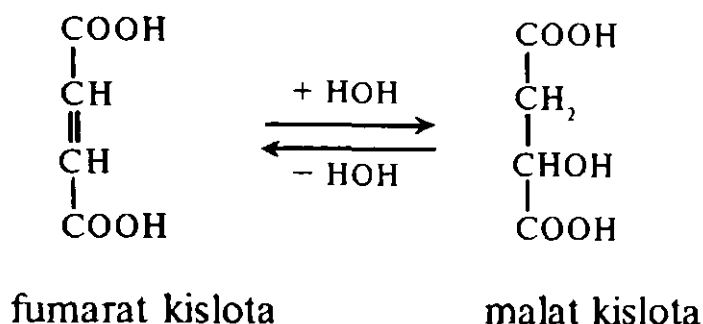
suksinat kislota

suksinil-KoA

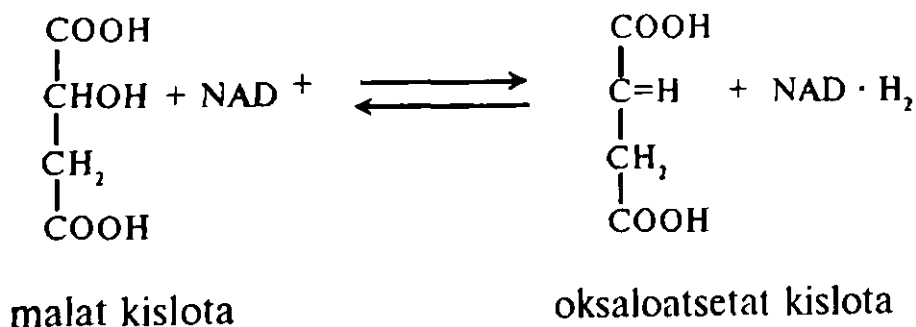
Suksinat kislota oksidlanib, fumarat kislotaga aylanadi. Bu reaksiya tirik organizmlarda, jumladan, o'simliklarda juda ko'p tarqalgan suksinatdegidrogenaza fermenti ishtirokida katalizlanadi. Fermentning faol qismini FAD tashkil qiladi.



Siklning navbatdagi reaksiyasida fumarat kislota bir molekula suv biriktirib, malat kislota aylanadi. Bu reaksiya fumaraza fermenti ishtirokida tezlashadi:



Hosil bo'lgan malat kislota malatdegidrogenaza fermenti ishtirokida oksaloatsetat kislota aylanadi. Fermentning faol qismini NAD tashkil qiladi:



Shunday qilib, yuqorida ko'rib o'tilgan reaksiyalarda oksaloatsetat kislotaning yangidan hosil bo'lishida atsetil qoldiqlar karbonat anhidrid bilan suvgacha parchalanadi. Siklning har bir aylanishida bir molekula atsetil-KoA reaksiyaga kirishib, ikki molekula karbonat anhidrid ajralib chiqadi. Demak, sikl to'xtovsiz ishlab turishi uchun har vaqt atsetil-KoA oksidlanib turishi kerak.

Krebs sikli faqat uglevodlarni emas, balki boshqa birikmalarni ham oksidlashda faol ishtirok etadi. Lipidlarning parchalanishi natijasida hosil bo'ladigan yog' kislotalar oksidlanish reaksiyasi tufayli atsetil-KoA ga aylanadi. Demak, yog'larning parchalanishi natijasida ajralib chiqadigan energiya ham Krebs sikli orqali metabolik energiyaga aylanadi. Oqsillar parchalanishida hosil bo'ladigan aminokislotalarning almashinuvi natijasida, asosan glutamat, aspartat va alanin aminokislotalar hosil bo'ladi. Bularning dezaminlanishi natijasida hosil bo'ladigan ketokislotalar ham Krebs siklida to'liq oksidlanadi.

Siklning asosiy funksiyasi atsetil-KoA yoki siklda ishtirok etadigan boshqa birikmalarni hosil qilish xususiyatiga ega bo'lgan barcha moddalarni karbonat anhidrid bilan suvgacha parchalash emas, balki shu moddalarda mujassamlashgan kimyoviy energiyani ATF molekulasi shaklida to'plangan metabolik energiyaga aylantirishdan iborat. Krebs siklida bevosita energiyaga boy bo'lgan birikma — ATF hosil bo'lmaydi. Siklning oksidlanish reaksiyalarida, asosan, qaytarilgan kofermentlar — NAD.H_2 , NADF.H_2 va FAD.H_2 hosil bo'ladi. Keyinchalik bu birikmalar elektron o'tkazuvchi sistema orqali erkin kislorod yordamida oksidlanishi tufayli ularda to'plangan energiya ATF shaklidagi metabolik energiyaga aylanadi. Krebs siklining ko'pgina oraliq mahsulotlari bir qator sintetik reaksiyalarda ishtirok etadi. Aspartat, glutamat va alanin aminokislotalar ketoglutarat, oksaloatsetat va piruvat kislotalarning bevosita aminlanishi yoki qayta aminlanishi reaksiyalarida hosil bo'ladi. Yuqorida keltirilgan aminokislotalar birlamchi aminokislotalar bo'lib, keyinchalik ular oqsillar sintezida ishtirok etuvchi barcha aminokislotalarning hosil bo'lishida ishtirok etadi. Shu bilan birga glutamat va aspartat kislotalar purin hamda pirimidin asoslarini hosil qilishda ham faol ishtirok etadi.

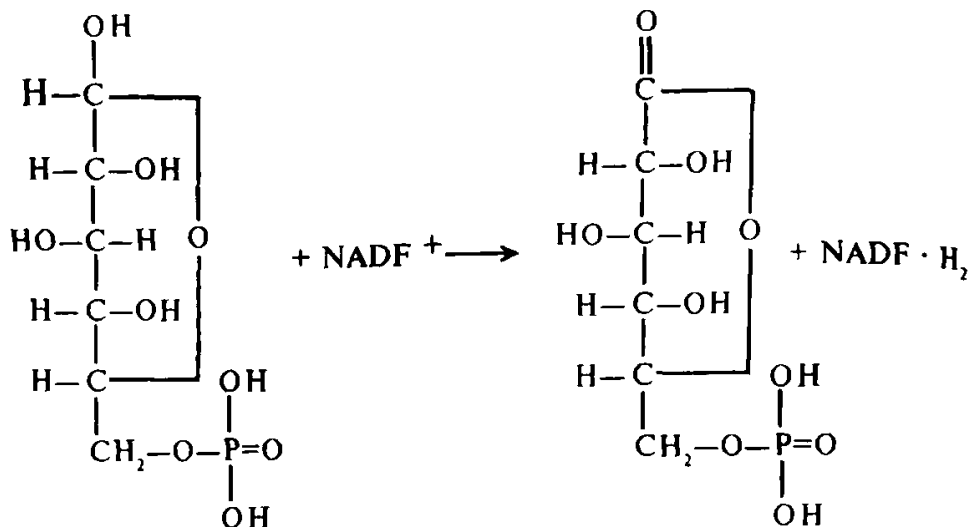
Binobarin, nuklein kislotalar biosintezi ham ko'p jihatdan Krebs siklidagi mahsulotlarning almashinuviga bog'liq. Undan tashqari, hujayra va to'qimalar faoliyatida muhim ahamiyatga ega bo'lgan porfirin halqalar hosil bo'lishi Krebs siklining faol mahsuloti hisoblangan suksinil-KoA orqali amalga oshadi. Hujayra va to'qimalarda yog'lar sintezlanishi ham Krebs sikli bilan uzviy ravishda bog'liq. Binobarin, uglevodlar, organik kislotalar, yog'lar, aminokislotalar va oqsillar hamda nuklein kislotalar o'rtasidagi o'zaro munosabat Krebs sikli orqali amalga oshadi.

VIII.8. Glukoza-6-fosfatning apotomik parchalanishi. Pentozafosfat sikli

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.Dikenslar tomonidan kashf etilgan bo'lib, ko'pincha uglevodlarning bevosita oksidlanishi yoki fosfoglukonat yo'l deb ham ataladi.

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

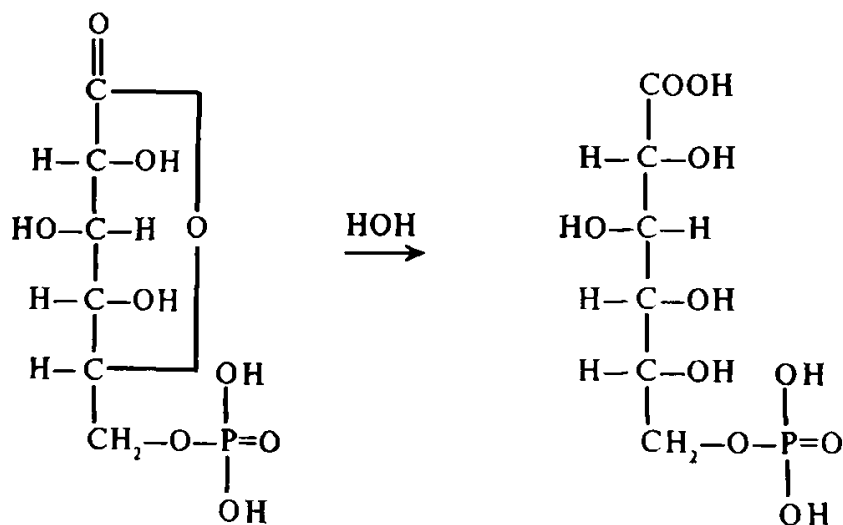
Siklning birinchi bosqichida glukoza-6-fosfat oksidlanib, 6-fosfatglukolakton kislota hosil qiladi. Bu reaksiyani katalizlovchi glukoza-6-fosfatdegidrogenaza fermenti o'simliklar to'qimasida juda keng tarqalgan bo'lib, moddalar almashinuvi jarayonida katta ahamiyatga ega. Fermentning faol qismini NADF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



glukoza-6-fosfat

6-fosfatglukolakton
kislota

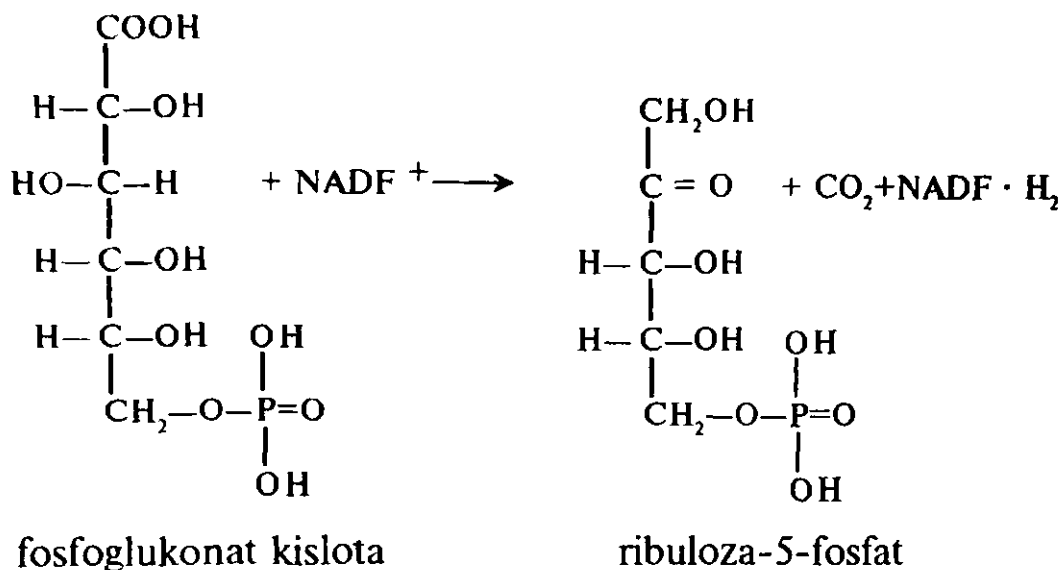
6-fosfoglyukolakton kislota glyukolaktonaza fermenti ishtirokida gidrolizlanib, 6-fosfoglyukonat kislotaga aylanadi.



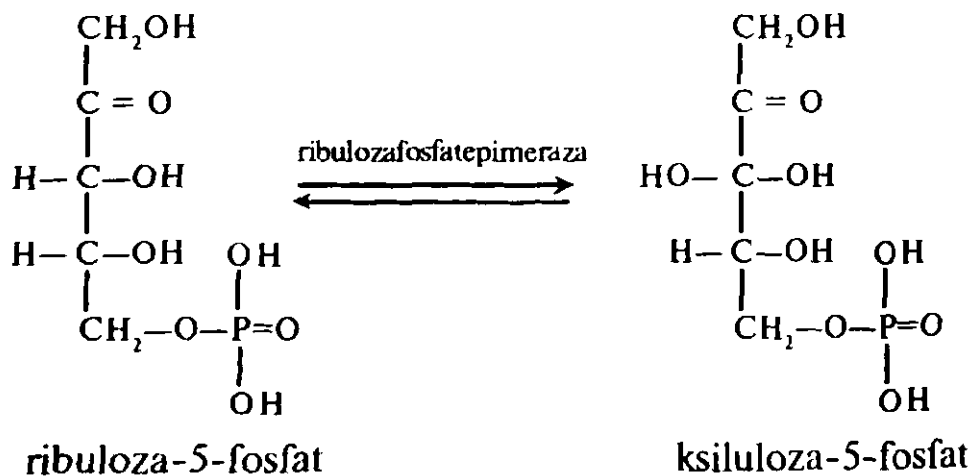
6-fosfatglukolakton

6-fosfoglyukonat

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

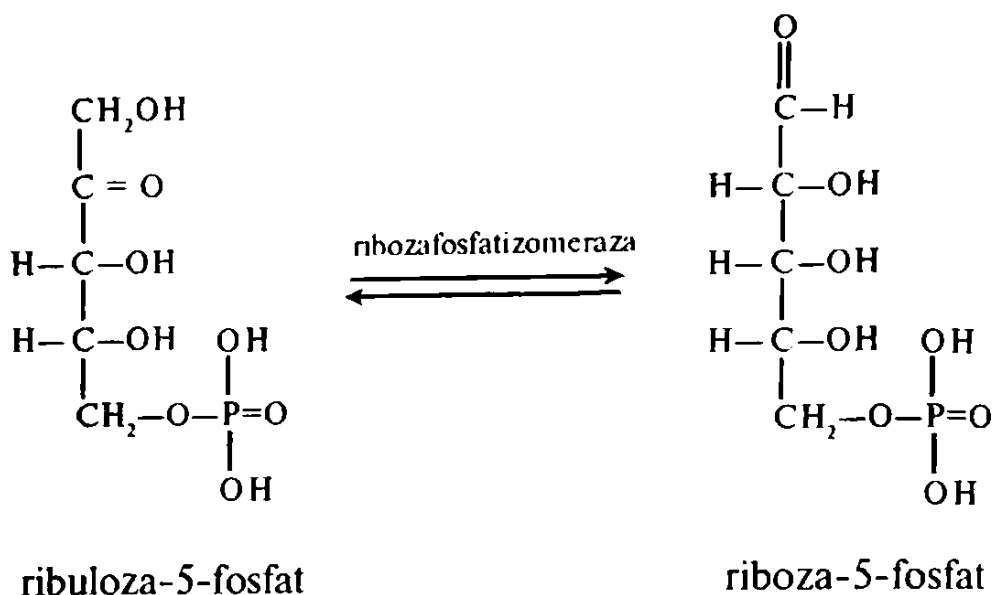


Navbatdagi reaksiyada ribuloza-5-fosfat izomerlanib, qisman riboza-5-fosfatga va qisman ksiluloza-5-fosfatga aylanadi. Bu reaksiyalarning har biri ayrim-ayrim ferment ishtirokida katalizlanadi:

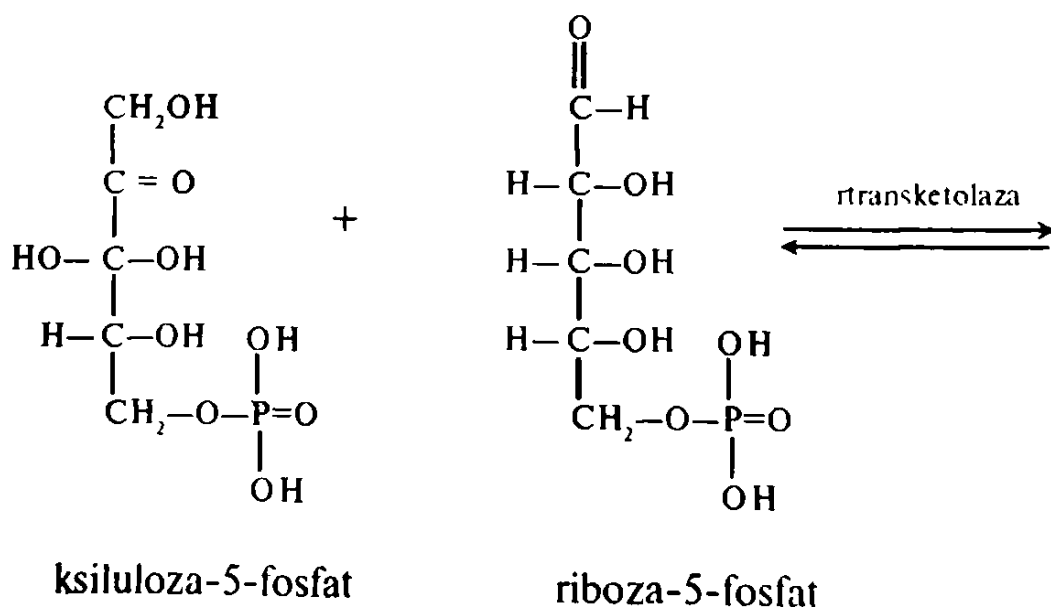


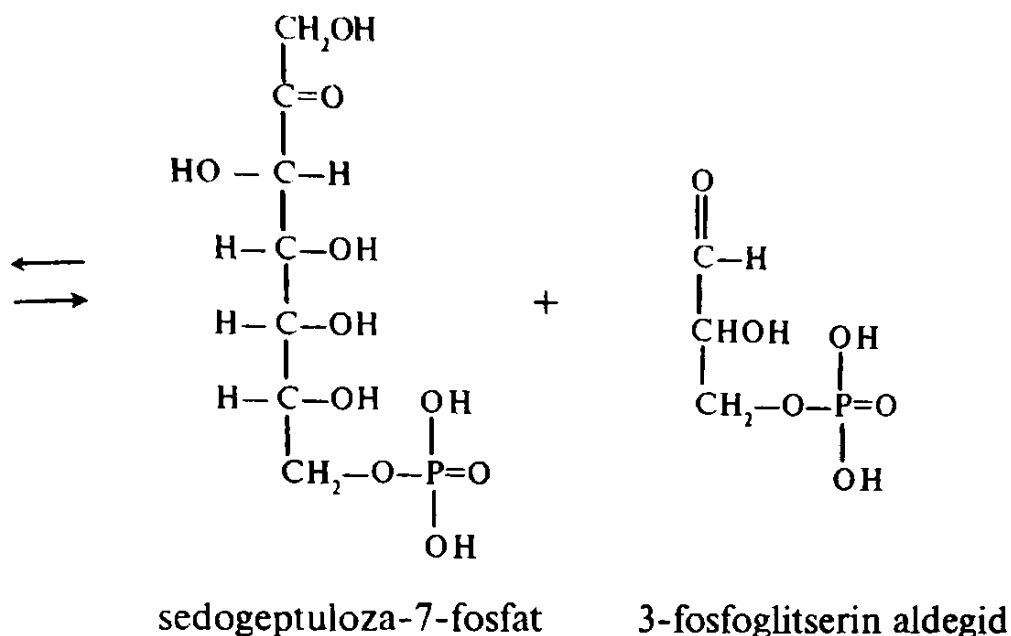
Faqat bitta karbon atomidagi konfiguratsiyaga qarab bir-biridan farq qiladigan shakarlar *epimerlar* deb ataladi.

Epimerlarning o'zaro almashinuvini katalizlovchi fermentlar esa *epimerazalar* deyiladi:

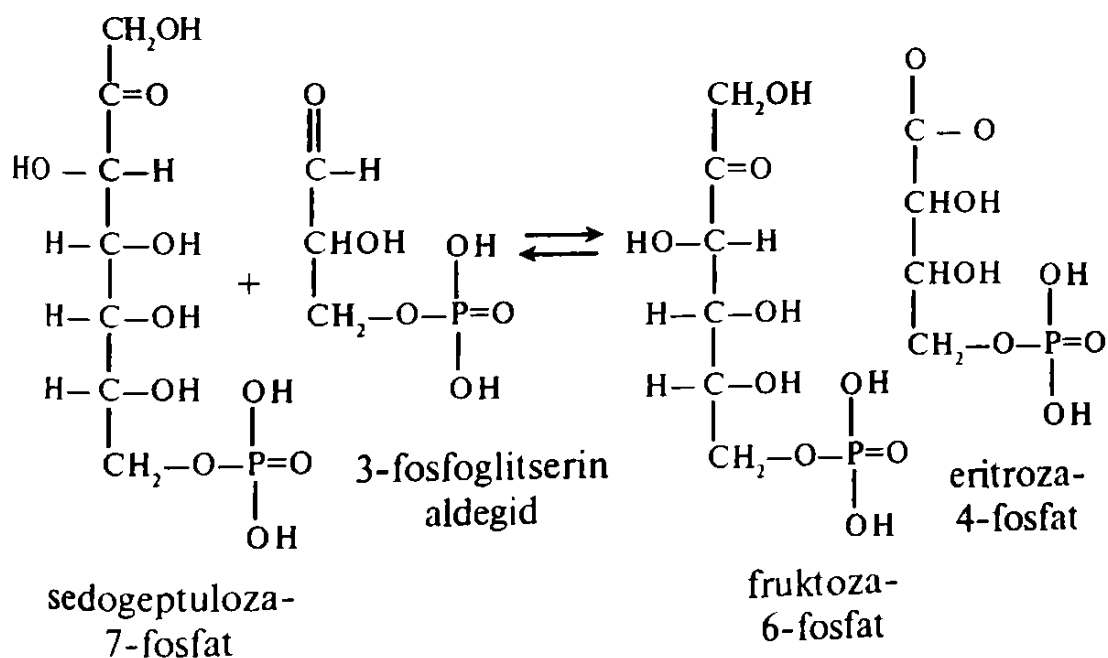


Keyingi reaksiyalarda ksiluloza-5-fosfatning oxirgi ikkita karbon atomi riboza-5-fosfatga ko'chadi. Bu reaksiya transketolaza fermenti ishtirokida katalizlanadi. Reaksiya natijasida sedogeptuloza-7-fosfat va 3-fosfoglitserin aldegid hosil bo'ladi:

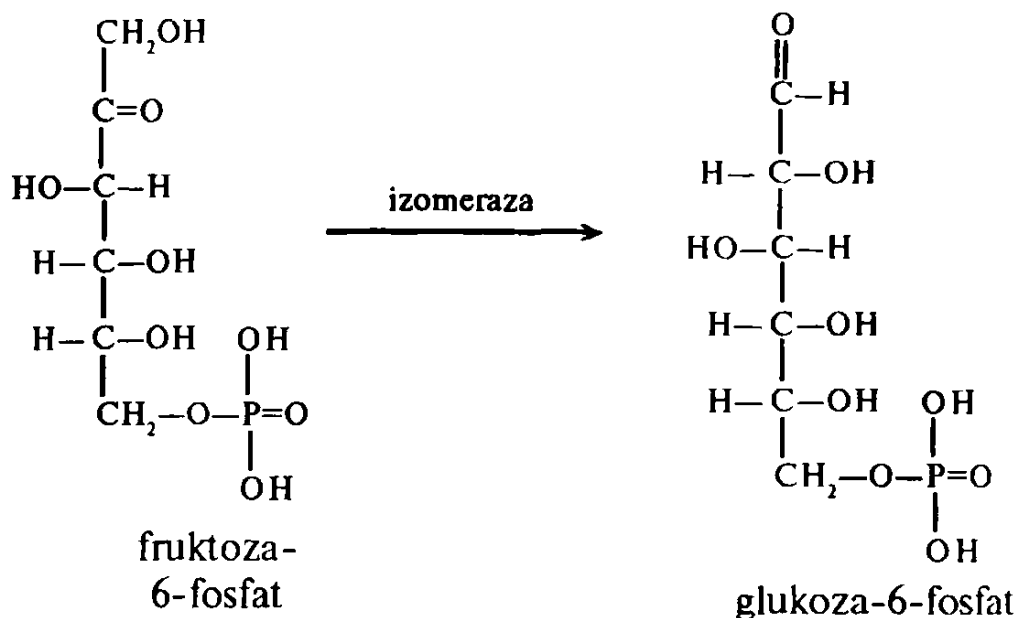




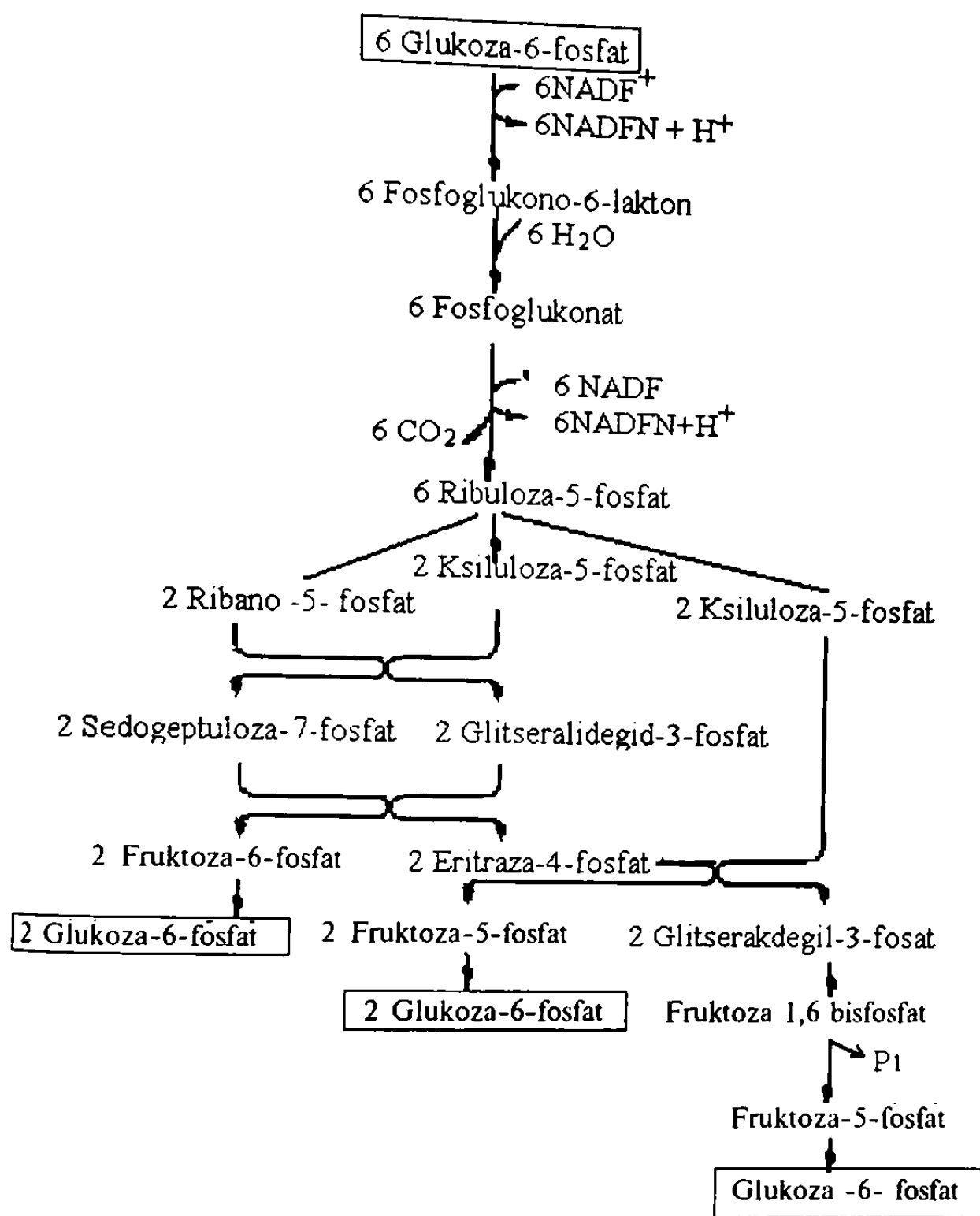
Yuqoridagi reaksiya natijasida hosil bo'ladigan birikmalar o'zaro reaksiyaga kirishadi va yangi mahsulotlar: fruktoza-6-fosfat va eritroza-4-fosfat hosil bo'ladi:



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, glukoza-6-fosfat hosil qiladi:



Agar pentozafosfat sikliga olti molekula glukoza-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 rasmda yaqqol ifodalangan.



Pentozafosfat siklining sxemasi

Binobarin, olti molekula glukoza-6-fosfatdan bir molekulasi 6 CO_2 gacha to'liq oksidlanar ekan, bunda 12 NADP.H_2 qaytariladi. Keyinchalik, qaytarilgan kofaktorlar nafas olish

jarayonida oksidlanib, o'zidagi energiyani ATF hosil qilishga sarflaydi. Bir molekula NADF.H₂ elektron o'tkazuvchi sistema orqali oksidlanganda, uch molekula ATF sintezlanadi. Demak, glukoz-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. Tirik organizmlarda oqsillar, uglevodlar va lipidlar almashinuvining uzviy bog'liqligini ayting.
2. Oqsillar almashinuvi boshqa moddalar almashinuvi regulatsiyasida qanday ahamiyatga ega?
3. Moddalar almashinuvini boshqarilishini tushuntiring.
4. Moddalar almashinuvining boshqarilishida ishtirok etadigan fermentlar qanday ahamiyatga ega?
5. Moddalar almashinuvini boshqarishda metobolitlar roli qanday?
6. Metabolitik to'r haqida tushuntiring.

Moddalar almashinuvining o'zaro bog'liqligi mavzusiga oid testlar

1. Tirik organizmda oqsillar, uglevodlar va lipidlar almashinuvining o'zaro bog'liqligi:
A) O'zaro bir-biriga bog'liq;

B) Moddalar almashinuvining o'zaro bog'liqligi harorat, pH muhitiga bog'liq;

D) har bir biologik makromolekular alohida almashinuviga ega.

2. Oqsil va nuklein kislotalar almashinuvini bog'lovchi mahsulotlar:

A) Ayrim aminokislotalar, DNK va RNK-polimeraza, nukleotidlar;

B) Gormonlar, vitaminlar;

D) Gormonlar lipid.

3. Moddalar almashinuvini o'zaro bog'lovchi birikmalar:

A) Nukleotidlar;

B) Metabolitlar va fermentlar;

D) Vitaminlar.

4. Uglevodlarning biosintezi qanday tabiatli birikmalarning almashinuviga bog'liq?

A) Nukleotid tabiatli;

B) Oqsil tabiatli;

D) Lipidlar.

5. Oqsil va uglevodlar almashinuvining o'zaro bog'liqligida qanday kislota asosiy rol o'ynaydi?

A) Pirouzum kislota;

B) Nuklein kislota;

D) Yog' kislotalari.

6. Pirouzum kislota qanday aminokislotalar sintezida bevosita ishtirok etadi?

A) Alanin;

B) Valin;

D) Leysin.

7. Geterotrof organizmlarda oqsil sintezi qanday aminokislotalar sinteziga bog'liq?

A) Almashmaydigan aminokislotalar;

B) Almashadigan aminokislotalar;

8. Moddalar almashinuvining boshqarilishi qanday tizimlarga asoslangan?

- A) Induksiya va repressiya;
- B) Reaksiya tezligiga;
- D) Metabolitlarning sifatiga.

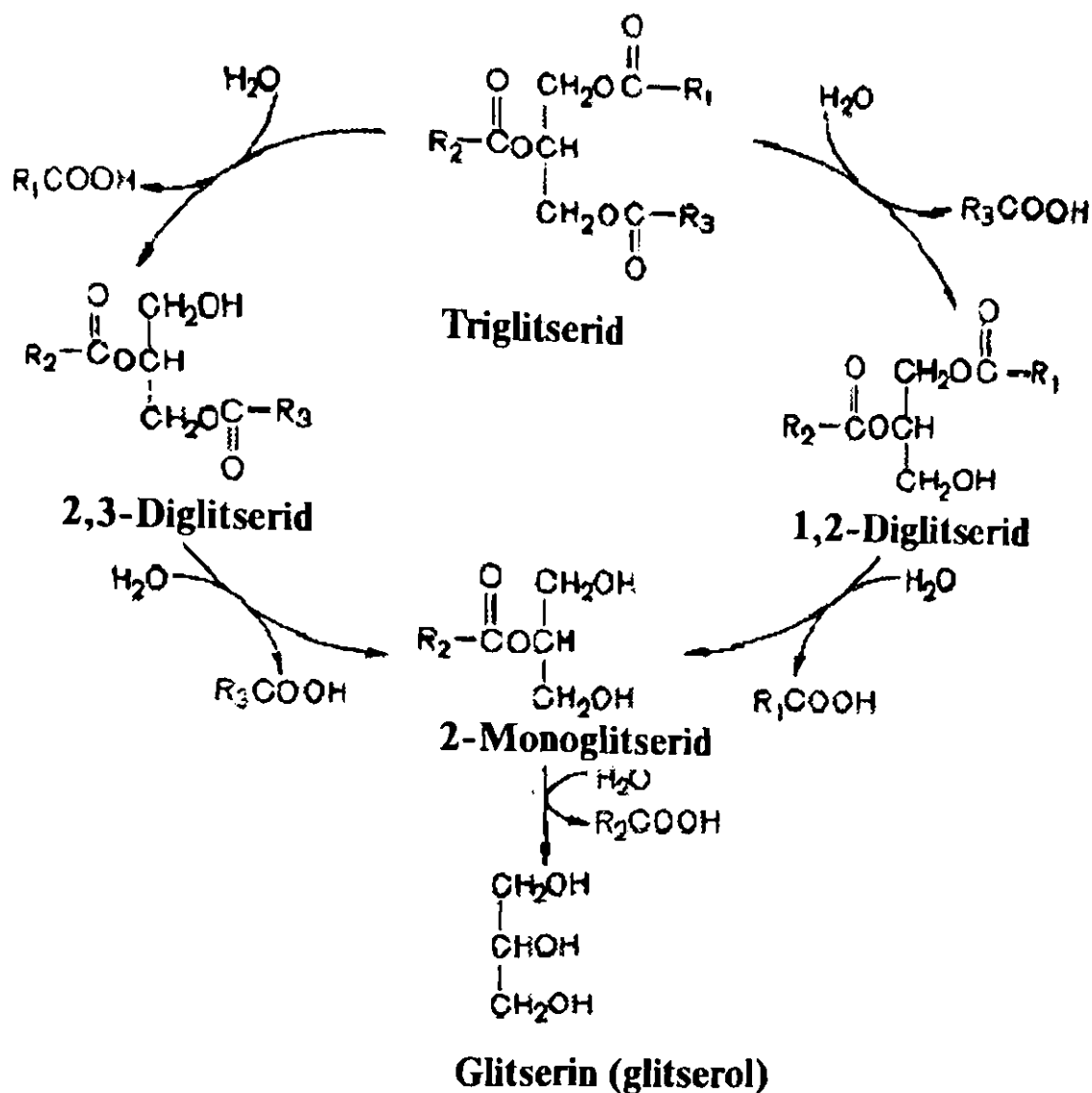
VIII.9. Lipidlar almashinuvi

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.

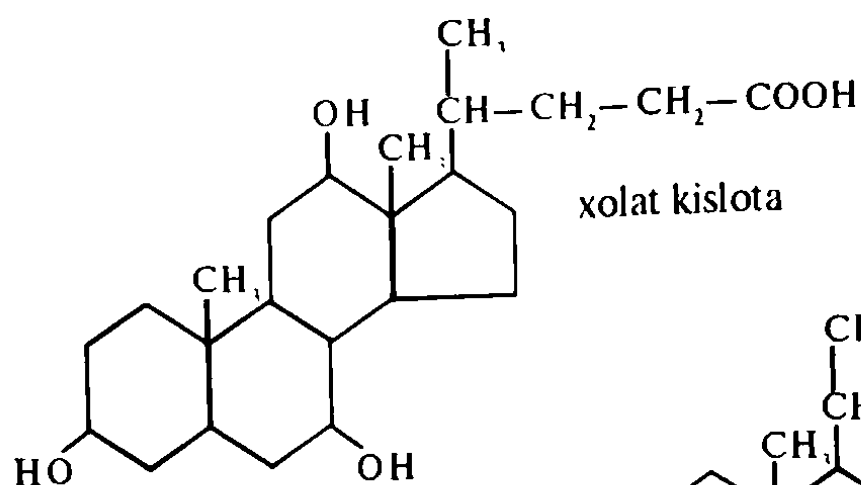
1 g yog' oksidlanganda 1,07 g, 1 g uglevod oksidlanganda 0,55 g, 1 g oqsil oksidlanganda esa faqat 0,41 g suv hosil bo'ladi. Ovqat tarkibidagi lipidlarning oshqozon-ichak yo'lida hazm bo'lishi murakkab jarayondir. Ovqat bilan qabul qilingan triglitseridlarning ko'p qismi ingichka ichakda oshqozon osti bezining sekretsiasidagi lipaza fermenti ta'sirida gidrolitik parchalanadi. Kuchsiz lipaza faolligi oshqozon shirasidan 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 zarralarga bo'lib yuboradi va lipaza fermentining ta'sirini yengillashtiradi.

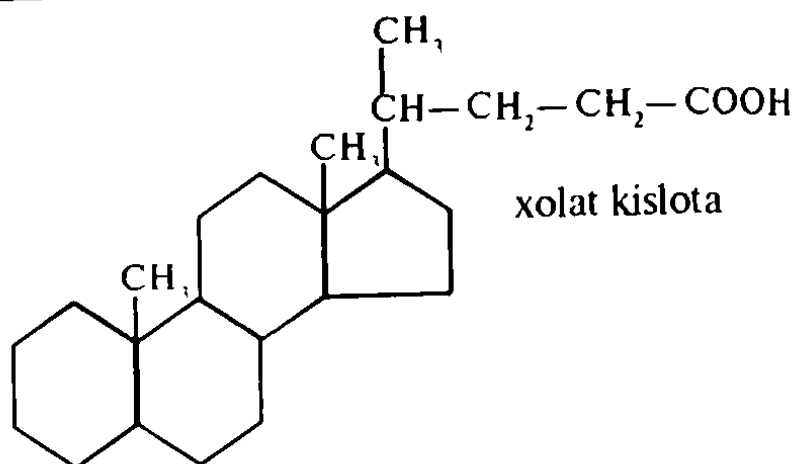
Triglitseridlarning pankreatik lipaza ishtirokida gidrolizlanishini quyidagi sxemada keltirilgan.



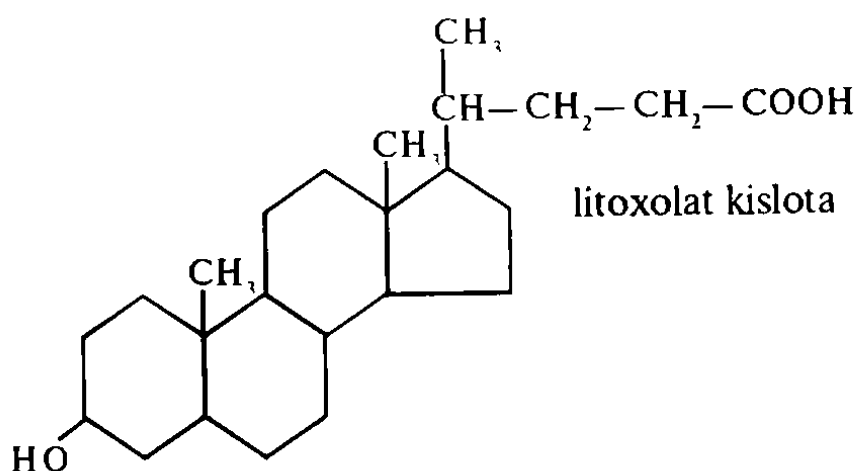
Odam organizmidagi o't pufagida, asosan quyidagi o't kislotalar: xolat kislota, dezoksixolat kislota; litoxolat; xenodezoksixolanat kislota uchraydi. Bu o't kislotalar erkin holda bo'lmay, glitsin yoki taurin bilan birikib, qo'sh kislotalar shaklida o't shirasi tarkibiga kiradi. Ularning eng muhimlari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



xolat kislota



xolat kislota



litoxolat kislota

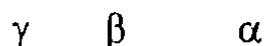
Ichakda o't kislotalar yog' va moylarga ta'sir etishi tufayli juda mayda parchalardan iborat nozik emulsiya hosil bo'ladi. Bu zarralarning diametri 0,5 mk bo'lib, ular *xilomikronlar* deb ataladi. Yog'larning emulsiyalanishi ularning lipazalar ta'sirida glitserin va yog' kislotalarga parchalanishini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

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

VIII.10. Yog' kislotalarining parchalanishi

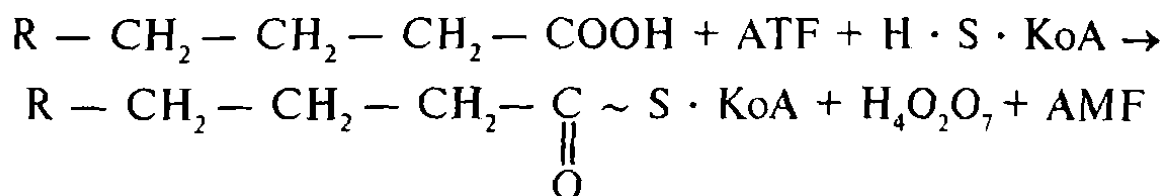
Yog' kislotalari to'qimalarda CO_2 va H_2O gacha oksidlanadi.

β -oksidlanish. Knoop o'z eksperimental tadqiqotlari asosida yog' kislotalarining β -oksidlanishi nazariyasini yaratgan. Yog'larni β oksidlanishida har doim karboksil guruhga nisbatan β -holatda joylashgan uglerod atomi oksidlanadi:



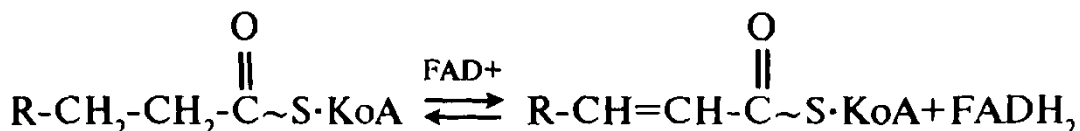
Shuning uchun bu jarayon yog' kislotalarning β -oksidlanishi deb ataladi. Oksidlanish mitoxondriyalarning matriksida boradi. Yog' kislotalar ATF energiyasi hisobiga koenzim A yordamida sitoplazmada faollashadi. Ammo mitoxondriyaning ichki membranasi erkin yog' kislota ham atsil-KoA dan ham o'tkazmaydi. Shu sababli yog' kislota qoldig'i atsil-KoA dan karnitinga o'tkaziladi, natijada atsil-karnitin hosil bo'ladi, u mitoxondriyaga oson o'ta oladi. Matriksda bu mahsulot dissotsiyalanib, qaytadan karnitin va atsil-KoA ga aylanadi. Karnitin mitoxondriyalardan sitoplazmaga chiqib, yangi yog' kislota qoldig'ini bog'laydi. Atsil-KoA esa katabolitik degradatsiyaga uchraydi.

Bu jarayonda qator fermentlar ishtirok etadi. Yog' kislotalarning oksidlanishi bir necha bosqichdan iborat. Yog'larning gidrolizlanishi natijasida hosil bo'lgan yog' kislotalari atsil-KoA bilan birikib faollanadi. Bu jarayon atsil KoA-sintetaza fermentlari ishtiroklarida boradi:



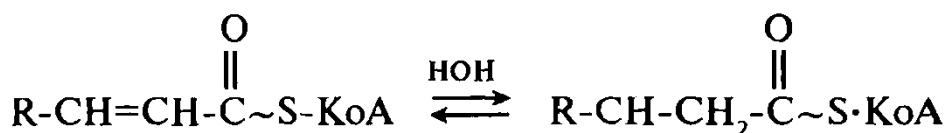
Bundan keyingi reaksiyada faollashgan yog' kislota degidrogenlanadi. Reaksiyaning FAD kofermenti tutuvchi degidrogenaza fermenti ishtirokida katalizlanadi. Reaksiyada yog'

kislotaning ikkinchi va uchinchi uglerod atomidan ikkita vodorod chiqib ketishi natijada to'yinmagan yog' kislotaning KoAl hosilasi tarkib topadi:

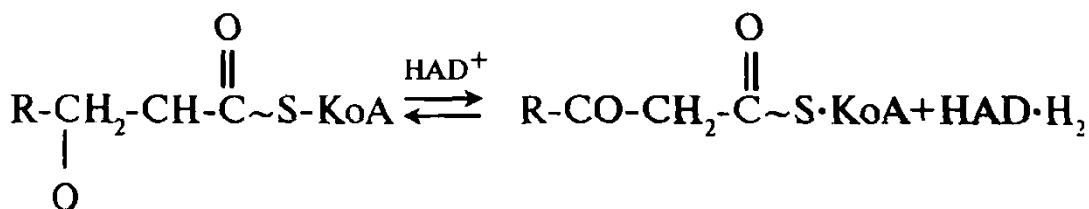


Bu reaksiyani katalizlovchi ferment yog' kislota tarkibidagi uglerod atomining soniga qarab har xil bo'ladi.

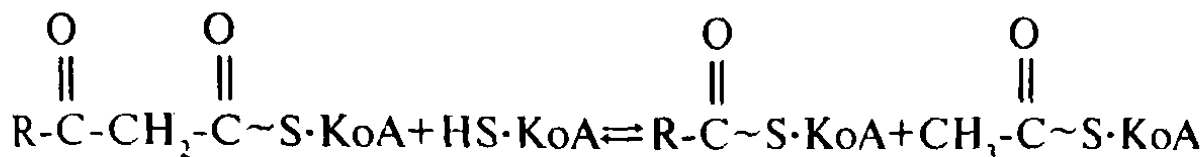
Navbatdagi reaksiyada to'yinmagan yog' kislotaning hosilasi bir molekula suv birikishi natijasida tegishli β -oksikislota hosil qiladi:



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



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



Bu reaksiya keto-atsil-KoA- tiolaza fermenti ishtirokida katalizlanadi. β -oksidlanish reaksiyasi natijasida yog' kislota ikkita uglerod atomiga kamayadi va yana qaytadan boshlang'ich reaksiyaga kirishib, parchalanishda davom etadi. Demak, yog' kislotalarning β -oksidlanishi natijasida ular faqat aktivlangan atsetil – KoA hosil qiladi.

Yog'larning β -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' kislota bilan reaksiyaga kirishadi. Undan tashqari, atsetil KoA moddalar almashinuvining turli reaksiyalarida ishtirok etishi mumkin.

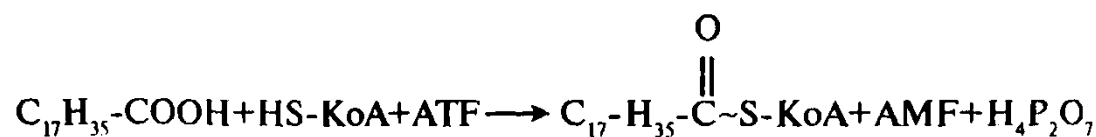
β -oksidlanish reaksiyasining energetikasi. Yog' kislotalarining β -oksidlanishida ajralib chiqadigan atsetil KoA bilan bir vaqtda bir molekula qaytarilgan NAD va bir molekula qaytarilgan FAD ham hosil bo'ladi. Qaytarilgan bir molekula NAD ning nafas olish zanjiri orqali oksidlanishida 3 molekula ATF va qaytarilgan bir molekula FAD ning oksidlanishida 2 molekula ATF sintezlanadi. β -oksidlanish jarayonida bir molekula atsetil-KoA hosil bo'lishi bilan bir vaqtda 5 molekula ATF sintezlanadi. Atsetil-KoA ning Krebs siklida CO_2 va H_2O ga to'la parchalanishida 12 molekula ATF hosil bo'ladi.

Demak, β -oksidlanish jarayonida bir molekula atsetil – KoA hosil bo'lishi va uning to'liq parchalanishi natijasida hammasi bo'lib, 17 molekula ATF sintezlanadi.

VIII.11. Neytral yog'lar (triglitsерidlar) biosintezi

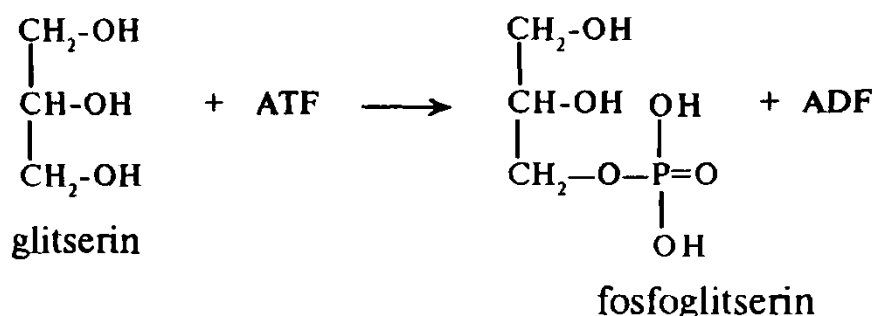
Triglitsерidlar hosil qiladigan birlamchi mahsulotlar yog' kislotalar va glitsерinlardir. Yog' kislotalar bevosita faol shaklda

uchrashi mumkin. Faol bo'lmagan yog' kislotalar ATF va KoA ishtirokida faol holga aylanadi:

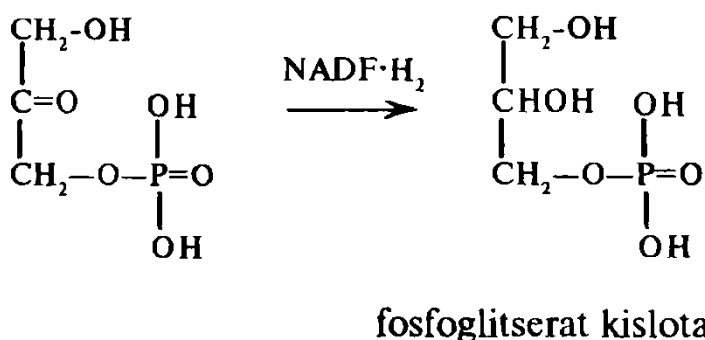


Stearinat kislota

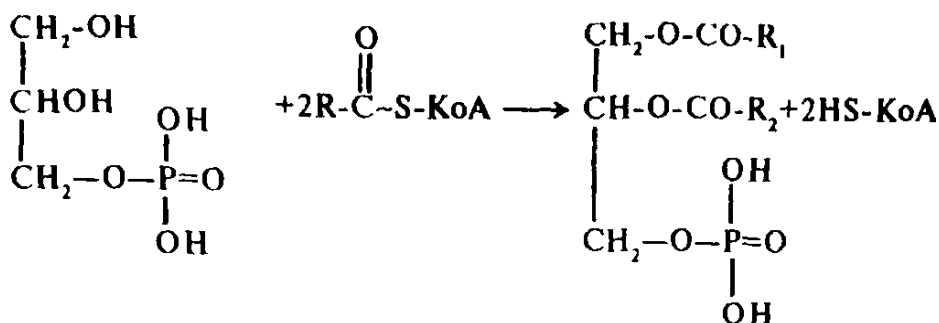
Faollashgan stearinat kislota



Ikkinchi yo'lda fosfodioksiatsetondan faollashgan glitserin hosil bo'ladi. Bu reaksiyada qaytarilgan NADF.H₂ ishtirok etadi



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

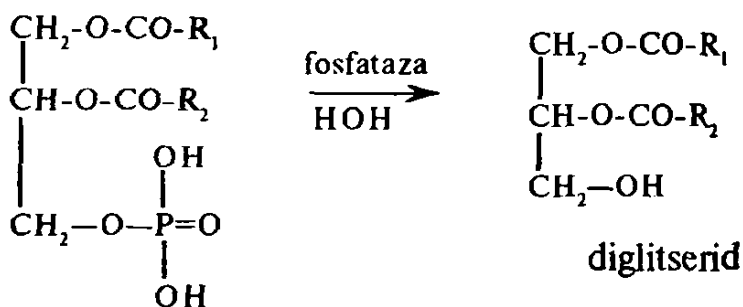


fosfoglitserin kislota

fosfatid kislota

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

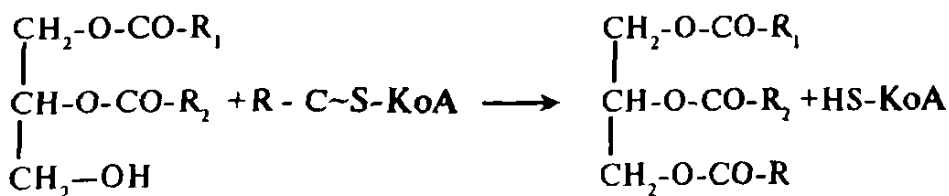
Triglitsridlar hosil bo'lishidagi keyingi reaksiyada fosfatid kislota fosfataza fermenti ishtirokida diglitsrid bilan fosfat kislotaga parchalanadi:



diglitsrid

fosfatid kislota

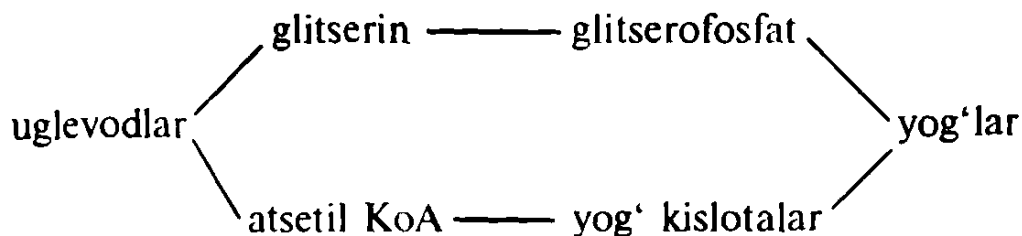
Diglitsrid yana bir molekula yog' kislotaning kofermentli hosilasi bilan reaksiyaga kirishib yog'lar hosil qiladi:



diglitsrid

triglitsrid

Yog' hosil bo'lishini quyidagi umumiy sxema bilan ifodalash mumkin:



VIII.12. Murakkab lipidlarning almashinuvi

Fosfolipidlar almashinuvi. Fosfolipidlar almashinuvi (letsitinlar va kefalinlar) neytral yog'lar almashinuviga o'xshash bo'lib, ular ichak traktida glitserin va yog' kislotalariga parchalanadi, ichak devorlarida ularning qaytar resintezi sodir bo'ladi.

Ovqat bilan fosfolipidlar yetarli qabul qilinmasa, ular to'qimalarda neytral yog'lar va aminokislotalar (serin va metionin) hisobiga sintezlanadi.

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

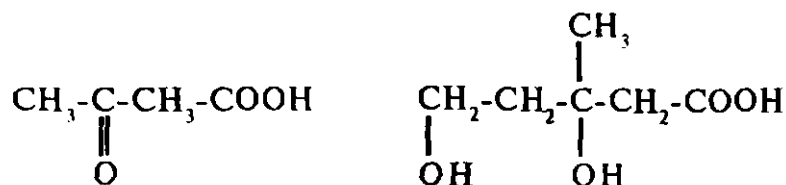
Odatda, jigarda 4-5%ga yaqin yog'lar bo'ladi. Oziqa tarkibida oqsillar oz bo'lsa, bunday holatlarda jigarda yog'lar miqdori 30% gacha yetadi, ya'ni jigarda yog' infiltratsiya holati vujudga keladi. Jigarda yog' to'planish holatlarini xolin va metionin ishtirokida oldini olish mumkin.

Fosfolipidlar qonda lipoproteinlar orqali transport qilinadi. Fosfolipidlar hamma to'qima va hujayralarda uchraydi, ular hujayra struktura komponentlari (yadro, mitoxondriya, mikrosoma) tarkibiga kiradi. Hujayra struktura komponentlarida fosfotidlar doimo yangilanib turadi, buning uchun fosfolipidlar doimo ozuqa bilan kirishi yoki organizmda sintezlanib turishi kerak. Eng muhim fosfolipidlar hujayra endoplazmatik to'rida sintezlanadi. Fosfolipidlarning biosintezida 1,2 -diglitseridlar (fosfotidilxolinlar va fosfotidiletanolaminlar sintezida), fosfotid kislota (fosfotidilinozillar sintezida) va sfingozin

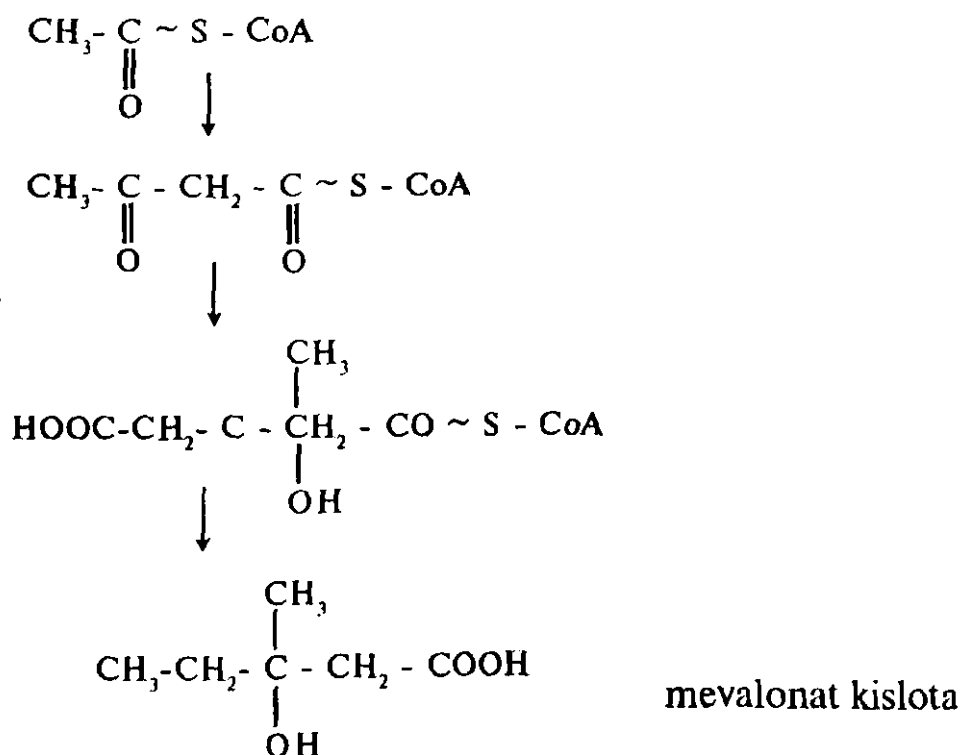
(sfingomiyelinlar sintezida) muhim rol o'ynaydi. Sitidintrifosfat (STF) deyarli barcha fosfolipidlarning sintezida ishtirok etadi.

Sterinlar almashinuvi. Hayvon organizmidagi asosiy sterinlardan-xolesterin uglevodlar va yog'lar almashinuvining kichik molekulali mahsulotlaridan sintezlanadi.

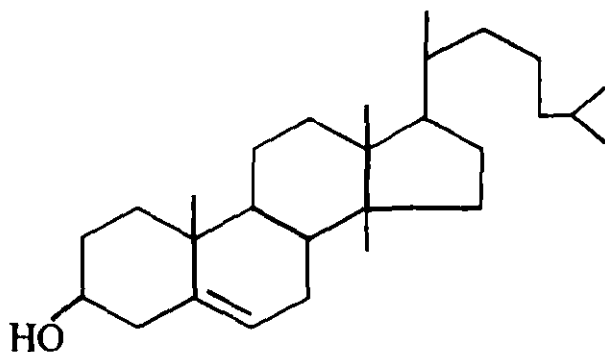
Nishonlangan atomlar yordamida jigarda xolesterin sirka atsetati va mevalonat kislotadan sintezlanishi aniqlangan:



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



Mevalonat kislota - xolesterin sintezida muhim oraliq modda bo'lib, bir qancha oraliq birikmalar orqali birma-bir skvalen, lanosterin va nihoyat, xolesteringa aylanadi:



Xolesterin (C_{27})

Organizmدا xolesterin biologik jihatdan muhim sterinlar bo'lib, buyrak usti bezlari gormonlari, o't kislotalar, vitamin D va boshqalarni hosil qilish uchun qisman material bo'lib xizmat qiladi.

Normada jigar 4—5% atrofida yog'lar saqlaydi. Ozuqa 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 organizmدا 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.

Sinov savollari

1. Lipidlar almashinuvi haqida umumiy tushuncha bering.
2. Lipidlarning parchalanishini tushuntiring.
3. Lipidlarning oshqozon-ichak yo'lida hazm bo'lishini ayting.
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 biosintezini tushuntiring.
9. Lipidlar biosintezida ishtirok etadigan fermentlarni ayting.
10. Yog' kislotalar oksidlanishidan hosil bo'lgan energiya miqdori qanday?

Lipidlar almashinuviga oid test savollari

- 1. 1 g yog' oksidlanganda necha gramm suv hosil bo'ladi?**
A) 1,07 g; B) 0,55 g; D) 0,41 g.
- 2. Triglitseridlar qanday fermentlar ta'sirida gidrolizlanadi?**
A) Pankreatik lipazalar;
B) Fosforlipazalar;
D) Esterazalar.
- 3. Yog'larning β -oksidlanishi tufayli hosil bo'lgan atsetil-KoA Krebs qismida qanday mahsulotlar parchalanadi?**
A) Karbonat angdrid va suv;
B) Suksinil-KoA;
D) Metilmalonil-KoA.
- 4. O't kislotalari ishtirokida lipidlar qanday o'zgarishlarga uchraydi?**
A) Lipidlar emulgirlanadi;
B) Yog' kislotalari va glitseringa parchalanadi;
D) Lipidlar oksidlanadi.
- 5. Fosfolipidlarni qanday fermentlar gidrolizlaydi?**
A) Fosfolipazalar;
B) Lipazalar;
D) Atsiltransferazalar;
E) Reduktazalar.
- 6. Fosfolipidlar qonda qanday murakkab oqsillar orqali transport qilinadi?**
A) Lipoproteinlar;
B) Glikoproteinlar;
D) Nukleoproteinlar.
- 7. Organizmda fosfolipidlar sintezida qanday trifosfatlar ishtirok etadi?**
A) Sitidintrifosfat;
B) Adenozintrifosfat;
D) Guanozintrifosfat.
- 8. Organizmda xolesterol qanday yog' kislotalar bilan birga efir shaklida uchraydi?**
A) Yuqori yog' kislotalar;

B) To'yinmagan yog' kislotalar;

D) Azot asoslar.

9. Triglitseridlipaza qanday gormon orqali follashadi?

A) Glukagon, insulin;

B) Adrenalin;

D) Kortikosteroidlar.

10. Yog' kislotalar hujayrada oksidlanadi:

A) Mitoxondriya matriksida;

B) Sitoplazmada;

D) Endoplazmatik to'r;

E) Plazmatik membrana.

VIII.13. Oqsillar almashinuvi

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 shiliq 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.

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'larni uziladi. Hamma oqsillar ham pepsin ta'sirida osonlik bilan parchalana olmaydi. Pepsin ta'sirida muskul oqsillari-miozin, aktin va shuningdek tuxum oqsili va kazein tezda gidrolizlanadi. Biriktiruvchi to'qima oqsillari-kollagen, elastin qiyinchilik bilan parchalanadi. Jun va soch oqsillari parchalanmaydi.

Oshqozon shirasida proteolitik fermentga mansub ximozin mavjud bo'lib, u sutning asosiy oqsili — kazeinogenga ta'sir etadi.

Pepsin ta'siri ostida hosil bo'lgan peptonlar ham anchagina murakkab yuqori molekulali birikmalar bo'lib, oshqozonda so'rilmaydi va shu sababli ular o'n ikki barmoq ichakka o'tadi, peptonlar u yerda oqsillarni ham, peptonlarni ham gidrolizlash xossasiga ega bo'lgan proteolitik fermentlar guruhi ta'siriga uchraydi. 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.

Tripsin. Tripsin me'da osti bezi shirasida faolsiz shaklda, ya'ni tripsinogen ko'rinishida bo'ladi. Tripsinogen ichak shirasidagi enterokinaza ta'sirida tripsinga aylanadi.

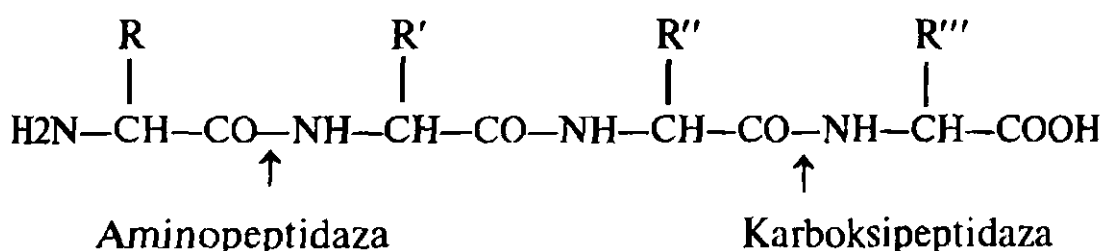
Tripsin-pepsin ta'sirida oshqozonda o'zgarmay qolgan oqsillar, oqsillarning parchalanishidan hosil bo'lgan yuqori molekulali

oqsillar, peptonlar tipidagi polipeptidlar gidrolitik yo'l bilan parchalanadi, ya'ni peptid bog'lari uzilib, erkin aminokislotalar hosil bo'ladi. Tripsin uchun pH optimumi 7,8 ga teng.

Xemotripsin ozuqa hazm bo'lishida ichakda ta'sir ko'rsatadigan ikkinchi proteolitik fermentdir. U oshqozon osti bezida va shu bez shirasida xemotripsinogen ko'rinishida faolsiz holatda bo'ladi. Ximotripsinogen tripsin ta'siri ostida xemotripsinga aylanadi.

Kuchsiz ishqoriy muhitda (pH 7-8) ichak shirasidagi tripsin va ximotripsin peptonlarning parchalashini davom ettiradi, ichki peptid bog'larning katalitik gidrolizini tezlashtiradi, reaksiya natijasida peptonlar kichik molekulali polipeptidlargacha parchalanadi. Polipeptidlar, o'z navbatida karboksipeptidazalar, aminopeptidazalar va dipeptidazalar ta'sirida parchalanadi. Karboksipeptidaza polipeptid zanjirini erkin karboksil guruhli uchidan parchalasa, aminopeptidaza qarama-qarshi tomondagi, erkin amino guruhi bor uchidan parchalaydi.

Dipeptidaza (bir necha dipeptidazalar mavjud) dipeptidlarni erkin aminokislotalarga parchalaydi. Polipeptidlarning peptidazalar (aminopeptidaza, karboksipeptidaza va dipeptidazalar) ta'sirida fermentativ yo'l bilan gidrolizlanishi natijasida, ichakda erkin aminokislotalar hosil bo'ladi:



Hosil bo'lgan erkin aminokislotalar ichak devorlaridagi so'rg'ichlar orqali so'riladi.

Shunday qilib, ovqat bilan qabul qilingan oqsillar to'liq aminokislotalarga parchalanadi. Aminokislotalar ichak devorlari orqali so'riladi va qonga o'tadi. Biroq aminokislotalarning bir qismi so'rilmasdan oldin mikroflora tomonidan oziq manbai sifatida foydalaniladi.

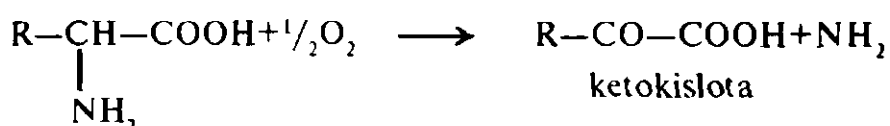
Aminokislotalarning mikroblar ta'siri ostida parchalanishi ularning aminlar, yog' kislotalari, spirtlar, fenollar, indol, skatol, vodorod sulfid va bir qancha boshqa birikmalarga aylanishiga olib keladi. Bu jarayon oqsillarning ichakda chirishi deb ataladi. Dekarboksillanish, dezaminlanish va aminokislotalarning oksidlanish reaksiyalari natijasida amalga oshiriladi.

VIII.14. Aminokislotalarning dezaminlanishi

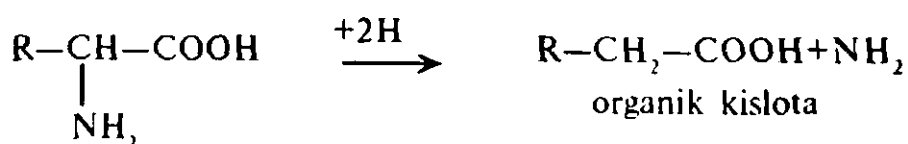
Oqsil resintezi uchun to'g'ridan-to'g'ri sarflanmay qolgan aminokislotalar yana o'zgarishlarga uchraydi, ya'ni azotsiz mahsulotlarga aylanib - NH_2 - guruhidan ammiak hosil bo'ladi.

Dezaminlanish reaksiyasida aminokislotalar tarkibidagi amin guruhning parchalanishi hisobiga ammiak va tegishli ketokislota hosil bo'ladi. Dezaminlanish reaksiyasi to'rt xil yo'l bilan borishi mumkin.

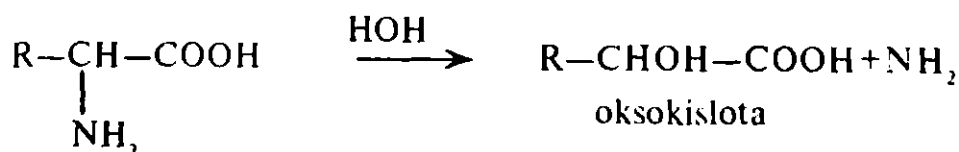
1. Oksidlanish bilan boradigan dezaminlanish reaksiyasi (oksidativ dezaminlanish):



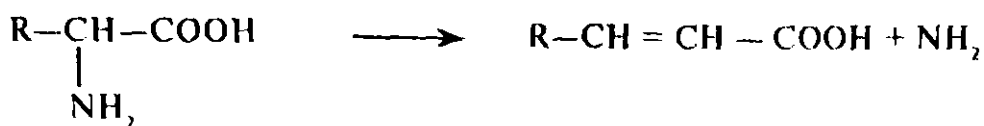
2. Qaytarilish bilan boradigan dezaminlanish reaksiyasi:



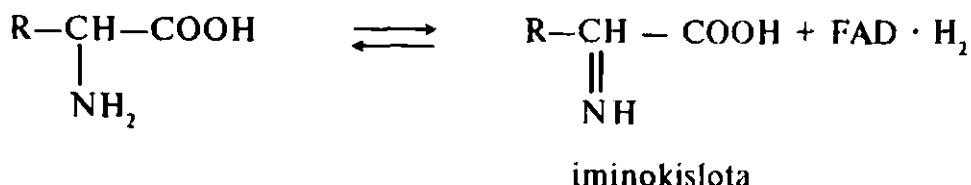
3. Hidrolitik dezaminlanish reaksiyasi:



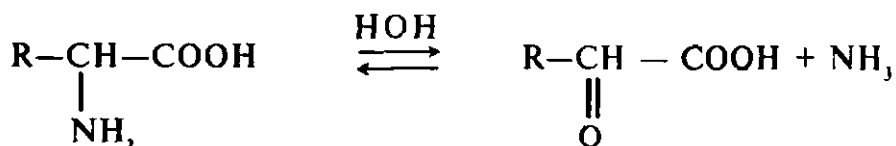
4. Molekulalar ichidagi o'zgarish hisobiga boradigan dezaminlanish:



Aminokislotalar ko'pincha oksidlanish yo'li bilan dezaminlanadi. Bu jarayon ikki bosqichda boradi. Reaksiya maxsus fermentlar ishtirokida boradi, ularning aktiv qismini flavinli kofermentlar tashkil etadi:

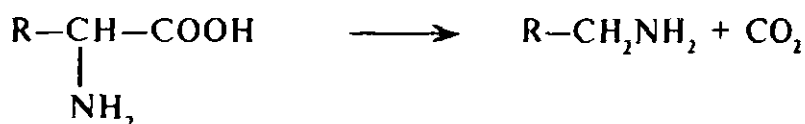


Reaksiyaning ikkinchi bosqichida aminokislota gidrolizlanib ketokislota va ammiak hosil qiladi:



VIII.15. Aminokislotalarning dekarboksillanishi

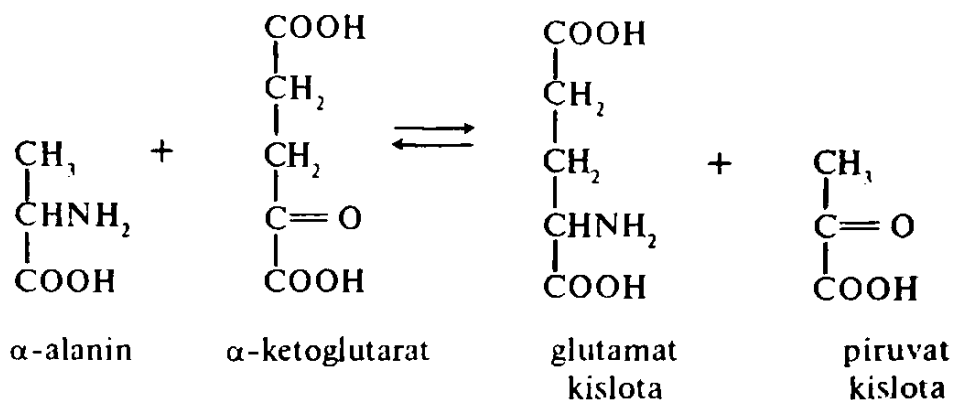
Dekarboksillanish reaksiyasi natijasida aminokislotalarning karboksil guruhi karbonat angidrid sifatida ajralib chiqadi va aminlar hosil bo'ladi:



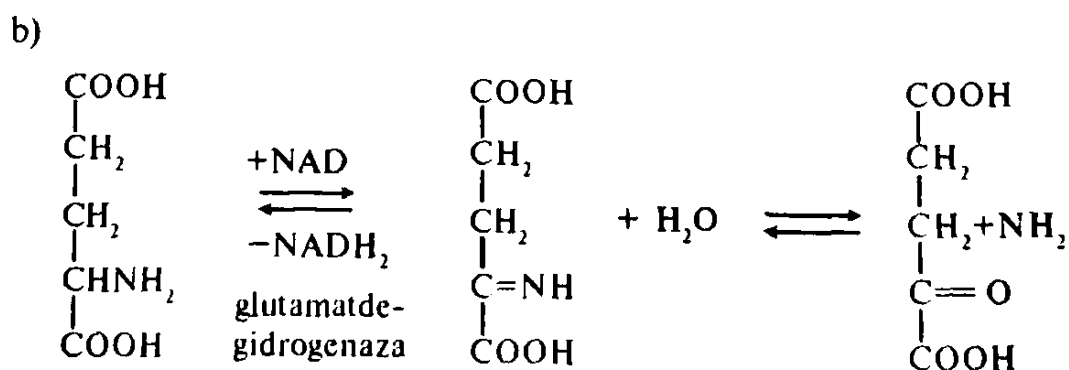
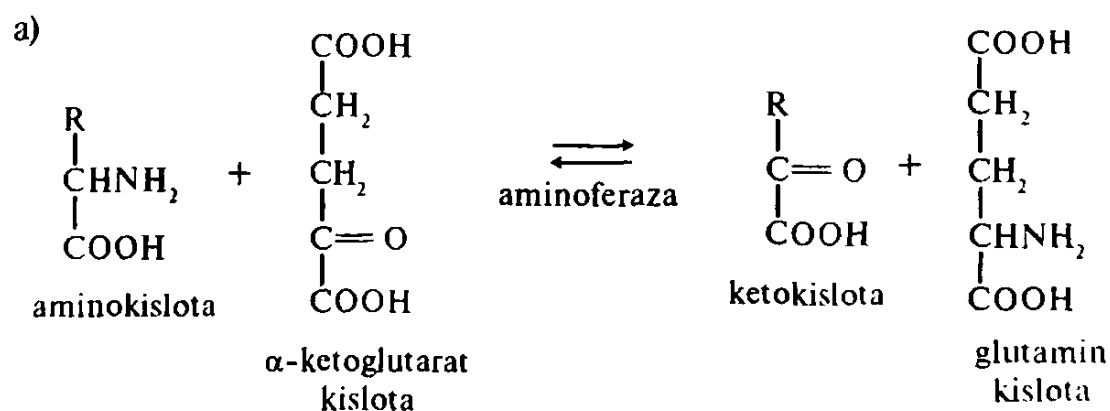
Dekarboksillanish reaksiyasi hamma aminokislotalar uchun xos bo'lgan maxsus dekarboksilaza fermentlari ishtirokida boradi. Dekarboksillanish reaksiyasi natijasida organizmda fiziologik faol moddalar — biogen aminlar hosil bo'ladi.

VIII.16. Transaminlanish (qayta aminlanish) reaksiyasi

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



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

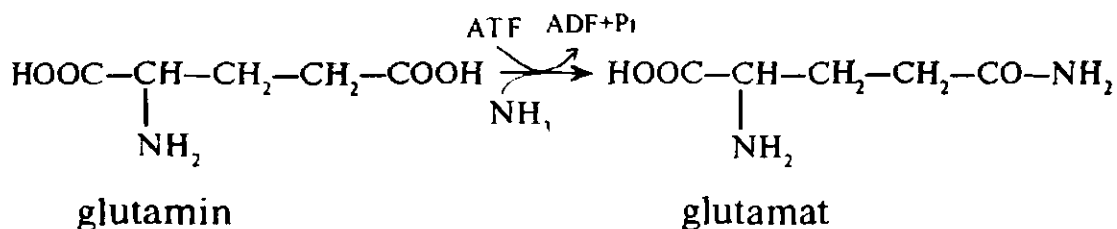


VIII.17. Ammiakni zararsizlantirish yo'llari va mochevina sintezi

To'g'ridan-to'g'ri sintezlash reaksiyasi.

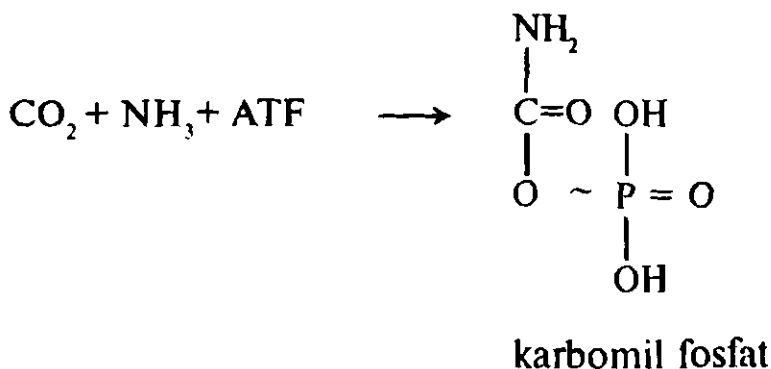
Aminokislotalarning oksidlanish yo'li bilan dezaminlanishidan ammiak hosil bo'ladi. Ammiak kuchli zaharli birikmadir va organizmda u tez bir qancha maxsus reaksiyalar tufayli neytral birikmalarga aylanadi.

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

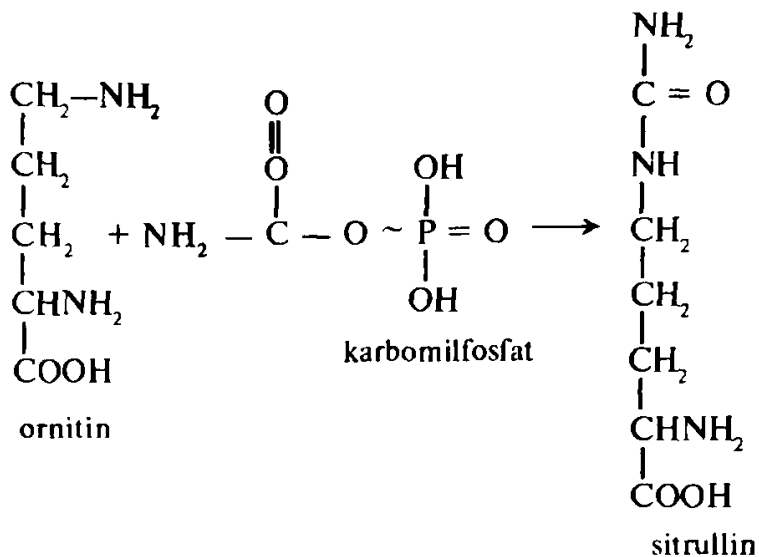


Talaygina organlarda (miya, to'r parda, buyrak, jigar, muskullarda) ammiak shu yo'l bilan yo'qotiladi.

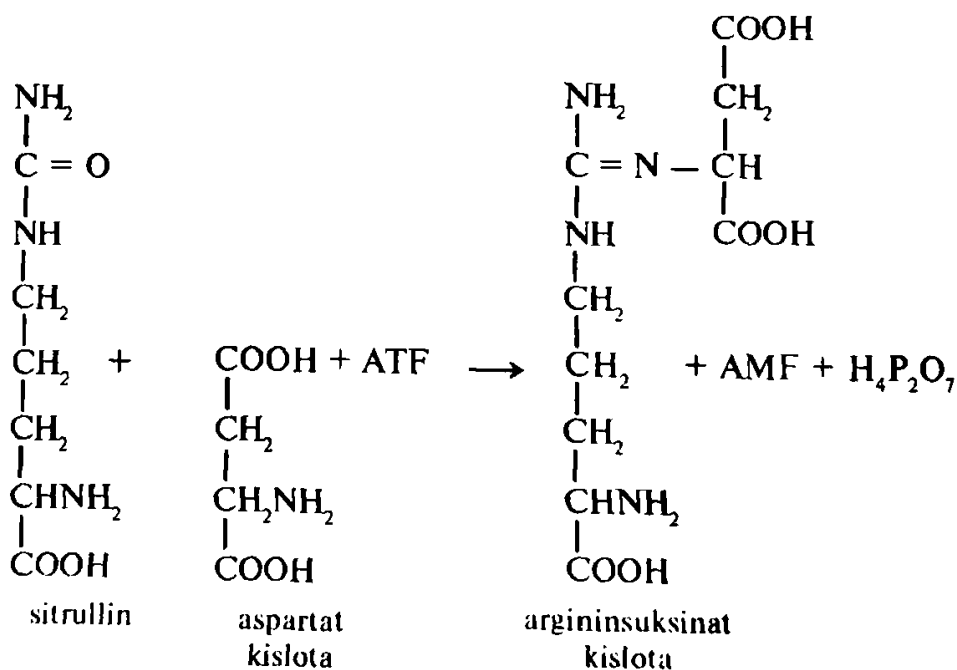
Organizmda ammiakni zararsizlantirishdagi asosiy yo'l ornitin yoki mochevina siklidir. Ornitin siklining birinchi reaksiyasida, jigarda ATF, ammiak va karbonat angidridni biriktirib, faol modda karbomilfosfatid hosil bo'ladi:



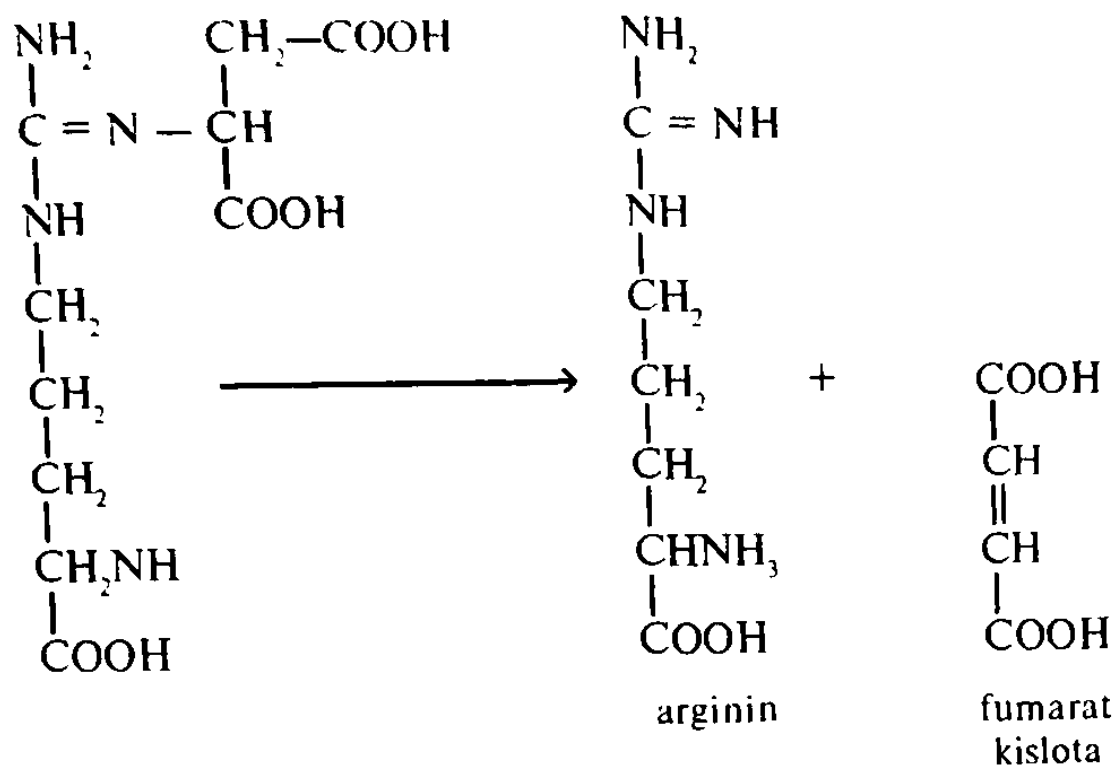
Karbomil fosfat ornitin aminokislotalari bilan reaksiyaga kirishishi natijasida sitrullin aminokislotalari hosil bo'ladi:



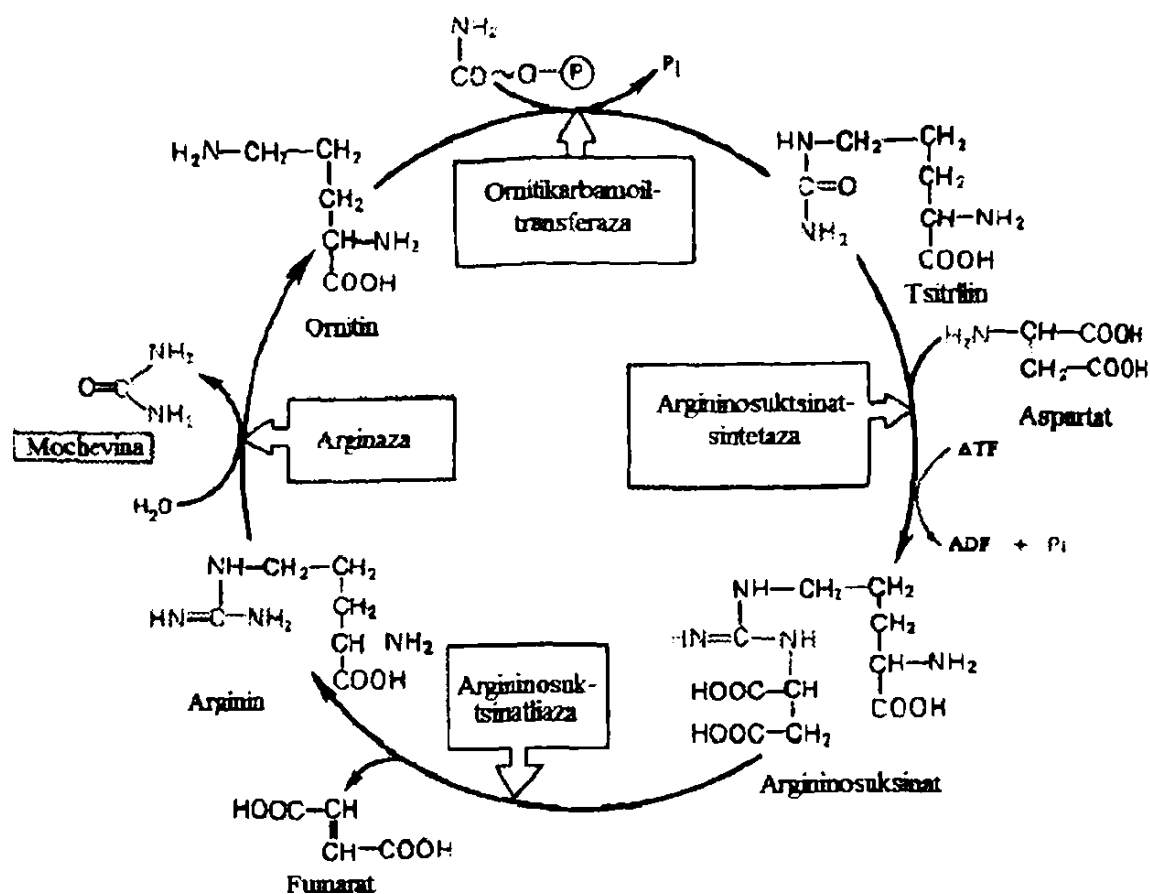
Reaksiyaning ikkinchi bosqichida sitrullin asparagin kislotalari bilan reaksiyaga kirishib argininni hosil qiladi:



Arginin-suksinat kislota argininliaza fermenti ishtirokida arginin va fumarat kislotaga parchalanadi:



Hosil bo'lgan arginin faol arginaza fermenti ta'sirida karbomid va ornitinga parchalanadi.



Jigarda mochevinaning ornitin halqasidagi sintezi.

Karbomid buyrak orqali siydik bilan chiqib ketadi. Yuqoridagi reaksiyalardan ko'rinib turibdiki, karbomid hosil bo'lishida ornitin aminokislota yana o'zining avvalgi holatiga qaytadi. Buni yuqoridagi sxemadan ko'rish mumkin.

Shunday qilib, karbomid sintezi ham ammiakni zararsizlantirishning eng muhim mexanizmlaridan biridir. Mana shu sintez natijasida zaharli xossalarga ega bo'lgan ammiakdan organizm uchun bezarar modda karbomid hosil bo'ladi.

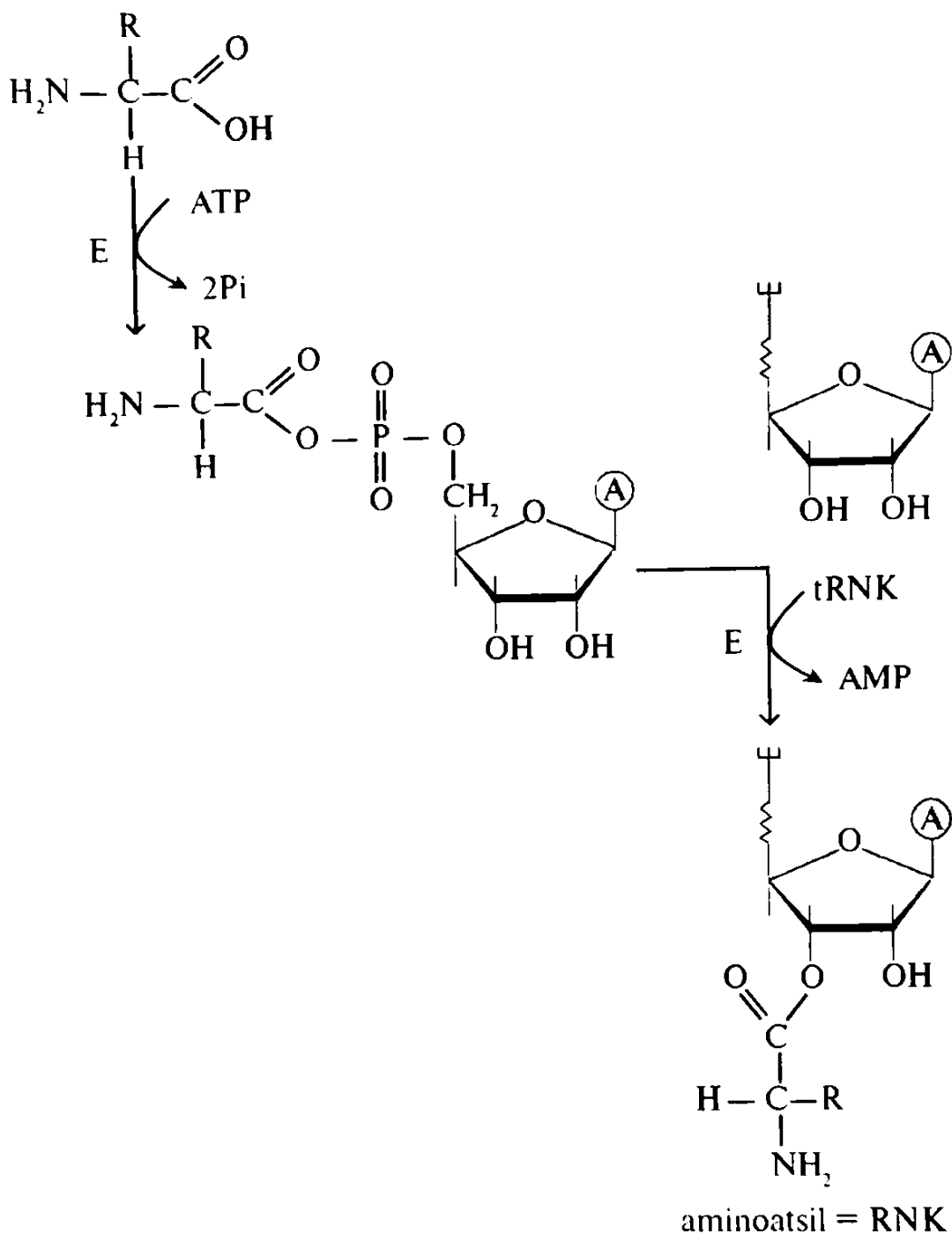
VIII.18. Oqsillar biosintezi

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 (translatsiya) 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.

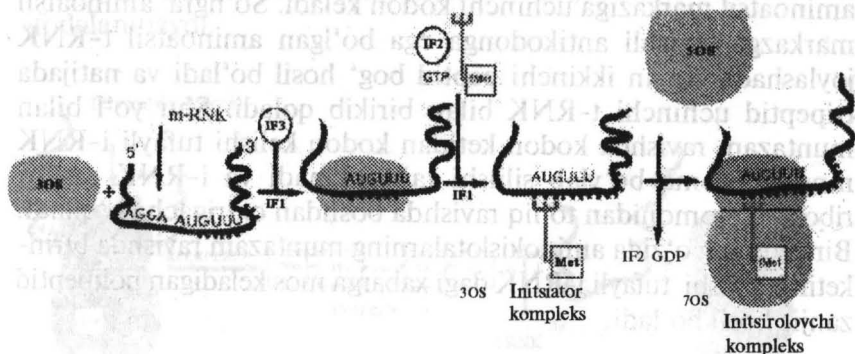
1. Aminokislotalarning faollanishi. Aminokislotalar molekulalari kimyoviy jihatdan faol bo'lmaganligi uchun ular oqsillar biosintezida bevosita ishtirok eta olmaydi. Oqsil biosintezida ishtirok etadigan aminokislotalar avval faol holatga o'tishi kerak.

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.



2. Initsiatsiya. Polipeptid zanjirining initsiatsiyasi juda murakkab va juda muhim bosqich bo'lib, ya'ni oqsil biosintezini boshlab beruvchi reaksiyadir. Bu bosqichda initsiatsiya kompleksi hosil bo'ladi. Oqsil biosintezi initsiatsiya kompleksi yordamida

amalgamasi oshadi. Bu kompleks ribosomaning 30 s – kichik bo‘lakchasi va unga birikkan i-RNK hamda aminoatsil – t – RNK va boshqa oqsil omillardan iborat. Bu kompleks GTF ishtirokida ribosomaning 50 s – bo‘lakchasi bilan birikandan so‘ng, polipeptid zanjir sintezlana boshlaydi. Oqsil sintezida ishtirok etayotgan i-RNK ning polinukleotidli zanjiridagi 5¹ tomoni zanjirining boshlanishining, 3¹ tomoni esa zanjirning tugallanishini ifodalaydi. Har qanday polipeptid zanjirining sintezlanishida uning N – tomoni sifatida maxsus birikma-metionin aminokislotasining formilli (- CHO) hosilasi ishtirok etadi. Bu hosila AUG kodoni yordamida ifodalanadi va shuning uchun har bir i-RNK ana shu kodon bilan bog‘lanishi kerak. Metionindagi formil guruhning vazifasi aminokislotaning -HN₂ guruhini yopishdan iborat bo‘lib, bunda polipeptid zanjirining o‘sishi erkin – COOH tomonga yo‘nalgan bo‘ladi, ya’ni keyingi aminokislota polipeptid zanjiridagi -COOH guruh bilan reaksiyaga kirishadi. Shu sababli AUG kodoni polipeptid zanjirining boshlanishi to‘g‘risidagi axborotni bildiradi, keyinchalik formil guruhi maxsus gidrolaza fermenti ta’sirida polipeptid zanjiridan ajraladi.



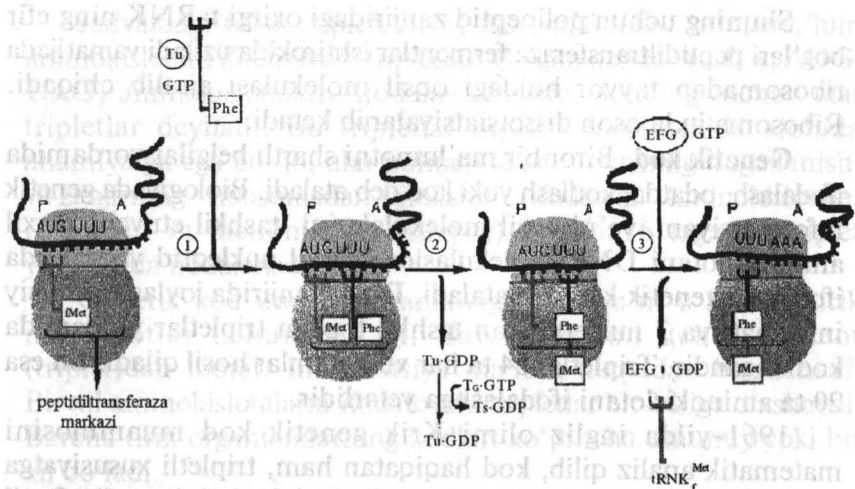
3. Elongatsiya. Polipeptid zanjirining o‘shida ribosomaning 50-s subbirligi alohida ahamiyatga ega.

Bu subbirliklarning ikkita faol markazi mavjud va peptid bog‘larni hosil qilishda ishtirok etadigan peptidilsintetaza

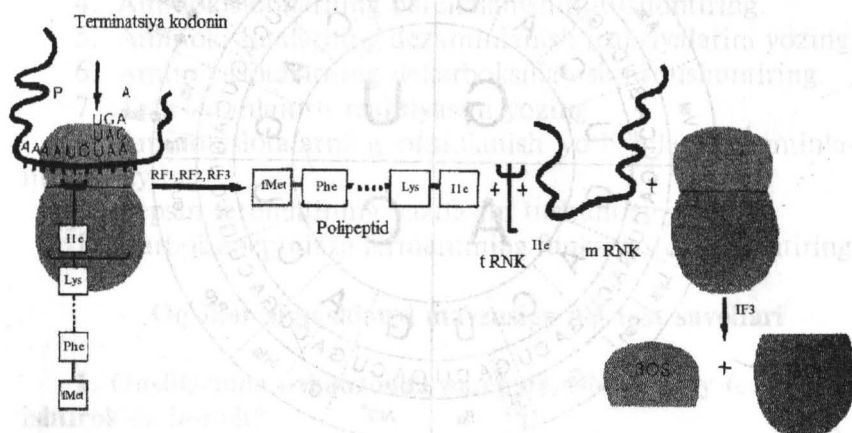
fermentlari bor. Bulardan biri aminoatsil (A) markaz bo'lib, unda aminokislotani tashuvchi va kodon-antikodon mos keladigan t-RNK joylashadi.

Ikkinchisi esa peptidil markaz bo'lib, bu markazga doimo metionin — t-RNK kelib joylashadi, t-RNK lar faqat aminoatsil markaz orqali o'tishi mumkin.

Polipeptid zanjirining o'sishi ribosomalarning aminoatsil (A) markaziga tegishli aminokislotaga ega bo'lgan t-RNK ning birikishi bilan boshlanadi. Keyin esa, boshlang'ich aminokislotaga ega bo'lgan t-RNK peptidli markazga siljiydi va o'zi bilan birga i-RNK ni ribosoma bo'ylab tortadi. Shundan so'ng bu markazni yangi aminokislotaga ega bo'lgan t-RNK egalaydi. Buning natijasida peptidil markazidagi aminokislota - COOH guruhining bevosita yaqinda aminoatsil markazdagi aminokislotaning -NH₂ guruhi paydo bo'ladi va peptid bog'larini hosil qiluvchi fermentativ reaksiya boradi, reaksiya natijasida birinchi aminokislotadagi t-RNK ajraladi va ikkinchi t-RNK ikkita aminokislotadan iborat bo'lgan peptid bilan birikadi. Ikkita aminokislotadan iborat t-RNK markazga qarab siljiydi va u yerdagi erkin t-RNK ni siqib chiqaradi. Bu siljish natijasida i-RNK yana ribosoma bo'ylab tortiladi va aminoatsil markaziga uchinchi kodon keladi. So'ngra aminoatsil markazga tegishli antikodonga ega bo'lgan aminoatsil t-RNK joylashadi. Keyin ikkinchi peptid bog' hosil bo'ladi va natijada tripeptid uchinchi t-RNK bilan birikib qoladi. Shu yo'l bilan muntazam ravishda kodon ketidan kodon kelishi tufayli i-RNK ning ribosoma bo'ylab siljishi ta'minlanadi va i-RNK zanjiri ribosoma tomonidan to'liq ravishda boshdan oxirigacha o'qiladi. Bir vaqtning o'zida aminokislotalarning muntazam ravishda birin-ketin birikishi tufayli i-RNK dagi xabarga mos keladigan polipeptid zanjir hosil bo'ladi.



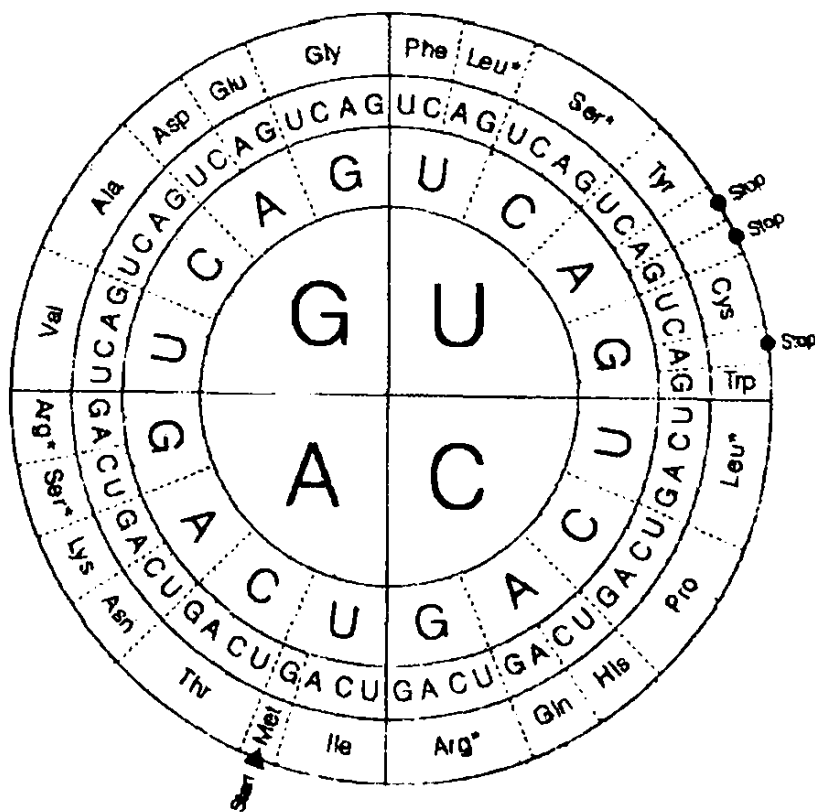
4. Terminatsiya. Oqsil molekullari hosil bo'lishining oxirgi bosqichida, ya'ni terminatsiya jarayonida aminoatsil markazda polipeptid zanjirining tugallanishini ifodolovchi UAG va UAA, UGA kodonlari paydo bo'lishi bilan polipeptid zanjirining uzayishi to'xtaydi. Bu kodonlar «ma'nosiz» bo'lib, biror aminokislotani ifodalanmaydi.



Shuning uchun polipeptid zanjiridagi oxirgi t-RNK ning efir bog'lari peptidiltransferaza fermentlar ishtirokida uziladi va natijada ribosomadan tayyor holdagi oqsil molekulasi ajralib chiqadi. Ribosoma juda oson dissotsiatsiyalanib ketadi.

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 haqiqatan ham, tripletli xususiyatga ega degan xulosaga keldi va genetik kod lugʻatini tuzdi. Oqsil molekulasidagi har bir aminokislotani ifodalovchi kod tripletli boʻlib, u Krik ifodasiga koʻra kodon deb nomlanadi. Quyidagi jadvalda genetik kod lugʻati keltirilgan.



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. Aminokislotalar (triptofan va metionin) 2 tadan 6 tagacha triplet yordamida ifodalanadi.

Genetik kod universal xarakterga ega, ya'ni u barcha tirik mavjudotlar uchun bir xil. Barcha kodon uchta nukleot (triplet)dan 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'lishini ayting.
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 dekarboksillanishini tushuntiring.
7. Transaminlanish reaksiyasini yozing.
8. Aminokislotalarning oksidlanish yo'li bilan dezaminlanishini ayting.
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;
- D) Tripsin;
- E) Dipeptidazalar.

2. Ovqat oqsillari ichakda qanday fermentlar ta'siriga uchraydi?

- A) Tripsin;
- B) Ximotripsin;
- D) Peptidazalar;
- E) Dipeptidazalar.

3. Kichik molekulali polipeptidlar qanday fermentlar ta'sirida parchalanadi?

- A) Karboksipeptidazalar;
- B) Aminopeptidazalar;
- D) 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;
- D) Dipeptidaza.

7. Oksidativ dezaminlanishda qanday birikmalar hosil bo'ladi?

- A) Ketokislotalar, ammiak;
- B) Oksikislota;
- D) Organik kislota.

8. Aminokislota qanday yo'l bilan sintezlanadi?

- A) Ketokislotalarning qaytarilish yo'li bilan aminlanishi;
- B) To'yinmagan kislotalarning bevosita aminlanishi;
- D) Ketokislotalarning qayta aminlanishi.

9. Aminokislotalar qanday birikmalar uchun dastlabki xom-ashyo hisoblanadi?

- A) Oqsillar;
- B) Gem;
- D) Kreatinfosfat;
- E) Kofermentlar.

10. Aminokislotalarning katabolizimi natijasida oxirgi qanday mahsulotlar hosil bo'ladi?

- A) α -ketokislotalar;
- B) Aminlar;
- D) Karbonat angidrid;
- E) Ammiak.

VIII.19. 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 hokazolar.

VIII.20. Nuklein kislotalarning parchalanishi

Tirik organizmlarda nuklein kislotalar maxsus fermentlar ta'sirida azotli asoslar, uglevod komponentlari va fosfat kislotalarga parchalanadi. Bu jarayon ancha murakkab bo'lib, bir necha bosqichdan iborat. Dastlab nuklein kislotalar nukleaza fermentlari ishtirokida depolimerlanadi. Yuqori molekular nuklein kislotalarning gidrolitik parchalanishidan iborat bo'lgan bu jarayon tetra-, tri-, di- va mononukleotidlar hosil bo'lguncha davom etadi. Polinukleotid zanjirini gidrolizlovchi nukleaza fermentlari fosfodiesterazalar nukleotidlararo fosfodiefir bog'larning parchalanish reaksiyalarini katalizlaydi. Barcha nukleazalar asosiy guruhlariga bo'linadi. Nuklein kislotalarning ichki nukleotidlararo bog'larini parchalovchi fermentlar *nukleazalar* deb ataladi. Bu fermentlar ishtirokida nuklein kislotalar asosan kislotalarda

erimaydigan kichik molekulali polipeptid fragmentlardan 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.

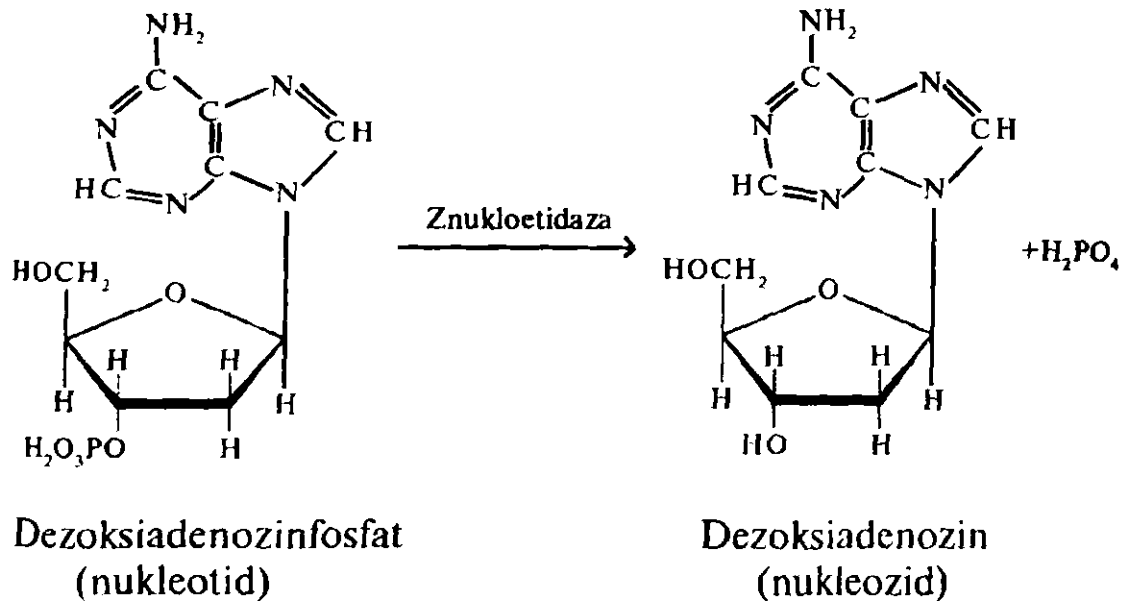
RNK ning ribonukleaza fermentlari ta'sirida parchalanishi ko'p jihatdan uning tarkibiy qismiga bog'liq bo'ladi. Agar RNK tarkibida minor asoslarining soni ko'p bo'lsa, ular RNK aza fermenti ishtirokida birmuncha qiyin parchalanadi.

Dezoksiribonukleaza (DNK aza). DNK ning parchalanish reaksiyalarini katalizlovchi DNK aza fermentlari keng tarqalgan bo'lib, ularning ikki turi yaxshi o'rganilgan. Ikkala ferment ham endonukleazalarga mansub. Birinchisi DNK molekulasining 5-fosfomonoefirlargacha parchalaydi. Ikkinchi DNK aza ta'sirida esa 3-fosfomonoefirlar hosil bo'ladi. Har ikki turdagi fermentlar ishtirokida avval dezoksiribonukleotidlar hosil bo'ladi. Keyinchalik ularning parchalanishi natijasida erkin dezoksiribonukleotidlar hosil bo'ladi.

Barcha ekzonukleazalar yoki fosfodiesterazalar ishtirokida poliribonukleotid va polidezoksiribonukleotidlar mononukleotidlarga parchalanadi. Bu fermentlar RNK va DNK ni polinukleotid zanjirining yoki bo'lmasa endonukleaza fermentlari ishtirokida ulardan hosil bo'lgan oligonukleotidlarning uchki tomonida joylashgan nukleotidlarni gidrolitik yo'l bilan birin-ketin ajratish reaksiyalarini katalizlaydi.

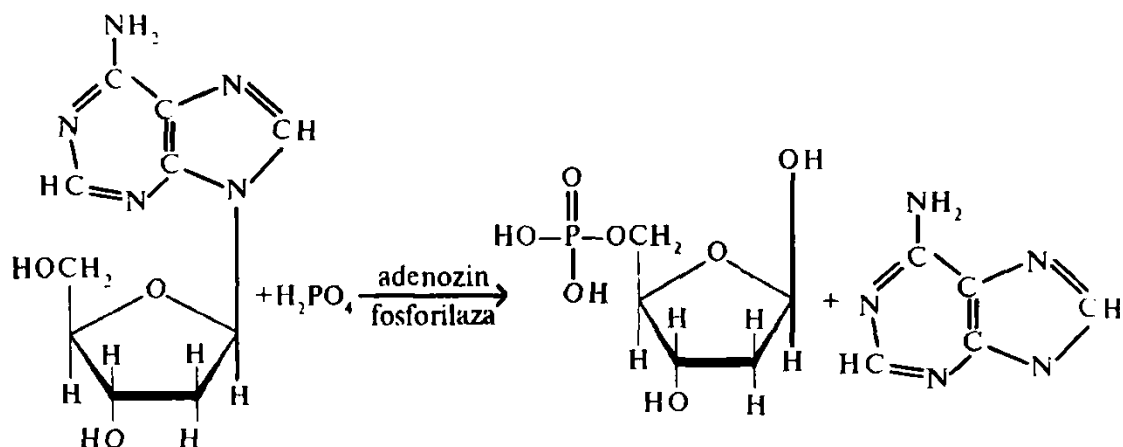
Shunday qilib, har xil nukleaza fermentlari ishtirokida nuklein kislotalar mononukleotidlarga parchalanadi.

Nukleaza fermentlari ishtirokida hosil bo'lgan mononukleotidlar yana parchalanadi. Ribonukleotidifosfat va dezoksiribonukleozid fosfat tarkibidagi fosfat guruhlar bir qator fosfataza fermentlari ishtirokida ajraladi. Bular ichida o'ziga xos ta'sir ko'rsatuvchi, ya'ni faqat RNK va DNK ning parchalanishi natijasida hosil bo'lgan nukleotidlardan fosfat kislotani parchalovchi fermentlar ham mavjud. Bunday fermentlar *nukleotidazalar* deb ataladi.



Reaksiya natijasida tegishli nukleozid va fosfat kislota hosil bo'ladi. Reaksiyaning navbatdagi bosqichida nukleozid tarkibidagi riboza qoldig'i fosfat kislotaga ko'chadi. Bu reaksiya har bir

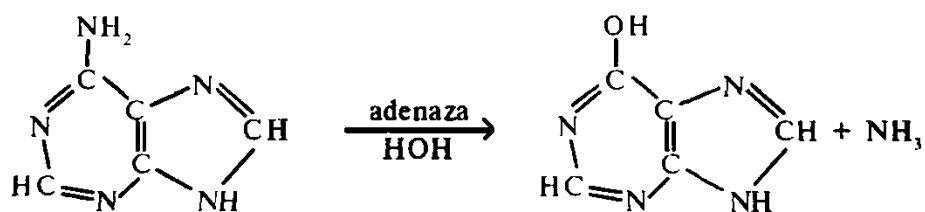
nukleozid turi uchun spetsifik bo'lgan riboziltransferaza fermentlari ishtirokida katalizlanadi:



Hosil bo'lgan pentozafosfat keyinchalik moddalar almashinuvidagi har xil reaksiyalarda ishtirok etishi mumkin.

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

Masalan, adenin adenaza fermenti ishtirokida gipoksantin hosil qiladi:

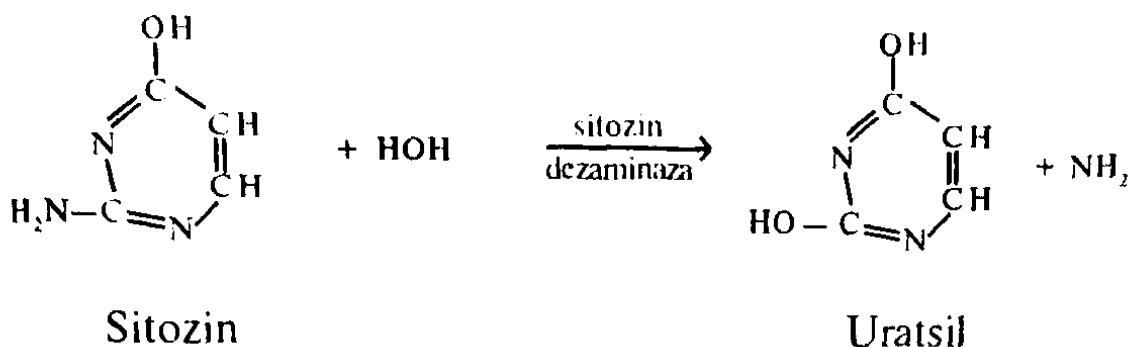


Adenin

Gipoksantin

Gipoksantin ksantinoksidaza fermenti ishtirokida ksantinga, ksantin esa o'z navbatida urat kislotaga aylanadi.

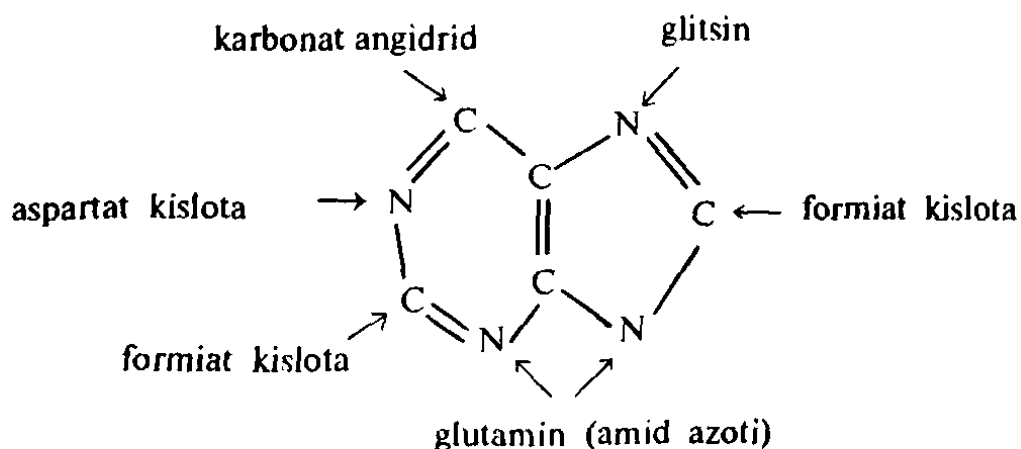
Pirimidin asoslaridan sitozin bilan 5-metilsitozinning gidrolitik dezaminlanishi natijasida ham uratsil va timin hosil bo'ladi.



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

VIII.21. Nuklein kislotalar biosintezi

Purinli nukleotidlarning hosil bo'lishi. Barcha tirik organizmlar purinli birikmalardagi halqali sistemani yangidan sintezlash xususiyatiga ega. Purin halqasini hosil qilishda glutamin, aspartat va glitsin aminokislotalar, formiat kislota hamda karbonat angidrid ishtirok etishi aniqlangan. Purin halqasidagi atomlar manbayi quyidagi sxemada keltirilgan:



Purinli nukleotidlar hosil bo'lishida purin halqasi tutuvchi birlamchi oraliq modda inozinat kislota hisoblanadi. Qolgan barcha purinli nukleotidlar inozinat 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.

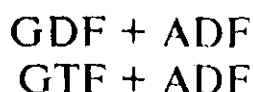
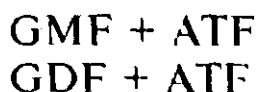
1. riboza-5-fosfat + ATF $\longrightarrow$
5-fosforibozil-1-pirofosfat + AMP.
2. 5-fosforibozil-1-pirofosfat + glutamin $\longrightarrow$
5-fosforibozilamin + glutamat + $H_4P_2O_7$
3. 5-fosforibozil-1-amin + glitsin + ATF $\longrightarrow$
5-fosforibozilglitsinamid + ADP + H_3PO_4

Hosil bo'lgan 5-fosforibozilglitsinamid bir molekula formiat 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 dehidratatsiyaga uchraydi va imidazol halqa hosil bo'ladi. Keyingi reaksiyalarda imidazol halqada aspartat kislota, formiat va karbonat anhidriddan pirimidin halqa tashkil topadi. Bu reaksiyalar bir qator fermentlar ishtirokida boradi. Shunday qilib, ketma-ket boradigan bir qator reaksiyalar natijasida oxiri inozinat kislota hosil bo'ladi.

Inozinat kislotadan keyinchalik adenilat va guanilat kislotalar hosil bo'ladi.

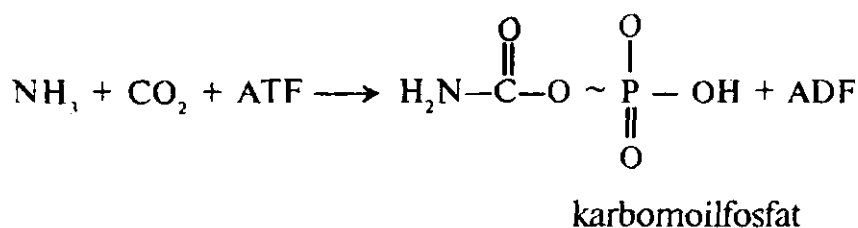
Adenilat, guanilat kislotalarining hosil bo'lishi ikki bosqichdan iborat. Adenilat kislota hosil bo'lishining birinchi bosqichida inozinat kislota aspartat kislota bilan reaksiyaga kirishib, adenilatsuksinat kislota hosil qiladi. Reaksiya trifosfatlar ishtirokida boradi. Reaksiyaning ikkinchi bosqichida 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:

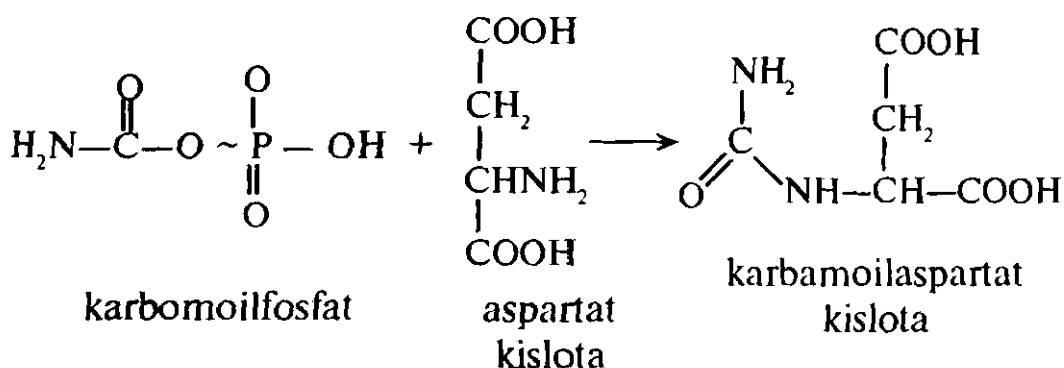


Shunday qilib, yuqorida bayon etilgan reaksiyalar purinli nukleotidlar hosil bo'lishidagi asosiy yo'l hisoblanadi.

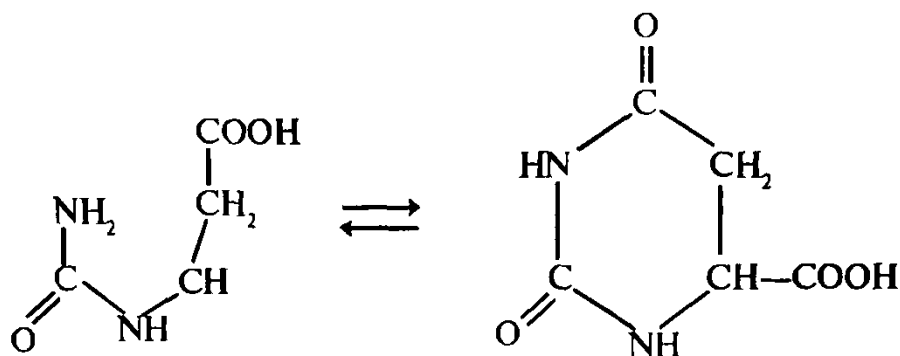
Pirimidinli nukleotidlar hosil bo'lishi. Pirimidin asoslari hosil bo'lishida aspartat kislota va karbomoilfosfat ishtirok etadi. Karbomoilfosfat ammiak, karbonat anhidrid va ATF dan hosil bo'ladi:



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



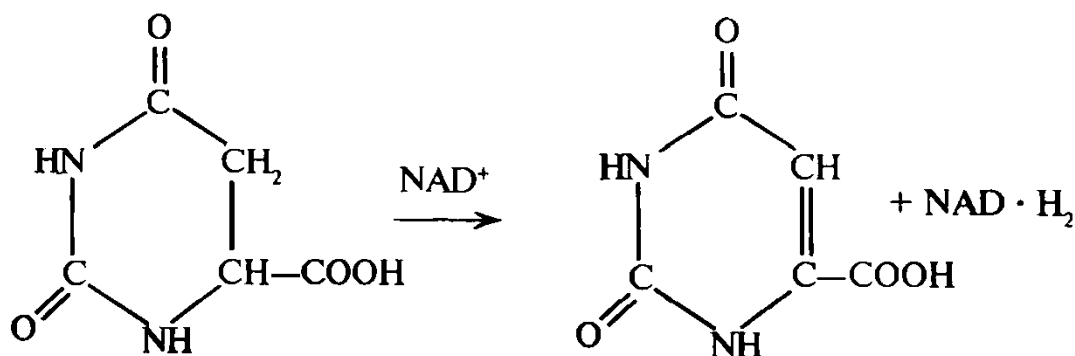
Karbamoilaspartat kislota siklodehidratatsiya reaksiyasi tufayli siklik birikma digidroortaaza fermenti ishtirokida tezlashadi:



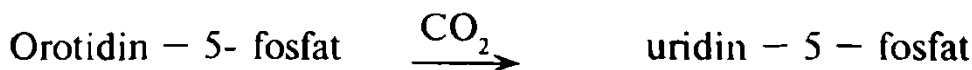
Karbomoilaspartat
kislota

Digidroortat
kislota

keyingi reaksiyada digidroorotat kislota oksidlanib, orotat kislotaga aylanadi. Reaksiyada fermentning aktiv qismini NADF^+ 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.

DNK biosintezi. DNK molekulasi xos bo'lgan asosiy xususiyatlardan biri genetik informatsiya (irsiy belgilari)ning nasldan-naslga o'tishini ta'minlaydi, ikkinchisi ularning o'z-o'zidan ko'payishidir.

DNK molekulasi asosan hujayra yadrosida mujassamlashgan bo'lib, hujayra bo'linishi davrida uning miqdori o'z-o'zidan ikki baravar ko'payadi. Bu jarayon *replikatsiya* deb ataladi. Bu jarayon juda murakkab bo'lib, bunda DNK-polimeraza fermenti ishtirok etadi. DNK-polimeraza ishtirokida katalizlanadigan reaksiya bir qancha o'ziga xos xususiyatlarga ega. 1) Reaksiya 4 xil nukleozidtrifosfatlar (ATF d, GTF d, TSDF d, TTF d) ishtirokida boradi. Birorta nukleozidtrifosfat yetishmasa reaksiya bormaydi. Difosfatlar yoki monofosfatlar ishtirokida DNK sintezi reaksiyasi amalga oshmaydi.

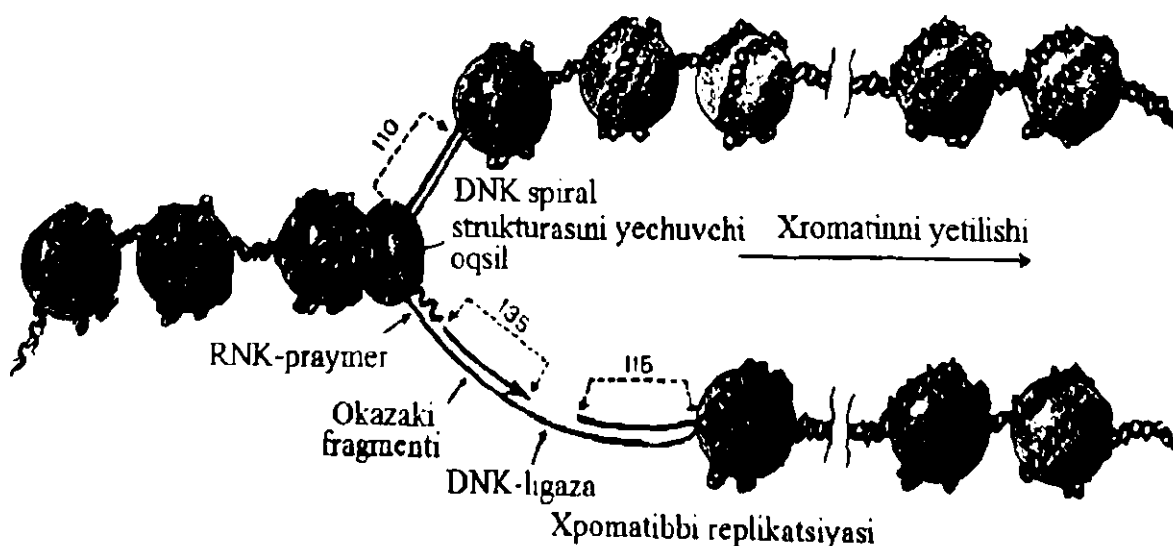
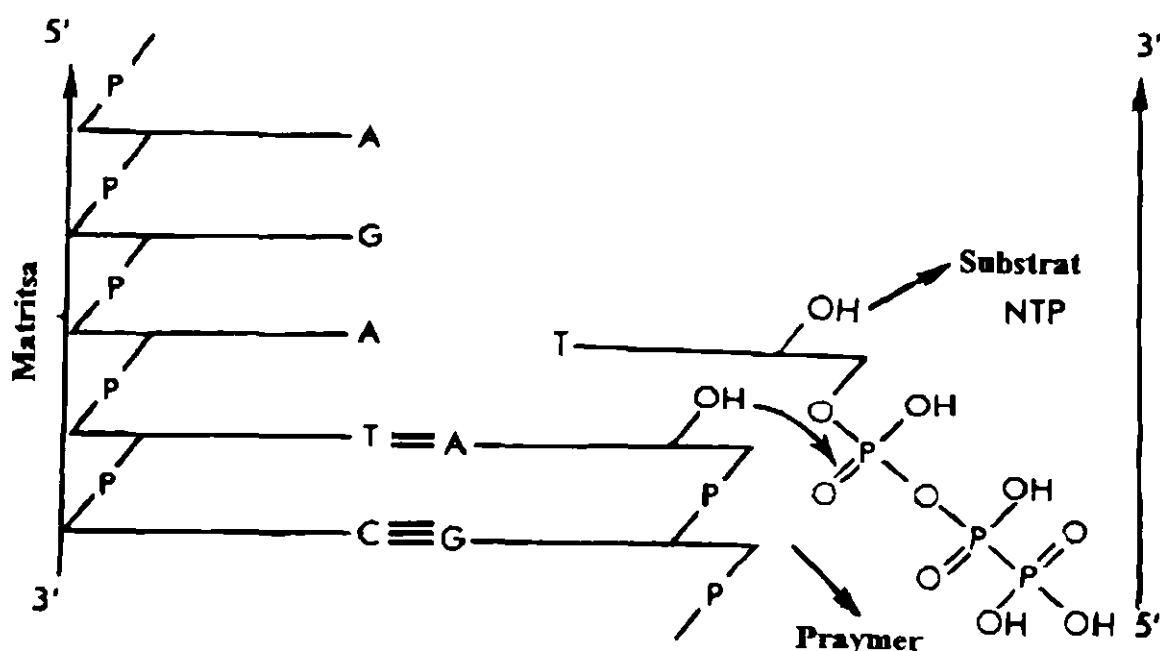
Reaksiyaga xos bo'lgan ikkinchi xususiyat shundan iboratki, albatta oz miqdorda tayyor holdagi DNK ishtirok etishini talab qiladi.

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

DNK ning matritsali sintezida navbatdagi, nukleotid DNK-polimeraza uchun substratdir, reaksiyaga yuqori energetik aktivlangan formada kirishadi. Polimerazatsiya namunaning 3'-tomonidan o'sib boradi, ya'ni sintez 5'→3' 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 funktsiyani bajaradigan yigirmadan ortiq ferment va oqsillar ishtirok etadi. Replikatsiya jarayoni bir necha bosqichdan iborat. Bu bosqichlarning hammasi juda katta tezlikda, oliy darajada aniq o'tadi.

Tabiiy DNK ning qo'sh spirali, ya'ni ona DNKsining zanjirlari (replikatsiyalanish oldidan) kalta bir qismida yechilgan bo'lishi kerak. DNKning qo'sh zanjiri yechilayotganda lotincha γ xarfiga o'xshagan ayrisimon strukturani hosil qiladi. Mana Shu struktura *replikatsiya ayrisi* deb ataladi. 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.



Xeliksazalar – 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 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.

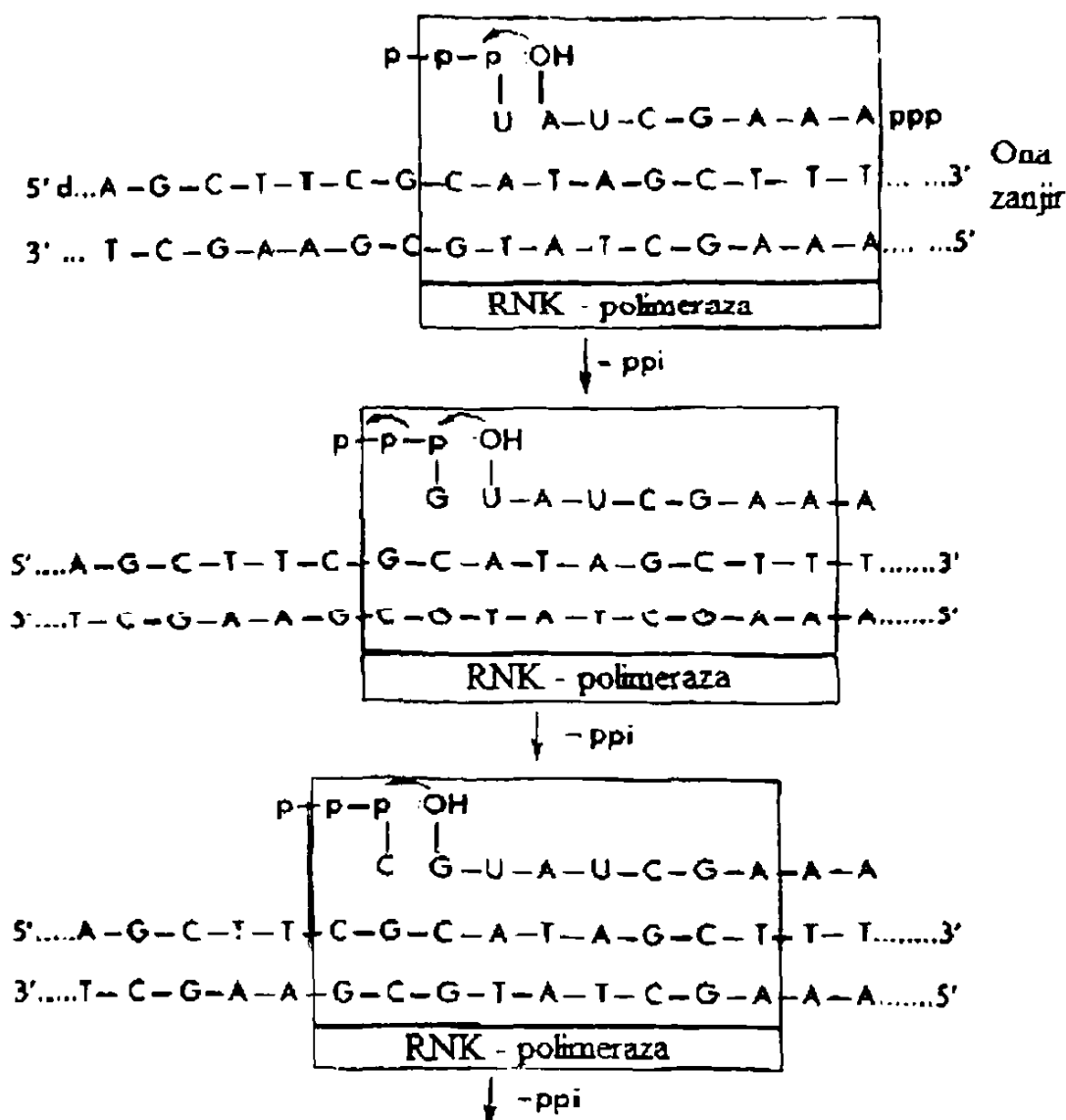
DNK molekulasi har ikkala zanjirining bir vaqtda replikatsiya qilinishi juda ham murakkab jarayondir. Bunda, yigirmadan ortiq replikativ fermentlar va omillardan iborat to‘la kompleks DNK - replikaza sistemasi ishtirok etadi. Yapon olimi Okazaki, har ikkala zanjir bir vaqtda replikatsiya qilinganda, bir zanjir uzluksiz, ikkinchi yangi zanjir esa kalta fragmentlar shaklida sintezlanishini kashf etdi, buni Okazaki fragmentlari deb ataladi. Okazaki fragmentlarining sintezini DNK-polimeraza initsirlay olmaydi. Uning sintezida namuna sifatida kalta bir zanjirli RNK va primaza 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^+ATF ishtirok etadi. Bir minutda bitta replikatsiya ayrida 4500—5000 nuleotidlar bog‘lanadi.

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).



Transkripsiya jarayonida ona DNK zanjiridan nusxa ko'chirish.

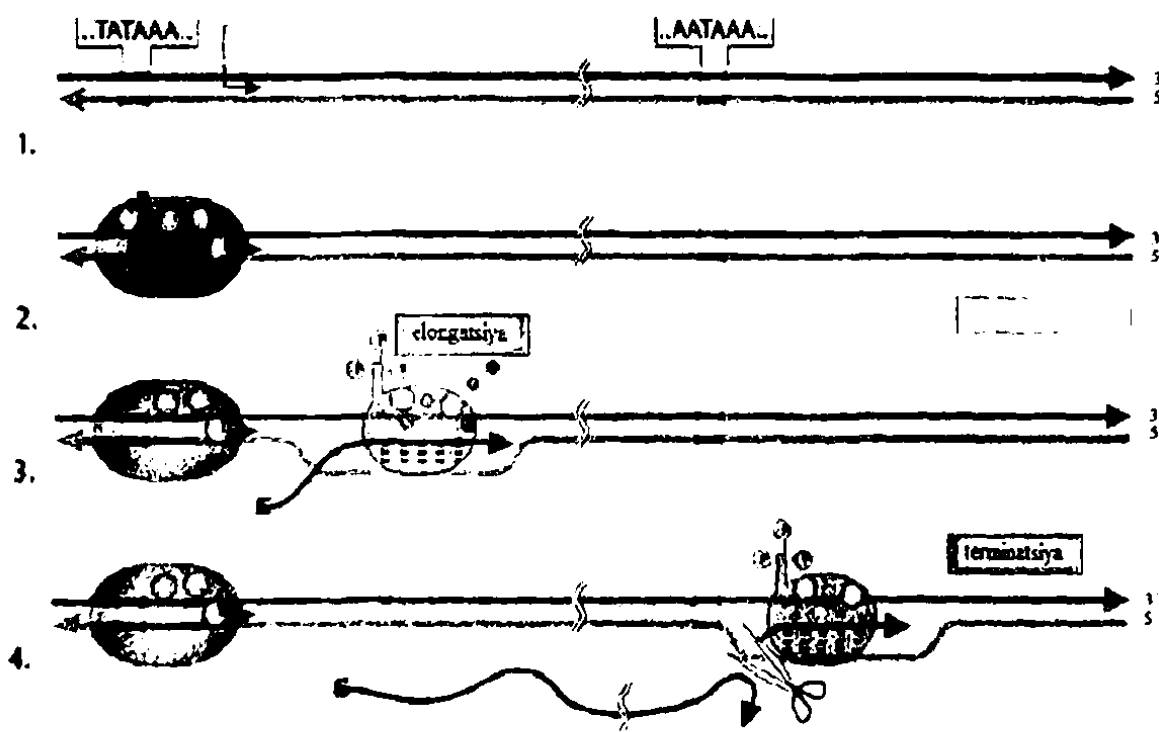
Oqsil to'g'risidagi informatsiya, ya'ni axborot hujayra yadrosidagi DNK da mujassamlashgan bo'ladi. Oqsil biosintezining muhim tomonlaridan biri DNK dagi ana shu informatsiyaning oqsil sintezlanadigan joyga — ribosomalariga ko'chirishdir. DNK

oqsil biosintezida bevosita ishtirok etmaydi va undagi axborotni informatsion yoki matritsali RNK vositasida uzatadi.

RNK polinukleotid zanjiri faqat ribozanukleotidtrifosfatlardan sintezlanadi va iPP (pirofosfatlar) ajralib chiqadi. Bu jarayonda RNK polimeraza ferment ishtirok etadi. Shunday qilib, RNK DNK asosida hosil bo'ladi.

RNK sintezi bir necha bosqichda bajariladi; a) initsiatsiya (boshlanishi), b) polimerizatsiya va d) terminatsiya.

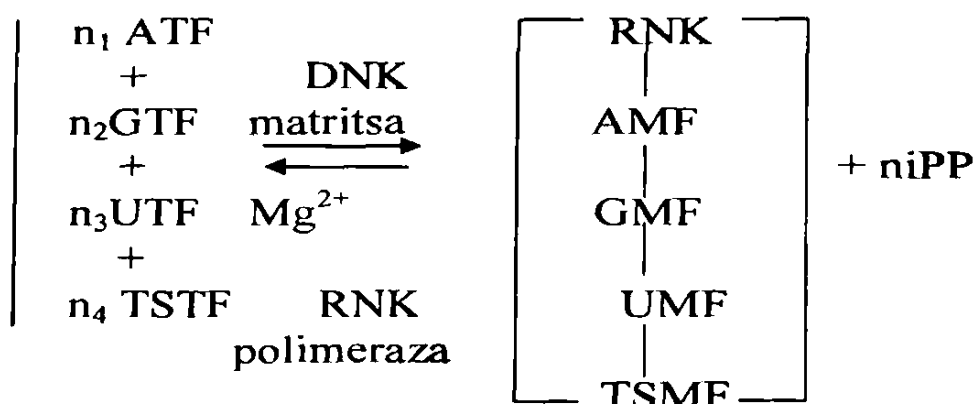
Transkripsiya davomida m-DNK bilan RNK transkript orasidagi bog'lanish vaqtincha, transkripsiya tugashi bilan DNK ning zanjirlari spiral strukturani hosil qiladi va yana qaytadan bir-biri bilan o'ralib qoladi.



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 5,8S RNK) ning sintezida ishtirok etadi. Ribosomal 5 S RNK va transport RNK lar RNK-polimeraza III ishtirokida sintezlanadi. RNK- polimeraza II ishtirokida mRNK sintezlanadi.

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:



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;

2) 3' — uchini poliadenillash;

3) genni kodirlamaydigan qismlar (intronlar)ni kesib tashlab, ekzonlarni ulash.

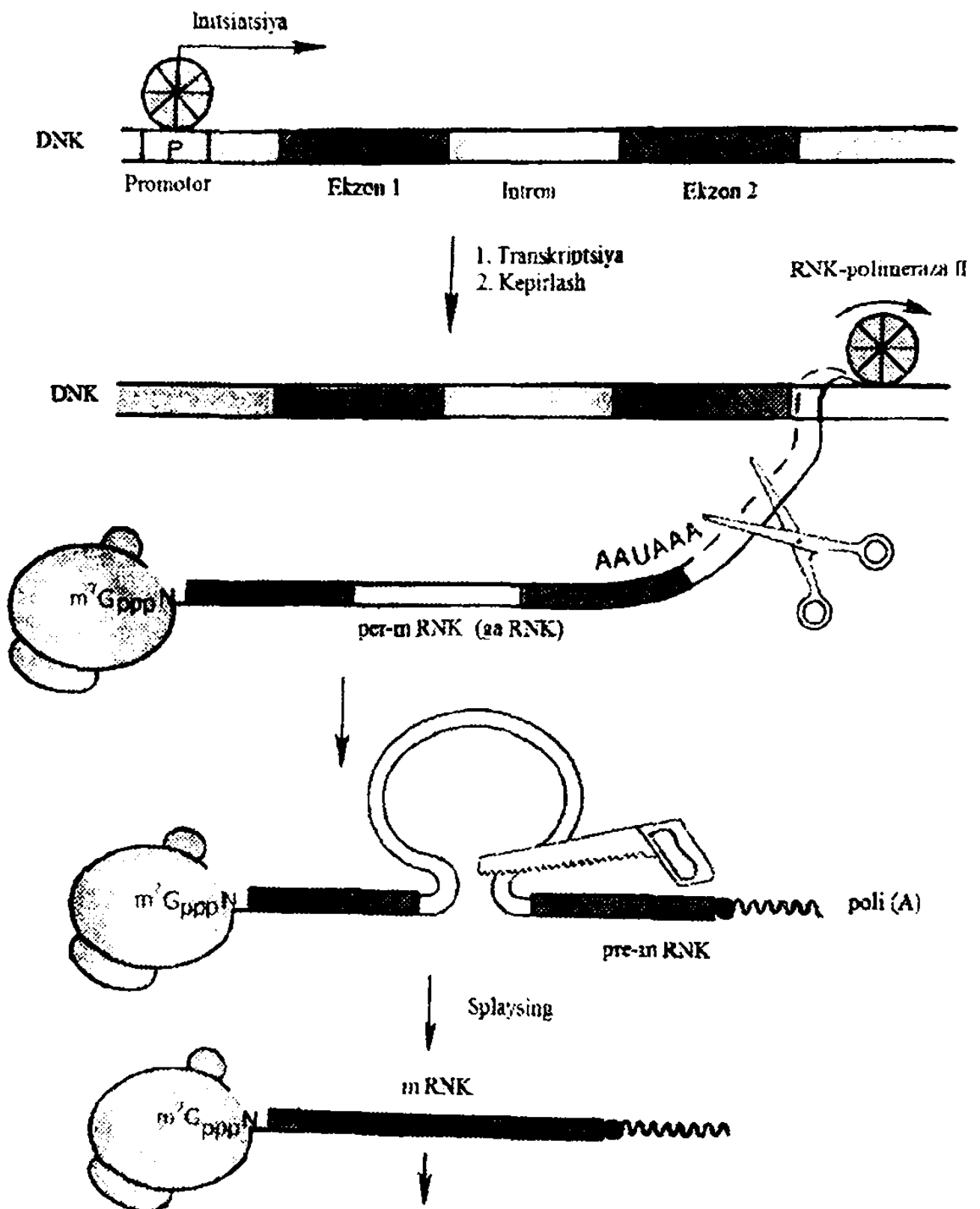
Protsessing fermentativ jarayonlarda boradi. Mana shu jarayondan so'ng, RNK funksional aktiv molekulaga aylanadi.

Kepirlash (boshiga qalpoq kiydirish) m-RNKning 5'-uchidagi mAr qoldig'iga Gr qoldig'i qo'shib 5'-5 uchfosfat hosil qilishdan iborat. 3'-uchiga esa poli (A) segmenti ulanadi. 10-25 nukleotiddan iborat bo'lib, unga AAIAAA dan iborat konservativ ketma-ketlik ulanadi, unda esa signal vazifasi yozilgan.

Transkripsiyada uzilgan genning to'la nusxasi, ya'ni RNKning boshlang'ich transkripti olinadi. Keyin tor spetsifik fermentlar yordamida kodirlamaydigan uchastkalar (ular intronlar deb ataladi) kesib olinib, kodirlovchi segmentlar (ekzonlar) bir-biriga ulanadi. Ulanish boshlang'ich transkriptda intron-ekzonlar qanday joylashgan bo'lsa, xuddi shu tartibda bajariladi. Kesuvchi fermentlar endonukleazalar, ulovchilari esa ligazalardir.

m-RNK ning metillanishi protsessingning eng muhim bosqichlaridan biridir. m-RNK ning bu modifikatsiyasida har biri 400 qoldiqdan iborat bo'lgan A o'rtacha bitta 6-metilladeninning qolidig'ini saqlaydi.

Bu mexanizm eukariotlarda ekzonlarning ulanadigan uchlarini yaqinlashtiradigan maxsus kichik yadro RNK si ishtirok etadi. m-RNK nukleoprotein kompleks holida yadro qobig'ining yadro teshiklari orqali sitoplazmaga o'tadi. Ularni informasomalar deb ataladi. Ribosomalarda translatsiya jarayoni ketadi. Informatsiyalar ribosomalarga oqsil biosintezi haqidagi informatsiyani olib boradi. Quyida sxemasi berilgan.



Sinov savollari

1. Nuklein kislota almashinuvining biologik ahamiyati qanday?
2. Nuklein kislotalarni parchalovchi fermentlarni ayting.
3. Nukleofosfodiesterazalar qanday funksiyani bajaradi?
4. Restriktaza fermentlarining biologik ahamiyati qanday?
5. DNK ning matritsali sintezini tushuntiring.
6. DNK-polimeraza fermentlarining xillari va ularning ahamiyati qanday?
7. DNKning promotorini tushuntiring.
8. Transkripsiya jarayonining elongatsiyasi, terminatsiyasini ayting.
9. RNK sintezida ishtirok etuvchi fermentlarni ayting.
10. DNK mutatsiyasini ayting.

Nuklein kislotalar almashinuvi mavzusiga oid test savollar

1. DNK molekulasi qanday vazifani bajaradi?
A) Genetik axborotni saqlaydi;
B) Irsiy axborotni yadrodan ribosomaga uzatadi;
S) Ribosomada oqsil biosintezida qatnashadi.
2. Nuklein kislotalar qanday fermentlar ta'sirida parchalanadi?
A) Nukleazalar; B) Lipazalar;
D) Peptidazalar; E) Gidrolazalar.
3. Polinukleotid zanjirlarini erkin nukleotidlarga parchalovchi ferment:
A) Fosfodiesteraza; B) Empirazalar; D) Fosfotazalar.
4. Nukleotidlarni parchalovchi fermentlar:
A) Nukleotidazalar; B) Nukleozidazalar;
D) Nukleoazalar; E) Fosfatazalar.
5. Nukleozidlar qanday fermentlar ta'sirida parchalanadi?
A) Nukleozidforilazalar; B) Nukleotidazalar;
D) Nukleazalar; E) Fosfatazalar.
6. Purin azot asoslari qanday fermentlar ishtirokida parchalanib, ammiak va tegishli birikmalar hosil qiladi?

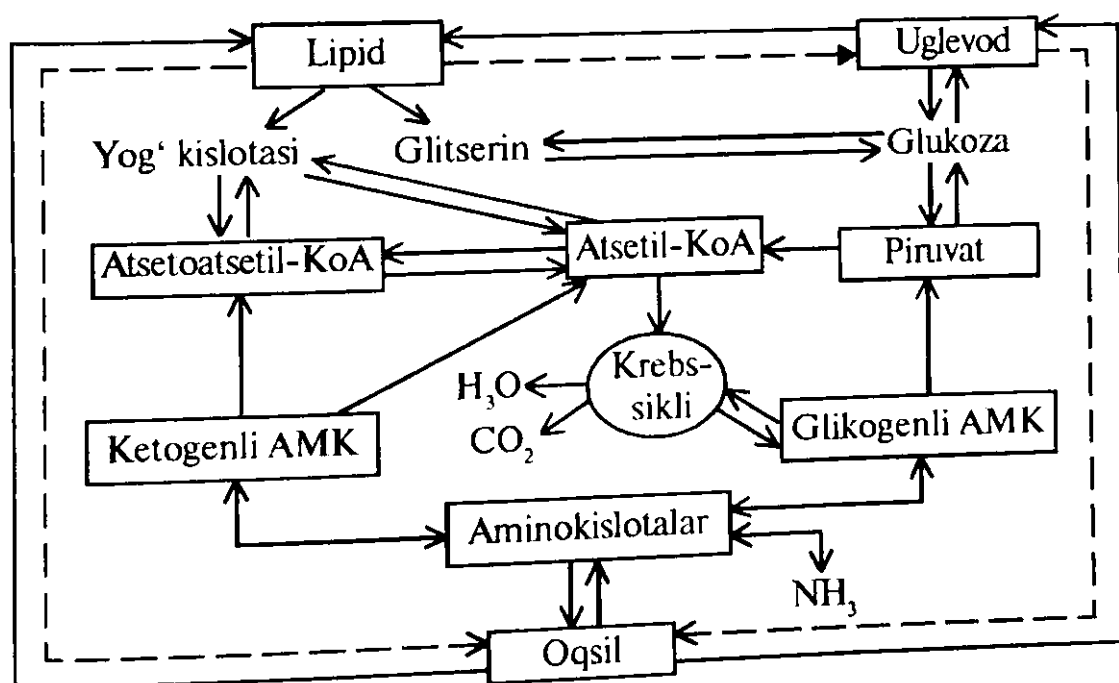
- A) Dezaminaza; B) Transaminaza; D) Nukleaza.
- 7. Genetik axborot qanday jarayonlar orqali uzatiladi?**
A) Transkripsiya; B) Replikatsiya; D) Translatsiya.
- 8. Replikatsiya jarayoni qanday xususiyatga ega?**
A) Yarim konservativ; B) Konservativ; D) Reparativ.
- 9. DNK qo'sh spiral strukturasi ajratuvchi fermentlar:**
A) DNK-xelikaza; B) DNK-polimeraza;
D) RNK-polimeraza.
- 10. DNK molekulasi sintezini boshlab beruvchi ferment:**
A) DNK-polimeraza 1;
B) DNK-ligaza;
D) DNK-polimeraza;
E) Ribonukleaza.
- 11. Transkripsiya jarayonida ishtirok etuvchi DNK molekulasi:**
A) DNK ning bitta zanjiri;
B) DNK ning ikkita zanjiri.
- 12. Transkripsiya jarayonida ishtirok etadigan fermentlar:**
A) RNK-polimeraza; B) Ribonukleaza; D) DNK-polimeraza.

VIII.22. 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 β -oksidlanish orqali atsetil KoA, aminokislotalar pereaminlanish va dezaminlanish orqali α -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.

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. Assimilatsiya, dissimilatsiya jarayoni nima?
5. Uglevodlarning parchalanishini tushuntiring.
6. Krebs siklini tushuntiring.
7. Pentozofosfat siklini tushuntirib bering.
8. Uglevodlarning hazm bo'lishi va so'rilishini tushuntiring.
9. Uglevodlarning anaerob parchalanishini ayting.
10. Glukozaning to'liq oksidlanishi reaksiyasini tushuntiring.
11. Uglevodlr almashinuvining umumiy energetik balansi nima?
12. Glukoza 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; |
| D) Viruslar; | E) Bir hujayralilar. |

2. Geterotrof organizmlarga kiruvchilarni belgilang.

- | | |
|-----------------|----------------------|
| A) O'simliklar; | B) Hayvonlar; |
| D) Viruslar; | E) Bir hujayralilar. |

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

- | | |
|-------------|---------------|
| A) Kraxmal; | B) Selluloza; |
| D) Xitin; | E) Inulin. |

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

- | | |
|-------------|--------------|
| A) Amilaza; | B) Saxaroza; |
| D) Laktaza; | E) Maltaza. |

5. Glikolizning birinchi bosqichida glukozaning fosforlanish reaksiya natijasida glukoza -6- fosfatning hosil bo'lishini qanday ferment katalizlaydi?

- A) Geksokinaza; B) Fosfoglukomutaza;
D) Izomeraza; E) Aldolaza.

6. Piruvat kislotaning laktat kislotagacha qaytarilishi NAD.H_2 ishtirokida amalga oshadi, bu jarayonni qanday ferment katalizlaydi?

- A) Laktatdegidrogenaza; B) Piruvatkinaza;
D) Enolaza; E) Izomeraza.

7. Glikoliz jarayonining qaysi reaksiyalarida ATF sarflanadi?

- A) Fruktoza-6-fosfat sintezida;
B) Fruktoza-1-6-difosfat sintezida;
D) Glukoza-6-fosfat hosil bo'lishida;
E) 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; D) NADN.H^+ .

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

- A) 36 molekula; B) 12 molekula;
D) 10 molekula; E) 5 molekula.

10. Koferment koenzim A qanday funksiyani bajaradi?

- A) Atsil guruhini ko'chiradi;
B) Sminoguruhni tashiydi;
D) Fosfat kislota qoldig'ini ko'chiradi;
E) Hidroksil guruhini ko'chiradi.

11. Uglevod almashinuvi buzilishidan qanday kasalliklar kelib chiqadi?

- A) Qandli diabet; B) Bo'qoq kasalligi;
D) Kamqonlik kasalligi.

12. Uglevod almashinuvini quyidagi qaysi gormon orqali boshqariladi?

- A) Insulin; B) Tiroksin;
D) Adrenalin; E) Kortikosteroidlar.

13. Glukoza metobolizmining umumiy sxemasi qanday?

- A) Uglevodlarning glikogen ko'rinishidagi zaxirasi;
B) Glikogenning sarf etilishi;
D) Glukoza katabolizmi.

BIOLOGIK OKSIDLANISH

Yuksak o'simliklarda 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, o'simliklarning 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.

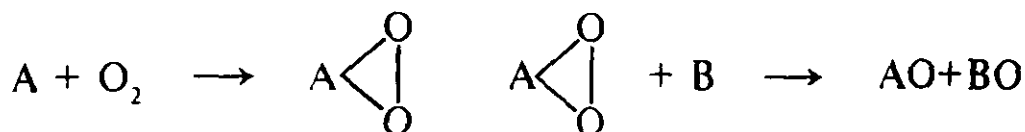
Lavuazye o'z tajribalariga asoslanib, nafas olish juda ham sekinlik bilan boradigan yonishdir, degan xulosaga kelgan. Shuni ta'kidlab o'tish kerakki, nafas olish bilan yonish jarayonlarining o'xshashligini faqat reaksiyaga kirishuvchi moddalarni va reaksiya oxirida hosil bo'ladigan mahsulotlarni hamda 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 temperaturada 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 molekular kislorod bilan deyarli reaksiyaga kirishmaydi. Bu esa tirik organizmlarda havodagi inert holatidagi molekular 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 molekular kislorod faol holatga kelishini tushuntiruvchi bir qator nazariyalar paydo bo'lgan. Bulardan A.N.Baxning peroksid nazariyasi alohida ahamiyatga ega.

IX.1. Biologik oksidlanish tarixi to'g'risidagi tushunchalar

A.N.Baxning peroksid nazariyasi

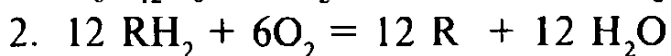
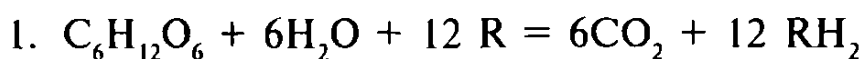
Bu nazariyaga ko'ra, tirik oragnizmdagi oksidlanish jarayonlarida peroksid birikmalar muhim ahamiyatga ega. A.N.Bax fikricha, atmosferadagi inert holatdagi molekular kislorod oksidlanuvchi moddalar bilan reaksiyaga kirishishi uchun tarkibidagi qo'sh bog'ning faqat bittasi uzilishi kifoya qiladi. Osonlik bilan oksidlanuvchi moddalarning molekular 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 molekular kislorod ta'sirida oksidlanmaydigan moddalarni oksidlash uchun foydalanish mumkin bo'ladi. Peroksid nazariyasini sxema ravishda quyidagicha ifodalash mumkin.



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

V.I.Palladinning nafas olish nazariyasi

Biologik oksidlanish jarayoni mexanizmini o'rganishda, ayniqsa rus olimi V.I.Palladinning ishlari muhim ahamiyatga ega bo'ldi. U o'simliklar olamida nafas olish pigmentlari yoki xromogenlar deb ataladigan, aromatik tabiatga ega bo'lgan birikmalar ko'p tarqalganligini aniqlagan. Palladinning yangi nazariyasiga ko'ra, xromogenlar molekular kislorodning oksidlanayotgan substratga ko'chishini ta'minlamaydi, balki bu substratdagi vodorodni o'ziga biriktirib oladi va keyinchalik ularni molekular kislorodga uzatadi. Buni sxema ravishda quyidagi tenglamalar bilan ifodalash mumkin:

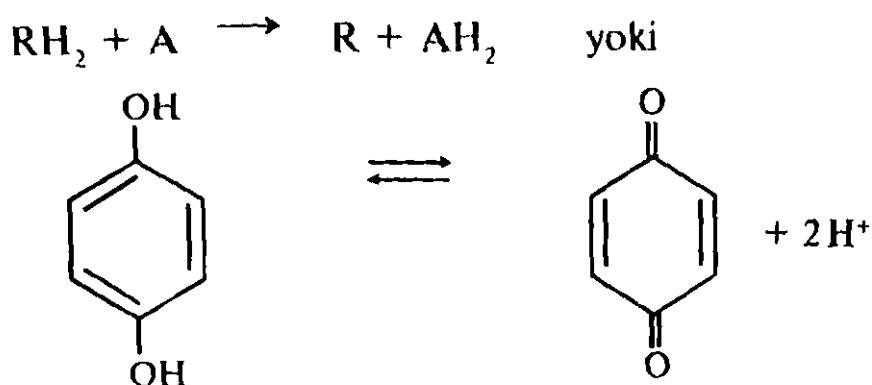


Bu reaksiyalarning birinchi nafas olish jarayonining anaerob, ikkinchisi aerob bosqichini ifodalaydi. Birinchi reaksiyadan ma'lum bo'lishicha, nafas olishning anaerob bosqichida molekular kislorod ishtirok etmaydi. Bu reaksiyada degidrogenaza fermentlari ishtirokida substratdan vodorod atomlarini qabul qilib oluvchi xromogenlar (RH_2) katta ahamiyatga ega. Ikkinchi reaksiyada molekular kislorod ishtirok etib, xromogenlarni nafas olish fermentlari (R) gacha oksidlaydi va ular yana vodorod atomlarining akseptori sifatida namoyon bo'ladi.

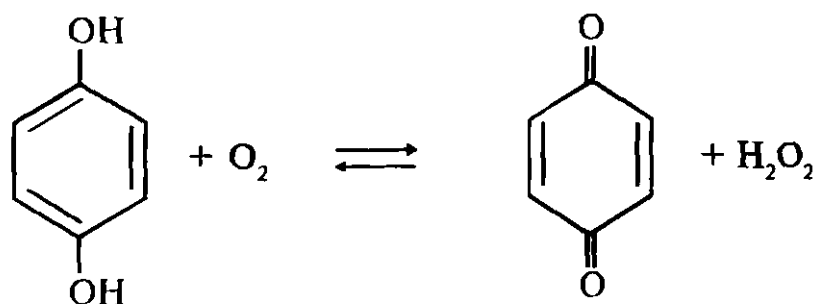
IX.2. Oksidlanishning mohiyati

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:



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 sistemasi 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 ($pH = 0$) teng bo'lgan 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.

Eng muhim oksidlanish-qaytarilish sistemalarining normal potentsiali (E_0 , $pH=7$)

Oksidlanish-qaytarilish sistemasi	E_0, v
Vodorod elektrodi	0,420
NADF * N_2 /NADF ⁺	-0,324
NAD* N_2 /NAD ⁺	-0,320
Malat/oksidant	-0,160
FMN ₂ /FMN ⁺	-0,122
Flavoproteid qayt./oksid.	-0,060
Sitoxrom v qayt./oksid	-0,040
Suksiant/furmat	-0,03
Sitoxrom c qayt./oksid	+0,260
Sitoxrom a qayt./oksid.	+0,290
Suv/kislorod	+0,810

IX.3. 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 metabolitik 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:



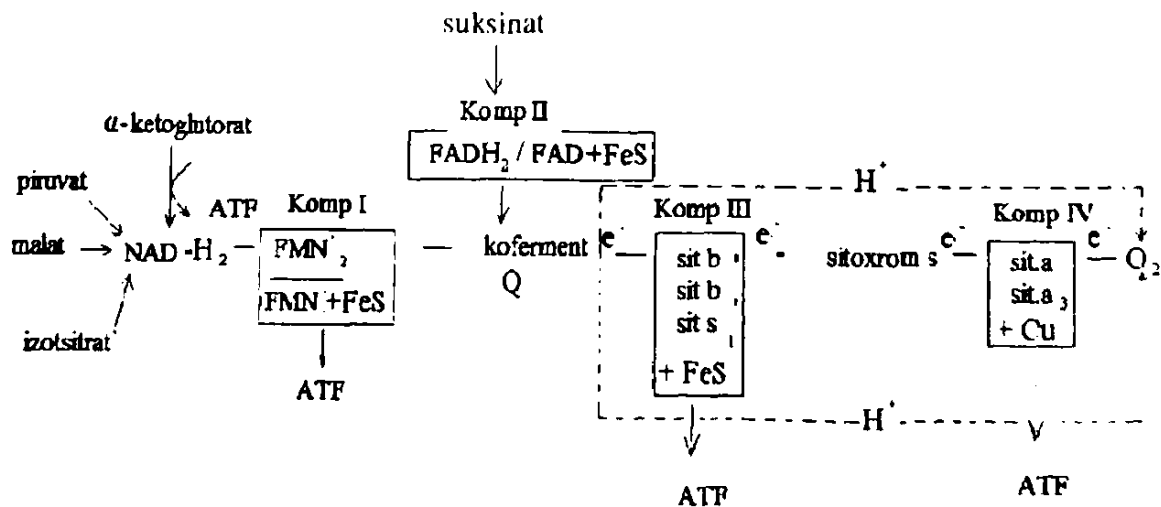
Bunda A_q — reaksiyaga kirishayotgan moddaning qaytarilgan shakli; A_0 — shu moddaning oksidlangan shakli.

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 *substrat fosforlanish* deb ataladi. Substrat fosforlanishda qaytarilgan modda sifatida 3-fosfoglitserat aldegid, piruvat hamda ketoglutarat kislotalar ishtirok etadi. Tirik organizmlarni energiya bilan ta'minlashda substrat 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.

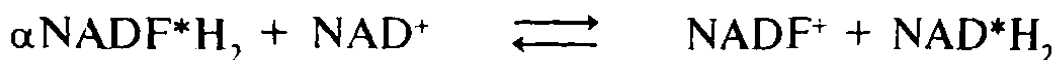
Oksidlanish va fosforlanishning ikkinchi tipida bevosita nafas olish zanjirida ishtirok etuvchi ferment yoki uning kofermenti qaytarilgan modda vazifasini bajarganligi uchun bu jarayon nafas olish zanjiridagi fosforlanish yoki qisqacha qilib oksidativ fosforlanish deb ataladi. Bu jarayon birmuncha murakkab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

hujayralarning maxsus strukturalarida, ya'ni mitoxondriyalarda sodir bo'ladi.

Nafas olish zanjiri. Hujayrada kechadigan nafas olish protsessining mohiyati qaytarilgan susbtratdan 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 mitoxondriyasi nafas olish zanjirining asosiy komponentlari to'liq aniqlangan. Bu komponentlarga NAD-degidrogenaza, flavoproteid, ikkita sitoxrom *s*, uchta sitoxrom *b* va sitoxrom *a*₂ kiradi. Nafas olish zanjiridagi komponentlarni shartli ravishda ikki qismga bo'lish mumkin. Bularning bir qismi vodorod atomlarining ko'chiruvchi qismi bo'lib, nikotinamidli va flavinli fermentlardan tashkil topgan. Ikkinchi qismi esa elektronlarning ko'chishini ta'minlab, sitoxrom *b*, *s*, *a*₃ va elektronlarning aktseptori hisoblangan kisloroddan iborat. Nafas olish zanjiri quyidagi sxemada keltirilgan bo'lib, unda oksidlanish-qaytarilish sistemalari tegishli fermentlar, kofermentlar va prostetik guruhlar yordamida ifodalangan. Zanjirdagi komponentlarning bunday tartibda joylashishi ularning oksidlanish-qaytarilishi potentsiallariga bog'liq. Zanjirning boshlanish qismida joylashgan NAD-degidrogenaza eng pastki, ya'ni 0,320 *b* ga (eng yuqori manfiy potentsial qiymatga) ega bo'lsa, zanjirining oxirida joylashgan kislorod eng yuqori oksidlanish potentsialiga (eng yuqori musbat potentsial qiymatga). Ya'ni, +0,810 *b* ga ega.



Nafas olish zanjirining vodorod atomlari bilan ta'minlovchi universal donori vazifasini NAD^+H_2 bajaradi. Mahodo hujayrada oksidlanish reaksiyalari natijasida NAD^+H_2 hosil bo'lsa, ular maxsus fermentativ reaksiya yordamida NAD^+H_2 ga aylanadi:



Bu reaksiya transgidrogenaza fermenti ishtirokida katalizlanadi. Ingliz olimi P.Mitchellning fikricha, yuqoridagi reaksiya nafas olish zanjiridagi qo'shimcha zveno bo'lib, ular orasida hali ma'lum bo'lmagan yangi fosforlanish nuqtasi joylashgan.

Qaytarilgan NAD^+H_2 o'zidagi vodorod atomlarini flavinli fermentlarga uzatadi. Flavinli fermentlar bilan sitoxromlar o'rtasida elektron ko'chiruvchi yana bir komponent — koferment —G bor. Koferment —G flavinli fermentdagi vodorod hisobiga qaytariladi va keyinchalik elektronlarni sitoxromlarga uzatadi, protonlar esa muhitga chiqariladi. Keyingi bosqichlarda elektronlarni ko'chiruvchi modda sifatida sitoxrom *b*, *s*₁, *s*, *a* va *a*₃ lar ishtirok etadi. Elektronlarning ko'chishini sitoxromoksidaza nihoyasiga yetkazadi. Bu ferment sitoxrom *a* va sitoxrom *a*₃ 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.

Vodorod atomlari va elektronlarning ko'chishida hamda fosforlanish jarayonida ishtirok etadigan ferment sistemalarni o'zida tutuvchi nafas olish zanjiri mitoxondriyalarda joylashgan. Zanjirga xos bo'lgan muhim xususiyatlardan biri, ularning lipoprotein membranalar bilan bog'liq bo'lishidir. Bu fermentlar mitoxondriyalar 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

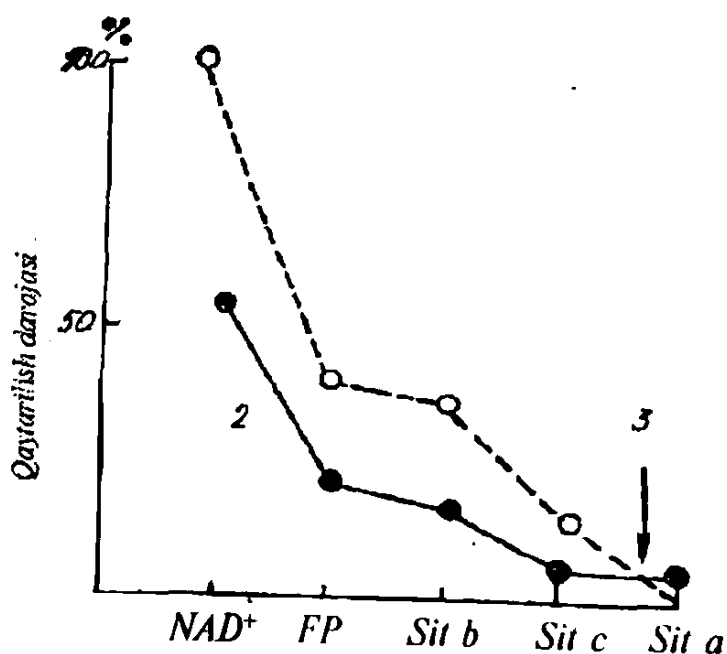
ishtirok etadigan boshqa parallel yo'llar ustida keyinroq alohida to'xtalamiz.

Nafas olish komponentlarining qaytarilish darajasi. Amerikalik olim Chans mitoxondriyalarda boradigan oksidlanish reaksiyalarini o'rganib, nafas olish zanjiri turli holatlarda bo'lishini aniqlashgan. Bu holatlar nafas olish bilan bog'liq bo'lgan omillar 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:

Qaytarilish darajasi = qaytarilgan shakl / qaytarilgan shakl + oksidlangan shakl.

Chans yuqorida misol qilib keltirilgan moddalarning konsentratsiyasini mos ravishda o'zgartirish yo'li bilan nafas olish zanjiri 5 xil barqaror holatda bo'lishini aniqlagan. Mitoxondriylarning barqaror holatlarda nafas olish zanjiri komponentlarining qaytarilish darajasi har xil bo'ladi. Masalan, 2- holatda barcha komponentlar oksidlangan shaklda, - 5 holatda qaytarilgan shaklda bo'ladi.



Faol holatda NAD –flavoproteid, sitoxrom, sitoxrom b va sitoxrom –s - lar oksidlangan, sitoxrom a esa qaytarilgan shaklda bo'ladi. Faoliyatsiz holatda sitoxrom a oksidlangan va undan oldinda turgan barcha komponentlar qaytarilgan shaklda bo'ladi. Agar nafas olish zanjiri komponentlarning faol holat bilan faoliyatsiz holatdagi qaytaruvchanlik darajasini grafik ravishda ifodalasak, sitoxrom a bilan sitoxrom s o'rtasidagi chiziqlar o'zaro kesishini kuzatamiz. Nafas olish zanjiridagi bir komponentning oksidlangan shaklga, boshqasining qaytarilgan shaklga o'tish davri *kesishish nuqtasi* deb ataladi. Zanjirdagi oksidlanish bilan bog'liq bo'lgan fosforlanish nuqtasi ana shu kesishish nuqtasiga to'g'ri keladi. Bunday kesishish nuqtalari nafas olish zanjirining boshqa qismlarida chunonchi, NAD va FP va sitoxrom b bilan sitoxrom s o'rtasida ham bo'lishi bir qator ingibitorlar (azid, sianid, antimitsin) qo'llash yo'li bilan aniqlangan.

Mitoxondriylardagi barqaror holatlar xarakteristikasi (Chans bo'yicha)

Holatlar	Substratning konsentratsiyasi	ADFning konsentratsiyasi	Kislorodning konsentratsiyasi	Holatlar
1	Past	-	Yuqori	-
2	Past	Yuqori	Yuqori	Substrat yetishmagan holat
3	Yuqori	Yuqori	Yuqori	Faol holat
4	Yuqori	-	Yuqori	Faoliyatsiz holat
5	Yuqori	Yuqori	-	Anaerob holat

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 (elektronlar)ning nafas olish zanjiri orqali kislorodga ko'chishi bilan bog'liq, degan xulosaga kelgan. Keyingi yillarda o'tkazilgan tajribalarda oksidativ fosforlanish jarayoni mitoxondriyalarda borishi va bir juft vodorod atomi nafas olish zanjiri orqali ko'chganda uch molekulagacha ATF hosil bo'lishi aniqlangan.

Fosforlanish nisbat va R/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. R/O qiymatni aniqlash uchun ajratib olingan mitoxondriyali muhitga oksidlanuvchi biror substrat qo'shiladi. Nafas olish zanjiridagi fosforlanishning maksimal effektivligi, ya'ni R/O 3 ga teng ekanligi tajribalar asosida aniqlangan. R/O nisbatning qiymati oksidlanish reaksiyasida ishtirok etadigan substratning xarakteriga bog'liq. Qulay sharoitda NAD^*H yoki NADF^*H ishtirokida oksidlanuvchi substratning, masalan kislotalarning R/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 R/O

nisbat 2 ga va elektronlarning sun'iy donori sifatida askorbat kislota qo'shilganda 1 ga teng bo'lishi aniqlangan. Mitoxondriylarda oksidlanayotgan substrat α -ketoglutarat kislota bo'lsa, unda R/O nisbat 4 ga teng bo'ladi. Bulardan uch molekula ATF nafas olish zanjiridagi fosforlanishda hosil bo'lsa, bittasi α -ketoglutarat kislotaning suksinil- K_0A 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 R/O nisbat, nafas olish zanjiridagi komponentlarning qaytaruvchilik darajasi va oksidlanish-qaytarilish potentsiallari qiymatidan foydalaniladi. Nafas olish zanjiridagi fosforlanishda R/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 kislotaning 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 *s* ga uzatish xususiyatiga ega bo'lgan askorbat kislotaning oksidlanishida R/O nisbat 1 ga teng va bu nuqta sitoxrom *s* 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 *s* hamda oxirgisi sitoxrom *s* dan keyinda joylashgan.

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

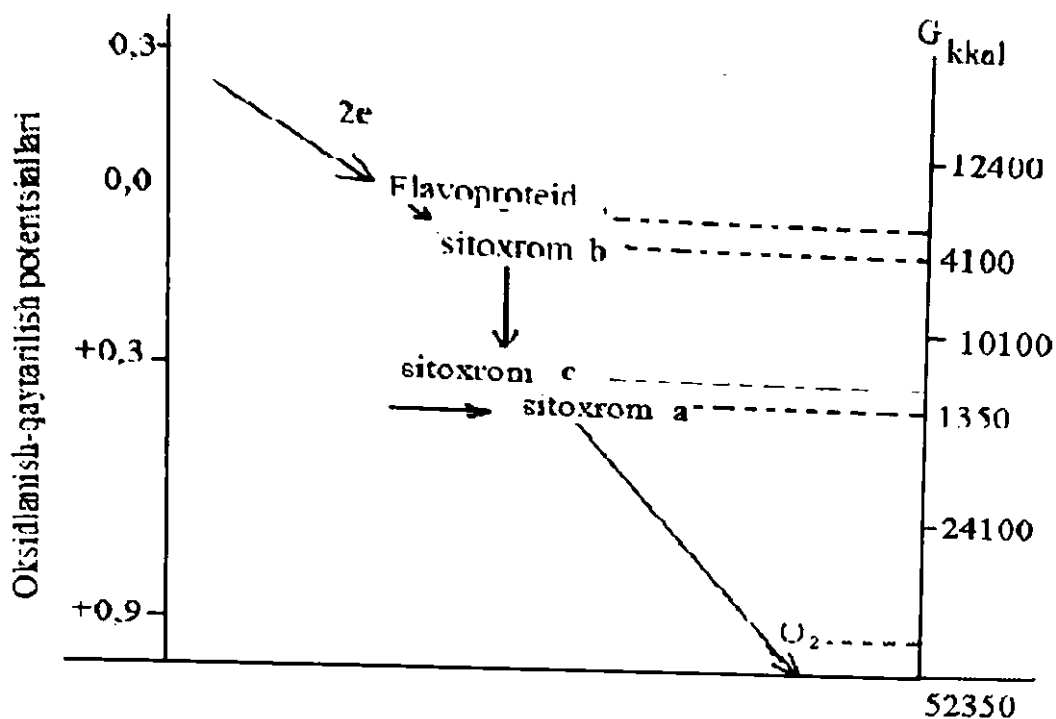
Mitoxondriyalarning faoliyatsiz holatdan faol holatga o'tishida bir xil komponentlarning oksidlanishini va boshqalarning qaytarilishini kuzatish mumkin. Zanjirdagi komponentlarning bunday shakllarda uchrashi ular fosforlanish nuqtalariga nisbatan har xil joylashganligiga bog'liq. 4- holatda fosforlanish 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 kkal/mol ga teng. Binobarin, nafas olish zanjirida ATF hosil bo'lishi uchun oksidlanuvchi va qaytariluvchi komponentlar o'rtasidagi erkin energiya farqi 9 kkal/mol dan katta bo'lishi kerak. Nafas olish zanjirida qaytarilgan NAD^+H_2 bilan kislorod o'rtasidagi erkin energiyaning o'zgarish qiymati 52 kkal 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 *s* bilan sitoxrom *a* o'rtasidagi erkin energiya qiymatining farqi 9 kkal/mol dan kam bo'lganligi uchun ular orasida fosforlanish reaksiyasi ham bormaydi.



Termodinamika nuqtayi nazaridan qaralganda, fosforlanish nuqtalari faqat NAD^+H_2 va flavoproteid, sitoxrom *b* va sitoxrom *c* hamda sitoxrom *a* va kislorod o'rtasidagi bo'lishi mumkin.

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 mitoxondriyalar 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 H^+ ionlari mavjudligi bo'lsa, ikkinchidan, gidrofob muhitda, ya'ni organik erituvchilarda erishidir.

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 mitoxondriyalariga faol ko'chishi, elektoronlarning nafas olish zanjirida teskari tomonga yo'nalishi, transgidrogenaza reaksiyalari va mitoxondriylar hajmining o'zgarishi kiradi. Bu jarayonlarning hammasi o'simliklar mitoxondriyasida borishi aniqlangan.

Sinov savollari

1. Biologik oqsillar qanday ahamiyatga ega?
2. Oksidlanishning mohiyati nimadan iborat?
3. Nafas olish zanjirining tarkibi qanday?
4. Oksidlanish-qaytarilish potentsiali nima?
5. Oksidlanish va fosforlanish haqida ayting.
6. Nafas olish zanjirining tarkibi nimadan iborat?
7. NAD, FAD va KoO ning nafas olish zanjiri qanday ahamiyatga ega?
8. Nafas olish zanjiridagi sitoxromlarning faoliyatini tushuntirib bering.
9. Oksidoreduktazalar qanday reaksiyalarni katalizlaydi?
10. Nafas olish zanjiridagi fosforlanishni tushuntiring.
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) SO_2 , mochevina, H_2S ; B) Suv, energiya, CO_2 ;

D) Suv, pirouzum kislota; E) Mochevina, ketokislota, suv.

2. Qaysi hujayra struktura komponentida nafas olish zanjiri joylashgan?

A) Yadroda; B) Mitoxondriyada;

D) Endoplazmatik to'rd; E) Ribosomada.

3. ATF hujayraning qaysi struktura komponentida sintezlanadi?

A) Mitoxondriyaning ichki membranasida;

B) Membrananing tashqi qismida;

D) Endoplazmatik to'rd; E) Yadroda.

4. Vodorod va elektron tashuvchi kofermentlar qaysi fermentlar sinfiga mansub?

A) Oksidoreduktazalar;

B) Hidrolazlar;

D) Transferazalar;

E) Sitoxromoksidazalar.

5. Sitoxromoksidazalar hujayra struktura komponentlarining qaysi qismida joylashgan?

A) Mitoxondriyalarda;

B) Sitoplazmada;

D) Ribosomalarda.

6. Aerobli degidrogenazalarning funksiyalari:

A) Vodorod atomlari yoki elementlarini bevosita kislorod atomiga uzatadi;

B) Boshqa oraliq aktseptorlarga beradi.

7. Flavinni degidrogenazalarning kofermentini qanday vitamin tashkil etadi?

A) B₂; B) B₁; D) B₆; E) B₃.

8. Mitoxondariyalarda nafas olish zanjirining asosiy komponentlari:

A) NAD-degidrogenaza; B) Flavoproteid;

D) Ikkita sitoxrom s, uchta sitoxrom v; E) Sitoxrom a₂.

9. Nafas olish zanjirining vodorod atomlari bilan ta'minlovchi universal donori vazifasini:

A) NADH₂; B) NADP; D) FMN; E) NAD.

10. Mitoxondriyalarda oksidlanayotgan substrat α -ketoglutarat kislota bo'lsa, unda R/O nechaga teng bo'ladi?

A) 4; B) 2; D) 1.

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 hamda ularning zarur tarkibiy qismi hisoblanadi. Mineral moddalarning ko'pchiligi tanada suvdagi eritmalarda bo'ladi.

X.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 a'zolarida, masalan, miya, jigar, muskul, yurak, buyrak, qon plazmasida ayniqsa ko'p (70–90%), passiv to'qimalar (suyak, yog' to'qima) tarkibida oz (20–40%).

Organizmida suv erkin 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 molekulalari va 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 soʻlak, ter bezlari va nafas orqali chiqariladi. Suvga boʻlgan ehtiyoj ikki yoʻl bilan: bevosita suv ichish va tanada ochiq moddalarning oksidlanishi orqali qoplanadi.

Odam va hayvonlar organizmida suv almashinuvi nerv sistemasi orqali va gumoral yoʻl bilan boshqariladi. Suv almashinuvini boshqarishda gipofizning orqa boʻlagidan ajraladigan antidiuretik gormon-vazopressin boshqaradi.

X.2. Mineral moddalarning almashinuvi

Tirik organizmlarda juda koʻp elementlar topilgan, bu elementlardan, miqdor jihatidan C, H, N, O tananing asosiy qismini (96%) tashkil etsa, kalsiy va fosfor 3% ga toʻgʻri 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, toʻqimalar va biologik suyuqliklar tarkibida erigan anion va kation holatida hamda turli molekular birikmalar - koferment va ferment komplekslari bilan bogʻlangan holatda ham uchraydi.

Baʼzi bir mineral elementlar kalsiy, fosfat, kalsiy karbonat shaklida hayvon, odamlarda suyak va tishlar, mollyuskalarda chigʻanoqlar 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 boʻladi. Qon zardobdagi kalsiy bilan fosforning oʻzaro konsentratsiya nisbati buzilsa, muskul faoliyati izdan chiqadi.

Shunday qilib, mineral element tirik organizmlarda turli funksiyalarni bajaradi: yaʼni 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 oragnizmida 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.

Fosfor organizmda juda ko'p va xilma-xil funksiyalarga ega. U skelet va tish o'sishda, kislota-ishqor balansini saqlashda, qon kimyosida faol qatnashishidan tashqari, barcha moddalar va energiya almashinuvi reaksiyalarida, DNK sintezida ishtirok etadi.

Magniy. Magniy xlorofillning asosiy komponentidir. Hayvon organizmidagi magniy spetsifik funksiyaga ega. Uning ko'p qismi suyak to'qimasida erimaydigan holatda, eritrotsitlarda, qon plazmasida, yumshoq to'qimalarda magniy ionlangan shaklda mavjud. Qondagi 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. Osmotik bosimning 90% ga yaqin qismi natriy xlorid hisobiga hosil bo'ladi, suv almashinuvida katta ahamiyatga ega.

Ftor — kam miqdorda barcha to'qimalarda uchraydi, suyak va tishlarda ayniqsa ko'p uchraydi. Organizmga ftor, asosan, ichiladigan suv bilan kiradi.

Yod — bu elementning biologik ahamiyati qalqonsimon bez funksiyasi bilan bog'liq. 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 kasaligiga olib keldi. Dengizda yashovchi organizmlar yodni to'plash qobiliyatiga ega suv o'simliklari, baliqlar yodga boydir.

Sinov savollari

1. Suv tanada qanday ahamiyatga ega?
2. Organizmda suvning erkin va birikkan holati qanday bo'ladi?
3. Organizmda suv almashinuvining boshqarilishini tushuntiring.
4. Mineral elementlar organizmda qanday ahamiyatga ega?
5. Biologik suyuqlik tarkibidagi mineral elementlar miqdori qancha?
6. Odamning moddalarga bo'lgan ehtiyoji qancha?

Mineral moddalar almshinuviga oid test savollar

1. Organizmda erkin suvning miqdori qanday?

A) 1-2 %; B) 10 %; D) 15 %.

2. Faol ishlaydigan organlarda suvning miqdori:

A) 70-90 %;

B) 20-40 %;

D) 50-60 %.

3. Mineral elementlar tirik organizmlarda qanday funksiyalarini bajaradi?

A) Biologik suyuqliklarning osmotik bosimini bir xilda saqlab turadi;

B) Bufer sistemalarining tashkil etishda kofermentlarning tarkibiy qismi sifatida;

D) Fermentlarning kofaktori sifatida.

4. Tiroksin tarkibida necha foiz yod bor?

A) 64 %; B) 50 %; D) 10 %; E) 45%.

5. Ovqatda, suvda yod yetishmasligi qanday kasallik olib keladi?

A) Endemik buqoq;

B) Qandli diabet;

D) Kamqonlik.

TAVSIYA ETILGAN TESTLARNING JAVOBLARI

Oqsillar mavzusi bo'yicha

1 - D	2 - B	3 - D	4 - A	5 - B
6 - A	7 - D	8 - B	9 - B	10 - D

Nuklein kislotalar mavzusi bo'yicha

1 - B	2 - D	3 - B	4 - A	5 - A
6 - D	7 - B	8 - A	9 - B,D,E	10 - B

Uglevodlar mavzusi bo'yicha

1 - A	2 - D	3 - D	4 - B	5 - A,B,D
6 - A	7 - A	8 - D	9 - B	10 - A
				11 - A

Lipidlar mavzusi bo'yicha

1 - A	2 - B	3 - A,B	4 - B	5 - A
6 - A	7 - A	8 - B	9 - B	

Vitaminlar mavzusi bo'yicha

1 - A,B,D,E	2 - A	3 - B	4 - A	5 - A
6 - A	7 - A,B,D,E	8 - A	9 - A	10 - A

Fermentlar mavzusi bo'yicha

1 - A	2 - A	3 - A	4 - A	5 - A
6 - A	7 - A	8 - A	9 - A	10 - A

Gormonlar mavzusi bo'yicha

1 - A	2 - A	3 - A	4 - A	5 - A
6 - A	7 - A	8 - A	9 - A	10 - A

Moddalar va uglevodlar almashinuvi mavzusi bo'yicha

1 - D	2 - B	3 - A	4 - A	5 - A
6 - A	7 - B, D	8 - A	9 - A	10 - A
11 - A	12 - A	13 - A, B, D		

Lipidlar almashinuvi mavzusi bo'yicha

1 - A	2 - A	3 - A	4 - A	5 - A
6 - A	7 - A	8 - A	9 - A	10 - A

Oqsillar almashinuvi mavzusi bo'yicha

1 - A	2 - D	3 - B	4 - A	5 - A
6 - A	7 - A	8 - B, D	9 - A	10 - B

Nuklein kislotlar mavzusi bo'yicha

1 - A	2 - A	3 - A	4 - A	5 - A
6 - A	7 - A, B, D	8 - A	9 - A	10 - A
11 - A	12 - A			

Oqsillar, yog'lar va uglevodlar almashinuvining o'zaro bog'liqligi mavzusi bo'yicha

1 - A	2 - A	3 - B	4 - A	5 - A
6 - A	7 - A	8 - A		

Biologik oksidlanish mavzusi bo'yicha

1 - A	2 - B	3 - A	4 - A	5 - A
6 - A	7 - A	8 - A, B, D, E	9 - A	10 - A

Mineral moddalar almashinuvi mavzusi bo'yicha

1 - A	2 - A	3 - A, B, D	4 - A	5 - A
-------	-------	-------------	-------	-------

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Yo.X.To'raqulov. Bioximiya. — T.: "O'zbekiston", 1998.
2. M.N. Valixonov Biokimyo. — T.: "Universitet" 2011.
3. А.С.Коничев, Г.А.Севастьянова Молекулярная биология. — М.: "Академа", 2003.
4. A.Imomaliev, A.Zikiryaev. O'simliklar bioximiyasi. — T.: "Mehnat", 1987.
5. А. Уайт, Ф. Хендлер, Э.Смит, Р.Хилл, И.Леман. Основы Биохимии. — М.: "Мир", 1982.
6. А.Ленинджер. Основы биохимии, — М.: «Мир», 1985.
7. Т.Т.Березов, Б.Ф.Коровкин. Биологическая химия. — М. «Медицина». 1998.
8. J. Koolman, K.H.Rom. Biochimie. Berlin, 2004.
9. Hans Kleinig, Uwe Maier. Zellbiologie. Fischer 2004.
10. В.Г.Щербаков. Биохимия, — М.: СПб 2003.
11. Попов. Биохимия. — М.: 2004.

Mundarija

Kirish.....	3
I bob. Oqsillar	
I.1. Oqsillar klassifikatsiyasi.....	10
I.2. Aminokislotalar.....	12
I.3. Aminokislotalarning umumiy xossalari.....	15
I.4. Oqsillarning fizik-kimyoviy xossalari.....	17
I.5. Oqsil molekulasidagi kimyoviy bog'lar va oqsillarning strukturalari.....	20
I.6. Tabiiy peptidlar.....	29
II bob. Nuklein kislotalar	
II.1. Nukleotidlar va nukleozidlar.....	33
II.2. Nuklein kislotalarning tuzilishi.....	35
III bob. Uglevodlar	
III.1. Monosaxaridlar.....	48
III.2. Polisaxaridlar.....	51
IV bob. Lipidlar	
IV.1. Fosfolipidlar.....	59
IV.2. Glikolipidlar.....	62
IV.3. Steroidlar.....	62
V bob. Vitaminlar	
V.1. Suvda eriydigan vitaminlar.....	67
V.2. Yog'da eriydigan vitaminlar.....	70
VI bob. Fermentlar	
VI.1. Fermentlarning tuzilishi.....	76
VI.2. Fermentlarning asosiy xossalari.....	79
VI.3. Fermentlar klassifikatsiyasi.....	85
VI.4. Kofermentlarning tuzilishi va klassifikatsiyasi.....	90
VII bob. Gormonlar	
VII.1. Gormonlar klassifikatsiyasi.....	97
VII.2. Peptid tabiatli gormonlar.....	97
VII.3. Steroid gormonlar.....	101
VII.4. O'simlik gormonlari.....	103

VIII bob. Moddalar almashinuvi

VIII.1. Moddalar almashinuvi haqida umumiy tushuncha...	112
VIII.2. Uglevodlar almashinuvi.....	113
VIII.3. Fotosintez.....	114
VIII.4. Uglevodlarning parchalanishi.....	119
VIII.5. Uglevodlarning hazm bo'lishi va so'rilishi.....	121
VIII.6. Uglevodlarning anaerob parchalanishi. Glikoliz.....	123
VIII.7. Sitrat kislota sikli. Krebs sikli.....	129
VIII.8. Glukoza-6-fosfatning apotomik parchalanishi. Pentozafosfat sikli.....	137
VIII.9. Lipidlar almashinuvi.....	146
VIII.10. Yog' kislotalarining parchalanishi.....	149
VIII.11. Neytral yog'larning (triglitsridlarning) biosintezi...	151
VIII.12. Murakkab lipidlarning almashinuvi.....	154
VIII.13. Oqsillar almashinuvi.....	159
VIII.14. Aminokislotalarning dezaminlanishi.....	162
VIII.15. Aminokislotalarning dekarboksillanishi.....	163
VIII.16. Transaminlanish (qayta aminlanish) reaksiyasi.....	164
VIII.17. Ammiakni zararsizlantirish yo'llari va mochevina sintezi.....	165
VIII.18. Oqsillar biosintezi.....	169
VIII.19. Nuklein kislotalar almashinuvi.....	177
VIII.20. Nuklein kislotalarning parchalanishi.....	177
VIII.21. Nuklein kislotalar biosintezi.....	181
VIII.22. Oqsillar, yog'lar va uglevodlar almashinuvining o'zaro bog'liqligi.....	194

IX bob. Biologik oksidlanish

IX.1. Biologik oksidlanish to'g'risidagi tushunchalar.....	199
IX.2. Oksidlanishning mohiyati.....	200
IX.3. Oksidlanish va fosforlanish.....	202

X bob. Mineral moddalar almashinuvi

X.1. Suv almashinuvi.....	214
X.2. Mineral moddalarning almashinuvi.....	215
Foydalanilgan adabiyotlar.....	221

Abdukarim Zikiryayev

Parida Mirxamidova

**BIOLOGIK KIMYO VA
MOLEKULAR BIOLOGIYA**

(I qism)

Oliy o'quv yurtlari uchun darstlik

«TAFAKKUR BO'STONI» — Toshkent — 2013

Muharrir X. Po'latxo'jayev

Rassom B. O'rinova

Texnik muharrir M. Zoyitova

Musahhah B. Tuyog'ov

Nashriyot litsenziyasi AI № 190. 10.05.2012.

Bosishga 04. 10. 2013 yilda ruxsat etildi. Qog'oz bichimi 60x84¹/₁₆.

Nashr tabog'i 14.0. Shartli bosma tabog'i 14,5. Adadi 500 nusxa.

Buyurtma № 54-1.

«TAFAKKUR BO'STONI» nashriyoti, Toshkent shahar,
Yunusobod tumani 9-13.

«TAFAKKUR BO'STONI» MCHJ bosmaxonasida chop etildi.
Toshkent sh. Chilonzor ko'chasi, 1-uy.



ATAFAKKER BOPZOM
SANDHYATI

