

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI JISMONIY TARBIYA VA SPORT
VAZIRLIGI
O‘ZBEKISTON DAVLAT JISMONIY TARBIYA VA SPORT
UNIVERSITETI**

NISHANOV ILYOS BURXANOVICH

**BIOXIMIYA(DINAMIK BIOXIMIYA)
O‘QUV QO‘LLANMA**

(O‘quv qo‘llanma 5111000 - Kasb ta’limi Sport faoliyati (faoliyat turlari bo’yicha), 5210200 - Psixologiya (sport), 5610500 - Sport faoliyati (faoliyat turi bo’yicha) yo’nalishlari uchun)



CHIRCHIQ – 2020

BIOXIMIYA(DINAMIK BIOXIMIYA)

O'QUV QO'LLANMA

Muallif:

Nishanov Ilyos Burxanovich – O'zbekiston Davlat Jismoniy tarbiya va sport universiteti o'qituvchisi

Taqrizchilar:

M.M.Abdullaeva – O'zbekiston Milliy Universiteti, Biologiya fakulteti, Biokimyo kafedrasida biologiya fanlari doktori, professor.

Z.Y.Gazieva– O'zDJTSU “Sport tibbiyoti va bioximiya” kafedrasida mudiri.

Bioximiya (Dinamik bioximiya) o'quv qo'llanma

Nishanov I.B. Chirchiq : O'zDJTSU, 2020, **151 b.**

O'quv qo'llanma 5111000 - Kasb ta'limi Sport faoliyati (faoliyat turlari bo'yicha), 5210200 - Psixologiya (sport), 5610500 - Sport faoliyati (faoliyat turi bo'yicha) yo'nalishi bo'yicha universitetlar, institutlar va jismoniy tarbiya va sport talabalari, shuningdek barcha oliy o'quv yurtlari jismoniy tarbiya fakulteti talabalari, kollej, litsey, o'quvchilari va shu sohaga qiziquvchilar uchun mo'ljallangan.

KIRISH

Mazkur o'quv qo'llanmada Bioximiya fanining Dinamik bioximiya qismi ochib berilgan. Dinamik Bioximiya – tirik organizmlarning tarkibiga kiradigan kimyoviy moddalarni tuzilishi, ularning almashinuv jarayonlari, hamda analiz jarayonlarni organ va to'qimalarning faoliyati bilan bog'liqligini o'rganadigan fan. Bioximiya tirik organizmlarning organ va to'qimalarini turli holatlarida sodir bo'ladigan molekulyar jarayonlarning mohiyati va ahamiyatini tushuntirib beradi.

Jismoniy tarbiya institutlarida, sport muassasalarida dinamik biokimyo fanini o'qitishni maqsadi – jismoniy tarbiya va sport bo'yicha bo'lajak mutahassislarni hayot faoliyatining ximyoviy asoslari va ayniqsa jismoniy mashqlar va sport bilan shug'ullangan vaqtda sodir bo'ladigan bioximyoviy jarayonlarning o'ziga hoslik bilimlari bilan tanishtirishdir.

O'quv qo'llanmaning vazifasi: Jismoniy tarbiya va sport amaliyotida o'tkaziladigan bioximyoviy tekshirishlar sportchining holati, mashqlanqanlik darajasi, mashqlanish yuklamalariga javoban organizmning reaksiyalari, tiklanish jarayonlarning borishi, mashqlanish va musobaqalar davrida mahsus dorivor moddalar va uslublarini qo'llashning samaradorligi va boshqalar haqida eng aniq (obyektiv) ma'lumotlar berish

I BOB. DINAMIK BIOXIMIYA FANI MAQSAD VA VAZIFALARI

Kalit so'zlar: *Statik, dinamik, funksional, sport, mushak, biokimyoviy usullar, moddalar almashinuvi, anabolism, katabolizm*

1.1. DINAMIK BIOXIMIYA FANI MAQSAD VA VAZIFALARI

Bioximiya – barcha tirik organizmlarda kechadigan kimyoviy jarayonlarni o'rganuvchi fan. Bu jarayonlar organizmlarda, uning to'qima va a'zolarida, hujayra hamda uning tarkibidagi tuzilmalar (strukturalar)da doim sodir bo'lib turadigan moddalar va energiya almashinuvidan iborat. Moddalar almashinuvini o'rganishdan oldin turli organizmlar tarkibida o'zgarib turadigan moddalar bilan tanishib chiqish zarur. Biologik kimyo fani oqsillar, nuklein kislotalar, uglevodlar, lipidlar, vitaminlar hamda anorganik birikmalarning kimyoviy tuzilishlari, xossalari, ularni organizmning turli qismlarida, jumladan, hujayra va uning elementlarida tarqalishi, joylashishini o'rganish bilan shug'ullanadi.

Biokimyo fani 3 bo'limdan iborat:

1. Statik biokimyo.
2. Dinamik biokimyo.
3. Funksional biokimyo.

Statik biokimyo tirik organizm tarkibiga kiruvchi moddalarning kimyoviy tarkibi va xususiyatlarini o'rganadi. Bu bo'limning asosiy masalalari bioorganik kimyo tomonidan o'rganiladi.

Dinamik biokimyo organizmga moddalarning qabul qilinishidan boshlab oxirgi mahsulotlar shaklida chiqarib yuborilishigacha bo'lgan barcha o'zgarishlarni tahlil qiladi.

Funksional biokimyo a'zo va to'qima funktsiyalariga bog'liq ravishda, ularda kechadigan kimyoviy jarayonlarni tadqiq etadi.

Bioximiya ning barcha bo'limlari o'zaro uzviy bog'langan va zamonaviy biokimyoning qismlari hisoblanadi.

Bioximiya tadqiqot ob'yektiga ko'ra odam va hayvonlar biokimyosi, o'simliklar biokimyosi va mikroorganizmlar biokimyosiga bo'linadi.

Bioximiya biologiya va kimyo fanlari oralig'idagi bir soha bo'lganligi uchun u shu ikki fanning ma'lumotlari va g'oyalariga asoslanadi. Bu fan alohida fan sifatida biologiya va kimyo fanlarining ma'lum rivojlanish bosqichida paydo bo'lgan.

Biologik kimyo haqidagi dastlabki tushuncha mashhur fransuz olimi Lavuaz'e (1743-1794) ning XVIII asr oxirlarida olib borgan tajribalaridan boshlangan deb hisoblanadi. Uning oksidlanish va bu jarayonda kislorodning o'rni haqidagi klassik tadqiqotlari tanadagi "yonish" hodisasining kimyoviy asosini aniqlashga olib keldi. Lavuaz'e bu reaksiyada kislorod yutilib, karbonat angidrid ajralib chiqadi va issiqlik hosil bo'ladi, degan xulosaga kelgan edi.

O'rta asrning buyuk allomasi va tabibi Abu Ali ibn Sino (980-1037) o'zining "Tib qonunlari" asarida tibbiyotda qo'llaniladigan kimyoviy moddalarning tasnifini, tananing "suyuq"ligi va siydik tarkibidagi moddalarni aytib o'tgan. Insonlarning kasalliklar sababini tushunish va unga qarshi dori izlashga bo'lgan tabiiy intilishlari tirik organizmlarda kechadigan jarayonlarga qiziqish uyg'ota bordi.

Farmasevtika amaliyotida biokimyo yangidan-yangi o'rinlarni egallamoqda. Jumladan, biologik katalizatorlar bo'lgan – fermentlar sanoatda dori moddalari (masalan, steroid gormonlar)ni sintez qilishda qo'llanilmoqda. Gen injeneriyasi usuli yordamida tabiiy dori preparatlarini ishlab chiqarishning istiqbolli yo'llari ko'rib chiqilmoqda. Mikroorganizmlar biokimyosini bilish aminokislotalar, nukleotidlar, nukleozidlar, vitaminlar, antibiotiklar kabi dori preparatlarini sanoatda ishlab chiqarishning qulay va iqtisodiy jihatdan samarali usullarini yaratish imkonini berdi. Fermentlardan analitik reagent sifatida foydalanib dorilarni tez va o'ziga xos (spesifik) tahlil qilish usullari ishlab chiqildi.

Amaliyotda dorilarning ta'sir mexanizmlarini bilish katta ahamiyatga ega. Hujayraning ferment sistemasi tomonidan dorilarning o'zgarishga uchrashini o'rganish qo'llaniladigan dorining me'yorini, uning organizmda almashinuvini boshqarish va ta'sir etuvchi moddaning tabiatini, ya'ni uning samarasi dastlabki moddaning ta'sirimi yoki uning almashinuv mahsuloti ekanligini tushunish imkoniyatini beradi.

Bioximiya faninig asosiy yo'nalishlari. Biologik kimyo faninig asosiy sohalari. Boshqa fan sohalarida bo'lgani kabi biologik kimyo shug'ullanadigan muammolarning kengayishi va tobora chuqurlashishi tufayli undan yangi shaxobchalar ajralib, mustaqil tarmoqlar paydo bo'ldi. Ilgariroq ajralib hozirgi davrda keng sohalarga aylangan enzimologiya, vitaminologiya, endokrinologiya qatoriga keyingi yillarda membranalar biokimyosi, neyrobiokimyo, analitik biokimyo, kvant biokimyosi va boshqalar qo'shildi. Ammo biologiya fanlarida keyingi chorak asr ichida yuz bergan fundamental o'zgarishlar, molekulyar biologiya, molekulyar genetika va bu ajoyib sohalarning rivojlanishi asosida dunyoga kelgan gen, hujayra, oqsil injenerligi va umuman biotexnologiya mislsiz muvaffaqiyatlari bilan bo'liq.

Oqsillar va nuklein kislotalar molekulalarining strukturasi bilan ularning biologik vazifasi orasidagi bog'lanishning aniqlanishi 1-navbatda, biologiya faninig biokimyoviy ma'lumotlariga asoslangan eng yosh sohasi – molekulyar biologiya dastlabki, ammo eng muhim yutuqlaridandir.

Shunday qilib, hozirgi zamon biokimyosi hayotiy jarayonlarning eng chuqur sirlarini ochish, oqsil sintezi, moddalar almashinuvi va naslning idora qilish muammolarini hal etish arafasida turibdi. Bu muhim vazifalarning hal etilishi odamlar uchun eng og'ir ofat bo'lgan rak, virusli kasalliklar, irsiy kasalliklar va yurak-tomir kasalliklarini yengish, inson umrini uzaytirish kabi muammolarni hal qilishning nazariy asosini yaratadi.

Bioximiya fanining boshqa fanlar bilan bog'lanishi. Biologik kimyo fanining kimyo fanlari bilan, ya'ni fizik kimyo bilan umumiylik juda ko'p. Bu ayniqsa, ularning tabiiy moddalarni o'rganishda qo'llaniladigan usullari uchun taalluqlidir, ammo biologik kimyo va kimyo fanlari oldida turlicha vazifalar turadi. Organik va fizik kimyo fanlarini ko'proq kimyoviy birikmalarning tuzilishi va xossalari, masalan ularning elektron strukturalari, bog'lanish tabiati va ularning hosil bo'lish mexanizmi, izomeriyasi, konformasiyasi va boshqalar qiziqtiradi. Biologik kimyo uchun esa barcha kimyoviy moddalarning biologik (funksional) vazifalari va tirik

organizmdagi fizik-kimyoviy jarayonlar, shuningdek turli kasalliklarda bu vazifalarning buzilish mexanizmlarini tushunish asosiy vazifa bo'lib hisoblanadi. Bioximiya bir qancha aralash fanlardan kelib chiqqan bo'lib, ilgorigidek ular bilan tirik tabiatni o'rganishda uzviy aloqalarni saqlab qoladi, lekin shu bilan birga u o'ziga xos va mustaqil fan sifatida qoladi hamda moddalarning tuzilishi va ularning vazifalari o'rtasidagi bog'liqlikni, tirik organizmda kimyoviy birikmalarning almashinuvini, tirik sistemalarda energiyaning hosil bo'lish yo'llarini, organizm, to'qima, hujayrada fizik-kimyoviy jarayonlarning boshqarilish mexanizmlarini, tirik organizmlarda genetik axborotning ko'chirilishini molekulyar mexanizmlarini va hokazolarni o'rganishni o'zining asosiy vazifasi deb hisoblaydi.

Biokimyoviy tadqiqotlar va ularning uslubi. Bioximiklarning ishi tirik ob'ektlar bilan bog'liq bo'lganligi sababli biror bir moddani ajratib olish uchun yuqori darajadagi usullarni qo'llashi, odatdagi fizik-kimyoviy tahlillarga biologik molekulalarni olib borish uchun bir qator qo'shimcha jarayonlarni bajarishi lozim bo'ladi. Biologik materialdan moddalarni ajratib olishda jarayonlarning borish tartibi taxminan quyidagicha bo'ladi:

1. Gomogenlash.
2. Ultrasentrifugalash.
3. Ekstraksiya.
4. Tahlil (reekstraksiya, issiqlik bilan ishlov berish, dializ, sedimentasiya, elektroforez, xromatografiya).

Biologik moddalarni ajratib olish va tahlil qilish usuli ularning xususiyatlariga bog'liq holda tanlab olinadi.

Ajratib olinadigan moddalarning tuzilmalarini va fizik-kimyoviy xossalarini aniqlash, uni miqdoriy jihatdan o'rganish uchun turli xil fizik, fizik-kimyoviy, kimyoviy tahlil usullari, shuningdek ajratilgan birikmaning elektron tuzilmasini kvant-mexanik hisoblaridan foydalaniladi. Bu usullarni qo'llash biologik moddalarning tabiiy strukturasini saqlab qolish imkonini berishi kerak.

Biologik materiallarni tekshirishda qo'yilgan maqsadga binoan lozim bo'lgan usullardan foydalaniladi. Eksperiment sharoitida biokimyoviy tadqiqot uchun har qanday biologik materialni osonlik bilan olish mumkin, klinikada esa bu imkoniyat nisbatan chegaralangan. Farmatsiyada esa biologik material sifatida hayvon to'qimalari va dori preparatlari ishlatiladi.

Plazma, qon zardobi va boshqa biologik suyuqliklar har xil tabiiy moddalarning suvda erigan aralashmasidan iborat. Fermentlar esa tabiatan murakkab oqsillardan tashkil topganligi sababli, ularni aniqlashda biologik suyuqliklarga tarkibini o'zgartiruvchi moddalar qo'shilmaydi, bordi-yu ferment kontsentratsiyasi yuqori bo'lsa, u suyultiriladi. Agarda biologik suyuqlikdagi ferment undagi tekshirilayotgan moddani katalizlab, aniqlashga to'sqinlik qilayotgan bo'lsa, ferment faolligi tegishli reaktiv bilan to'xtatiladi. Odatda, bu maqsad uchun uchxlorsirka kislotasi, nitrat, fosforvolframli, sulfat kislotalari yoki termik ta'sir qo'llaniladi. Bunda fermentlar bilan birga boshqa oqsillar ham cho'kmaga tushadi.

Gomogenlash. Biokimyoviy tadqiqotlar hujayra, to'qima, organ tarkibiy qismlarida joylashgan organoid yoki uning bo'lakchalarida, masalan, membranalarida o'tkaziladigan bo'lsa, unda hujayra yoki to'qimani avval maydalash kerak bo'ladi. Buning uchun ko'pincha to'qimani gomogenizator yordamida mexanik parchalash usuli qo'llaniladi. Gomogenizator ko'rinishi bo'yicha shisha stakanga o'xshash bo'lib, hajmlari har xil. Ushbu stakanga qaychi bilan maydalangan to'qima bo'lagi va olinayotgan hujayralar bo'lakchasini intaktligini saqlovchi muhit suyuqligi (odatda saharoza, kaliy xlorid) solinadi.

Elektr toki yordamida stakandagi gomogenizator dastasining aylanishi natijasida hujayra membranasi parchalanadi, struktura bo'lakchalari ajraladi. Oddiy sharoitda gomogenat to'qimani farforli hovonchada shisha kukuni yoki kvarts qumi bilan maydalab olinadi.

Gomogenatlar tarkibi bo'yicha to'qima, hujayra bo'laklarining o'lchovi, shakli, kimyoviy tuzilishi jihatidan har hil bo'lgan murakkab aralashmasidan

iborat. Biokimyoviy tadqiqotlar o'tkazish uchun ularni molekulasi bo'yicha taqsimlash va ajratib olishda bir qator fizik-kimyoviy usullardan foydalaniladi.

Sentrifugalash - suyuqlik tarkibidagi og'ir qismlarni markazdan qochuvchi kuch ta'sirida yengil qismlaridan ajratish usuli. Aralashmadagi og'irligi katta bo'lgan bo'lakchalar birinchi navbatda cho'kadilar. Ular ajratib olingach, cho'kma usti suyuqligini (supernatant) qayta katta tezlikda sentrifugalab, boshqa qismlarini ham ajratish mumkin. Aralashmadagi komponentlarni aniqlash maqsadida o'tkaziladigan sentrifugalashni preparativ sentrifugalash deb atalib, undan qonning shaklli elementlarini ajratishda, siydikdagi hujayralarni cho'ktirib, ajratib olishda va boshqa maqsadlarda foydalaniladi.

Klinik-biokimyoviy laboratoriyalarda qo'llaniladigan kichik hajmdagi sentrifugalarning maksimal tezligi daqiqasiga 6000 aylanishdan oshmaydi. Maxsus biokimyoviy tadqiqotlarda oqsillar va nuklein kislotalarning molekula og'irligini aniqlashda o'lchovi va zichligi bo'yicha farqlanuvchi zarrachalarni bir-biridan taqsimlashda yuqori tezlikdagi ultrasentrifugalalar (aylanish tezligi daqiqasiga 70000 gacha) qo'llanganligi uchun analitik sentrifugalash deb ataladi.

Zarrachalar cho'kish tezligi markazdan qochish kuchini ortishi bilan o'lchanadi. U g (gravitatsiya doimiyligi $980 \text{ sm}\cdot\text{s}^{-2}$) birligida ifodalanadi. Amaliyotda g har bir ultrasentrifugani nomogrammasida ko'rsatilgan qo'llanma bo'yicha tuziladi. Masalan, qon shaklli elementlari 300-400 g da 20-30 daqiqa sentrifugalanganda cho'kadi va h.k. Differentsial sentrifugalash yordamida subhujayra qismlari - yadro, mitoxondriya, lizosomalar, mikrosomalar va boshqalar ajratiladi.

Tahlil usullari. Elektroforez deb tashqi elektr maydoni ta'sirida zaryadlangan zarralarni taqsimlanishiga aytiladi. Elektroforez biologik eksperimentlarda, klinik meditsinada qon oqsillari va peptidlari, ayniqsa, qon zardobini tahlil qilishda qo'llaniladigan zamonaviy usul hisoblanadi. Zaryadlangan zarralar o'lchovi va zaryadining katta-kichikligiga qarab elektr maydonida har xil tezlikda harakatlanadilar, bu esa ularni o'zaro ajralib, taqsimlanishiga olib keladi.

Elektroforezni ikkita asosiy turi bo'lib, frontal va zonal usullarga bo'linadi, ulardan keyingisi ko'proq tarqalgan. Bunda oqsil eritmasi bufer eritmasiga yupqa qavat ko'rinishda joylashtiriladi. Elektroforez davomida har xil oqsil molekullari alohida fraktsiyalarga bo'linadi. Bu fraktsiyalarni alohida-alohida ajratib, osonlik bilan kesib olinadi. Zonal elektroforezni asosi sifatida filtr qog'ozi tasmasi, atsetiltsellyuloza, kraxmal kukuni, agar, poliakrilamid geli va boshqa materiallardan foydalaniladi.

Hozirgi vaqtda biologik va tibbiy tadqiqotlarda maxsus apparat poliakrilamidli gel elektroforezi ko'proq ishlatilmoqda.

Fraktsiyalarga bo'lingan moddalarning foregrammasi kumassi ko'ki, bromfenol ko'ki yoki amidoshvarts 10 V eritmasida 20-30 daqiqa ushlanadi va miqdori ular bo'yalgan bo'yoqning quyugligiga qarab aniqlanadi, ya'ni har xil oqsilni bo'yoq bilan bog'langan ko'rsatkichi shu oqsilning miqdoriga to'g'ri proporsional.

Xromatografiya. Xromatografiya har xil aralashmalarni o'z tarkibiy qismlariga taqsimlanishini o'rganadi. Xromatografiyaning asosan to'rt turi mavjud.

a). Informatsion kolonkali xromatografiya - bu usul ion ko'rinishida bo'lgan eruvchi moddalarni taqsimlashda qo'llaniladi. Usulni harakatsiz va harakatli fazalari farqlanib, harakatsiz fazasi asosini ion almashuvchilardan iborat bo'lgan organik polimerlar - smolalar tashkil etadi.

b) Suyuqlikli xromatografiyada harakatsiz faza o'rnida mikroskopik zarralar qo'llaniladi. Bu usul kattatezlikka ega bo'lib, qisqa vaqt oralig'ida deyarli har qanday birikmani taqsimlay oladi.

v) Taqsimlovchi xromatografiyada aralashma tarkibidagi moddalar radikallarining katta-kichikligi, funktsional (gidrofil) guruhlarining bor-yo'qligi, harakatli va harakatsiz eritmalarida har xil erishiga qarab o'z individual komponentlariga taqsimlanadilar.

Xromatografik qog'oz tasmalarning pastki chegarasidan 1 sm yuqoriga bir tomchi tekshirilayotgan modda tomizilib, tagida harakatlanuvchi eritma, ko'pincha, organik eritma saqlagan xromatografiya kamerasiga joylashtiriladi.

Kamera atmosferasidagi suv bug'lariga to'yingan modda harakatsiz (polyar) eritmani hosil qiladi. Harakatlanuvchi eritma yuqoriga o'zi bilan birga gidrofob moddani olib harakatlanadi, gidrofil moddalar esa suvda erigani uchun startda qoladi. Har bir moddani bo'yalgandan so'ng individual R_f lari o'lchanadi yoki standart modda bilan identifikatsiya qilinadi.

Optik usullar. Fotokolorimetrik usulda tahlil qilishda tekshirilayotgan eritma rangining ravshanlik darajasi (kontsentratsiyasi) avvaldan ma'lum bo'lgan standart eritma rangi bilan solishtiriladi. Kolorimetrik aniqlashda miqdori o'lchanayotgan moddaning boshqa modda bilan rangli birikma hosil qilish reaksiyasidan foydalaniladi. Olingan eritma rangini jadalligi bo'yalgan moddaning miqdoriga to'g'ri proporsional. Rang jadalligi qanchalik ko'p bo'lsa, optik zichlik ham shunchalik yuqori bo'ladi. Grafik bog'liqlikni aniqlashda abtsissa o'qiga mol/l (S) da modda miqdori, ordinata o'qiga esa eritmaning optik zichligi (D) qo'yiladi.

Uslubni qo'llash uchun D va S ko'rsatkichlari o'rtasida proporsional bog'liqlik bo'lishi shart.

Spektrofotometrik tahlil usulida eritmadagi yoki qattiq muhitdagi moddaning nur yutishi ma'lum to'lqin uzunligiga to'g'ri kelishi aniqlanadi. Spektrofotometrni qo'llab spektrni ko'zga ko'rinadigan (600 dan 1100 nm), ultrabinafsha spektr qismida (220 dan 650 nm gacha) ishlash mumkin.

Biologik birikmalarning tuzilishi, almashinuvi va vazifalarini o'rganish uchun kimyo, fizik-kimyo, matematika, fiziologiya usullari bilan bir qatorda biologik kimyoning o'zining xususiy tadqiqot usuli – fermentativ tahlil usuli ham bor. Bu usul amaliy tibbiyotda, farmasiya va ilm-fanning turli sohalarida hamda xalq xo'jaligida keng qo'llaniladi.

II.BOB. MODDALAR ALMASHINUVINING UMUMIY QONUNIYATLARI. BIOENERGETIKA

Kalit so'zlar: Metabolizm, assimilatsiya, dissimilatsiya, anabolizm, katabolizm, plastik va funksional almashinuv, tashqi muhit bilan almashinuv, energiya almashinuvi, oksidlanish reaksiyalari, biologik oksidlanish, nafas olish zanjiri, fosforlanish

2.1. ORGANIZMDA MODDALAR ALMASHINUVI (METABOLIZM) HAQIDA UMUMIY TUSHUNCHA.

Tirik organizmlar doimo tashqi muhit bilan chambarchas bog'langan bo'lib, undan o'zlarining hayot faoliyatiga kerak bo'lgan moddalarni o'zlashtirib, o'zining spetsifik moddalariga aylantiradi va parchalanish reaksiyalarining oxirgi mahsulotlarini ana shu tashqi muhitga chiqarib turadi. Boshqacha aytganda, tirik organizmlarda doimo bir vaqtning o'zida juda ko'p turli-tuman kimyoviy reaksiyalar sodir bo'lib turadi. Ana shunday kimyoviy reaksiyalar majmuasini (yig'indisini) *moddalar almashinuvi* yoki *metabolizm* nomi bilan yuritiladi. Metabolizm – bu ko'pgina o'zaro bog'langan multiferment tizimlari ishtirokida ta'minlanadigan yuqori darajada muvofiqlashtirilgan va ma'lum maqsadga yo'naltirilgan hujayra faolligidir.

Tanamizda minglab kimyoviy reaksiyalar o'tib, ular organizmdagi barcha jarayonlarini boshqaradi. Atomlar orasidagi bog'lar uzilganida yoki ular orasida yangi bog'lar hosil bo'lganida kimyoviy jarayon yuzaga keladi. Avvalgi qismda keltirib o'tganimizdek, atomlarning valent qobig'idagi elektronlarning o'zaro ta'siri barcha kimyoviy reaksiyalarning asosini tashkil qiladi. Oddiy aytganda, kimyoviy reaksiya kimyoviy reaktiv deb aytiladigan modda yoki moddalarning ta'siridan iborat bo'lib, ular natijasida mahsulot yoki mahsulotlar hosil bo'ladi. Bu 3.7-rasmda ko'rsatilgan bo'lib, unda ham vodorod va kislorod molekulalarining reaksiyasidan suv hosil bo'lishi keltirilgan tenglamadagi chiziq bu reaksiyaning yo'nalishini ko'rsatadi, ammo bizlar keyinchalik ko'rib chiqanimizdek, ba'zi reaksiyalar qaytar bo'lishi, ya'ni ikkala yo'nalishda ham borishi mumkin.

Ushbu reaksiyada ikkita vodorod molekulasini kerakligiga e'tibor bering. Bu massa saqlanishi qonuniga asoslangan bo'lib, bu qonun reaksiyaga kirishuvchi moddalar massasi reaksiya natijasida hosil bo'lgan moddalar massasiga teng bo'lishini ko'rsatadi (ya'ni boshlanishida har bir atomlarning soni oxiridagi atomlarning soniga teng bo'ladi). Atomlarning umumiy soni bir xil bo'lganligi

bilan atomlarning struktura joylashuvi o'zgaradi, va shu sababli hosil bo'lgan yangi moddalar turli xil kimyoviy xususiyatlarga ega bo'ladi.

Metabolizm iborasi tanamizda sodir bo'ladigan barcha kimyoviy reaksiyalarga aytiladi. Sport va mashg'ulotlar fanlari olimlari sifatida bizlarni mashg'ulotlar metabolizmi bilan ko'proq qiziqamiz, chunki ular mushaklarimiz uchun energiya ta'minlovchi kimyoviy reaksiyalar bilan bog'liq.

Hujayrada metabolizm quyidagi to'rtta spetsifik (maxsus) funksiyani bajaradi:

1. Energiyaga boy ozuqa moddalarni parchalash yo'li yoki quyosh yorug'lik energiyasini tutib o'zgartirish yo'li bilan kimyoviy energiya bilan ta'minlash;
2. Ozuqa moddalarining molekulari (aminokislotalar, nukleotidlar, monosaxaridlar)ni qurilish bloklariga aylantirish; ana shu qurilish bloklaridan oqsillar, nuklein kislotalar, lipidlar, polisaxaridlar va boshqa hujayra komponentlarini yig'ish;
3. Ana shu qurilish bloklari bo'lib xizmat qiladigan oddiy moddalardan yuqori molekulari moddalar: oqsillar, nuklein kislotalar, polisaxaridlar, lipidlar va organizmga xos bo'lgan boshqa hujayra komponentlarini yig'ish;
4. Hujayraning xar xil maxsus funksiyalari bajarish uchun kerak bo'lgan biomolekulalarni sintezlash va parchalash.

Hayot davomida organizmning o'sish va rivojlanishi, parchalangan hujayralar va to'qimalar o'rniga yangilarining hosil bo'lishi, fiziologik funksiyalarning bajarilishida sarflangan energiya o'rnini to'ldirishi va moddalar zahirasini yaratish uchun zarur moddalarning tashqi muhitdan tushib turish jarayonidir. Oziqlanish jarayonida organizmga hayvonot va o'simliklar mahsulotlari va suv tushib turadi. Bu mahsulotlarda yoki ozuqa ashyolarining parchalanishi tufayli energiya ajratuvchi oqsillar, yog'lar va uglevodlar bilan bir qatorda organizmda yuz beradigan kimyoviy jarayonlarni mo'tadil bajarilishi uchun zarur bo'lgan ammo energiya ajratmaydigan vitaminlar, mineral moddalar

va suv saqlanadi. Moddalar almashinuvi organizmga tashqi muhitdan tushib turadigan hayot uchun zarur bo'lgan organik va anorganik moddalardan va ulardan foydalanish natijasida hosil bo'lgan oraliq va oxirgi mahsulotlarni chiqarilishi kerak bo'lgan jarayonlardan iboratdir. Organizm tarkibiga kiruvchi barcha moddalar doimo yangilanib turadi. Ular parchalanish mahsulotlaridan va organizmga ovqatlar bilan tushadigan moddalardan sintezlanadi. Moddalar almashinuvi ikki jarayonning: assimilyasiya va dissimilyasiyaning birligida namoyon bo'ladi. Tashqi muhitdan ichki muhitga tushgan barcha moddalar organizmning o'zini tarkibiga kiradi. Ular atrofiyaga uchragan hujayralarni tiklanishini, organizmning o'sishini, garmonlar, fermentlar sintezini organizmning hayotiy faoliyatida ishtirok etuvchi boshqa organik moddalar sintezini va gidrolizini ta'min etadi (oziqlarning plastiklik ahamiyati). Organizmga tushayotgan moddalar parchalanishi natijasida o'zlarida mavjud bo'lgan potensial energiyani ajratadi va organizmni hayotiy funksiyalarini ta'min etuvchi boshqa turdagi energiyalarga aylantiradi (ozuqalarning energiyaviy ahamiyati). Assimilyasiya va dissimilyasiya jarayonlarida hosil bo'luvchi zaharli moddalar organizmda zararsizlantiriladi va moddalar almashinuvining oxirgi mahsulotlari, undan ter, siydik va najas tarkibida chiqariladi. Organizm ichidagi ozuqaviy moddalarning o'zgarishi oraliq yoki intermediar moddalar almashinuvini tashkil etib, oqsillar, yog'lar va uglevodlar almashinuvini o'z ichiga oladi.

Moddalar almashinuvini o'rganishda fiziologiya turli usullardan foydalanadi. Hozirgi vaqtda ko'pchilik hayot jarayonlarini o'rganishda biokimyo usullari keng qo'llanilmoqda. Rus olimi E.S.London tomonidan yaratilgan angiostomiya usuli moddalar almashinuvini o'rganishdagi ancha qulay usullardan biridir. Bu usul yordamida organizmning ancha ichkarisida joylashgan qon tomirlaridan qon olib tekshirish mumkin. Biror-bir organga oqib kelayotgan va undan oqib ketayotgan qonni olib tekshirish yo'li bilan oqib kelayotgan qondagi biror moddaning o'sha organda qanday o'zgarishlarga uchraganligi to'g'risida fikr yuritish mumkin. Organlarni ajratib olish usulidan ham moddalar almashinuvini o'rganishda foydalansa bo'ladi. Jumladan, tekshirilayotgan muayan moddani,

suyuqlikni izolyatsiya qilingan jigardan oqizib o'tkazish va jigardan oqib chiqayotgan suyuqlikning tarkibini tekshirish yo'li bilan tekshirilayotgan moddaning jigarda qanday o'zgarishlarga uchraganligi to'g'risida fikr yuritilsa bo'ladi. Keyingi paytlarda moddalar almashinuvini o'rganishda radiaktiv izotoplar usuli ayniqsa keng qo'llanilmoqda. Bu usul shundan iboratki, tekshirilayotgan moddalar tarkibiga tegishli radiaktiv izotoplar (fosfor, azot, uglerod, temir, yod va boshqalarning radiaktiv izotoplari) qo'shiladi, ya'ni o'sha moddalar —nishonlanadi. Radiaktiv izotoplar bilan shu tariqa nishonlangan moddalar organizmga yuborilganda ularning qanday o'zgarishlarga uchrashini o'rganish ancha oson. Chunki radiaktivlik xossasiga ega bo'lgan atomlar, organizmning turli organ va to'qimalarida shu moddalarning boshqa atomlari orasidan yengillik bilan topiladi. Shuning uchun, ham tekshirilayotgan moddalar radiaktiv izotoplar bilan nishonlanib, hayvonga berilganda o'sha moddalarning organizmda qaysi organ va to'qimalarga borishi, qanday o'zgarishlarga uchrashi, organizmdan qanday holatda chiqarilib yuborilishini o'rganish mumkin. Radiaktiv izotoplarni qo'llash hayot mohiyati to'g'risidagi materialistik dunyoqarashni kengaytirishga imkon beradi. F.Engels hayotni oqsil jismlarining yashash shakli deb ta'riflar ekan, hayotning bu shakli oqsilning doimo o'z-o'zidan yangilanib turishidan iboratdir, deb aytgan. Izotoplar usuli o'z-o'zidan yangilanish jarayonlarining tezligini aniqlashga imkon berdi. Ayni vaqtda, masalan, jigarda jami hujayra oqsillarining yarmi 3-5 kun davomida parchalanib ketishi, lekin xuddi shuncha oqsil yangidan sintezlanib turgani uchun hujayralar kichrayib qolmasligi, yo'qolib ketmasligi ma'lum bo'ldi. Oqsillargina emas, balki yog'lar, uglevodlar va boshqa murakkab organik birikmalar ham parchalanib turadi va keyin qaytadan sintezlanadi. Organizm skeletining mineral tarkibiy qismlari ham o'zo'zidan yangilanib turadi. Moddalar almashinuvini o'rganishda muvazonat usulidan ham keng qo'llaniladi, ya'ni qabul qilib olgan oziqa tarkibiy qismi hazm bo'lib ketgach, ajratiladigan qoldiqlaridagi azot miqdorini aniqlash yo'li bilan.

2.2. ASSIMILYATSIYA VA DISSIMILYATSIYA

Metabolizmda assimilyatsiya, dissimilyatsiya jarayonlarni ajratish qabul qilingan.

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

Dissimilyatsiya – moddalar almashinuvining qarama-qarshi tomoni: organik birikmalarni parchalanishi, ya'ni oqsillar, nuklein kislotalar, yog'lar, uglevodlar (shu jumladan organizmga ozuqa tarkibida kirayotgan)ni oddiy moddalarga aylantirish jarayonidir. Barcha organizmlarda dissimilyatsiyaning asosiy ohirgi mahsuloti – suv(H_2O), karbonat angidridi(CO_2), ammiak (siydikchil) hisoblanadi. Assimilyatsiya va dissimilyatsiyani ikkita o'ziga mustaqil jarayonlar deb qarash mumkin emas. Bu o'sha bitta jarayonning bir-biridan ajratib bo'lmaydigan, o'zaro chambarchas bog'langan ikkita tomonidir. Masalan, assimilyatsiyaga oid bo'lgan organizm uchun spetsifik moddalarni sintezlash energiya sarflashni talab qiladi, organizm bu energiyani biologik oksidlanish jarayonidan, ya'ni dissimilyatsiya jarayonidan oladi.

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

Yosh o'sayotgan organizm assimilyatsiyani dissimilyatsiya ustidan ustunlik qilishi bilan ifodalanadi. Organizmning moddalarini (qurilish oqsillari, ferment-oqsillar) sintezlanish tezligi ularning parchalanish tezligidan yuqori bo'ladi. Bu

organizmning o'sishi, to'qima va organlarning hajmlarini kattalashishini ta'minlaydi.

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

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

Ozuqa moddalarning tarkibi, sifati, miqdori va ovqatlanish rejimi assimilyatsiya va dissimilyatsiya jarayonlarini boshqarishi (regulyatsiya qilishi) mumkin. To'g'ri ovqatlanish organizmda lipidlarning sintezi va jamg'arilishini ularning parchalanishidan ustunlik qilishga olib keladi. Sifat tarkibi nuqtai nazardan yetarli va to'la qiymatga ega bo'lmagan ovqatlanish organizmda moddalar almashinuvining umumiy intensivligini pasayishiga va dissimilyatsiyani assimilyatsiya ustidan ustunlik qilishiga olib keladi. Tashqi muhitning harorati pasayganda organizmda dissimilyatsiya jarayoni kuchayadi, ya'ni issiqlikni hosil bo'lishini ko'payishi organizmni sovib ketishidan saqlaydi. Tashqi muhitning

ko'pgina omillari almashinuv jarayonlarining ayrim tomonlariga o'z ta'sirini ko'rsatadi. Jumladan, quyosh nuri ta'sirida bo'lish organizmni ultrabinafsha nurlaridan saqlaydigan teri qatlamidagi pigmentlarni sintezlash va jamg'arish reaksiyalarini kuchaytiradi. Tashqi muhit omillari ta'sirida sodir bo'ladigan almashinuv jarayonlaridagi barcha o'zgarishlar yaqqol moslashish xususiyatlariga ega. Ular organizmni ana shu omillar ta'siriga chidamliligini oshirishni ta'minlaydi. Moddalar almashinuvi funksional imkoniyatlarini oshishi va sport mashqlanish jarayonida sportchining jismoniy sifatlarini takomillashishi asosida yotadi.

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

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

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

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

Agar hujayra funksional faollik namoyon bo'lsa, asosiy energiya oqimi uni ta'minlashga yo'naltiriladi. Plastik almashinuvning reaksiyalari bu paytda energiyaning etishmasligi sababli ancha sekinlashadi. Jumladan, organizmda zo'riqish bilan bajarilayotgan muskul ishi vaqtida istesno sifatida ba'zi bir gormonlar va uglevodlarning qisman miqdoridan tashqari barcha sintez jarayonlari keskin sekinlashadi. Ishni tugatgandan so'ng yoki funksional faollikni pasaytirgandan so'ng, aksincha biosintez jarayonlari keskin kuchayadi.

Tashqi muhit bilan almashinuv – organizmga ozuqa mahsulotlari va kislorodni kirishi va almashinuvning ohirgi mahsulotlari (CO_2 , H_2O , NH_3 , siydikchil)ni tashqi muhitga chiqarishdir.

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

Oraliq almashinuvning ikki tomoni – **anabolizm va katabolizm** jarayonlari bo'ladi. Anabolik reaksiyalar hujayra va to'qimalar struktura elementlarini hosil bo'lishi va yangilanib turishiga yo'naltirilgan bo'lib, oddiy moddalardan murakkab biomolekulalarning sintezini o'z ichiga oladi. Katabolik o'zgarishlar (reaksiyalar) – ham ovqat bilan kirgan, ham hujayra tarkibiga kirgan murakkab molekulalarni to'g'ri komponentlarigacha parchalanish jarayonidir. Oraliq almashinuvning har ikkala tomoni – anabolizm va katabolizm vaqt va fazoviy o'zaro chambarchas bog'langan. Oraliq almashinuv yuzlab har xil fermentativ reaksiyalarni o'z ichiga

oladi, chunki bitta fermentativ reaksiyaning oxirgi mahsulati boshqa reaksiyaning substrati bo'lib xizmat qiladi. Moddalar almashinuvi optimal yo'nalishi kimyoviy jarayonlarning qat'iy tartibliligi bilan aniqlanadi va bir tomondan, fermentlar bilan boshqarilayotgan reaksiyalar tezliklarining nisbati, ikkinchi tomondan, hujayra (organizm)ning barcha elementlarini strukturaviy tuzilish darajasiga bog'liq bo'ladi.

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

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

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

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

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

Ribosomalarda–oqsillarning biosintez jarayonini fermentlari mujassamlashgan bo'lib mRNK da translyatsiya jarayoni amalga oshadi;

Plazmatik membranada–transport ATF-azalari, adenilat siklazalar va h.k. joylashgan.

Hujayra organoidlarining strukturasi multif ferment sistemalari shunday qat'iy tartibda joylashganki, har bir ferment reaksiyaning ushbu ketma-ketligidagi keyingi fermentning bevosita yaqinida joylashgan. Shu tufayli reaksiyalarning oraliq mahsulotlarini diffuziyasi uchun kerak bo'lgan vaqt qisqaradi va reaksiyalarning barcha ketma-ketligi vaqt va fazoda qat'iy muvofiqlashgan (koordinatsiyalashgan) bo'ladi. Bundan tashqari, fermentlarning hujayra strukturalarida ana shunday qat'iy tartibda joylashishi (lokalizatsiya bo'lishi) bir

vaqtning o'zida ham anabolik, ham katabolik jarayonlarini bir-biriga halaqit bermasdan sodir bo'lishlariga imkoniyat yaratadi.

2.3. BIOLOGIK OKSIDLANISH. NAFAS OLIISH ZANJIRIDA ELEKTRON VA PROTONLARNING TASHILISHI

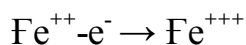
Tirik organizmda sodir bo'ladigan jarayonlar orasida kimyoviy energiyaning almashinuvi va uning fiziologik vazifalarda zarur shaklga aylanishida biologik oksidlanish asosiy o'rin egallaydi. Biologik oksidlanish keltirilgan ta'rifdan ham kengroq ma'noga ega bo'lib, uning ishtirokida organizmda paydo bo'lgan yoki tashqaridan kirgan zararli moddalar oksidlanib, parchalanib, zararsizlantirilib turiladi. Organizmda oksidlanish-qaytarilish jarayoni modda almashinuvi boshqaruvida ham muhim o'rin egallaydi.

Organizmdagi har xil oksidlanishlar oksidoreduktaza sinfiga kiruvchi juda ko'p fermentlar orqali amalga oshiriladi. Bu fermentlar aksariyat, biologik membranalarda bo'lib, ma'lum ansambl tizimini tashkil qiladi.

Bundan 250 yil ilgari A.Lavuaze organizmda ozuqa moddalarning sekin-asta parchalanishi, tashqi muhitdagi yonish reaksiyasiga o'xshashligini aniqlab, ikkala jarayon ham oksidlanish ekanini va ularda oxirgi mahsulot CO_2 , H_2O dan iboratligini aniqlagan.

Biologik oksidlanish havo kislorodi barcha hujayra va to'qimalarga borib, u yerdagi organik moddalarga birikib, ular CO_2 va H_2O gacha parchalanishini o'z ichiga oladi. Bu jarayonlar to'qima va hujayralarda kechadigan organizmdagi biologik oksidlanish hodisasi to'qimaning yoki hujayraning nafas olishi deb ataladi.

Oksidlanish jarayonida oksidlanayotgan modda atomining musbat valentligini ortishi va aksincha, qaytarilayotgan atom valentligining kamayishi aniqlanadi. Ma'lumki, elementning valentligi uning tashqi orbitasidagi elektronlar soniga bog'liq bo'lib, undan elektron (e^-) ajralganda elementning valentligi ortadi, elektron birikkanda esa kamayadi. Masalan:



Shunday qilib, oksidlanish deganda birikmaga kislorodning birikishini, undan vodorod hamda elektronning yo'qotilishini tushunamiz. Qaytarilish esa kislorodning yo'qotilishi yoki elektron qo'shilishidan iborat. Bir moddaning oksidlanishi hamma vaqt ikkinchi moddaning qaytarilishi bilan birga kechadi, shuning uchun oksidlanish-qaytarilish jarayoni doim bir vaqtda sodir bo'ladi.

Biologik oksidlanish har vaqt substratdan vodorodni ajralishi bilan sodir bo'ladi. Organizmda oksidlanadigan moddalar - oqsillar, uglevodlar, yog'lar vodorod donorlari, molekulyar kislorod esa uning akseptori sifatida nafas olish jarayonida qatnashadi.

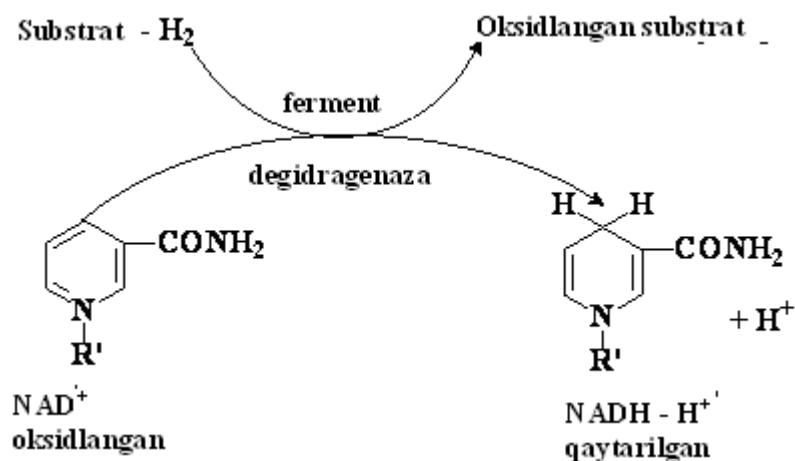
Yuqori energiyali elektronlarning qaytarilayotgan substratlarga transporti murakkab tizim asosida, mitoxondriyalarning ichki membranasida joylashgan oksidlovchi-qaytaruvchi fermentlar orqali sodir bo'ladi.

Substratdan elektronlarni molekulyar kislorodga uzatilishida quyidagi moddalar qatnashadi:

- Piridinga bog'liq degidrogenazalar bo'lib, ularning kofermentlari sifatida NAD^+ yoki $\text{NAD}^{\text{F}+}$ (nikotinamidadenindinukleotidlar) qatnashadi;
- Flavinga bog'liq degidrogenazalar (flavin fermentlari), ularning prostatik guruhlarini FAD yoki FMN lar bajaradi;
- Sitoxromlar gemoproteinlarga kiradi.

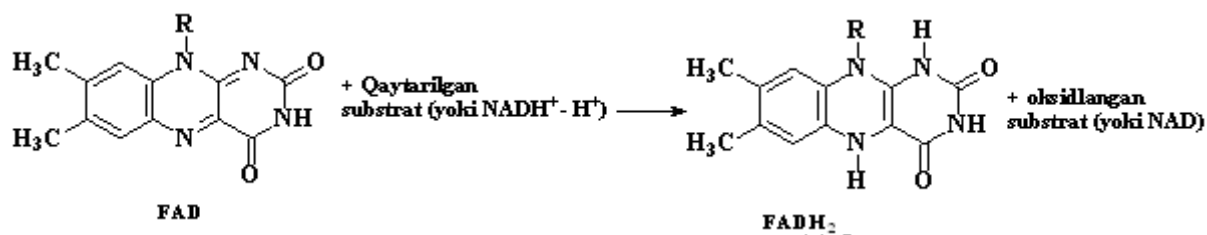
Nafas olish zanjirining komponenti sifatida ubixinon (koenzim Q) va temir atomini tutuvchi oqsillar borligi aniqlangan. Degidrogenazalarning kofermenti sifatida yuqorida ta'kidlanganidek, NAD^+ va $\text{NAD}^{\text{F}+}$ tutadi. Bu kofermentlarning oksidlangan va qaytarilgan shakllari fermentlar bobida ko'rsatilgan.

NAD^+ va $\text{NAD}^{\text{F}+}$ bilan apoferment o'rtasida bog' labil , mustahkam bo'lmay, oksidlanish-qaytarilish jarayonida bu kompleks stabil holatiga o'tishi aniqlangan. Kofermentning oksidlangan va qaytarilgan shakllarida elektron va protonlarning taqsimlanishi quyidagi reaksiyada ko'rsatilgan:

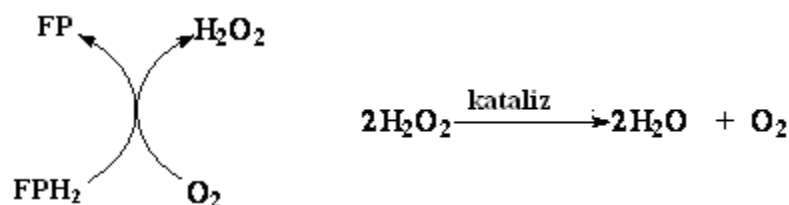


NAD⁺ ga bog'liq degidrogenazalar asosan mitoxondriyalarning matriksida bo'lib, NADH⁺ - degidrogenazalar esa sitoplazmatik fermentlar qatoriga kiradi. Eslatish joizki, adenil tizimidagi ribozada fosfat kislotasi bo'lsa NADH⁺ bo'ladi. qaytarilgan nikotinamidadenindinukleotidlar o'z vodorod atomini flavin fermentlariga uzatadi. Flavoproteinning oksidlangan shakli sariq (flavus-sariq) rangga ega. Flavoproteinlarning kofermenti (FAD) flavinadenindinukleotid hisoblanadi. Flavinli kofermentlarning donor-akseptor ko'rinishi ham fermentlar bobida ko'rsatilgan. Flavin kofermentlari o'ziga mos bo'lgan oqsillar bilan mustahkam bog'langan.

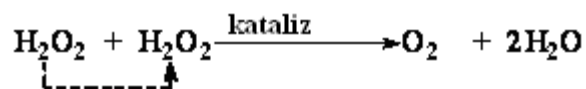
FAD ning faol qismi vitamin B₂ ning izoalloksazin halqasidan iborat bo'lib, qaytarilganda vodorod atomini biriktiradi.



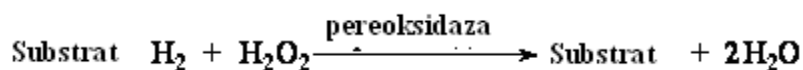
FAD ga bog'liq degidrogenazalar NAD⁺ ga bog'liq fermentlarga o'xshash elektronlarni birlamchi aktseptorlari bo'lib, substratni bevosita oksidlashi mumkin. Masalan, suksinat (FAD-suksinatdegidrogenaza) yoki atsil-KoA (FAD-atsil-KoA-degidrogenaza) oksidlanishini keltirish mumkin. Flavin fermentlari (qaytarilgan) vodorod atomini to'g'ri molekulyar kislorodga berib, vodorod peroksidlarni hosil qiladi. Peroksidlar zahar bo'lgani uchun fermentlar ularni parchalaydi.



Katalaza fermenti oksidoreduktazalar qatoriga kirib, ikkita vodorod atomini ko'chirishda xizmat qiladi:

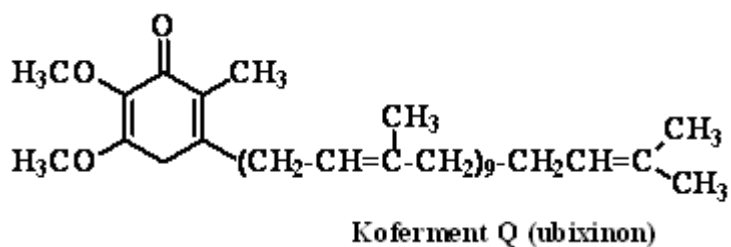


Vodorod peroksidini parchalaydigan fermentlardan yana biri peroksidazadir. U ferment qaytarilgan piridin va flavin fermentlaridan vodorodni peroksidga tashiydi:

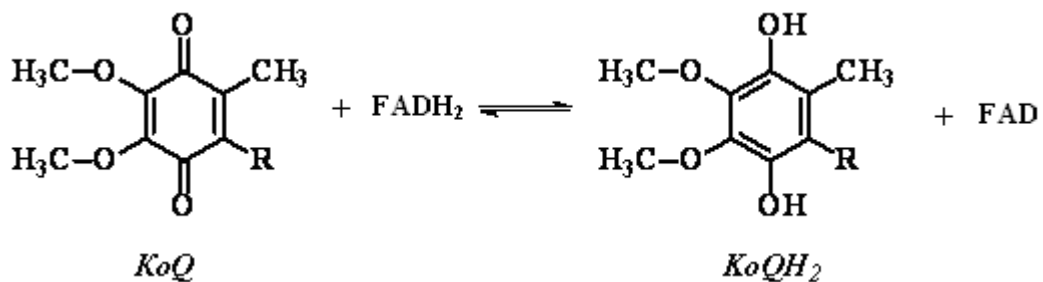


Birlamchi va ikkilamchi degidrogenazalardan vodorod atomi kislorodga berilib, peroksidlar hosil qilishda vositachi moddalar ishtirok etadi. Vositachi moddalar sifatida xinon va askorbin kislotalari qatnashadi.

Vodorod atomlari qaytarilgan flavin fermentlaridan ubixinon (koenzim Q) ga uzatiladi. "Koenzim Q" atamasi xinonlar sinfiga mansub bo'lganligi uchun (Q - inglizcha Quinone) ubixinonlar (ubiquitous) deb ataladi. KoQ benzoxinonlar hosilasi bo'lib, o'nta izoprenoiddan tashkil topgan.

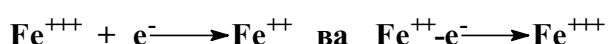


KoQ flavin fermentlarini oksidlab, o'zlari oksidlangan va qaytarilgan (gidroxinon) shakllarida bo'ladi:



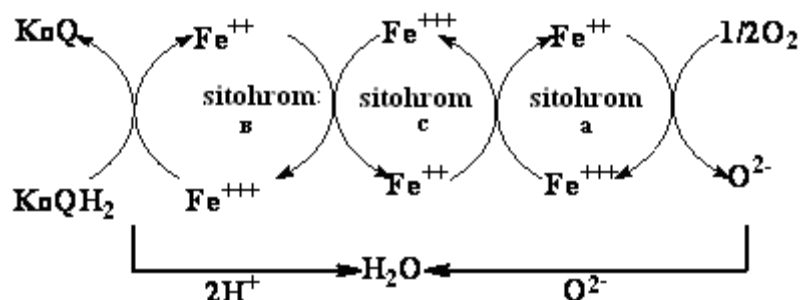
Ubixinonlar nafas olish zanjirida oqsil bilan birikkan holda bo'lmaydi. Shuning uchun ular fermentlar qatoriga qo'shilmaydi. Mazkur kofermentlar mitoxondriyaning ichki membranasidagi lipid qismida joylashgan bo'ladi.

Nafas olish zanjirida elektronlarni kislorodga o'tkazuvchi keyingi qism sitoxrom tizimdir. Hozirgi vaqtda qator sitoxromlar ma'lum bo'lib, ular a, b va c harflari bilan belgilangan. Barcha sitoxromlar gemoglobinga yaqin xromoproteinlardir. Ularning molekulasida 0.47 % temir saqlaydi. Shuning uchun temirning valentligi o'zgarishi orqali elektronni qabul qiladi yoki uzatadi:



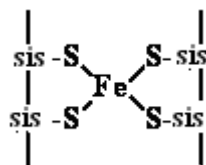
Buning natijasida sitoxrom oksidlangan va qaytarilgan shaklga o'tib turadi. Shunday qilib, sitoxrom tizimi qaytarilgan KoQ bilan kislorod o'rtasidagi elektron o'tkazuvchi oraliq bog'lovchi bo'lim vazifasini bajaradi.

Koenzim Q dagi vodorod atomlarining elektronlari sitoxrom orqali kislorodga ko'chadi, protonlar esa sitoxrom tizimini chetlab, bevosita kislorodga beriladi, natijada suv molekulasida hosil bo'ladi:



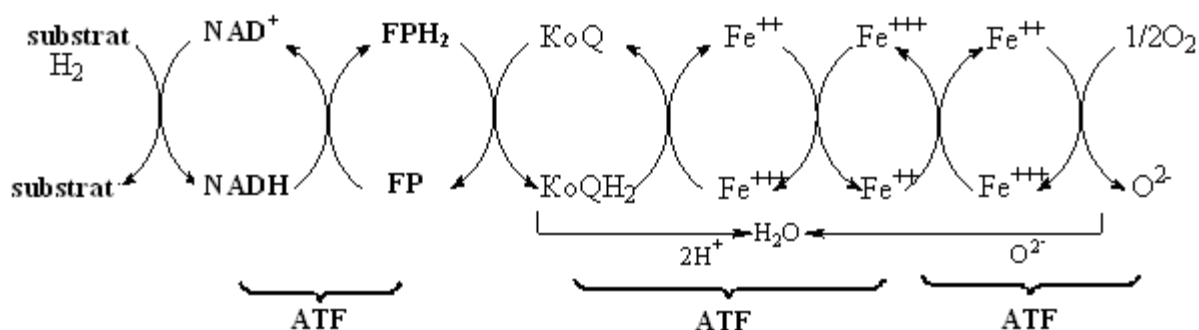
Elektronlarning kislorodga ko'chirilishini sitoxrom a₃-sitoxrom- oksidaza fermenti amalga oshiradi. Oxirgi bosqichda temir atomi molekulyar kislorodni oksidlab, uni "faol" holatga aylantiradi. Bu "faol" kislorod tashqi muhitdan ikkita protonni qabul qilib, suvga aylanadi. Mitoxondriyalar tarkibidagi sitoxromlarning shunday xillari borki, ularning molekulasida xromoproteinlardagi temir bo'lmaydi.

Bunday oqsillarda temir gem tarkibida bo'lmay, sistein aminokislotalar qoldig'idagi oltingugurt atomi bilan bog'langan bo'lib, ularni temiroltingugurtli oqsillar deb, Fe-S shaklida belgilanadi. Ularning ko'rinishi quyidagicha:



Temiroltingugurtli oqsillar mitoxondriyadagi nafas olish zanjirida mavjud bo'lgan NAD, FADlar tarkibida, koferment rolini bajarib, elektronlar transportida ishtirok etadi.

Nafas olish zanjirining umumiy ko'rinishi quyidagicha:



Yuqori energiyaga ega bo'lgan vodorod atomining elektron va protonlari nafas olish zanjirida o'z energiyasini kichik ulushlarda (ATF) ajratadi. Bu yo'l elektron transport zanjiri bo'lib, uning uchta nuqtasida ATF sintezlanadi.

Biologik oksidlanish hujayralarining mitoxondriya deb ataluvchi organida sodir bo'lib, ularni organizmning energiya stantsiyasi yoki generatorlik vazifasini bajaradi. Mitoxondriyalarda turli substratlar oksidlanishi natijasida energiya ajralib, bu o'z navbatida makroerg-energiyaga boy bog'larda to'planadi. Turli substratlarning oksidlanishida makroergli bog'ga ega bo'lgan birikmalar, mitoxondriyalarda oksidlanishli fosforlanish natijasida hosil bo'ladi.

Mitoxondriyalarning struktura tuzilishi

Mitoxondriyalarning hamma eukariot hujayralarda borligi aniqlangan, lekin ularning o'lchami, shakli, miqdori, hujayraning turiga qarab har xil bo'lishi mumkin. Ularning mana shu uch ko'rsatkichi metabolizmning o'zgarishiga, hujayralarning yoshiga qarab o'zgarib boradi. Bulardan tashqari, hujayradagi turli

xil patologik o'zgarishlar ham mitoxondriyalarning tashqi ko'rinishiga va ichki faoliyatiga ta'sir qiladi.

Mitoxondriyalar achitqi hujayrasida sferik shaklda, sichqon jigar hujayrasida sharsimon, buyrak hujayrasida silindrsimon bo'ladi. Yulduzsimon, ipsimon, plastinkasimon mitoxondriyalar ham mavjud. Inson hujayrasidagi mitoxondriya shakli cho'zinchoq, o'lchami 0,5x3.0 mkm dan iborat. Kalamush jigarining bitta hujayrasida mingdan ortiq mitoxondriya bor.

Mitoxondriyalar ikkita (24-rasm.) silliq tashqi va burama ichki membranaga ega bo'lib, ular kristalar deyiladi. Ichki membrananing kristalarida nafas olish fermentlari joylashgan. Ular oksidlanish va fosforlanish reaksiyalarini katalizlashda ishtirok etadi .

Mitoxondriyaning ichki, tashqi membranalari, matriks va membranalaro bo'shliq, har xil fermentlar yig'inlaridan iborat. Tashqi membrana 50% oqsil va 50% lipidlardan, ichki membrana esa 75% oqsil va 25% yog'lardan tashkil topgan. Mitoxondriyalar hujayradagi aerob metabolizmning, jumladan hayotiy zarur bo'lgan yog' kislotalarining β -oksidlanishini, Krebs halqasini va oksidlanishli fosforlanishini amalga oshiruvchi murakkab mexanizmdir.



Mitoxondriyaning tuzilishi:

Oksidlanishli fosforlanish

Qaytarilgan NAD dan elektron va protonlarning molekulyar kislorodga uzatilishi ekzergonik reaksiyalarga kiradi:



Bu jarayonni yanada soddalashtirsak, vodorodning kislorod ishtirokidagi yonish jarayonini eslatadi:



Ko'rsatilgan ikki reaksiyaning bir-biridan farqi shuki, yonish jarayonida ajralgan energiya tezda issiqlik holida tarqalib ketadi. Nafas olish zanjirida esa bir qancha oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari, bosqichma-bosqich reaksiyalar asosida oz-oz miqdorda energiya ajraladi. Ajralgan energiya ATF shaklida "konserva"lar holatida jamlanib, hujayraning ehtiyojiga qarab ishlatiladi.

Birlamchi jarayonning samarasi sifatida elektrontransport zanjirida endogen suvini hosil bo'lishidir. Suvdagi vodorod, substratlardagi degidrogenazalar tufayli ajratilgan bo'lib, terminal akseptor bo'lgan kislorodga uzatiladi. Kislorod ikkita elektronni qabul qilib, reaksiya qobiliyati oshgan anion (O^{2-}) holatida KoQ dan ajratilgan vodorod protonlari bilan birlashadi. Endogen suvning hosil bo'lishi mitoxondriyaning matriksida bo'lishi aniqlangan.

Mashhur ingliz olimi P.Mitchell nafas olish, ADFning fosforlanishi kabi jarayonlarning bir-biriga bog'liqligini o'rgangan. Keyinchalik shu ilmiy ishlari uchun Nobel mukofotining sovrindori bo'ldi. Uning ilmiy tadqiqot ishlari asosida fosforlanishning xemiosmotik nazariyasi yaratiladi.

Xemiosmotik gipoteza bo'yicha membranada energiyani birlamchi shakllanishi proton va elektronlarning harakati, ya'ni protonlar potentsiali asosida vujudga keladi. Protonlarning teskari harakati natijasida ADF ATF ga fosforlanadi, bu jarayon protonga bog'liq ATF sintetaza (H^+ -ATF-aza) fermenti tufayli amalga oshadi. ATF sintezida proton potentsiali asosiy rol o'ynaganligi uchun bu jarayonni kengroq ko'ramiz.

Nafas olish zanjirida proton va elektronlar uzatilishida vodorod protonlarining bir qismi mitoxondriya matriksidan membranaaro bo'shliqqa chiqariladi. Vodorod protonlari suvning yoki substratning dissotsiatsiylanishidan matriksda hosil bo'ladi.

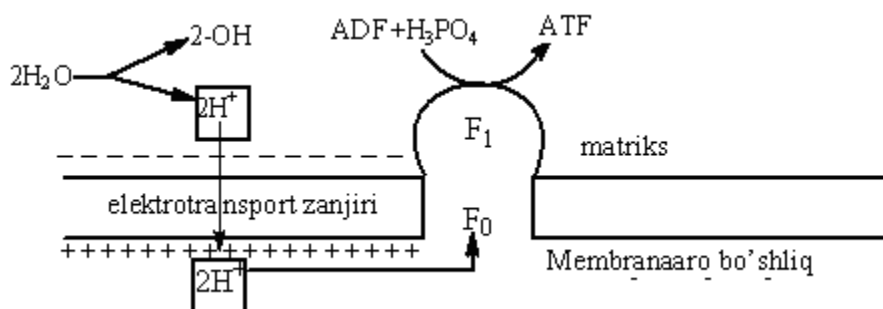


Protonlarning ichki membranadan tashqariga uzatilishi, protonli translokaza fermentlari orqali amalga oshadi. Shunday transport natijasida membrananing matriks tomon manfiy (u tomonda qolgan manfiy zaryadlangan gidroksillar bo'lgani uchun) zaryadlanib, membranaaro tomon esa musbat (vodorod protonlarini nasosli, kuch bilan tashqariga ko'chirilishi tufayli) zaryadlanadi. Zaryadlarning membrana atrofida shunday taqsimlanishi natijasida elektrik potentsial paydo bo'lib, u ψ (delta psi) belgisi bilan belgilanadi. Mitoxondriyaning ichki membranasining ikki tomonida vodorod protonlarining har xil konsentratsiyada bo'lishi, protonlarning kimyoviy gradientiga sababchi bo'ladi va bu ΔpH bilan belgilanadi. Membranadagi bu ikki xil potentsial o'z navbatida protonlarning transmembranali elektrokimyoviy gradientini shakllantirishga sababchi bo'ladi. Bulardan quyidagicha xulosaga kelish mumkin:

$$\Delta\mu H^+ = \Delta\Psi + \Delta pH$$

Adenozintrifosfat sintezi

Protonlarning transmembranali elektrokimyoviy gradienti tufayli hosil bo'lgan mitoxondriyaning ichki membranalarini energiyalangan deb ataladi. Energiyalangan membrana o'z zaryadini yo'qotish uchun protonlarni o'z joylariga qaytarishga harakat qiladi. (25-rasm). Bu jarayon protonga bog'liq ATF-aza fermenti orqali amalga oshadi.

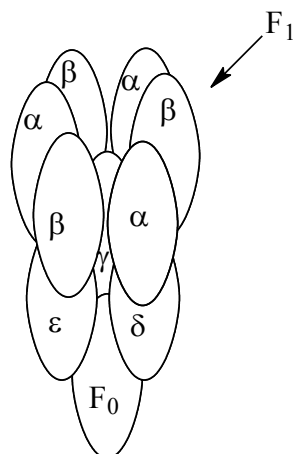


Elektronotransport zanjirida ATF sintezi

(I. Proskurina bo'yicha).

H⁺-ATF-aza mitoxondriyaning ichki membranasida joylashgan. U zamburug'ga o'xshab ikkita oqsil F₀, F₁ omillaridan tashkil topgan. Ichki membrananing devori bo'yicha joylashgan omil bu F₀ dir. Mitoxondriyaning

matriks tomonidagi yumaloq shakldagi oqsil F_1 omilidir. Bu omillarning tuzilishi, xossalari va vazifalari bir-biridan farq qiladi (26-rasm).



Protonga bog'liq ATF-azaning tuzilishi

F_0 omili turli xil strukturali uch xil gidrofob polipeptid zanjiridan iborat. Mazkur omil membranada proton o'tkazuvchi kanal vazifasini bajaradi. Bu kanal orqali vodorod protonlari F_1 omili bilan bog'lanadi.

F_1 omili H^+ -ATF-azaning suvda eruvchi to'qqizta subbirlikdan tashkil topgan kompleksdan iborat. F_1 omilining bitta epimolekulasi 3α , 3β va bittadan γ , ϵ , δ birliklardan tashkil topgan. F_1 omili ADF va fosfor kislotasidan ATF ni sintezlaydi. ADF va ATF ni bog'lovchi markazlar α va β subbirliklardan bo'lib, ularning har bittasi bir molekula ADF va ATF ni bog'lash qobiliyatiga ega. Rentgenostruktur analizga asosan ADF, ATF ni bog'lovchi markazlar α va β subbirliklarni bog'laydigan nuqtalarda joylashganligi aniqlangan. Subbirliklardan β ATF sintezida katalitik vazifani bajaradi (26-rasm).

H^+ -ATF-aza ishtirokida ATF ni sintezlash mexanizmi tahlilida bir necha konsepsiyalar mavjud. Deyarli barcha konsepsiyalar bir xil mazmunga ega bo'lib, vodorod protonlari proton o'tkazuvchi kanal orqali F_1 omili bilan bog'lanib, bular o'z navbatida ADF va fosfor kislotasidan ATF sintezini ta'minlaydi.

Vodorod atomlari yoki elektronlar nafas olish zanjirining ma'lum bir komponentiga kelganda, membrana matriksidan ikkita vodorod protoni membranaaro bo'shliqqa chiqarilganda mitoxondriyaning ichki membranasida

(H^+) transmembranali gradient hosil bo'ladi. Mazkur jarayonda proton o'tkazuvchi kanal orqali protonlar F_1 omiliga va H^+ -ATF-azaga yetganda ATF sintezlana boshlaydi. Agar nafas olish zanjiri NAD vodorod atomini yetkazsa, unda zanjirning uchta nuqtasida uch molekula ATF sintezlanadi. Nafas olish zanjiriga vodorod atomini FAD ta'minlasa ikki molekula ATF sintezlanadi.

Nafas olish zanjiridagi energiyadan foydalanishni xuddi tepadan pastga oqayotgan daryoga o'rnatilgan gidroelektrostansiyaga o'xshatish mumkin. Elektrostansiyada suvning kinetik energiyasi elektroenergiyaga aylantirilsa, elektrontransport zanjirida vodorod (H^+) ionlarining oqimi asosida paydo bo'lgan energiya ATF shaklida kimyoviy energiyaga transformatsiya qilinadi.

Mushak hujayralarida mitoxondriyaning retikulumi bo'lib, ular o'zaro birlari bilan bog'langan bir butun zanjirni tashkil qiladi. Uning energiyalangan membranasi ($\Delta\mu H^+$) transmembranali gradient asosida hosil bo'lgan ATF mushaklar ish faoliyatini ta'minlash maqsadida ma'lum masofalarga uzatilishi ham mumkin.

2.4. ENERGIYA ALMASHINUVIDA ATFNING ALOHIDA (MAXSUS) ROLI

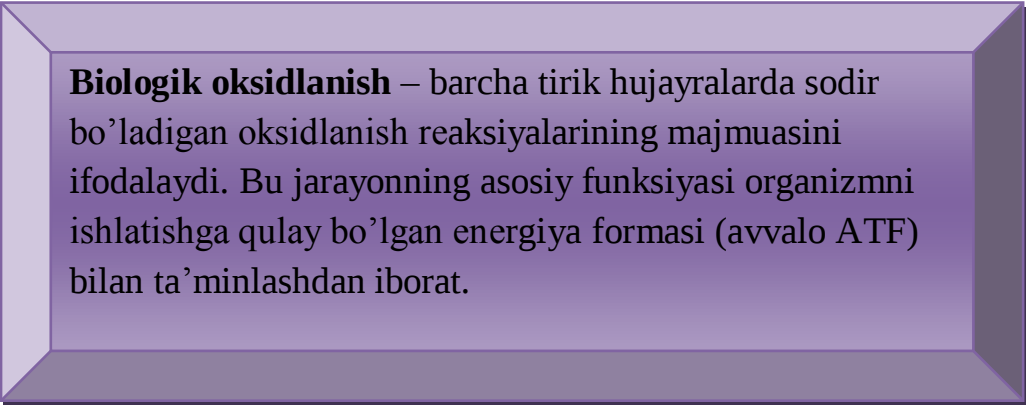
Metabolizmning muhim jihati bo'lib ekzotermik va endotermik reaksiyalarning juftligi hisoblanadi. Misol uchun, bizlar iste'mol qiladigan ovqat energiya hosil qilish uchun parchalanadi (ekzotermik reaksiya), va keyinchalik u ATF hosil qilish uchun ishlatiladi (endotermik reaksiya). O'z navbatida, ATF energiya hosil qilish uchun parchalanadi (ekzotermik reaksiya), va keyinchalik mushaklarning qisqarishi kabi energiya talab qiluvchi reaksiyalar uchun ishlatiladi (endotermik reaksiya).

ATF odatda hujayraning energiya almashinuvi deyiladi, chunki uning ekzotermik reaksiya natijasida ishlab chiqilgan energiyani mashqlar, harakat, katta molekulalarning kichikroq molekulalarga sintezi, hujayralar orasida va ichida moddalarning harakati kabi energiya talab qiladigan faoliyatga yo'naltiradi. Shubhasiz, ATF kimyoviy energiyaning tirik hujayralar ishlatadigan boshqa energiya turlariga aylantiradigan yagona shaklidir.

ATF molekulasi strukturasi adenzin molekulasinig (adenin va ribozin) uchta fosfat guruhlar bilan birikmasidan iborat. Bizlar ATF gidrolizidan olinadigan energiyani turli hujayralar faoliyatlari uchun yoqilg'i sifatida ishlatishimizga qaramay, hujayraning ATF zahirasi juda kichik bo'ladi (odatda 20-30 mmol/kg quruq muskul), va maksimal kuchli mashqlar davomida to'liq tugab qolishi mumkin. Ammo bizning tanamiz uzoq muddatli mashqlarni davom ettirib turishimiz uchun ATF ni qayta ishlab chiqarishi mumkin, shu sababli hatto og'ir mashg'ulotlar davomida ham ATF zahirasi 20-40% dan kamaymaydi.

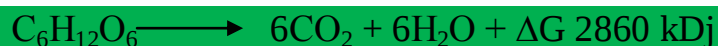
Ushbu kitobning asosiy maqsadi, demak, mushak to'qimasi uglevodlar, yog'lar va oqsillardan energiyani qanday ajratib chiqarishini aniqlash, va ATF zahirasini tiklab, mashg'ulotlar va faoliyatni barqarorlashtirish yo'llarini topish hisoblanadi. 4, 5 va 6 qismlar ushbu jarayonlarda ishtirok etadigan biokimyoviy yo'llarni belgilaydi, 3-bobdagi qismlar esa ushbu yo'llarning turli xil mashg'ulotlar davomida ishlatilishini boshqarishni ko'rib chiqadi.

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



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

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



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

Ko'pchilik biologik oksidlanish reaksiyalarida elektronlarning ohirgi aktseptori sifatida kislorod (O_2) dan foydalaniladi. Bu hollarda aerob yoki nafas olish tipidagi energetika haqida so'z yuritish qabul qilingan. Shu bilan birga, shunday oksidlanish reaksiyalari borki, unda elektronlarning aktseptori bo'lib kislorod emas, balki qandaydir boshqa moddalar hizmat qiladi. Bunday reaksiyalar anaerob energetika tipiga kiradi.

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

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

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

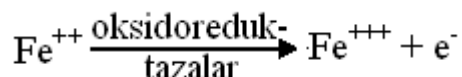
Substratning bevosita kislorod bilan o'zaro ta'siri. Oksidaza fermentlari bilan katalizlanadi va erkin oksidlanish kategoriyasiga kiradi.



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



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



Keyingi ikkita reaksiya bog'langan oksidlanish reaksiyalari kategoriyasiga kiradi. Ana shunday reaksiyalarda vodorodni kislorodga uzatilishi bir qator oksidlanish-qaytarilish tizimlari orqali sodir bo'ladi va ular o'zlarining elektr potentsiallarining qiymatiga muvofiq juda qat'iy izchillikda (ketma-ketlikda) joylashgan bo'ladi. Elektronlarning spetsifik aktseptorlari ishtirokida vodorodni kislorodga uzatilishi bilan bog'liq bo'lgan reaksiyalarning ana shunday ketma-ketligi **nafas olish zanjiri** deb ataladi. Nafas olish zanjiri mitoxondriyaning ichki membranasida joylashgan.

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

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

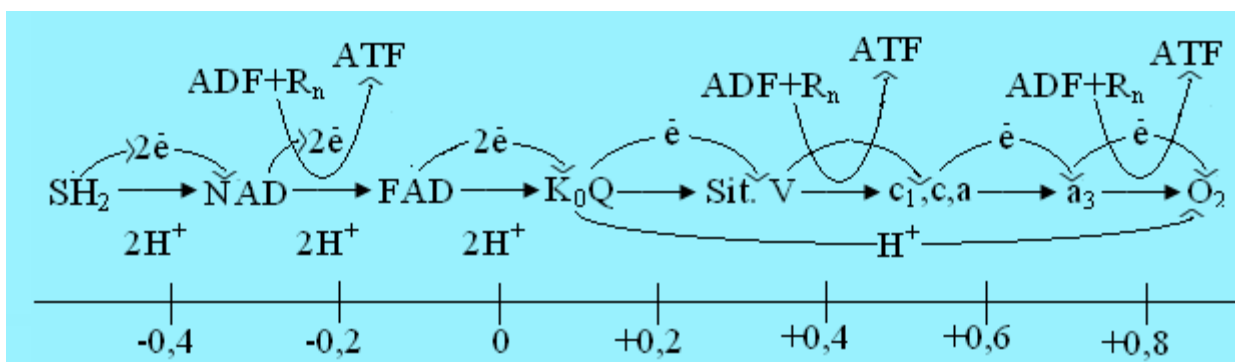
NAD va NADF kofermentlarining ferment bloklari (apoferment) bilan spetsifik bog'lanishi ularning molekulalarini adenin-nukleotid qismi bilan bog'liq. Shu bilan birga nikotinamid (vitamin PP) qismi unikal xususiyatga ega bo'lib, elektron va protonlarni tashuvchisi (akseptori) vazifasini bajaradi. Degidrogenirlanish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

Nafas olish zanjirida elektron tashuvchilarning ikkinchi tipi – bu flavin kofermentlari–FMN (flavinmononukleotid) va FAD (flavinadenindinukleotid)lardir. FMN va FAD molekulalarining faol qismi bo'lib riboflavin (vitamin B₂)ning izoalloksazin halqasi xizmat qiladi. Bu halqadagi qo'sh bog'larning molekula ichida o'zgarishi hisobiga azot atomi ikkita vodorod atomini (ikkita elektron va ikkita proton) biriktirib olishi mumkin.

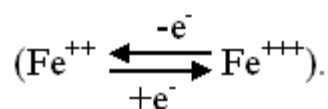
Nafas olish zanjirining uchinchi tip elektron tashuvchilari – bu benzoxinon birikmalari bo'lib, koenzim – Q (KoQ) yoki ubixinon nomi bilan yuritiladi. U qaytarilganda flavin kofermentlariga o'xshab vodorodning ikkita elektroni va ikkita protonlarini biriktirib olib, KoA•H₂ ning gidroxinon formasini hosil qiladi.

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

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



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



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

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

1. piridinga bog'liq degidrogenazalar, ular uchun NAD va NADF kofermentlik vazifasini bajaradi;
2. flavinga bog'liq degidrogenazalar (flavin fermentlari), ularda kofermentlik rolini FMN va FAD o'ynaydi;
3. benzoxinon birikmalari, KoA nomi bilan yuritiladigan ubixinonlar;
4. sitoxromlar, prostetik guruhi sifatida temir porferin halqali sistemani tutadi.

Energiyaning kimyoviy bog'lanish yo'li bo'lib, unda ikkita o'zaro ta'sir qilayotgan molekulalarining elektron orbitalar strukturasi o'zgartirish uchun oksidlanish energiyasi ishlatiladi va bu ularning orasida makroergik deb

ataladigan, ya'ni energiyaga boy bog'ni hosil qilishga olib keladi. Hidrolizlanganda ajralib chiqqan erkin energiyasi 21 kDj/mol.dan kam bo'lmagan kimyoviy bog'lar makroergik bog'lar deb ataladi. Tarkibida makroerg bog'larini tutgan birikmalar makroergik moddalar deb ataladi. Bularga barcha nukleozidtrifosfatlar, kreatinfosfat, b-glitserofosfat, 1,3-difosfoglitserin kislotasi, fosfoenolpirouzum kislotasi va boshqalar kiradi.

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

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

ATF dan chiquvchi energiya ATF molekulasining fosfat bog'lari uzilishidan paydo bo'ladi. Hosil bo'ladigan molekula adenzin difosfat (ADF) bo'ladi. kreatinfosfat (KrF) kreatin kinaza (KK) fermenti ishtirokida o'z fosfatini berish orqali ADF ni qayta ATF ga aylantiradi, va o'z navbatida KrF kreatinga (Kr), ya'ni KrF ning fosforsizlantirilgan shakliga aylantiradi.

KrF ning ADF bilan ATF ga o'tishi reaksiyasi juda tezkor bo'ladi, ammo hujayrada KrF ning yetarlicha miqdori bo'lmaganida (mushaklarda KrF konsentratsiyasi taxminan 80 mmol/kg yoki umuman tanada 120 sekunddan uzoq davom etmaydi. Bunda esa, qisqa muddatli va yuqori intensiv qisqarishda KrF asosiy energiya manbasi bo'ladi. Energiya ishlab chiqarishning ushbu shakli ko'p hollarda anaerob alaktik deb aytiladi, chunki u na sut kislotasini ishlab chiqaradi, va na kislorodni talab qiladi. Bu manba yuqori miqdorda tezlik yoki kuchning darhol chiqib ketishini talab qiladigan faoliyatlarda, masalan 1-10 sekundlik sprintlarda eng zarur bo'ladi.

ADF ning KrF ishtirokida mushaklar kesishish ko'prigida ATF ga sintezini, shuningdek KrF ning mitoxondriyada KrF ga tiklanishini ko'rsatadi.

Shu sababli KrF dan intensiv mashqlarda shakllanadi, KrF esa ATF orqali KrF ga mitoxondriyada aerob tiklanish paytida qayta fosforlanadi. KrF tiklanishi uchun kislorod zarur bo'ladi, va 1.5-rasmda aniq ko'rinib turibdiki, mashg'ulotdan tugagan KrF tiklanishi qisqarayotgan mushakka qon yetib borishi to'siqlanmagan holatdagina, ya'ni qon oqimi erkin holatda kislorodni yetkazib bergandagina sodir bo'ladi. Agar qon oqimi to'silgan bo'lsa, KrF tiklanishi to'xtatiladi. Natijada intensiv mashg'ulotlarda siz tiklanishning (faol deb nomlanadigan) pastroq darajasiga o'tishingiz lozim.

KrF faoliyatini boshqaradigan KK fermenti izoformalar deb hisoblangan shakllarning bir qatorida mavjud bo'ladi (buni keyinroq ko'rib chiqamiz). Shuni e'tiborga olingki, KrF dan ATF ning hosil bo'lishida KK yagona ferment emas: bu yerda shuningdek KK mito shakli ham mavjud bo'lib, u mitoxondriyada KrF dan ATF ishtirokida KrF ning sinteziga yordam beradi.

Siz shuni ham e'tiborga olishingiz lozimki, intensiv mashg'ulot davomida KrF ning tez yo'qolishi sodir bo'ladi, ammo u darhol tiklanadi (bu hatto mashg'ulotning faollashganida yoki uzayganida ham sodir bo'ladi). Albatta, KrF ning 75% i tiklanishning birinchi daqiqasida amalga oshadi, keyingi qismi esa 3-5 minut davomida tiklanadi. Grafa ikki fazalidir, ya'ni dastlab tezkor qayta tiklanish, ikkinchisi esa sekinroq faza.

Mushaklar qisqarishi boshlanishi bilan darhol anaerob glikoliz jarayoni boshlanadi. Anaerob glikoliz qisqa muddat ichida FK_r kabi katta energiya ishlab chiqarmaydi, ammo uning ulushi 10-60 sekund ichida juda katta bo'ladi.

Glikoliz davomida mushaklarda saqlangan glikogen va qonda mavjud glyukoza energiya ajralishi uchun moddalar ishlab chiqaradi. Glikoliz kislorod talab qilinmaydigan sitoplazmada sodir bo'ladi, shu sababli jarayon anaerob deyiladi. U shuningdek "anaerob sutli parchalanish" deb ham aytiladi, chunki natijada sut kislotasi mahsulot sifatida chiqadi. Muvofiq sut kislotasining ishlab chiqarilishi hujayraning rN ko'rsatkichini pasaytiradi (ya'ni uni ko'proq kislotali qiladi), va bu orqali keyingi energiyaning ishlab chiqarilishi pasayishi mumkin.

Anaerob glikoliz uchun asosiy modda glikogen bo'lib, glikogenning muvofiq to'yinishi sodir bo'lmasdan o'tadigan juda kuchli mashg'ulotlar keyingi yuqori intensiv va kam muddatli mashg'ulotlarni cheklaydi.

60 sekunddan oshadigan mashg'ulotlar asosan aerob energiya manbalarini, masalan glyukoza yoki yog' kislotalarining karbonat angidrid va suvgacha oksidlanishi kabilarni talab qiladi. Ushbu jarayonlarga kislorod sarf etiladi, va bu jarayon hujayralarning mitoxondriyasida amalga oshadi. Qo'yidagi tenglama aerob metabolik jarayonlarni ifodalab beradi:

Ushbu jarayonlar xususida 5 va 6-bo'limlarda batafsilroq ko'rib chiqamiz.

Aerob faoliyatlar doimiy ravishda past faoliyatli (odatda bir daqiqadan oshadigan) mashg'ulotlarda amalga oshadi, va ushbu intensivlik darajalaridagi uglevodlar va yog'larning ulushi 1.6-rasmda keltirilgan. Shunga e'tibor berib, yog'lar 25% VO₂ da (ya'ni yurish tezligida) ko'proq energiya sarfini talab qiladi, 50% energiya 65% VO₂ da (barqaror tezlikda) va 25% energiya 85% VO₂ da (ya'ni intensiv aerob faollik bilan sezilarli anaerob energiya jalb qilinganida) sarflanadi.

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

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

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

$$(1\text{kcal} = 4,1868 \cdot 10^3 \text{ J} = 4,1868\text{kJ}).$$

Mushaklarimizning qisqarishi va buning hisobidan harakatlanishimiz uchun energiya zarur bo'ladi. Mazkur energiya adenozintrifosfat (ATF) hisobidan ta'minlanadi, va odam organizmida mushaklar qisqarishi uchun kerakli yagona energiya hisoblanadi. 1.1-rasmda ATF molekulasiining strukturasi keltirilgan. Mazkur diagrammadan ko'rinib turibdiki, ATF qandga (ribozaga) birikkan bazadan (adenindan) iborat bo'lib, o'z navbatida unga uchta fosfat molekulasini birikkan. Fosfatlar "yuqori energiya" vositasida o'zaro birikkan bo'lib, ular bo'shaganida energiya ajralib chiqadi.

Mazkur jarayon qaytar hisoblanadi, ya'ni adenozindifosfat (ADF) molekulasida uzilgan fosfat molekulasini tiklash uchun kerakli energiya bo'lganida ATF qayta sintezlanishi mumkin. Bu jarayon kreatinfosfat, yoki anaerob glikoliz va aerob jarayonlar yordamida amalga oshishi mumkin.

Mushak to'qimalarida ATF saqlanishi chegaralangan bo'lib, harakatlanish uchun uning qayta sintezlanishi doimiy zaruriyat hisoblanadi. ATFning mushaklardagi miqdori 25 mmol/kg, yoki umuman 40-50 gr ni tashkil qiladi, va bu foydalaniladigan energiya manbai bo'lganida taxminan 2-4 sekund davomida yuqori intensiv faoliyat uchun yetarli bo'ladi. Bu katta miqdor emas, shu sababli ATF qayta sintezlanishi mashg'ulotlarni o'tkazishda, masalan sprint yugurishda

yuqori ko'rsatkichlarda, va uzoq muddatli mashqlarda muvofiq ko'rsatkichlarda ta'minlashda juda muhim bo'ladi.

Sinov savollari

1. Biologik oksidlanish va yonish o'rtasida qanday umumiylik bor?
2. Biologik oksidlanish metabolizm uchun qanday ahamiyat kasb etadi?
3. Organizmda oksidlanishning donorlari qanday moddalar bo'ladi?
4. Nafas olish zanjirining tarkibi qanday?
5. Nafas olish zanjirida NAD, FAD va KoQ ning roli.
6. Nafas olish zanjirida sitoxromlarning ish faoliyati qanday tizimlarga asoslangan?
7. Mitoxondriya tarkibida qanday sitoxrom turlari bor?
8. Nafas olish zanjirining qaysi nuqtalarida ATF sintezlanadi?
9. Mitoxondriyaning struktura tuzilishi va vazifasi.
10. Nafas olish zanjirida ishtirok etuvchi fermentlar qaysi sinfga mansub?
11. Oksidlanishli fosforlanish mexanizmi nimaga asoslangan?
12. Xemoosmotik gipotezaning mohiyati qanday?
13. Mitoxondriyaning ichki membranasida har xil zaryadlarning taqsimlanishi va uning ahamiyati.
14. Membranadagi potentsial turlari.
15. Energiyalangan membrananing mohiyati.
16. Membranadagi protonlar nasosi nimaga asoslangan?
17. ATF sintezida H^+ - ATF-azaning vazifasi nimadan iborat?
18. ATF-aza tarkibidagi oqsil omillari va ularning vazifalari nimalardan iborat?
19. ATF sintezidagi turli xil konsepsiyalar.
20. Nafas olish zanjirida qaysi vaziyatda 3 ta va 2 ta ATF sintezlanishi mumkin?

Biologik oksidlanish va fosforlanishga bag'ishlangan testlar

1. Nafas olish zanjiri hujayraning qaysi organida joylashgan?
 - a) ribosomada;
 - b) yadroda;

v) lizosomada; g) mitoxondriyada.

2. Biologik oksidlanishning oxirgi maxsulotlari:

- a) CO₂, mochevina, H₂S; b) suv, CO, pirouzum kislota;
v) energiya, CO₂, suv; g) mochevina, aminokislota, suv.

3. NAD ning tarkibida qanday vitamin komponenti bor:

- a) PP vitamin, nikatin kislota; b) B₁₂ vitamini bor;
v) vitamin komponenti yo'q; g) A vitamini bor.

4. Nafas olish zanjirida vodorodning akseptori kislorod bo'lmasdan kimyoviy moddalar bo'lsa, uning atalishi:

- a) to'qimalarning nafas olishi; b) biologik oksidlanish;
v) achish; g) mikrosomal oksidlanish.

5. Eukariot hujayralarda ATF sintezi:

- a) mitoxondriyaning ichki membranasida; b) membrananing tashqi qismida;
v) yadroda; g) hujayra qobig'ida.

6. Nafas olish zanjirida vodorodning birlamchi akseptori:

- a) Koenzim Q; b) piridinli degidrogenazalar;
v) sitoxromlar; g) endoplazmatik retikulum.

7. Piridinli degidrogenazalar qanday kofermentlarni tutadi?

- a) gem; b) NAD;
v) FAD; g) KoQ.

8. Koenzim A qaysi molekulaning hosilasi?

- a) piridinini; b) benzoxinonni;
v) izoalloksazinni; g) porfin yadrosini.

9. FAD ning faol qismi:

- a) pirimidin;
- b) piridin;
- v) izoalloksazin
- g) ribitol.

10. Nafas olish zanjirida ajralgan vodorodni kislorodga berilishida hosil bo'lgan energiya (ATF) sintezi nima deb ataladi?

- a) substratli fosforlanish;
- b) oksidlanishli fosforlanish;
- v) fosforlanish;
- g) xemosintetik fosforlanish.

11. Flavlinli degidrogenazalarning koferment sifatida qanday vitamin uchraydi?

- a) B₁;
- b) B₂;
- v) B₅;
- g) B₃.

12. Piridinli degidrogenazalar qayerda joylashgan?

- a) faqat sitoplazmada;
- b) faqat mitoxondriyada;
- v) sitoplazmada, mitoxondriyada.

13. Xemoosmotik gipotezaning asosini nima tashkil qiladi?

- a) membranada zaryadlarning 2 xil taqsimlanishi;
- b) substratlarning ko'pligi;
- v) ATF ko'pligi;
- g) elektronlarning to'xtovsiz harakati.

14. To'qima va a'zolarining qaysi birida ATF ko'p bo'ladi?

- a) mushaklarda;
- b) asab to'qimalarida;
- v) teri to'qimalarida;
- g) gormonlarda.

15. Mitoxondriya membranalaridan protonlar qanday yo'l orqali o'tadi?

- a) membranada hosil bo'ladigan kanallar orqali;
- b) passiv ravishda;
- v) gradientiga qarshi asosida;
- g) faol tashilish asosida.

16. Koenzim A ni ferment desa bo'ladimi?

- a) yo'q;
- b) oksidlovchi ferment;
- v) oraliq ferment;
- g) faqat koferment.

III.BOB. UGLEVODLARNING ALMASHINUVI

Kalit so'zlar: Energiya, kilokaloriya, makroerg fosfat bog'i, metabolitlar, glikoproteinlar, glyukoza, glikogen, monosaxaridlar, oligosaxaridlar, disaxaridlar, polisaxaridlar, kraxmal, selluloza, sut kislotasi, amilaza fermenti, glikogenez, glyukogenez, fosforilaza fermenti, glikoliz, glikogenoliz

3.1. OVQAT HAZM QILISH SISTEMASIDA UGLEVODLARNING FERMENTATIV PARCHALANISHI

Moddalar almashinuvi jarayonlaridagi uglevodlar almashinuvi organizmning hayot faoliyatida muhim rol o'ynaydi. Jumladan, odamning energiyaga bo'lgan bir kecha-kunduzlik ehtiyojining 50% gachasi uglevodlar hisobiga ta'minlanadi (1g=17,2 kj). Odam organizmidagi uning zahirasi tana og'irligining 2-3% ni



tashkil qiladi. Sport bilan shug'ullanmaydigan kishilar uning hisobiga hujayralarning uglevodlarga bo'lgan ehtiyojini 12 soatgacha qondirish mumkin, sportchilarda esa yana ancha kam vaqt bo'ladi.

Bu qismda uglevodlarning biokimyosi ko'rib chiqiladi.

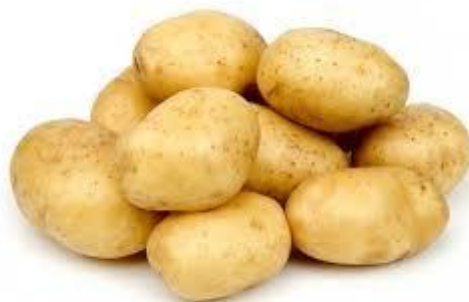
Uglevodlarning hayot faoliyatiga ta'sirini o'rganishdan oldin uglevodlarning ma'lum turlari va strukturasini va ular qatnashadigan asosiy biokimyoviy jarayonlarni ko'rib chiqamiz. Ularga glikogenoliz, glikoliz, glyukoneogenez va glyukogenez kiradi. Bundan tashqari, TKK siklidagi reaksiyalar, elektron o'tkazish va oksidativ fosforlanish ham ko'rib chiqiladi. Uglevodlar metabolizmini boshqarish 7-qismda ko'rib chiqiladi.

Nima uchun uglevodlar sport fanlari nuqtai nazaridan juda muhim? Jaob shundan iboratki, uglevodlar mushaklar uchun, ayniqsa intensiv faoliyatda zaruriy yoqilg'i va energiya manbai hisoblanadi. Uglevodlarning hayot faoliyati uchun

muhimligi yaqqol ravishda ko'rsatilgan bo'lib, bu yerda mashqlar intensivligi va mushaklarda glikogen miqdori pasayishi orasidagi bog'liqlik belgilangan.

E'tibor bering, 60% VO_2 max sharoitda ikki KoA mashqlarni (ya'ni nisbatan baroqaror mashg'ulotlarda) bajarishda mushaklardagi glikogen miqdori sezilarli (agar to'liq bo'lmasa) darajada pasayadi, 120% VO_2 max sharoitda (ya'ni o'ta intensiv mashg'ulotlarda) esa to'liq darajada tushib ketmagan, ya'ni bir oz miqdorda qolgan bo'ladi. Buning sababi turli xil mushak to'qimalaridan, ya'ni barcha turdagi mushaklardan keladigan signallardadir. Agar IIX turdagi (yoki tezkor glikolitik) to'qimalar 120% VO_2

max dan yuqori sharoitda ishga tushsa, eng kutiladigan ssenariy bo'lib ushbu to'qimalar deyarli to'liq tugatilgani, I turdagi (ya'ni sekin oksidlanadigan) to'qimalar esa deyarli to'liqligicha qolishi bo'ladi. Shu sababli, agar atlet yuqori



intensiv mashqlarni bajarishga kirishsa, buni bajarish uchun mushaklardagi glikogen zahirasi (ayniqsa IIX turdagi mushaklarda) tugamagan bo'lishi shart. 30% VO_2 max da mushak to'qimalari mushak glikogenini qiyinroq ishlatadi, chunki bu rejimda yog'lar ko'proq ishlatiladi.

Uglevodlarning boshqa jihati va uning faoliyatga ta'siri, xususan gipoglikemiya (qondagi glyukoza pastligi, ya'ni 4mM dan past konsentratsiya) va charchash, ko'rib chiqilishi mumkin. Bu sharoitlarda odam tanasi charchashning birinchi bosqichida gipoglemik bo'ladi. Boshqacha aytganda, qondagi glyukoza miqdori 4mM dan past bo'ladi. Qondagi glyukozaning normal miqdori 5mM ni tashkil qiladi, va ovqatlanishdan so'ng bu ko'rsatkich 9-10 mM ni tashkil qilishi mumkin. Gipoglikemiya charchash natijasida paydo bo'lishining sababi shundaki, miyamiz yoqilg'i sifatida faqat qondagi glyukozadan foydalanadi; bundan, agar qondagi glyukoza miqdori 4mM dan pasaysa, miya funksiyasi buziladi, va qaror qabul qilishdagi xatoliklar, pastroq reaksiya, zo'riqish kuzatiladi.

Charchash haqidagi eng ko'p tarqalgan konseptsialardan birida aytilishicha, miya “boshqaruvchidir”, va uglevodlarning qisqargan ta'minotini sezganida u faoliyatni tushirib, himoya mexanizmini ishga tushiradi. Bundan xulosa qilish mumkinki, miya charchashni keltirib chiqarishda asosiy rol o'ynaydi, va uglevodlarning nomuvofiq miqdori bu jarayonni keltirib chiqarishi mumkin.

1960-yillarning oxirida Skandinaviyada qilingan tadqiqotlar natijalari keltirilgan bo'lib, bu yerda mushaklar glikogeni, uch kundan ortiqroq parhez va mashg'ulotlarni bajarish qobiliyati orasidagi bog'liqlik ko'rsatilgan. Kunlik ratsionda uglevodlarning yetarli bo'lmagan miqdori qabul qilingani sababli mushak glikogenlari darajasi past (60 mM glikozil birligi) bo'lganida mashg'ulotlarning o'rtacha davomiyligi 60 minutni tashkil qildi, uglevodlarning yuqoriroq miqdori iste'mol qilinganidan so'ng mushaklardagi glikogen miqdori



120 mM ga yetkazilganida esa bu mashg'ulotlarning o'rtacha davomiyligi 120 minutgacha oshdi. Natijada, mushak glikogenlari darajasi uch kunlik yuqori uglevodli ratsioni orqali yanada oshirilganida (180 mM), mashg'ulotlarning

o'rtacha davomiyligi 180 minutgacha oshdi. Mashg'ulotlar 70% VO_2 max sharoitda charchashgacha davom ettirildi.

Bundan kelib chiqadiki, ratsion va mushak glikogenlari darajasi orasida, shuningdek mushak glikogenlari miqdori va davomiy mashg'ulotlarni bajara olish qobiliyati orasida bog'liqlik mavjuddir.

Mashg'ulotlardan oldingi mushak glikogeni miqdori va davomiy mashg'ulotlarni bajara olish qobiliyati orasidagi bog'liqlikning boshqa dalillari 5.1-jadvalda keltirilgan bo'lib, u yerda 1970-yillar boshida futbol uchrashuvida mushak glikogenining sarflanishi bo'yicha tadqiqot natijalari ko'rsatilgan. Mushak

glikogeni zahirasi o'yin yarmida sezilarli darajada, va o'yin oxirida deyarli to'liq tugatilgan bo'lib, bu mushak uglevodlarining davomiy sarflanishini ko'rsatadi. Bundan tashqari, mushaklardagi uglevod miqdori pastroq bo'lgan o'yinchilar o'yin davomida mushaklardagi uglevod miqdori yuqoriroq bo'lgan o'yinchilarga nisbatan kamroq masofani bosib o'tishdi.

Bu izlanishlar ikkita jihatni ko'rsatadi: birinchisi, mushak glikogeni futbol va unga o'xshash regbi, basketbol, xokkey, voleybol kabi sport turlarida faoliyat natijasida ishlatiladi; ikkinchisi, o'yinni boshlashda mushaklardagi qand miqdori pastligi faoliyatning pasayishiga olib keladi.

Shu sababli uglevodlar sport faoliyatida juda muhim, va uglevodlarning biokimyosini yanada yaxshiroq tushunish ahamiyati yuqoridir.

Uglevodlar faqat uglerod, vodorod va kislorod atomlaridan iborat bo'lib, umumiy formulasi $C_n(H_2O)_m$ bo'ladi. 6 ta uglerodga ega bo'lgan monosaxarid uchun bu formula $C_6H_{12}O_6$ bo'ladi (ya'ni $n=6$). Uglevodlarning eng oddiyolari monosaxaridlar bo'lib, ular uchtdan yettitagacha uglerodga ega bo'ladi:

Uch uglerodli monosaxaridlar triozalar deyiladi, misol uchun digidroksiatseton ($C_3H_6O_3$) to'rt uglerodli monosaxaridlar tetrozalar deyiladi, ($C_4H_8O_4$) besh uglerodli monosaxaridlar pentozalar deyiladi, ular orasida riboza ($C_5H_{10}O_5$) eng muhimidir (4-qismdagi aminokislotalarga qarang, masalan dezoksiribonuklein kislota – DNK, va ribonuklein kislota – RNK).

Olti uglerodli monosaxaridlar geksozalar deyiladi ($C_6H_{12}O_6$), ular orasida glyukoza va fruktoza eng muhim misollardir.

Ikkita monosaxarid birlashganida ular disaxaridlarni hosil qiladi, misol uchun saxaroza, maltoza va sellobioza. Ko'plab monosaxaridlarning yirikroq va murakkabroq kompleks strukturaga birlashganida polisaxaridlar hosil bo'ladi. Glikogen va kraxmal polisaxaridlarga misol bo'lib, ularning shaklida uglevodlar saqlanadi.

Odam va hayvonlarning ovqatlanishida uglevodlar muhim o'rinni egallaydi va odam ozuqa ratsionining umumiy energiyasining 60-70 foizini tashkil qiladi.

Uglevodlar strukturasi jihatlarini tahlil qilganimizdan so'ng endobizlar uglevodlardan energiya ishlab chiqarish jarayonlariga, va polisaxaridlar kabi zahira formalarini sintezlash jarayonlariga e'tiborimizni qaratamiz. Bizlar polisaxaridlarning qay tarzda parchalanishi va monosaxaridlarni ajratishini, monosaxaridlarning o'z navbatida karbonat angidrid va suvga aylanishini (uglevodlarning faqat uglerod, vodorod va kisloroddan iboratligini esga keltiring), va ATF ko'rinishidagi foydali energiya ishlab chiqarilishini ko'rib chiqamiz. Quyida keltirilgan tenglamalar kislorod talab qilinmagan sharoitda glyukozaning sitoplazmada parchalanishining asosiy tamoyillarini, shuningdek mitoxondriyadagi oksidlanish reaksiyalarini ko'rsatadi.

Bundan tashqari, glikogen kabi polisaxaridning mushak yoki jigarda sintezlanishini tushunish ham zarur bo'ladi.

Uglevodlarning, ayniqsa glyukozaning mushaklar uchun energiya ta'minlashini sxematik ko'rinishda ko'rsatadi. Glyukoza mushak membranalari bo'ylab qon orqali tashuvchi oqsil (GLYu T₄) yordamida tashiladi, shunga qaramay mushakning o'zi glikogen deb nomlanadigan o'zining uglevod zahirasiga ega bo'ladi. Qon va glikogendan olingan glyukoza energiyani ATF ko'rinishida mushak ko'ndalang ko'prigiga yetkazish uchun ishlatiladi. Shuni e'tiborga olingki, jarayonlar sitoplazmada boshlanadi (u yerda kislorod talab qilinmaganligi sababli jarayonlar anaerob bo'ladi), va mitoxondriyada tugatiladi (kislorod talab qilinishi sababli jarayonlar aerob bo'ladi).

Sitoplazmada glyukoza molekulalari glikoliz deyiladigan jarayon orqali piruvat kislotaga o'zgartiriladi. O'ntacha ferment nazorati ostida o'tadigan bu jarayonlarda energiya ATF shakliga yetkaziladi. Bunda mushakdagi glikogen

zahiralaridan chiqqan glyukoza avval glikogenoliz deyiladigan jarayonga bo'shatilishi shart.

Organizmga uglevodlar ozuqa bilan kiradi. Quruq moddaga hisoblaganda iste'mol



qilinayotgan barcha ozuqa moddalarning 2/3 uglevodlarga to'g'ri keladi. Bir kecha-kunduzda 60-70 kg vazndagi odam ozuqalar tarkibida 450-500 gr (sportchilar esa 800 grammgacha) uglevodni iste'mol qiladi. Shulardan 35% oddiy qandlar – mono- va disaxaridlar (glyukoza, fruktoza, saxaroza, laktoza) hissasiga, 65% - polisaxaridlar (kraxmal) hissasiga to'g'ri keladi. Ularning to'la CO_2 va H_2O gacha oksidlanish natijasida 1800-2000 kkal energiya ajralib chiqadi. (1 gr = 4,1 kkal yoki 17,2 kj), bu odam iste'mol qilayotgan energiyaning 2/3 tashkil qiladi. Uglevodlarning oksidlanishida ajralib chiqayotgan ana shu energiya ATF ning makroerg fosfat bog'larida jamg'arilib organizmning hayot faoliyatini ta'minlaydigan energiyaning turli xillariga aylanadi. Kraxmalga non, kartofel, turli boshqoqdozlarning donlari. Shuning uchun ham uglevodlarning hazm bo'lishi ularni gidrolitik parchalanishi bilan boshlanadi.

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

Kraxmalni hazm qilinishi og'iz bo'shlig'ida boshlanadi. So'lakning α -amilazasi amiloza va amilopektin molekulalaridagi 1,4- α bog'larini parchalab ulardan dekstrinlar va maltozani hosil qiladi. So'lakda maltozani glyukozagacha parchalaydigan ferment – maltaza ham biroz miqdorda bo'ladi. Oshqozon shirasining kuchli kislotalik reaksiyasi so'lak fermentlarining faolligini keskin pasaytiradi yoki faolligini batamom yo'qotadi. Shu sababli, uglevodlarning bundan keyingi parchalanishi ichakda sodir bo'ladi. Chunki o'n ikki barmoqli ichakning bikarbonat bufer sistemasi oshqozon shirasining xlorid kislotasini neytrallaydi. Oshqozon osti bezi va ichak shiralarining amilazalari ko'proq faollikka ega. Ichak

shirasida yana dekstrinaza fermenti bo'lib, u dekstrin molekulasiidagi 1,6- α -glikozid bog'larini parchalaydi. Bu fermentlar polisaxaridlar – kraxmalni maltozagacha parchalaydi. Ichakning shilimshiq pardasida maltaza, saxaraza va laktaza fermentlari ishlab chiqariladi va ular maltozani 2 molekula glyukozagacha, saxarozani – glyukoza va fruktozagacha va laktozani – galaktoza va glyukozagacha parchalaydi. Tarkibining 60% glyukozadan tashkil topgan monosaxaridlar aralashmasi ingichka ichakning devorlarida qonga so'rilib,



tananing hujayralariga tarqatiladi. Ichak devorida galaktoza va fruktoza qisman glyukozaga aylanadi. Monosaxaridlarni qonga so'rilishi faol fiziologik jarayon bo'lib, energiya sarflanishi bilan sodir bo'ladi. Ular ATF yordamida fosforlanadi va ichak devoridan

qonga o'tish vaqtida fosforli efirlar fosfotaza ta'sirida parchalanib, qon oqimiga erkin monosaxaridlar tushadi.

Glyukozaning qondagi konsentratsiyasi doimiy (normada 70-120 mg% yoki 3,9-6,7 mmol) va turli gormonlar – adrenalin, glyukagon va insulinlar bilan boshqarilib turiladi. Adrenalin jigar va muskullarda fosforilazaning aktivatori – AMF ni hosil bo'lishini stimulyatsiya qiladi, glyukagon esa – faqat jigar hujayralarida. Insulin – hujayralar plazmatik membranalarining glyukoza uchun o'tkazuvchanligini oshiradi, shu bilan birga qondan hujayraga glyukozani tashilishini va hujayrada glyukozaning oksidlanishi hamda glyukozadan glikogenni sintezlanish jarayonlarini kuchaytiradi.

3.2. QONDA GLYUKOZANING KONSENTRATSIYASI VA UNING GORMONAL BOSHQARILISHI

Glyukozaning juda kam qon bilan olib kelinadigan qismi to'qimalarda energiya ajralib chiqishi uchun ishlatiladi. To'qimalardagi uglevodlar almashinuvining asosiy manbai ilgari glyukozadan sintezlangan glikogen hisoblanadi. Uglevodlarning asosiy iste'molchisi muskullar ish bajargan paytida ularda zahira holida saqlanuvchi glikogendan foydalaniladi va faqatgina bu zahiralar to'lig'icha sarflanganidan keyin muskullarga qon bilan olib kelinuvchi glyukozadan bevosita foydalaniladi. Bu paytda jigardagi glikogen zahiralaridan hosil bo'luvchi glyukozadan foydalaniladi. Muskullar ish bajarganidan keyin o'zining glikogen zahirasini qondagi glyukozadan sintezlashni boshlaydi, jigar esa ovqat hazmi kanalidan so'rilgan monosaxaridlar oqsillar va yog'lar hisobidan glikogenni sintezlaydi. Qon tarkibidagi glyukozaning miqdori glikogenni sintezlash hisobiga doimo bir xil darajada bo'ladi va uning miqdori qonda katta miqdorda ortib ketganida siydik bilan chiqarish (glyukozuriya) hisobiga saqlanib turiladi. Masalan, oziqlar tarkibida katta miqdorda uglevodlarning bo'lishi tufayli qon tarkibidagi glyukozaning 0,15-0,16 % dan ortishi mumkin va bunga giperglikemiya deb ataladi, natijada ortiqcha glyukozaning siydik bilan chiqarilishi – glyukozuriya yuz beradi. Ikkinchi tomondan, hattoki uzoq muddatli ochlikdan keyin ham qondagi glyukozaning darajasi kamayib ketmaydi, ya'ni to'qimalardan ulardagi glikogenni parchalanishi natijasida glyukozaning qonga tushishi kuzatiladi.

Uglevodlar almashinuvining boshqarilishi-nerv tizimining uglevodlar almashinuviga ta'sirini dastlab K.Bernar o'rgangan. K.Bernar uzunchoq miyadagi to'rtinchi miya qorinchasining tubiga igna sanchganida (qand ukoli), qonda qand ko'payganligi (giperglikemiya) holati va siydik bilan qand chiqqanligini (glyukozuriya) kuzatgan. Uglevodlar almashinuvining oliy markazlari gipotalamus va bosh miya katta yarim sharlarida joylashgan. Gipotalamus ta'sirlanganda ham giperglikemiya va glyukozuriya hodisalari kuzatiladi. Uglevodlar almashinuvining

boshqarilishida simpatik nerv tizimi muhim rolni egallaydi. Jumladan, simpatik nerv tizimi qo'zg'alganda glikogenning parchalanib glyukozaga aylanishi tezlashadi. Gumoral omillardan uglevodlar almashinuvida adrenalin va insulin gormoni katta ahamiyatga ega. Adrenalin huddi simpatik nerv tizimi singari ta'sir qiladi, ya'ni glikogenni glyukozaga aylantiradi. Insulin esa, glyukozani glikogenga aylantiradi. Bulardan tashqari, me'da osti bezining glyukogon gormoni, gipofiz, buyrak usti bezining po'stloq qismi va qalqonsimon bez gormonlari ham uglevodlar almashinuvida ishtirok etadi. Uglevodlar almashinuvining boshqarilishida miya po'stlog'ining yetakchi rolni o'tashi to'g'risida yetarlicha ma'lumotlar bor.

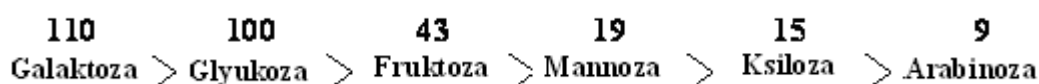
3.3. GLIKOGENEZ VA GLIKOGENOLIZ

Hayotiy jarayonlarda uglevodlarning katabolizmi muhim rol o'ynaydi. Uglevodlar almashinuvidan ajralgan energiya ATF shaklida to'planib, hujayraning molekulyar komponentlari sintezida va boshqa metabolitik jarayonlarda foydalaniladi. Uglevodlarning katabolizmidan hosil bo'lgan metobolitlar aminokislotalar, lipidlar va nukleotidlar uchun dastlabki xomashyo hisoblanadi.

Uglevodlar inson ozuqasining 60-70% i ni tashkil qilib, ularning asosiy massasi poli- va oligosaxaridlardir. Uglevodlar oshqozon-ichak yo'lida monosaxaridlargacha parchalanib, ichak devorlaridagi shilimshiq pardalar orqali qonga so'riladi.

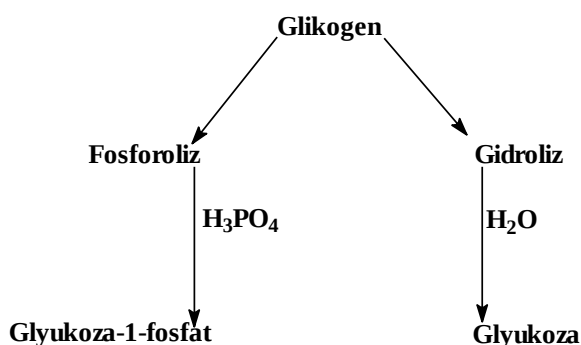
Uglevodlarning parchalanishi amilolitik fermentlar ishtirokida glikozid bog'larini gidroliz qilishdan boshlanadi. Bunday fermentlar og'iz bo'shlig'ida so'lak tarkibidagi α -amilazalar, kraxmal va glikogendagi 1-4 glikozid bog'larini gidroliz qiladi. Spetsifik disaxaridazalarga maltaza, saxaraza (invertaza), laktaza kirib, ular disaxaridlarni monosaxaridlargacha parchalaydi. α -Amilaza (1, 6)- α -glikozid bog'iga ta'sir qilmagani uchun amilopektinning bir qismi parchalanib, asosiy qismi gidrolizga uchramaydi. Amilopektindan parchalangan qismini dekstrinlar deb, ular ingichka ichakda amilo- α -(1-6)-glyukozidaza fermenti orqali parchalanadi. Uglevodlarning parchalanadigan asosiy joyi ingichka ichaklar

hisoblanadi. U yerda uglevodlarga oshqozon osti bezidan ajraladigan va ichak devorlaridagi α -amilaza ta'sirida monosaxaridlarga parchalanadi. Hosil bo'lgan monosaxaridlar yuqori samaradorlikda, lekin turli xil tezlikda qonga so'riladi. Monosaxaridlarning qonga so'rilish tezligini shartli ravishda glyukoza uchun 100% deb olsak, qolganlari quyidagicha joylashadi:



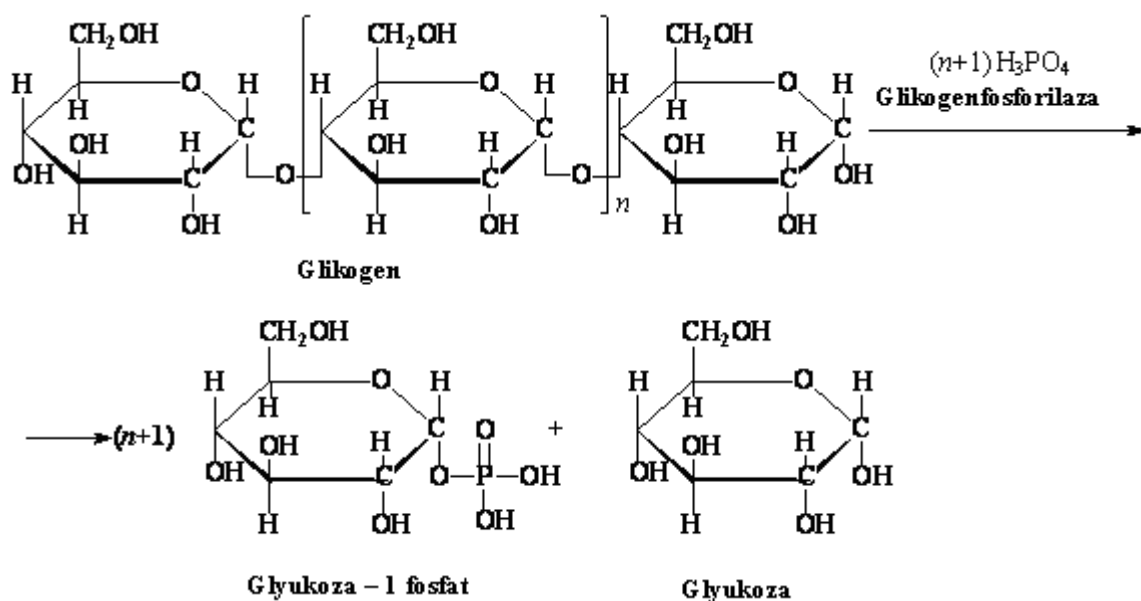
Mannoza va pentozalar ichak epiteliyasidan maxsus tashuvchilar orqali qonga yengil diffuziya orqali uzatiladi. Galaktoza va glyukoza gradientga qarshi transport qilinib, ikkilamchi faol transport (Na^+ bog'liq simport) mexanizmi asosida ko'chiriladi. Glyukozaning qondan hujayraga oqimi gradientning pasayishi asosida bo'lib, hayvon hujayra sitozolida uning miqdori juda kam bo'ladi. Qonda glyukozaning miqdori 5 mmol atrofida bo'ladi. Lekin jigar va miya hujayralariga glyukozaning uzatilishi passiv diffuziya asosida sodir bo'ladi. Barcha to'qimalarga glyukozaning transporti insulin ta'sirida, diffuziya asosida amalga oshadi.

Yuqorida ta'kidlanganidek, odam va hayvon to'qimalarida zahira holda glikogen bo'lsa, o'simliklarda esa kraxmal bo'ladi. Kraxmal gidrolizi qisman yuqorida ko'rildi. Glyukogen parchalanishini glikogenoliz deb ataladi. Mazkur jarayon gidroliz yoki fosforoliz reaksiyalari orqali amalga oshadi.



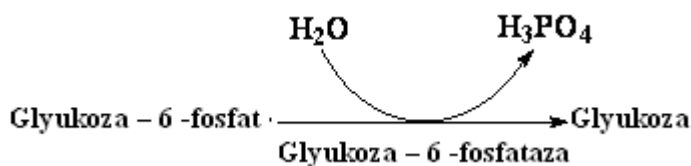
Fosforoliz glikogen parchalanishidagi asosiy yo'l bo'lib, bu jarayonni transferaza sinfiga kiruvchi glikogenfosforilaza fermenti katalizlaydi. Glikogenfosforilaza yoki fosforilaza fermenti glikogen yoki kraxmal molekulasini

qaytarilmaydigan reaksiya asosida α -1-4 glyukozid bog'ini fosfat kislotaga yordamida uzib, glyukoza-1-fosfat hosil qiladi. Bu jarayon bosqichma-bosqich amalga oshib, to α -1-6 bog'ga yetguncha davom etadi.



Glyukoza-1-fosfat tezda izomerizatsiyaga uchrab, glyukoza-6-fosfatga aylanadi. Fosforlangan glyukoza sitoplazmatik membranadan o'ta olmaydi, natijada u hujayrada "berkitilgan" holatda bo'ladi. Shunday qilib, glyukoza-6-fosfat uglevod almashinuvida markaziy rol o'ynaydi.

Glyukoza-ning defosforlanishi faqat uchta to'qimada: jigar, buyrak va ingichka ichakda bo'lib, ulardan glyukoza qonga uzatiladi. Bu reaksiya glyukoza-6-fosfatga fermenti ishtirokida amalga oshadi:



Umuman olganda, fosforiliz jarayoni hujayrada juda nozik boshqariladi. Jumladan, glikogenfosforilaza faolligining boshqarilishi pog'onali bo'lib, kaskad xarakteriga ega. Mazkur ferment faolligini regulyatsiya qilinishi bir necha yo'l asosida amalga oshadi:

- 1) gormonlar orqali (jigardagi glyukagon, mushaklardagi adrenalin);
- 2) allosterik boshqarilishi;

3) proteinkinazali reaksiyalar orqali (glikogenfosforilaza fermenti tarkibidagi serinning fosforlanishi tufayli).

Mushaklardagi fosforilaza fermentining faolligi AMF va atsetilxolinning konsentratsiyasiga hamda muhitdagi kalsiy, natriy kationlarining borligiga bog'liq.

Jigarda glikogen va fosfor kislotasining miqdori kamayib, glyukoza-6-fosfatning konsentratsiyasi ko'payib ketsa, fosforilazaning faolligi keskin pasayishi kuzatiladi. Fosforilaza fermenti faolligini pasayishi jigardagi glikogen zahirasini keskin kamayishini saqlashdan iborat. Agar glikogen miqdori jigarda ma'lum chegaradan pastga tushib ketsa, miya va yurak faoliyatining ishiga glyukoza yetishmay qolishi mumkin.

Glikogenning gidrolitik parchalanishi jigarda sodir bo'ladi. Fosforoliz natijasida hosil bo'lgan glyukoza turli xil to'qimalarda bosqichma-bosqich amalga oshuvchi reaksiyalar natijasida parchalanadi. Glyukozaning to'qimalarda parchalanishi asosan ikki yo'l orqali amalga oshadi:

a) tarkibida 6 ta uglerod atomiga ega bo'lgan glyukoza 2 molekula 3 atomli triozalarga parchalanadi. Bu esa glyukozaning dixotomik parchalanishi deb ataladi;

b) ikkinchi parchalanish yo'lida glyukozadan bitta uglerod atomi yo'qotilib, undan pentoza hosil bo'ladi. Keyingi yo'lini glyukozaning apotamik parchalanishi deyiladi.

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

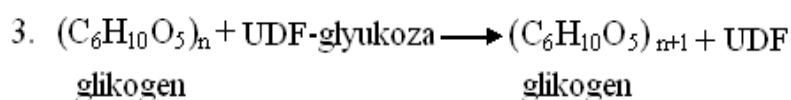
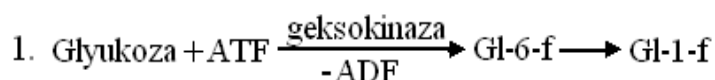
Shu vaqtgacha asosiy urg'u katabolik reaksiyalarga shu jumladan oksidlanish va qaytarilish reaksiyalaridan iborat edi. Ammo shuni esda tutish

lozimki, uglevodlar jigar va mushaklarda polisaxarid glikogen ko'rinishida saqlanadi. Glikogen hosil bo'lish jarayoni glikogenez deyiladi. Glikogenez sodir bo'lishi uchun glyukoza hujayra va insulin (qon glyukozasi darajasini boshqarish imkonini beruvchi gormon) tarkibida bo'lishi lozim. Bu odatda uglevodli ovqatlaridan so'ng sodir bo'ladi. Glyukoza hujayra ichiga kirib borganidan so'ng u uridin difosfatga uridin difosfat glyukozaga bog'lanadi. Uridin difosfat glyukoza keyin glikogen molekulasiga glikogen sintetaza fermenti bilan bog'lanadi. Natijada bu shuni bildiradiki glikogen molekulasiga bitta yoki bir nechta glyukoza molekulalarini qo'shish orqali amalga oshadi, glyukogen molekulasinig yadrosi hech qachon to'liq ajralmaydi, yoki glyukoza molekulasining birlashishiga yo'l qo'yib bo'lmaydi.

Sintez reaksiyasi bo'lganligi sababli glikogenez energiya talab qiladi. Bitta ATF glyukoza molekulasining hujayra ichiga kirib borishi va darhol G-6-P gacha fosforlanishini talab qiladi; boshqasi uridin trifosfat shaklida ishlatiladi, va unda G-1-F uridin difosfat-glyukoza ishlab chiqarish uchun birlashadi. Uridin trifosfat zahirasini tiklash uchun uridin trifosfat ATF orqali fosforlanadi.

Glikogenez uchun asosiy boshqaruv fermenti bo'lib glikogen sintetaza hioblanadi. 7-bo'limda bizlar glikogen sintetaza qay tarzda fosforilazaga – glikogenni parchalaydigan fermentga nisbatan boshqarilishini ko'ramiz.

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



Hosil bo'lgan UDF so'ngra ATF hisobiga UTF gacha fosforlanadi va shunday qilib glyukoza-1 fosfatning faollashishi, ya'ni UDF – glyukozaga aylanishi yana qaytadan boshlanadi. Asosan jigar va muskullar hamda kamroq miqdorda boshqa to'qimalarda glikogenni zahiraga o'tkazish imkoniyati bo'lganligi tufayli katta va mo'tadil quvvatli jismoniy mashqlardan so'ng organizmda uglevod (glikogenning) rezervlarini ma'lum miqdorda yig'ish uchun sharoitlar yaratiladi. Organizmda MNS qo'zg'alishi natijasida energiya sarfini ortishi bilan glikogenning parchalanishi va glyukozaning hosil bo'lishi (glyukogenez) kuchayadi.

Glikogenoliz glyukogenning glyukoza molekulalariga, ayniqsa glyukoza-1-fosfat (G-1-F) ga parchalanishi, va uning o'z navbatida glikoliz orqali glyukoza-6-fosfat (G-6-F) ga o'zgarishiga aytiladi (soddaroq aytganda glyukozaning bir qator fermentlar nazorati ostidagi reaksiyalar natijasida piruvat kislotasini shakllantirishi). E'tibor bering, glikogenoliz glikoliz ichida glyukoza-6-fosfat hosil bo'lishi bilan ozuqalanadi.

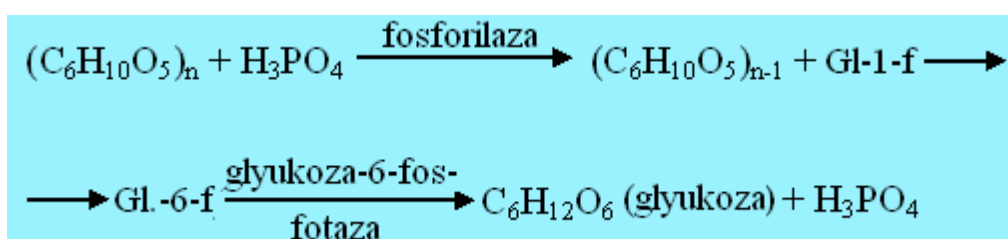
Glikogenoliz jarayonining muhim jihati shundaki, u fosforilaza fermenti nazorati ostida bo'ladi. Bu ferment (metabolizm reaksiyalarini nazorat qiluvchi boshqa asosiy fermentlar qatori) ikkita shaklda mavjud bo'ladi: nisbatan faol shakl – fosforilaza (a) va nisbatan zaif shakl – fosforilaza (b) shakl. Bizlar bu bog'liqlikni batafsilroq 7-bobda ko'rib chiqamiz.

Glikogen molekulasidan ajralishda shakllangan glyukoza shakli glyukoza-6-fosfat bo'lib, bu shuni bildirdiki, glyukoza uglerod-1 pozitsiyasida birikkan fosfat guruhiga ega bo'ladi. Bunga ATF ishtirok etayotganligi sababli erishiladi.

G-1-F keyin G-6-F ga o'zgartiriladi, fosfat guruhi esa uglerod-1 dan ajralib chiqadi va glikoliz boshlanishidan oldin uglerod-6 pozitsiyasiga birikadi. Glikogenoliz tez-tez bajarilishi shart bo'lgan jarayon bo'lib, chunki u davomiy sprintda muhim va energiyaning asosiy manbasi hisoblanadi. Bu shuni bildiradiki, glikogenoliz deyarli darhol yoqilishi lozim bo'ladi.

Lekin uning qondagi kontsentratsiyasi doimiy yoki jigar glikogenining parchalanishini kuchayishi hisobiga juda kam o'zgaradi. Yuqori funksional faollik vaqtida boshqa to'qimalarda ham glikogenning parchalanishi kuchayadi, ammo

ular glyukozani qonga bermaydi, lekin hujayralarining ehtiyojiga ishlatadi. Hujayralarda glikogenni ikkita tipdagi parchalanish reaksiyalari bo'ladi: *gidroliz* va *fosforoliz*, lekin ikkinchisi glikogenning parchalanishi asosiy yo'li hisoblanadi. Fosforoliz fosforilaza fermentining ta'sirida boradi. Fosforilaza fosfor kislotasi ishtirokida glikogen molekulasidan ohirgi glyukoza qoldiqlarini gl-1-f.shaklida ajratib oladi, u tez gl-6-f.ga aylanadi. Glyukoza-6-fosfat jigarda glyukoza-6-fosfataza fermenti ta'sirida erkin glyukoza va fosfor kislotasigacha parchalanadi, boshqa organ va to'qimalarda esa birdan keyingi oksidlanish jarayoniga duchor bo'ladi.



Fosforoliz jarayoni adrenalin, noradrenalin va glyukagon gormonlari bilan boshqariladi, lekin ohirgi gormon muskul to'qimasidan ana shu jarayonga ta'sir ko'rsatmaydi. Muskul fosforilazasining faolligi AMF, Ca^{2+} va Na^+ ionlari va atsetilxolin ishtirokida boradi. Yuqorida keltirilgan glikogenning parchalanish (fosforoliz) va sintizlanish glikogenez yo'llari orqaga oson qaytar reaksiyalari bo'lib, hujayrada glikogen va fosfor kislotasining konsentratsiyasi kamayganda fosforoliz jarayoni sekinlashadi, glyukozaning miqdori oshganda glikogenning sintezi kuchayadi.

3.4. UGLEVODLARNING AEROB VA ANAEROB PARCHALANISHI

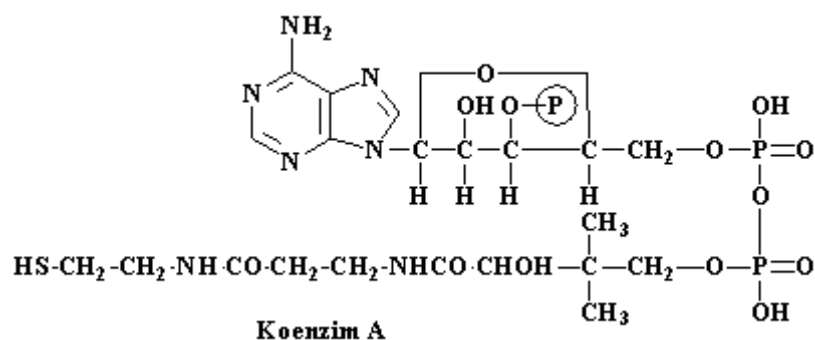
Ko'pchilik organizmlar biosferadagi aerob muhitda yashaydilar. Organizmda kislorodning bo'lishi uglevodlarni to'liq oksidlanishiga sababchi bo'lib, oxirgi mahsulot sifatida CO_2 va H_2O hosil bo'ladi. Glyukozaning to'liq oksidlanishi quyidagicha sodir bo'ladi:



Uglevodlarning aerob sharoitda oksidlanishida oraliq modda (metabolit) sifatida sirka kislotasi ishtirok etadi. Bir kunda odam 400g uglevod iste'mol qilsa, uning uchdan ikki qismi, ya'ni 267g sirka kislotaga aylanadi. Shuningdek, yog' (70g) va oqsil (100g) lardan ham (1sutkada) sirka kislotasi hosil bo'lib, uning bir kundagi umumiy miqdori 370 g teng bo'ladi.

Sirka kislotaning organizmga zahar sifatida ta'sir qilmasligiga sabab:

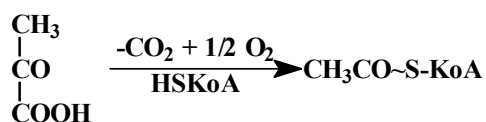
1. To'qimalarda hosil bo'ladigan sirka kislotasi erkin holda to'planmay, balki atsetil -koenzim A sifatida sintezlanadi.



Formuladan ko'rinib turibdiki, atsetil koenzim tarkibi 3-fosfoadenozil, dioksidimetil yog' kislotasi, β -alanin (pantoten kislotasi, vitamin B₃) va tioetanolamin qoldiqlaridan iborat. Atsetil koenzim A sirka kislotasini o'ziga biriktirib, makroerg tutgan tioefir bog'iga ega bo'lgan atsetil koenzim A hosil bo'ladi (CH₃CO~S-KoA).

2. Organizmda atsetil koenzim A ko'p hosil bo'lishiga qaramay, ular to'qimalarda juda kam miqdorda uchraydi. Demak, ularning almashinuvi hujayralarda muttasil ravishda sodir bo'ladi.

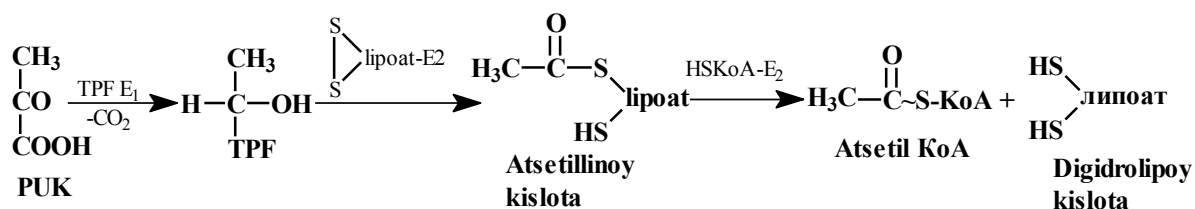
Aerob sharoitda pirouzum kislotasining oksidlanishini uning oksidlanishli dekarboksillanishi deb ataladi:



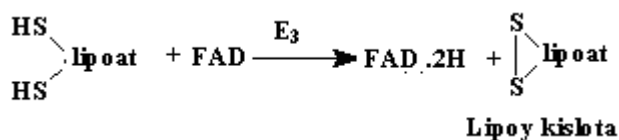
Bu jarayonni piruvatdehidrogenaza multienzimli uchta ferment va beshta kofermentdan tashkil topgan kompleks amalga oshiradi.

Pirouzum kislotasining dekarboksillanish reaksiyasini birinchi bosqichida, ferment-piruvatdekarboksilaza (E_1), uning kofermenti sifatida tiaminpirofosfat (TPF) ishtirok etadi. Natijada pirouzum dekarboksillanib, koferment bilan kovalent bog'langan oksietil radikali hosil bo'ladi.

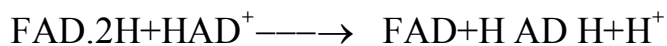
Pirouzum kislotasining (PUK) oksidlanishli dekarboksillanishini amalga oshiruvchi ferment-lipoat-atsetiltransferaza tarkibida ikkita koferment lipoy kislotasi va koenzim A (KoASH) mavjud. Mazkur reaksiyaning ikkinchi bosqichida oksietil radikali atsetilga oksidlanishida u avval lipoy kislotasi bilan bog'lanib, so'ng koenzim A ga uzatiladi, natijada atsetil KoA va degidrolipoy kislotasi hosil bo'ladi:



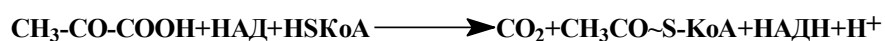
PUK ning oksidlanishli dekarboksillanishini nihoyasiga yetkazuvchi ferment-degidrolipoildegirogenaza bo'lib, uning kofermenti FAD hisoblanadi. Digidrolipoy kislotasidan koferment ikkita vodorod atomini ajratadi, ferment esa o'zining asl strukturasi ga o'tadi:



NAD vodorod atomining so'nggi aktseptori hisoblanadi:



Yuqoridagi reaksiyalarni quyidagicha umumlashtirish mumkin:



Ma'lumki, atsetil-KoA makroergli birikma bo'lib, sirka kislotasining faol shakli hisoblanadi. Atsetil radikali amfibolik halqa (siklga)ga qo'shilishini, ikki-uch karbon kislotalar halqasi yoki Krebs sikli deb ataladi.

Di-va trikarbon kislotalar sikli

Pirouzum kislotalarining oksidlanishli dekarboksillanishidan hosil bo'lgan faol atsetil qoldig'i limon kislotali yoki Krebs siklida to'liq CO_2 va H_2O gacha oksidlanadi. Organizmdagi bu jarayon 1937-yilda ingliz olim G.Krebs tomonidan bosqichma-bosqich reaksiyalar ekanligi aniqlangan. Keyinchalik 1953- yili olim bu jahonshumul ilmiy ixtiro uchun halqaro Nobel mukofotiga sazovor bo'ldi. Krebs sikli uglevod amashinuvi sifatida qaralsa ham, metabolizmida uning ahamiyati benihoya kattadir. Birinchidan, biomolekulalar (uglevod, lipid, aminokislotalar) ning oxirgi oksidlanishli katabolizmi hisoblanib, uglerodli birikmalarning metabolitik markazi hamdir. Ikkinchidan, tirik organizm uchun asosiy energetik manba hisoblanadi. Shuning uchun bu siklni hujayraning energetik tegirmoni deyiladi. Krebs sikli nafas olish zanjiridagi NAD^+ yoki FAD-degidrogenazalar vodorod atomini donori hisoblanadi. Energiyaga boy bo'lgan vodorod atomlari Krebs siklidan ajralib, nafas olish zanjiriga uzatilishini, oksidlanishli fosforlanish jarayoni deyiladi.

Krebs sikli aerob sharoitda nafas oluvchi hayvon, o'simlik va mikroorganizmlardagi atsetil guruhini oksidlovchi universal mexanizmdir. Demak, uch karbon kislotalar sikli organizmda kechadigan ketma-ket, bosqichma-bosqich, bir-biriga bog'liq bo'lgan reaksiyalarni o'zaro bog'lovchi hujayra metabolizmdir.

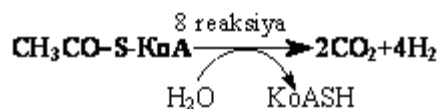
Hujayra organoididagi bu jarayon, faqat amfibolitik reaksiyalarni, ya'ni oksidlanishli katabolizm vazifasini bajarish bilan bir qatorda, Krebs sikli yana anabolitik reaksiyalarda bevosita ishtirok etadi. Jumladan, biosintetik reaksiyalar uchun suksinil-KoA gem sinteziga, α -ketoglyutorat-glyutamin kislotalariga va boshqa metabolitlarni sintezlanadigan joyi ham Krebs siklidir.

Umuman olganda, hujayrada uch karbon kislotalar siklini ixtiro qilinishi, biologiyani tavsifiy ko'rinishdan eksperimental fanga aylanishidagi asosiy omillaridan biri hisoblanadi.

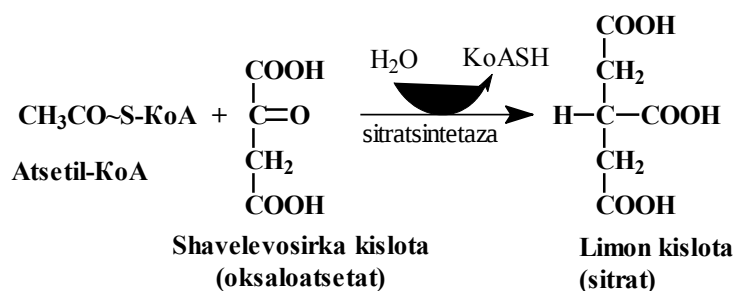
Uch karbon kislotalar siklining kimyosi

Krebs siklidagi ko'p bosqichli reaksiyalarni tezlashtiruvchi fermentlar mitoxondriya membranasining ichki qismida joylashgan. Mazkur jarayon

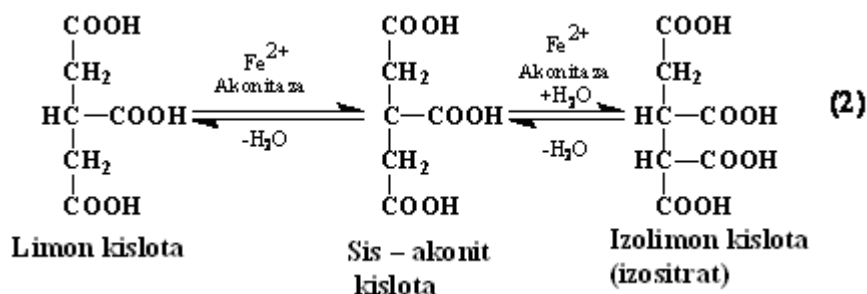
mitoxondriya matriksidagi ketma-ket sakkizta reaksiyadan iborat bo'lib, ularni quyidagicha tasvirlash mumkin:



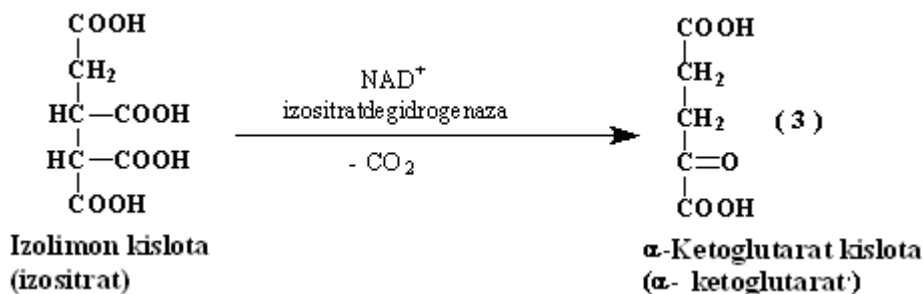
Uch karbon kislotalar sikli (UKS) atsetil-KoA to'rt uglerodli shavelevosirka kislota (oksaloatsetat) bilan reaksiyaga kirishib, limon kislota (sitrat) hosil bo'ladi:



Ikkinchi reaksiyada limon kislotalaning sis-akonit kislota orqali izomerlanib, izolimon kislotaga aylanadi:

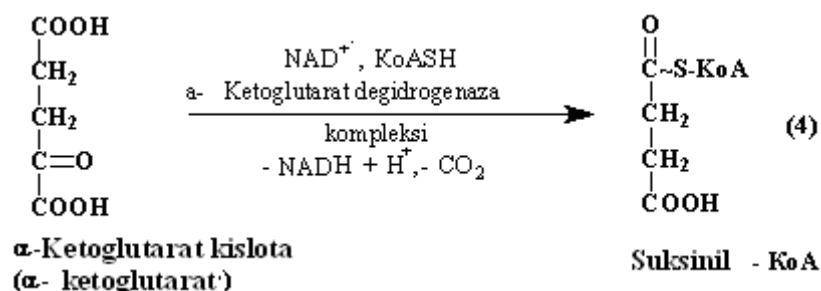


Keyingi bosqichda izolimon kislota, izositratdehidrogenaza fermenti ta'sirida α -ketoglutar kislota va CO_2 hosil qilib, parchalanadi:

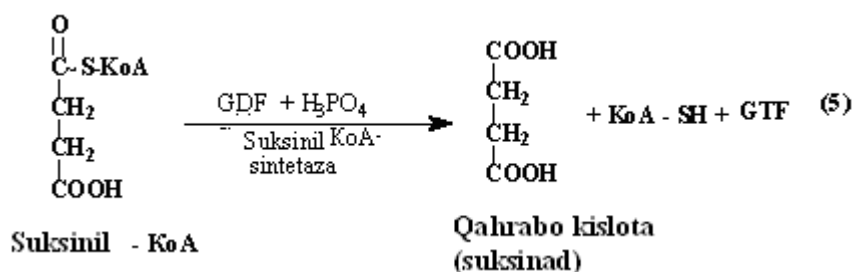


Hosil bo'lgan α -ketoglutar kislota, xuddi pirouzum kislota o'xshash oksidlanishli dekarboksillanish yo'li bilan parchalanadi. Bu bosqich ham murakkab bo'lib, α -ketoglutar dehidrogenaza enzym kompleksi tomonidan NAD^+ , FAD, TPF, KoA va lipoy kislotalarning kofermenti ishtirokida bajariladi.

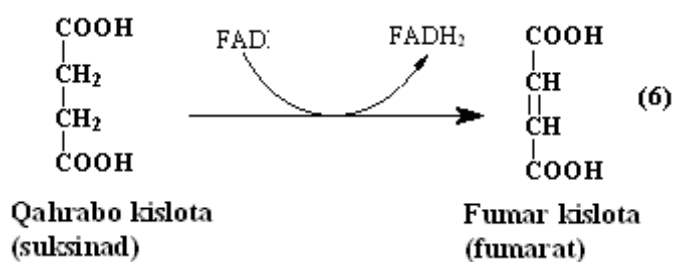
Reaksiya xuddi pirouzum kislotasi oksidlanish mexanizmining o'zidir, ammo bu yerda atsetil-koenzim-A o'rniga makroerg bog'ga ega bo'lgan qahrabo (yantar) kislotaning hosilasi suksinil-koenzim A hosil bo'ladi:



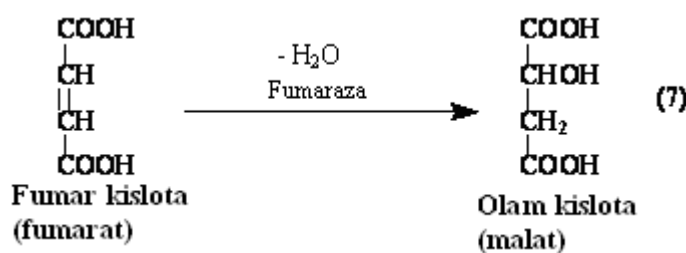
Beshinchi reaksiyada yagona substratli fosforlanish bo'lib, suksinil-KoA-sintetaza ishtirokida GDF dan GTF hosil bo'ladi:



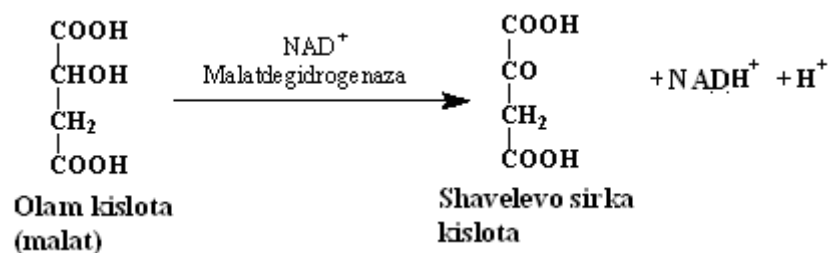
Oltinchi reaksiyada qahrabo kislotasi suksinatdehidrogenaza fermenti ta'sirida dehidrirlanib, fumar kislotaga o'tadi:



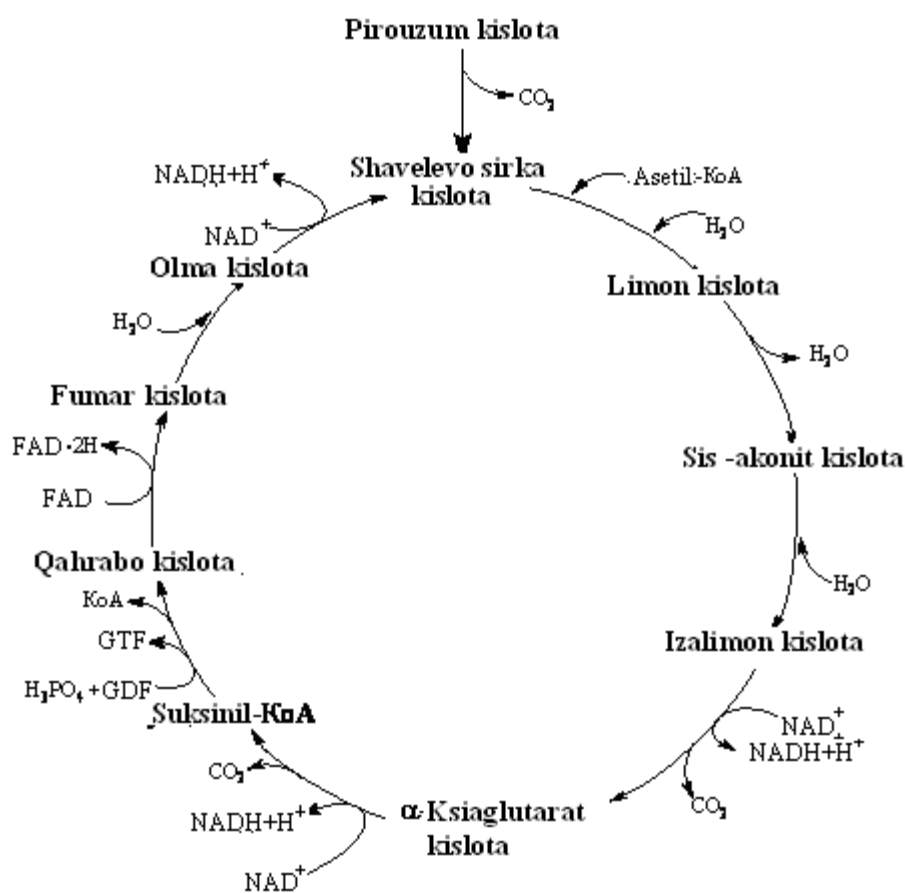
Yettinchi reaksiyada fumar kislotasi gidrotatsiya asosida olma kislotaga (malat) aylanadi:



Krebs siklining nihoyasida olma kislotasi NAD^+ ga bog'liq malatdehidrogenaza ishtirokida shavelevosirka kislotasiga aylandi. Xuddi shu metabolitdan ikki va uch karbon sikli boshlangan edi.



Yuqoridagi reaksiyalarni quyidagi chizma tarzida tasvirlash mumkin:

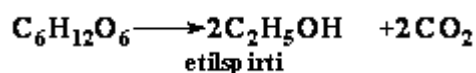


Krebs sikli

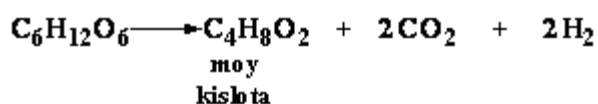
Glyukozaning dixotomik parchalanishi

Glyukozaning to'qimalarda parchalanishi anaerob (kislorodsiz) va aerob (kislorodli) muhitda bo'lishi mumkin. Glyukozaning anaerob muhitda parchalanishini achish deyiladi uning tabiatda bir necha turlari ma'lum.

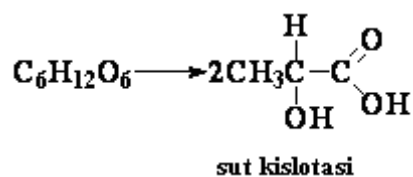
1. Spirtli achish:



2. Ayrim mikroorganizmlar kislorodsiz muhitda glyukozani yog' kislotaga parchalaydi (yog' kislotali achish):



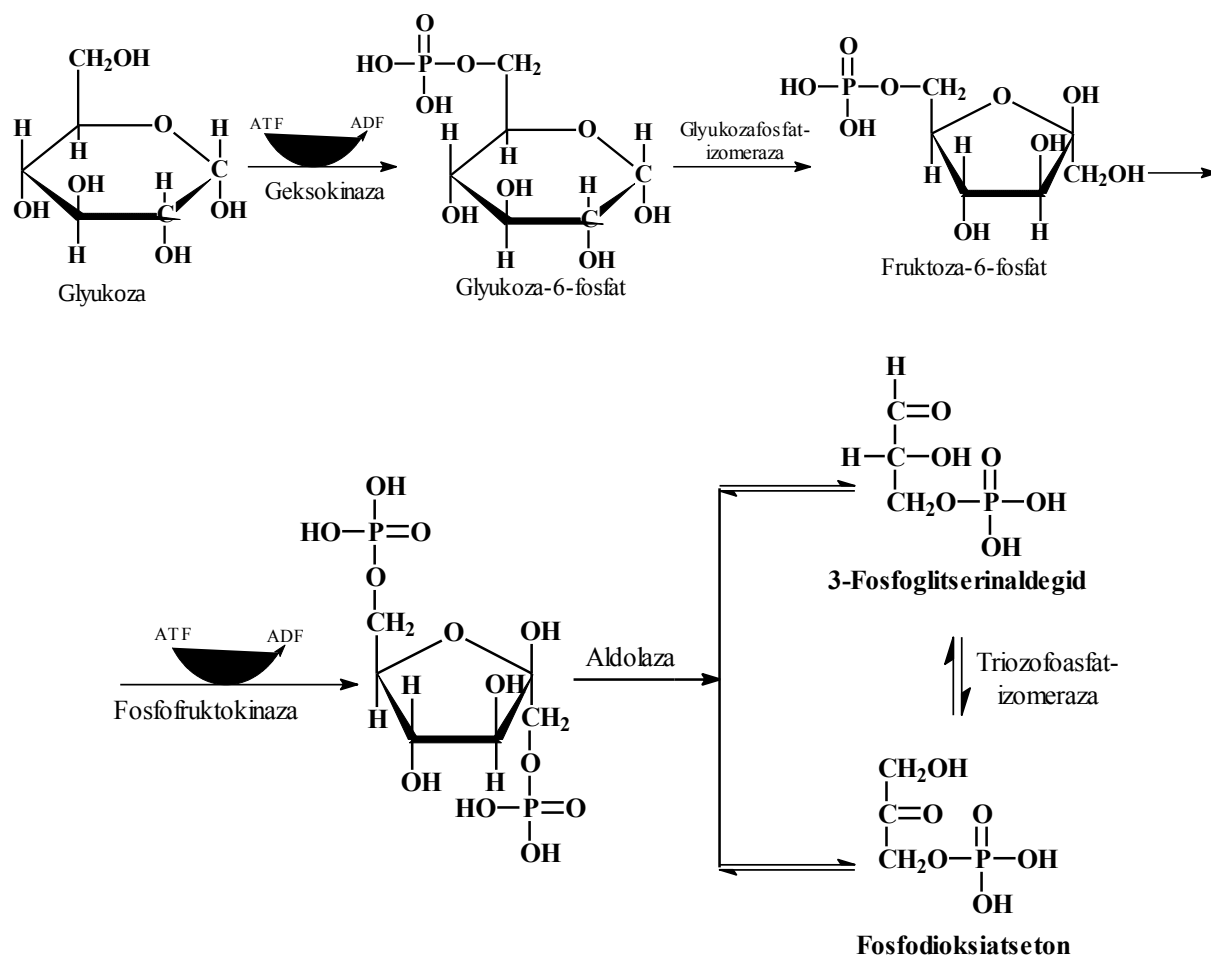
3. Achish turlaridan yana biri-sut kislotali achishdir, bunda oxirgi mahsulot sut kislotasi hisoblanadi.



Bu jarayonni yana glikoliz deb ham ataladi (yunoncha glicos-shirin, lysis-erish, parchalanish). Glikoliz reaksiyalarini o'n bir xil ferment amalga oshiradi. Mazkur fermentlar bir-birlari yoki substratlar ta'sirida faol holga keladi.

Birinchi reaksiyada glyukoza fosforlanib, glyukoza-6-fosfatga aylanadi. Glyukoza-6-fosfat izomerlanib, fruktoza-6-fosfatga, bu esa o'z navbatida fosforlanib, fruktoza-1-6-difosfat hosil bo'ladi. Keyingi reaksiyalarda fruktoza-1,6-difosfat, ikki molekula triozaga-3-fosfoglitserinaldegid va fosfodioksiatsetonga aylanadi. Bu reaksiyalarni shartli ravishda ikki bosqichga bo'lish mumkin. Birinchi pog'onada energiya sarflanadi. Ikkinchisida esa energiya ATF shaklida to'planadi.

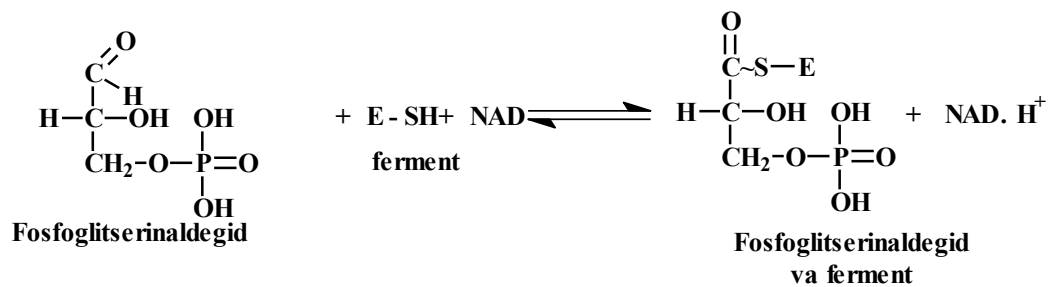
Glikoliz jarayonida triozalarni hosil bo'lishi quyidagicha:



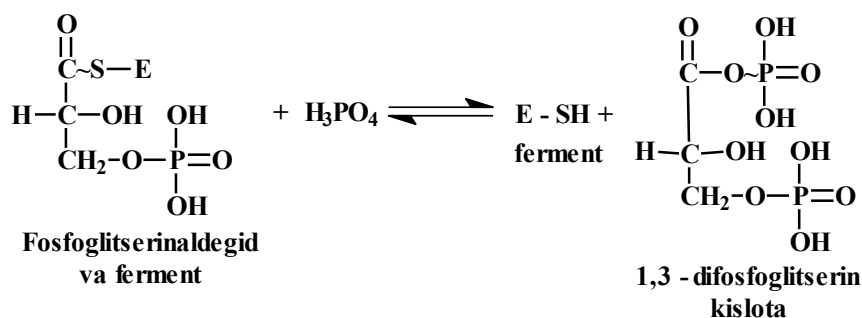
Fosfodioksiatseton kam miqdorda hosil bo'ladi. Hosil bo'lgani ham tezda fosfoglitserinaldegidga ferment orqali aylanadi. Demak, har bir glyukoza ikki molekula fosfoglitserinaldegidini hosil qiladi.

Keyingi reaksiyalarda faqat fosfoglitserinaldegidi qatnashadi, bu glikolizning ikkinchi bosqichi bo'lib, ATF sintezlanadigan bosqichma-bosqich reaksiyalar qatoriga kiradi.

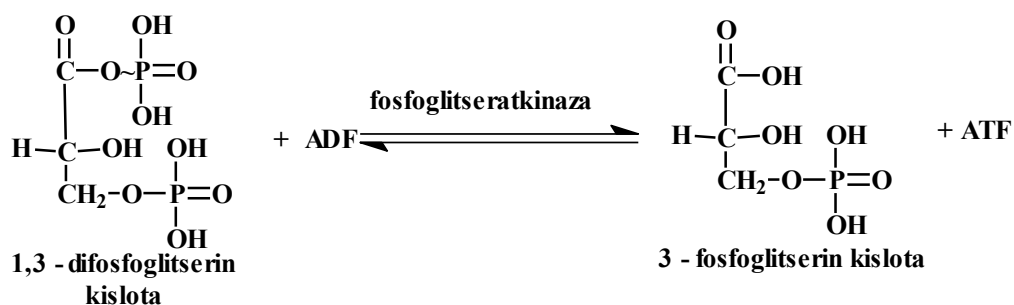
Ikkinchi bosqichda 3-fosfoglitserinaldegid sulfigidril (HS-) guruhini va koferment NAD ni tutgan ferment dehidrogenaza orqali oksidlanadi. Reaksiyada anorganik fosfat kislotasi ham ishtirok etadi. Mazkur reaksiya ikki bosqichda sodir bo'ladi:



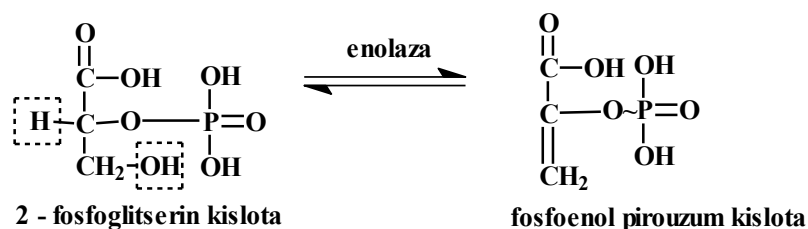
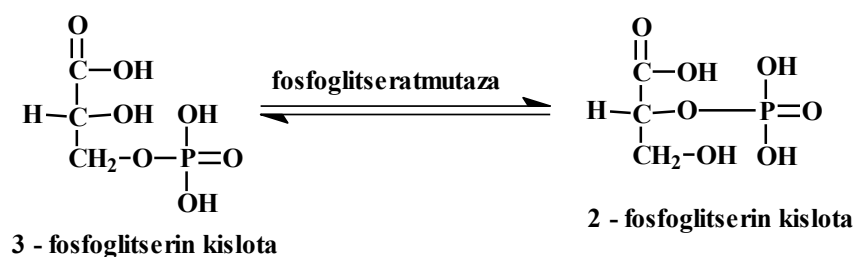
Hosil bo'lgan tioefir bog'ini fosforlanishi va ikkinchi bosqichda esa 1,3 difosfoglitserin kislotasi hosil bo'lib, ferment ajralib chiqadi.



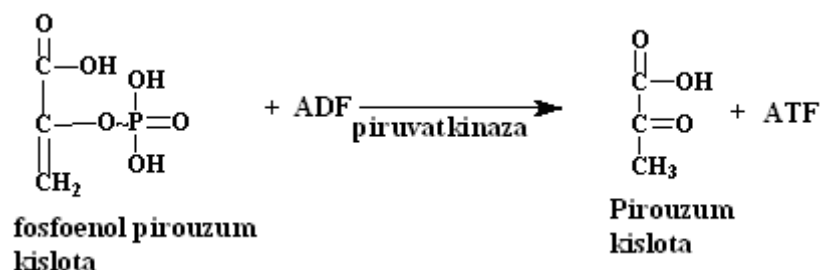
Shunday qilib, aldegid guruhining fosforlanishidagi oksidlanishdan hosil bo'lgan energiya 1,3-difosfoglitserin kislotadagi birinchi uglerod atomida makroergli fosfor bog'ini hosil qilishi bilan bu jarayon yakunlanadi. Bunday reaksiyani glikolitik oksidoreduksiya deyiladi.



Mazkur reaksiya natijasida hosil bo'lgan ATF ni substratli fosforlanish deb ataladi.

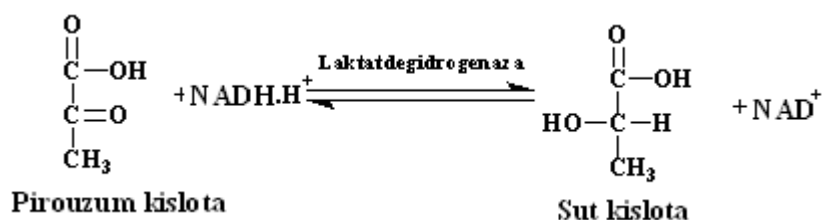


Keyingi reaksiyalarda yana bir substratli fosforlanishda ADF dan ATF sintezlanadi:



Achish jarayonlarining markazida pirouzum kislota turib, barcha bijg'ishlarning bosqichma-bosqich kimyoviy reaksiyalari deyarli bir xil bo'lib, pirouzum kislota so'ng tashqi muhitga, mikroorganizmlar turiga qarab ajraladi. Agar muhitda kislorod bo'lsa, pirouzum kislota CO_2 va H_2O gacha oksidlanadi.

Glikolizning nihoyasida hosil bo'lgan pirouzum kislota laktatdehidrogenaza va koferment NADH.H^+ ishtirokida qaytalama reaksiya natijasida sut kislota aylanadi.

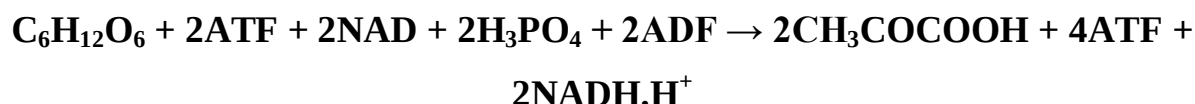


Glyukozaning shunday dixotimik parchalanishi skelet mushaklarida, yurak, jigar to'qimalarida, eritrotsitlarda sodir bo'lib, hosil bo'lgan sut kislota qonga

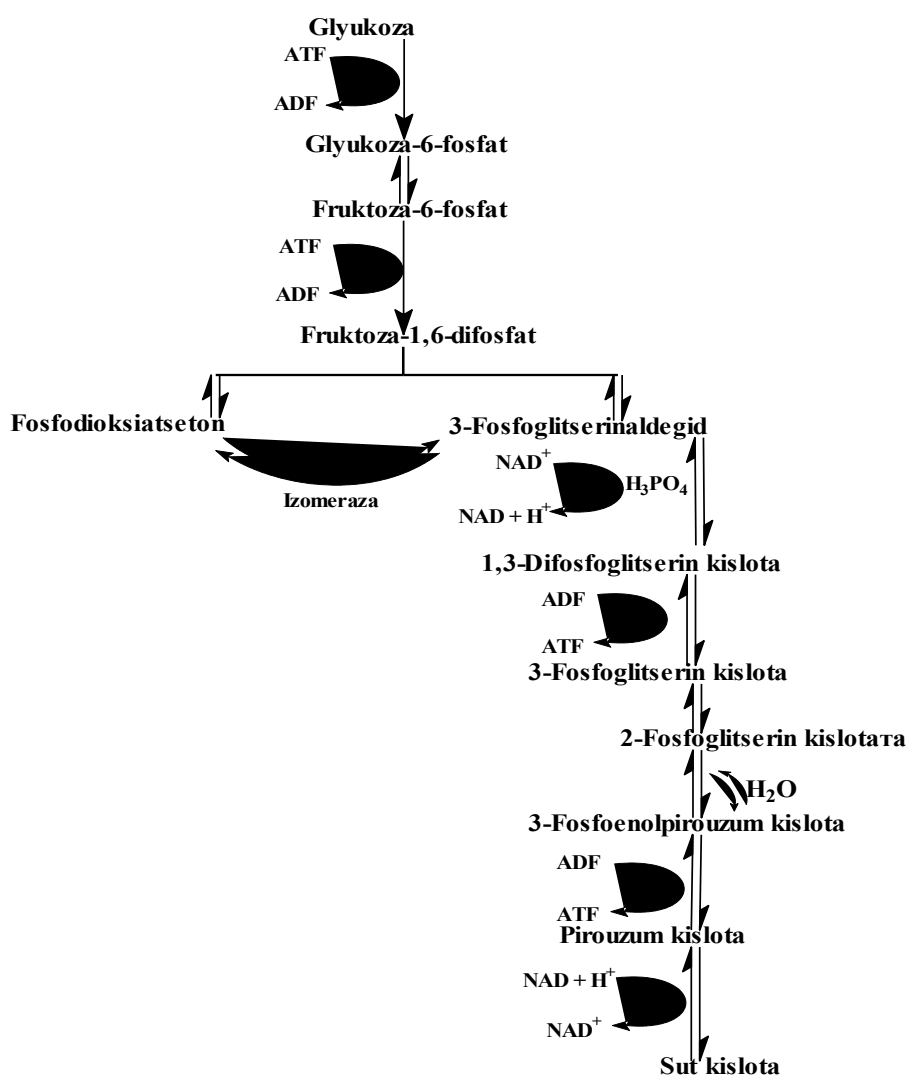
soʻrilib, jigar va buyrakda glikogenga aylanadi. Sut kislotasining koʻp miqdorda toʻplanishi aksariyat sport bilan muntazam shugʻullanuvchi shaxslarda kuzatiladi.

Sut kislotasining ozgina qismi yana pirouzum kislotasiga aylanishi mumkin, buning natijasida esa aerob sharoitda soʻngi mahsulotlarga oksidlanadi.

Glikolizning umumiy reaksiyasi quyidagicha:



Maʼlumki, oksidlanish mitoxondriyalarda, glikoliz esa sitoplazmada sodir boʻladi. Glikoliz jarayonining umumiy chizmasini xulosa tariqasida keltirish mumkin:



3.5. GLIKOLIZ VA KREBS SIKLINING ENERGETIK SAMARADORLIGI

Biologik moddalarning energiya miqdorini ATF hisobida o'lchash qabul qilingan. Anaerob va aerob muhitda moddalarning parchalanishidan, oksidlanishdan hosil bo'lgan energiya miqdori turli xil bo'lganligi uchun, ularning termodinamik hisobi ham bir-biridan farq qiladi.

Glikoliz jarayonini energetik samaradorligini hisoblashda quyidagilarga ahamiyat beriladi:

1.Reaksiyalarda ATF ning sarflanishi (aksariyat bu fosfotransferazali reaksiyalarda);

2.ATF ning substratli fosforlanish reaksiyalarida hosil bo'lgan miqdori.

Yuqorida ko'rsatilganidek, glikolizning birinchi bosqichida glyukozani va glyukoza-6-fosfatni fosforlanishi uchun 2 mol ATF sarflanadi. Bir mol glyukozadan esa 2 mol 3-fosfoglitserin aldegid hosil bo'ladi.

Glikozinning ikkinchi bosqichida ikki joyda substratli fosforlanish bo'lib, 1 mol 3-fosfoglitserin aldegididan 2 mol ATF hosil bo'ladi. Demak, 2 mol 3-fosfoglitserinning parchalanishidan 4 mol ATF sintezlanadi. ATF ning ikki moli sarflansa, ikki moli esa hujayra uchun foydaga qoladi. Glikolizda taxminan umumiy energiyaning (386000) 56000 ajraladi. Shu energiyaning 40% ATF sifatida sintezlanadi. To'plangan energiya umumiy energiyaning oz qismini (taxminan 3%) tashkil qilsa ham, anerob muhitda yashovchi organizmlar uchun yetarli hisoblanadi.

Glyukozaning aerob sharoitda to'liq oksidlanishidan hosil bo'lgan energiya miqdori quyidagicha hisoblanadi:

1. Reaksiyalarda ATF ning sarflanishi;
2. Substratli fosforlanishdagi ATF miqdori;
3. Nafas olish zanjirida oksidlanishning fosforlanishi asosida hosil bo'lgan ATF.

Glikolizning ikkinchi bosqichida substratli fosforlanish asosida 4 mol ATF sintezlanadi. Ferment 3-fosfoglitseraldegidrogenaza substratdan ikkita vodorod

atomini nafas olish zanjiriga uzatganda 3 mol ATF hosil bo'ladi. Bir mol glyukozadan ikki mol 3-fosfoglitserin aldegid sintezlanganligi uchun ATF soni oltitaga teng bo'ladi.

Pirouzum kislotasining oksidlanishli dekarboksillanishidan olti mol ATF hosil bo'ladi. Chunki bu jarayon ikki mol NAD ni vodorod atomi bilan ta-minlaydi.

Krebs halqasining bitta reaksiyasida substratli fosforlanish asosida GDF dan GTF hosil bo'lib, uning energiya miqdori ATF ga teng. Yana xuddi shu jarayon to'rtinchi reaksiya degidrogenazalarga mansubdir.

Krebs halqasining energetik samaradorligi

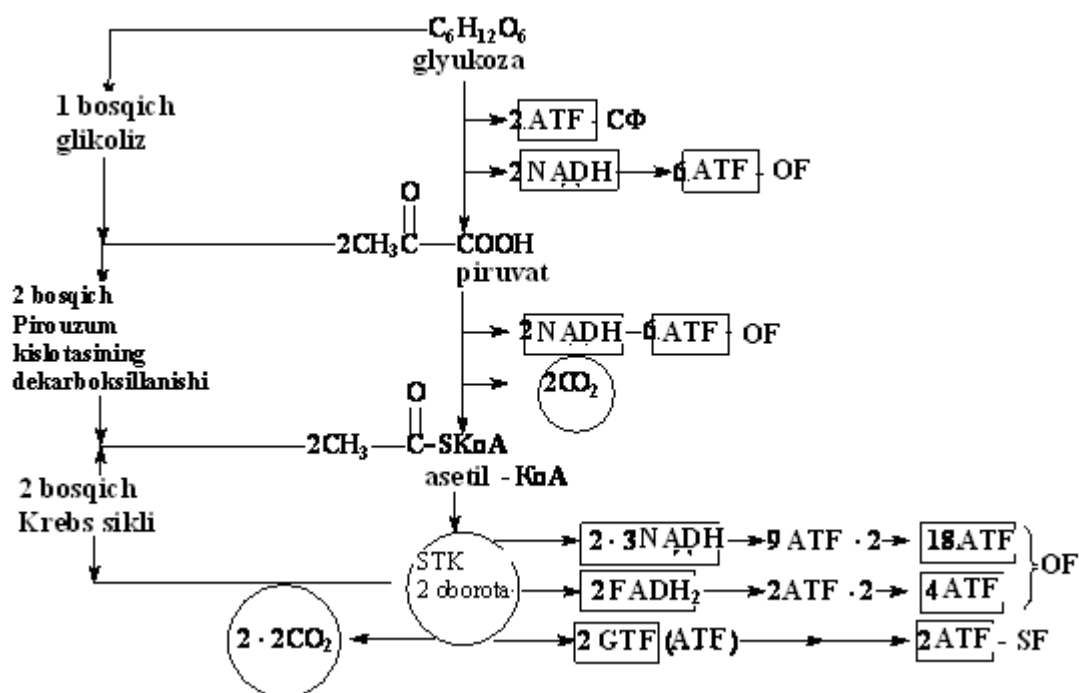
1-jadval

Fermentlar	Kofermentlar	Mol hisobidagi ATF
Izositratdegidrogenaza	NAD	3
Ketoglutaratdegidrogenazali kompleks	NAD	3
Suksinattiokinaza	GDF	1
Suksinatdegidrogenaza	FAD	2
Malatdegidrogenaza	NAD	3
Ja'mi		12

Shunday qilib, bir mol atsetil-KoAning Krebs siklida oksidlanishidan 12 mol ATF sintezlanadi. Ikki mol atsetil-KoA dan esa 24 mol ATF hosil bo'ladi.

Glyukozaning to'liq parchalanishidan hosil bo'ladigan energiyaning jami 38 mol ATF ga tengdir. 1 mol ATF sinteziga 10000 kal energiya sarflanishini hisobga olsak, hujayraning foydali ish ko'effitsienti 55% atrofida bo'ladi. Zamonaviy elektron hisoblash asboblari bilan qurollangan mashinalarning foydali ish ko'effitsientlari 30% dan oshmaydi.

Glikoliz va Krebs siklida hosil bo'ladigan ATF miqdorini aniq ko'z oldimizga keltirish uchun quyidagi rasmdan ham foydalanish mumkin.



Glyukoza ning 6 molekula CO_2 ga aylanishi va bu jarayonning energetik balansi; ATF ning sintezlanish joylari; SF-substratli fosforlanish; OF-oksidlanishli fosforlanish.

Energiya ajratib olishning hujayrada, jumladan o'simliklarda qo'shimcha yana fotosintetik fosforlanish va ayrim mikroorganizmlarda xemosintetik fosforlanish turlari borligini unutmaslik lozim.

Buyrak usti, jinsiy, sut bezlarining to'qimalarida, jigarda, limfoid to'qimalarda, ilikda va ayniqsa, o'simliklar noqulay (suvsizlik, sho'r sharoit) muhitda bo'lsa, glyukoza ning parchalanishi apotomik yo'l bilan ham oksidlanishi aniqlangan. Bu oksidlanish ikkita oksidlanishli va anaerob bosqichlaridan iborat bo'lib, uglevod metabolizmining bir qismi hisoblanadi.

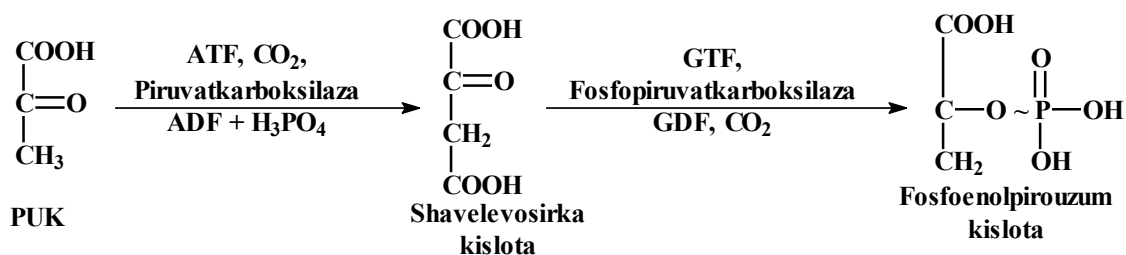
3.6. UGLEVODLAR BIOSINTIZI

O'simlik dunyosida uglevodlar, uglerod dioksidining qaytarilishi natijasida, ya'ni fotosintez jarayonida ko'plab sintezlanadi. Hayvon organizmi uchun uglevodlar, jumladan, glyukoza oziq-ovqat tariqasida ta'minlanadi. Hayvon organizmi uzoq vaqt och qolsa, glyukoza uglevod bo'lmagan birikmalardan ham sintezlanadi.

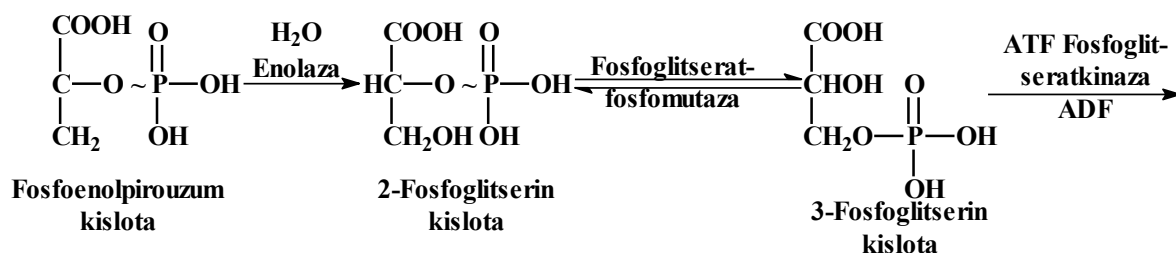
Glyukozani uglevod bo'lmagan moddalardan sintezlanishini glyukoneogenez deb ataladi. Bu jarayonning substrati sifatida pirouzum va shavelosirka kislotasiga aylanuvchi aminokislotalar xizmat qiladi. Bunday aminokislotalarni glikogenlilar deb nomlanadi. Glikogenlilar tarkibiga leysindan boshqa barcha proteingenli aminokislotalar kiradi. Glyukoneogenez jarayonida uglevod bo'lmagan manba sifatida glitserin, Krebs sikli kislotalari va sut kislotasi ishtirok etadi. Ko'rsatilgan moddalardan glyukozaning hosil bo'lishi (glitserindan tashqari) pirouzum va shavelevosirka kislotasi orqali sodir bo'ladi.

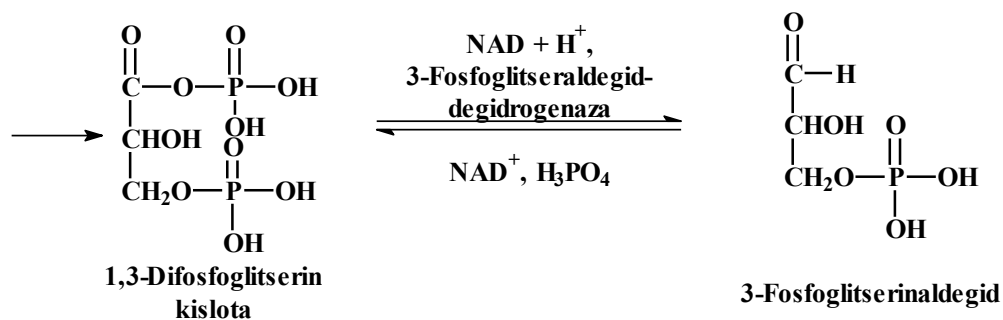
Pirouzum (piruvat) kislotasining glyukozaga aylanish jarayoni glikoliz fermentlarini qaytalama reaksiyasini amalga oshiradi. Ma'lumki glikolizning oddiy yo'lidan ("tepadan pastga") 4 tasi bir tomonlama reaksiya asosida bo'lganligi uchun glyukoneogenez ("pastdan tepaga") jarayonida bu yo'llardan foydalanilmaydi. Bu reaksiyalarni geksokinaza, fosfofruktokinaza, fosfoglitseratkinaza va piruvatkinazalar tashkil qilib, glyukoneogenez yo'li bu reaksiyalarni chetlab o'tadi.

Pirouzum kislotasi fosfoenolpirouzum kislotasiga aylanishi shavelevosirka kislotasi orqali amalga oshadi:

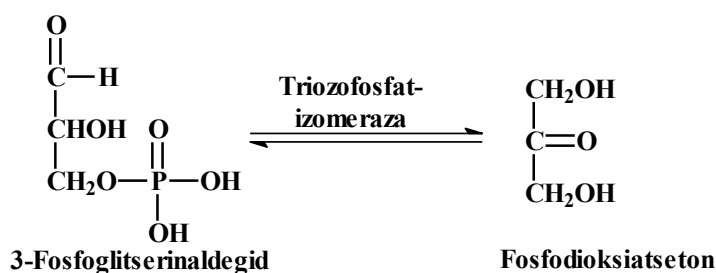


Keyinchalik fosfoenolpirouzum kislota fosfotriozalarga aylanib, ular fruktoza-1,6-difosfatga o'tadi:

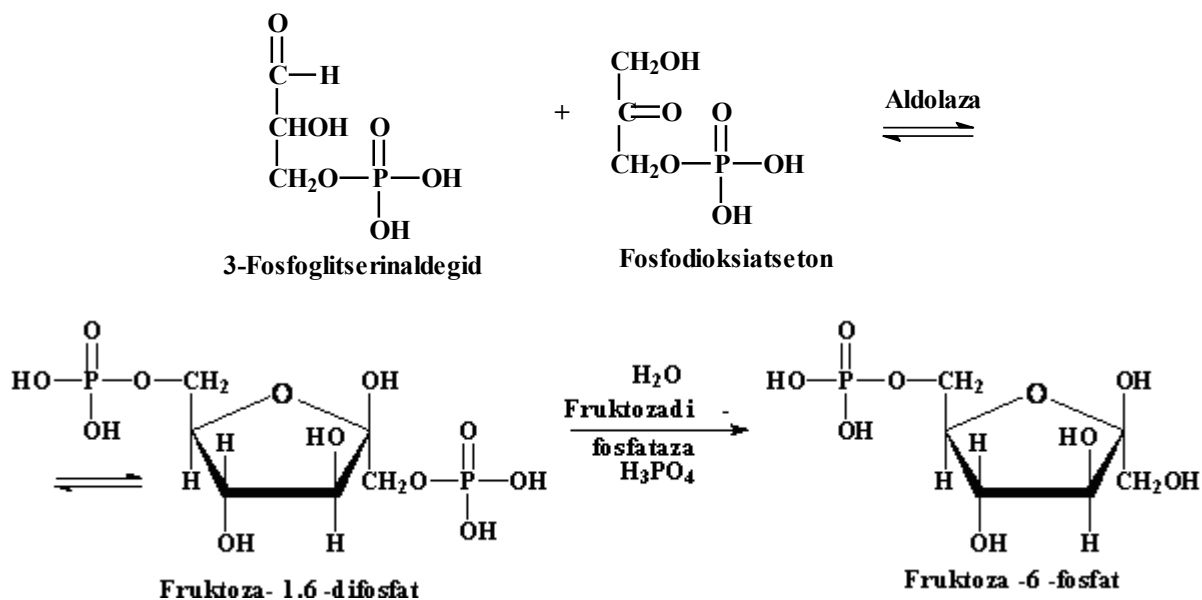


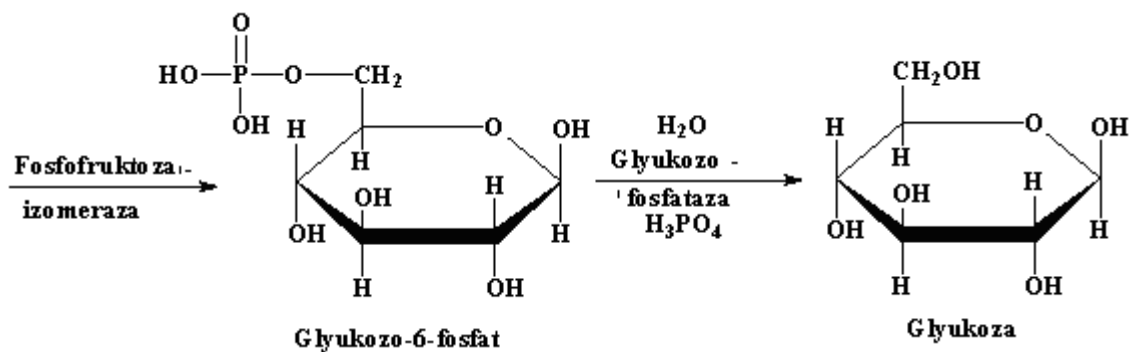


Fruktoza-1,6-difosfat hosil bo'lishi uchun ikki molekula 3-fosfoglitserin aldegid sarflanib, ulardan bittasi fosfodioksiatsetonga triozofosfatizomeraza fermenti orqali izomerlanadi:



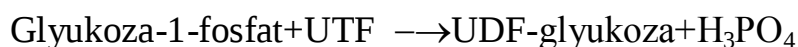
Keyingi reaksiyalarda ikkita fosfotrioz molekulasidan fruktoza-1,6-difosfat hosil bo'ladi. Glyukoneogenez jarayonining so'nggi bosqichlarida glikolizda qatnashmaydigan fosfataza fermentlari ishtirok etadi.



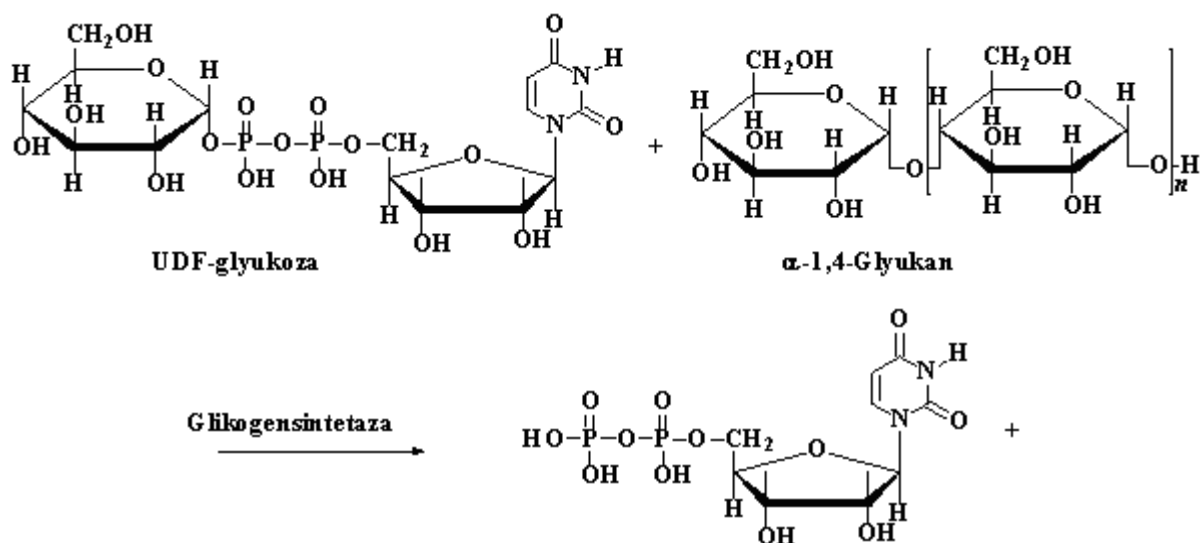


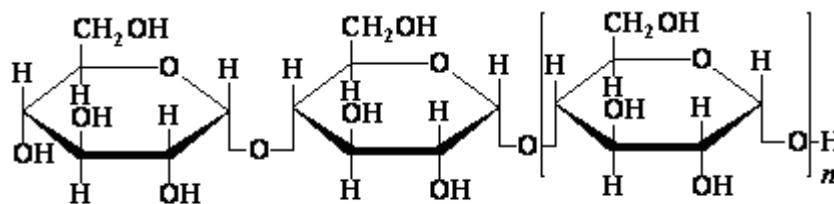
Glyukoneogenez jarayoni gormonlar orqali to'qimalarda boshqarilib turiladi. Uglevodlarni aminokislotalardan hosil bo'lishiga insulin gormoni to'sqinlik qiladi. Kortikosteroidlar esa bu jarayonni tezlashtiradi.

Organizmدا glikogen sitezlanishini glikogenez deb, u barcha to'qimalarda, ayniqsa jigar va skelet mushaklarida faol kechadi. Glikogen biosintezi organizmda ikki xil yo'l asosida sodir bo'ladi. Ulardan biri – oligosaxarid fragmentlari glikogen qoldiqlariga ko'chiriladi. Glikogen sintezining ikkinchi yo'li – glyukoza qoldig'ini uridindifosfatglyukoza (UDF-glyukoza) orqali uzatilishi hisoblanadi.



Glikogen sintezini glikogensintetaza fermenti amalga oshiradi. Mazkur ferment UDF-glyukozadan glyukozani ajratib ko'payayotgan polisaxarid oxiridagi redutsirlanish qobiliyatiga ega bo'lmagan (qaytara olmaydigan) qandga ulaydi.



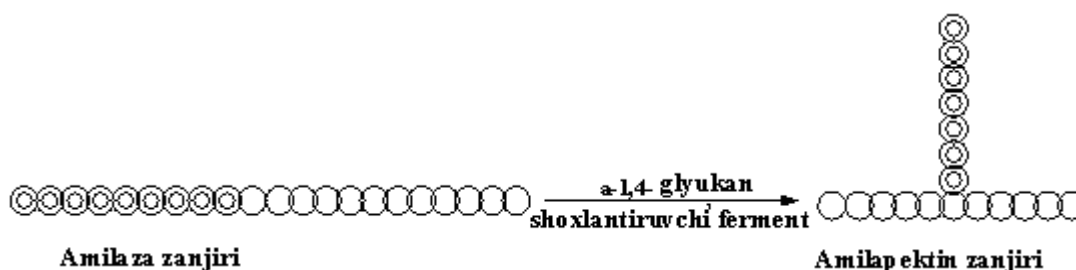


1- molekula glyukoza qoldig'iga uzaytirilgan α -1,4-glyukan

Shunday qilib, ko'rsatilgan reaksiya uglevod zanjirini bir tekisda ko'payishini ta'minlab, muhitda kamida to'rttali oligosaxarid qoldig'i "zatravka" sifatida xizmat qilishi kerak. Glikogen, amiloza va amilopektin muhitda qoldiqlari bo'lsa, shu "tomizg'iga" asosan polisaxaridlar bir tekis α -1 $\rightarrow$ 4-glyukan asosida sintezlanadi.

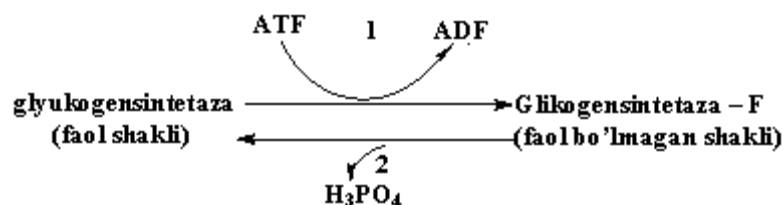
O'simliklarda glyukozil guruhining donori sifatida UDF-glyukoza bo'lmasdan, balki ADF-d-glyukoza kraxmalning sintezida ishtirok etadi.

Glikogensintetaza fermenti uglevodni amiloza ko'rinishida bir tekis α -1,4-glyukan asosida sintezlaydi. Polisaxarid zanjirini shoxlanishi uchun kimyoviy bog' α -1 $\rightarrow$ 6 ko'rinishiga mansub bo'lib, bunday reaksiyani α -1,4-glyukanni shoxlantiruvchi ferment amalga oshiradi. Bir tekis zanjirdagi α -1,4-glyukan xilidagi glyukoza qoldiqlari α -1 $\rightarrow$ 6 ko'rinishida ferment orqali ko'chiriladi.



Ushbu ferment 1,4-glyukan zanjiridan olti yoki yetti monomer birligini uzib, xuddi shu zanjirni shoxlantiradi. Shoxlardagi bog' 1,6 ko'rinishida bo'ladi.

Glikogensintetaza fermentining faolligi fosforlanish-defosforlanish reaksiyasi orqali boshqariladi. Defosforlangan glikogensintetaza faol hisoblanadi. Bu jarayonda ikkita ferment ishtirok etadi: glikogensintetazaning kinazasi (1) va fosfatazasi (2).



Hujayra va to'qimalarda uglevodlar almashinuvining boshqarilishi ko'p omillarga bog'liq. Organizmda uglevodlarning miqdorini, muvozanatini amalga oshiruvchi murakkab kimyoviy jarayonlar-parchalanish va sintezlanish reaksiyalari asosida va yana ikki omil orqali regulyatsiya qilinadi:

- neyrogormonal nazorat (hayvonlarda) orqali;
- metabolitik boshqarilish (barcha organizmlarda) tufayli.

Uglevod metabolizmining boshqarilishi fermentlar faolligiga, substrat konsentratsiyasiga, kislorodli rejimga, biomembranalarning o'tkazuvchanligiga va boshqa omillarga bog'liq.

Uglevodlar almashinuvi nerv tizimi va gormonlar tomonidan boshqarilib, ularni qondagi qand miqdorining o'zgarishida kuzatish mumkin. Agar qonda glyukoza miqdori 60-70 mg foizdan past bo'lsa yoki 120 mg dan ortiq bo'lsa, qand sintezlanishining oshishi yoki kamayishi kuzatiladi. Mazkur regulyatsiyada gormonlar, jumladan, insulin asosiy rol o'ynaydi.

Umuman olganda, modda almashinuvi, jumladan uglevod metabolizmida katabolitik va anabolitik jarayonlarning integratsiyasi organizmning normal faoliyatini ta'minlashda asosiy omil bo'lib xizmat qiladi.

Sinov savollari

1. Uglevodlarning oshqozon-ichak yo'lida parchalanishi.
2. Uglevodlar parchalanishida ishtirok etuvchi fermentlar.
3. Monosaxaridlarning qonga so'rilish usullari.
4. Fosforoliz qanday reaksiya, biologik ahamiyati?
- 5 Glyukozaning dixotomik parchalanishi.
6. Glyukozaning achish turlari.
7. Glikoliz jarayonida qatnashuvchi fermentlar.

8. Glikoliz jarayonida energiya sarflanishi va ajralish bosqichlari.
9. Glikolizning oksidlanish reaksiyalarini yozing.
10. Achishdagi bir xil reaksiyalar va ajralish nuqtalari.
11. Substratli fosforlanish reaksiyalarini yozib ko'rsating.
12. Glikoliz reaksiyalarini chizma holda ko'rsating.
13. Piruvatni dekarboksillanish reaksiya bosqichlarini yozing.
14. Krebs siklining biologik ahamiyati.
15. Krebs siklida qatnashuvchi fermentlar.
16. Krebs siklining chizmasini ko'rsating.
17. Krebs siklida nechta dehidrillanish reaksiyalari bor?
18. Krebs siklida nechta reaksiyada CO_2 hosil bo'ladi?
19. Glikoliz va Krebs siklini termodinamik hisobi.
20. Glyukoneogenez qanday ma'noni anglatadi?
21. Glikogen sintezi bilan glikoliz o'rtasidagi o'xshashlik va ajratuvchi reaksiyalar.
22. Pirouzum kislotasining glyukozaga aylanish chizmasini yozing.
23. Uglevod sintezida UDF-glyukozani qanday ahamiyati bor?
24. Glikogen qanday reaksiya asosida shoxlanadi?
25. Glikogen sintezining boshqarilishi.

Test savollari

1. Oshqozon-ichak yo'lida glikogen va kraxmalni parchalovchi fermentlar:
a) α -amilaza; b) β -amilaza; v) proteaza; g) lipaza.
2. Inson uchun uglevod manbai:
a) sellyuloza; b) fibrinlar; v) kollagen; g) kraxmal, glikogen.
3. Amilaza fermenti uglevodlardagi qanday kimyoviy bog'ni uzadi?
a) α -1,6 glikozid bog'ini; b) β -1,6- glikozid bog'ini;
v) α -1,4-glikozid bog'ini; g) β -1,4- glikozid bog'ini.
4. Polisaxaridlardagi α -(1→6) glikozid bog'ini uzuvchi fermentlar:
a) glikogenfosforilaza; b) α -(1→6) glyukantransferaza;

- v) α -(1 $\rightarrow$ 6)-glyukozidaza; g) α -amilaza.
5. Qanday reaksiya natijasida glyukoza-6-fosfat hosil bo'ladi?
- a) fruktoza-6-fosfatning izomerlanishi natijasida;
b) 6-fosfoglyukonatning oksidlanishi asosida;
v) glyukogenning parchalanishi natijasida; g) ferment transkatalaza asosida.
6. Glikolizning bir tomonlama reaksiyasida hosil bo'ladigan moddalar:
- a) 3-fosfoglitseraldegid; b) fruktoza 1,6-difosfat;
v) glyukoza-6-fosfat; g) 1,3-difosfoglitserat; d) piruvat.
7. 3-fosfoglitserin oksidlanganda hosil bo'ladi:
- a) ATF sarflanadi; b) ATF sintezlanadi; v) GTF sintezlanadi; g) NADH.H^+ hosil bo'ladi.
8. Glikoliz jarayonidagi NAD qaytarilganda qanday moddalar oksidlanadi?
- a) glitseraldegid-3-fosfat oksidlanadi; b) glyukoza-6-fosfat hosil bo'ladi;
v) 3-fosfoglitserat hosil bo'ladi; g) 2-fosfoglitserat hosil bo'ladi.
9. Glikoliz reaksiyasining qaysi joylarida ATF sarflanadi?
- a) fruktoza-6-fosfat sintezida; b) glyukoza-6-fosfat hosil bo'lishida;
v) fruktoza-1-6-difosfat sintezida; g) 3-fosfoglitserat hosil bo'lishida.
10. Glikoliz jarayonining qaysi reaksiyalarida ATF sintezlanadi?
- a) 1,3-diglitserofosfatda; b) 2-fosfoenoilpiruatda;
v) fruktoza-1,6 difosfatda; g) 2-fosfoglitseratda.

IV BOB. LIPIDLAR ALMASHINUVI

Kalit so'zlar: Lipidlar, neytral yog'lar, lipaza fermenti, oshqozon osti bezi, oshqozon shirasi, emulgirlash, xolan kislotasi, o't suyuqligi, glikoxol, gidroliz, triglitseridlar, mitsellalar, xlomikronlar, xolestrin, lipoliz, yog' kislotalari, β -oksidlanish jarayoni, keton tanachalari, ketoz, ketonemiya, ketonogiya.

4.1. OSHQOZON-ICHAK YO'LIDA LIPIDLARNING HAZM BO'LISHI

Lipidlar uch turga bo'linishi mumkin: oddiy lipidlar, murakkab lipidlar hamda olingan lipidlar. Energiya istiqboli bo'yicha, sport bo'yicha olimlarning fikriga tayanib, biz asosan yog'lar bilan qiziqamiz, salomat-ligimizni o'ylab biz ko'proq lipoproteinlar bilan qiziqamiz hamda o'sish ko'rsatkich-larimizni o'ylab, biz asosan steroidlar bilan qiziqamiz. Shuning uchun biz lipidlarni uglevodlardan, oqsillardan, ajrata olishimiz kerak, buning uchun ularning yog'larda erish yoki erimasligiga e'tibor qaratamiz. TAGlar energiya manbai sifatida foydalanilishdan oldin yog'li kislotalar hamda glitseringa parchalanishi mumkin. Ushbu jarayon lipoliz nomi bilan bizlarga ma'lumdir.

Triglitseridlar yoki triatsilglitseridlar glitserol molekulasi ta'sirida bo'lib, ular umurtqa pog'onasiga kerakli yog'li atsil birikmalarni etkazib beradi.

Glitserol normal sharoitda bo'sh qo'yilganda, energiya ishlab chiqarish uchun jigar tomonidan metabolizatsiya qilinadi, yoki u glyukoneogenez tomonidan glyukozaga aylantiriladi, shuning uchun yog'li kislotalar mushak va jigar tomonidan ishlatiladi, bu paytda ular UKK sikliga kirishidan oldin beta-oksidlanish (β -oksidlanish) jarayonini boshidan o'tkazadi hamda keyinchalik oksidlanishni uni uglerod dioksid va suvga aylantiradi.

Triglitseridlarni hamda monokarboksil kislotalarni umumiy formula orqali hosil qiluvchi yog'li kislotalar $R-COOH$, ularning tarkibiga R -guruh kiradi, ularda uglerod atomlari soni aniq bo'lib, bo'linmagan zanjir shaklida bo'ladi, ular to'yingan yoki to'yinmagan bo'lishi mumkin. Uglerod atomlari orasida ikkitalik bog'lamlar bo'lsa, yog'li kislotalar to'yinmagan bo'ladi. Palmit kislotaning tuzilishini ko'rsatmoqda, uning zanjirida 15 uglerod atomi mavjud bo'lib, ular

karboksil guruhiga mansub bo'ladi, u 16 chi uglerod, shuningdek oksid va gidrooksidni tashkil qiladi. 15 uglerod atomi orasida hech qanday ikkilangan bog'lam yo'q, shuning uchun ular to'yingan yog'li kislota hisoblanadi.

Agarda hozirning o'zida olein kislolaning tuzilishiga qaraydigan bo'lsak erda yagona ikkilangan bog'lam borligini sezishingiz mumkin (9 va 10-chi uglerod



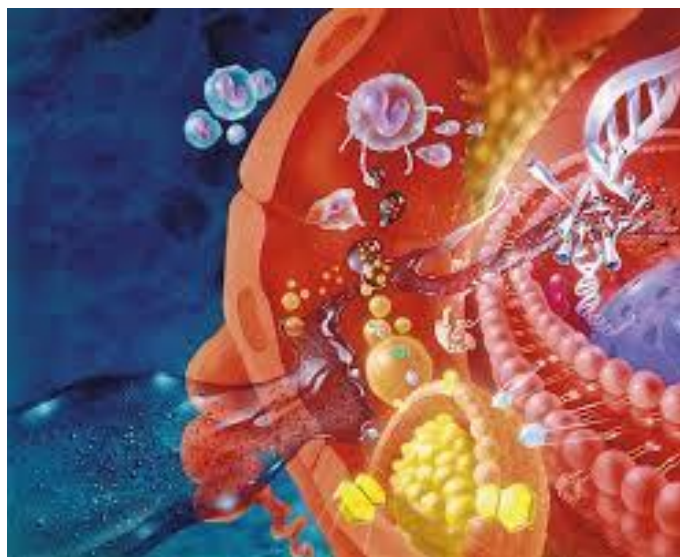
atomlari orasida); bu olein kislolaning to'yinmagan yog'li kislota aylantirib qo'yadi. Quyida olein kislota keltirilgan bo'lib, undan keyin ikki xil yog'li kislota mavjud bo'lib, ularda ikki

yoki uchta ikkilangan bog'lamlar mavjud. Linolein kislota tarkibida ikkita ikkilangan bog'lamlar mavjud bo'lib (9 va 10-chi uglerod atomlari orasida hamda 12 va 13-chi uglerod atomlari orasida), linolenin kislota tarkibida esa uchta ikkilangan bog'lamlar mavjud bo'lib (9 va 10-chi uglerod atomlari orasida, 12 va 13-chi uglerod atomlari orasida hamda 15 va 16-chi uglerod atomlari orasida).

Linolenin va linolein kislotalar birgalikda araxidonik kislolaning tashkil qiladi, birgalikda oddiy yog'li kislotalar deb nomlanadi; linolenin kislota umuman olganda, omega-3 yog'li kislota nomi bilan mashhur bo'lsa, linolein kislota omega-6 yog'li kislota nomi bilan mashhurdir. Omega-3 yog'li kislota baliq va ba'zi bir urug'lar tarkibida uchraydi (masalan zig'ir urug'i), omega-6 yog'li kislota esa asosan go'shtli mahsulotlarda ko'proq uchraydi. Oddiy yog'li kislotalar maxsus parhezlarni qabul qilgan paytda ko'proq ishlatiladi bunda unda defitsit (tanqislik) belgilari oshib boradi. Bunda inson organizmining ularni sintez qilishga kuchi etmay qoladi (yoki ularni salomatlik uchun etarli miqdorda qabul qilib turish kerak).

Yaqinda "trans-yog'lar" yoki ozuqa moddalaridagi gidrogenatsiyalangan yog'lar deb nomlanuvchi moddalarning foydalanilishi to'g'risida gapirib o'tgandik. Trans-yog'lar yurakning ishemik kasalligi hamda saraton kabi xastaliklarning paydo bo'lish ehtimolligini oshirish xususiyatiga ega, shuning

uchun ularni, imkon boricha iste'mol qilmaslik tavsiya qilinadi. Shunday qilib, trans-yog'lar o'zi nima? To'yingan yog'li kislotalarda to'g'ri zanjir molekulalar bo'lsa, to'yinmagan yog'li kislotalarda esa, ular odatda bog'langan bo'ladi. Palmitin kislota, to'yingan yog'li kislota sifatida to'g'ri zanjirga ega

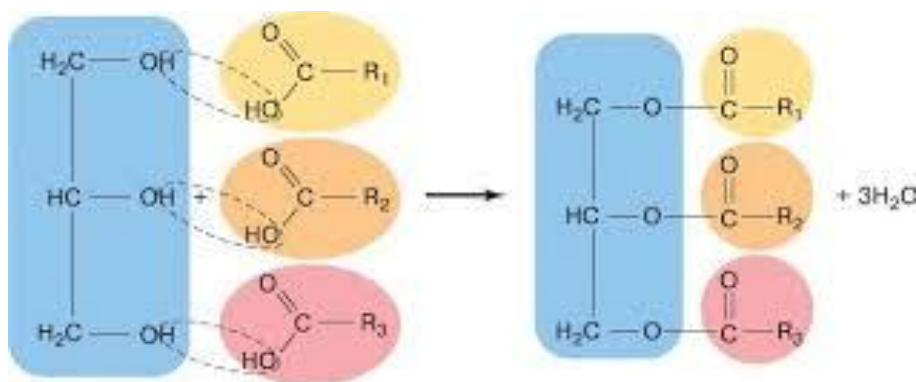


bo'lib, olein kislota esa ikkilangan bog'lamda bog'langan bo'ladi va ushbu tuzilma tabiiy ravishda olein kislotaaning sis-shaklda vujudga keladi. Shunga qaramay, olein kislota gidrogenlar ikkilangan bog'lamga biriktirilishi (gidrogenizatsiya) natijasida to'g'rilanishi mumkin va u to'yintirilishi mumkin. Bunday holatda, u trans-shaklga ega bo'ladi.

Agar sis-shaklda bir necha xil yog'li kislotalar mavjud bo'lsa, ular uchun tuzilish bo'yicha ketma-ket turish qiyin, ammo agarda ular trans-shaklda bo'lsa, ular bir-biri bilan yaqin holatda turishi mumkin. Trans-shakllarda, ular ko'proq to'yingan yog'li kislotalarga o'xshaydi, ularning erish nuqtasi yuqori bo'ladi. Bu tuzilishning barqarorligiga ta'sir ko'rsatishi mumkin, va buning oqibatida trans-yog'lar qandolot mahsulotlarini pishirishda barqarorlashtiruvchi (stabilizator) sifatida ishlatiladi.

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

Yog'lar eng avvalo odamning ovqatida muhim energetik ahamiyatga ega. Yog'larning uglevod va oqsillarga nisbatan yuqori kaloriyaligi organizm katta miqdorda energiya sarflayotganda ular o'ziga xos energetik qiymat beradi. Agar 1g

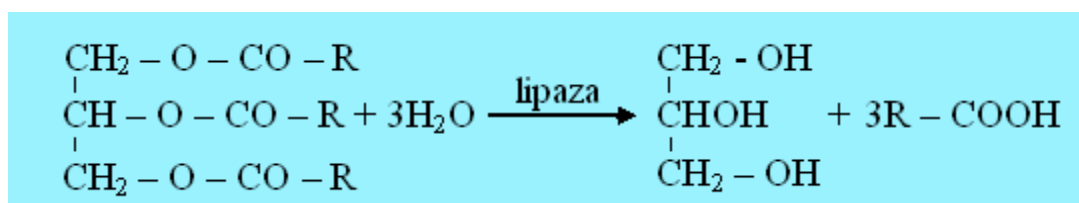


uglevod yoki oqsil
oksidlanganda
organizm 17,2 kj
(4,1 kkal) energiya
olsa, 1g yog'
oksidlanganda 38,9

kJ (9,3 kkal) energiya oladi.

Ozuqa mahsulotlari lipidlarning tarkibida neytral yog'lar (triglitsferidlar) eng ko'pmiqdorda bo'ladi. Fosfolipidlar, steridlar va boshqa lipidlar anchakam miqdorda bo'ladi.

Yog'lar bilan organizmga ma'lum miqdorda to'yinmagan (almashinmaydigan) yog' kislotalari – linol, linolin, araxidon kislotalari kiradi.

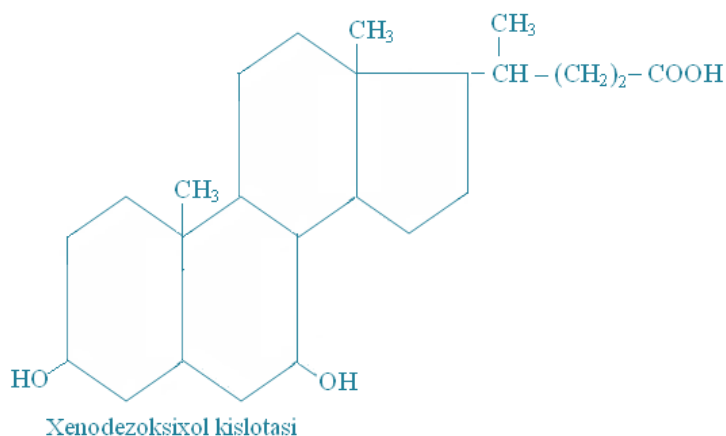
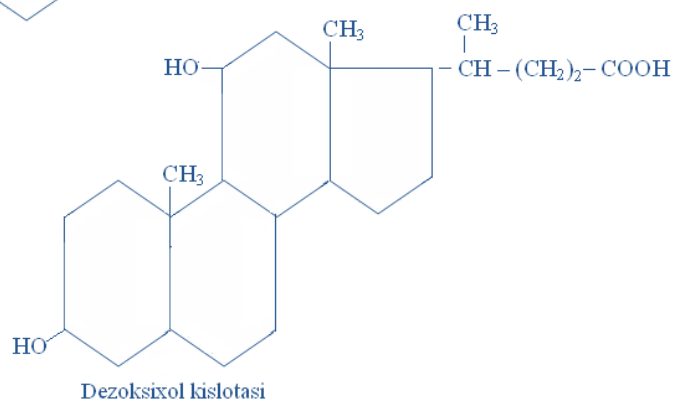
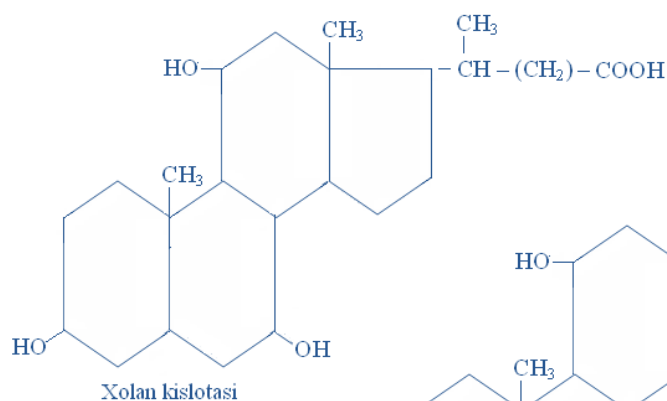


Ularning organizm uchun ahamiyati katta. Jumladan, araxidon kislotasi maxalliy garmonlar - prostoglandinlarning biosentizi uchun birlamchi homashyo bo'lib xizmat qiladi. Linol va lanolin kislotalaridan esa araxidon kislotasi sintezlanadi. Organizmga ozuqa bilan kirgan neytral yog'lar oshqozon-ichak yo'lida lipaza fermentlari ta'sirida glitserin va yog' kislotalariga gidrolitik parchalanadi.

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

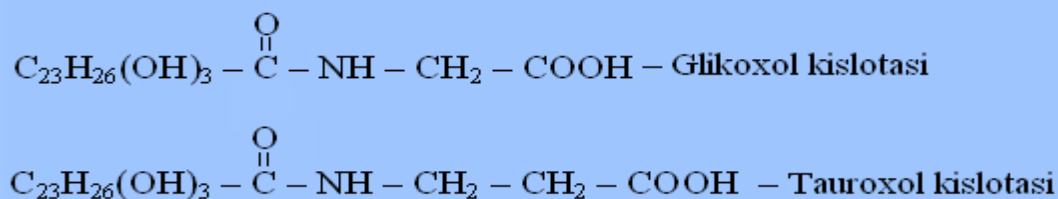
Lipidlarni hazm bo'lish jarayonida ularning *emulgirlanishi* hal qiluvchi ahamiyatga ega. Jigardan o't suyuqligi bilan o'n ikki barmoqli ichakka quyilayotgan o'tkislotalarining tuzlari yog'larni kuchli emulgirlash ta'siriga ega. O't kislotalari kimyoviy tabiatlari bo'yicha *xolan kislotasining* hosilalari

hisoblanadi. Odamning o't suyuqligida asosan *xol*, *dezoksixol* va *xenodezoksixol* kislotalari ko'p miqdorda bo'ladi.



O't kislotalari o't suyuqligi tarkibida aminokislota *glitsin* yoki *taurin* bilan konyugatsiyalashgan shaklda bo'ladi. Odamning o't suyuqligida asosan juft bo'lgan o't kislotalarining natriyli tuzlari – glikoxol, glikodezoksixol, glikoxenodezoksixol, (barcha o't kislotalarining $\frac{2}{3}$ – $\frac{4}{5}$ qismi) va tauroxol, taurodesoksixol va tauroxenodezoksixol ($\frac{1}{3}$ – $\frac{1}{5}$ qismi) bo'ladi. Bu birikmalar

o'zaro peptid bog'i bilan bog'langan tegishli o't kislotasi va glikokol (aminokislota – glitsin) yoki taurindan tuzilgan.



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

Yog'larning gidrolizlanishi natijasida hosil bo'lgan monoglitseridlar ichak devorlariga so'riladi va yoki triglitseridlarning sinteziga jalb qilinadi hamda ichak lipazasi ta'sirida parchalanadi. Yog'larni gidrolizidan hosil bo'lgan glitsirin va qisqa (karbon atamalari 10 dan kam bo'lgan) zanjirli yog' kislotalari qonga so'riladi. So'rilish ingichka ichakning proksimal qismida sodir bo'ladi. Yaxshi emulgirlangan yog'lar ichak devorlari orqali oldindan gidrolizlanmasdan qisman so'rilishi mumkin. Lekin yog'larning asosiy qismi faqat pankreatik lipazalar bilan erkin moy kislotalari, monoglitseridlar va glitseringa parchalangandan keyin so'riladi. So'rilgan yog' kislotalari, glitserin va monoglitseridlardan ichakning epiteliyal hujayralarida spetsifik triglitseridlar va fosfolipidlar qisman sintezlanadi. Ichak epiteliyalarida resintezlangan yoki ichak bo'shlig'ida oldindan gidrolizlanmasdan so'rilgan yog'larning ko'p qismi yuqori darajada dispergirlanganligi tufayli limfatik sistemalar orqali qonga tushadi. Qonda triglitseridlar (80%), oqsillar (2%), fosfolipidlar (7%) va xolesterin (8%) xilomikronlar deb ataladigan mayda turg'un kompleks zarrachalarni hosil qiladi. Ularning razmeri 0,1-5 mikrondan oshmaydi. Neytral yog'larning boshqa qismi yanada mayda kichik zichlikdagi lipoproteidlarni (KZL) va juda kichik zichlikdagi lipoproteidlarni (JKZL) hosil qiladi. Ular xilomikronlardan va o'zaro faqat

o'lchamlari bilangina emas, balki komponentlarini foizli nisbatlari bilan ham farq qiladi. Barcha bu zarrachalar odam organizmida lipidlarni formasi hisoblanadi.

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

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

4.2. LIPIDLARNING ORALIQ ALMASHINUVI

Oziq-ovqat tarkibining ko'pgina qismini yog'lar va yog'simon moddalar tashkil etadi. Insonning yoshiga, jismoniy bandligiga, klimatik sharoitiga qarab uning bir kunlik yog'larga ehtiyoji 70g dan 100g gacha boradi.

Yog'larning organizm uchun energetik qiymati yuqorida ta'kidlanganidek, juda yuqori bo'lib, bir gr yog' oksidlanganida shu miqdordagi uglevod yoki oqsillarga qaraganda ikki marta ko'p energiya ajraladi. Inson kundalik parhezidagi yog'larning energiyasi uning bir sutkadagi energiyaga bo'lgan ehtiyojini uchdan biridan yarmigacha bo'lganini tashkil qiladi.

Yog'da eruvchi vitaminlar almashmaydigan yog' kislotalar ham lipidlar orqali odamga yetkaziladi. Biologik faol moddalar bo'lmish prostaglandinlar, tromboksanlar va leykotrienlarning sinteziga zarur bo'lgan xomashyo ham lipidlar tomonidan ta'minlanadi.

Lipidlarning asosiy massasi atsilglitserollar bo'lib, lipolitik fermentlar (lipazalar) orqali gidrolizlanadi. Hayvon va odamlarda triatsilglitserollarning gidrolizi pankreatik va ichak tarkibidagi lipazalar ta'sirida, ingichka ichaklarda sodir bo'ladi. Katta yoshdagi inson oshqozonidagi suyuqlik tarkibida lipaza fermenti borligi aniqlangan. Lekin, bu fermentni faolligi juda past bo'lib, u faqat sut tarkibidagi emulsiya holdagi yog'larni gidrolizlaydi. Bu fermentning faolligi pH 4,0- 4,5 bo'lganda namoyon bo'ladi. Ona suti bilan oziqlanadigan yosh bolalar

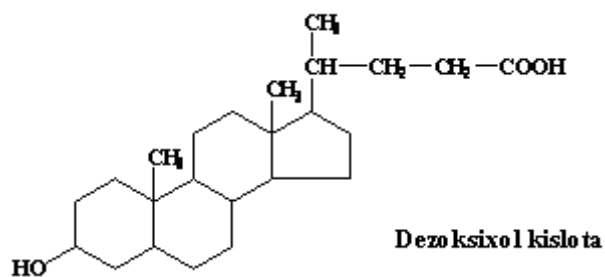
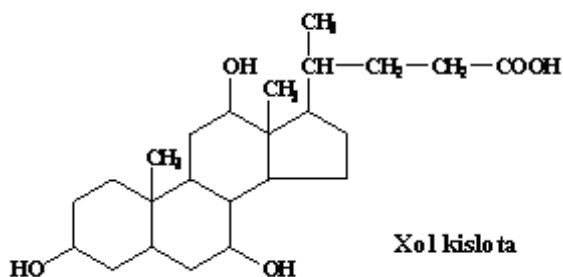
oshqozonining pH i kuchsiz kislotali muhit bo'lganligi uchun, sut tarkibidagi yog'lar tez gidrolizga uchrab, bolalarning sut bilan oziqlanishida muhim rol o'ynaydi.

Lipolitik fermentlar globulyar oqsillar bo'lganligi uchun suvda yaxshi eriydi. Yog'lar esa suvda erimaydi, demak, yog'lar gidrolizi lipidlar bilan suv fazalarining orasidagi yuzada sodir bo'ladi. Xulosa qilish mumkin, yog' qancha emulgirlangan bo'lsa, fermentning ta'sir qilish yuzasi ko'p bo'lib, gidroliz tez bo'ladi.

Ichakda yog'larning emulsiyalanishi uchun qulay sharoit mavjud. Birinchidan, bu yerda oshqozon shirasining kislotasi, bikarbonat ishtirokida neytrallanadi. Reaksiya natijasida ajralib chiqadigan CO₂ pufakchalari ovqatning hazm qilish shiralari bilan yaxshi aralashishiga sharoit tug'diradi.

Enzim oshqozon osti bezidan nafaol, zimogen prolipaza shaklida ajratilib, ingichka ichakda faol lipazaga aylanadi. Yog'larning ichakda hazm bo'lishida o'n ikki barmoqli ichakka quyiladigan o't tarkibidagi ishqoriy reaksiya beradigan o't kislotalarining tuzlari muhim rol o'ynaydi. Ular yuza tarangligini pasaytirib, yog' tomchilarini mayda zarrachalarga bo'lib yuboradi va lipaza fermentining ta'sirini yengillashtiradi. O't kislotalar steorid strukturaga ega bo'lib, to'la to'yingan steron halqasi va 5 uglerodli yon shoxchadan tashkil topgan.

Odam o'tida, asosan quyidagi o't kislotalar uchraydi: xolat kislota, 3, 7, 12 - trioksixol kislota; dezoksixol kislota -3,12 dioksixol kislota va boshqalar. Bu o't kislotalar erkin xolda bo'lmay, glitsin yoki taurin bilan birikib, qo'sh kislotalar shaklida o't tarkibida bo'ladi.



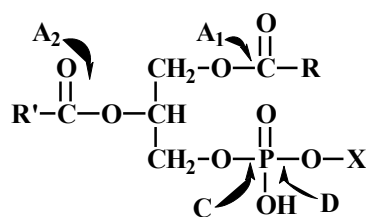
Muhitda Ca_2^{++} bo'lsa, gidroliz tezlashadi, chunki ajralgan yog' kislotalar kalsiyli suvda erimaydigan sovun hosil qilib, tizimdan chiqadi. Lipaza ta'sirida avval di-, so'ngra monoglitseridga aylanadi, oxirida glitserin va yog' kislotalarigacha parchalanadi.

Oshqozon bezining shirasi tarkibida esterazalar ham mavjud bo'lib, ular qisqa zanjirli yog' kislotalarning efir bog'larini, xolesterin efirlarini gidrolizlaydi. Keyingi navbatda, ingichka ichakda o't kislota tuzlari va sovunlar bilan emulgirlangan yog' kislotalar, mono-, di-, triglitseridlar bo'lib, ichak devorlari orqali so'riladi. Glitserin kichik molekulali yog' kislotalar bilan birga qon orqali jigarga boradi. Uzun zanjirli yog' kislotalar esa triglitseridlar shaklida, limfa tizimiga qo'shiladi.

Uzun zanjirli yog' kislotalarning ichak devorlari orqali so'rilishida o't kislotalari yordam beradi. Jigar funksional holatining buzilishi, o't yo'lining berkilib qolishi hisobiga ichakka o't suyuqligi tushmay qolsa, lipidlarning so'rilishi keskin izdan chiqadi.

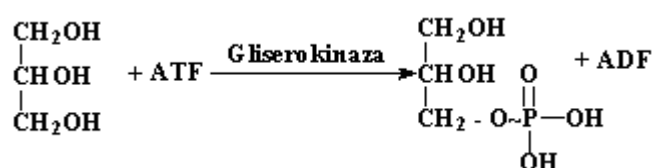
O't va yog' kislotalar bilan suvda eruvchi xolin kislotalar kompleksini hosil qilib, ichak devorlarida so'riladi. Shu vaqtning o'zida ular epiteliy hujayralarida dissotsiatsiyalanib, vena orqali jigarga boradi va o't suyuqligi bilan birga yana 12 barmoqli ichakka tushadi. Yog' kislotalar monoglitseridlar triglitseridlarga aylanib limfa tizimiga o'tadi. Ichak epiteliy hujayralarida sintezlangan triglitseridlar yog' depollariga o'tib, so'ng organizm ehtiyojiga qarab sarflanadi.

Fosfolipidlar gidrolizlanganda glitserin uzun zanjirli yog' kislotalari, azot asoslari va fosfor kislotalari hosil bo'ladi. Mazkur jarayonni katalizlovchi turli xil spetsifik fosfolipazalar mavjud. Fosfolipid tarkibidagi murakkab efir bog'larini turiga qarab gidrolizlovchi fosfolipazalar A_1 , A_2 , S, D deb ataladi.

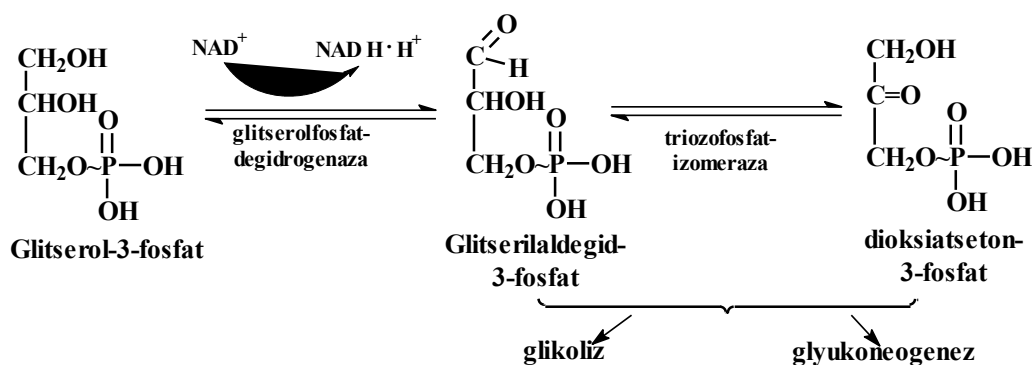


X-azotli asoslar

Keyingi metabolitik jarayonlarda triglitserid va fosfolipidlarning katalizidan hosil bo'lgan mahsulotlar almashinuvi davom etadi. Organizmda glitserinning almashinuvi bir necha yo'l orqali amalga oshadi. Lipidlar gidrolizidan hosil bo'lgan glitserinning ko'p qismi triglitseridlar resinteziga sarflanadi. Glitserin almashinuvining ikkinchi yo'lida uning oksidlanishidan hosil bo'lgan mahsulot glikoliz yoki glyukoneogenez metabolizmi bilan umumlashib ketishidir. Glitserin almashinuv yo'lining har xilligidan qat'i nazar, reaksiyaning boshlanishi fosforlanish bo'lib, fosfat guruhining donori sifatida ATF hizmat qiladi.



Glitserofosfat (glitserinning faol shakli) NAD ga bog'liq glitserolfosfatdegidrogenaza ta'sirida degidridlanib, triozofosfatlar hosil bo'ladi. Yuqorida ta'kidlanganidek, sintezlangan mahsulotlar glikoliz yoki glyukoneogenez (glyukoza sintezi) almashinuviga qo'shiladi. Shunday qilib, yog' almashinuvi bilan uglevod metabolizmini tutashtiruvchi "ko'priklar" dan biri – triozofosfatlar hisoblanadi.



Gormon ta'sirida faollashgan lipaza lipoliz jarayonining asosiy regulyatori bo'lib, ko'p gormonlar bu fermentni faollashtirishda ishtirok etadi.

Yuqori darajada energiya sarfini talab qiladigan jismoniyish va organizmning boshqa holatlarida yog'lar yog' depolarida lipolizga uchrab glitserin va yog' kislotalarini hosil qiladi. Parchalanishning ohirgi mahsulotlari yog' depolaridan

qonga o'tadi, so'ngra ular tananing to'qima va organlarida energetik material sifatida ishlatiladi.

Yog' to'qimalarida bir necha lipazalar bo'ladi, ulardan tri-, di- va monoglitserid lipazalar eng katta ahamiyatga ega. Oxirgi ikkita fermentning faolligi birinchi fermentning faolligidan 10-100 marta ortiq. Triglitseridlipaza o'z navbatida adrenalin, noradrenalin, glyukagon va boshqa gormonlar bilan faollashadi.

Lipoliz shunday jarayonki, unda triglitseridlar glitserol va yog'li kislotalarga parchalanadi. Ushbu jarayon insulin va katexolamin kabi gormonlar orqali tartibga solinadi. Jarayon triglitserid yog'li lipazasi (ATGL), gormonni sezuvchi lipaza (HSL) va monoatsilglitserin lipaza (MGL) fermentlarining faollashuvini talab qiladi, ular faollashganda umurtqa pog'onasidagi glitserin tarkibidan yog'li kislotalarni olib tashlaydi, natijada uch yog'li kislotalar va glitserin hosil bo'ladi.

1 jadval. Lipoproteinlarning tarkibi (kompozitsiyasi)

Lipoprotein						MWt ($\times 10^{-6}$)	Zich roq, ko'p roq oqsil	Ko' pro q lipi d
	Oqsil	Triatsil - glitseri n	Xolest erin	Xole steri neste r	Fosfol ipid			
Xilomikron	1-2	85-90	2-3	2-3	6-8	>400		
VKDL	8-10	50-55	6-8	14- 16	16-20	5-10		
LDL	18-22	6-10	8-12	35- 45	20-25	2-5		
XDL	47-52	3-6	2-4	12- 18	25-30	0.2- 0.4		

ATGL birinchi erkin yog'li kislotalarning parchalanishini boshlaydi, ayni paytda HSL esa ikkinchi yog'li kislotalarni parchalaydi, shundan so'ng MGL yog'li kislotalarning bartaraf qilish jarayonini tugatadi.

Lipoliz jarayoni yog'li to'qimalarda, shuningdek muskullarda sodir bo'ladi, demak mushak to'qimalari tarkibida haqiqatdan ham triglitseridlar mavjud ekan.

LDL va VLDL kabi lipoproteinlar tarkibida, shuningdek lipolizga yuz tutuvchi triglitseridlar ham mavjud. Biroq, bunday holatda triglitseridlar turli fermentlar, ya'ni LPL yordamida parchalanadi. Lipoproteinli plazma yog'li to'qima yoki mushaklar sohasida yog'li kislotalarning yoki glitserinning lipoproteindan endotelial hujayralar orqali chiqariladi, va shu orqali istalgan adipotsitlar (taom iste'mol qilgandan keyin) yoki mushak to'qimalari (mashg'ulotlarni bajarish davomida) orqali yog'li kislotalarning qabul qilishiga (so'rilishiga) olib keladi.

Lipoliz jarayoni mashqlarni bajarish jarayonida, shuningdek turli to'qimalar orqali energiya manbai sifatida yog'li kislotalarga nisbatan ehtiyoj paydo bo'lganda taom iste'mol qilgandan keyin bir necha soat (taxminan olti soat va undan ko'proq vaqt) davomida sodir bo'ladi. Lipoliz jarayoni taom iste'mol qilgandan keyin; xususan, agarda taom tarkibida uglevodlar miqdori yuqori bo'lsa, bir-ikki soat davom etmaydi.

Yog'li kislotalar va glitserin yog'li to'qimalar tomonidan lipoliz natijasi sifatida chiqariladi va yog'larni qon tarkibiga olib kiradi. Glitserin, yog'likislotalar qondagi albumin molekulasiga bog'langan paytda tez eriydigan modda hisoblanadi.

Glitserinning oksidlanishi.

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

Hosil bo'lgan glitseraldegid – 3 – fosfat so'ngra uglevodlarning glikoliz va aerob oksidlanish yo'li bilan 3CO_2 va $3\text{H}_2\text{O}$ gacha to'la parchalanadi. Jarayonning energetik samaradorligiga glitserinni 1 molekula pirouzum kislotasigacha oksidlanishida 1 molekula ATF ($2-1=1$) sintezlanadi va 2 molekula NAD NADH₂ gacha qatytariladi. Pirouzum kislotasi 3 karbon kislotalar siklida to'la parchalanganda 15 molekula ATF hosil bo'ladi. Jami 1 molekula glitserin 3CO_2 va $3\text{H}_2\text{O}$ gacha to'la parchalanganda $1+6+15=22$ molekula ATF sintezlanadi.

Yog' kislotalarining β -oksidlanishi.

F.Knop 1904 yilda yog' kislotalarining β -oksidlanish gipotezasini taklif qildi. Bu gipotezaga binoan organizm to'qimalarida yog' kislotasi molekulasining oksidlanishi β -o'rinda sodir bo'ladi: natijada yog' kislotasi molekulasining karboksil guruhi tomonidan ikki uglerodli fragmentlar birin-ketin uzilaboradi.

Yog' kislotalar avvalo hujayraning gialoplazmasida ATF va HS – KoA ishtirokida faollashadi va karnitin yordamida mitoxondriyaning matriksiga tashiladi. Demak yog' kislotalarining β -oksidlanish jarayoni mitoxondriyada sodir bo'ladi. Bu jarayonning o'zi to'rtta bosqichdan iborat.

Bir marta mitoxondrial matritsaga kirib qolgandan keyin faollashtirilgan yog'li kislotalar-oksidlanish jarayonini boshidano'tkazadi. Shuni yodda tutingki, yog'li kislotalar (garchi ular asosan uglerod va vodoroddan iborat bo'lsada) faqat uglerod, vodorod va kisloroddan iborat bo'ladi. Oksidlanish jarayonibirqatoratsetil KoA larning hosil bo'lishiga olib keladi, ular esa o'z navbatida UKK sikliga mansub bo'ladi.

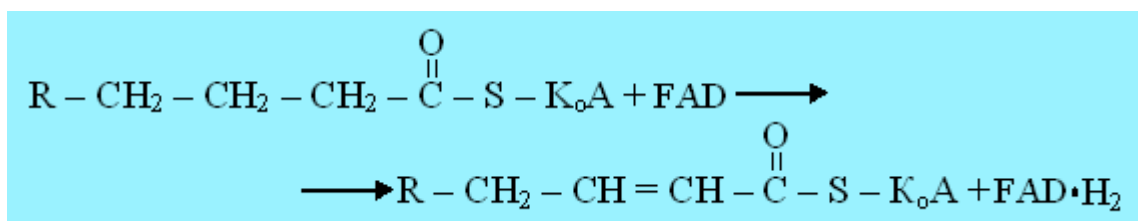
Shuningdek, har bir sikl yakunida faollashtirilgan yog'li kislotalar atsetil-KoAning shakllanishi tufayli ikkita uglerodga qisqaradi. Sikllar soni orqali yog'li kislotalarda oksidlanish jarayoni sodir bo'ladi va aynan u atomlar sonining qancha bo'lishini belgilab beradi.

16 uglerodli yog' kislota yetti sikldan iborat bo'ladi, chunki oxirgi sikl ikki atsetil-KoAning lipid to'rt uglerodli atsil-KoAdan paydo bo'lishiga olib keladi.

ATFlarning umumiy soni 16 uglerodli yog'li kislotalarning β -oksidlanish jarayonidan o'tib hosil bo'ladi va u 131 tani tashkil qiladi (6.17 rasm). U etti NADdan hosil qilinib, u 21 ATFlarni (yodda tutingki, har bir NAD oksidant fosforilatsiyadan 3 ATFni hosil qiladi) hamda etti FADH_2 ta'minlab beradi, buning natijasida 14 ATF hosil bo'ladi (yodda tutingki, har bir FADH_2 oksidant fosforilatsiya natijasida qayta oksidlanadi va ikki ATFni hosil qiladi). Bundan tashqari, sakkiz atsetil-KoA ham shakllanib, u 96 ATFni ta'minlab beradi (yodda tutingki, UKKsikli orqali o'tuvchi har bir atsetil-KoA uchun 12 ATF shakllantiriladi).

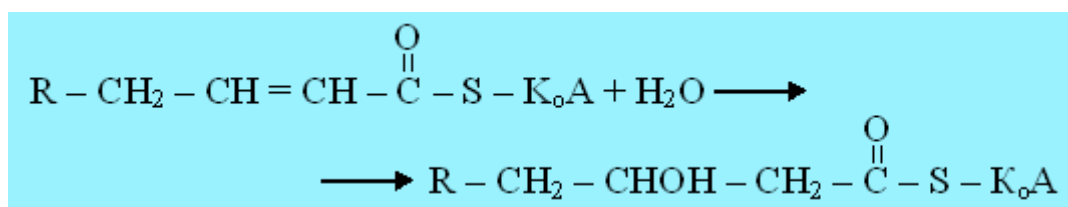
Ikki narsa hozirda aniq: birinchidan, ko'p miqdordagi energiya yog'li kislotalarning oksidlanishi natijasida vujudga keladi (albatta, glyukozadan ko'ra ko'proq); va ikkinchidan, yog'li kislotalar faqatgina aerob harakatlar paytida UKK siklidan boshlab foydalaniladi va bunda oksidli fosforilyatsiya talab qilinadi.

Birinchi bosqich – degidriylanish. Prostetik guruh (kofermenti) FAD bo'lga

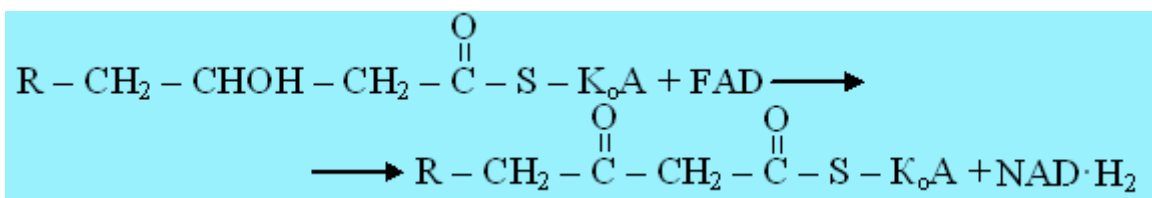


n atsil – KoA – degidrogenaza fermenti ta'sirida atsil – KoA molekulasi ikkita vodorod atomi (α va β holatdagi) ajralib chiqib enoil – KoA ga aylanadi. Tarkibida FAD tutgan atsil – KoA – degidrogenazalarning atsil – KoA molekulasida karbon zanjirining uzunligiga nisbatan spetsifik bir necha turlari bo'ladi.

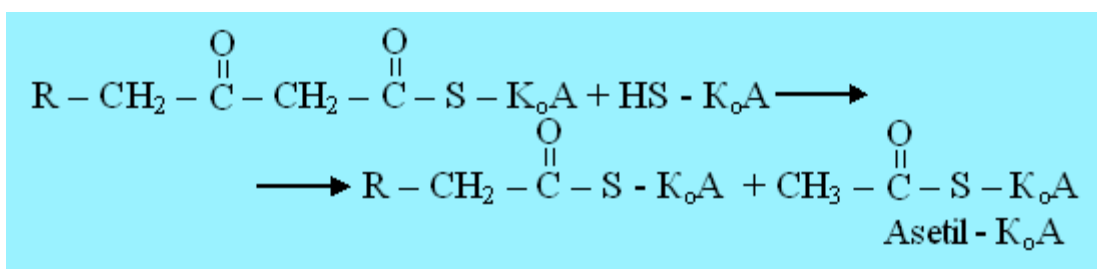
Ikkinchi bosqich – gidrotatsiya. To'yingan (yoki enoil) – KoA 1 molekula suvni biriktirib olib, β – oksiatil – KoA ga aylanadi. Reaksiyani enoil-KoA – gidrotaza katalizlaydi.



Uchinchi bosqich – ikkinchi degidriylanish. Hosil bo'lgan β -oksiatsil-KoA (yoki 3-oksiatsil-KoA) so'ng koferment sifatida NAD tutgan 3-oksiatsil-KoA-degidrogenaza fermenti ta'sirida degidriylanib, β -kitoatsil-KoA (3-oksiatsil-KoA) ni hosil qiladi.



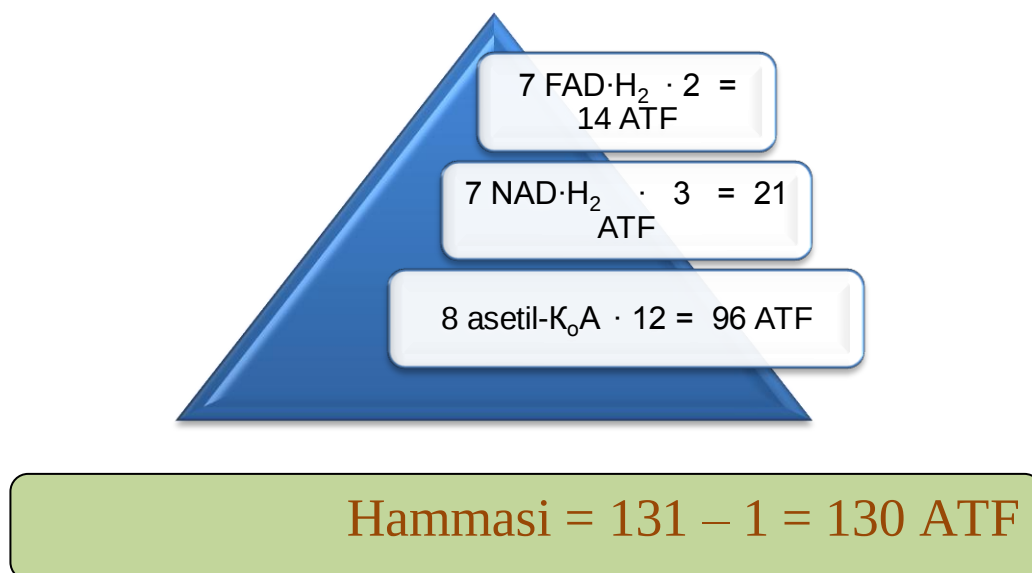
To'rtinchi bosqich – tiolitik parchalanish. Atsetil – KoA – atsetiltransferaza (tiolaza) fermenti va HS-KoA ishtirokida β - ketoatsil-KoA tiolitik parchalanishga duchor bo'ladi va natijada 1 molekula atsetil – KoA va 2 ta karbon atomiga qisqargan atsil –KoA hosil bo'ladi.



Shunday qilib, β -oksidlanish jarayonida atsil-KoA kofermentlari FAD va NAD bo'lgan dehidrogenazalar ishtirokida ikki marta degidriylanib tiolitik parchalanadi. Natijada ikkita karbon atomiga kamaygan atsil-KoA va sirka kislotasining faol shakli – atsetil – KoA hosil bo'ladi. Bu sikl atsil – KoA dan to ikki molekula atsetil – KoA hosil bo'lguncha takrorlanadi. Hosil bo'lgan atsetil - KoA lar so'ng Krebs sikliga to'la 2CO_2 va $2\text{H}_2\text{O}$ gacha parchalanadi.

Yog' kislotalarining har bir β -oksidlanish siklida 1 molekuladan $\text{FAD} \cdot \text{H}_2$, $\text{NAD} \cdot \text{H}_2$ va atsetil-KoA. Birinchi ikkita substrat o'zlarining vodorod elektronlarini nafas olish zanjiriga beradi va u yerda muvofiq ravishda 2 va 3 molekuladan ATF sintezlanadi. Atsetil-KoA Krebs siklida $2\text{H}_2\text{O}$ va 2CO_2 oksidlanadi. Tarkibida 16 ta uglerod atomini tutgan palmitin kislotasi oksidlanganda sikl 7 marta takrorlanadi va $7\text{FAD} \cdot \text{H}_2$, $7\text{NAD} \cdot \text{H}_2$ va 8 atsetil-KoA hosil bo'ladi.

Bir molekula palmitin kislotasini to'la CO_2 va H_2O gacha oksidlanishining energetik samaradorligi (bu jarayon ham mitoxondriyada sodir bo'ladi) quyidagicha ko'rinishga ega:



Shunday qilib 1 molekula palmitin kislotasining β -oksidlanishini energetik samaradorligi 130 molekula ATFni tashkil qiladi.

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

Keton tanachalarini hosil bo'ishi.

α -oksidlanish jarayonining har bir siklida to'rt xil reaksiya mavjud bo'lib, har bir reaksiya natijasida FADH_2 va NADH shakllanadi. Shuningdek, har bir sikl yakunida faollashtirilgan yog'li kislotalar atsetil-KoAning shakllanishi tufayli ikkita uglerodga qisqaradi. Sikllar soni orqali yog'li kislotalarda-oksidlanish

jarayoni sodir bo'ladi va aynan u atomlar sonining qancha bo'lishini belgilab beradi.

16 uglerodli yog' kislota yetti sikldan o'tadi, chunki oxirgi sikl ikkita asetil-KoAning yog'li to'rt uglerodli atsil-KoA dan paydo bo'lishiga olib keladi. ATF larning umumiy soni 16 uglerodli yog' kislotalarning oksidlanish jarayonidan o'tib hosil bo'ladi va u 131 tani tashkil qiladi. Bundan tashqari, sakkiz atsetil-KoA ham shakllanib, u 96 ATF ni ta'minlab beradi (yodda tutingki, UKK sikli orqali o'tuvchi har bir atsetil-KoA uchun 12 ATF shakllantiriladi).

Agar atsetil-KoA ni hosil bo'lishi uni Krebs siklida oksidlanish imkoniyatidan ustunlik qilsa, ortiqcha qismi atsetoatsetil-KoA ga aylanadi. Ortiqcha to'planayotgan vaqtda atsetoatsetil-KoA $\text{NAD} \cdot \text{H}_2$ dan vodorodni biriktirib olib v-gidroksimoy kislotasigacha qaytarila oladigan erkin *atsetosirka kislotasiga* aylanadi.

Atsetosirka kislotasining dekarboksillanishi natijasida *atseton* hosil bo'ladi.

Atsetosirka, v-gidroksimoy kislotalari, hamda atseton – *ketontanachalari* nomini olgan. Ularning kuchaygan (ko'p) hosil bo'lishi ketoz deb ataladi. Qonda keton tanachalarining ortiqcha yig'ilishi – *ketonemiya*, siydik bilan chiqarilishi esa – *ketonuriya* deb ataladi. Keton tanachalarining hosil bo'lish joyi jigar hisoblanadi va u yerdan qonga o'tadi.

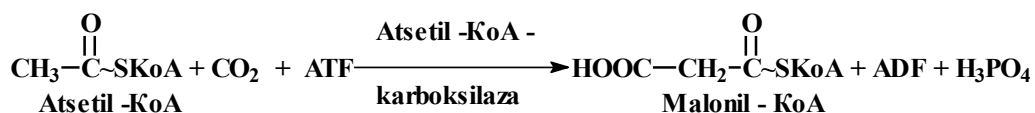
Uzoq davom etadigan muskul faoliyatida ishlayotgan muskullarga qon bilan olib kelinayotgan yog' kislotalari singari atsetosirka va β -gidroksimoy kislotalari ham energiya manbaalari sifatida muhim ro'l o'ynaydi. Biroq, moddalar almashinuvining patalogik buzilgan vaqtida (och qolganda, organizmning uglevod zahiralarini sarflanib bo'lganda, qand diabeti vaqtida, qachon uglevodlarning ishlatilishi qiyinlashib qolganda va yog' larning kuchli jalb qilinishi va oksidlanishi kuchayadi) keton tanachalarining haddan tashqari mahsulatlari atsetonni hosil bo'lishi kuzatiladi, bu o'z navbatida qonning atsidozi bilan va organizmning normal ishlab turishini buzilishi bilan sodir bo'ladi.

4.3. NEYTRAL YOG'LARNING BIOSINTEZI (FOSFOLIPIDLAR VA TRIGLITSERIDLAR)

Triglitsерid va fosfolipidlarning asosiy struktura bloklari sifatida α -glitserofosfat va atsil -KoA ning hosilasi (atsetil-KoA) hisoblanadi. α -Glitserofosfat glitserin tutuvchi lipidlarning parchalanishida hosil bo'ladigan glitserindan hujayrada sintezlanadi. Yuqori molekulali yog' kislotalari esa malonil-KoA ishtirokida biosintezlanadi. Yog' kislotalarining anabolizm jarayoni o'ziga xos xususiyatga ega:

- To'yingan yog' kislotalar sintezi, uglerod atomi C_{16} gacha (palmitin kislota) bo'lganlari eukariot hujayralarning sitoplazmasida sodir bo'ladi. Yog' kislota zanjirining keyingi uzunlashuvi mitoxondriyalardagi qisman endoplazmatik to'rdavom etib, u yerda to'yingan yog' kislotalari to'ynmaganlariga o'tadi.
- Yog' kislotalarining sintezi β -oksidlanish reaksiyasining teskarisi bo'lsa ham, lekin qurilish ashyosi sifatida har gal malonil-KoA ishtirok etadi.
- Yog' kislotalari anabolizm reaksiyalarini katalizlovchi enzimlar bir butun multifерment kompleks sifatida bo'lib, "yog' kislotalari sintetazasi" deb nomlanadi.
- Yog' kislotalari sintezining barcha bosqichlarida atsil qoldiqlarini faollashtirish, atsil tashuvchi oqsillarga bog'liq, β -oksidlanishda esa bu jarayon koenzim-A ishtirokida bo'ladi.

Malonil-KoA atsetil-KoA, CO_2 va ATF qo'shilmalaridan sintezlanadi:

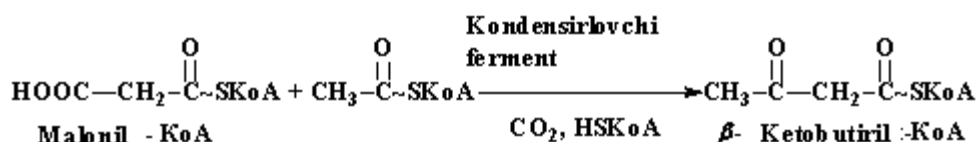


Atsetil-KoA- karboksilaza fermentining tavsifiga kengroq to'xtashga to'g'ri keladi. Chunki mazkur ferment polifunksional xususiyatga ega. Atsetil-KoA- karboksilaza tarkibida bir necha domenli strukturalarga ega bo'lgan polipeptid zanjiridan iborat bo'lgan fermentdir. Har bir domen polifunksional fermentda muayyan katilitik faollikka ega. Ayrim domenlar tarkibida kofaktorlar (kofermentlar) ham mavjud. Atsetil-KoA- karboksilaza tarkibida biotin-

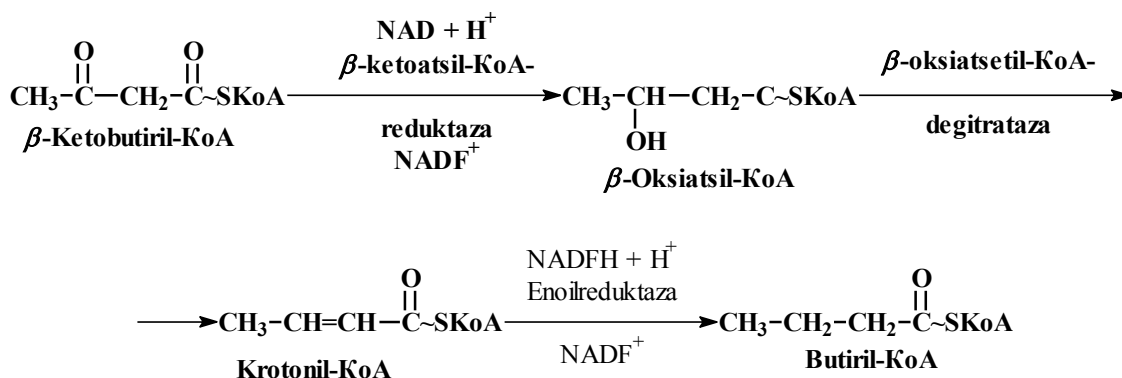
karboksilaza uzatuvchi domeni, biotin-karboksil tashuvchi domen va transkarboksilazali domenlar ham mavjud. Uchta domen, bir-birlari bilan bog'liq mutanosib holda malonil-KoA sintezini tezlashtiradi. Keyingi navbatda polifunksional fermentlar yuqori molekulali yog' kislotalarni sintezida ishtirok etadilar.

Yuqori molekulali yog' kislotalari sintezida ishtirok etuvchi sintetaza fermentida uch xil domenlar bo'lib, ular ham ma'lum funksional vazifani bajaradilar. Birinchi domen yog' kislota zanjirining elongatsiyasiga, ikkinchisi yog' kislotalar zanjirining shakllanishiga, uchinchi esa sintezlangan yog' kislota ferment kompleksidan ajralishiga javobgar hisoblanadi.

Yuqori molekulali yog' kislotalar biosintezining boshlang'ich bosqichida malonil-KoA va atsetil-KoA o'rtasida kondensatsiya reaksiyasi ketadi:



Hosil bo'lgan β -ketobutiril-KoA avval β -oksibutiril-KoA ga qaytarilib, degidrataza ishtirokida qo'sh bog' tutgan krotonil-KoA ga o'tadi. Krotonil-KoA qaytarilib, eng sodda moy kislota butiril-KoA hosil bo'ladi. Reduktaza fermentlari tarkibida NADF mavjud. Sintetazadagi domen yog' kislota zanjirini shakllantirish jarayonini quyidagicha tasvirlash mumkin:

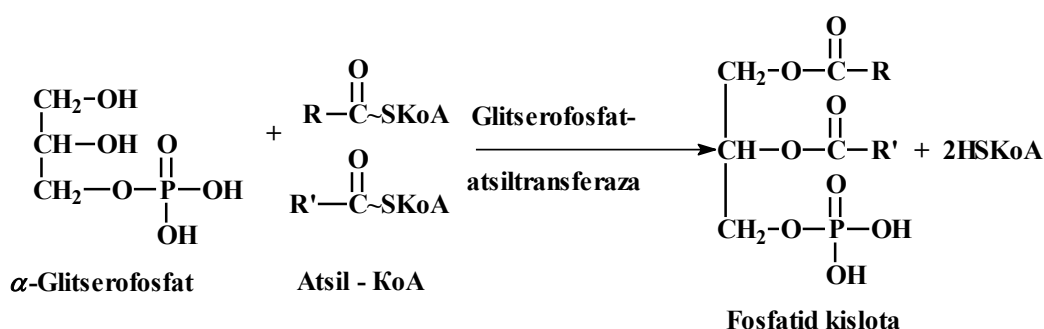


Yuqori molekulali yog' kislotalarning sintezi siklik xususiyatga ega. Sintezlangan butiril-KoA qaytadan yana navbatdagi siklga kirib, yangi ikki atomli atsilga ortadi. Misol uchun, palmitin kislotasini sintezlanishi uchun yuqoridagi

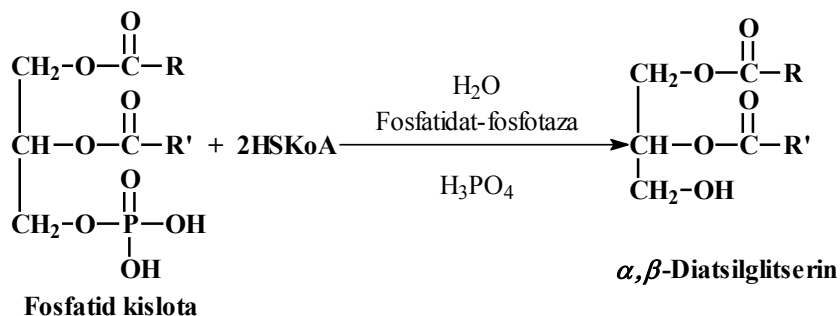
siklik reaksiya yetti marta qaytarilishi lozim. Har siklda atsil ikkita uglerod atomiga ko'payib boraveradi. Atsil radikallar tarkibidagi uglerod atomlarning soni 16ga yetganda, uchinchi domendagi tioesteraza faolligi tufayli yog' zanjiri fermentdan ajraladi.

Triglitsyeridlar sintezi yog'li yoki boshqa to'qimalarda aksariyat, zaxira sifatida to'planadi. Bu jarayon endoplazmatik to'ring membranalarida davom etadi. Triglitseridlar sintezining birinchi bosqichida α -glitserofosfatning transatsilla-

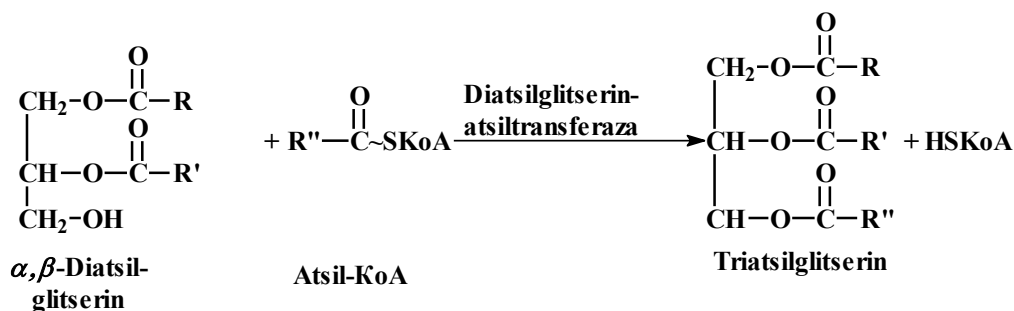
nishi bo'lib, fosfatid kislotani hosil bo'lishi bilan boshlanadi:



Keyingi reaksiyada fosfatid kislotani fosfatidat – fosfataza fermenti α - β -diatsilglitseringa katalizlaydi:



Oxirgi bosqichda α - β -diaglitsyerindagi OH-guruhi diatsilglitsyerin-atsiltransferaza fermenti orqali atsilirlanadi.



Triglitsideridlar sintezini tezlatuvchi fermentlar jigar hujayrasida, ichak devorlaridagi shilimshiq parda tarkibida, yog' to'qimalarida borligi aniqlangan. Ko'rsatilgan joylarda sintezlangan triglitsideridlar boshqa hujayra, to'qimalargamigratsiya qilinadi.

Sinov savollari

1. Lipidlar almashuvining organizm uchun ahamiyati.
2. Oshqozon ichak yo'lida yog'larning parchalanishi.
3. Yog'larning emulsiya holatiga kelishi uchun zarur bo'lgan omillar.
4. Yog' kislotalarining ichak devorlari orqali so'rilishi va qaytadan re-sintezlanishi.
5. Fosfolipidlar gidrolizini amalga oshiruvchi fermentlar.
6. Organizmda glitserin qanday usullar orqali metabolizmda ishtirok etadi?
7. Glitserinning oksidlanishi.
8. Yog' va uglevod almashinuvini tutashtiruvchi "ko'pliklar".
9. Yog' kislotalarining oksidlanishi.
10. Atsil guruhlarining mitoxondriyadagi transporti.
11. Mitoxondriyada yog' kislotasining oksidlanishi.
12. Keton tanachalari va ularning hosil bo'lishi.
13. Lipidlar biosintezi.
14. Lipidlar biosintezida ishtirok etuvchi fermentlar.
15. Moy kislota hosil bo'lish jarayonini chizmada ko'rsating.

Test savollari

1. Triglitseridlar tarkibidagi murakkab efir bog'lari qaysi fermentlar ishtirokida gidrolizlanadi?
a) fosfolipazalar; b) lipazalar;
v) fosforizalar; g) atsetilxolinesterozalar.
2. Yuqori yog' kislotalar katobolizmi qanday sodir bo'ladi?
a) qaytarilish asosida; b) α -oksidlanish yo'li bilan;

v) β -oksidlanish asosida; g) dekarboksillanish yo'li bilan.

3. O't kislotalar ishtirokida:

a) glitserin so'riladi; b) monosaxaridlar parchalanadi;

v) yuqori yog' kislotalar so'riladi; g) lipidlar emulgiralanadi.

4. Lipoproteinlipaza qaysi a'zoda joylashgan?

a) ingichka ichak epeteliyasida; b) ichak suyuqligida;

v) jigarda; g) oshqozon suyuqligida.

5. Ingichka ichak pardalarida trigletseridning resentezida ishtirok etadi:

a) yog' kislotalari; b) atsetil-KoA;

v) 3 - fosfoglitserat; g) diatsilglitserat.

6. Fosfolipidlarni gidrolizlovchi fermentlar:

a) fosfolipazalar; b) lipazalar;

v) esterazalar; g) atsetilxolinestrazalar.

7. To'qima lipazasi (triglitsidlipaza) qaysi gormon orqali faollanadi:

a) tiroksin; b) glyukagon;

v) adrenalin; g) insulin.

8. Yog' kislotalari oksidlanadi:

a) sitoplazmada; b) endoplazmatik to'rdagi;

v) sitoplazmatik membranada; g) mitoxondriya matriksida.

9. Fermentni aniqlang:



a) atsetiltransferaza; b) atsil-KoA sintetaza;

v) atsetil-KoA transferaza; g) atsetil-KoA atsiltransferaza.

10. Sitoplazmadan mitoxondriyaga faollashgan yog' kislotasini transport qiluvchi moddalar:

a) karnitin; b) sitrat;

v) malat; g) atsetat.

V BOB. NUKLEIN KISLOTALAR ALMASHINUVI

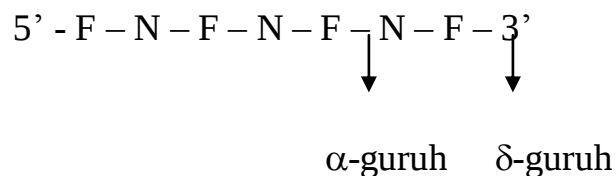
Kalit so'zlar: *transkripsiya, transliyatsiya, elongatsiya, initsatsiya, terminatsiya, triplet, kodon, genetik kod, terminator kodonlar, polipeptid zanjiri.*

Molekulyar biologiya, molekulyar genetika, gen muhandisligi va biotexnologiya fanlarining shakllanishida va hozirgi kunda jamiyat hayotida yetakchi o'rin egallab turishida nuklein kislotalar va ularning metabolizmi asosiy o'rin egallab kelmoqda.

Ozuqa mahsulotlari tarkibida nukleoproteinlar ma'lum miqdorda bo'lib, ovqat hazm qilish jarayonida oshqozon va ichak suyuqliklari tarkibidagi HCl va proteolitik fermentlar ta'sirida oqsil va nuklein kislotalarga parchalanadi. Nuklein kislotalar nukleazalar deb ataladigan fermentlar ta'sirida mononukleotidlarga ajraladi. Nukleazalar gidrolizlaydigan nuklein kislotalar turiga qarab dezoksiribonukleaza (DNK-aza) va ribonukleazalar (RNK-aza) ga bo'linadi.

Oshqozon osti bezi suyuqligi tarkibida DNK-aza va RNK-aza fermentlari bo'lib, ular ta'sir chegarasiga qarab quyidagi guruhlariga bo'linadi:

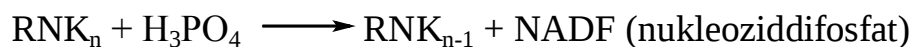
- zanjirdagi ichki nukleotidlararo bog'larga-endonukleazalar, ohirgi nukleotid qoldiqlariga-ekzonukleazalar ta'sir qiladi;
- bir zanjirli yoki ikki zanjirli nuklein kislotalarni parchalovchilar ;
- murakkab efir bog'lari 3' yoki 5' bo'lgan holda ta'sir etuvchilar;
- nuklein kislotalarni α yoki δ bog'lariga ta'sir etuvchilar;



H – nukleozid; F – Fosfst.

- purin yoki pirimidin azot asoslari bo'yicha ta'sir etuvchi fermentlar;
- restriktaza asosida ta'sir etuvchi enzimlar.

DNK va RNKlarning degradatsiyasi gidrolitik va fosforilitik nukleazalar ishtirokida sodir bo'ladi. Fosforilitik parchalanishda jumladan, RNK molekulasidan nukleotid qoldig'i noorganik fosfat kislotasiga uzatiladi.



Ushbu reaksiya hujayradagi noorganik fosfat kislota konsentratsiyasini bir me'yorda saqlanishida hizmat qiladi.

RNK -aza va DNK-azalarning hujayradagi vazifalari bir xil bo'lmaydi. Masalan, pankreatik ribonukleaza (RNK - aza I) ekzo-va endonukleaza xususiyatiga ega bo'lib, turli xil RNK larni parchalaydi. Bular bilan bir qatorda yuqori spetsifik to'qimali RNK-azalar bo'lib, ular RNK-dagi muayyan bog'larni uzishda xizmat qiladi. Bu reaksiya ribosom va transport RNK larni shakllanishida ishtirok etadi.

Oshqozon osti bezining tarkibidagi DNK - aza bir zanjirli molekulani 5' tomonidagi fosforil guruhidan boshlab oligodezoksiribonukleotidlarga parchalaydi. Taloq tarkibida aniqlangan DNK-aza II, DNK ning ikkita zanjiridagi 3' - 5' - fosfodiefir bog'larini katalizlab, 3'-fosfooligonukleotidlarni hosil qiladi.

Restriktaza fermentlari DNK-azaga o'xshab, DNK molekulasini depolimerlash jarayonini muayyan nuqtalardan boshlaydi. Restriktazalar yuqori spetsifiklikka ega bo'lib, ma'lum azot asoslari bo'yicha DNK molekulasini gidrolizlaydi. Bu fermentlar fag va viruslarga tegishli DNK molekulasini nukleotid qatorini aniqlashda, genetik muhandisligida keng qo'llaniladigan rekombinativ DNK (gibrid) tayyorlashda ishlatiladi.

Shunday qilib, oshqozon-ichak yo'lidagi bir qator fermentlar ovqatdagi nuklein kislotalarni nukleotid va nukleozid darajasigacha parchalaydi. Hosil bo'lgan mahsulotlar qonga so'rilib, hujayralarga yetkaziladi. Nukleotidlar nuklein kislotalar sintezida ishtirok etishi bilan birga organizmdagi boshqa metabolitik jarayonlarda ham qatnashadilar. Nukleotidlar nukleozidlar, purin va pirimidin asoslari, riboza va dezoksiribozalarga parchalanadi, yangidan sintezlanib, bir-biriga o'tadi. Bu o'zgarishlar turli fermentlar ta'sirida, bir qator oraliq bosqichlari orqali sodir bo'ladi.

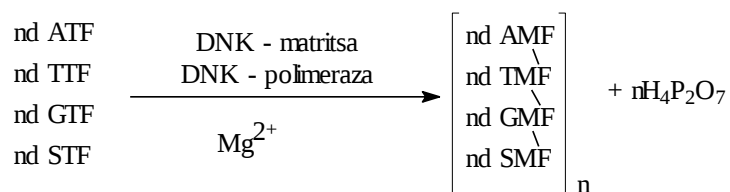
5.1. REPLIKATSIYA

Nuklein kislotalarning sintezi uchun DNK zanjiri, oqsil biosinteziga matritsa (qolip) sifatida i-RNK xizmat qiladi. DNK ning sintezi DNK-matritsaning ikki zanjirida, RNK sintezi esa uning bir zanjirida amalga oshadi. Aksariyat holatda DNK zanjiri bir-biridan ajralgan va tegishli sharoit asosida sodir bo'ladi. Biopolimerlarning shakllanishida matritsadan tashqari yana substratlar, reaksiyani katalizlovchi fermentlar zarur bo'ladi. DNK sintezida substrat sifatida dezoksiribonukleozidtrifosfat, RNK uchun ribonukleozidtri-fosfatlar bo'lishi kerak. Oqsil sintezida esa substrat vazifasini aminoatsil-t-RNK bajaradi.

Nuklein kislotalarning matritsa sintezida ishtirok etuvchi fermentlar DNK-yoki RNK-polimerazalardir. Ayrim holda i-RNK faqat oqsil sintezida matritsa bo'lmasdan, balki DNK biosintezi uchun ham qolip vazifasini bajarishi mumkin. Bunday jarayonni teskari transkriptaza fermenti bajaradi. Biopolimerlarning matritsali uch xil sintezi uch bosqichdan iborat: a) initsiatsiya-ikki monomerdan polimerning boshlanishi; b) elongatsiya-polimer zanjirining uzayishi; v) terminatsiya-matritsali sintezning yakunlanishi. Prokariot va eukariot organizmlarda DNK ning sintezi bir xil bo'lishi kuzatiladi. Mazkur sintez asosida azotli asoslarning komplementarlik tizimi ($A=T$, $G=S$) bo'lib, bu jarayon har bir tur organizmning DNKsidagi nukleotid qatorini faqat ota-onasidagina bo'lmasdan, balki keyingi avlodlarga ham qat'iy bir xil holatda uzatilishini ta'minlaydi.

DNK sintezi (replikatsiya)

DNK-matritsasida DNK molekulasining ikki martadan ko'payish jarayonini replikatsiya deb ataladi. Replikatsiya reaksiyasining ketishi uchun bir zanjirli DNK-matritsa, dezoksinukleozidtrifosfatlar, fermentlar, magniy ionlari va ikki zanjirli DNK molekulasini bir biridan ajratuvchi oqsil omillari bo'lishi zarur. DNK biosintezini umumiy tarzda quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:



DNK biosintezi matritsa (qolip) DNKdan komplementar nusxa olish, ya'ni replikatsiya orqali amalga oshiriladi. Qo'sh spiralni bir-biridan ajratuvchi oqsil ta'sirida nukleotid zanjirlari bir-biridan ajraladi. Makromolekula birdaniga bir zanjirli dezoksipolinukleotidga aylanmasdan, balki ma'lum qismlargina ayri hosil qiladi. Prokariotlarda DNK molekulasi halqa shaklida bo'lib, ma'lum yerlaridan ori-sayt (Origin-replikatsiyani boshlanishi) boshlanib, DNK zanjiri ikkiga ajralgan ayri qarama-qarshi tomonlarga harakatlanadi. Eukariotlarda ori-saytlar ko'p miqdorda bo'lganligi uchun replikatsiya DNK molekulasining ko'p qismlaridan boshlanishi aniqlangan. DNK molekulasida AT jufti qayerda ko'p bo'lsa, o'sha nuqtalarda replikatsiya boshlanadi, chunki GS juftidagi bog'ni uzishga nisbatan AT bog'larni ajratish osondir.

Replikatsiyaning initsiatsiyasi

Hujayralarning bo'linishi DNK molekulasini replikatsiyasiga sababchi bo'ladi. DNK molekulasini ikkiga ajralishi xelikaza fermenti ta'sirida bo'ladi. Bu ferment DNK molekulasi orasida joylashib, zanjirni despirallab, ikkiga ajratadi. Mazkur jarayon ATF ishtirokida sodir bo'ladi. DNK molekulasidagi zanjirning yechilishi juda tez va muttasil bo'lganligi uchun DNK molekulasining ayrim yerlarida qo'shimcha bog'lar hosil bo'lib qoladi. Bunday bir-birlariga o'ta o'ralib ketgan qo'shimcha molekulalarni topoizomeraza fermentlari parchalab, yo'qotib turadi. Bunday fermentlarni girazalar deb ham ataladi. Ikkiga ajralgan DNK molekulasini stabil, turg'un holatda ushlab turadigan oqsillar mavjud bo'lib, ular DNK molekulasini qaytadan rekombinatsiyaga to'sqinlik qiladi. Mazkur oqsil SSB (single strand binding) deb ataladi. Shunday qilib, ikkiga ajralgan DNK, hosil bo'lgan replikativ ayri, ferment va substratlar DNK replikatsiyasi uchun boshlang'ich bosqich hisoblanadi.

Replikatsiya jarayonida qatnashadigan oqsillar va ularning vazifalari 10-jadvalda keltirilgan.

DNK ning sintezi bevosita DNK-polimeraza fermenti ishtirokida amalga oshadi. Prokariotlarda bir necha xil DNK-polimerazalar aniqlangan. DNK-polimeraza I polifunksional ferment bo'lib, polimeraza va nukleaza faolligiga ega.

Replikatsiyada qatnashuvchi oqsil xillari

10-jadval

Oqsillar	Asosiy vazifalari
DNK-polimeraza	Dezoksiribonukleotidlarni polimerlash
Xelikazalar	DNK zanjirini ajratish
Topoizomerazalar	Qo'shimcha hosil bo'ladigan molekulalarni relaksatsiya qilish
Praymaza	RNK-praymerni sintezlash
Oqsil SSB	Ikkiga ajralgan DNK zanjirini qaytadan rekombinatsiya qilinishiga yo'l bermaydi
DNK-ligaza	Okazaki fragmenlarini DNK zanjiriga ulash

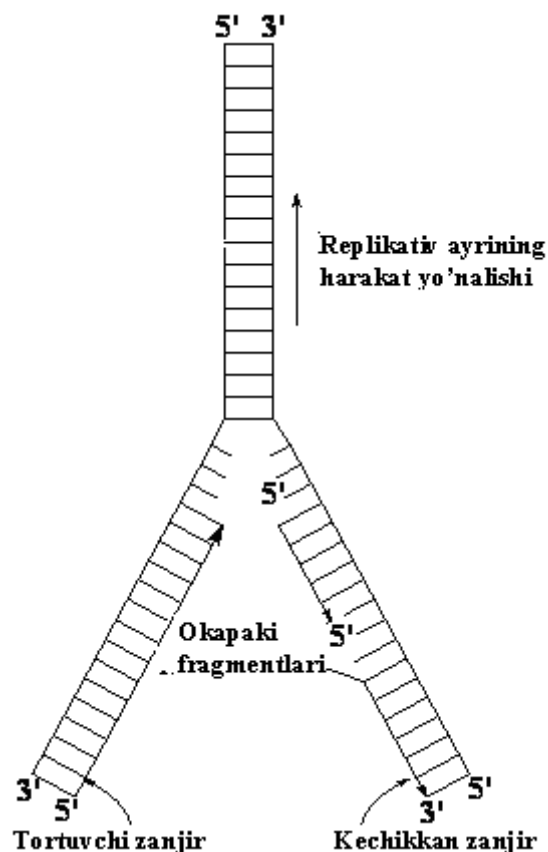
Bu ferment DNK ning reparatsiyasida ishtirok etadi. DNK-polimeraza II ning vazifasi aniq emas. DNK polimeraza III fermentining vazifasi boshqa polimerazalarga qaraganda ko'p ekanligi aniqlangan. Xuddi shu ferment DNK molekulasini ko'payib borishida bevosita ishtirok etadi. Ammo, shu narsa aniqlanganki, DNK-polimeraza III mustaqil ravishda yangi DNK molekulasiga bog'lana olmaydi va yangi molekula sintezlay olmaydi. Demak, DNK molekulasi sintezini boshlovchi boshqa struktura bo'lishi kerak. Shunday struktura vazifasini RNK fragmenti bajaradi. DNK-polimeraza III RNK fragmentiga bog'lanadi. Bu fragmentni praymer deb atalib uning shakllanishida praymaza ishtirok etadi.

Eukariotlarda ham bir necha xil DNK-polimerazalar aniqlangan (α , ε , β , γ , δ). Eukariot organizmlarda asosiy DNK-polimeraza ferment δ hisoblanadi. DNK-polimeraza β prokariotlardagi DNK-polimeraza I ga o'xshaydi. DNK polimeraza γ mitoxondriya DNK sining sintezida ishtirok etadi.

Eukariotlardagi DNK-polimeraza bir sekundda 100 nukleotidlarni DNK molekulasiga bog'laydi, bu prokariotlardagi fermentlarga nisbatan 10 marta faolligi past hisoblanadi.

Replikatsiyaning elongatsiyasi

DNK molekulasining sintezi praymer oxirida DNK-polimeraza III fermenti ishtirokida boshlanadi. Sintezi matritsa asosida $5' \rightarrow 3'$ yo'nalishi bo'yicha ikki zanjirda bir vaqtda sodir bo'ladi. Ma'lumki, DNK zanjiri antiparallel bo'lganligi uchun, yangi sintezlanayotgan molekula ham qarama-qarshi tomonga uzayib borishi kerak. Bu jarayonda ikki xil ferment ishtirok etishi zarur edi. Aslida bu reaksiyani bitta ferment - DNK-polimeraza katalizlaydi. Shunga asosan, A.Korinberg DNK zanjirining o'sish jarayonida molekulaning ayrim yerlari uzilgan, ochiq joylar bo'lishi mumkin, degan xulosaga kelgan. Keyinchalik bu g'oya yapon olimi R.Okazaki tomonidan tajriba asosida isbotlangan. Olim har ikkala zanjir bir vaqtda replikasiya qilinganda, bir zanjir uzluksiz, ikkinchi yangi zanjir esa kalta fragmentlar shaklida sintezlanishini kashf etdi. Uzluksiz sintezlanadigan zanjir "boshlovchi" uzilib sintezlanadigani "orqada qoluvchi" zanjir deb ataladi. Okazaki bo'lakchalarining sintezi uchun tomizg'i sifatida RNK ning kichik qismlari kerak. Chunki DNK-polimerazaning o'zi zanjirni uzaytira olmaydi. RNK tomizg'i kalta zanjirli RNK bo'lib, uning 3' uchiga birin-ketin dezoksiribonukleotid qoldiqlari birikadi (31-rasm). DNK fragmentlari shakllangandan so'ng DNK dagi ribonukleozid qoldiqlari ribonukleaza yoki RNK-aza H deb ataluvchi fermentlar orqali ajratiladi.



31-rasm

Replikatsiya ayrisi

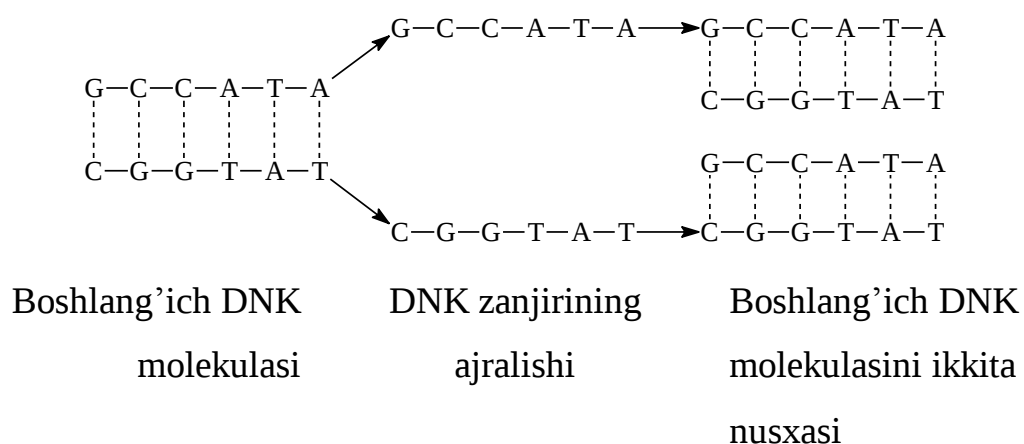
Praymerlar degradatsiyasida DNK-polimepaza I ishtirok etadi. Bu ferment polimeraza va nukleazalik xususiyatiga ega. Mazkur enzimda ikkita markaz bo'lib, birinchisi praymerni degradatsiya qilsa, ikkinchisi esa DNK molekulasi sintezida hosil bo'lib qoladigan oraliq-bo'shliqlarni dezoksi-ribonukleozidfosfatlar bilan to'ldirib turadi.

Replikatsiyaning terminatsiyasi

Prokariot va eukariot organizmlarda DNK sintezini to'xtatadigan maxsus terminatorlar mavjud. DNK-polimeraza fermenti shu nukleotid qatoriga yetganda, DNK molekulasining sintezi nihoyalanadi.

DNK-polimerazaning ta'sir qilish mexanizmi eukariot va prokariotlarda o'xshash bo'lsa ham, replikatsiya jarayonida ayrim farqlar bor. Eukariot xromosomalari chiziqli strukturaga ega bo'lib, ikki zanjirda replikon qismlari ko'p joylashgan. Shularga mos keladigan terminatorlar ham mavjud. Eukariotlarda DNK chiziqli bo'lishi, prokariot organizmlarida esa, halqa shaklda bo'lishi bilan farqlanadi. Yuqoridagilardan ma'lumki, DNK replikatsiyasi jarayonidagi

boshlovchi zanjir to'liq holda replikatsiyalanadi. Ammo, kechikadigan zanjirdagi 3'- tarafda joylashgan praymer parchalanib, DNK-polimeraza fermenti orqali replikatsiyaga uchramaydi. DNK zanjirining qisqarmasligini ta'minlaydigan xromosoma oxirida telomeralar deb ataluvchi qismlar bo'lib, ular replikatsiyaga uchramaydilar. Aynan shu yerlarda DNK dagi praymer sintezlanadi va replikatsiyaning to'liq jarayoniga ta'sir qilmaydi. Telomera qayta sintezlanmaydigan nukleotid qoldiqlaridan iborat. Uning sintezida RNK matritsa sifatida xizmat qiladi. Maxsus ferment telomeraza teskari transkriptaza asosida telomer fragmentlarini xromosomalar bir butunligini saqlash uchun uning 3'- oxiriga ulaydi.



32-rasm.DNK replikatsiyasi

DNK REPARATSIYASI

Makromolekula bo'lgan DNK zanjirining matritsali sintezi bo'lmish replikatsiya jarayonining biror nuqtasida molekulyar xatolik ro'y bersa, maxsus fermentlar tizimi tuzatib, ta'mirlab, to'ldirib turadi. Bu jarayonni reparatsiya jarayoni deb ataladi. Bir zanjirli DNK replikatsiyasida uzilish, xatolik yuz bersa, DNK-polimeraza, DNK-ligaza fermentlari orqali tuzatiladi. DNK-polimeraza III esa azot asoslarini ketma- ketligini, nukleotidlar bog'lanishini nazorat qiladi. DNK ultrabinafsha nur ta'sirida ayrim qismlarning kimyoviy bog'lari o'zgarib, timinli dimer hosil bo'ladi. Reparatsiya fermentlari shunday tabiiy bo'lmagan dimerlarni parchalaydi. Hosil bo'lgan bo'shliqni oligonukleotidlar orqali DNK-polimeraza I

fermenti to'ldiriladi. Mazkur fragmentlar DNK-ligaza enzimlari tufayli DNK molekulasi kovalentli bog'laydi. Shu asnoda shikastlangan DNK molekulasi tabiiy holatga keltiriladi.

Yuqori harorat ta'sirida purin nukleotidlari azot asoslaridan ajralib, replikatsiyada ishtirok eta olmay qoladi. Bu jarayon reparatsiyasi maxsus ferment apurinli endonukleaza orqali amalga oshadi. Bu reaksiyalar ham timinli dimerlar reparatsiyasiga o'xshaydi.

DNK molekulasidagi azot asoslarining turli xil kimyoviy alkillash asosida hosil bo'lgan metillangan birikmalari DNK-glikozilaza degan ferment guruhlari orqali reparatsiya qilinadi. Shikastlangan nukleotidlardan azot asoslari ajratilsa ham, uglevod, fosfor qoldiqlari o'zgarmaydi. Ajratilgan alkillangan azot asoslari o'rniga tabiiy azot asoslarini DNK-glikozilaza fermentlar DNK zanjiriga bog'laydi.

DNK sintezida xatolik reparatsiya orqali tuzatilmasa, replikatsiya jarayoni to'g'ri kechmaydi. DNK molekulasidagi bunday o'zgarishlarni mutatsiya deb ataladi. Mutatsiyalar o'z-o'zidan (spontanli) va indutsirlanish asosida bo'lishi mumkin. Organizmda DNK molekulasida o'z-o'zidan mutatsiya bo'lish chastotasining ehtimoli juda kam bo'lib, 10^{-5} - 10^{-8} ga teng. DNK molekulasidagi mutatsiyalar aksariyat tashqi omillar ta'sirida (radiatsiya, viruslar, kimyoviy agentlar) sodir bo'ladi. Genomga ta'sir qiluvchi mutagenlar ichida atrof-muhitning ifloslanishiga sabab bo'luvchilar xavfli hisoblanadi. Sanoat chiqindilari suv va havoni buzilishi genomga salbiy ta'sir qilishi mumkin. Oziq-ovqatga qo'shiladigan bo'yoqlar, stabilizatorlar, yoqimli ichimli moddalarning ayrimlari mutagen bo'lganligi uchun ularning ishlatilishi hozirgi kunda qat'iy nazoratga olingan. Ko'pchilik dorivor moddalar ham mutagen bo'lib, ularning genomga ta'sir qilishi aniqlanmoqda.

5.2. TRANSKRIPSIYA

Yuqorida ta'kidlanganidek, oqsil sintezi uchun DNK matritsa bo'la olmaydi. Oqsil sintezida genetik axborotni DNK dan oqsil sintezlovchi ribasomani maxsus RNK lar ta'minlaydi. RNK molekulalari makroerg tutgan ATF, GTF, STF

va UTF lardan DNK matritsasida, RNK-polimeraza fermentlari ishtirokida sintezlanadi. RNK zanjiri DNK molekulasining bir qismida komplementar tizim asosida sintezlanganligi uchun, ularning nukleotid qatori bir-birlariga mos keladi.

Transkripsiya jarayonida uch turdagi RNK sintezlanadi. Informatsiya RNK ribosomadagi oqsil sintezi uchun matritsa bo'lib xizmat qiladi. Transport va ribosom RNK lar ham oqsil sintezida bevosita faoliyat ko'rsatadilar. Replikatsiya va transkripsiya jarayonlarida umumiylik belgilari bo'lib, DNK molekulasining bir zanjiri matritsa sintezi uchun xizmat qiladi. Lekin, bu jarayonda jiddiy farqlar ham yo'q emas. Replikatsiyada DNK ning ikki zanjiri matritsa xizmatini o'taydi. RNK sintezida DNK ning bir qismi matritsa rolini bajaradi. Bu fragmentlar muayyan genlar guruhini o'z ichiga olgan bo'lib, ularni transkriptonlar deyiladi.

RNK sintezi RNK polimeraza fermenti ishtirokida amalga oshadi. Organizmda bir necha xil RNK polimeraza fermentlari aniqlangan:

RNK-polimeraza fermentining xillari va vazifalari

12-jadval

RNK polimeraza xillari	Sintezlanuvchi RNK lar
I (A)	r – RNK
II (B)	i – RNK
III (C)	t – RNK

Transkripsiyaning initsiatsiyasi

Prokariot organizmlarda transkripsiyaning faoliyati RNK-polimerazadagi bir subbirlikning DNK molekulasidagi promotor deb ataladigan qismiga bog'lanishidan boshlanadi. DNK ning bu fragmenti informativ bo'lmasdan, faqat ferment bilan bog'lanish uchun xizmat qiladi. Fermentning bog'langan qismidan transkripsiya boshlanadi. DNK ning promotorida ikkita element bo'lib, ular RNK-polimeraza fermenti bilan o'zaro aloqada bo'ladi, ferment DNK kompleksini mustahkamlaydi.

DNK ning RNK polimeraza bilan bog'langan qismlarini diskriminatorlar deyilib, ular transkripsiya jarayonini tezlashtirishda ishtirok etishi aniqlangan. Ferment ta'sirida DNK molekulasi ikkiga ajralganidan boshlab transkripsiya boshlanadi. Bunday transkripsiya jarayoni prokariotlarda bo'lib, eukariotlarda shunga o'xshash bo'lsa ham ularning promotor qismida farqlar borligi aniqlangan. Eukariot va prokariot organizmlardagi DNK promotorlarining nukleotid qatorlari bir-birlaridan farqlanadi.

Eukariot promotorining uzoqroq qismini enhanseralar deb atalib, ular transkripsiya jarayonini boshqaradi. Transkripsiyaning birinchi nukleotidi 5'-tomonidan modifikatsiyaga (guanin metillanadi) uchrab, bu jarayonni kepirlanish deyiladi. Shuning uchun transkripsiya dagi birinchi nukleotidni genlarning boshlang'ich nuqtasi yoki KEP - sayti deyiladi. Informatsiya RNKning oxirgi nukleotid qatori (AATAAA) transkripsiya jarayonini to'xtalishida asosiy belgi sifatida xizmat qiladi.

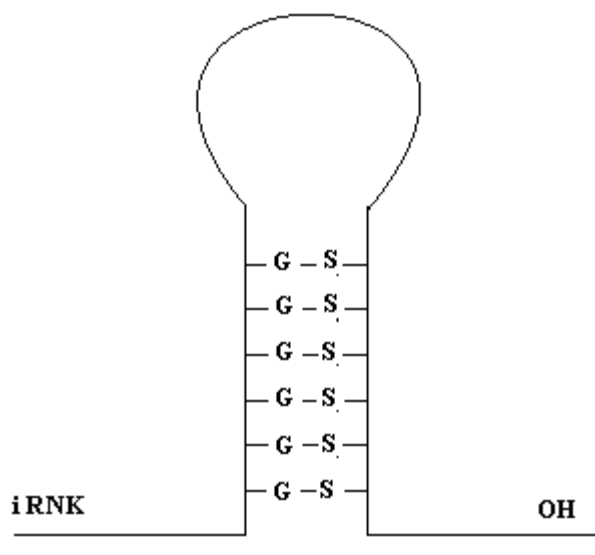
Eukariot organizmlarda promotor, RNK - polimeraza kompleksi o'z faoliyatida maxsus tashabbuskor oqsillar ishtirok etadi. Ularni umumiy transkripsiya omillari deyiladi.

Transkripsiyaning elongatsiyasi

DNK ning bir zanjirida i-RNK ning ma'lum qismi hosil bo'lishi bilan, RNK-polimerazaning muayyan subbirliklari DNK dan ajraladi. Kop-fermenti esa i-RNK ni matritsada uzayishini davom ettiradi. Fermentning 5'-3' harakati davomida DNK-matritsada ajralgan nukleotid qatorlari orasida qaytadan vodorod bog'lari hosil bo'ladi. Sintezlangan i-RNK prokariotlarda oqsil sintezi uchun ribosomaga jalb qilinadi. Eukariot hujayralarda esa yangi sintezlangan transkriptlar posttranskripsion modifikatsiyadan so'ng i-RNK shakllanadi.

Transkripsiyaning terminatsiyasi

Prokariot organizmlarda RNK terminatsiyasi sintezlanayotgan RNK molekulasida soch to'g'nog'ich (shpilka) shaklidagi zanjirlar hosil bo'lishi bilan boshlanadi. Natijada matritsa bilan transkript o'rtasidagi bog' uzilib, RNK ajraladi.



33-rasm. Terminatsiya saytidagi RNK shpilkasi.

Prokariotlarda terminatsiya maxsus oqsil (p-oqsil) xelikaza faolligiga ega bo'lganlar orqali ham amalga oshadi. Mazkur oqsil transkriptonga bog'lanib, RNK-polimeraza orqasidan harakat qiladi. Shpilkalar hosil bo'lib, fermentlarning harakati terminatsiya saytiga yetganda enzimning faolligi pasayadi, p-oqsil esa RNK-polimerazaga yetib, dupleksni ajratadi. Natijada transkripsiya nihoyasiga yetkaziladi, yangi sintezlangan RNK esa matritsadan ajraladi. Yuqorida ta'kidlanganidek, prokariotlarda birlamchi transkriptlar o'zgarishga yuz tutmay, to'g'ri translyatsiyaga jalb qilinadi.

Eukariotlarda transkripsiyaning terminatsiya yuritmasi oxirigacha hali aniqlanmagan. Taxmin qilinishicha, sintezlanayotgan genning oxirgi 3'-OH tomonida RNK-polimeraza fermenti bilan stop-oqsil bog'lanib, transkripsiyani sekinlashtiradi. O'z navbatida ferment terminal nukleotidlar sintezlanib, ular esa sintezlangan RNK ni matritsadan ajratadi. Hosil bo'lgan RNK dagi terminal nukleotidlar ekzonukleaza fermenti orqali ajratiladi. Polimeraza enzimi orqali 150-200 nukleotidli poliadenil zanjir (poli A) RNK ga bog'lanadi.

Sinov savollari

1. Nuklein kislotalar almashinuvining organizmda ahamiyati.
2. Nuklein kislotalarni gidrolizlovchi ferment guruhlari.

3. Nuklein kislotalarning fosforilitik parchalanishi.
4. Restriktaza fermentlarining ta'sir qilish mexanizmi va ularning genetik injeneriyadagi ahamiyati.
5. Matritsa asosida sintezlanadigan reaksiya turlari.
6. Teskari transkriptaza fermentining ta'siri va ahamiyati.
7. DNK sintezida ishtirok etuvchi omillar.
8. Replikatsiyaning initsiatsiyasi.
9. Topoizomeraza (giraza) fermentlarining ta'sir doirasi.
10. Replikatsiyada qatnashuvchi oqsil xillari.
11. DNK-polimeraza xillari va ularning roli.
12. Replikatsiyaning elongatsiyasi.
13. Okazaki bo'lakchalari-fragmentlarining vazifasi.
14. DNK reparatsiyasi.
15. Qanday omillar ta'sirida DNK molekulasida o'zgarishlar yuz beradi?

Nuklein kislotalar almashinuviga oid testlar

1. Nuklein kislotalarni parchalovchi fermentlar:
 - a) peptidazalar; b) lipazalar; v) nukleazalar; g) amilazalar.
2. Nukleotidlarni parchalovchi fermentlar:
 - a) nukleazalar; b) nukleotidazalar;
 - v) nukleozidazalar; g) nukleozidfosforilazalar.
3. Nukleozidlarni parchalovchi fermentlar:
 - a) nukleazalar; b) nukleotidazalar
 - v) nukleozidazalar; g) nukleozidforilazalar.
4. DNK molekulasi qannday vazifalarni bajaradi:
 - a) genetik axborotni saqlashda; b) genetik axborotni yadrodan sitoplazmaga uzatishda qatnashadi; v) genetik axborotni yaratishda ishtirok etadi; g) genetik axborotni translyatsiyasida qatnashadi.
5. Genetik axborotni uzatilish usullari:
 - a) replikatsiya; b) transkripsiya; v) translyatsiya; g) terminatsiya.

6.Replikatsiyani hujayradagi turlari:

a) konservativ; b) polukonservativ; v) dispersiv; g) reparativ.

7.Transkripsiya jarayonida ishtirok etuvchi omillar:

a) DNK ning bitta zanjiri; b) DNK ning ikkita zanjiri;

v) dezoksinukleozidtrifosfatlar; g) DNK-sintetaza

8.Ikki zanjirli DNK molekulasini ajratuvchi oqsillar:

a) RNK-polimeraza; b) DNK-polimeraza; v) DNK-xelikaza; g) DNK-ligaza.

9. DNK molekulasini ikkiga ajralishida qaysi oqsil ishtirok etmaydi:

a) ribonukleaza H; b) DNK bog'lovchi oqsillar;

v) DNK-xelikaza; g) topoizomeraza.

10.Replikatsiyaning initsiatsiyasida ishtirok etuvchi fermentlar:

a) RNK ga bog'liq RNK-polimeraza; b) DNK ga bog'liq RNK

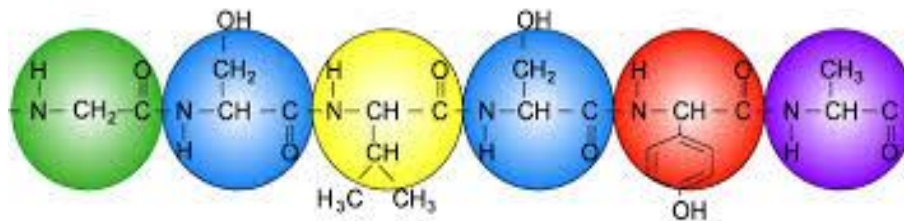
polimeraza (DNK-praymaza); v) DNK-polimeraza I; g) DNK-xelikaza.

VI. OQSILLAR ALMASHINUVI

Kalit so'zlar: Oqsillar, antitelalar, to'la qiymatli oqsillar, metobolik fond, peptid gidrolazalar, tripsin

6.1. OQSILLARNI HAZM BO'LISHI (FERMENTATIV PARCHALANISH)

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



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



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

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

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

ularning barchasi aminokislotalarning umumiy metabolik fondiga tushadi va undan har bir hujayra almashinuv jarayonlariga kerak bo'lgan aminokislotalarni oladi.

Oqsillarning bazaviy strukturasi va funksiyalarini ko'rib chiqqanimizdan tashqari oqsillar almashinuvini ham o'rganish muhimdir. Tanamizdagi oqsillar o'zaro almashinuv doimiy holatida bo'ladi, va yangi oqsillar paydo bo'lib (oqsillar sintezi), eskilari esa ularni tashkil qiladigan aminokislotalarga parchalanadi (oqsillarparchalanishi). Oqsillar almashinuvi ham energiyaga bog'liq bo'ladi, va kunlik energiya sarfining 20% ini tashkil qiladi.

Oqsillarning yarim parchalanish davri bir necha minutdan (misol uchun jigardagi oqsillar) bir necha kungacha (misol uchun mushakdagi oqsillar) davom etishi mumkin, va odatda ma'lumo qsilning funksiyalariga bog'liq bo'ladi. Misol uchun, jigar holatida ferment oqsilining boshqaruv qobiliyati puxta boshqariladigan jarayon bo'lib, ovqatlanish va parhez vaqtida sodir bo'ladigan metabolik reaksiyalarni boshqarishda qatnashadi.

Skelet mushaklari hujayralarida haftalab va oylab sodir bo'ladigan mitoxondriya oqsillarining mashg'ulotlar sababli oshishi mushak hujayralarining oksidlovchi metabolizm orqali ATFni ishlab chiqarish qobiliyatini yaxshilay oladi, va bu orqali mashh'lotlarni bajarish chidamliligini oshiradi. Xuddi shunday, miofibrillyar oqsillar jamlanishi mushaklarning gipertrofiyasi (ya'ni mushaklarning o'sishi) uchun javob beradi, va bizlarga kuchliroq bo'lishga imkon beradi. Aksincha, oqsillarning parchalanishi tezligi oqsil sintezi tezligidan yuqoriroq bo'lsa, misol uchun kasallik yoki parhez vaqtida, mushaklarimiz atrofiyaga uchraydi, va kichrayib qoladi.

Shu sababli oqsillar sintezining asosiy jarayonlarini tushanish sport fanlari uchun juda muhimdir, va bu hozirgi ilmiy adabiyotlarning eng faol tadqiqot qilinadigan mavzularidandir.

Hujayralarimizning yangi oqsillarni hosil qilish uchun talab qilinadigan axborot yadro ichida va xususan xromosomalaridagi genlarda joylashgandir. Barcha yadrolar (odam tuxumi va sperma hujayralaridagi yadrolardan tashqari) 46 ta xromosomaga ega. Erkaklar 1 dan 22 gacha xromosomalarning ikkita nusxalari X

va Y xromosomalarga ega. Ayollarda ham 1 dan 22 gacha xromosomalarning ikkita nusxalari mavjud bo'lib, lekin ularda ikkita X xromosoma mavjud, va Y xromosoma bo'lmaydi.

Har bir xromosoma DNK ning bittalik, ammo juda uzun zanjiridir, va bizning DNK dagi (ya'ni genlardagi) maxsus segmentlarda axborot saqlanib, u qaysi aminokislotalar (bundan tashqari, aminokislotalarning maxsus chiziqli tartibi) yangi kerakli oqsillarni ishlab chiqishni belgilab beradi. Yangi oqsillarni hosil qilish uchun bizning hujayralarimiz transkripsiya deb aytiladigan jarayon orqali DNK muvofiq segmentini nusxalashi lozim bo'lib, transkripsiya jarayoni natijasida axborot RNK deyiladigan yangi birikma hosil bo'ladi. Transkripsiya jarayoni yadro ichida sodir bo'ladi. Yangi hosil qilingan axborot RNK molekulasi ichida joylashgan axborot muvofiq ravishda kerakli aminokislotalarni oqsil hosil qilish uchun belgilaydi. Bu jarayon translyatsiya deyiladi, va ribosomalarda sodir bo'ladi.



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

Oqsillarni hazm bo'lishi oshqozonda xlorid kislotasi va oshqozonosti bezi shirasining pepsini ta'sirida boshlanadi. Avvalo oshqozon shirasining xlorid

kislotasi (HCl) fermentning nafaol shakli – pepsinogenni faol proteolitik ferment – pepsinga aylantiradi. Pepsin ko'pincha fenilalaninning karboksil guruhi va leytsinning aminoguruhi hosil qilgan peptid bog'larini uzilishini tezlashtiradi.

Boshqa ma'lumotlarga ko'ra pepsin aromatik aminokislotalar va dikarbon aminokislotalari hosil qilgan peptid bog'larini yoki ikkita gidrofob aminokislota orasidagi peptid bog'ini uzishni katalizlaydi. Pepsin uchun vodorod ionlarining optimal kontsentratsiyasi – pH 1,5-2,5 ga teng. Uning katalitik faolligi juda katta: 1g kristal pepsin 2 soat davomida 50kg denaturatsiyalangan tuxum oqsilini parchalaydi. Natijada oqsil molekulasidan yirik-yirik bo'lakchalar – yuqori molekulali peptidlar hosil bo'ladi. Bu peptidlar ichakda kuchsiz ishqoriy muhitda (pH 7,8) tripsin, ximotripsin va boshqa peptidgidrolazalar ta'sirida bundan keyingi o'zgarishlarga uchraydi. Tripsin arginin va lizinning karboksil guruhlari va boshqa aminokislotalarning aminoguruhi hosil qilgan peptid bog'larini parchalanish reaksiyalarini tezlashtiradi; ximotripsin – fenilalanin, tirozin va triptofanlarning (ba'zi ma'lumotlarga ko'ra leytsin va metioninning ham) karboksil guruhlari qatnashgan peptid bog'larini gidrolizlaydi. Bu fermentlarning ta'siri natijasida yuqori molekulali peptidlar kichik molekulali peptidlarga va bir oz miqdorda erkin aminokislotalarga aylanadi. Ingichka ichakda kichik molekulali peptidlar og'irgi aminokislotalarni erkin karboksil guruhi tomonidan uzadigan A va V karboksipeptidazalar va huddi shuning o'zini erkin amino guruhi tomonidan qiladigan aminopeptidazalar ta'siriga uchraydi. Natijada erkin aminokislotalar va dipeptidlar hosil bo'ladi. Og'irgilari turli dipeptidazalar ta'sirida erkin aminokislotalargacha gidrolizlanadi. Aminokislotalar va bir oz miqdordagi kichik molekulali peptidlar ichak devorlari orqali faol transport yo'li bilan qonga tashiladi va har xil to'qima va organlarning hujayralariga tarqatiladi.

Ichakda oqsillarni chirishi. Ichakning mikroorganizmlari aminokislotalarning bir qismidan ular qonga so'rilguncha oziqa sifatida foydalanish mumkin. Shu bilan birga mikroorganizmlar ishlab chiqarayotgan fermentlar ta'sirida parchalanishi, ularni aminlar, yog' kislotalari, spirtlar, fenol, para-krezol, indol, skatol, metilmerkaptan, sulfgidril gazi va bir qator boshqa birikmalarga aylanishiga olib

keladi. Bu birikmalarning ba'zi birlari organizm uchun kuchli zahar hisoblanadi. Mana shu jarayonni ba'zida ichakda oqsillarning chirishi deb atashadi. Jumladan, tarkibida oltingugurt tutgan aminokislotalar (tsistein, metionin)ning ichakdagi mikroorganizmlarning ishlab chiqarayotgan fermentlarini ta'sirida sekin-asta to'la parchalanib sulfidril gazi (H_2S) va metilmerkaptanni hosil qiladi. Diaminokislotalar lizin va ornitin dekarboksillanish jarayoniga uchrab kadaverin va putrestsin aminlarini hosil qiladi. Odatda bu aminlar murda zahari nomi bilan yuritiladi.

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

Oqsillarni chirishidan hosil bo'ladigan zaharli mahsulotlar sifatida fenol, krezol, skatol va indollarni ko'rsatish mumkin. Fenol va krezol (para-krezol) tirozinni bakteriyalar ta'sirida parchalanish jarayonida hosil bo'ladi. Indol va skatol esa ichakda oqsillarni chirishida triptofan aminokislotalaridan hosil bo'ladi.

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

Oziqa oqsili qabul qilinganidan so'ng u ichaklarda va mayda ichakda turli xir proteazalarning fermentativ faoliyati orqali ushbu oqsillarni tashkil qiladigan aminokislotalarga parchalanadi. Qon ularni so'rib olib ular uchun muhit yaratadi, va aminokislotalarni muvofiq to'qimalarga, ayniqsa jigar va skelet mushaklarga yuboradi. Skelet mushaklari erkin va oqsil-bopelangan aminokislotalarining katta qismini saqlashiga (katta yoshli odam tanasining taxminan 40% i skelet mushaklaridan iborat bo'lib, ularning 20%i oqsillardan tashkil topgan) qaramay, aminokislotalar metabolizmida eng faol qatnashadigan organ bo'lib jigar hisoblanadi. Jigar shuningdek ikkilamchi oqsillarni sintezlovchi organ ham hisoblanadi, va shu sababli nafaqat skelet mushaklarga, balki boshqa to'qimalarga ham aminokislotalarni yuborishning asosiy vazifasini bajaradigan organdir.

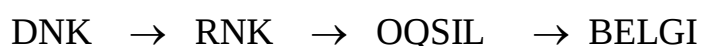
Qondagi aminokislotalar va to'qimalarning hujayra tashqi suyuqligi (ya'ni hujayraichi oqsillar sintezi uchun hujayralar tomonidan hali o'zlashtirilmagan aminokislotalar) erkin aminokislotalar fondini tashkil qiladi. Bu erkin aminokislotalar fondi shuningdek hujayraichi oqsillarning parchalanishidan katabolitlashgan aminokislotalar bilan ham to'ldirilishi mumkin. Bu jihatdan, erkin aminokislotalar fondi umumiy ravishda iste'mol orqali tushgan aminokislotalar va (turli xil to'qimalardan kelgan) mavjud hujayra oqsillaridan iborat bo'lib, o'z navbatida ular sintezlanadi va jigardan chiqariladi.

Bundan, uglevod va yog'lardan farqli ravishda, bizlarda aminokislotalarning zahirasi mavjud bo'lmaydi, erkin aminokislotalar fondi nisbatan juda kichik miqdorga ega va doimiy almashinuv holatida bo'ladi. Asosan, darhol oqsil sintezida qatnashmaydigan aminokislotalar shu sababli trikarboksil kislota sikli (UKK bilan belgilanib, shuningdek sitrik kislota yoki Krebs sikli ham deyiladi) shaklida oraliq kimyoviy energiya manbasini ta'minlash uchun kuchli metabolizlanadi. Alternativ ravishda, ular glyukogenogenez – nouglevod manbalardan glyukozani hosil qilish jarayoni uchun ham substratlarni ta'minlaydi.

6.2. OQSILLARNING BIOSINTEZI

Zamonaviy tabiatshunoslik fanining ikkita muhim muammolaridan biri--tirik hujayrada oqsillar biosintezidir. Ikkinchisi esa noorganik tabiatda insoniyat uchun kelgusida energiya ajratish elementar zarralarning fizikaviy tadqiqoti asosida amalga oshishi mumkin. Tirik tabiatda hayotiy jarayonlarni boshqarish oqsillarni o'rganish asnosida sodir bo'ladi.

Organizmning tiriklik belgisi muayyan oqsil yoki oqsillar kompleksi orqali namoyon bo'ladi. Jonzotlarning biologik belgilari quyidagi generatsiya asosida amalga oshadi:



Ma'lumki, sochimiz va terimizning rangi melonin degan pigmentga bog'liq bo'lib, albinoslarda u bo'lmaydi. Melonin sintezi oqsil - ferment tirozinazaga

bog'liq. Mazkur oqsilning mutatsiyasi yoki inaktivatsiyasi albinoslarning paydo bo'lishiga sababchi bo'ladi. Oqsillarga bog'liq bunday jarayonlarni organizmda juda ko'p kuzatish mumkin.

Oqsillar biosintezini to'liq aniqlash irsiyat qonunlarini tadqiq qilish, organizmlarni o'sish va rivojlanishini boshqarish, turli xil irsiy kasalliklar sabablarini aniqlash, davolash va boshqa bir qator muammolarni hal qilishga imkon yaratadi.

Oqsillar sintezi organizmda intensiv ravishda amalga oshadi. Odam jigarida 10 kun davomida oqsillarning yarmi yangilanadi. Qon zardobida 20-30 kunda oqsillar almashinadi. Har kun inson tanasida 100 g oqsil sintezlanishi lozim. Bir kunda odam qonida 8 g gemogloblin, 23 g jigar oqsili va 32 g mushak oqsillari sintezlanib turadi.

Hujayrada oqsillarning sintezi xuddi nuklein kislotalardek, matritsa (qolip) asosida amalga oshadi. Mazkur jarayon murakkab va bir necha bosqichlardan iborat. Oqsillarning biosintezi oqsil sintezlovchi muayyan tizim bo'lib, uning tarkibiga quyidagi strukturalar kiradi:

- ribosomalar-nukleoprotein zarralari bo'lib, tarkibida 60% ribosom RNK va 40% oqsil mavjud. Uzunligi 160Å, diametri 250Å, molekulyar massasi 4 mln. Bir qancha ribosomlar to'plami poliribosoma yoki polisomalar deb ataladi;
- matritsa RNK;
- transport RNK;
- oqsil sintezidagi bosqichlar bo'lmish initsiatsiya, elongatsiya, terminatsiya va translyatsiya jarayonlarini amalga oshiruvchi oqsillar va fermentlar;
- proteinogenli aminokislotalar;
- aminoatsil-t-RNK larni hosil qiluvchi aminoatsil-t-RNK-sintetaza fermentlari;
- makroergli nukleozidtrifosfatlar ATF va GTF;
- Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ , NH_4^+ ionlari.

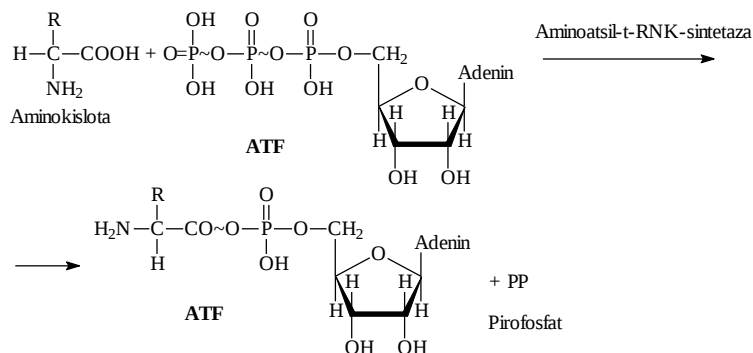
Oqsil biosintezida 200 dan ortiq makromolekulalar ishtirok etadi. Bular oqsillar va nuklein kislotalari bo'lib, faqat aminokislotalarni faollashtirish va

tashilishi uchun 100 ta makromolekulalar zarurligi aniqlangan. Ribosoma 60 xil makromolekuladan tashkil topib, translyatsiyada 10 dan ortiq oqsil turlari ishtirok etadi.

Aynan ribosomalarda jonsiz molekula bo'lgan nuklein kislota jonli oqsillarga aylanadi. Demak, ribosomalarda kimyo biologiyaga shakllanadi.

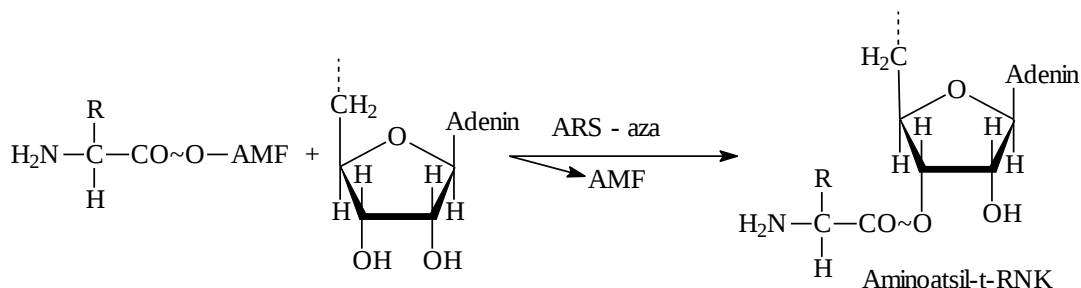
Aminokislotalarning faollashuvi va rekognitsiyasi

Hujayra tsitoplazmasida aminokislotalar puli erkin holatda bo'lmay, balki aminoatsil-t-RNK ko'rinishida bo'ladi. Aminokislotalarning bu holati ularni metabolitik jarayonlardan saqlanishini va oqsil sintezini boshlab berishga qaratilgan. Aminokislota-t-RNK kompleksi aminokislota faollantirishga va uni maxsus t-RNK ni topib, birlashishini (rekognitsiya) ta'minlaydi. Mazkur jarayon aminoatsil-t-RNK-sintetaza (ARS-aza) fermenti ishtirokida sodir bo'ladi. Bu fermentlarda ikkita faol markaz bo'lib, biri maxsus t-RNK uchun bo'lsa, ikkinchisi esa muayyan aminokislota mo'ljallangan bo'ladi. Shunday qilib, hujayrada 20 dan kam bo'lmagan ARS-azalar borligi aniqlangan. Aminokislotalar ribosomaga borib, peptidlar hosil qilguncha bir necha bosqichlardan o'tishi zarur:

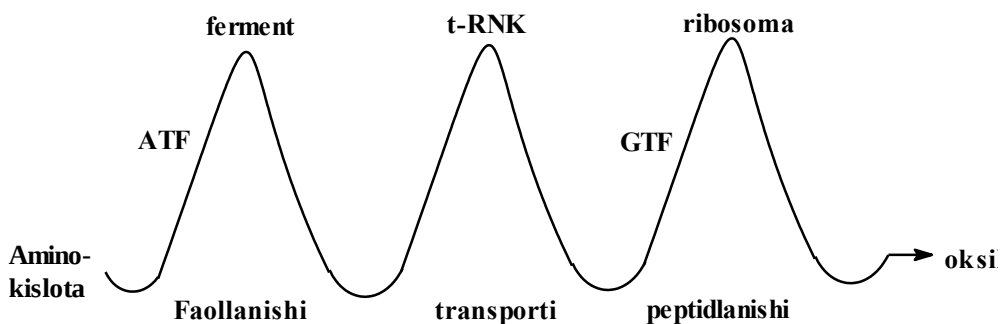


Formuladan ma'lumki, aminoatsiladenilat aminokislota angidridi, fosfor kislotasining qoldig'i adenozin-5-fosfatdan iborat. Angidrid bog'ini hosil qilishda kislorodning donori sifatida aminokislota karboksil guruhi xizmat qiladi. Angidrid holatdagi aminoatsiladenilatlar juda osonlik bilan keyingi reaksiyalarga kirishadi. Har bir aminokislota o'ziga xos ARS-azalari borligi yuqorida ta'kidlangan edi. Ushbu reaksiya yana pirofosfat ham hosil bo'ladi. Hujayra suyuqligida pirofosfataza fermenti borligi tufayli pirofosfat tezda gidrolizga

Aminokislotani keyingi bosqichida aminoatsiladenilatdagi qoldig'i t-RNK ning oxirgi qatoridagi adeninga tegishli ribozadagi 3'-uglerod atomiga bog'lanadi.



Hosil bo'lgan aminoatsil-t-RNK o'z aminokislotasini ribosomaga yetkazib, u yerda peptidlanish jarayoni ketadi. Hujayrada oqsilning sitoplazmatik sintezi aminokislotaning faollashishi, transport RNK bilan bog'lanishi va ribosomaga ko'chirilishidan iborat:



125

Oqsillarning biosintezi oqsil sintezlovchi mikrofabrika bo'lmish ribosomalarda sodir bo'ladi. Ribosomalar ko'p komponentli oqsil sintezlovchi tizimni o'zida qamrab, genetik informatsiyani to'liq o'qilishi va realizatsiyasini bexato amalga oshiradi. Ribosomalar katalitik xususiyatga ega bo'lib, peptid bog'larini hosil qilib, peptidil-t-RNK ni mexanik ravishda ko'chirilishini ham ta'minlaydi. Ular o'zlarining asosiy vazifalari oqsillarni sintezlashdan tashqari, ribosomalar xususiy biogenezlarni ham amalga oshiradi.

Hujayrada oddiy holatda ribosomalar faol bo'lmay, subbirliklari birga assotsiatsiya holatida bo'lmay, ajralgan ko'rinishda bo'ladilar. Transkripsiya jarayonida hosil bo'lgan i-RNK ribosomaga bog'langandan so'ng u faol holatiga o'tadi. Ribosomalar faol holatda oqsillarni genetik kod asosida sintezlaydi.

Genetik kod

“Kod” yoki “Shifr” degan so'zga duch kelsangiz, harbiylardagi razvedkachi va josuslarning sirli xatlari va belgilari ko'z oldingizga keladi. Umuman olganda, har qanday savodli odam har doim rang-barang kodlarning muayyan kalitlar bilan ochilishini ishtirokchisi bo'ladi.

Bizning xatimiz ham kod bo'lib, ayrim belgi-harflar ma'lum tovushlarga mos keladi. Xuddi shunga o'xshash DNK dagi nukleotidlar harf bo'lsa, oqsildagi aminokislotalar tovush vazifasini bajaradi. Masalan, “A” tovushi maxsus harf orqali belgilanib, boshqa tovushlar ham shunga o'xshash harflar orqali ifodalanadi.

Nuklein kislotalar nukleotidlardan, oqsil esa aminokislotalardan tashkil topgan:

$n^1-n^2-n^3 \dots n^m$ nuklein kislota

$\alpha_1-\alpha_2-\alpha_3 \dots \alpha_n$ oqsil

Oqsildagi aminokislotalarning ketma-ket joylanish tartibi, nuklein kislotalardagi nukleotidlarning muayyan joylashgan o'rniga bog'liq. Nuklein kislotalardagi nukleotid o'rni o'zgarsa, oqsildagi aminokislota qatori ham o'zgaradi. Ko'pchilikka ma'lumki, Morze alifbosi orqali xabarlar va telegrammalar shaharlardan shaharlarga uzatiladi. Morze alifbosining harflari qisqa va uzun belgilardan, ya'ni nuqta, tirelardan iborat. Masalan, A harfi • – – belgisi, B esa –

– – – bilan belgilanadi. Shartli belgilarni yig'indisi kodga misol bo'ladi. Bu yerda ham harflarning ko'rinishi nuqta, tirelarning joylanishiga bog'liq. Yuqoridagi misollarga asosan bir obyektning ko'rinishi (oqsildagi aminokislotalarning joylanishi, Morze alifbosi bo'yicha harflarning ko'rinishi) ikkinchisining (nuklein kislotalardagi nukleotidlarga, Morze alifbosidagi nuqta, tirelarga) bog'liq bo'lsa, kibernetikada kodlanish tizimi deyiladi.

Sintezlanadigan oqsil molekulasidagi aminokislotalarning joylanish tartibi to'g'risidagi informatsiya DNK molekulasidagi 4 xil mononukleotidlar yordamida ifodalanishiga genetik kod deb ataladi.

DNK molekulasidagi nukleotidlar soni faqat 4 ta bo'lganligi uchun bitta nukleotid yagona aminokislotani ifoda eta olmasligi ma'lum. Xuddi shunga o'xshash, ikkita nukleotiddan tashkil topgan juft to'plami ham (dupletli) 20 ta aminokislotani ifodalash uchun kifoya qilmaydi. Shuning uchun G.Gamov (AQSh) genetik kod 3 ta nukleotid to'plamidan (tripletli koddan) tashkil topgan bo'lishi kerak degan g'oyani ilgari suradi. Ingliz olimi F.Krik kod hosil bo'lishida 3 ta nukleotid qatnashishi mumkinligini nazariy hisoblab, triplet kodini kodon deb atashni taklif etgan. 1961 -yilda M.Nirenberg o'z shogirdlari bilan birgalikda sintetik polinukleotid matritsa-poliuridin kislotadan foydalanib, triplet kodini tasdiqlagan. Bunday matritsa E.coli hujayra shirasi yordamida faqat polifenilalaninni sintezlashi kuzatilgan. Polisitidil esa poliprolinni, poliadenil esa polilizinni sintezlar ekan. Shu sababli UUU tripleti fenilalaninni, SSS prolinni, AAA lizinni kodlashini aniqlangan.

Tajribalar tufayli, oqsil tarkibida uchraydigan barcha aminokislotalarni ifodalovchi tripletlar aniqlandi. Keyinchalik F.Krik ularni juftlab, shu asosda genetik kod lug'atini tuzdi (1-jadval). Jadvalda keltirilgan 64 ta tripletlar oqsil sintezini boshlovchi va tugallanishini ta'minlovchi tripletlar borligi aniqlandi. Bir aminokislotani ifodalovchi tripletlar bir-biriga o'xshash bo'ladi. Masalan, valin aminokislotasini ifodalovchi tripletlarning barchasi GU dupleti bilan boshlangan. Bunday hollarda kod tripletlar yordamida ifodalansa ham, lekin aminokislotalar-ni

ifodalovchi informatsiya faqat boshlang'ich ikkita nukleotidda mujassamlashtirilgan bo'ladi.

Kodon bilan antikodon bog'lanishining diqqatga sazovor tomonlari borligi aniqlangan. Jumladan, kodondagi birinchi va ikkinchi azot asoslari antikodondagi nukleotidlar bilan komplementar azot asoslari o'rtasida mustahkam bog'lar orqali bog'lanadi. Kodondagi uchinchi azot asoslari esa antikodondagi azot asoslari o'rtasida bog' mustahkam bo'lmaydi va ularning o'zaro komplementar bo'lishi ham shart emasligi aniqlangan. Shunday jarayonni ma'noga ega bo'lmagan moslashuv mexanizmi yoki azot asoslari o'rtasidagi tebranish fenomeni deyiladi. Shunday yuritmaga asosan, antikodondagi uratsil kodondagi faqat adenin bilan bog'lanmasdan, guanin orqali ham kimyoviy bog'lanadi. Antikodondagi guanin kodondagi sitozin va uratsil bilan ham bog'lanishi mumkin. Bunday hodisa shuni ko'rsatadiki, bir necha kodonlar bitta aminokislota ifodalashni bildiradi. 13-jadvaldan bilish mumkinki, bir necha aminokislotalar ikkita va undan ko'proq antikodonlar bilan ifodalanishi mumkin. Faqat ikkita aminokislota-metionin va triptofanlar bitta kodonlar orqali kodlanadi. Qolgan aminokislotalar uchun kodonlar soni ikkitadan (argenin va sistein uchun) oltitagacha (leysin va serin uchun) bo'lishi mumkin.

Bitta aminokislotaaning bir necha triplet yordamida ifodalanishini genetik kodning "aslidan chekinishi, ayniganligi" (vo'rojdennost) hodisasi deb ataladi. Mazkur hodisaning biologik ma'nosi shundan iboratki, oqsil sintezini yengillashtirishda t-RNK ni i-RNK dan tez ajralishini va mutatsiyaning zarar yetkazuvchi ta'siriga turg'unlikni oshirishni ta'minlaydi

Genetik kod jadvali

1-jadval

Aminokislotalar	Kodlovchi tripletlar-kodonlar
Alanin	GSU GSS GSA GSG
Argenin	SGU SGS SGA SGG AGA AGG

Asparagin	AAU AAS
Asparagin kislota	GAU GAS
Valin	GUU GUS GUA GUG
Gistidin	SAU SAS
Glitsin	GGU GGS GGA GGG
Glyutamin	SAA SAG
Glyutamin kislota	GAA GAG
Izoleysin	AUU AUS AUA
Leysin	SUU SUS SUA SUG UUA UUG
Lizin	AAA AAG
Metionin	AUG
Prolin	SSU SSS SSA SSG
Serin	USU USS USA USG AGU AGS
Tirozin	UAG UAS
Treonin	ASU ASS ASA ASG
Triptofan	UGG
Fenilalanin	UUU UUS
Sistin	UGU UGS
Tinish belgilari	UGA UAG UAA

Jadvalda keltirilgan 64 ta tripletdan 61 tasi 20 xil aminokislotani kodlaydi, qolganlari esa oqsil sintezining initsiatsiyasi va terminatsiyalarida tinish belgilari sifatida xizmat qiladilar.

Ma'lum bo'lishicha, barcha tirik organizmlarda mikroorganizmlardan tortib odamlargacha genetik kodning faoliyati bir xil, universal ekanligi aniqlangan. Yuqoridagi ma'lumotlarga asosan genetik kodning asosiy xususiyatlarini quyidagicha ifodalash mumkin:

- genetik kod triplet bo'lib, bitta aminokislota uchta nukleotid kodlaydi;
 - triplet kodlari faqat bitta aminokislota ifodalaydigan o'ziga xos, spetsifik xususiyatga ega;
 - bitta aminokislota bir nechta tripletlar orqali kodlanadigan "aslidan chekinish" xususiyatiga ega;
 - genetik kod barcha tirik organizmlar uchun bir xil – universaldir.
 - barcha organizmlarda kod chiziqli, bir tomonlama va bir-birini qoplamaydi.
- Genetik informatsiyaning boshlanishi va oxirgi nuqtalariga ega;
- genetik kodning asosiy qismi tinish belgilariga ega emas. Triplet kodlar o'rtasida ularni bir-biridan ajratuvchi nuqta, vergul, tirelar bo'lmaydi.

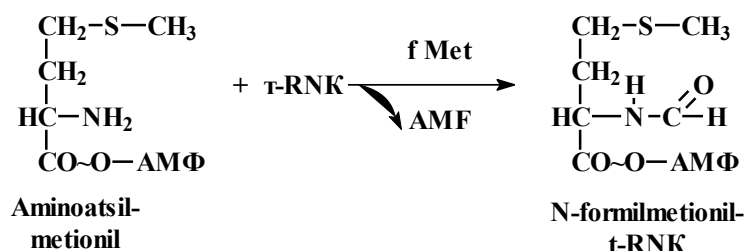
Translyatsiyaning initsiatsiyasi

Oqsil sintezlovchi mikrofabrika bo'lmish ribosomlar DNK dan genetik axborot i-RNK (kod) va oqsil sifatidagi omillarni qabul qilgandan so'ng, murakkab jarayon bo'lgan oqsil sintezini boshlang'ich bosqichi boshlanadi.

To'liq ribosoma hosil bo'lganda uning tarkibida ikkita translyatsiya markazlari – donorli (peptidil, P-markaz) va akseptorli (aminoatsil, A-markaz) markaz shakllanadi

Oqsil sintezining initsiatsiyasi kichik initsirlovchi komplekslarning hosil bo'lishidan boshlanadi. Shakllangan kichik kompleks katta initsirlovchi kompleks bilan bog'lanadi. Ularning tarkibi quyidagicha: ribosomlar, i-RNK, aminoatsil-t-RNK, initsirlovchi oqsil omillari (IF_1 , IF_2 , IF_3) va GTF lardan iborat.

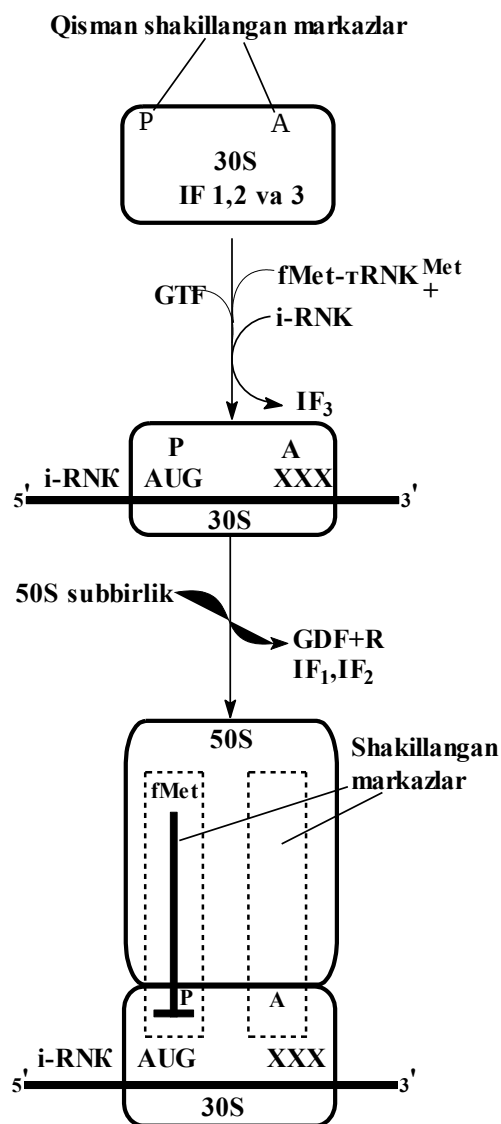
Eukariot hujayralarda initsirlovchi aminokislota metionin bo'lib, u t-RNK bilan bog'langan bo'ladi. Prokariotlarda bunday vazifani formilmetionin bajarib, u $fMet-t-RNK^{fMet}$ kompleks holatida bo'ladi. Shuningdek i-RNK molekulasida maxsus initsirlovchi kodonlar borligi aniqlangan.



Prokariotlarda initsirlovchi kodonlar sifatida AUG, GUG, ayrim vaqtlarda UUG lar bo'lib, ular translyatsiyaning initsiatsiyasida t-RNK dagi 3ⁱ-UAS antikodon bilan bog'lanadi.

Translyatsiyaning initsiatsiyasi oqsil sintezining asosiy yo'nalishi bo'lib, aminokislotalarni birin-ketin bog'lanishlari i-RNK dagi reja asosida sodir bo'ladi. Prokariotlarda initsirlash kompleksini hosil bo'lishi quyidagi navbat bo'yicha ketadi:

- 30S ribosoma IF₃ bilan bog'lanadi;
- 30S-IF₃ kompleksiga initsiatsiya faktori IF₁ bog'lanib, kichik initsiatsiya kompleksi shakllanadi;
- bir vaqtning o'zida fMet-t-RNK^{fMet}, GTF va IF₂ lar bilan assotsiatsiya hosil qilishi, ikkinchi kichik initsiatsiya kompleksining shakllanishiga sababchi bo'ladi;
- 30S-IF₁-IF₃ kompleksi i-RNK ning 5' tomonidagi initsiatsiya kodoni bilan bog'lanadi. Hosil bo'lgan 30S-IF₁-IF₃-i-RNK kompleksi keyinchalik R-markazga aylanadi.
- ikkita kichik initsirlovchi komplekslarning o'zaro qo'shilishidan quyidagi katta struktura shakllanadi: 30S-IF₁-IF₂-IF₃-i-RNK-fMet-RNK^{fMet}-GTF. Mazkur kompleks 50S ribosom bilan bog'lanib, faol oqsil sintezlovchi tizimni shakllantiradi. Ribosoma tarkibiga kiruvchi 30S va 50S subbirliklar o'zaro



To'liq ribosoma va translyatsiya initsiatsiyasining tarkibi

bog'langandan so'ng, peptidil va aminoatsil markazlar to'liq shakllanadi. Shunday holatda P-markazda i-RNK ning initsirlovchi kodonida komplementar bog'langan fMet-t-RNK^{fMet} bo'lib, aminoatsil markazda esa navbatdagi aminokislotaning kodoni to'g'ri keladi.

Translyatsiyaning elongatsiyasi

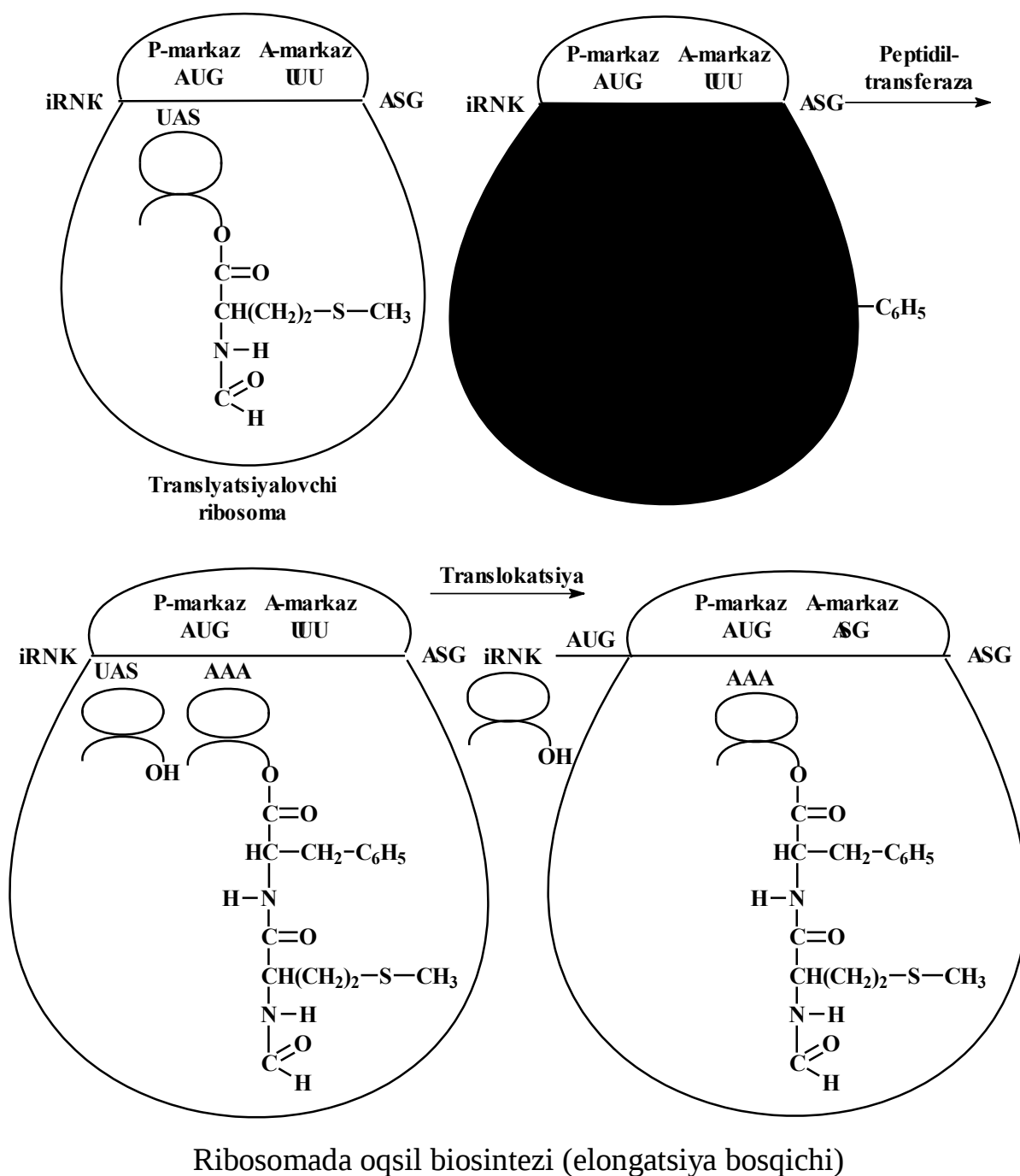
To'liq shakllangan ribosomada polipeptidning hosil bo'lishi va uning uzunasiga ko'payish jarayoni sodir bo'ladi. Bu jarayonda GTF va yana oqsil tabiatli uchlik elongatsiya omili ishtirok etadi. Ular prokariotlarda quyidagicha belgilanadi: EF-T_i, EF-T_s va EF-G yoki ularni qisqa belgilar orqali ham ifodalash

mumkin: T_i , T_s va G. Elongatsiya omillaridan T_i , GTF va sitoplazmadagi aminoatsil-t-RNK bilan bog'lanadi. Bir necha qismdan tashkil topgan kompleks to'liq ribosomadagi A-markazga ko'chiriladi. Bu yerda i-RNK dagi kodon, t-RNK tarkibidagi antikodon bilan bog'lanadi. T_i oqsil omili gidrolizlaydigan GTF-aza xususiyatiga ega. Demak, oqsil omillari aminoatsil-t-RNK ni i-RNK dagi maxsus kodonga bog'lashda va ribosomani i-RNK bo'ylab harakatini ta'minlaydi. 50S ribosoma tarkibidagi oqsil-ferment peptidiltransferaza polipeptid zanjirini uzaytirishda ishtirok etadi.

Elongatsiya bosqichi uch qismdan iborat. Birinchi bosqichda ta'kidlanganidek, aminoatsil-t-RNK i-RNK dagi kodon bilan aminoatsil markazga oqsil omillari orqali bog'lanadi. Ikkinchi qismda ikkita aminokislota qoldiqlari peptidiltransferaza fermenti ishtirokida peptid bog'i hosil bo'ladi. Avval P-markazda turgan N-formilmetionin-t-RNK^{fMet} dagi murakkab efir bog'i uzilib, N-formilmetionil A-markazdagi t-RNK tarkibidagi aminoatsilning amino guruhiga bog'lanib, peptid bog'i hosil bo'ladi. Bu jarayonni peptidiltransferaza amalga oshiradi. Mazkur ferment ta'sirida peptidil markazda erkin t-RNK^{fMet} qolib, aminoatsilda esa dipeptidil-t-RNK hosil bo'ladi.

Elongatsiyaning yakunlovchi uchinchi bosqichida bir nechta siljishlar ribosomada yuz beradi. To'liq ribosoma i-RNK bo'ylab bitta kodonga siljiydi. Shunday harakat asosida ribosoma tashqarisida AUG kodoni va t-RNK^{MET} lar chiqib qoladi. Peptidil markazga dipeptidil-t-RNK ko'chirilib, aminoatsil markaz esa yangi aminoatsil-t-RNK ni qabul qilishga tayyor turadi. Elongatsiyaning uchinchi bosqichi biologik harakat har doim maqsadga muvofiq bo'lishligiga misol bo'lib, bu jarayonni translokatsiya deb ataladi. Har bir translokatsiyadan so'ng ribosoma yangi elongatsiyaning boshlashiga tayyor turadi.

RNK informatsiyada qancha ma'noli kodonlar bo'lsa, elongatsiya shuncha takrorlanadi. Elongatsiyaning ishlash prinsipi xuddi kiyim tikadigan mashinaning mokusiga o'xshaydi. Uning borishi va qaytishi materialni choklab boraverganidek, ribosomadagi harakat ham davriy ravishda peptid bog'ini uzaytirishni ta'minlaydi. 35-rasmda ribosomada oqsilning matritsali sintezi ko'rsatilgan:



Polipeptid zanjirining terminatsiyasi

Terminatsiya jarayonida sintezlangan polipeptid zanjiri ribosomadan ajraladi. Bu jarayonni oqsil tabiatli omillar va ferment peptidilesteraza bajaradi. Terminatsiya bosqichini GTF energiya bilan ta'minlaydi.

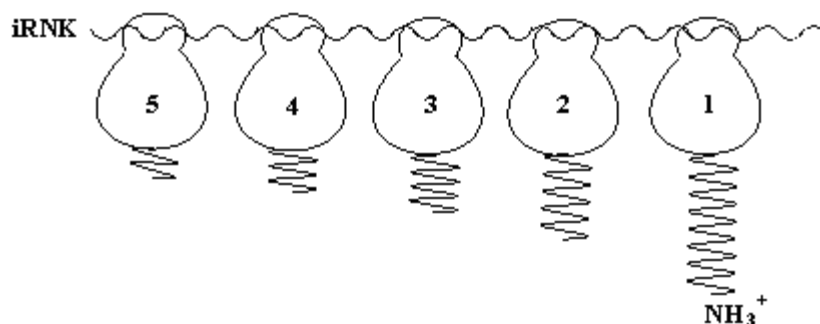
Informatsiya RNK molekulasida axborot uzatmaydigan kodonlar bo'lib, ularni ma'nosiz yoki terminatorlar deb ataladi. Shunday STOP- kodonlarga UAA, UAG, UGA tripletlar kiradi. Mazkur kodonlarning t-RNK dagi antikodonlari bilan

komplementar holda bog'lanmaydilar. Shuning uchun, ribosoma shu kodonlarga yetganda oqsil sintezi to'xtaydi. A-markazga $\alpha\alpha$ -t-RNK o'rniga terminatsiyaga sabab bo'luvchi oqsillar RF₁ va RF₂, qo'shimcha yana RRF(Ribosome release factor) omillarining bog'lanishi ham peptid bog'larini hosil bo'lishini nihoyasiga yetkazadi.

GTF bilan bog'langan relizin-omil va peptidiltransferaza fermenti ta'sirida polipeptid bilan oxirgi t-RNK o'rtasidagi murakkab efir bog'i uziladi. Terminatsiyaning yakunlovchi bosqichida oqsil sintezlovchi kompleks dissotsiatsiyaga uchrab, ribosoma, i-RNK, t-RNK, yangi sintezlangan peptid va terminatsiyada ishtirok etuvchi oqsil omillari bir-birlaridan ajraladilar.

Hujayrada oqsillarning biosintezi yetarli miqdorda energiya bilan ta'minlanganida sodir bo'ladi. Bitta polipeptid zanjirining sintezida sarf bo'ladigan energiya miqdorini hisoblash mumkin: Aminokislotani faollashtirish uchun bitta ATF gidrolizlanganda AMF hosil bo'ladi, bu ikkita makroerg sarflanishi bilan barobar. Initsiatsiyada bitta makroerg GTF, elongatsiyada ikkita GTF sarflanadi (bitta GTF $\alpha\alpha$ -t-RNK ni ribosomani A-markazga yetkazadi, ikkinchi GTF esa translokatsiyada ishtirok etadi). Yakunlovchi terminatsiyada yana bir molekula makroerg GTF sarf bo'ladi.

Oqsil sintezining translyatsiyasida i-RNK bir vaqtda bir necha ribosomlarni genetik axborot bilan ta'minlaydi. Ribosomalarning yig'indisiga poliribosoma yoki polisoma deb ataladi (36-rasm)



Poliribosoma.

Poliribosomada sintezlangan oqsil bir nechta nusxada bo'lib, polipeptid zanjirining qayta sintezlanishiga hojat qolmaydi. Polisom kompleksining hajmi i-RNK molekulasiga bog'liq. Informatsiya RNK molekulasi bir nechta ming nukleotid qoldig'idan iborat bo'lsa, ribosomalar kompleksi 50-100 atrofida bo'ladi. Ribosomada oqsilning sintezi tez suratlarda davom etib, har soniyada yuzlab aminokislotalar bir-birlari bilan bog'lanadilar.

6.3. HUYAYRADA AMINOKISLOTALARNING ALMASHINUVI

Hujayrada oqsillar biosintezi uchun ishlatilmay qolgan hamda intensiv jismoniy yuklamalar ta'sirida muskul oqsillarining parchalanishidan hosil bo'lgan aminokislotalar almashinuvning ohirgi mahsulotlarigacha parchalanishga duchor bo'ladi. Oqsillarning tarkibiga kirgan 20 xil aminokislotalar uchun har birining o'ziga hos 20 ta har xil yo'llari bor, lekin ularning hammasi almashinuvlari Krebs siklida tugallanadigan nisbatan soni uncha ko'p bo'lmagan oraliq mahsulotlarni hosil bo'lishiga olib keladi: 5 ta aminokislota – leytsin, lizin, tirozin, triptofan, fenilalanin – atsetil-KoAga, 5 ta aminokislota – Ala, Gly, Tre, Cys oldin pirouzum kislotasiga, so'ng atsetil-KoAga, 5 ta aminokislota – Arg, Gis, Pro, Gln, Glu – b-ketoglutar kislotasiga, 4 ta aminokislota Ile, Val, Met, Tre – suksinil – KoAga, 2 ta aminokislota – Asp, Asn – shavelsirka kislotasiga aylanadi.

Bizlar ushbu qismda oqsillarning asosiy funktsiyalari va strukturalarini ko'rib o'tdik, va bunda oqsillarning fermentlar sifatida faolitiga alohida e'tibor qaratdik. Keyin bizlar oqsillar almashinuvi dinamikasini ko'rib chiqdik va transkripsiya va translyatsiya jihatdan oqsillar sintezi asosiy hujayra jarayonlarini ham belgilab o'tdik. Oqsillarning yuqori almashinuv tezliklari va oqsillarning hayotni ushlab turish uchun muhimligi jihatdan, bizlar yangi oqsillarni io'lab chiqarish uchun zarur bo'lgan muhim aminokislotalar bilan hujayralarimizni ta'minlash uchun oqsillarga boy mahsulotlarni iste'mol qilishimiz zarurdir. Albatta, o'rtacha odam kunlik qabul qiladigan kalloriya miqdorining 10-15% ini oqsillar shaklida qabul qilamiz. Ko'plab atletlar odatda qo'shimcha oqsillarni, ayniqsa intensiv mashqlar davomida qabul qiladi.

Aminokislotalarni oqsil sintezi uchun ta'minlashdan tashqari oqsillar shuningdek energiya manbai sifatida ham ishlatilishi mumkin, bu erda 1 g oqsil 4 kkal energiya bilan ta'minlaydi. Ammo shuni ham e'tiborga olish lozimki, oqsillar energiya birlamchi manbasi sifatida qaralmaydi, chunki ular tanamizda muhim strukturaviy, funktsional va boshqaruv vazifalarni bajaradi.

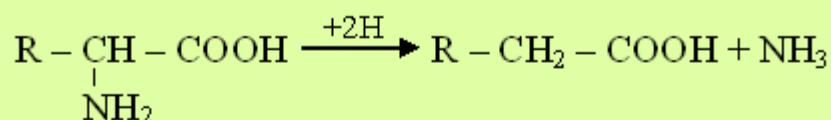
Shunga qaramay, parhez yoki ochlik davrida energiya imkoniyatlari past bo'lganida tanamiz qo'shimcha energiya manbai bilan ta'minlash uchun tanamizdagi oqsillar zahiralarni metabolizatsiya qilishimiz mumkin. Skelet mushaklari oqsillarning katta qismini saqlab turganligi sababli, bu sharoitlarda bizlar o'zimizning mushaklarimizni egan bo'lamiz! Bunda tavsiya qilinmasligiga qaramay, boks va kurash kabi vazn hosil qilish sport musobaqalarida ishtirok etadigan atletlar mushak metabolizmiga ularning muvofiq tahlilini o'tkazamiz.

Ushbu qismda skelet mushaklari kabi aminokislotalar biz maxsus aminokislotalar mapexus zvariziga platforma tayyorlab beramiz, va u erda mashqlar ushbu yo'llarning boshqaruviga qay tarzda ta'sir ko'rsatishini ko'rib chiqamiz.

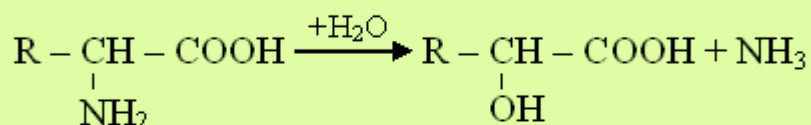
Garchi har bir aminokislotalarning parchalanishi ko'p bosqichlar orqali sodir bo'lsa ham, ularda qatnashayotgan fermentativ reaksiyalarning turlari hamma aminokislotalar uchun bir xil va ular *dezaminirlanish*, *transaminlanish* (*pereaminirlanish*) va *dekarboksillanish* reaksiyalaridir.

Dezaminlanish reaksiyasining 4 ta turi mavjud: qaytarilish, gidrolitik, molekulaning o'zini ichida va oksidlanishli dezaminirlanish reaksiyalari. Barcha hollarda aminoguruh – NH_2 aminokislotalardan ammiak (NH_3) shaklida ajralib chiqadi.

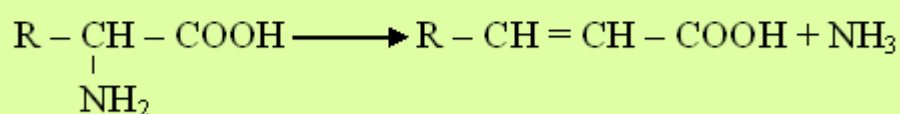
1. Qaytarilish dezaminirlanish.



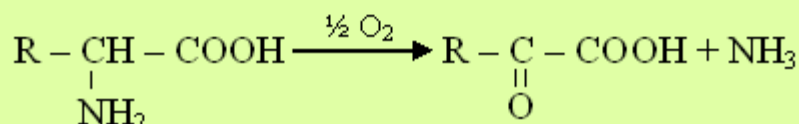
2. Hidrolitik dezaminirlanish.



3. Molekulasining o'zini ichida dezaminirlanish.



4. Oksidlanishli dezaminirlanish.



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

Transaminirlanish deyilganda reaksiya oraligida ammiakni hosil qilmasdan aminoguruh (-NH₂)ni aminokislotadan b-ketokislotaga molekulalar a'ro tashish reaksiyasi tushuniladi. Shu bilan birga, aminoguruh uchta ketokislotalar – b-ketoglutar, shavelsirka va pirouzum kislotalarining biriga o'tkaziladi.

Aminokislotalarning parchalanishi birlamchi bosqichlari alfa-aminoguruhni uzish orqali azotni olib tashlashdan iborat. Bizlar azotni olib tashlashmiz shartdir, chunki azot saqlagan aminokislotalarning miqdorini energiya ishlab chiqarish uchun foydalanib bo'lmaydi. Aminokislotalarning katta qismi o'zlarining alfa-aminoguruhini uni alfa-ketoglutaratga (ko'pincha 2-oksoglutarat deyiladi) o'tkazadi va yangi hosil qilingan aminokislota glutamatni shakllantiradi. Bu

reaksiya transaminatsiya deyiladi, va aminotransferaza deyiladigan bir qator fermentlar orqali katalizlanadi.

4.4-qismda fermentlarning klassifikatsiyasini ko'rib o'tayotganda undagi ma'lumotlarni eslasak, bu guruh fermentlarning bunday nomlanishi sababi bo'lib ular aminokislotalardan substratlar sifatida foydalanishi va substratlarni boshqa birikmaga o'zgartirishi hisoblanadi. Ushbu fermentlarning ko'pchiligi V6 vitaminidan prostetik guruh (ya'ni PLF deb belgilanadigan piridoksal fosfat) sifatida, va ma'lum aminokislota uchun muvofiq bo'lgan fermentlardan, misol uchun alanin aminotransferazadan foydalanadi.

Transaminatsiyaning misoli 4.21-rasmda ko'rsatilgan. α -aminokislota o'zining aminoguruhini α -ketoglutaratga (UKK siklining oraliq mahsuloti) o'tkazadi va glutamatni hosil qiladi. Natijada chapdagi uglerod skelet α -aminoguruhni olib tashlaydi va energiya ishlab chiqarishda ishlatiladigan bir qator α -ketokislotalarni shakllantiradi. α -ketokislotalar keton funktsional guruhini va karboksil kislotani saqlagan organik kislota hisoblanadi.

Ishlab chiqarilgan α -ketokislotalar UKK siklining oraliq mahsulotlariga o'zgartiriladi va bu orqali UKK sikli oqimida qo'shiladigan muhim energiya saqlagan birikmalarni ta'minlaydi. UKK siklini hosil qilish jarayoni anapleroz deyiladigan aminokislotalar transaminatsiyasi orqali o'zgartiriladi.

UKK siklining oraliq mahsulotlarini ta'minlashdan tashqari, transaminatsiyadan hosil bo'lgan uglerod skeletlari ham glyukogenez uchun muhim substratlarni ta'minlaydi (to'liq biokimyoviy yo'li 5-qismda ko'rsatilgan). Albatta, ko'plab aminokislotalar piruvat va oksaloatsetatlarni shakllantirib, ular glyukogenez uchun ikkita asosiy prekursor hisoblanadi. Bundan tashqari, α -ketoglutarat, suksinil-KoA va fumarat kabi hosil bo'lgan boshqa α -ketokislotalar UKK sikli orqali muvofiq ravishda oksaloatsetatga o'zgartiriladi.

Bu jihatdan, 20 ta aminokislotalardan 18 tasi glyukooza manbai bo'ladi, va shu sababli glyukogen aminokislotalar deyiladi. Aksincha, leytsin va lizin aminokislotalari ketogen aminokislotalar deyiladi, chunki ularning parchalanishidan hosil bo'lgan atsetil-KoA yoki atsetoatsetil-KoA keton tanalar

bo'lib, ular keyinchalik glyukozaga o'zgartirila olmaydi (keton tanalarning hosil bo'lishi batafsil 6-qismda ko'rib chiqiladi).

Aminokislotalarning dekarboksillanish jarayonida aminokislota karboksil(-COOH) guruhini yotadi va tegishli biogen aminiga aylanadi.



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

Sinov savollari

1. Oqsil biosintezini ilmiy o'rganishdagi ahamiyati.
2. Oqsil sintezlovchi kompleks tarkibida qanday birikmalar uchraydi?
3. Aminokislotalarning faollanish bosqichlari.
4. Aminokislotaning t-RNK ga bog'lanish usullari.
5. Oqsillarning sitoplazmatik sintezi.
6. Genetik kod ta'rifi.
7. Kundalik turmushdan kodlarga misollar keltiring.
8. Genetik kod nima uchun tripletli bo'lgan?
9. Azot asoslari o'rtasidagi tebranish fenomeni.
10. Genetik kodning asosiy xususiyatlari.
11. Translyatsiyaning initsiatsiyasi.
12. Initsirlovchi katta, kichik komplekslar va ularning tarkiblari.
13. Ribosomadagi markazlar va ularning vazifalari.
14. Elongatsiya va uning bosqichlari.

15. Oqsil sintezining terminatsiyasi.

Oqsillar biosinteziga oid testlar

1. Organizmda biologik belgilar qanday generatsiya asosida amalga oshadi?
a) DNK, RNK, oqsil asosida; b) uglevod, vitamin, yog'lar asosida;
v) vitamin, RNK, uglevod asosida; g) ferment, uglevod, yog'lar asosida.
2. Matritsa asosida qanday molekulalar sintezlanadi?
a) nuklein kislota va oqsillar; b) oqsil, uglevodlar;
v) yog'lar, vitaminlar; g) nuklein kislotalar, uglevodlar.
3. Oqsil sintezida aminokislotalar qanday holda bo'ladi?
a) erkin holda; b) dipeptid holda;
v) aminoatsil-t-RNK holda; g) GTF bilan birikkan holda;
4. Aminokislotalarni faollashtirishda qanday makroerg ishtirok etadi?
a) ATF; b) GTF; v) UTF; g) STF.
5. Aminokislotalarni faollashtirishda qanday ferment ishtirok etadi?
a) DNK-ligaza; b) aminoatsil-t-RNK-sintetaza;
v) RNK-polimeraza; g) DNK polimeraza.
6. Prokariotlarda oqsil sintezini boshlovchi aminoatsil-t-RNK
a) alanil-t-RNK; b) metionil-t-RNK;
v) formilmetionil-t-RNK; g) treonil-t-RNK.
7. Eukariotlarda oqsil sintezini boshlovchi aminoatsil-t-RNK:
a) metionil-t-RNK; b) formilmetionil-t-RNK;
v) alanil-t-RNK; g) trionil-t-RNK.
8. Transport RNK aminokislotalarni qaysi uglerod atomiga bog'laydi?
a) 1'-OH-qismiga; b) 3'-OH-qismiga;
v) 5'-OH-qismiga; g) fosfor kislotasiga.
9. Ferment peptidiltransferazaning vazifasi:
a) i-RNK bo'ylab, ribosomaning translokatsiyasida ishtirok etadi;
b) peptid bog'larini hosil qiladi; v) aminokislotalarni t-RNK ga bog'laydi;
g) ribosomalarni birlashtiradi.

10. Translyatsiya jarayonida ishtirok etuvchi makroerglar:

a) GTF; b) UTF; v) STF; g) TTF.

GLOSSARIY

Terminlar	O'bek tilidagi sharhi	Rus tilidagi sharhi	Ingliz tilidagi sharhi
Metabolizm	Metabolizm (yoki moddalar almashinuvi) – tirik organizmlarda doimo bir vaqtning o'zida sodir bo'lib turadigan juda ko'p turli-tuman kimyoviy reaksiyalar majmuasi.	Метаболизм (от греч. μεταβολή — «превращение, изменение»), или обмен веществ — набор химических реакций, которые возникают в живом организме для поддержания жизни. Эти процессы позволяют организмам расти и размножаться, сохранять свои структуры и отвечать на воздействия окружающей среды.	Metabolism is the set of life-sustaining chemical transformations within the cells of living organisms. These enzyme-catalyzed reactions allow organisms to grow and reproduce, maintain their structures, and respond to their environments.
Assimilyatsiya	Assimilyatsiya tashqi muhit moddalarini o'zlashtirish va ularni organizm	Ассимиляция (уподобление) — совокупность процессов биосинтеза	Assimilation (assimilation) - a set of processes of biosynthesis of organic substances

	moddalariga aylantirish jarayonlari.	органических веществ с затратой энергии в живом <u>организме</u> . Синоним термина <u>анаболизм</u> .	with the expenditure of energy in a living organism. Synonymous anabolism.
Anabolizm	Hujayra va to'qimalarning struktura elementlarining hosil bo'lishi va yangilanib turishiga yo'naltirilgan reaksiyalar bo'lib, oddiy molekulalardan murakkab biomolekulalarning sintezini o'z ichiga oladi.	Анабо́лизм (от <u>греч.</u> ἀναβολή, «подъём») или пластический обмен — совокупность химических процессов, составляющих одну из сторон обмена веществ в организме, направленных на образование <u>клеток</u> и тканей. Этот процесс невозможен без затрат энергии, поэтому большинство процессов анаболизма получают энергию	Anabolism is the set of metabolic pathways that construct molecules from smaller units. These reactions require energy. Many anabolic processes are powered by the hydrolysis of adenosine triphosphate (ATP).

		путем гидролиза аденозинтрифосфата (АТФ).	
Katabolizm	Ham hujayra tarkibiga kirgan, ham ovqat bilan organizmga kirgan murakkab molekulalarni to oddiy komponentlarga parchalanish jarayonlari.	Катаболизм (от греч. <u>катаβολή</u>, «сбрасывание, разрушение»), или энергетический обмен, или диссимиляция — процесс метаболического распада, разложения на более простые вещества (дифференциация) или окисления какого-либо вещества, обычно протекающий с высвобождением энергии в виде тепла и в виде АТФ. Катаболические реакции лежат в основе диссимиляции.	Catabolism is the set of metabolic pathways that breaks down molecules into smaller units that are either oxidized to release energy, or used in other anabolic reactions.[1] Catabolism therefore provides the chemical energy necessary for the maintenance and growth of cells.

Metabolitlar	Metabolitlar organik almashinuv jarayonlarida hosil bo'ladigan moddalar.	Метаболі́ты (от греч. μεταβολίτης, metabolítes) — продукты метаболизма каких-либо соединений.	Metabolites are the intermediates and products of metabolism
Biologik oksidlanish	Biologik oksidlanish bu barcha tirik organizmlarda sodir bo'lib turadigan oksidlanish reaksiyalarining majmuasi.	Биологическое окисление – это совокупность окислительно-восстановительных превращений различных веществ в живых организмах	The biological oxidation (cell or tissue respiration) - redox reactions occurring in living organisms.
Anaerob oksidlanish	Anaerob oksidlanish oksidlanayotgan moddadan ajralib chiqqan vodorodning akseptori vazifasini kislород emas, qandaydir boshqa modda bajarayotgandagi oksidlanish.	анаэробное окисление— это вспомогательный способ извлечения энергии веществ без участия кислорода. Анаэробное окисление имеет большое значение при недостатке кислорода, а также при выполнении интенсивной	anaerobic oxidation - an auxiliary method of extracting substances of energy without oxygen. Anaerobic oxidation is of great importance with a lack of oxygen, as well as when performing intense muscular work.

		мышечной работы.	
Aerob oksidlanish yoki to'qimalarning nafas olishi	Ajralgan vodorodning akseptori bo'lib, kislorod xizmat qiladigan, ya'ni suvning hosil bo'lishiga olib keladigan biologik oksidlanish.	аэробное (митохондриальное) окисление предназначено для извлечения энергии питательных веществ с участием кислорода и накопления её в виде АТФ. Аэробное окисление называется также тканевым дыханием, поскольку при его протекании ткани активно потребляют кислород.	aerobic (mitochondrial) oxidation is designed to extract nutrients energy with oxygen and its accumulation in the form of ATP. Aerobic oxidation is also called tissue respiration
Oksidlanish i fosforlanish	Nafas olish zanjirida oksidlanish va fosforlanishni xemosmotik bog'lanish yo'li	Окислительное фосфорилирование — метаболический путь, при котором <u>энергия</u> ,	Oxidative phosphorylation (or OXPHOS in short) is the metabolic pathway in which

	bilan ATFning sintezi.	образовавшаяся при окислении питательных веществ, запасается в митохондриях клеток в виде АТФ.	cells use enzymes to oxidize nutrients, thereby releasing energy which is used to reform ATP.
Substratli fosforlanish	ATFning resintezi energiyaning kumyoviy bog'lanish yo'li bilan oziqa moddalarining oksidlanishi orqali sodir bo'ladigan jarayon.	Субстратное фосфорилирование - это процесс образования макроэнергетических соединений за счет макроэргических связей субстрата. При большинстве физиологических состояний перенос электронов тесно сопряжен с окислительным фосфорилированием.	Substrate phosphorylation - is the process of formation makroenergeticheski h compounds by high-energy bonds of the substrate. Under most physiological conditions the electron transfer is closely interfaced with oxidative phosphorylation
Fotosintetik fosforlanish	Hujayra fotosintetik apparati tutib oladigan quyosh yorug'lik nuri energiyasi bilan	Фотосинтетическое фосфорилирование - это синтез аденозинтрифосфат	In the process of photosynthesis, the phosphorylation of ADP to form ATP using the energy of

	bog'langan fosforlanish.	а (АТФ) из аденозиндифосфата (АДФ) в процессе фотосинтеза.	sunlight is called photophosphorylation.
--	-----------------------------	---	---

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Donald Mc Laren. James Morton. Biochemistry for Sport and Exercise Metabolism. 2012., 5c, 45 po 49 stranitsa
2. To'ychiboev M.U Ziyamuhamedova S.A., Adilbekov T.T. Biokimyodan laboratoriya va seminar mashg'ulotlarining texnologik xaritasi. (o'quv – uslubiy qo'llanma) Toshkent 2011. O'zDJTINMB.
3. To'ychiboyev M.U., Ziyamuhamedova S.A., Biokimyo: (o'quv – uslub qo'llanma ma'ruza matnlari). Toshkent. 2012.
4. To'ychiboev M.U. Bioximiya va sport bioximiyasi. Toshkent-2015.
5. Тўйчибаев М.У. Биохимия и биохимия спорта Ташкент - 2017.
6. Valixanov M.N. Biokimyo Toshkent .2010.
7. Raxmatov N.O., Maxmudov T.M., Mirzaev S. Biokimyo, Toshkent. 2012.
9. Yakovlev N.N. Biohimiya 1974
10. Menshikov N.N. Bioximiya, 1986.
11. Biologik kimyo. O.O.Obidov, A.A.Jurayeva, G.Yu.Malikova, Toshkent -2011
12. Biologik kimyo. R.A. Sobirova, O.A. Abrorov F.X. Inoyatova, A.N.Aripov Toshkent «Yangi asr avlodi» 2006

Internet saytlari.

1. lex.uz hukumat portali
2. www.rsl.ru
3. www. person.ru
4. www.mf.uz
5. www. Ziyonet.uz
6. www.catback.ru – nauchniy stati i uchebniy material

MUNDARIJA

KIRISH	3
I BOB. DINAMIK BIOXIMIYA FANI MAQSAD VA VAZIFALARI	4
1.1. DINAMIK BIOXIMIYA FANI MAQSAD VA VAZIFALARI	4
II.BOB. MODDALAR ALMASHINUVINING UMUMIY QONUNIYATLARI. BIOENERGETIKA.	11
2.1. ORGANIZMDA MODDALAR ALMASHINUVI (METABOLIZM) HAQIDA UMUMIY TUSHUNCHA.	12
2.2. ASSIMILYATSIYA VA DISSIMILYATSIYA	16
2.3. BIOLOGIK OKSIDLANISH. NAFAS OLISH ZANJIRIDA ELEKTRON VA PROTONLARNING TASHILISHI	21
2.4. ENERGIYA ALMASHINUVIDA ATF NING ALOHIDA (MAXSUS) ROLI.	31
III.BOB. UGLEVODLARNING ALMASHINUVI	45
3.1. OVQAT HAZM QILISH SISTEMASIDA UGLEVODLARNING FERMENTATIV PARCHALANISHI	45
3.2. QONDA GLYUKOZANING KONSENTRATSIYASI VA UNING GORMONAL BOSHQARILISHI	52
3.3. GLIKOGENEZ VA GLIKOGENOLIZ	53
3.4. UGLEVODLARNING AEROB VA ANAEROB PARCHALANISHI	60
3.5. GLIKOLIZ VA KREBS SIKLINING ENERGETIK SAMARADORLIGI	71
3.6. UGLEVODLAR BIOSENTIZI	74
IV BOB. LIPIDLAR ALMASHINUVI	82
4.1. OSHQOZON-ICHAK YO'LIDA LIPIDLARNING HAZM BO'LISHI	82
4.2. LIPIDLARNING ORALIQ ALMASHINUVI	88
4.3. NEYTRAL YOG'LARNING BIOSINTEZI (FOSFOLIPIDLAR VA TRIGLITSERIDLAR).	99
V BOB. NUKLEIN KISLOTALAR ALMASHINUVI	104
5.1. REPLIKATSIYA	106
5.2. TRANSKRIPSIYA	112
VI. OQSILLAR ALMASHINUVI	117
6.1. OQSILLARNI HAZM BO'LISHI (FERMENTATIV PARCHALANISH).	117
6.2. OQSILLARNING BIOSINTEZI	123
6.3. HUJAYRADA AMINOKISLOTALARINING ALMASHINUVI.	137
GLOSSARIY	143
FOYDALANILADIGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI	150